

**PROCEEDINGS OF
CONFERENCE ON
INFORMATION TECHNOLOGY
AND ELECTRICAL ENGINEERING**

SESI NASIONAL

Teknologi Informasi

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
GADJAH MADA UNIVERSITY**

Organizer

Steering Committee

- Adhi Susanto (UGM)
- Hamzah Berahim (UGM)
- Thomas Sri Widodo (UGM)
- Dadang Gunawan (UI)
- Heri Mauridi (ITS)
- Yanuarsyah Harun (ITB)
- Anto Satrio Nugroho (BPPT)
- Son Kuswadi (PENS)

Advisory Board

- Tumiran (UGM)
- Lukito Edi Nugroho (UGM)
- Anto Satrio Nugroho (BPPT)
- Son Kuswadi (PENS)

General Chair

- Bambang Sutopo

Organizing Chairs

- Risanuri Hidayat
- Sri Suning Kusumawardhani
- Ridi Ferdiana
- Adha Imam Cahyadi
- Budi Setiyanto

Program Chairs

- Prpto Nugroho
- Agus Bejo
- Cuk Supriyadi Ali Nandar (BPPT)
- Yusuf Susilo Wijoyo

Publication Chair

- Enas Duhri K

Finance Chairs

- Eny Sukani Rahayu
- Maun Budiyanto
- Roni Irnawan

Secretariats

- Astria Nur Irfansyah
- Lilik Suyanti

FOREWORD

First of all, praise to Almighty God, for blessing us with healthy and ability to come here, in the Conference of Information and Electrical Engineering 2009 (CITEE 2009). If there is some noticeable wisdoms and knowledge must come from Him.

I would like to say thank you to all of the writers, who come here enthusiastically to share experiences and knowledge. Without your contribution, this conference will not has a meaning.

I also would like to say thank you to Prof. Dadang Gunawan from Electrical Engineering, University of Indonesia (UI), Prof. Yanuarsyah Haroen from Electrical Engineering and Informatics School, Bandung Institute of Technology, ITB, Prof. Mauridhi Hery Purnomo from Electrical Engineering Department, Surabaya Institute of Technology (ITS). And also Prof. Takashi Hiyama from Kamamoto University, Japan, Thank you for your participation and contribution as keynote speakers in this conference.

This conference is the first annual conference held by Electrical Engineering Department, Gadjah Mada University. We hope, in the future, it becomes a conference of academics and industries researchers in the field of Information Technology and Electrical Engineering around the world. We confine that if we can combine these two fields of sciences, it would make a greater impact on human life quality.

According to our data, there are 140 writers gather here to present their papers. They will present 122 titles of papers. There are 47 papers in the field of Electrical Power Systems, 53 papers in the area of Systems, Signals and Circuits, and 22 papers in Information Technology. Most of these papers are from universities researchers.

We hope, the result of the proceedings of this conference can be used as reference for the academic and practitioner researchers to gain

At last, I would like to say thank you to all of the committee members, who worked hard to prepare this conference. Special thanks to Electrical Engineering Department, Gadjah Mada University, of supporting on facilities and funds.

Thank you and enjoy the conference, CITEE 2009, and the city, Yogyakarta

August, 4th, 2009

Bambang Sutopo

Table of Contents

Organizer	ii
Foreword	iii
Table of Contents	v
Schedule	vii
KEYNOTE	
Teknologi Sistem Penggerak dalam WahanaTransportasi Elektrik <i>Yanuarsyah Haroen (Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung)</i>	1
SESI NASIONAL: Teknologi Informasi	
Perancangan Aplikasi Berbasis Web Sebagai Sistem Surveilens Gizi Balita (Design Of Web Based Application On Nutrition Surveillance System For Under-Five Children) <i>Mera Kartika Delimayanti, Sigit Mulyono, Fajar Tri Waluyanti</i>	21
Perencanaan <i>Decession Support System (DSS)</i> sebagai alternatif Penilaian Akademik Mahasiswa <i>Mohamad Jamil</i>	26
Aplikasi Autentikasi dan Manajemen Akses Komputer di Laboratorium <i>Iwan Handoyo Putro, Petrus Santoso, Efferata Wijaya</i>	32
Kinerja BER Sistem Komunikasi Kooperatif pada Kanal <i>Mobile-to-mobile</i> dengan <i>Relay Amplify and Forward</i> <i>Titiek Suryani, Gamantyo Hendrantoro</i>	35
Teknik Peramalan Data Time Series Berbasis Dekomposisi Wavelet dan Multi Layer Perceptron <i>Diana Purwitasari, Rully Sulaiman, Ario Menak Sanoyo</i>	41
Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Gao Pada Penyelesaian Persoalan Variational Inequality Dengan Fungsi Batasan Linier Dan Nonlinier <i>Rully Soelaiman, Yudhi Puwananto</i>	48
Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Rekuren Pada Identifikasi Sistem Nonlinier Dengan Algoritma Optimal Bounded Ellipsoid <i>Rully Soelaiman¹, Yudhi Puwananto</i>	54
Desain Protokol Komunikasi Untuk Penerapan Sistem Seminar Online Melalui Internet <i>Mingsep Sampebua, Lukito Edi Nugroho, Jazi Eko Istiyanto</i>	63
Sistem Informasi Gizi Mahasiswa Berbasis Web (Kasus Mahasiswa Fakultas Kedokteran UGM) <i>Meiyanto Eko Sulisty, Ahmad Ashari, Sujoko Sumaryono</i>	70
Survei Teknis Steganografi <i>Erik Iman Heri Ujianto, Edi Winarko</i>	76
Perbandingan Unjuk-Kerja Protokol Transport Pada Jaringan MPLS dan non MPLS: Studi Kasus Jaringan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung <i>Malayusfi, Risanuri Hidayat, Sujoko Sumaryono</i>	79
Aplikasi Flashcard Berbasis Java Micro Edition <i>Edi Winarko, Prabowo Murti Saputro</i>	85
Method and Technique in Medical Imaging: an Overview <i>Ermatita, Agus Harjoko</i>	91
Simulasi <i>Routing Protocol Open Shortest Path First (OSPF)</i> dan <i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)</i> <i>Mohamad Yudha Wirawan, Sri Suning Kusumawardani, Eni Sukani Rahayu</i>	96

SCHEDULE

Tuesday, August 4, 2009

07.30 – 08.00: Registration

08.00 – 08.15: Opening

1. Welcome speech by conference chairman
2. Speech by GMU's Rector

08.15 – 09.20:

PLENARY SESSION

Prof. Takashi Hiyama (Kumamoto University, Japan): *Intelligent Systems Application to Power Systems*

Prof. Dr. Mauridhi Hery Purnomo (Electrical Engineering Department, ITS, Indonesia): *Social Intelligent on Humanoid Robot: Understanding Indonesian Text Case Study*

Prof. Dr. Dadang Gunawan (Electrical Engineering Department, University of Indonesia): *Signal Processing: Video Compression Techniques*

Prof. Dr. Yanuarsyah Haroen (Electrical Engineering and Informatics School, ITB, Indonesia): *Teknologi Sistem Penggerak dalam WahanaTransportasi Elektrik*

09.20 – 09.30: Break

PARALLEL SESSION

INTERNATIONAL SESSION (Room 1, 2)

SESI NASIONAL (Room 3, 4, 5, 6, 7)

Room: 3

Time	Group	Country/City	Author(s) or Presenter(s)
09.30 – 09.45	P	Palembang	Bhakti Yudho Suprpto, Herdino Fadli
09.45 – 10.00	P	Palembang	Sariman
10.00 – 10.15	P	Palembang	Djulil Amri
10.15 – 10.30	P	Banten	Hartono
10.30 – 10.45	Coffee Break		
10.45 – 11.00	P	Jakarta	A.Sofwan, Sugianto, A.Multi
11.00 – 11.15	P	Jakarta	A.SOFWAN, B.UTOMO
11.15 – 11.30	P	Semarang	Slamet Riyadi
11.30 – 11.45	P	Semarang	Felix Yustian Setiono dan Leonardus Heru Pratomo
11.45 – 12.00	P	Semarang	Supari, I Made Yulistya Negara, Mauridhi Hery P, Mochamad Ashari
12.00 – 13.00	Lunch Break		
13.00 – 13.45	P	Surakarta	Agus Supardi
13.15 – 13.30	P	Yogyakarta	Arif Jaya, Hamzah Berahim, Rochmadi
13.30 – 13.45	P	Yogyakarta	Arif Jaya, Hamzah Berahim, Tumiran
13.45 – 14.00	P	Yogyakarta	Wiwik Purwati Widyaningsih, T.Haryono, Tumiran
14.00 – 14.15	P	Yogyakarta	Raihan Putri, T. Haryono, Suharyanto
14.15 – 14.30	Coffee Break		
14.30 – 14.45	P	Yogyakarta	Sugeng Santoso, Sasongko Pramono Hadi, Suharyanto3)
14.45 – 15.00	P	Yogyakarta	Anjar Sucahya, I Nengah Sumerti, Sarjiya. ²
15.00 – 15.15	P	Yogyakarta	Ariesta Kusumawardana, Tiyono, Sarjiya
15.15 – 15.30			

Notes:

1. P: Electrical Power Systems; S: Signals, Systems, and Circuits; I: Information Technology
2. Paper titles are listed in Table of Contents

Conference on Information Technology and Electrical Engineering (CITEE)

Room: 4

Time	Group	Country/City	Author(s) or Presenter(s)
09.30 – 09.45	P	Bali	SUSIONO
09.45 – 10.00	P	Bali	SUSIONO
10.00 – 10.15	P	Surabaya	Muldi Yuhendri, Mochammad Ashari, Mauridhi Hery Purnomo
10.15 – 10.30	P	Surabaya	Dedy Kurnia Setiawan, Mochamad Ashari, Mauridhi Hery Purnomo
10.30 – 10.45	Coffee Break		
10.45 – 11.00	P	Surabaya	Dian Retno Sawitri, Arif Muntasa, M. Ashari1, Mauridhi Hery Purnomo
11.00 – 11.15	P	Surabaya	Soediby, Ali Musyafa, Mochamad Ashari , Imam Robandi
11.15 – 11.30	P	Surabaya	Muhammad Yunus Hi Abbas, Mochammad Ashari, Mauridhi Hery Purnomo
11.30 – 11.45	P	Semarang	Wildan Mujahid, Abdul Syakur, Agung Warsito
11.45 – 12.00	P	Semarang	Abdul Syakur, Nurlailati, Sarjiya, H.Berahim, M.Afendi M. Piah
12.00 – 13.00	Lunch Break		
13.00 – 13.45	P	Semarang	Nulailati, Abdul Syakur, Sarjiya
13.15 – 13.30	P	Semarang	Agung Warsito, Abdul Syakur, Fajar Arifin
13.30 – 13.45	P	Semarang	Alberth Z.N., Agung Warsito, Abdul Syakur
13.45 – 14.00	P	Yogyakarta	M. Isnaeni B. Setyonegoro
14.00 – 14.15	P	Yogyakarta	Lukman Subekti, Eko Haryono
14.15 – 14.30	Coffee Break		
14.30 – 14.45	P	Yogyakarta	Suharyanto
14.45 – 15.00	P	Yogyakarta	Sasongko P.H., Husni Rois Ali, M.Isnaeni B.S.
15.00 – 15.15	P	Yogyakarta	Tumiran, M.Isnaeni, Desi Ulfa Sukriani
15.15 – 15.30			

Room: 5

Time	Group	Country/City	Author(s) or Presenter(s)
09.30 – 09.45	S	Jakarta	Agus sofwan, Novizal
09.45 – 10.00	S	Jakarta	A. Sofwan dan M. Ibnu Sina
10.00 – 10.15	S	Jakarta	Agus Sofwan, Tedi Margino
10.15 – 10.30	S	Jakarta	Agus Priyono, Agus Sofwan, Mohd. Ridwan, Riza Atiq, Mohd. Alauddin
10.30 – 10.45	Coffee Break		
10.45 – 11.00	S	Jakarta	Gunawan Wibisono dan Nurmaladewi
11.00 – 11.15	S	Jakarta	Gunawan Wibisono, Purnomo Sidi Priambodo, dan ³ Rangga Ugahari
11.15 – 11.30	S	Bandung	Lucia Jambola
11.30 – 11.45	S	Bandung	Palti MT Sitorus
11.45 – 12.00	S	Bandung	Siti Saodah, Teguh Afrianto
12.00 – 13.00	Lunch Break		
13.00 – 13.45	S	Tasikmalaya	Edvin Priatna dan Sulaemanul Jamal
13.15 – 13.30	S	Semarang	Leonardus. H. Pratomo, Hendyanto. H
13.30 – 13.45	S	Semarang	Leonardus. H. Pratomo
13.45 – 14.00	S	Yogyakarta	Irma Yulia Basri, Bambang Sutopo, Jazi Eko Istiyanto
14.00 – 14.15	S	Yogyakarta	Yaya Finayani, Samiadji Herdjunto, Priyatmadi
14.15 – 14.30	Coffee Break		
14.30 – 14.45	S	Yogyakarta	Indah Soesanti
14.45 – 15.00	S	Yogyakarta	Indah Soesanti, Adhi Susanto, Thomas Sri Widodo, Maesadji Tjokronegoro
15.00 – 15.15	S	Yogyakarta	Agfianto Eko Putra
15.15 – 15.30			

Conference on Information Technology and Electrical Engineering (CITEE)

Room: 6

Time	Group	Country/City	Author(s) or Presenter(s)
09.30 – 09.45	S	Surabaya	Nyoman Gunantara, Farid Baskoro, Gamantyo Hendrantoro
09.45 – 10.00	S	Surabaya	Hany Ferdinando, Ervan Hary Saputra
10.00 – 10.15	S	Surabaya	Sari Eka Pratiwi
10.15 – 10.30	S	Surabaya	Sis Soesetijo, Achmad Mauludiyanto, Gamantyo Hendrantoro
10.30 – 10.45	Coffee Break		
10.45 – 11.00	S	Surabaya	Suwadi, Gamantyo Hendrantoro, Boyong Baskoro
11.00 – 11.15	S	Surabaya	Syahfrizal Tahcfulloh, Suwadi, Gamantyo Hendrantoro
11.15 – 11.30	S	Surabaya	Yasdinul Huda, Puji Handayani, Gamantyo Hendrantoro
11.30 – 11.45	S	Surabaya	Wiwinta Sutrisno, Achmad Mauludiyanto, Gamantyo Hendrantoro
11.45 – 12.00	S	Surabaya	Shinta Romadhona, Gamantyo Hendrantoro
12.00 – 13.00	Lunch Break		
13.00 – 13.45	S	Surabaya	Puji Handayani, Gamantyo Hendrantoro
13.15 – 13.30	S	Surabaya	Thiang, Handry Khoswanto, Agus Afandi
13.30 – 13.45	S	Surabaya	Thiang, Dhany Indrawan
13.45 – 14.00	S	Semarang	Hari Wibawanto, Adhi Susanto, Thomas Sri Widodo, S. Maesadji Tjokronegoro
14.00 – 14.15	S	Semarang	Risa Farrid Christianti
14.15 – 14.30	Coffee Break		
14.30 – 14.45	S	Semarang	M Ary Heryanto
14.45 – 15.00	S	Yogyakarta	Ridwan Prasetyo, Arwin Datumaya Wahyudi Sumari
15.00 – 15.15	S	Yogyakarta	Romi Wiryadinata, Wahyu Widada, Thomas Sri Widodo, Sunarno
15.15 – 15.30			

Room: 7

Time	Group	Country/City	Author(s) or Presenter(s)
09.30 – 09.45	I	Jakarta	Mera Kartika Delimayanti, Sigit Mulyono, Fajar Tri Waluyanti
09.45 – 10.00	I	Malang	Mohamad Jamil
10.00 – 10.15	I	Surabaya	Rully Soelaiman, Yudhi Puwananto
10.15 – 10.30	I	Surabaya	Rully Soelaiman, Yudhi Puwananto
10.30 – 10.45	Coffee Break		
10.45 – 11.00	I	Surabaya	Iwan Handoyo Putro, Petrus Santoso, Efferata Wijaya
11.00 – 11.15	I	Surabaya	Titiek Suryani, Gamantyo Hendrantoro
11.15 – 11.30	I	Surabaya	Diana Purwitasari, Rully Sulaiman, Ario Menak Sanoyo
11.30 – 11.45	I	Yogyakarta	Ermatita, Agus Harjoko
11.45 – 12.00	I	Yogyakarta	Edi Winarko, Prabowo Murti Saputro
12.00 – 13.00	Lunch Break		
13.00 – 13.45	I	Yogyakarta	Erik Iman Heri Ujianto, Edi Winarko
13.15 – 13.30	I	Yogyakarta	Mingsep Sampebua, Lukito Edi Nugroho, Jazi Eko Istiyanto
13.30 – 13.45	I	Yogyakarta	Meiyanto Eko Sulisty, Ahmad Ashari, Sujoko Sumaryono
13.45 – 14.00	I	Yogyakarta	Mohamad Yudha Wirawan ¹ , Sri Suning Kusumawardani ² , Eni Sukani Rahayu
14.00 – 14.15	I	Yogyakarta	Malayusfi, Risanuri Hidayat, Sujoko Sumaryono
14.15 – 14.30	Coffee Break		
14.30 – 14.45	S	Yogyakarta	Nyoman Jelun, Adhi Susanto, Radiana Triatmadja, Thomas Sri Widodo
14.45 – 15.00	S	Yogyakarta	Okky Dwi Nurhayati, Adhi Susanto, Thomas Sri Widodo
15.00 – 15.15	S	Yogyakarta	Priswanto, Romi Wiryadinata, Thomas Sri Widodo, Andreas P. Adi, Wahyu Widada
15.15 – 15.30	S	Yogyakarta	Arif Syamsul Iskandar, Arwin Datumaya Wahyudi Sumari

Teknologi Sistem Penggerak dalam Wahana Transportasi Elektrik



Yanuarsyah Haroen

**Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung**
Jalan Ganesha 10 Bandung 40132
yanuar@konversi.ee.itb.ac.id

CITEE 4 Agustus 2009

1

Pendahuluan :

Paper ini kan membahas mengenai teknologi penggerak wahana transportasi kendaraan rel dan wahana transportasi jalan raya dimana energi primernya adalah energi listrik

Wahana transportasi kendaraan rel yang mendapat sumber primer dari listrik sudah lama memberikan kontribusi yang nyata dalam transportasi publik diperkotaan dan antar kota .

Metro,Trem,TGV ,Shinkansen dan Acela telah lama menjadi alat transportasi publik utama di perkotaan atau antar kota.

Teknologi penggerak dalam wahana transportasi rel ini adalah motor listrik arus searah dan bolak balik (asinkron dan sinkron) beserta perangkat pengendali putaran mulai dari rheostatik(tahanan berubah) sampai konverter elektronika daya : Rectifier,Chopper dan inverter

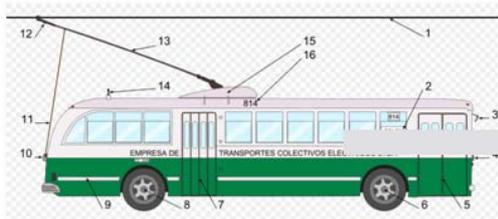
Teknologi wahana transprotasi jalan raya yang bersifat individual seperti mobil dan motor perkembangannya tidak terlalu pesat karena permasalahan penyimpanan energi listrik yang diperlukan

2

Diawal tahun 90 an Amerika Serikat(AS) membuat program mobil listrik yang perkembangannya memberikan suatu harapan yang mengesankan.Eropa ,Jepang dan china pun mengikuti langkah AS. Namun tanpa alasan yang jelas sekitar tahun 2004 semua mobil listrik ditarik peredarannya dari AS untuk dihancurkan. Beberapa pendapat mengatakan bahwa industri minyak di AS khawatir akan keberadaannya dan masyarakat akan melepaskan kebergantungan terhadap mobil berbahan bakar minyak. Mobil listrik dengan mudah mengisi bahan bakar dimana saja sepanjang tersedia sumber listrik . Sebagai gantinya Pemerintah AS melancarkan program mobil hibrid dengan sel bahan bakar yang dikombinasikan dengan motor bakar. Perkembangan mobil listrik di China dan Jepang membuat AS tertinggal di belakang. Dengan semakin banyaknya kendaraan pribadi (mobil) di luar negeri yang digerakkan oleh tenaga listrik maupu hibrid membuat kita perlu merenung lebih jauh, seandainya terjadi lompatan dalam teknologi batere dimana batere mampu diisi penuh selama 10 menit dan dapat kendaraan dapat berjalan 3 jam maka kendaraan berbahan bakar minyak maupun hibrid akan menjadi bagian dari sejarah. Saat ini mobil listrik buatan china dapat mencapai kondisi 50% recharging dalam waktu 20 menit

3

Wahana Transportasi kendaraan Rel



Trolley Bus



Mono Rel



EMU



TREM

4



TGV

Maglev Shanghai

Shinkansen

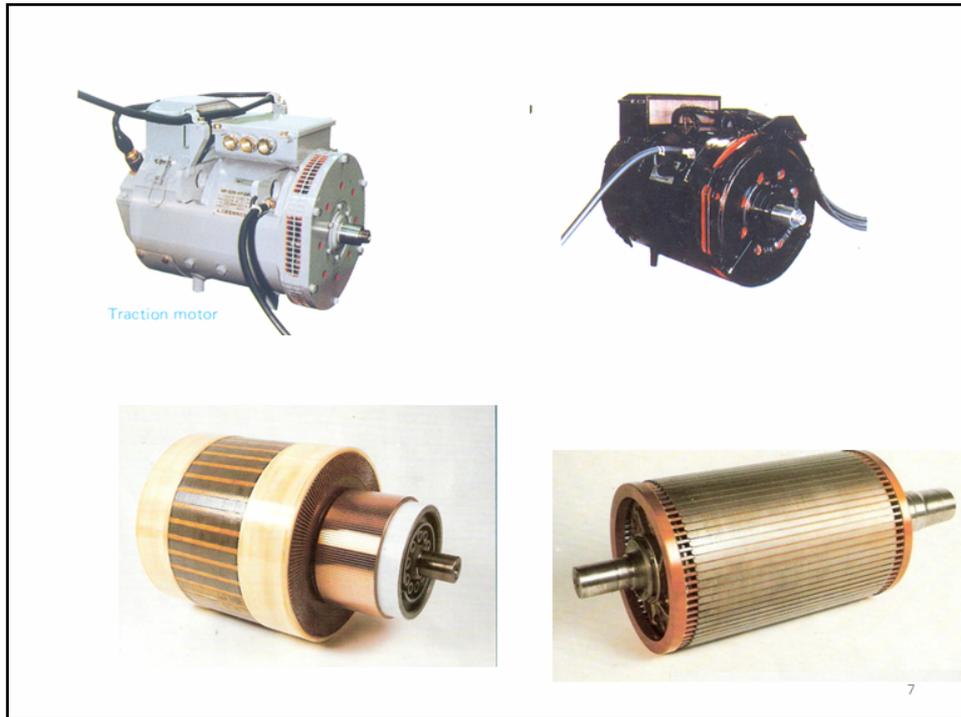
5

Motor Listrik sebagai Penggerak utama :

Motor arus searah seri dan shunt telah lama digunakan dalam transportasi. Teknologi pengendalian putarannya pun berkembang dari pengendalian Rheostatik, pemanfaatan konverter elektronika daya seperti penyearah sampai penggunaan chopper telah dimulai sejak tahun 60an.

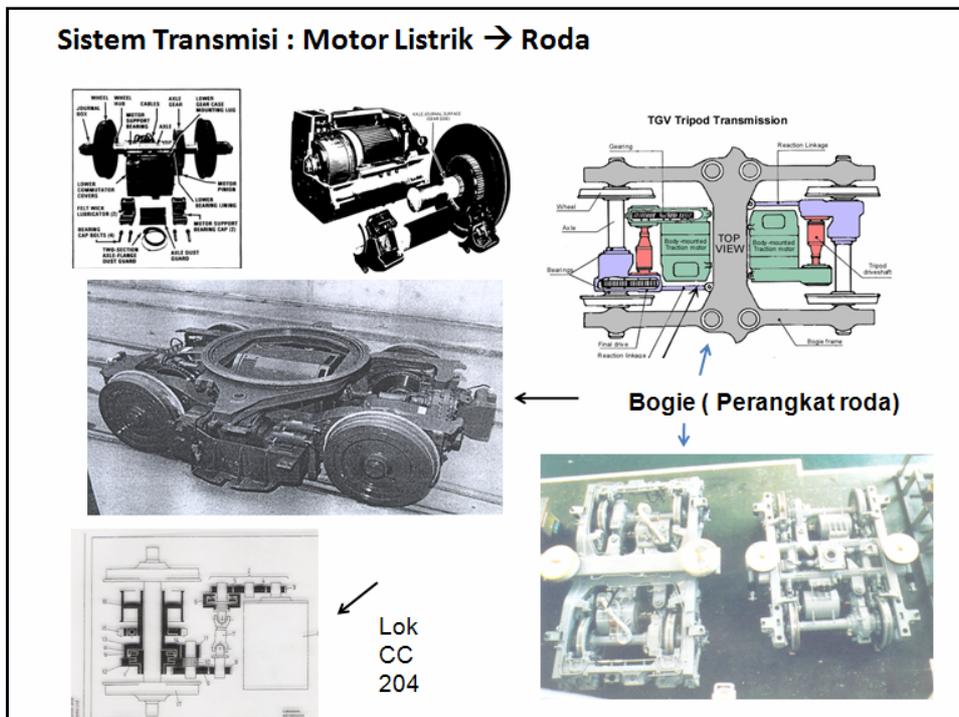
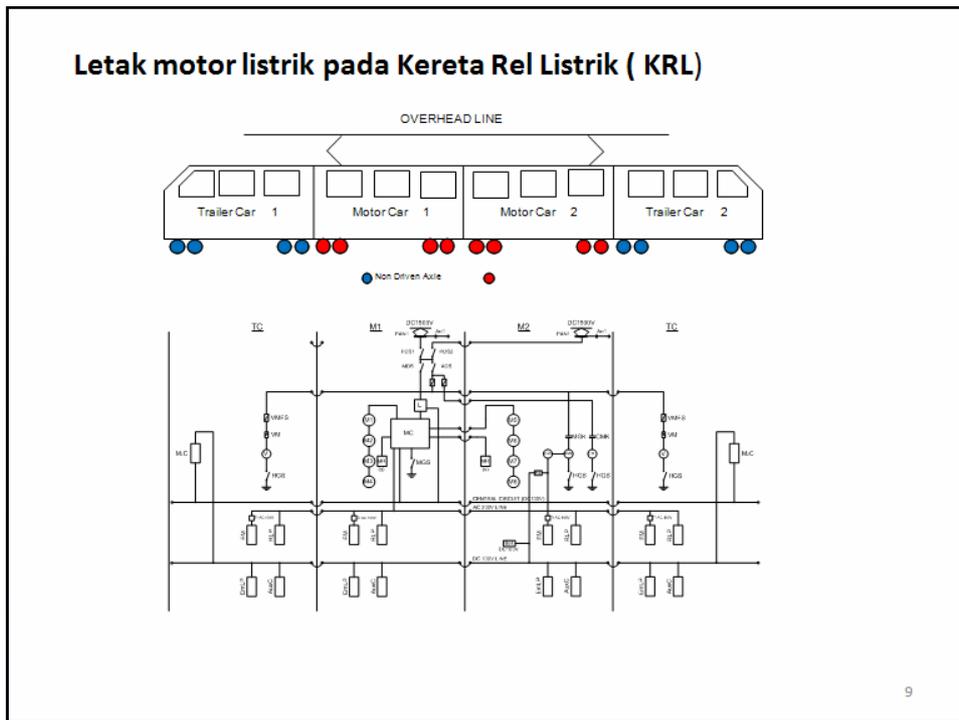
Seiring dengan kemajuan teknologi pengendalian berbasis mikroprosesor maka pada akhir tahun 70 an dimulai penggunaan motor asinkron sebagai penggerak dan diaplikasikan untuk transportasi jarak dekat, sedang dan jauh . Awal tahun 90 an penggunaan motor sinkron sebagai penggerak dalam transportasi menjadi kenyataan. Namun karena sifat pengendalian nya maka motor sinkron hanya diterapkan untuk sistem transportasi jarak jauh saja. Penggunaan motor asinkron linier stator panjang dan pendek diterapkan di beberapa negara karena dapat menghemat biaya konstruksi bangunan sipil. Motor linier yang dikombinasikan dengan teknolgi gaya angkat menghasilkan wahana yang dikenal sebagai Kereta listrik *Magnetic Levitation* .

6

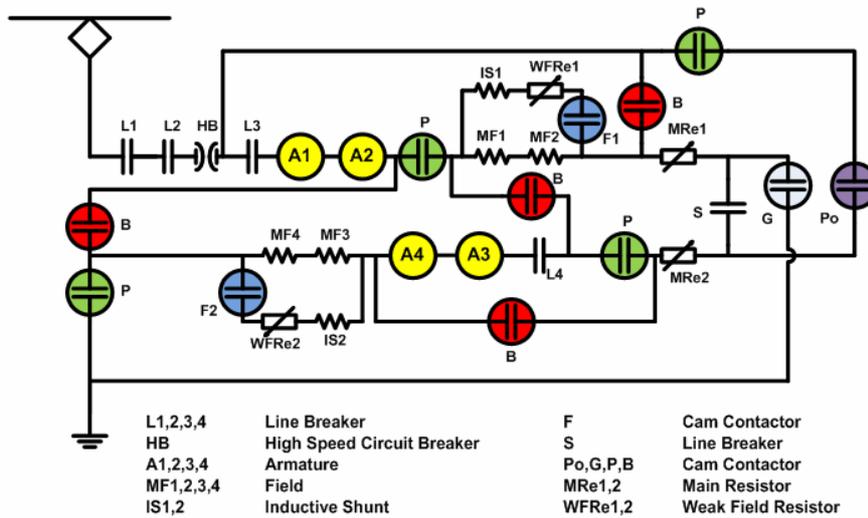


Sistem Penggerak terpusat	Sistem Penggerak tersebar
• Motor penggerak berada diujung rangkaian → lokomotif	• Motor penggerak tersebar , dikenal sebagai EMU (KRL)
• Pengendali hanya di lokomotif sehingga pemeliharaan lebih sederhana	• Pengendali tersebar pada kereta , sehingga pemeliharaan lebih banyak
• Kapasitas relatif lebih rendah	• Kapasitas lebih banyak (+10%)
• Gaya adhesi lebih rendah	• Gaya adhesi lebih tinggi
• Transportasi antar kota	• Transportasi perkotaan dan antar kota
• TGV Paris Sud. Est , Rangkaian KA penumpang Indonesia	• Metro, Shinkansen, TGV Euro star

8

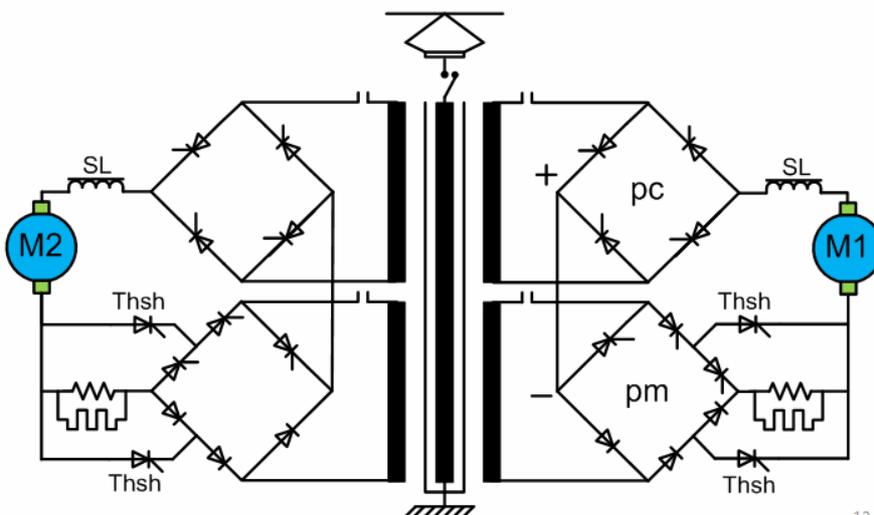


Kendali Rheostatik dengan CAM Kontaktor

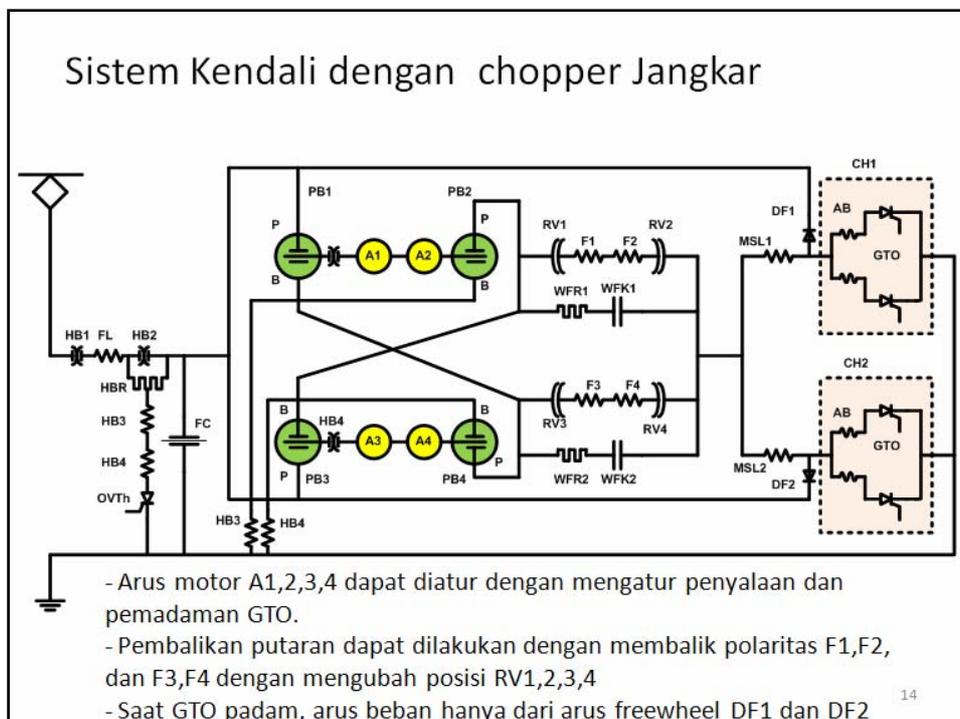
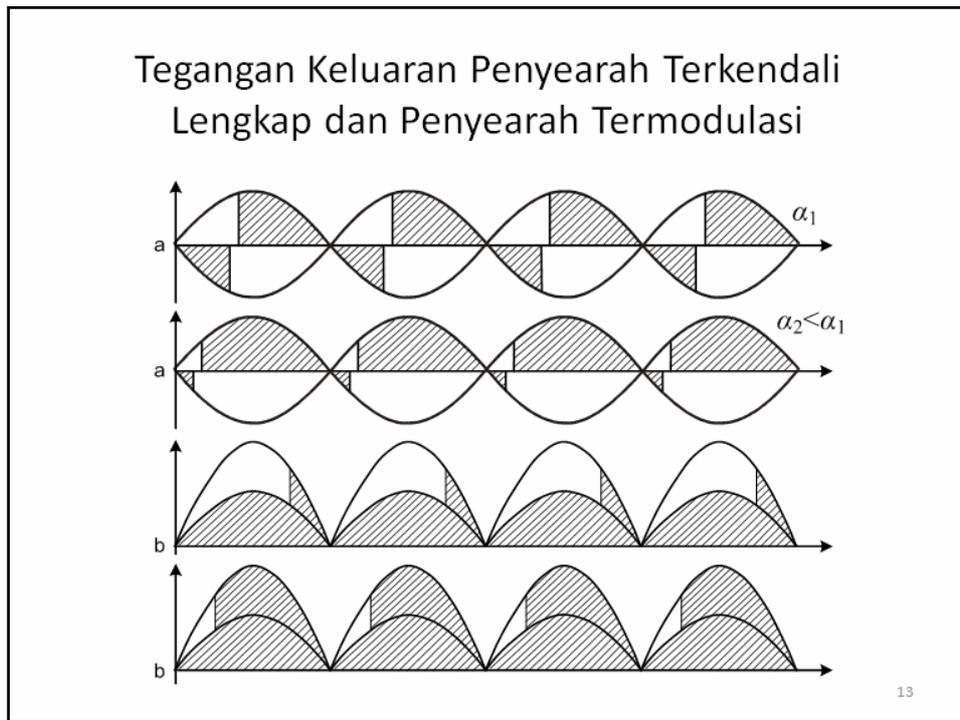


11

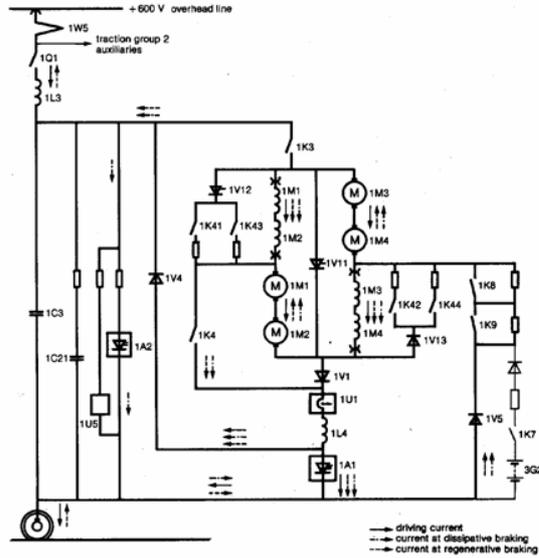
Sistem Kendali dengan Penyearah Terkendali Lengkap dan Penyearah Termodulasi



12



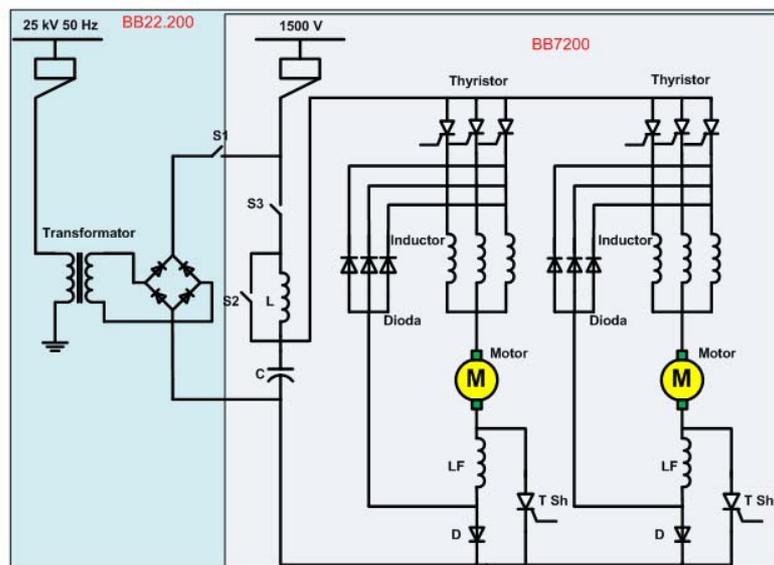
Sistem Kendali Chopper -HOLEC Tramcar (Haque)



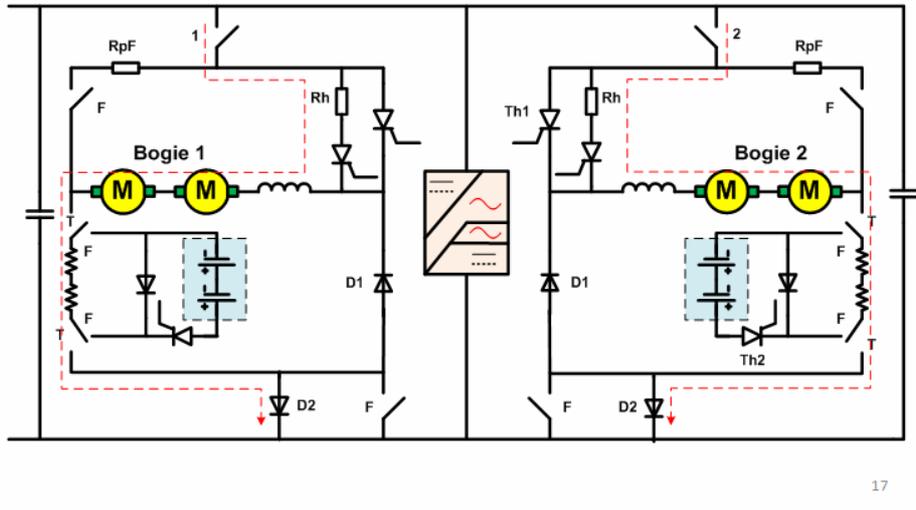
- 1A1 chopper for the motors
- 1A2 chopper for dissipative braking
- 1C3...1C21 filter capacitors
- 3G2 24 V battery
- 1K3, 1K4 grouping contactors
- 1K7 brake injection contactor
- 1K8, 1K9 contactors for braking resistors
- 1K41...1K44 weak field contactors
- 1L3 filter reactor
- 1L4 motor reactor
- 1M1...1M4 traction motors
- 1Q1 automatic line circuit-breaker
- 1U1 motor current measurement
- 1U5 filter voltage measurement
- 1V1 diode for driving
- 1V4 freewheeling diode
- 1V5 braking diode
- 1V11 choking thyristor
- 1V12, 1V13 weak field thyristors
- 1W5 pantograph

→ driving current
 → current at dissipative braking
 → current at regenerative braking

Sistem Kendali Chopper Bertingkat

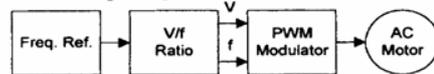


Skema Sistem Kendali Chopper Jangkar dan Medan dilengkapi catu daya

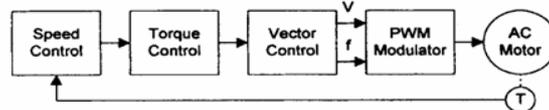


Dasar Teknologi Kendali Penggerak Motor Asinkron

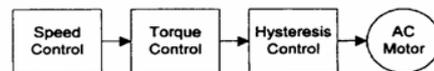
Scalar Frequency Control

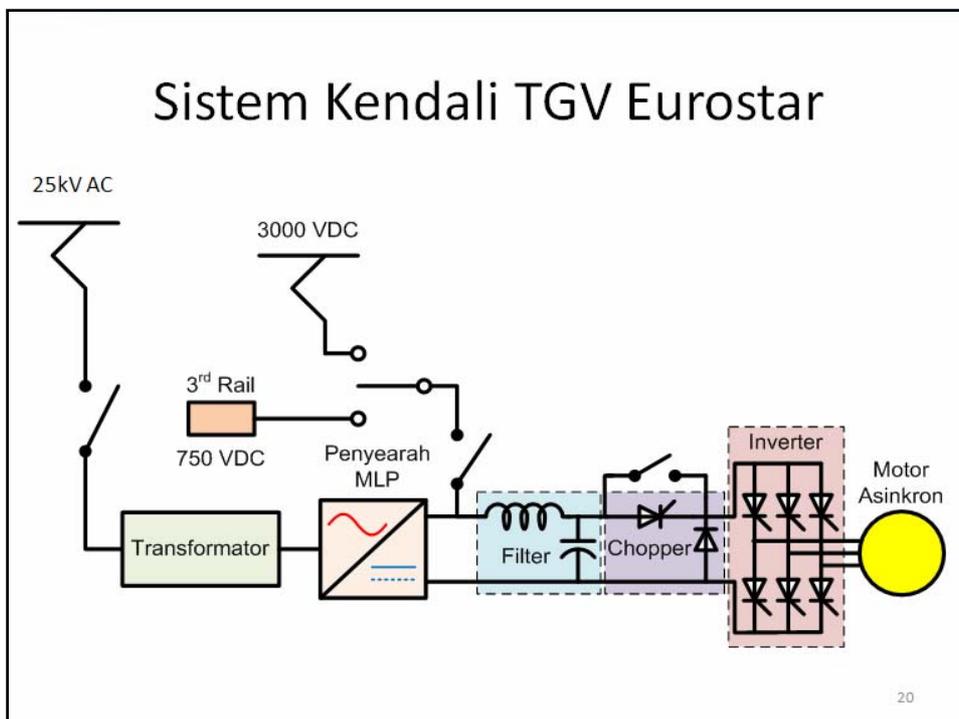
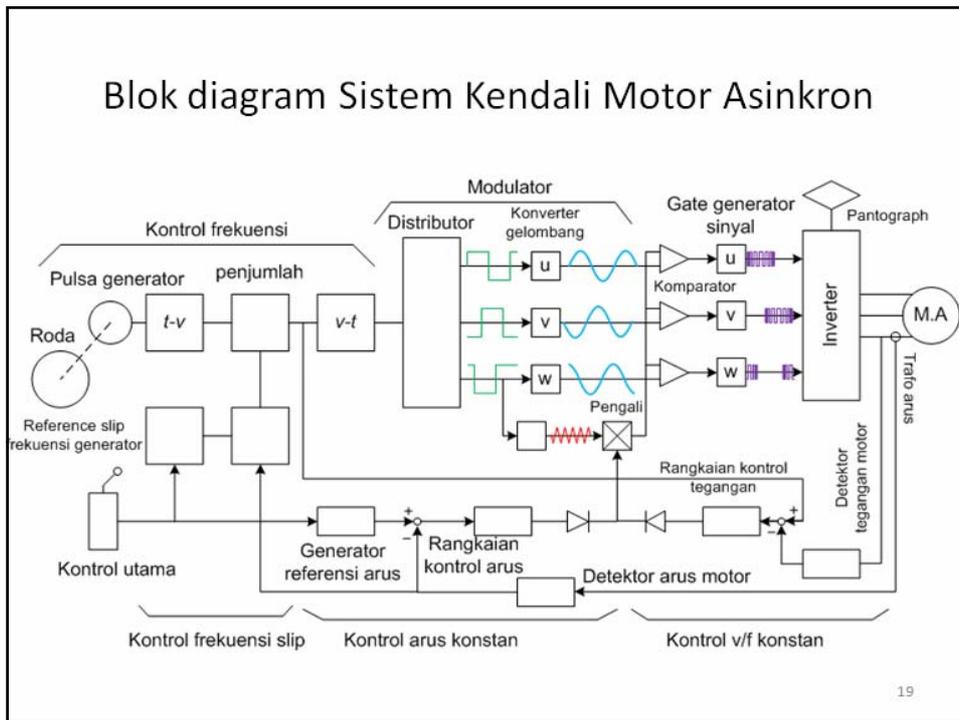


Flux Vector Control

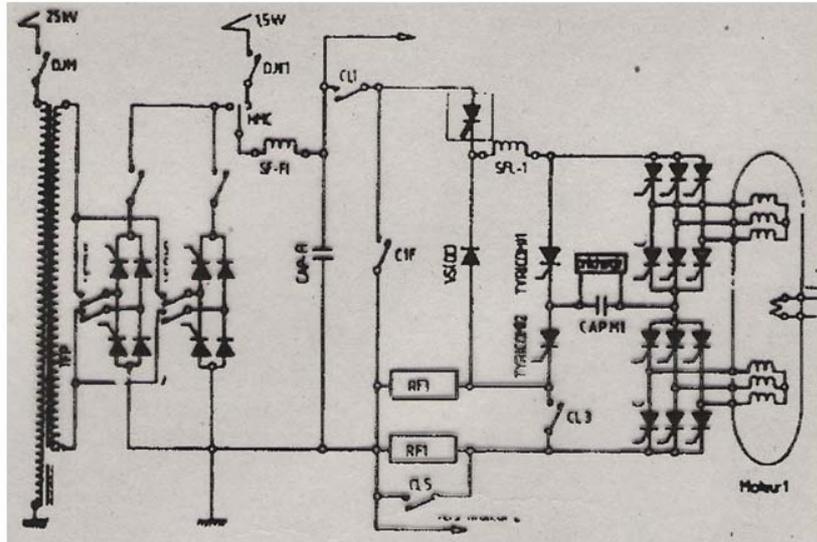


Direct Torque Control



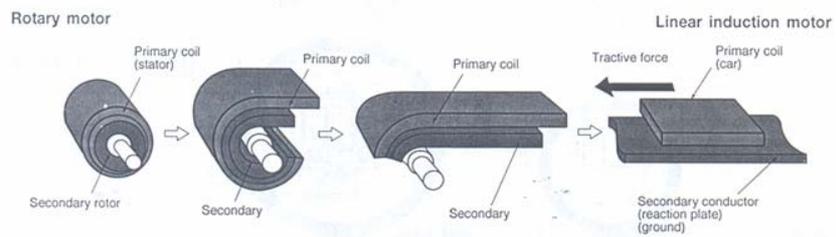


Skema Sistem Kendali Motor sinkron (Cikal Bakal TGV KTX)

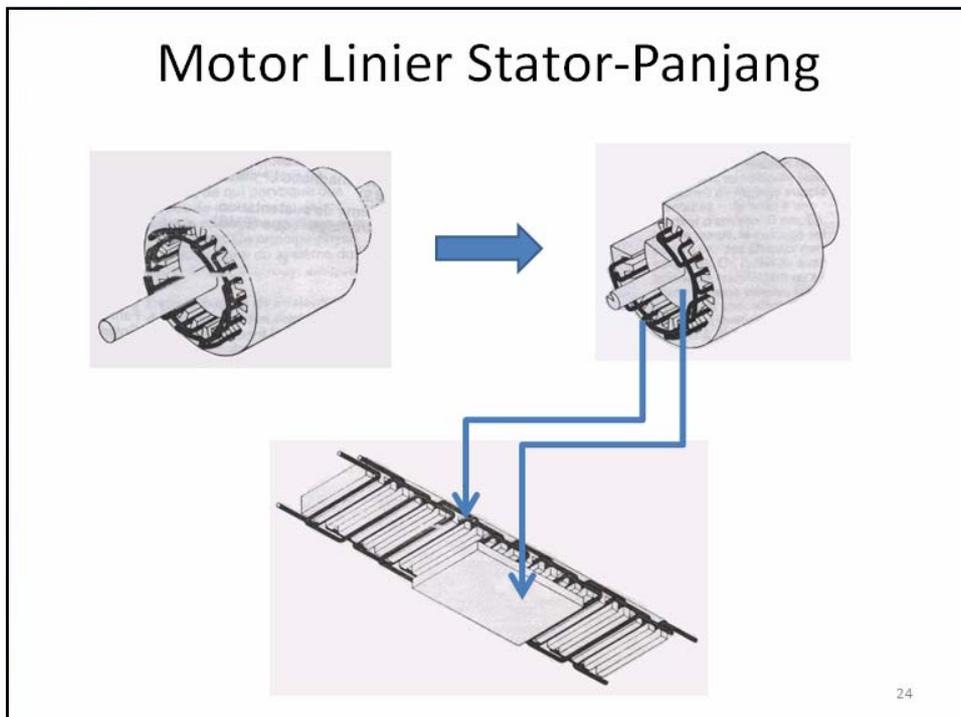
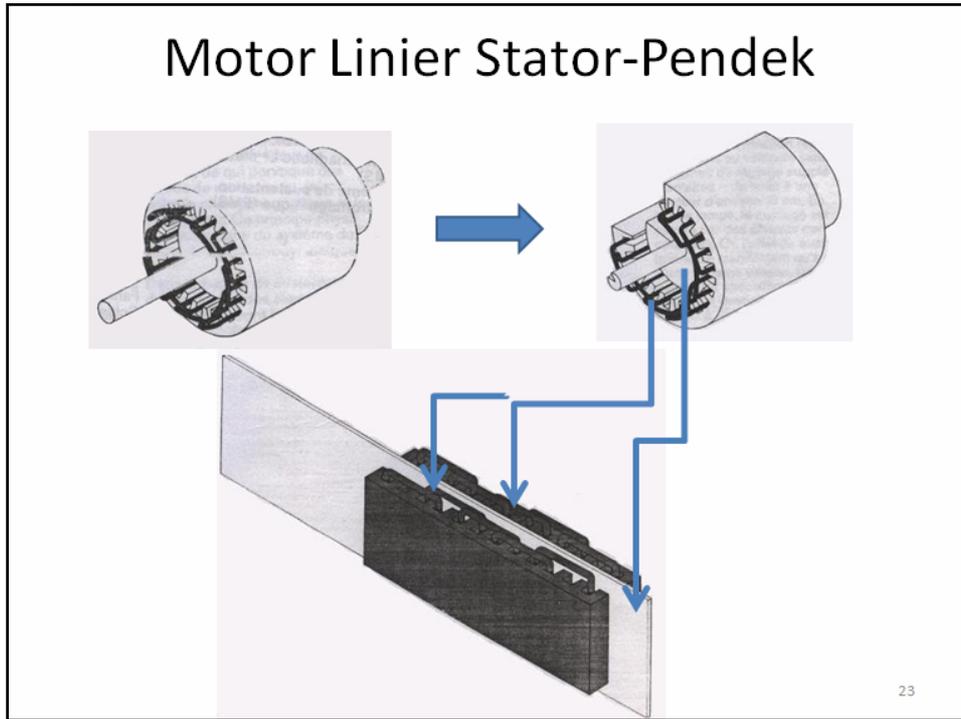


21

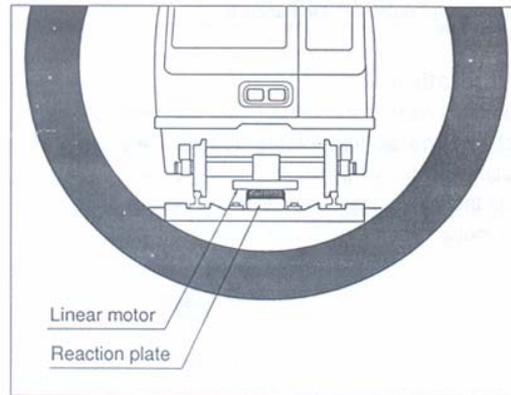
Motor Asinkron → Motor Asinkron Linier



22

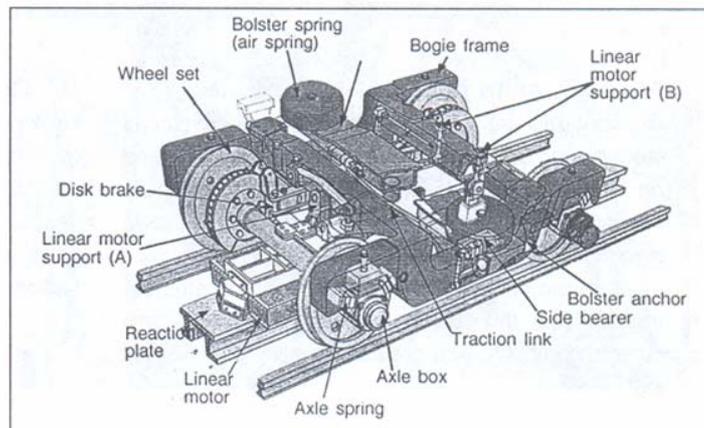


Potongan Melintang Motor Linier Pada Kereta Rel Listrik (Stator Pendek)



25

Motor Linier pada Kereta Rel Listrik



26

Magnetic Levitation

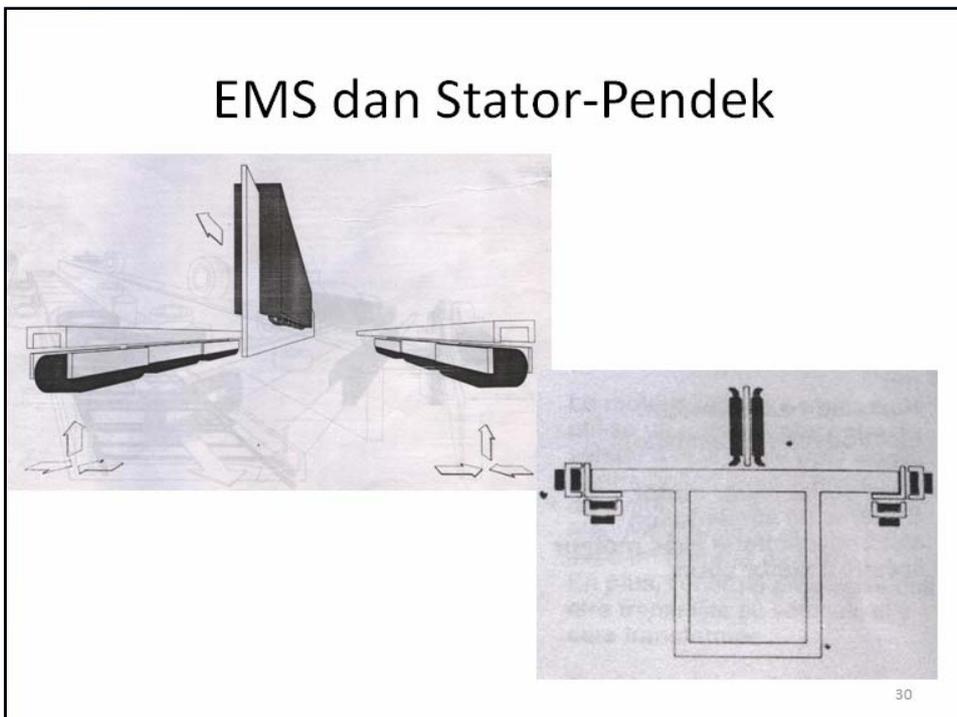
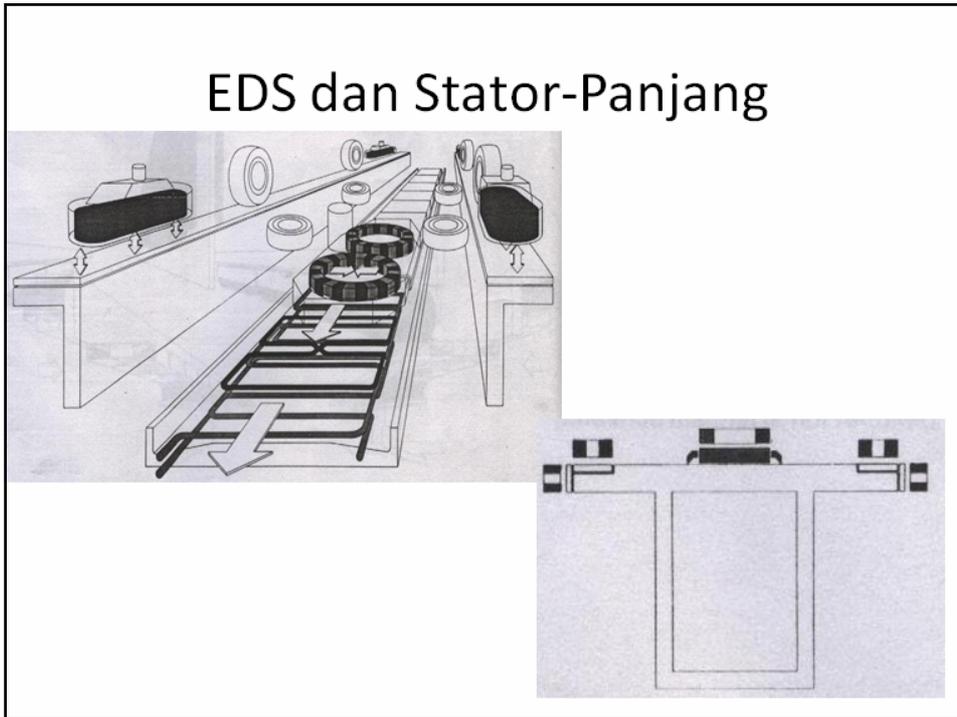
Electro magnetic Suspension (EMS)

Electro Dynamic Suspension(EDS)

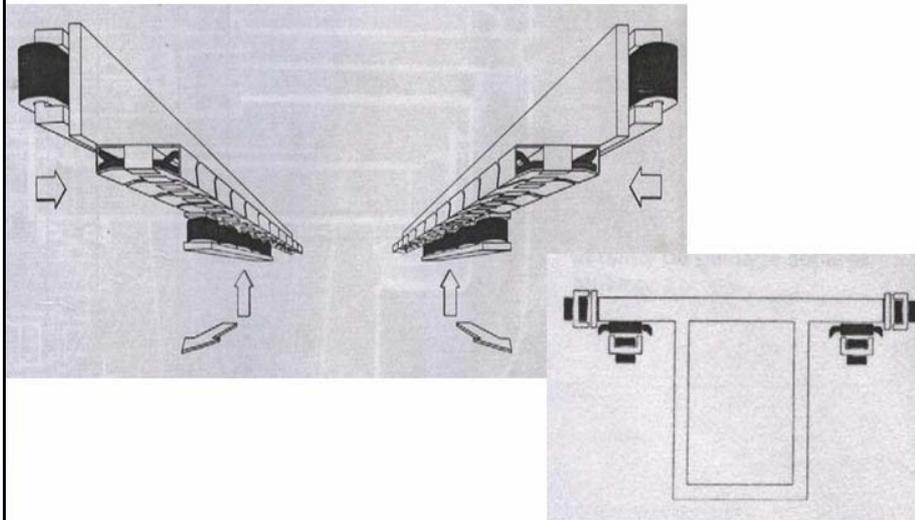
27

EDS dan Stator-Pendek

28

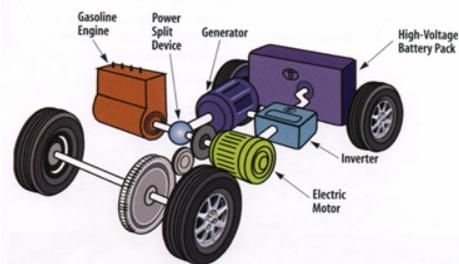
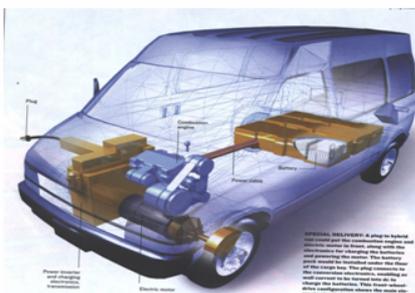


EMS dan Stator-Panjang



31

Wahana Transportasi Jalan Raya



Kemajuan terkini dalam teknologi penyimpanan energi → Baterie

Baterie yang digunakan : Lead Acid, NI Cd, Ni MH dan Li Ion

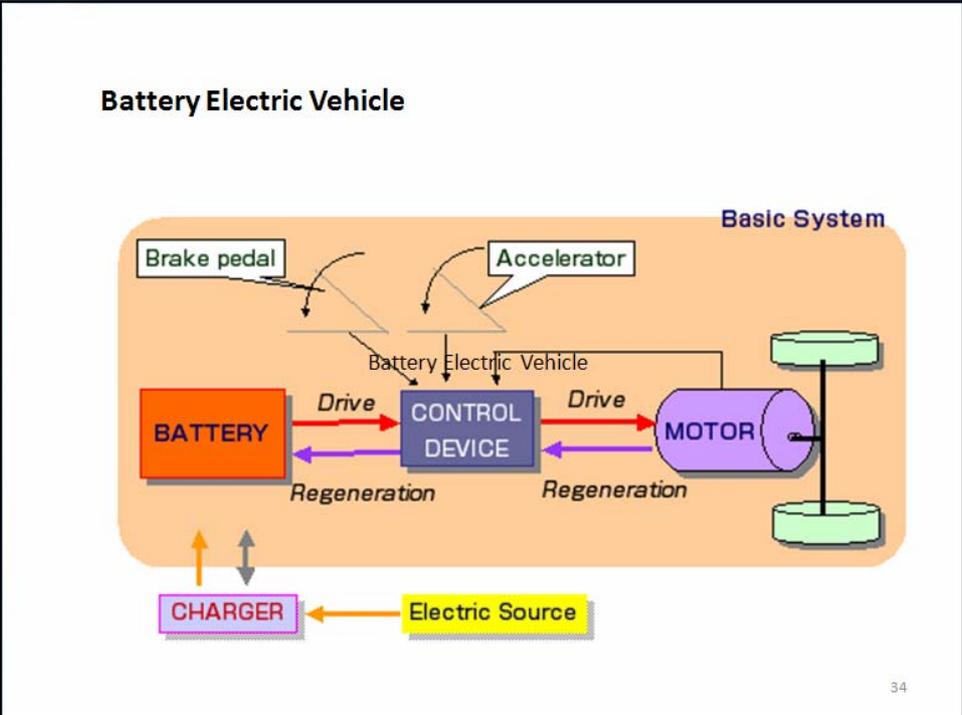
Baterie yang dipergunakan oleh mobil china dapat di recharging 50% dalam waktu 10 menit

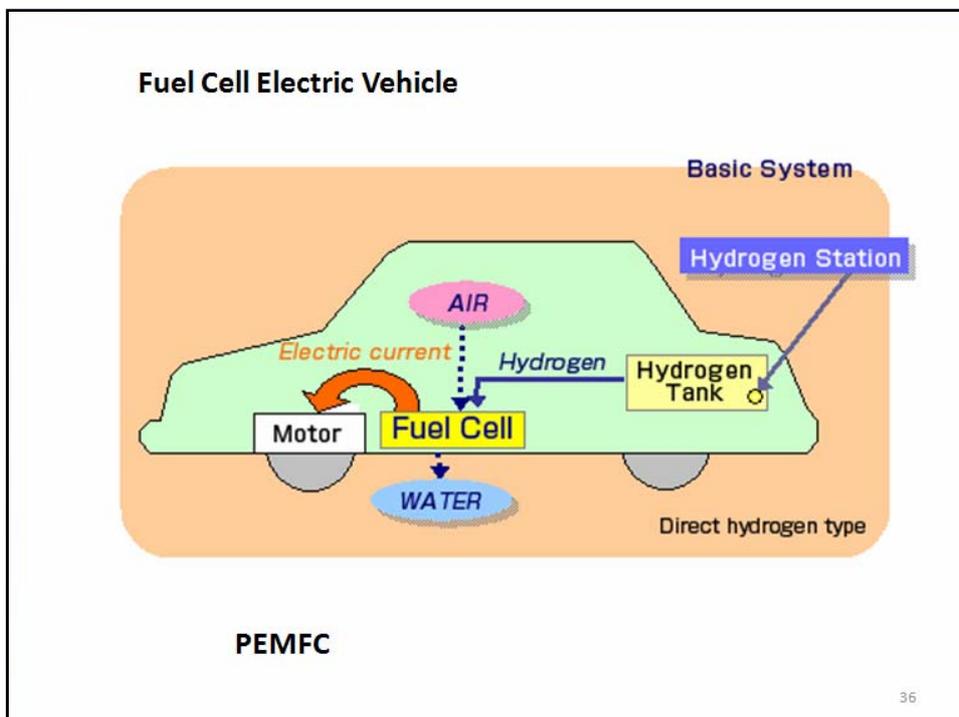
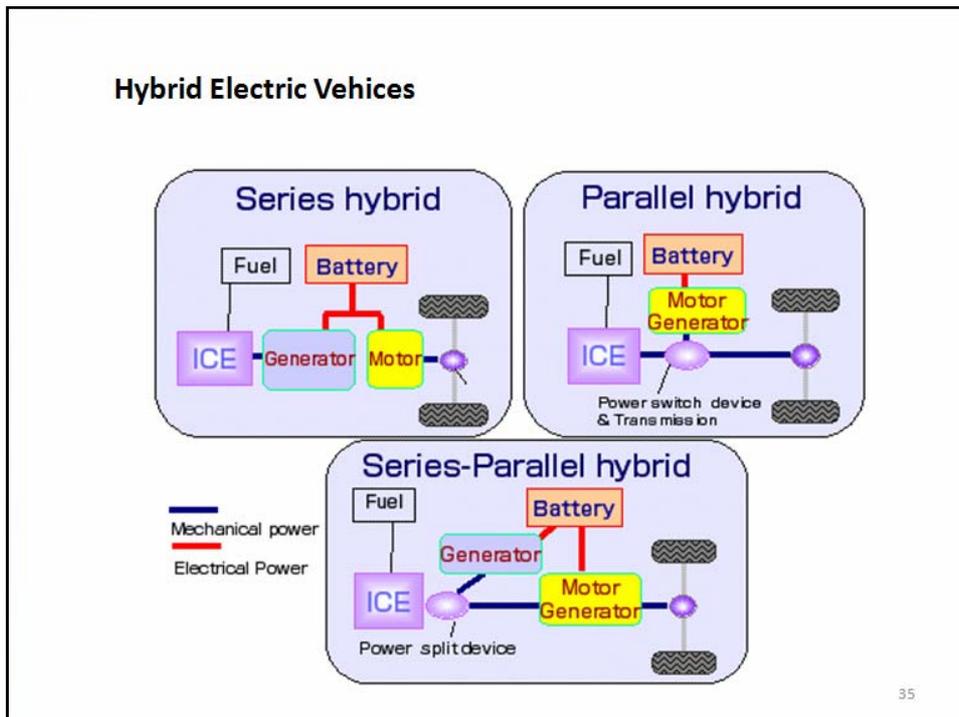
32

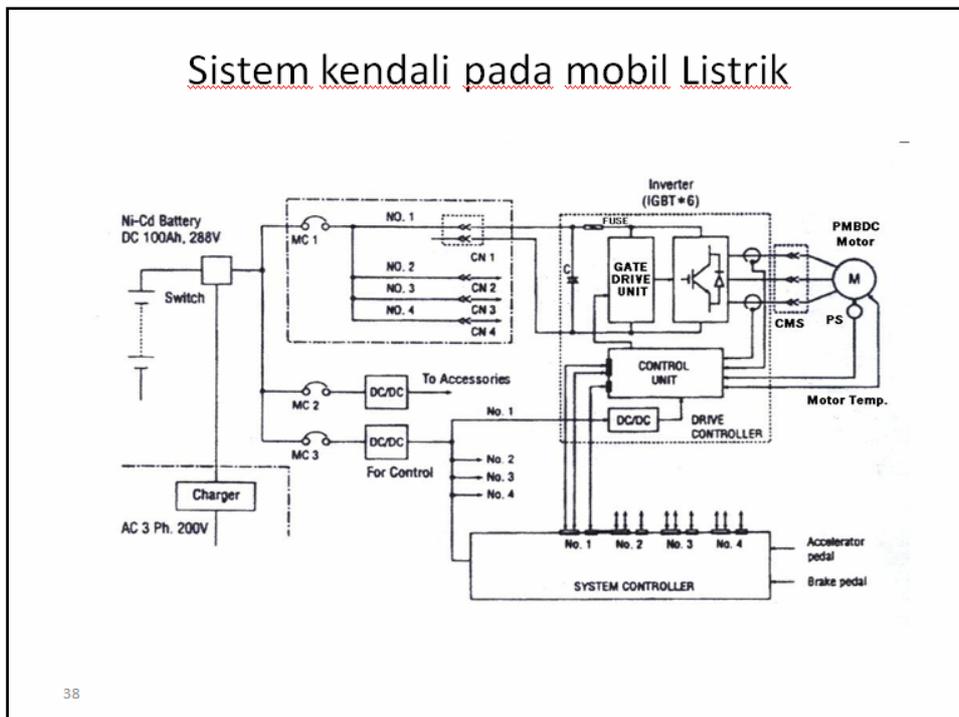
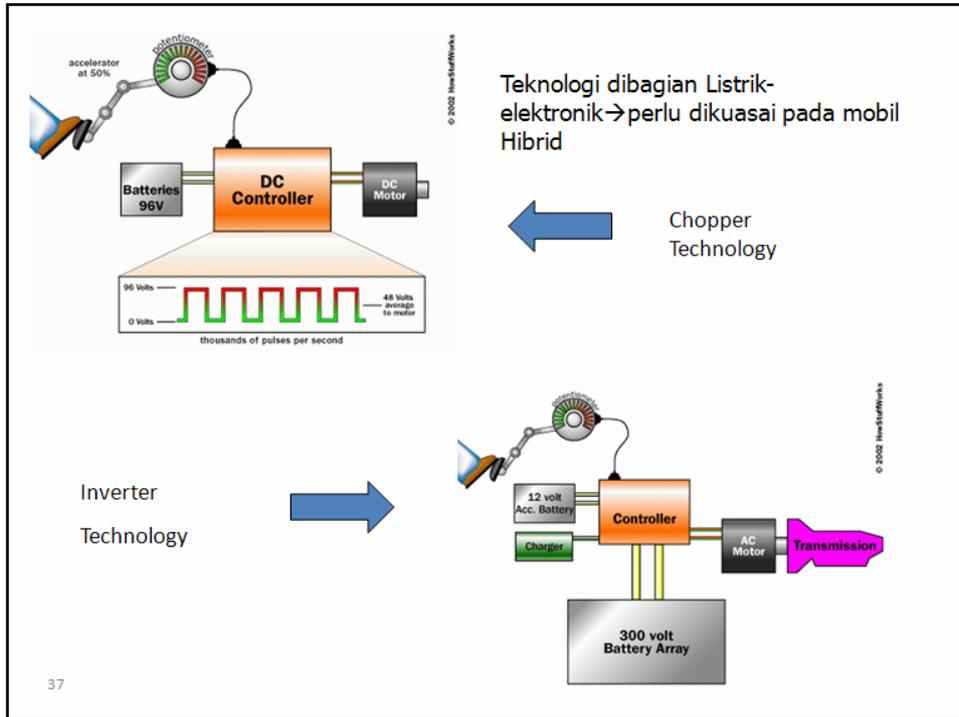
Average consumption of conventional cars and electric vehicles

conventional cars		electric vehicles	
	fuel consumption / 100 km	electricity equivalent	electricity consumption
car	8,5 l gasoline	909 Wh / km	488 Wh / km
van	12 l gasoline	1283 Wh / km	600 Wh / km

33







Kesimpulan :

- Teknologi penggerak pada wahana transportasi massal dan pribadi mempunyai banyak kesamaan terutama dari sisi sistem kendali elektronika daya
- Pengetahuan tentang sistem elektro mekanik diperlukan dalam memahami wahana sistem transportasi elektrik
- Wahana transportasi individu akan segera masuk ke pasar dalam waktu dekat maka kurikulum Program Studi Teknik Elektro sebaiknya juga dapat mengantisipasi perkembangan tersebut dalam menyiapkan lulusan.
- Kalau lulusan PS Teknik Elektro dibekali dengan pengetahuan dan ketrampilan dalam perangkat sistem penggerak maka para alumni dapat berkontribusi dalam Industri jasa pemeliharaan dan mungkin juga dapat membangun industri pendukung mobil listrik

39

Daftar Pustaka

- Y Haroen " Handouts Sistem Transportasi Elektrik " ITB 2009
- Partab H., "Modern Electric Traction", Dhanpat Rai & Sons, July, 1980.
- Dephub, "Seminar on The Commuter Electric Rail Car for Jabotabek Indonesia", Proceeding 1985.
- Dover, "Electric Traction", Pitman Publishing, Fourth Edition, 1965.
- Villas D. Nene, "Urban Transportation", Prentice Hall. 1984.
- Barwell F. T., "Automation and Control in Transport", Pergamon Press Ltd. Second Edition, 1983.
- Chauprade R., "Comande Electronique des Moteurs a Courant Continue et Courant Alternatif", Edition Eyrolles, 1980.
- Nouvion., "Les Technique de l'electricite Ferroviaire", Ecole Superieure d'electricite, division Electricite et Electronique, 1966.
- Bose, Bimal K., "Adjustable Speed Drive" IEEE Inc., New York. 1995
- "Beberapa Informasi dari situs Internet". 2000-2009
- "Majalah dan Katalog Industri Lokomotif dan Kereta" ,Jepang, Jerman dan Prancis 1985-2005

40

Perancangan Aplikasi Berbasis Web Sebagai Sistem Surveilens Gizi Balita

(Design Of Web Based Application On Nutrition Surveillance System For Under-Five Children)

Mera Kartika Delimayanti
Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro
Kampus UI baru Depok 16424
E-mail: mera.kartikadelimayanti@gmail.com

Sigit Mulyono, Fajar Tri Waluyanti
Universitas Indonesia, Fakultas Ilmu Kesehatan
Kampus UI baru Depok 16424

Abstract— Kasus gizi buruk yang menimpa pada anak balita merupakan masalah nasional yang memerlukan pemecahan yang melibatkan penggunaan teknologi. Aplikasi berbasis web sebagai salah satu teknologi yang berkembang saat ini telah memungkinkan pengguna untuk dapat mengakses aplikasi dalam jaringan intranet maupun internet. Makalah ini berisi rancangan aplikasi berbasis web yang dimanfaatkan untuk sistem surveilens gizi balita dengan input data yang sebagian besar berasal dari Puskesmas dan Posyandu. Faktor lainnya yang berpengaruh dalam sistem surveilens ini ialah faktor keluarga dan kondisi sosial ekonomi masyarakat tersebut. Setiap faktor dipantau dan ditentukan indikator dan variabel untuk kemudian direalisasikan dalam aplikasi berbasis web. Aplikasi dirancang dengan PHP sebagai *middleware*, MySQL sebagai RDBMS dan Apache pada web server serta bekerja dalam jaringan intranet. Sistem ini diharapkan dapat membantu petugas Puskesmas / Posyandu dalam melakukan pencatatan dan pelaporan data dengan lebih efektif sekaligus sebagai pemantauan status gizi balita. Selain itu sistem ini diharapkan dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini pada kasus gizi buruk balita.

Keywords— aplikasi berbasis web, surveilens, gizi balita, puskesmas, posyandu

1. PENDAHULUAN

Kasus gizi buruk yang menimpa pada anak balita yang terjadi di beberapa daerah di Indonesia telah mengalami peningkatan yang berarti, tidak terkecuali dengan ditemukannya kasus gizi buruk di kota Depok, kota administratif yang dekat dengan ibu kota Negara kita [8]. Setidaknya terdapat 16 Kelurahan di Kota Depok yang memiliki lebih dari 10 kasus gizi Buruk [9]. Kasus gizi buruk balita ditandai salah satunya dengan berat badan balita di bawah garis merah dalam KMS balita. Masalah gizi buruk balita merupakan masalah yang sangat serius, karena apabila tidak ditangani secara cepat dan cermat dapat berakhir pada kematian. Kasus gizi buruk lebih kepada keretakan pada penyakit, pertumbuhan dan perkembangan yang tidak optimal, samapai pada kematian yang akan menurunkan kualitas generasi muda mendatang. Hal ini telah membukakan mata kita bahwa anak balita sebagai

sumber daya untuk masa depan ternyata mempunyai masalah yang sangat besar. Indonesia mempunyai target untuk menurunkan kasus gizi buruk balita dari 8,5% menjadi 5% pada akhir 2009.

Gizi buruk balita seharusnya tidak terjadi seandainya pemantauan status gizi oleh lembaga yang berwenang dapat dijalankan dengan baik. Puskesmas khususnya Posyandu merupakan ujung tombak pelaksanaan pemantauan status gizi balita sekaligus sebagai sumber informasi, sehingga apabila terdapat gejala terjadinya kasus gizi buruk balita dapat segera ditindaklanjuti sebelum berkembang menjadi Kejadian Luar Biasa (KLB). Pemantauan status gizi berasal dari laporan bulanan dan kohort gizi buruk dari Posyandu / Puskesmas yang dilaporkan ke Dinas Kesehatan. Kondisi ini menyangkut pencatatan dan penyimpanan data rekam medis pasien di Puskesmas yang masih dilakukan secara manual menggunakan media kertas. Pada kasus di Kota Depok, setidaknya telah terdapat 14 pos gizi yang membantu pemantauan asupan gizi di Kecamatan Pancoran Mas, namun ternyata kasus gizi buruk balita masih ditemukan [7]. Hal ini disebabkan oleh adanya ketidakakuratan dan keterlambatan dalam pelaporan data dari petugas kader. Pencegahan terjadinya gizi buruk balita akan lebih sulit dilakukan karena pelaporan data juga dilakukan secara manual, terlebih lagi minimnya sistem peringatan dini (*Early Warning System*) untuk kasus gizi buruk balita.

Perkembangan bidang informatika telah memungkinkan pemanfaatan di bidang kesehatan, yakni untuk meningkatkan pelayanan kesehatan bagi pasien. Terdapat 6 bidang yang dapat dikerjakan oleh informatika kesehatan diantaranya untuk dokumentasi medis yang dapat mendukung pengambilan keputusan [1]. Perangkat lunak berbasis web dapat digunakan sebagai sistem informasi manajemen gizi balita yakni membantu proses pencatatan, penyimpanan dan pelaporan data rekam medis dan pemantauan status gizi balita di Puskesmas. Sistem ini dapat membantu tenaga kesehatan khususnya petugas di Puskesmas untuk mempermudah proses pencatatan,

pelaporan serta pemantauan gizi balita di wilayahnya masing-masing. Sistem dikembangkan sebagai Sistem Informasi Manajemen Surveilens Gizi Balita dalam bentuk aplikasi perangkat lunak berbasis web yang dapat diaplikasikan dalam ruang lingkup kerja pelayanan gizi Puskesmas, Posyandu dan Dinas Kesehatan secara terpadu. Sebagai uji coba sistem ini adalah studi kasus di Kotamadya Depok. Dengan sistem ini diharapkan dapat membantu pemantauan dan penanganan kasus gizi buruk dengan memanfaatkan teknologi informasi.

II. METODE

A. Gizi Buruk Balita

Gizi buruk adalah suatu istilah teknis yang umumnya dipakai oleh kalangan gizi, kesehatan, keperawatan dan kedokteran. Gizi buruk adalah bentuk terparah dari proses terjadinya kekurangan gizi menahun. Apabila berat badan menurut umur sesuai dengan standar, anak disebut gizi baik. Jika sedikit di bawah standar disebut gizi kurang. Apabila jauh di bawah standar dikatakan gizi buruk. Gizi buruk yang disertai dengan tanda-tanda klinis disebut **marasmus** atau **kwashiorkor** [5].

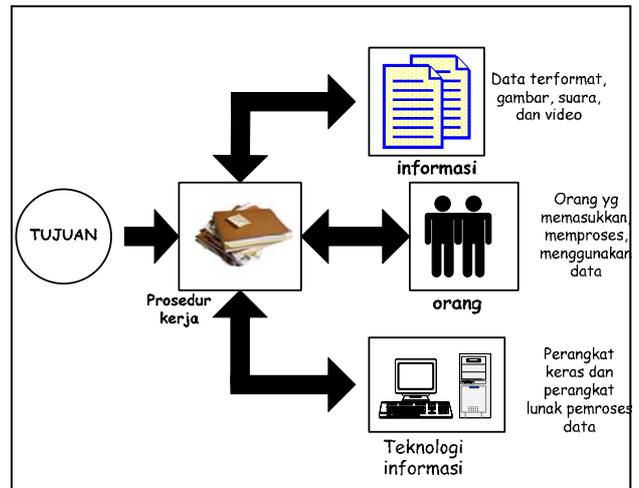
Anak kurang gizi pada tingkat ringan dan atau sedang tidak selalu diikuti dengan gejala sakit. Dia seperti anak-anak lain, masih bermain dan sebagainya, tetapi bila diamati dengan seksama badannya mulai kurus. Menurut Departemen Kesehatan (2004), pada tahun 2003 terdapat sekitar 27,5% (5 juta balita kurang gizi), 3,5 juta anak (19,2%) dalam tingkat gizi kurang, dan 1,5 juta anak gizi buruk (8,3%). Data di atas merupakan data status gizi anak balita di Indonesia. Hal ini dapat menunjukkan indikator kesehatan yang penting karena balita merupakan kelompok yang rentan terhadap kesehatan dan gizi [5].

Ketika angka gizi buruk dapat diturunkan maka akan menurunkan juga angka kematian balita di Indonesia. Oleh karena itu, sejalan dengan sasaran RPJMN Bidang Kesehatan 2005-2009, tujuan umum Rencana Aksi Nasional Pencegahan dan Penanggulangan Gizi Buruk adalah tercapainya sasaran penurunan prevalensi gizi kurang pada balita menjadi setinggi-tingginya 20% dan prevalensi gizi buruk menjadi setinggi-tingginya 5% pada tahun 2009. Salah satu kegiatan yang terpenting dalam penanggulangan kasus gizi buruk adalah dengan mengaktifkan kembali Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG) melalui revitalisasi SKPG dan Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) Gizi Buruk, yang dievaluasi dengan kajian data **SKDN** yaitu (**S**)emua balita mendapat (**K**)artu menuju sehat, (**D**)itimbang setiap bulan dan berat badan (**N**)aik, data penyakit dan data pendukung lainnya. Sistem kewaspadaan ini dapat dilakukan dengan bantuan sistem informasi yang berbasis web sehingga dapat lebih cepat dinilai dan dilakukan tindak lanjut.

B. Sistem Informasi

Dikatakan bahwa sistem informasi berbasis komputer (*Computer-based Information System = CBIS*) dapat disimpulkan sebagai kumpulan dari manusia, perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), jaringan komunikasi (*communication network*) dan sumber data

yang dikumpulkan, diolah dan disebarakan [3]. Gambar 1 menunjukkan definisi Sistem Informasi.



Gambar 1. Definisi Sistem Informasi

Penerapan dari suatu sistem informasi untuk saat ini tidak terlepas dari pemakaian Teknologi Informasi, yaitu komputer dan jaringan (*networking*) untuk mentransformasikan sumber data (data mentah) menjadi berbagai macam produk informasi. Kemampuan komputer yang semakin meningkat merupakan suatu keuntungan untuk menerapkan perangkat Teknologi Informasi (TI) ini untuk mendukung kegiatan yang menghasilkan SI. Sistem Informasi sudah menjadi suatu unsur yang sangat diperlukan dalam kebanyakan strategi organisasi. Pemanfaatan TI pada sistem informasi adalah dapat tercapainya suatu sistem informasi yang lebih efektif, tepat waktu serta konsisten dalam mentransformasikan data menjadi produk-produk informasi. Sistem Informasi dapat mendukung 3 (tiga) peran penting pada suatu organisasi yakni [3] :

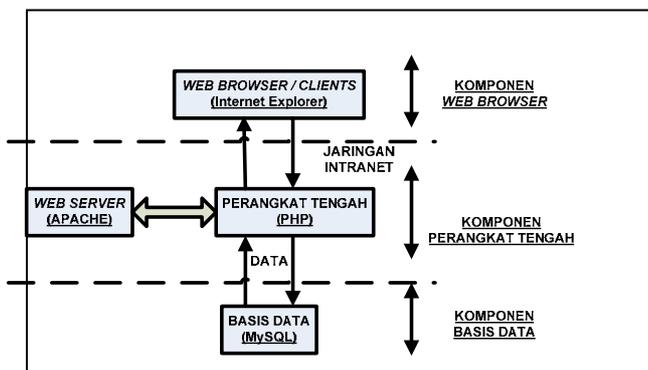
- Mendukung operasi organisasi
- Mendukung pengambilan keputusan
- Mendukung strategi manajerial

Banyak segi dan bidang yang akan mempengaruhi dan dipengaruhi dengan pemanfaatan TI serta sistem informasi berbasis komputer pada suatu organisasi. Berdasarkan area fungsional, sistem informasi fungsional adalah sistem informasi yang ditujukan untuk memberikan informasi bagi kelompok orang yang berada pada bagian tertentu dalam suatu organisasi. Salah satunya adalah Sistem Informasi Kesehatan (SIK) yakni sistem informasi yang menyediakan informasi untuk dimanfaatkan oleh fungsi pelayanan kesehatan [6]. SIK memberikan dukungan informasi pada proses pengambilan keputusan di semua tingkat administrasi pelayanan kesehatan. Pada unit pelayanan kesehatan dasar seperti Puskesmas, bertugas melaksanakan manajemen pasien /klien agar dapat memberikan pelayanan kesehatan yang optimal. Tugas utama dari pengelola SIK di unit tersebut adalah melakukan pencatatan dan pelaporan data seluruh aktifitas pelayanan dan kegiatan di unit

tersebut yang dapat digunakan sebagai upaya peningkatan pelayanan kesehatan.

C. Teknologi Berbasis Web

Perangkat lunak berbasis web dibangun atas tiga komponen yakni komponen basis data, komponen perangkat tengah dan komponen *web browser*. Tiap komponen memiliki bagian masing-masing yang bertanggung – jawab pada jalannya aplikasi. Untuk mengaktifkan perangkat lunak berbasis web diperlukan *web browser* dengan cara mengakses suatu alamat komputer server. Setiap komponen dalam teknologi berbasis web membutuhkan perangkat lunak pembangun untuk merealisasikan perangkat lunak berbasis web. Gambar 2 menunjukkan arsitektur perangkat lunak berbasis web dilengkapi dengan perangkat lunak pembangun yang bersifat sumber terbuka / *open source* [2]. Perangkat lunak berbasis web dapat bekerja dalam komputer mandiri atau dalam jaringan intranet. Penggunaan perangkat lunak sumber terbuka menghasilkan perangkat lunak aplikasi yang murah karena tidak diwajibkan membayar biaya lisensi dalam memanfaatkannya.



Gambar 2. Arsitektur perangkat lunak berbasis web

Perangkat lunak berbasis web adalah salah satu penerapan *multi tier application* yakni aplikasi yang terbagi menjadi beberapa bagian dalam menjalankan fungsi masing-masing. Secara umum, ada tiga bagian utama dari *multi tier application*:

- **Client Side Presentation**

Client side presentation mengatur bagaimana aplikasi berinteraksi dengan user. Yang dimaksud dengan interaksi antara lain adalah bagaimana data ditampilkan, bagaimana fungsi dan fitur aplikasi ditampilkan.

- **Server Side Business Logic**

Server side business logic, sering disebut juga middle tier, adalah bagian yang bertanggung jawab atas cara kerja aplikasi. Di dalamnya kita mengatur bagaimana fungsi dan fitur aplikasi dapat bekerja dengan baik.

- **Back End Storage**

Bagian ini mengatur cara penyimpanan data yang merupakan materi yang cukup kompleks dalam pembangunan aplikasi. Ada banyak solusi basisdata yang tersedia di pasaran. Pada umumnya, basisdata yang

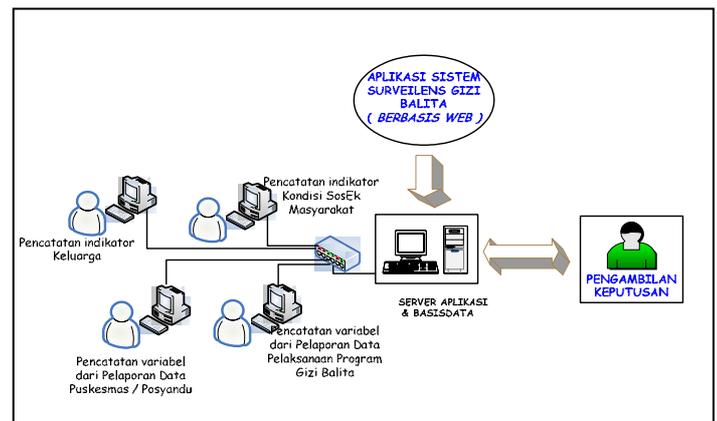
digunakan bertipe relasional (*Relational Database Management System – RDBMS*). Manajemen data dilakukan dengan bahasa SQL (*Standard Query Language*).

Basisdata (*database*) merupakan komponen utama dalam membangun perangkat lunak aplikasi yang menyangkut pendokumentasian data ke dalam sebuah sistem. Basisdata ialah kumpulan data yang saling berhubungan satu sama lain, tersimpan dalam perangkat keras komputer dan diperlukan perangkat lunak tertentu untuk memprosesnya [4]. Tujuan utama pengelolaan data dalam basisdata adalah agar kita dapat menemukan kembali data yang dicari dengan mudah dan cepat.

Pengelolaan basisdata secara fisik tidak dapat dilakukan oleh pemakai secara langsung tetapi ditangani oleh sebuah perangkat lunak khusus yang disebut DBMS (*Database Management System*). DBMS akan menentukan bagaimana data diorganisasi, disimpan, diubah dan diambil kembali. DBMS juga menerapkan mekanisme pengamanan data, pemakaian data secara bersama, dan konsistensi data.

III. PERANCANGAN SISTEM

Perangkat lunak berbasis web yang digunakan sebagai sistem surveilens gizi balita merupakan suatu sistem pencatatan dan pengambilan keputusan untuk kasus gizi buruk balita berdasarkan faktor-faktor yang telah diidentifikasi sebelumnya. Faktor-faktor tersebut adalah pelaporan dari kegiatan Puskesmas, Posyandu dan pencatatan indikator kondisi keluarga dan kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar seperti yang terlihat dalam gambar 3. Sebagian input dari sistem ini dapat berasal dari output sistem pencatatan rekam medis pasien di puskesmas yang berupa berbagai jenis laporan bulanan atau dapat juga memindahkan isi laporan bulanan kegiatan Puskesmas dan Posyandu sebagai input sistem. Selanjutnya, terdapat input faktor-faktor lain yang diakumulasikan sehingga menghasilkan output sistem sebagai rekomendasi untuk pengambilan keputusan.



Gambar 3. Diagram blok sederhana sistem

Penelitian terdahulu telah memanfaatkan teknologi berbasis web untuk mengembangkan sistem pencatatan dan pelaporan data medis pasien Puskesmas khususnya untuk Poli Ibu dan Anak. Sistem yang dikembangkan berupa

perangkat lunak aplikasi berbasis web. Penggunaan sistem ini dapat meminimalisasi kesalahan petugas (*Human Error*) dalam memberikan layanan-layanan di Puskesmas.. Untuk perangkat lunak basis data dipilih menggunakan perangkat lunak bantu DBMS (*Database Management System*) MySQL dengan editor MySQL-Front. Perangkat lunak ini mendukung standar SQL (*Structured Query Language*) yang mempunyai fleksibilitas dalam pengembangan *client-server database*. Fungsi untuk pencatatan dan pelaporan data dibatasi dengan adanya autentikasi pengguna (*User Authentication*) sebagai salah satu pengamanan data [11].

Telah dilakukan kajian efektifitas pemanfaatan media Teknologi Informasi (TI) untuk meningkatkan dan memperluas praktek pemberian pelayanan kesehatan kepada masyarakat [10]. Hasil kajian didapatkan bahwa sebanyak 99% menyatakan bahwa di tempat kerja (Puskesmas) di wilayah Jabodetabek terdapat perangkat komputer dan sebanyak 50.9 % telah terhubung dengan akses internet. Hasil penelitian juga menunjukkan kemampuan petugas Puskesmas menggunakan internet didominasi pada kategori sedang sebesar 56.73%. Dari penelitian terdahulu dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengembangan sistem informasi manajemen surveilen gizi balita.

Secara lengkap, identifikasi faktor-faktor yang masuk dalam sistem surveilens gizi balita dapat diuraikan sebagai berikut :

- Pelaporan data kegiatan Puskesmas
- Pelaporan data kegiatan Posyandu
- Pelaporan data kegiatan Program gizi balita
- Pencatatan indikator keluarga
- Pencatatan indikator kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar

Setiap faktor memiliki lebih dari satu variabel dan setiap variabel akan ditentukan pembobotan nilai. Selanjutnya akumulasi nilai tersebut yang akan memberikan peringatan adanya kemungkinan terjadinya kasus gizi buruk balita pada suatu wilayah. Berikut ini adalah rancangan modul untuk menjalankan fungsi pada aplikasi sistem surveilens gizi buruk balita berbasis web. Modul tersebut ialah :

A. Modul pencatatan hasil pelaporan data Puskesmas dan Posyandu

Modul ini merupakan output sistem yang merupakan hasil penelitian sebelumnya (sistem rekam medis pasien puskesmas berbasis web) dengan memanfaatkan beberapa hasil laporan bulanan yang telah dihasilkan. Modul ini juga menyediakan format input sistem secara manual memindahkan hasil laporan bulanan yang ada ke dalam sistem.

B. Modul pencatatan data kegiatan Program gizi balita

C. Modul pencatatan indikator status gizi keluarga & kondisi sosial ekonomi masyarakat di suatu wilayah.

- Perangkat lunak : PHP 5.2.9 & HTML
- Perangkat lunak basisdata : MySQL 5.1.33

Kedua buah modul di atas digunakan untuk memasukkan input data kegiatan oleh Dinas kesehatan dan data verifikasi indikator lingkungan keluarga maupun masyarakat sekitar.

D. Modul output hasil rekomendasi sistem

Hasil rekomendasi merupakan output sistem yang didapatkan dari pembobotan nilai setiap variabel dan diakumulasikan.

Sistem dirancang untuk dijalankan dalam jaringan internet dengan uji coba dalam jaringan intranet. Untuk itu, pengamanan sistem sangat diutamakan salah satunya dengan menggunakan kode acak *capca* pada saat melakukan input sistem. Seluruh data masukan disimpan dalam basisdata pada komputer server. Basisdata aplikasi diuraikan dalam tabel-tabel data yang saling berelasi. Aturan normalisasi digunakan pada perancangan basisdata agar membentuk struktur relasi yang baik tanpa adanya redundansi. Dengan demikian basisdata perangkat lunak dapat dimanfaatkan untuk pemakaian data secara bersama dan konsistensi data.

Aktifasi perangkat lunak aplikasi menggunakan *web browser* dengan cara mengakses aplikasi pada komputer server dalam jaringan intranet. Hal ini akan memudahkan pemanfaatan perangkat lunak tanpa harus melakukan instalasi di tiap komputer yang digunakan. Aspek pengamanan data (*data security*) harus diperhatikan dengan seksama. Data rekam medis pasien merupakan data yang bersifat rahasia sehingga hanya pengguna berwenang yang dapat mengaksesnya. Perangkat lunak aplikasi dirancang dengan disertai autentikasi pengguna (*User Authentication*) untuk setiap modul selain penggunaan antivirus pada perangkat komputer. Replikasi basisdata dirancang agar dilakukan berkala dan otomatis untuk menghindari kehilangan data akibat kerusakan server atau lainnya.

Aplikasi sistem surveilen gizi buruk balita berbasis web dirancang dan direalisasikan dengan menggunakan spesifikasi perangkat sebagai berikut :

PERANGKAT KERAS berupa komputer dengan spesifikasi berikut :

- Processor : 500MHz (2 GHz)
- Memori : 256MB (1GB)
- Hard Disk : pilihan (80GB)
- Printer untuk output sistem
- Perlengkapan jaringan intranet maupun internet

PERANGKAT LUNAK untuk realisasi dan pemanfaatan sistem yakni :

- Sistem operasi : Windows XP, Vista, Linux, Mac
- Realisasi sistem menggunakan Xampp 1.7.1
- Pembuatan perangkat lunak berbasis Web :
- Perangkat lunak Instalasi *web server* : Apache httpd 2.2.11

- Perangkat lunak *web browser* : Internet Explorer 6.0 atau Mozilla

IV. HASIL YANG DIHARAPKAN DAN KESIMPULAN

Makalah ini menguraikan perancangan aplikasi berbasis web sebagai sistem surveilans gizi balita yang dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini dan pengambilan keputusan terkait dengan kasus gizi buruk balita. Sistem yang telah terealisasi diharapkan dapat memberi hasil sebagai berikut :

- ✓ Faktor-faktor penilaian indikator terjadinya kasus gizi buruk merupakan acuan penilaian untuk menentukan kriteria terjadinya kasus gizi buruk balita. Apabila sistem pencatatan dan pelaporan data Puskesmas telah memanfaatkan sistem terkomputerisasi (penggunaan aplikasi berbasis web) maka akan mempermudah input data yang diperlukan.
- ✓ Input data dilakukan secara terpadu dan terintegrasi dari faktor-faktor yang telah ditentukan dan dilanjutkan pembobotan untuk setiap variabel. Selanjutnya, akumulasi nilai variabel menghasilkan output berupa rekomendasi sistem.
- ✓ Sistem dirancang untuk dilengkapi dengan pengamanan sistem (*Security & Firewall*) komputer server, autentikasi pengguna sistem dan kode acak untuk setiap input sistem.
- ✓ Ketepatan pengambilan keputusan bergantung salah satunya dari keakuratan isi data pada input sistem. Secara tidak langsung, akan mempengaruhi hasil output rekomendasi sistem.
- ✓ Pemanfaatan sistem berupa aplikasi berbasis web harus mempertimbangkan aspek sumber daya secara teknis (perangkat komputer dan jaringan) serta sumber daya manusia yang telah terbiasa memanfaatkan teknologi komputer.

Proses perancangan ditindaklanjuti dengan realisasi sistem berupa pembuatan perangkat lunak. Petugas dan tenaga paramedis pasien dilibatkan dalam pengujian data agar mendapatkan perangkat lunak yang tepat guna. Pendampingan perlu dilakukan secara berkala agar implementasi sistem dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Haux, "Achievement Of Six Most Important (Medical Informatics) Sub Fields, Article on Aims and Tasks of Medical Informatics", *Int J of Med. Informatics*. 44 (1997), Toronto, 1997, pp. 9-20.
- [2] J. Greenspan dan B. Bulger, "MySQL/PHP Database Applications" M&T Books, Foster City, 2001, pp. 20-24.
- [3] A. Kadir, "Pengenalan Sistem Informasi", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2003.
- [4] K. R. Ong, "Just-in-time Database-Driven Web Applications", *J of Med. Internet Research* 5(3):e18. New York, 2003.
- [5] Departemen Kesehatan, "Rencana Aksi Nasional, Pencegahan dan Penanganan Gizi Buruk 2005- 2009", Jakarta, 2005.
- [6] S. Soegijoko, Y.S. Irawan, E. Sutjiredjeki, "ICT-Based Telemedicine System For Community Healthcare In Indonesia. Sistem Telemedika Berbasis Teknologi Informasi & Komunikasi Untuk Pelayanan Kesehatan Masyarakat Di Indonesia", In *Proceeding on National Conference on Information and Communication Technology for Indonesia*, Bandung, 3-4 Mei 2006, pp.429-433. <http://www.batan.go.id/sjk/eII2006/Page07/P07k.pdf>
- [7] Dinas Kesehatan Kota Depok, " Laporan Bulanan Puskesmas Pancoran Mas, Bulan September 2008", Depok, 2008.
- [8] Kompas, "Kasus Gizi Buruk Jadi Perhatian Pemkot Depok", Jakarta., 12 oktober 2008.
- [9] Republika, "16 Kelurahan di Depok Rawan Gizi Buruk", Jakarta, 11 Oktober 2008.
- [10] Rr. T.S. Hariyanti dan S. Mulyono, "Efektifitas Pemanfaatan Media Teknologi Informasi Dalam Meningkatkan dan Memperluas Tingkat Pemahaman, Pengetahuan serta Praktek Pemberian Pelayanan Kesehatan Kepada Masyarakat", Laporan Penelitian Program Insentif Dasar 2008, Kementerian Nasional Riset dan Teknologi (KNRT), Jakarta, 2008.
- [11] M.K. Delimayanti dan F.T. Waluyanti, "Perangkat Lunak Berbasis Web Sebagai Alat Rekam Medis Pasien Di Puskesmas", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta* 2008, Depok, 2009.

Perencanaan *Decession Support System (DSS)* sebagai alternatif Penilaian Akademik Mahasiswa

Oleh :

Mohamad Jamil,ST

(Mahasiswa Teknik Elektro Pascasarjana Unibraw Malang)

email : *jamil_unkhair@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Dalam menjalankan tugasnya sebagai pendidik, seorang dosen perlu memberikan penilaian terhadap mahasiswa sebagai evaluasi atas proses pembelajaran yang telah diberikan. Evaluasi tersebut tentunya terdiri atas beberapa nilai yang harus diolah sehingga menjadi nilai akhir yang akan menentukan keputusan final bagi mahasiswa atas hasil belajarnya selama satu semester pada mata kuliah tertentu.

Saat ini beberapa dosen ada yang menggunakan cara manual untuk mengolah nilai, ada pula yang telah menggunakan sistem komputasi untuk menghitungnya. Namun demikian, sistem yang digunakan biasanya masih dengan satu rumusan atau rule yang telah dibuat, tanpa membuat perbandingan dengan rumusan lain.

Dengan menggunakan Decision Support System (DSS), diharapkan dapat membantu dosen membuat keputusan penilaian terbaik berdasar parameter-parameter yang telah ditentukan. Disamping itu, dengan penggunaan Sistem Penunjang Pengambil Keputusan berbasis komputer, maka akan bisa memantau hasil pembelajaran, sehingga bisa diambil tindakan tertentu apabila dari hasil evaluasi yang ada hasilnya belum sesuai dengan yang ditargetkan oleh dosen yang bersangkutan.

Untuk itu pada perancangan ini dibuat sistem penunjang pengambil keputusan dengan dua acuan penilaian (model base) :

- PAP (Penilaian Acuan Patokan)
- PAN (Penilaian Acuan Norma)

Keywords : *DSS, alternatif Penilaian Akademik, Kemahasiswaan*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam menjalankan tugasnya sebagai pendidik, seorang dosen perlu memberikan penilaian terhadap mahasiswa sebagai evaluasi atas proses

Tujuan

Mangacu pada permasalahan di atas, maka penyusunan sistem dalam tugas ini memiliki tujuan :

pembelajaran yang telah diberikan. Evaluasi tersebut tentunya terdiri atas beberapa nilai yang harus diolah sehingga menjadi nilai akhir yang akan menentukan keputusan final bagi mahasiswa atas hasil belajarnya selama satu semester pada mata kuliah tertentu.

Saat ini beberapa dosen ada yang menggunakan cara manual untuk mengolah nilai, ada pula yang telah menggunakan sistem komputasi untuk menghitungnya. Namun demikian, sistem yang digunakan biasanya masih dengan satu rumusan atau rule yang telah dibuat, tanpa membuat perbandingan dengan rumusan lain.

Dengan menggunakan Decision Support System (DSS), diharapkan dapat membantu dosen membuat keputusan penilaian terbaik berdasar parameter-parameter yang telah ditentukan. Disamping itu, dengan penggunaan Sistem Penunjang Pengambil Keputusan berbasis komputer, maka akan bisa memantau hasil pembelajaran, sehingga bisa diambil tindakan tertentu apabila dari hasil evaluasi yang ada hasilnya belum sesuai dengan yang ditargetkan oleh dosen yang bersangkutan.

Untuk itu pada perancangan ini dibuat sistem penunjang pengambil keputusan dengan dua acuan penilaian (model base) :

- PAP (Penilaian Acuan Patokan)
- PAN (Penilaian Acuan Norma)

Perumusan Masalah

Permasalahan utama dalam tugas ini adalah :

1. Bagaimana cara yang relevan agar bisa memberikan keputusan penilaian yang tepat sesuai target ataupun parameter yang diinginkan dengan menggunakan spreadsheet (Microsoft Excel)
 2. Apakah dosen memiliki data otentik tentang hasil evaluasi mahasiswa secara lengkap
1. Membangun sistem penunjang pengambil keputusan berbasis komputer dengan Microsoft Excel yang dapat membantu dosen membuat keputusan yang tepat tentang model

base penilaian yang digunakan untuk mengevaluasi hasil pembelajaran mahasiswa.

2. Merancang sistem data base yang lengkap sebagai bukti otentik hasil evaluasi mahasiswa.

Metodologi Perancangan

1. Tahapan pertama ditekankan pada identifikasi permasalahan, disertai tujuan sekaligus manfaat yang diharapkan dari sistem yang hendak dibuat
2. Tahapan kedua adalah studi literatur dilanjutkan studi tentang model base serta penilaian dan memilih model base beserta bobot yang sesuai.
3. Tahapan ketiga pengembangan Sistem Penunjang Pengambil Keputusan beserta uji coba, perbaikan dan penyempurnaan sistem.

2. DASAR TEORI

Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan adalah sebuah sistem informasi berbasis komputer yang interaktif, fleksibel dan mudah beradaptasi, didesain secara khusus untuk membantu masalah manajemen yang bersifat tidak terstruktur untuk memperbaiki pengambilan keputusan.

Secara garis besar DSS (*Decision Support System*) dibangun oleh 3 komponen besar, yaitu :

1. Model Base
Merupakan suatu model yang merepresentasikan permasalahan ke dalam format kuantitatif sebagai dasar simulasi atau pengambilan keputusan
2. Database
Sistem Database berisi kumpulan dari semua data yang dimiliki oleh perusahaan, baik yang berasal dari transaksi sehari-hari maupun data dasar (master file).
3. Software System (User Interface)
Komponen 1 dan 2 diatas dijadikan satu dalam *software system*, setelah sebelumnya direpresentasikan dalam bentuk model yang dimengerti oleh komputer

Penilaian Akademik Mahasiswa

Sebagai penjamin kualitas mahasiswa dalam menempuh kegiatan perkuliahan (akademik) maka dilakukan evaluasi (penilaian) akademik di setiap akhir semester. Evaluasi (penilaian) ini diselenggarakan untuk mengukur kemampuan akademik dalam satu semester. Kegiatan penilaian ini dilakukan dalam bentuk ujian tulis.

Adapun jenis penilaiannya adalah :

1. Nilai Tugas
Nilai yang diberikan untuk tugas "Take Home Pay" yang diberikan secara periodik
2. Nilai Kuis
Nilai yang diberikan untuk tes kecil yang dilakukan di kegiatan perkuliahan
3. Nilai UTS
Nilai yang didapatkan dari ujian tertulis pada tengah semester (setelah 6-7 minggu acara kegiatan perkuliahan)
4. Nilai UAS
Nilai yang didapatkan dari ujian tertulis pada akhir semester. Materi yang dinilai melalui UAS dapat meliputi keseluruhan materi terhitung mulai dari awal semester (minggu pertama perkuliahan)

Setiap Item Penilaian tersebut memiliki bobot penilaian yang berbeda.

Bobot Penilaian tersebut adalah :

Jenis Nilai	Bobot
Nilai Tugas	20%
Nilai Kuis	10%
Nilai UTS	30%
Nilai UAS	40%

Kesetaraan Nilai berdasarkan :

1. PAP (Penilaian Acara Patokan)

NO	Rentang Nilai	Nilai
1	$80 \leq N \leq 100$	A
2	$65 \leq N < 80$	B
3	$56 \leq N < 65$	C
4	$45 \leq N < 56$	D
5	$0 \leq N < 45$	E

2. PAN (Penilaian Acuan Normal)

NO	Rentang Nilai	Rentang	Keterangan
1	$N > X + 1,5 SD$	A	N = nilai X = nilai rata-rata SD = standar deviasi
2	$X + 0,5 SD < N \leq X + 1,5 SD$	B	
3	$X - 0,5 SD < N \leq X + 0,5 SD$	C	
4	$X - 1,5 SD < N \leq X - 0,5 SD$	D	
5	$N \leq X - 1,5 SD$	E	

4	$45 \leq N < 56$	D
5	$0 \leq N < 45$	E

✚ PAN (Penilaian Acuan Normal)

NO	Rentang Nilai	Rentang	Keterangan
1	$N > X + 1,5 SD$	A	N = nilai X = nilai rata-rata SD = standar deviasi
2	$X + 0,5 SD < N \leq X + 1,5 SD$	B	
3	$X - 0,5 SD < N \leq X + 0,5 SD$	C	
4	$X - 1,5 SD < N \leq X - 0,5 SD$	D	
5	$N \leq X - 1,5 SD$	E	

Nilai kelulusan adalah sebagai berikut :

NO	Nilai	Keterangan
1	A	Lulus
2	B	Lulus
3	C	Lulus
4	D	Lulus
5	E	Gagal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem

Sumber data sistem pendukung keputusan untuk penilaian akademik mahasiswa berasal dari data internal.

Data Internal yang digunakan adalah :

1. Data Nilai Tugas
2. Data Nilai Kuis
3. Data Nilai UTS
4. Data Nilai UAS
5. Data Bobot Penilaian

Secara garis besar DSS (*Decision Support System*) dibangun oleh 3 komponen besar, yaitu :

1. Model Base
2. Database
3. Software System (User Interface)

1. Desain Model Base

✚ PAP (Penilaian Acara Patokan)

NO	Rentang Nilai	Nilai
1	$80 \leq N \leq 100$	A
2	80	B
3	$56 \leq N < 65$	C

2. Desain Database

Tabel yang digunakan adalah :

1. Tabel MHS

NO	Nama Field	Type	Keterangan
1.	NIM	Karakter	Nim Mahasiswa
2.	Nama	Karakter	Nama Mahasiswa
3.	Nilai Akhir	Numerik	Nilai akhir Mahasiswa (didapat dari nilai tugas, kuis, uts dan uas)
4.	PAP	Karakter	Grade berdasarkan metode PAP
5.	PAN	Karakter	Grade berdasarkan metode PAN

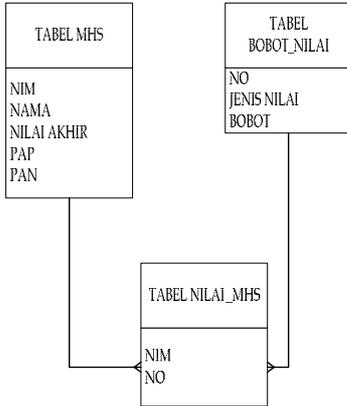
2. Tabel BOBOT NILAI

NO	Nama Field	Type	Keterangan
1.	No	Karakter	No(Kode) bobot penilaian
2.	Jenis	Karakter	Jenis Penilaian (seperti tugas, kuis, uts, uas)
3.	Bobot	Numerik	Bobot penilaian dari masing-masing jenis

3. Tabel NILAI MHS

NO	Nama Field	Type	Keterangan
1.	NIM	Karakter	NIM Mahasiswa
2.	No	Karakter	No (kode) bobot penilaian

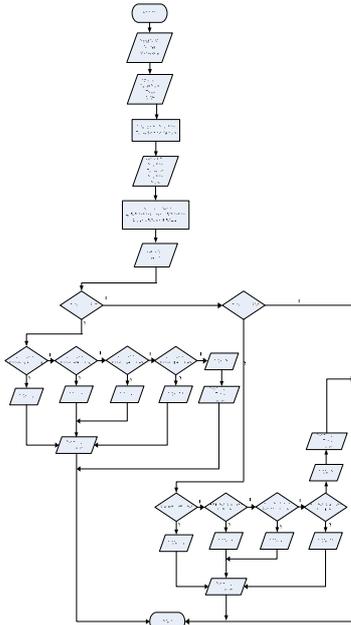
Relasi tabel tersebut adalah :



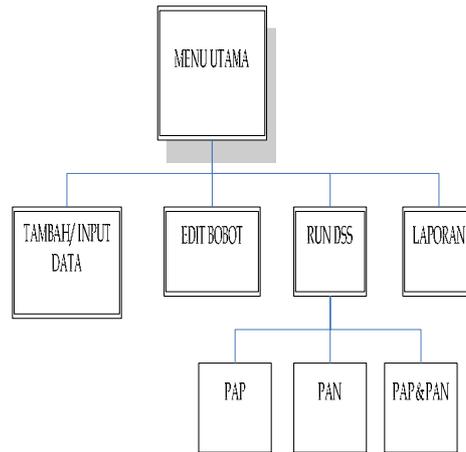
Gambar 1. Relasi Tabel

3. Sub Model User Interface

Flowchart Penilaian



Gambar 2. Flowchart Penilaian



Gambar 3. Rancangan Menu Program

Layout Program Menu Utama



Tambah/Input Data

DAFTAR NILAI MAHASISWA											
No	NIM	Nama	T1	T2	T3	Q1	Q2	RATA2X TUGAS	TOTAL KUIS	UTS	UAS
19	200919	Keke	65	65	75	70	80	68,33	75,00	82	86
20	200920	Sulthon	60	78	70	77	67	69,33	72,00	65	70
21	200921	Diah	70	75	80	80	85	75,00	82,50	90	100
22	200922	Tasya	50	50	50	50	50	50,00	50,00	50	50
23	200933	Dinda	40	30	70	70	70	46,67	70,00	60	60
24	200944	Dana	70	70	70	90	90	70,00	90,00	80	80
25	200956	Dita	5	4	0	0	2	3,00	1,00	10	10
26	200958	Dina	5	4	3	3	7	4,00	5,00	20	10
27											
28											
29											
30											
31											
32											

Edit Bobot

BOBOT PENILAIAN

Jenis Penilaian	Bobot
KUIS	10%
TUGAS	20%
UAS	40%
UTS	30%

Kembali ke MENU

Run DSS

MENU DSS

PAP

PAN

PAP & PAN

Kembali ke MENU

PAP

REKAPITULASI NILAI MENGGUNAKAN METODE PAP

Jumlah Mahasiswa : 26

Grade	Jumlah	Prosentase
A	7	26,92%
B	11	42,31%
C	5	19,23%
D	1	3,85%
E	2	7,69%

Grade	Jumlah	Prosentase
B	11	42,31%
A	7	26,92%
C	5	19,23%
E	2	7,69%
D	1	3,85%

Grafik Nilai Akademik (PAP)

Urutkan Data

Clear

Kembali ke MENU

Kembali ke DSS

PAN

REKAPITULASI NILAI MENGGUNAKAN METODE PAN

Jumlah Mahasiswa : 26

Grade	Jumlah	Prosentase
A	0	0,00%
B	9	34,62%
C	13	50,00%
D	2	7,69%
E	2	7,69%

Urutkan Data

Clear

Grafik Nilai Akademik (PAN)

Grade	Jumlah	Prosentase
C	13	50,00%
B	9	34,62%
D	2	7,69%
E	2	7,69%
A	0	0,00%

Kembali ke MENU

Kembali ke DSS

PAP DAN PAN

PERBANDINGAN NILAI AKADEMIK MENGGUNAKAN METODE PAP & METODE PAN

Jumlah Mahasiswa : 26

Grade	Jumlah	Prosentase	PAP	PAN
A	7	26,92%	0,00%	0,00%
B	11	42,31%	34,62%	34,62%
C	5	19,23%	50,00%	50,00%
D	1	3,85%	7,69%	7,69%
E	2	7,69%	7,69%	7,69%

Grade	Jumlah	Prosentase
B	11	42,31%
C	7	26,92%
D	1	3,85%
E	2	7,69%

Grade	Jumlah	Prosentase
C	13	50,00%
B	9	34,62%
D	2	7,69%
E	2	7,69%
A	0	0,00%

Grafik Nilai Akademik Menggunakan PAP dan PAN

Urutkan Data

Clear

Kembali ke MENU

Kembali ke DSS

LAPORAN

LAPORAN NILAI AKHIR SEMESTER DENGAN METODE PAP DAN PAN

Rata-rata Kelas : 68,79
Standart dev : 19,82

Kembali ke MENU

No	NIM	Nama	Nilai Akhir	Nilai Huruf	
				PAP	PAN
1	200901	Aryo	76,38	B	C
2	200902	Bagas	75,18	B	C
3	200903	Dimas	70,52	B	C
4	200904	Nabila	86,40	A	B
5	200905	Nindya	60,88	C	C
6	200906	Sahara	80,00	A	B
7	200907	Hasna	73,98	B	C
8	200908	Ayyub	83,68	A	B
9	200909	Iwan	64,30	C	C
10	200910	Hafiyya	75,98	B	C
11	200911	Yosi	73,18	B	C
12	200912	Wahyu	73,52	B	C
13	200913	Najwa	85,93	A	B
14	200914	Kyanni	63,22	C	C
15	200915	Zaky	79,53	B	B
16	200916	Koko	74,78	B	C
17	200917	Jemy	81,75	A	B

4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan Decision Support System (DSS) ini, maka dapat membantu dosen dalam membuat keputusan penilaian terbaik berdasar parameter-parameter yang telah ditentukan serta dapat memantau hasil pembelajaran, sehingga bisa diambil tindakan tertentu apabila dari hasil evaluasi yang ada hasilnya belum sesuai dengan yang ditargetkan oleh dosen yang bersangkutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Turban, E., 1995., Decision Support System And Expert System, Prentice Hall International, United State
- [2]. <http://id.wikipedia.org/>
- [3]. <http://www.google.com/>

APLIKASI AUTENTIKASI DAN MANAJEMEN AKSES KOMPUTER DI LABORATORIUM

Iwan Handoyo Putro¹, Petrus Santoso², Efferata Wijaya³

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236*

E-mail: iwanhp@petra.ac.id, petrus@petra.ac.id, m23404036@john.petra.ac.id

ABSTRAKS

Secara umum jarang ditemukan penggunaan komputer pada laboratorium-laboratorium di Universitas yang berbasis autentikasi dan manajemen akses. Kedua proses tersebut biasanya diserahkan pada manajemen akses yang telah disediakan oleh sistem operasi yang digunakan atau masih menggunakan buku pencatatan secara manual yang rentan penyalahgunaan. Hal tersebut mengakibatkan pencatatan penggunaan oleh masing-masing user tidak dapat dilakukan dan dapat mengakibatkan penyalahgunaan terhadap penggunaan komputer. Laboran maupun asisten laboratorium disisi lain kesulitan dalam melihat utilitas pemakaian komputer yang pada akhirnya akan mengganggu proses perawatan.

Paper ini membahas aplikasi yang digunakan untuk melakukan proses autentikasi dan manajemen pemakaian komputer pada Laboratorium. Proses autentikasi berfungsi sebagai penyeleksi terhadap pengguna yang menggunakan komputer. Di sisi server, proses manajemen dilakukan untuk mendokumentasikan seluruh seluruh aktifitas penggunaan komputer, yang meliputi: identitas pengguna komputer, waktu pemakaian dan alamat IP komputer yang digunakan.

Pengujian telah dilakukan di laboratorium dengan 12 komputer client dan sebuah komputer server. Hasil menunjukkan aplikasi autentikasi dan manajemen dapat berjalan dengan baik. Respon aplikasi tercatat rata-rata kurang dari 1 detik baik dalam proses login, koneksi dan logout.

Kata Kunci: Autentikasi, Manajemen Akses, LAN

1. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, penggunaan komputer pada laboratorium-laboratorium Universitas sudah semakin meningkat. Penggunaan komputer sudah menjadi suatu kebutuhan bagi laboratorium itu sendiri. Dalam satu laboratorium tidak hanya terdapat satu unit komputer atau *Personal Computer* (PC) namun terdapat puluhan komputer. Sebagai contoh pada laboratorium-laboratorium jaringan komputer, sistem informasi, dan pemrograman.

Laboratorium yang menggunakan beberapa unit komputer akan membutuhkan suatu sarana untuk melakukan proses autentikasi dan manajemen. Pada komputer yang terdapat di laboratorium, proses autentikasi

dan manajemen ini jarang dijumpai. Apabila ada, pada umumnya fasilitas yang ada hanya sebatas autentikasi saja sedangkan sistem manajemennya dilakukan secara manual, yaitu dengan cara menuliskan para mahasiswa yang masuk dan menggunakan komputer ke dalam sebuah buku laporan.

Tentu saja dengan sistem seperti ini akan timbul keterbatasan seperti : kemungkinan kesalahan-kesalahan yang disebabkan karena faktor manusia (*human error*), waktu pemakaian tidak akurat, terdapat pengguna yang tidak mencatatkan waktu penggunaan dan sebagainya. Disamping itu, apabila tidak adanya proses manajemen penggunaan komputer, dapat mengakibatkan kemungkinan penyalahgunaan komputer oleh mahasiswa.

Dengan adanya aplikasi proses autentikasi dan manajemen, proses autentikasi dan manajemen dapat dilakukan secara mandiri oleh komputer tanpa melibatkan sumber daya manusia dengan hasil yang lebih akurat. Informasi yang dicatat seperti : identifikasi mahasiswa pengguna komputer, waktu pemakaian dan lama pemakaian, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan upgrade maupun waktu perawatan jaringan. Lebih lanjut proses autentikasi dengan metode enkripsi yang tepat dapat membantu pengguna meminimalisasi kemungkinan penyadapan *account* oleh pihak ketiga [3, 6]

2. MESSAGE DIGEST ALGORITHM 5 (MD5)

Message Digest Algorithm 5 (MD5) merupakan salah satu algoritma dari fungsi kriptografi dengan fungsi *hash*. Fungsi *hash* atau yang sering dikenal dengan *message diggest* merupakan algoritma yang menerima masukan berupa data *string* dengan panjang tidak tentu dan mengkonversi menjadi keluaran data *string* dengan panjang yang sudah ditentukan [1]. Data keluaran ini disebut dengan *message diggest*. MD5 dibuat oleh Professor Ronald Rivest dari MIT pada tahun 1994 [2, 5]

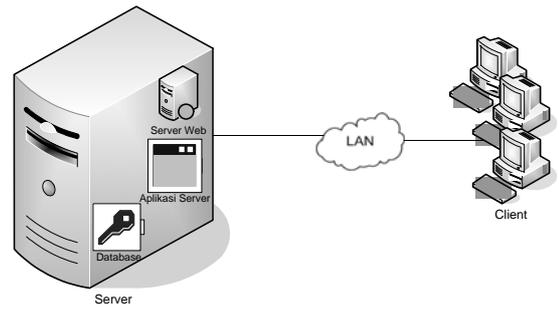
MD5 digunakan untuk melakukan pengujian integritas suatu data yang dikirimkan melalui jaringan komputer. Namun seiring dengan berkembangnya waktu, saat ini MD5 mulai dimanfaatkan pada aplikasi keamanan yaitu fungsi enkripsi data.

MD5 menggunakan algoritma RFC 1321, 128 bit [2]. Algoritma MD5 menerima masukan berupa data *string* dengan ukuran sembarang dan menghasilkan sebuah *message digest* dengan panjang 128 bit. MD5 bersifat *one-*

way encryption yang berarti tidak memiliki fungsi untuk mengembalikan nilai yang sudah dienkripsi [4].

3. PERANCANGAN SISTEM

Sistem yang dibangun memanfaatkan jaringan *Local Area Network* (LAN) bertipe *client/server*. Satu komputer berperan sebagai *server* dan beberapa komputer lainnya sebagai *client*. Secara garis besar, sistem terdiri dari tiga bagian pokok, yakni: Aplikasi *client/server*, *web*, dan *database*. Aplikasi *server*, *Web Server*, dan *database* berada pada komputer *server*. Sedangkan pada komputer *client* hanya terdapat aplikasi *client*. Gambar 1 memperlihatkan



blok diagram sistem.

Gambar 1. Blok diagram sistem

Proses autentikasi pada sistem ini terjadi pada proses sebagai berikut: Mula-mula pada sisi *client*, program *client* akan meminta *user* untuk melakukan pilihan *login*. Pilihan tersebut berupa *login* sebagai *admin* atau sebagai praktikan. Setelah menentukan pilihan, baik *login* sebagai *admin* maupun sebagai praktikan *user* akan diminta untuk melakukan proses *sign-in* pada suatu *form*. Proses *sign-in* berupa *form* isian yang meminta *user* untuk memasukkan *username* dan *password* pada kolom yang tersedia. Setelah diisikan, sebelumnya program *client* akan melakukan proses enkripsi pada data *password* dari *user* yang telah diisikan.

Proses enkripsi yang digunakan adalah dengan memanfaatkan algoritma fungsi *hash* MD5. Proses enkripsi data *password* yang dilakukan pada proses registrasi melalui *web* dan pada program *client*. Data *password* yang tersimpan dalam *database* sudah merupakan hasil *message diggest* MD5. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan sekuritas pada saat pengiriman dari *client* ke *server*, serta data yang tersimpan *database* agar data *password* yang tersimpan pada *database* tersebut tidak berupa *plain text* yang dapat langsung terbaca.

Password yang sebelumnya berupa *plain text* akan berubah menjadi kombinasi kode-kode tertentu sebagai hasil dari fungsi *hash* MD5 yang disebut dengan *message diggest*. Setelah itu *client* akan mengirimkan data *username* berupa data *string* (*plain text*) dan *password* berupa *message diggest* menuju *server*. Setelah sampai pada *server*, *server* akan melakukan koneksi ke *database* dan melakukan pengecekan apakah *username* dan *password* tersebut ada pada *database* atau tidak. Bila ada *server* akan mengirimkan respon kepada *client* bahwa *user* dapat *login*,

bila tidak ada *server* juga akan mengirimkan respon kepada *client* bahwa *account user* tidak ditemukan dan *user* tidak dapat melakukan proses *login*.

4. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 12 komputer *client* dengan sistem operasi Windows XP yang terhubung ke server dalam sebuah LAN. Server yang diuji menyediakan tiga layanan yaitu: *database server*, *web server* dan *application server*.

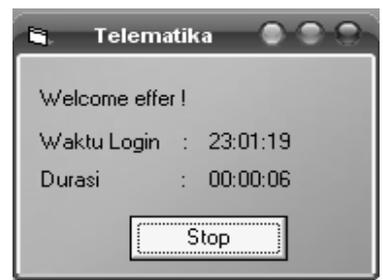
Pengujian yang dilakukan meliputi kemampuan verifikasi dan waktu koneksi. Pada pengujian pertama yang akan diuji adalah proses verifikasi *user*, apakah benar hanya setiap *user* yang sudah mendaftar saja yang dapat melakukan proses *login*. Proses pengujian ini dapat dilakukan jika *user* telah melakukan proses *registrasi* melalui *web* sehingga *account user* (*username* dan *password*) terdapat dalam *database*.

Pengujian pertama dilakukan bagi *user* yang belum melakukan registrasi (belum terdaftar). Saat *user* tersebut melakukan proses *login* sebagai ‘praktikan’, maka *client* akan menolak proses *login* tersebut seperti terlihat pada Gambar 2. Kondisi ini juga terjadi ketika *user* sudah mendaftar, tetapi salah memasukkan *username* atau *password*.



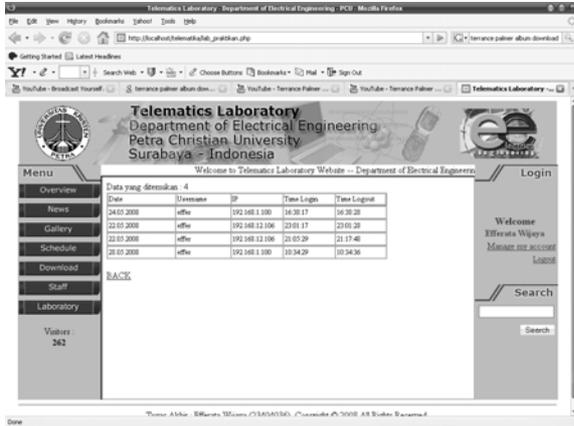
Gambar 2. Tampilan *client* untuk *user* yang belum terdaftar.

Pengujian selanjutnya dilakukan bagi *user* yang sudah terdaftar. Ketika *account user* ditemukan dalam *database*, maka saat itu *user* dapat *login*. Dan *form client* akan tertutup dan diganti dengan *form login*, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pada proses ini juga dilakukan pengujian terhadap fitur *form login* dimana *form* ini tidak dapat ditutup dan *task manager* tetap tidak berfungsi.



Gambar 3. Tampilan aplikasi *client* pada saat *login*

Setelah proses *login*, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap proses *logout*. Pada proses ini *user* dapat menekan tombol 'stop' pada *form login*, dan *client* akan mengirimkan data-data *logout* kepada *server*. Data tersebut kemudian tercatat di dalam *database* dan dapat dilihat melalui tampilan web seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Laporan penggunaan komputer

Pengujian kedua dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan *client* untuk melakukan koneksi terhadap *server*. Pengujian waktu yang dilakukan meliputi: waktu pembentukan koneksi, waktu *login* dan waktu *logout*. Waktu koneksi dihitung dari saat aplikasi *client* aktif sampai berhasil mendapatkan koneksi dengan *server*.

Tabel 1. Tabel pengujian waktu koneksi

IP Client	Waktu Koneksi (detik)	Waktu Login (detik)	Waktu Logout (detik)
192.168.12.104	0.53	1.22	0.44
192.168.12.106	0.53	0.56	0.38
192.168.12.107	0.31	0.38	0.33
192.168.12.108	0.5	0.4	0.41
192.168.12.109	0.78	0.5	0.3
192.168.12.110	0.44	0.38	0.31
192.168.12.111	0.44	0.37	0.34
192.168.12.112	1.13	0.35	0.69
192.168.12.113	1.16	0.22	0.33
192.168.12.114	1.1	0.34	0.28
192.168.12.115	0.37	0.44	0.48
192.168.12.117	0.84	1.51	0.33
Rata-rata waktu:	0.677	0.556	0.385

Waktu *login* dan waktu *logout* dihitung saat *client* mengirimkan data *login* dan data *logout* kepada *server* sampai *client* mendapatkan respon. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 1.

5. KESIMPULAN

1. Aplikasi yang dibangun mampu melayani 12 komputer dan dapat menangani proses autentikasi serta manajemen akses pengguna.
2. Waktu akses yang dibutuhkan masing-masing untuk melakukan koneksi, *login* dan *logout* tercatat kurang dari 1 detik.
3. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan untuk pembuatan sistem billing pemakaian komputer atau akses internet.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Abzug, T.M. (2009). *MD5:Introduction*. Diakses pada 12 Februari 2009 dari <http://userpages.umbc.edu/~mabzug1/cs/md5/md5.html>.

[2] Black, J., Cochran, M., Highland, T., A. (2009). *Study of the MD5 Attacks: Insights and Improvements*. Diakses pada 10 Februari 2009 dari <http://www.cs.colorado.edu/~jrblack/papers/md5e-full.pdf>.

[3] Fu, K., Sit, E., Smith K., Feamster, N. (2009). *Dos and Don'ts of Client Authentication on the Web*. Diakses pada 10 Februari 2009 dari <http://pdos.csail.mit.edu/papers/webauth:sec10.pdf>.

[4] Spitzner, L. (2009). *MD5*. Diakses pada 9 Februari 2009 dari <http://www.spitzner.net/md5.html>.

[5] Dobbertin, H. (2009). *The Status of MD5 after a Recent Attack*. Diakses pada 10 Februari 2009 dari <ftp://ftp.rsasecurity.com/pub/cryptobytes/crypto2n2.pdf>.

[6] Johnston, P. (2009). *Authentication and Session Management on the Web*, Diakses pada 12 Februari 2009 dari http://www.westpoint.ltd.uk/advisories/Paul_Johnston_GSEC.pdf.

Kinerja BER Sistem Komunikasi Kooperatif pada Kanal *Mobile-to-mobile* dengan *Relay Amplify and Forward*

Titiek Suryani, Gamantyo Hendrantoro

Jurusan Teknik Elektro ITS

Surabaya 60111

email: titiks@ee.its.ac.id, gamantyo@ee.its.ac.id

Abstract— Saat ini, komunikasi kooperatif banyak menarik perhatian peneliti karena kemampuannya mengatasi masalah fading melalui diversity spatial, sementara juga dapat mengatasi kendala instalasi antena jamak pada piranti komunikasi mobile yang berukuran kecil. Penerapan komunikasi kooperatif pada sistem seluler memungkinkan terdapat komunikasi antar 2 terminal bergerak. Pergerakan antar terminal tersebut menyebabkan efek Doppler, diantaranya berupa pergeseran frekuensi sinyal transmisi yang dapat menurunkan kinerja sistem keseluruhan. Studi kinerja sistem komunikasi kooperatif diteliti menggunakan model kanal mobile-to-mobile dengan dan tanpa komponen LOS. Kinerja sistem pada kedua model kanal diteliti dengan kecepatan terminal TX dan RX yang bervariasi. Untuk validasi, kinerja sistem kooperatif dibandingkan dengan sistem nonkooperatif. Hasil analisa menunjukkan bahwa efek Doppler pada kinerja BER sistem dengan relay amplify and forward cukup besar, yaitu dengan asumsi MRC ideal, pada BER (10^{-2}), pengaruh perubahan kecepatan dapat diamati dari range perbedaan kebutuhan Eb/No yaitu sampai sekitar 1 dB untuk NLOS dan sekitar 1,5 dB untuk LOS.

Keywords— Komunikasi kooperatif, kanal mobile-to-mobile, Efek Doppler, kinerja BER.

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi VLSI dan algoritma pengolahan sinyal, kebutuhan layanan komunikasi multimedia yang meliputi informasi: suara, data, gambar dan video dapat dipenuhi. Komunikasi multimedia menuntut transmisi informasi kecepatan tinggi dan kebutuhan bandwidth yang sangat lebar sehingga rentan terhadap *frequency selective fading*. Salah satu penyebab terjadinya *fading* ini adalah Bergeraknya terminal kanal sehingga menjumpai lingkungan (letak) objek penghambur sinyal yang berubah dengan laju perubahan relatif cepat terhadap laju

data sehingga respon impuls kanal juga berubah terhadap waktu lebih cepat.

Salah satu teknik untuk mengatasi kondisi kanal yang berubah-ubah (*fading*) dan saat ini banyak diteliti adalah teknik diversitas. Terdapat beberapa teknik diversitas salah satunya adalah diversitas *spatial*. Penerapan diversitas spatial diperlukan antena jamak pada BTS (*base station*) agar dapat dicapai transmit *diversity* arah *downlink*. Sayangnya transmit *diversity* dengan antena array ini tidak secara langsung dapat diaplikasikan pada arah *uplink* dikarenakan keterbatasan ukuran pada terminal komunikasi mobile user. Oleh karena itu, dikembangkan teknik diversitas lain yang disebut diversitas kooperatif. Diversitas kooperatif memerlukan bentuk kerja sama dalam hal penyampaian informasi ke tujuan dengan user lain (*partner*) yang bertindak sebagai *relay*. Karena sifat broadcast user lain yang idle dan terletak diantara pemancar (MS sumber) dan Tujuan (BS tujuan) berpeluang untuk membantu meneruskan informasi ke tujuan. Dengan teknik diversitas kooperatif ini sekumpulan *user mobile* dapat berbagi antena pemancarnya membentuk antena array virtual sehingga transmit *diversity* dapat dicapai pada arah *uplink*.

Sifat statistik *relay amplify and forward* (AF) yang digunakan pada sistem kooperatif telah diteliti pada kanal *mobile-to-mobile* dengan model cincin-ganda pita sempit tanpa melibatkan komponen LOS oleh [1]. Pada kenyataannya terdapat beberapa kondisi dimana terdapat komponen LOS khususnya untuk daerah-daerah pinggiran kota dimana tidak banyak gedung bertingkat, tetapi aktifitas mobile juga tetap padat dengan laju kendaraan cukup tinggi. Oleh karena itu pada paper ini dibahas pengaruh mobilitas user pada kinerja BER sistem komunikasi kooperatif untuk arah *uplink*.

Respon impuls kanal *mobile-to-mobile* dengan model penghambur ring-ganda dan dengan komponen LOS telah dirumuskan dan diteliti sifat statistiknya oleh [Wang, dkk]. Model kanal yang telah diturunkan oleh Wang, dkk. ini digunakan untuk memperdalam analisa kinerja BER sistem komunikasi kooperatif pada kanal *mobile-to-mobile* dengan *relay amplify and forward* untuk arah *uplink*.

Untuk kanal *mobile-to-fixed* (antara sumber MS (Mobile Station) dan tujuan BS (Base Station)) digunakan

model yang juga diturunkan oleh [2]. Bila tidak terdapat komponen LOS, model ini mempunyai kesamaan dengan model Jake yang digunakan oleh Patel untuk kanal BS (sumber) ke MS (relay) dalam arah *downlink*. Alasan pemilihan teknik *relaying amplify and forward* karena hardware dan pengolahan sinyalnya sederhana serta tidak membutuhkan konsumsi waktu (proses) yang banyak.

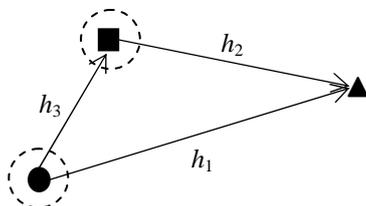
II. MODEL SISTEM

Strategi transmisi kooperatif pada jaringan *wireless* ditetapkan terdiri dari dua fase. Pada fase I, tiap *user mobile* sumber mengirim data ke tujuan (yaitu BTS atau *base station*), karena sifat *broadcast* maka data yang dikirim juga diterima oleh *user mobile* mitra. Fase ini disebut sebagai “fase transmisi informasi-sendiri”. Pada fase II, *user mobile* kedua membantu partnernya meneruskan data yang diterima pada fase I ke tujuan. Oleh karena itu, fase ini disebut “fase transmisi informasi-kooperatif” atau “fase *relaying*”. Pada strategi *amplify and forward* sinyal yang diterima hanya dikuatkan saja dan kemudian diteruskan ke tujuan.

Model komunikasi kooperatif dengan lokasi penghambur berbentuk cincin (diasumsikan terdapat banyak penghambur yang tersebar merata mengelilingi TX atau RX) diperlihatkan pada gambar 1. Pada gambar tersebut lokasi terminal-bergerak (MS) sumber dan *relay*, dan terminal tetap (BS tujuan) yang terlibat dalam transfer informasi diasumsikan satu dengan lainnya berjarak cukup jauh sedemikian rupa sehingga letak penghambur dimodelkan dengan cincin-ganda. Untuk kanal antar terminal bergerak dan terminal *fixed* model penghambur direduksi menjadi model cincin-tunggal karena diasumsikan BTS cukup tinggi sedemikian rupa sehingga tidak terdapat scatter disekitarnya.

Mekanisme *relaying amplify and forward* dengan gain *fixed* yang dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$A = \sqrt{\frac{E_2}{E[r_1^2]}} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1\sigma_1^2 + \sigma_n^2}} \tag{1}$$



Keterangan :

- = Sumber *Mobile*
- = Relay Mitra *Mobile*
- ▲ = Tujuan *fixed*

Gambar 1. Model kanal *mobile-to-mobile* untuk komunikasi kooperatif

Dengan E_2 = daya pancar *relay*, $E[\cdot]$ = ekspektasi, r_1 sinyal dari sumber yang diterima oleh *relay* setelah melewati kanal h_1 dengan daya σ_1^2 dan telah terkena noise dengan daya σ_n^2 .

III. MODEL KANAL *MOBILE-to-MOBILE*

Komunikasi kooperatif selular memungkinkan terjadinya komunikasi antar dua terminal bergerak, oleh karena itu kinerja sistem komunikasi lebih cocok bila dianalisa dengan menggunakan model kanal yang lebih tepat yaitu model kanal *mobile-to-mobile* dan *mobile-to-fixed*. Model kanal *mobile-to-mobile* dipengaruhi oleh distribusi lokasi (lingkungan) penghambur. Terdapat dua model kanal yang digunakan untuk analisa pada paper ini, yaitu model penghambur cincin-ganda dengan dan tanpa LOS dan model penghambur cincin-tunggal dengan dan tanpa LOS. Masing-masing model diberikan sebagai berikut :

A. Model Penghambur Cincin-Ganda

Model penghambur terletak disekeliling cincin dengan distribusi uniform. [1] memperlihatkan model tersebut. Pada model ini, metode jumlahan-sinusoida digunakan untuk mendekati kanal *Rayleigh mobile-to-mobile*. Penghambur diasumsikan berdistribusi uniform. Misal masing-masing pemancar dan penerima bergerak dengan kecepatan \bar{v}_1 dan \bar{v}_2 , maka untuk semua lintasan *MN* yang saling bebas, amplitudo sinyal kompleks ternormalisasi yang diterima dapat dinyatakan sebagai :

$$h^{NLOS}(t) = \sqrt{\frac{1}{MN}} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \exp[j(2\pi f_1 t \cos \alpha_n + 2\pi f_2 t \cos \beta_m + \phi_{nm})] \tag{2}$$

dengan $f_1 = \frac{|\bar{v}_1|}{\lambda}$ dan $f_2 = \frac{|\bar{v}_2|}{\lambda}$ masing-masing merupakan frekuensi Doppler maksimum yang terjadi karena gerakan Tx dan Rx. $|\bar{v}|$ notasi untuk panjang dari vektor \bar{v} , sementara λ notasi untuk panjang gelombang pembawa. Pada (2),

$$\alpha_n = \frac{2\pi m - \pi + \theta_n}{4N} \tag{3}$$

Dan

$$\beta_m = \frac{2(2\pi m - \pi + \psi_m)}{4M} \tag{4}$$

dengan sudut keberangkatan pada tiap lintasan scatter (θ_n), sudut kedatangan (ψ_m) dan ϕ_{nm} pada $h^{NLOS}(t)$

ketiganya merupakan variable acak berdistribusi uniform dalam interval $[-\pi, \pi)$ yang saling bebas.

B. Model Penghambur Cincin-ganda dengan Komponen LOS

Pada situasi tertentu, terdapat komponen LOS antara pemancar dan penerima. Gambar 2 diusulkan digunakan untuk penurunan model “cincin-ganda dengan komponen LOS”. Dimana pada cincin scattering ganda, komponen LOS ditambahkan diantara pemancar dan penerima. Penyederhanaan rumusan matematik pada [3] dilakukan dengan menggunakan konsep gerakan relatif. Gambar 3 memperlihatkan kecepatan relatif (\bar{v}_3) dari pemancar ke penerima bila kecepatan penerima diset nol, sedangkan θ_3 adalah sudut antara \bar{v}_3 dan lintasan LOS. Kecepatan relatif pemancar, \bar{v}_3 , dinyatakan dengan :

$$|\bar{v}_3| = \sqrt{(|\bar{v}_1| \cos \theta_{12} - |\bar{v}_2|)^2 + (|\bar{v}_1| \sin \theta_{12})^2} \quad (5)$$

$$\theta_3 = \theta_1 + \theta_{13} \quad (6)$$

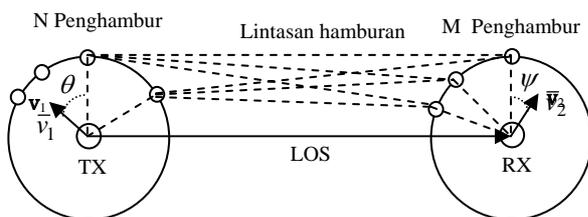
dengan θ_{12} adalah sudut antara vektor \bar{v}_1 dan \bar{v}_2 ; θ_1 sudut antara vektor \bar{v}_1 dan lintasan LOS dan sudut antara vektor \bar{v}_1 dan \bar{v}_3 adalah :

$$\theta_{13} = \cos^{-1} \left(\frac{|\bar{v}_1|^2 + |\bar{v}_3|^2 - |\bar{v}_2|^2}{2|\bar{v}_1||\bar{v}_3|} \right) \quad (7)$$

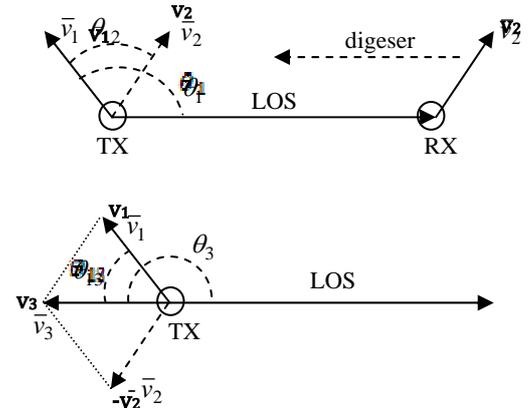
dengan demikian komponen LOS dapat dinyatakan sebagai,

$$h^{LOS}(t) = \sqrt{K} \exp[j(2\pi f_3 t \cos \theta_3 + \phi_0)] \quad (8)$$

dengan K adalah rasio daya spekulat terhadap daya hamburan, f_3 adalah frekuensi Doppler maksimum yang disebabkan oleh \bar{v}_3 dan phase awal ϕ_0 berdistribusi uniform dalam interval $[-\pi, \pi)$. Karena fading Rayleigh adalah kondisi khusus dari fading Rician tanpa komponen spekulat, maka sinyal terima kompleks dari kanal Rician ekivalen dengan jumlahan dari sinyal hamburan dan komponen LOS. Oleh karena itu, dengan referensi (1) dan (8) selubung kompleks yang diterima dari kanal fading Rician mobile-to-mobile dapat ditulis sebagai:



Gambar 2. Model penghambur cincin-ganda pada sistem mobile-to-mobile dengan komponen LOS



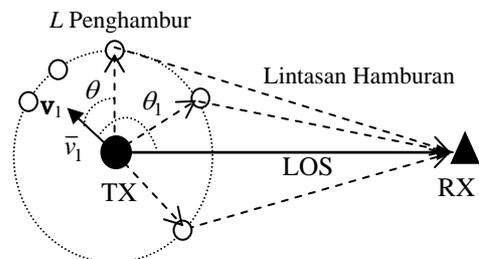
Gambar 3. Kecepatan relative \bar{v}_3 dari TX dengan kecepatan \bar{v}_1 terhadap RX dengan kecepatan \bar{v}_2

$$h(t) = \frac{h^{NLOS}(t) + h^{LOS}(t)}{\sqrt{1 + K}} \quad (9)$$

Pada sistem kooperatif terdapat kanal antara terminal mobile dan base station. Oleh karena itu, untuk analisis sistem digunakan model kanal mobile-to-fixed dengan model penghambur cincin-tunggal.

C. Model Penghambur Cincin-Tunggal

Model kanal mobile-to-fixed (BS) dikembangkan dari model penghambur cincin-tunggal seperti yang diusulkan pada [4], model ini dimungkinkan karena antenna base station terletak cukup tinggi sehingga tidak ada komponen penghambur disekelilingnya, penghambur hanya terdistribusi disekeliling terminal mobile saja. Gambar 4 menunjukkan model penghambur cincin-tunggal dengan komponen LOS.



Gambar 4. Lingkungan penghambur cincin-tunggal untuk kanal *fading Rician mobile-to-mobile*

Pada model ini, sinyal terima adalah merupakan jumlahan dari sinyal-sinyal dari tiap lintasan penghambur dengan komponen LOS. Karena base-station (RX) tidak bergerak atau posisinya tetap disuatu titik maka $\bar{v}_2 = 0$, sehingga persamaan sinyal kompleks untuk kanal *mobile-to-fixed* adalah:

$$h(t) = \frac{\sqrt{\frac{1}{N}} \sum_{n=1}^N \exp[j(2\pi f_1 t \cos \alpha_n + \phi_n)]}{\sqrt{1+K}} + \frac{\sqrt{K} \exp[j(2\pi f_3 t \cos \theta_3 + \phi_0)]}{\sqrt{1+K}} \quad (10)$$

IV. METODE COMBINING

Pada sistem komunikasi kooperatif terdapat dua fase dalam proses pengiriman data yaitu fase langsung dan fase kooperasi. Dua sinyal tersebut harus dikombinasikan untuk kemudian dideteksi. Ada beberapa metode *combining*, yaitu *Equal Ratio Combining* (ERC), *Fixed Ratio Combining* (FRC), *Signal to Noise Ratio Combining* (SNRC), dan *Maximum Ratio Combining* (MRC). Untuk analisa pada paper ini dipilih MRC. Pada metode MRC, setiap sinyal input dikalikan dengan *conjugate* dari respon impuls kanal, dimana penerima diasumsikan mengetahui dengan tepat pergeseran fase dan redaman kanal (estimasi kanal ideal). Selanjutnya kombinasi sinyal dilakukan dengan persamaan :

$$y_d(n) = h_{sd}^*(n)y_{sd}(n) + h_{rd}^*(n)y_{rd}(n) \quad (11)$$

Dengan mengacu gambar 1, maka $h_{sd}^*(t)$ *conjugate* dari $h_1(t)$ dan $h_{rd}^*(t)$ perkalian dari *conjugate* dari $h_2(t)$ dan $h_3(t)$.

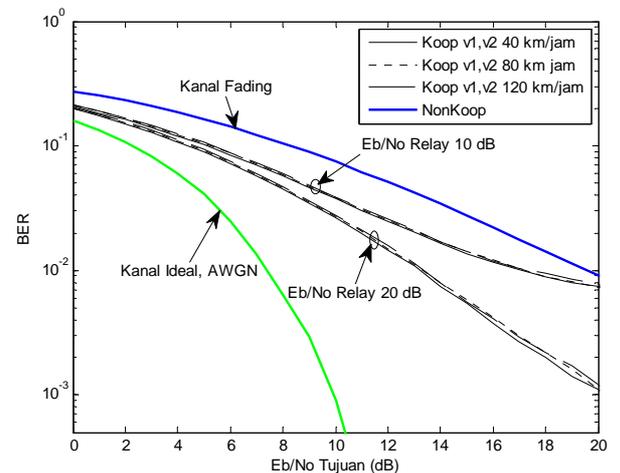
V. ANALISA SISTEM

Analisa kinerja sistem komunikasi kooperatif pada kanal *mobile-to-mobile fading* dengan *relay amplify and forward* dibagi menjadi 2, kanal dengan LOS dan tanpa LOS (NLOS), dibandingkan dengan beberapa perubahan kecepatan pemancar dan penerima dibandingkan dengan model kanal *Rayleigh* konvensional untuk validasi simulasi dan dibandingkan dengan sistem non kooperatif untuk analisa pengaruh diversitas kooperatif.

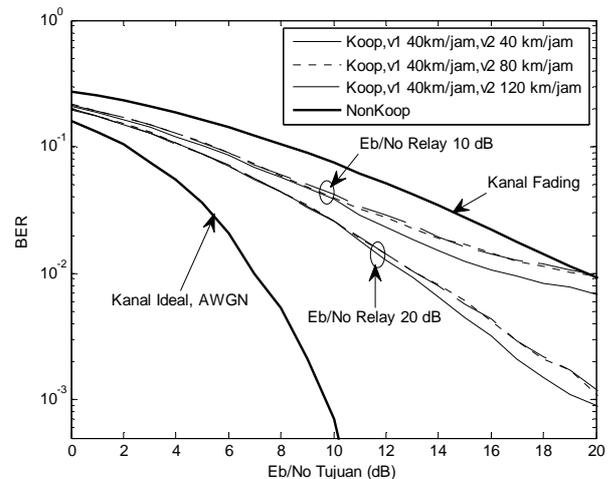
A. Analisa BER Sistem Kooperatif dalam Kanal NLOS

Pengaruh kecepatan antar terminal *mobile* pada sistem komunikasi kooperatif dengan teknik *relaying amplify & Forward* (A & F) diteliti dengan melihat kinerja BER sistem dengan asumsi kecepatan kedua

terminal *mobile* sama dan kecepatan *mobile* dipilih 40 km/jam 80 km/jam dan 120 km/jam, hasil simulasi untuk sistem tersebut diberikan pada gambar 4. Sedangkan untuk kecepatan antar terminal bergerak yang berbeda diteliti untuk kondisi kecepatan terminal Tx (sumber) di set 40 km/jam dan kecepatan terminal Rx (*relay*) divariasi 40 km/jam, 80 km/jam dan 120 km/jam dan hasilnya diberikan pada gambar 5. Untuk memberikan efek *Doppler* yang lebih besar agar bisa teramati, juga diasumsikan bahwa kedua kendaraan saling mendekat. Dari gambar 5 dan gambar 6 terlihat bahwa perbedaan kecepatan antar terminal berpengaruh pada kinerja BER dan besarnya ± 1 dB. Perbedaan tersebut lebih jelas terlihat pada nilai BER cukup besar dimana pengaruh noise berkurang sehingga yang lebih dominan adalah pengaruh kanal *mobile-to-mobile*. Sedangkan untuk kondisi kanal *mobile-to-mobile* dengan komponen LOS untuk factor-K diasumsikan sebesar 4 (model C dalam [6]) diberikan sebagai berikut:



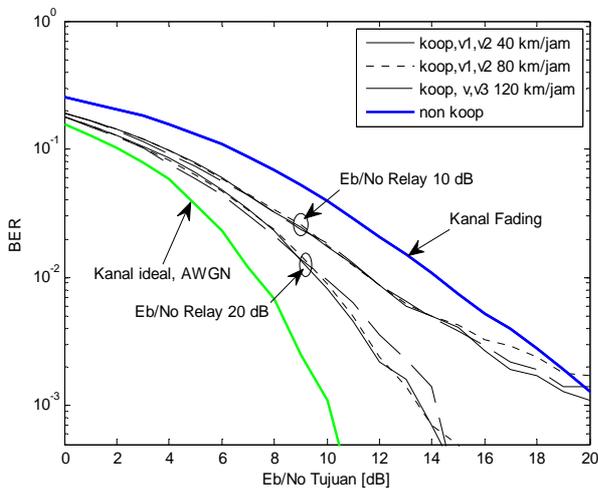
Gambar 5. Kinerja BER sistem untuk kanal *mobile-to-mobile* NLOS dengan kecepatan Tx/Rx sama



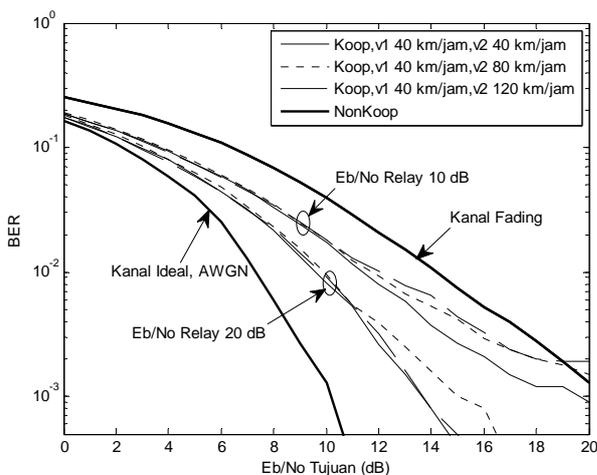
Gambar 6. Kinerja BER sistem untuk kanal *mobile-to-mobile* NLOS dengan kecepatan Tx/Rx berbeda

B. Analisa BER Sistem Kooperatif dalam Kanal LOS

Untuk kondisi kanal *fading* dimana terdapat komponen LOS, kinerja BER hasil simulasi sistem komunikasi kooperatif diberikan pada gambar 7 untuk kondisi tanpa perbedaan kecepatan dan gambar 8 dengan perbedaan kecepatan. Dari kedua gambar terlihat bahwa pada kanal dengan komponen LOS, perbedaan kecepatan antar terminal juga memberikan pengaruh yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena komponen LOS mempengaruhi korelasi antara arah gerakan terminal Tx dan Rx yang memberikan kontribusi efek *Doppler* sehingga kinerja BER menjadi lebih besar, sedangkan pada kanal NLOS arah gerakan antar terminal tidak berkorelasi, arah gerakan terminal tersebut hanya berkorelasi dengan scatter yang bersifat acak dan terdistribusi disekeliling terminal, sehingga mengakibatkan efek *Doppler* yang besarnya bervariasi.



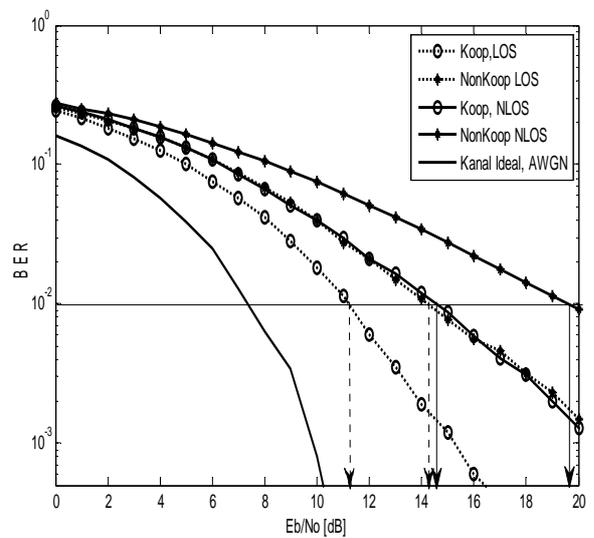
Gambar 7. Kinerja BER sistem untuk kanal *mobile-to-mobile* LOS dan kecepatan Tx-Rx sama



Gambar 8. Kinerja BER sistem untuk kanal *mobile-to-mobile* LOS dan kecepatan Tx-Rx berbeda

C. Perbandingan Kinerja Diversitas pada Kanal *Fading* dengan LOS dan NLOS

Pengaruh perbaikan kinerja dengan teknik diversitas kooperatif juga dipengaruhi oleh kondisi kanal, hal ini dapat dilihat pada gambar 9. Pada BER 10^{-2} Perbaikan diversitas kooperatif untuk kanal NLOS adalah sekitar 5 dB sedangkan pada kanal LOS sekitar 3 dB. Perbedaan ini karena besar *fading* yang diakibatkan oleh scatter disekeliling terminal *mobile* berbeda, Pada kanal NLOS besarnya *fading* yang diakibatkan lebih besar daripada kanal LOS, disini lain diversitas kooperatif adalah satu teknik yang dikembangkan untuk mengatasi masalah *fading*. Jadi lebih besar pengaruh *fading*, maka perbaikan kinerja yang diperoleh juga semakin besar.



Gambar 9. Perbandingan perbaikan kinerja BER sistem kooperatif dengan kanal *mobile-to-mobile* LOS dan NLOS

VI. DISKUSI

Secara umum model kanal *mobile-to-mobile* LOS maupun NLOS dapat digunakan untuk mengamati pengaruh mobilitas pada kinerja sistem komunikasi khususnya adalah komunikasi kooperatif dimana melibatkan komunikasi langsung antar terminal bergerak baik arah uplink maupun arah downlink. Pada pengamatan diatas walaupun metode MRC yang digunakan ideal, sehingga pengaruh *Doppler* sebagian besar dapat dihilangkan, namun pengaruh *Doppler* masih dapat diamati dari variasi perubahan Kinerja BER pada BER kecil ($< 10^{-2}$).

Dari gambar 5 s/d 8 dapat diamati bahwa kinerja komunikasi kooperatif dipengaruhi oleh kondisi Eb/No pada *relay*, bila Eb/No *relay* (link sumber-*relay*) lebih kecil daripada Eb/No tujuan terlihat bahwa pada harga Eb/No tujuan (link *relay*-tujuan (BS)) tertentu terdapat kondisi dimana kinerja kooperatif lebih buruk daripada kinerja nonkooperatif. Dan perbaikan kinerja kooperatif

akan terus didapatkan bilamana E_b/N_0 relay minimal sama dengan E_b/N_0 tujuan.

VII. KESIMPULAN

Pengaruh *Doppler* pada kinerja BER sistem komunikasi kooperatif dengan *relay amplify and forward* dan teknik combining yang ideal pada kanal *mobile-to-mobile* cukup signifikan dan besarnya bervariasi dengan perbedaan sampai 1 dB. Efek *Doppler* menjadi sedikit lebih besar (sekitar 0.5 dB) bila terdapat komponen LOS. Komponen LOS mengakibatkan korelasi antara arah gerakan 2 terminal *mobile* yang memberikan kontribusi pada besarnya efek *Doppler* sehingga menurunkan kinerja BER sistem keseluruhan. Pengaruh *fading* pada model kanal *mobile-to-mobile* NLOS lebih dominan dibandingkan dengan model kanal *mobile-to-mobile* LOS (asumsi E_b/N_0 relay sama dengan E_b/N_0 tujuan), pada BER 10^{-2} perbaikan kinerja karena penggunaan teknik kooperatif lebih besar sekitar 2 dB.

PUSTAKA

- [1] C. S. Patel, G.L. Stuber, and T. G. Pratt, "Simulation of Rayleigh faded mobile-to-mobile communication channels," *IEEE Veh. Technol. Conf.*, vol. 1, pp. 163-167, Oct. 6-9, 2003.
- [2] Li-Chun Wang, Wei-Cheng Liu, and Yun-Huai Cheng, "A Statistical mobile-to-mobile Rician Fading Channel Model," *IEEE. Veh. Technol. Conf.*, vol. 1, Stockholm, May 30-Jun, 1, 2005, pp. 63-67.
- [3] C Xiao, Y.R. Zheng, and N. C. Beaulieu, "Statistical simulation models for Rayleigh and Rician fading," *IEEE Int. Conf. on Commun.*, pp. 3524-3529, May 16-20, 2003.
- [4] A. S. Akki and F. Haber, "A statistical model for mobile-to-mobile land communication channel," *IEEE Trans. On Veh. Technol.*, vol. VT-35, no. 1, pp. 2-7, Feb, 1986.
- [5] C. S. Patel, G. L. Struber, and T. G. Pratt, "Simulation of Rayleigh faded mobile-to-mobile communication channels," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 53, no. 11, pp. 1876-1884, Nov. 2005
- [6] V. Erceg, L.J. Greenstein, S. Y. Tjandra, S.R. Parkoff, A. Gupta, B. Kulic, A.A. Julius, and R. Bianchi, "An Empirically Based path loss model for

wireless channels in suburban environments," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 17, pp. 1205-1211, July 1999.

- [7] A. Sendonaris E. Erkip and B. Aazhang "User cooperation diversity - Part I and II," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 51, No. 11, Nov. 2003.
- [8] P. A. Anghel and M. Kaveh "Exact symbol error probability of a cooperative network in a Rayleigh-fading environment" *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 3, No. 5, pp. 14116-:14211 Sep. 2004.
- [9] A. Nosratinia, A. Hedayat, and T.E. Hunter, "Cooperative Communication in *Wireless Networks*", *IEEE Communication Magazine*, vol. 42,10, pp. 74-80, 2004.
- [10] J.G. Proakis, *Digital Communications*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 2001.
- [11] J.N. Laneman, D.N.C. Tse, and G.W. Wornell, "Cooperative diversity in *wireless networks*: Efficient protocols and outage behavior", *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 50, no.12, pp. 3061-3080, Dec. 2004.
- [12] Z. Han, T Himsoon, W.P.Siriwongpirat, and K.J.R. Liu, "Energy-Efficient Cooperative Transmission over multiuser OFDM Networks: Who Helps Whom and How to Cooperate", *IEEE WCNC 2005*, vol.2, pp.1030-1035, Mar. 2005.

RIWAYAT PENULIS

Titiek Suryani, penulis menamatkan pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dalam bidang Telekomunikasi pada tahun 1988 dan menamatkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung dalam bidang Sistem Informasi Telekomunikasi pada tahun 1999. Saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Jurusan Teknik Elektro – FTI – ITS dan melanjutkan studi S3 di Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro-FTI-ITS.

Gamantyo Hendratoro, penulis menamatkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Elektro ITS dalam bidang Teknik Telekomunikasi pada tahun 1992 dan menamatkan pendidikan S2 & S3 di Carleton University, Canada masing-masing pada th 1997 dan 2001. Saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Jurusan Teknik Elektro – FTI - ITS. Penulis aktif menjabat sebagai kepala Lab. Antena dan Propagasi Gelombang Radio di JTE-FTI-ITS.

Teknik Peramalan Data Time Series Berbasis Dekomposisi Wavelet dan Multi Layer Perceptron

Diana Purwitasari, Rully Sulaiman, Ario Menak Sanoyo

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Email: diana@if.its.ac.id, rully@is.its.ac.id

Abstrak—Analisa data *time series* banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti peramalan. Problem klasik adanya *noise* pada data akan teratasi dengan memisahkan pola frekuensi. Peramalan dengan transformasi wavelet mengungkapkan aspek frekuensi dengan proses dekomposisi frekuensi. Dekomposisi wavelet diekspresikan sebagai fungsi kombinasi penambahan antara koefisien wavelet, koefisien aproksimasi dan koefisien detail, dalam tingkat resolusi level yang berbeda. Proses selanjutnya adalah melatih dan melakukan simulasi nilai di tiap level dengan jaringan saraf tiruan guna mendapatkan koefisien bias dan bobot untuk prediksi nilai koefisien. Hasil uji coba bertujuan untuk mengetahui kinerja kombinasi metode dekomposisi wavelet dan jaringan saraf tiruan. Uji coba menggunakan data dengan karakteristik pola yang berbeda. Evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi metode disini dapat memberikan hasil prediksi yang lebih baik pada seluruh tipe data untuk peramalan satu tahap. Pada peramalan beberapa tahap, kinerja lebih baik terlihat pada data bertipe stasioner dan musiman. Selain itu penambahan tingkat dekomposisi wavelet untuk peramalan belum tentu memberikan hasil kinerja yang lebih baik.

Kata kunci— analisa data *time series*, dekomposisi wavelet, multi layer perceptron

I. PENDAHULUAN

Analisa data *time series* banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, misalnya untuk membantu prediksi alokasi kebutuhan sumber daya [1][2]. Hasil dari peramalan sangat beragam tergantung dari metode yang digunakan oleh penentu keputusan. Diantara kesulitan yang sering muncul adalah permasalahan data dengan frekuensi tinggi atau adanya *noise*. Permasalahan akan teratasi dengan memisahkan pola frekuensi rendah dengan pola frekuensi tinggi. Oleh karena itu peramalan diawali dengan analisa korelasi untuk mengetahui karakteristik data guna membuktikan bahwa data bukan merupakan *noise*.

Peramalan disini mengaplikasikan transformasi wavelet, yang sering digunakan dalam analisa data *time series*, untuk mengungkapkan aspek frekuensi pada proses dekomposisi frekuensi [3][4]. Dalam analisa wavelet, digunakan istilah aproksimasi untuk menjelaskan komponen frekuensi rendah dan detail untuk menjelaskan komponen frekuensi tinggi. Selanjutnya teknik peramalan tersebut akan diimplementasikan dalam sebuah sistem prediksi berbasis wavelet untuk mendekomposisi komponen frekuensi. Sedangkan jaringan syaraf tiruan berfungsi sebagai algoritma prediksi nilai koefisien aproksimasi dan koefisien detail. Rekonstruksi dari kedua koefisien akan menghasilkan nilai hasil analisa prediksi dan dekomposisi. Kemudian akan

dilakukan perhitungan *error* antara data hasil prediksi, berupa grafik dan nilai numerik, dengan data sebenarnya. Penggunaan grafik mendukung usaha untuk memperjelas tingkat kesalahan prediksi sebagai analisa secara visual.

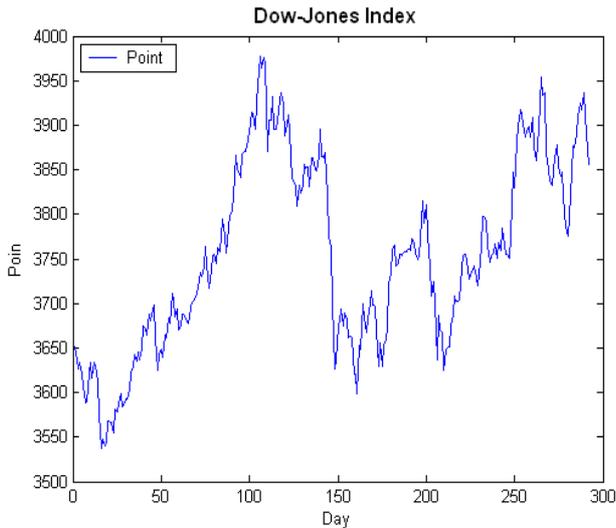
Ketidakpastian sangat mungkin terjadi dalam data *time series* sehingga tingkat akurasi sering dipertanyakan. Walaupun begitu terdapat pula kejadian yang dapat diprediksi dengan mudah karena memiliki pola tertentu seperti waktu terbitnya matahari, cuaca, kecepatan obyek yang sedang jatuh, penjualan musiman dsb. Terdapat lima jenis data yang akan digunakan dalam uji coba peramalan data *time series* ini; data bulanan produksi (a) batu bata dan (b) listrik di Australia, (c) data tahunan sunspot matahari, (d) data harian saham Dow Jones, serta (e) data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris. Data-data tersebut memiliki karakteristik pola yang berbeda berdasarkan analisa koefisien Auto Correlation Function (ACF) dan Partial ACF (PACF). Data dengan tipe non-stationer adalah data (a), (b), (c), dan (d). Selain itu data (b) dan data (e) juga memiliki karakteristik data dengan tipe musiman.

Evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi metode disini dapat memberikan hasil prediksi yang lebih baik pada seluruh tipe data untuk peramalan satu tahap. Pada peramalan beberapa tahap, kinerja lebih baik terlihat pada data bertipe stasioner dan musiman. Selain itu penambahan tingkat dekomposisi wavelet untuk peramalan belum tentu memberikan hasil kinerja yang lebih baik.

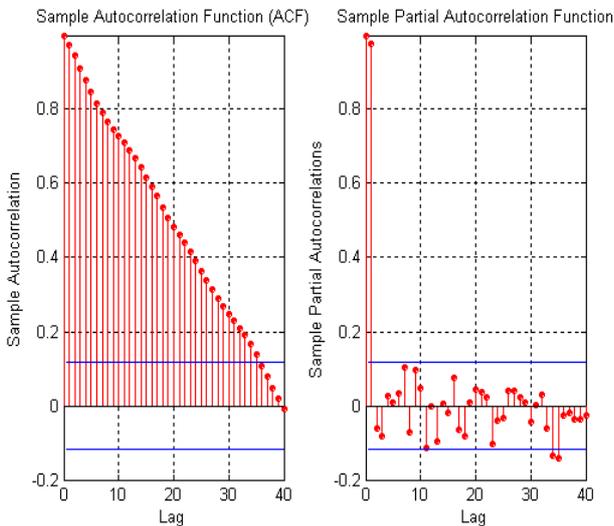
Makalah tentang peramalan dengan kombinasi dekomposisi wavelet dan *multi layer perceptron* akan diawali dengan ulasan untuk melakukan deteksi *noise* pada data. Kemudian bahasan akan setiap metode pendukung peramalan yakni transformasi wavelet beserta bahasan tersendiri tentang penggunaan *multi layer perceptron* sebagai algoritma prediksi akan mengikutinya. Berikut adalah kombinasi metode tersebut dalam peramalan yang dilengkapi dengan pengujian sistem dan diakhiri dengan simpulan.

II. DETEKSI NOISE DENGAN ANALISA KORELASI ANTAR LAG

Parameter yang terpenting dari teknik peramalan data *time series* adalah hubungan perbandingan antar data dalam satuan unit waktu (*lag period*) sebelum nilai prediksi. Pendekatan statistik autokorelasi (*autocorrelation*) dan autokovarian (*autocovariance*) memiliki fungsi yang sama dalam hal mengukur tingkat skala hubungan antara unit data beserta keacakannya (*randomness*) dalam data *time series* [5]. Dalam proses pendeteksian dilakukan analisa korelasi



Gambar 1. Grafik Dow Jones Index 292 hari perdagangan bertipe stationer.



Gambar 2. Grafik ACF dan PACF Dow Jones Index 292 hari perdagangan.

terhadap data *time series* untuk mengetahui aspek karakteristik data dan membuktikan bahwa data bukan merupakan *noise*.

Fungsi autokorelasi (*autocorrelation function*, ACF) terjadi antar beberapa lag dalam beberapa periode, seperti autokorelasi pada lag ke 1, 2, 3, 4,dst. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati nol atau dibawah batas nilai kepercayaan maka diantara data tersebut dianggap tidak memiliki korelasi.

Beberapa analisa dari karakteristik grafik plot ACF data *time series* antara lain lag ke 0 selalu bernilai satu, jika autokorelasi menurun secara perlahan maka data bertipe non-stationer, dan jika seluruh ACF mendekati 0 atau di bawah nilai kritis maka dapat dianggap *white noise*. Portmanteu Test juga dilakukan sebagai pengukuran statistik yang digunakan untuk pengecekan jikalau suatu data *time series* dapat dikategorikan sebagai *white noise*. Jika secara signifikan nilai ACF tidak berbeda jauh dari nilai nol, maka

indikasi yang terjadi adalah tidak adanya korelasi antar nilai dalam data *time series*.

PACF juga dapat digunakan untuk mengukur derajat keterkaitan antar waktu pertama Y_t dan kedua Y_{t-k} dengan mengesampingkan pengaruh sebelum waktu pertama $t=1,2,3,\dots,k-1$. Karakteristik PACF sama dengan ACF. Hasil dari analisa ACF dan PACF ditampilkan dalam bentuk grafik stem dengan *default lag* berjumlah 20 *lag time*.

Salah satu contoh tipe data *time series* adalah stationer yaitu pola data tanpa adanya *trend* yang secara signifikan cenderung naik ataupun turun. Dengan kata lain fluktuasi data berada di sekitar rata-rata yang tetap, varians yang tidak berubah dan independen terhadap waktu. *Trend* merupakan kenaikan atau penurunan grafik *time series* dalam jangka waktu yang panjang.

Pada Gambar 1 ditunjukkan grafik Dow Jones Index selama 251 hari perdagangan. Plot terhadap waktu memperlihatkan non-stationer terhadap rata-rata. Grafik ACF pada Gambar 2 juga memperlihatkan pola deret non-stationer dengan penurunan nilai autokorelasi yang relatif perlahan. Autokorelasi dari lag ke satu memiliki nilai paling besar dan positif yakni 1.

III. DESAIN SISTEM PERAMALAN

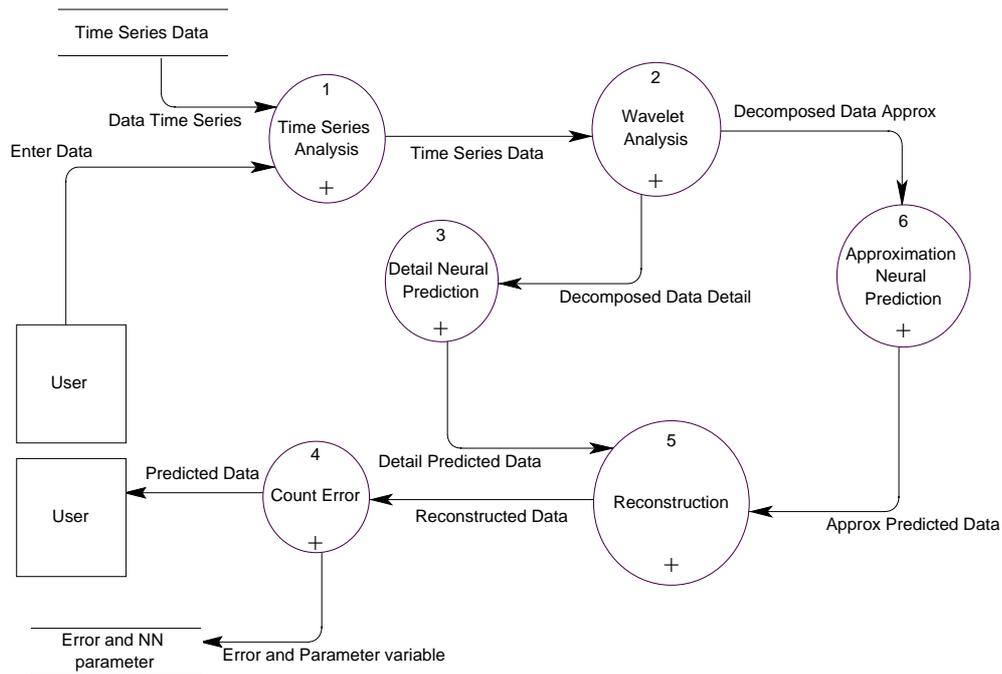
A. Dekomposisi Wavelet À Trous

Hasil observasi data *time series* selalu berbentuk diskrit sehingga algoritma À Trous dipilih untuk melakukan transformasi wavelet diskrit. Dekomposisi wavelet dapat diekspresikan sebagai fungsi kombinasi penambahan antara koefisien wavelet, koefisien aproksimasi dan koefisien detail, dalam tingkat resolusi yang berbeda dengan penggunaan wavelet À Trous. Transformasi wavelet À Trous dalam tiap tingkat resolusinya merupakan hasil konvolusi dari diskrit filter *low pass* [6]. Proses dekomposisi diiterasikan di setiap tingkat resolusi dengan memisahkan koefisien aproksimasi suatu level menjadi koefisien aproksimasi dan koefisien detail pada level berikutnya yang lebih rendah. Maksimum level dekomposisi tidak dapat ditentukan secara pasti. Namun batas maksimum terjadi ketika jumlah data tidak dapat dibagi lagi menjadi koefisien yang lebih rendah. Selain dekomposisi, pada tahap terakhir output hasil prediksi akan diberikan ke proses rekonstruksi sinyal asli dari data *time series* dengan dua nilai koefisien tersebut. Rekonstruksi dari kedua koefisien, aproksimasi dan detail, menghasilkan nilai hasil analisa prediksi dan dekomposisi.

B. Penggunaan Multi Layer Perceptron Sebagai Algoritma Prediksi

Proses selanjutnya adalah melatih dan melakukan simulasi nilai tiap level koefisien detail dan level terbawah dari koefisien aproksimasi dengan jaringan saraf tiruan. Tujuan pembelajaran dengan jaringan saraf tiruan adalah mendapatkan koefisien bias dan bobot untuk prediksi nilai koefisien aproksimasi dan koefisien detail [4].

Diawali dengan menerima input hasil dekomposisi wavelet berupa koefisien detail, kemudian pembelajaran dilakukan pada koefisien detail di tiap level dengan input dari proses awal. Koefisien bias dan bobot yang dihasilkan dari data pembelajaran menjadi input pada proses simulasi



Gambar 3. Diagram alur proses – proses pada sistem peramalan berbasis Dekomposisi Wavelet dan Multi Layer Perceptron.

selanjutnya. Langkah – langkah tersebut dilakukan guna mendapatkan prediksi nilai koefisien detail. Proses pembelajaran yang lain dengan tujuan mendapatkan prediksi nilai koefisien aproksimasi juga memiliki langkah awal yang sama. Namun pembelajaran tidak menggunakan input dari proses awal, melainkan dilakukan pada koefisien aproksimasi pada level terbawah. Setelah hasil simulasi telah mencapai target yang diinginkan atau epoch maksimum, maka data tes diplot dengan metode regresi linier. Proses pembelajaran menggunakan algoritma Adaptive Learning Rate [7] untuk mempercepat proses menuju ke tahap konvergensi terhadap nilai minimum *error* yang dikehendaki.

Pemodelan jaringan saraf tiruan untuk peramalan ini terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut: 3 *input node* dari data *lag*, 10 *hidden node* pada layer satu dengan fungsi aktivasi *tan-sigmoid*, 5 *hidden node* pada layer dua dengan fungsi aktivasi *log-sigmoid* dan 1 *output node* dengan fungsi aktivasi *pure-linier*.

Singkat kata arsitektur jaringan adalah 10-5-1 dengan tiga input dari *lag* 1 sampai *lag* 3 dan satu output. Peramalan dilakukan disetiap level dekomposisi. Dimisalkan apabila terjadi proses dekomposisi 4 level maka koefisien sinyal akan menjadi detail level 1, 2, 3, dan 4 yang akan ditambahkan ke koefisien level 4. Selain itu hal yang perlu menjadi perhatian adalah adanya koefisien bias pada masing-masing layer.

IV. UJI COBA

Berdasarkan desain proses yang diulas pada bahasan sebelumnya, Gambar 3 menunjukkan pemodelan sistem

secara keseluruhan yang dibuat dengan bantuan *tool PowerDesigner*¹.

A. Alur Uji Coba

Dalam pelaksanaan uji coba akan digunakan implementasi dari desain algoritma yakni dekomposisi wavelet dan proses peramalan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan pada tiap level dekomposisi. Uji coba diawali dengan praproses data meliputi plot grafik data *time series* serta proses uji statistik koefisien ACF – PACF. Normalisasi dilakukan sebelum pembelajaran agar input dan output terbatas pada skala tertentu setelah masing-masing koefisien dekomposisi diketahui. Koefisien dekomposisi wavelet terdiri dari koefisien aproksimasi dan koefisien detail dalam empat level. Koefisien aproksimasi berupa pola data *time series* yang sebenarnya, sedangkan koefisien detail berupa pola data bersifat random.

B. Karakteristik Data pada Uji Coba

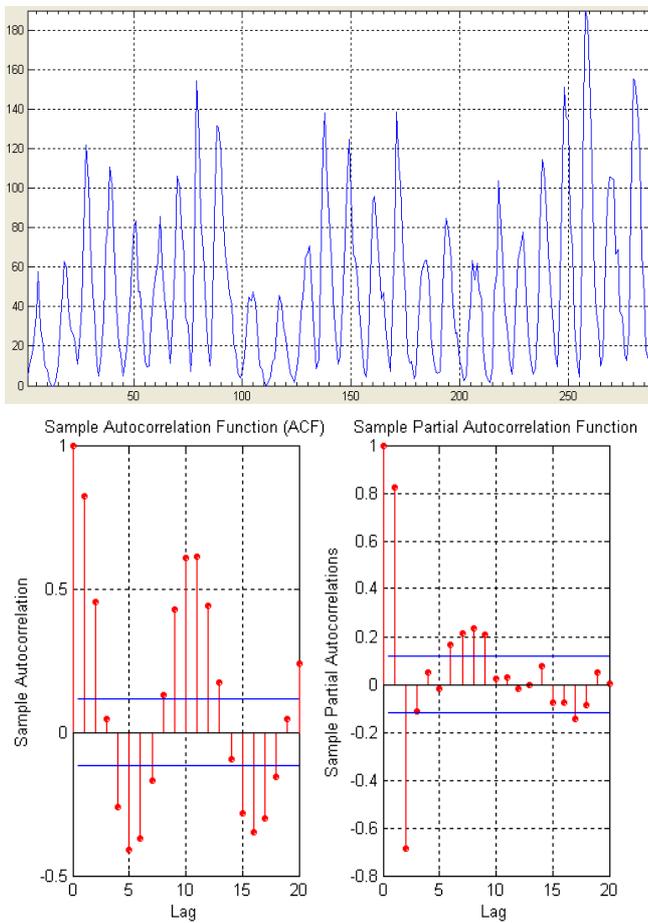
Terdapat lima jenis data yang akan digunakan dalam uji coba peramalan data time series. Berikut keterangan dari masing-masing data tersebut. Data-data tersebut memiliki karakteristik pola yang berbeda berdasarkan analisa koefisien ACF dan PACF.

- (a) Produksi batu bata Australia merupakan data dengan bentuk siklus dan memiliki *trend* atau non-stasioner. Data tersebut merupakan data produksi bulanan.
- (b) Produksi listrik bulanan di Australia memiliki tipe data non-stasioner dan musiman. Data ini mencatat produksi listrik selama 476 bulan.

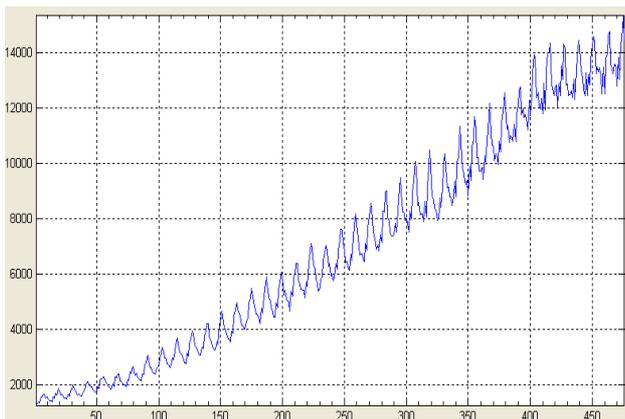
¹

<http://www.sybase.com/products/modelingdevelopment/powerdesigner>

(c) Data sunspot merupakan periode tahunan (1700-1995) dan bertipe stasioner dengan jumlah data = 294. Data tersebut mencatat aktivitas matahari yang mempengaruhi iklim.



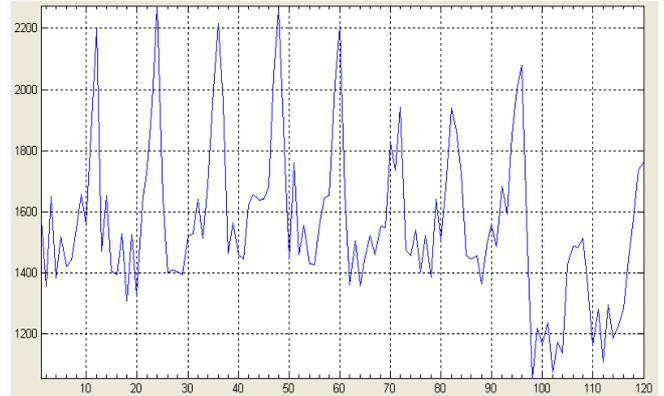
Gambar 5. Grafik ACF dan PACF data tahunan sunspot periode 1700-1995.



Gambar 6. Grafik produksi listrik di Australia.

(d) Data saham Dow Jones Index dengan periode 292 hari perdagangan yang berakhir pada 26 Agustus 1994 bertipe

random dan memiliki trend menaik atau non-stasioner. Data saham merupakan jenis data yang cukup banyak menjadi objek analisa data time series.



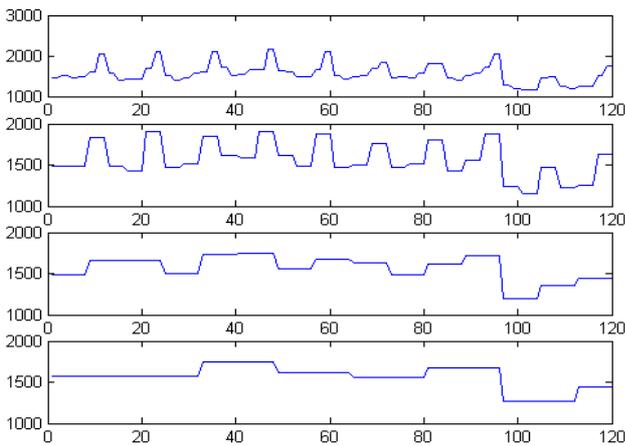
(e) Data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris periode Januari 1975 – Desember 1984 memiliki tipe musiman dan stasioner. Data ini berjumlah 72 data kecelakaan yang di survey tiap bulan.

C. Hasil Uji Coba Deteksi Noise dan Dekomposisi Wavelet

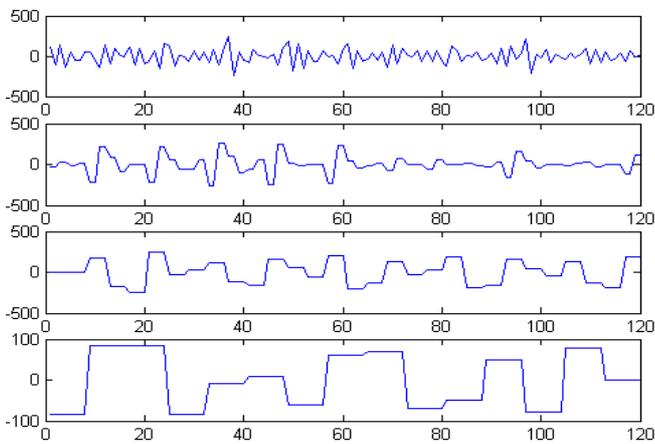
Seluruh percobaan dilakukan dengan parameter-parameter sbb: toleransi nilai MSE minimum tahap proses pembelajaran untuk seluruh data adalah 0,001, *learning rate* diset 1.02, rasio *increment* untuk *learning rate* 1.2, rasio *decrement* untuk *learning rate* 0.6, dan maksimum epoch adalah 1000 dan 1500. Rasio *increment* menjadi faktor perkalian untuk menaikkan *learning rate* apabila *learning rate* yang ada terlalu rendah sehingga untuk mencapai tingkat konvergen membutuhkan waktu yang relatif lama. Sedangkan rasio *decrement* akan menjadi faktor untuk menurunkan. Parameter maksimum kinerja yang diset 1.06 adalah nilai maksimum kenaikan *error* yang diijinkan antara *error* saat ini dan *error* sebelumnya. Tidak semua ilustrasi data serta dekomposisi wavelet akan diperlihatkan disini. Namun bahasan berikutnya tentang uji hipotesa akan mengulas setiap pengaruh dekomposisi pada peramalan untuk kesemua data.

Data yang digunakan sebagai uji data stasioner adalah data sunspot. Data tersebut memiliki bentuk sinusoidal (Gambar 4) serta nilai lag yang signifikan dan cukup tinggi (lihat nilai lag ke 1,10 dan 11 pada Gambar 5). Nilai lag tersebut menandakan terdapatnya karakteristik musiman pada data sunspot tiap 10 dan 11 tahun.

Untuk data non-stasioner atau memiliki *trend* karena terdapat fluktuasi nilai pengamatan dari waktu ke waktu (tidak stasioner disekitar nilai mean) akan digunakan data produksi listrik. Dari plot data time series produksi listrik terlihat bahwa kecenderungan pola data memiliki *trend* menaik (Gambar 6).



Gambar 8. Grafik koefisien aproksimasi data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris.

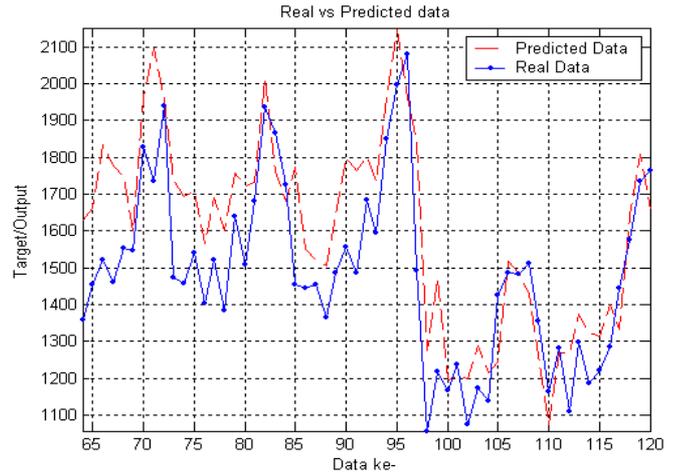


Gambar 9. Grafik koefisien detail data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris.

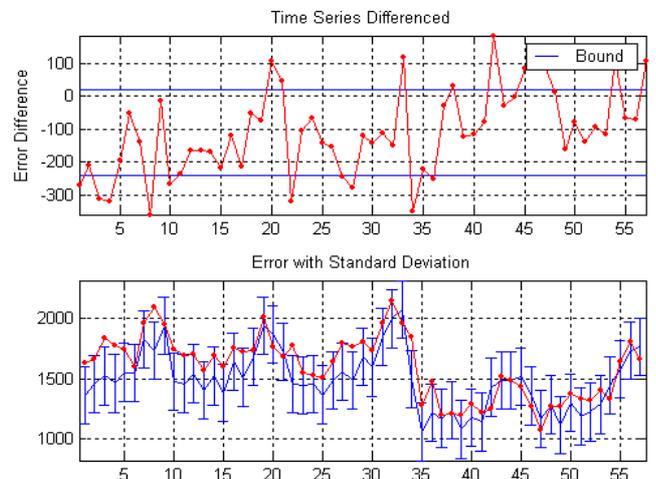
Data *time series* yang memiliki karakteristik musiman dan tidak memiliki trend sesuai dengan analisa ACF dan PACF adalah data korban kecelakaan (Gambar 7). Dari analisa tersebut didapatkan bahwa ada *lag* yang memiliki kecenderungan korelasi terkuat yaitu pada *lag* ke 12, yang berarti tingkat kecelakaan tertinggi terjadi pada tiap 12 bulan. Fakta menarik tentang siklus tersebut juga terlihat pada ilustrasi dekomposisi wavelet bagian koefisien aproksimasi (Gambar 8) bukannya koefisien detail (Gambar 9). Pada kedua gambar tersebut, grafik yang paling atas adalah hasil dekomposisi untuk level satu. Siklus 12 bulan terlihat jelas pada grafik koefisien aproksimasi untuk dekomposisi level satu di Gambar 8.

D. Analisa error pada Uji Coba

Perhitungan *error* antara data hasil prediksi (Gambar 10), berupa grafik dan nilai numerik, dengan data sebenarnya dilakukan dengan hasil uji coba. Grafik perbedaan data (Gambar 11), grafik *Error Difference* dan grafik *Error Bar*, dibuat untuk memperjelas tingkat kesalahan prediksi sebagai analisa secara visual.



Gambar 10. Grafik hasil peramalan satu tahap data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris.



Gambar 11. Grafik *Error* dan *Difference* data korban kematian dan cedera dalam kecelakaan lalu lintas di Inggris.

Evaluasi kinerja dari tiap percobaan atau *error* antara data hasil rekonstruksi dengan data sebenarnya dilakukan

melalui nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). Analisa berdasarkan nilai MSE akan diulas pada bahasan uji hipotesa. Sedangkan rekap nilai MAPE untuk dua jenis peramalan baik satu maupun beberapa tahap diilustrasikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada data dengan berbagai macam karakteristik, sudah sewajarnya apabila jumlah data pembelajaran semakin bertambah, maka nilai *error* yang ditunjukkan dengan MAPE pada Tabel 1 akan makin menurun. Namun penurunan yang paling mencolok terjadi pada data sunspot. Hal ini dapat terjadi karena data sunspot sangat bervariasi, tidak memiliki *trend* atau bukan data musiman sehingga terjebak pada kondisi *local optima*. Penambahan dekomposisi level tidak selalu berarti menurunkan nilai MAPE, sehingga untuk peramalan selanjutnya level dekomposisi akan dibatasi (lihat Tabel 2). Kesimpulan yang bisa diambil dari Tabel 2 sama dengan ulasan dari uji hipotesa sehingga tidak akan diperjelas pada bahasan analisa *error*.

Tabel 1. Kinerja peramalan satu tahap dari nilai MAPE untuk data dengan berbagai karakteristik.

Jenis Data	Nama Data	Jml Data Pembelajaran	Sistem Prediksi			
			JST	Wavelet-JST		
				Level 1	Level 2	Level 3
[stationer]	Sunspot	30%	81.7399	53.2416	49.4834	59.2359
		50%	0.5366	0.6575	0.8974	1.1608
		80%	0.5142	0.3571	0.8920	0.9414
[non-stasioner]	Produksi listrik	30%	0.0603	0.0538	0.0434	0.0560
		50%	0.0513	0.0376	0.0401	0.0312
		80%	0.0382	0.0296	0.0301	0.0272
	Produksi batu bata	30%	0.0892	0.0480	0.0550	0.0524
		50%	0.0780	0.0458	0.0430	0.0406
		80%	0.0720	0.0385	0.0351	0.0315
[random]	Saham Dow Jones Index	30%	0.0057	0.0041	0.0041	0.0047
		50%	0.0051	0.0036	0.0045	0.0057
		80%	0.0047	0.0036	0.0043	0.0048
[musiman]	Data korban kecelakaan	30%	0.1405	0.1842	0.0963	0.0752
		50%	0.1107	0.1114	0.0692	0.0643
		80%	0.0817	0.0881	0.0723	0.0689

Tabel 2. Kinerja peramalan beberapa tahap dari nilai MAPE untuk data dengan berbagai karakteristik.

Jenis Data	Nama Data	Jml Tahap Peramalan	Sistem Prediksi		
			JST	Wavelet-JST	
				Level 1	Level 2
[stationer]	Sunspot	3	0.0705	0.0578	0.3163
		5	0.0864	0.0764	0.3035
		10	0.1092	0.1057	0.2243
[non-stasioner]	Produksi listrik	3	0.2663	1.2822	0.6314
		5	0.6931	1.2721	1.1769
		10	0.1395	0.7819	1.0529
	Produksi batu bata	3	0.0705	0.0578	0.3163
		5	0.0864	0.0764	0.3035
		10	0.1092	0.1057	0.2243
[random]	Saham Dow Jones Index	3	0.0083	0.0183	0.0214
		5	0.0150	0.0241	0.0220
		10	0.0228	0.0181	0.0126
[musiman]	Data korban kecelakaan	3	0.2125	0.1534	0.0627
		5	0.1395	0.0930	0.0832
		10	0.1624	0.1571	0.1258

E. Uji Hipotesa

Bahasan ini akan mengulas pengukuran kinerja hasil peramalan satu tahap maupun beberapa tahap ke depan dengan menggunakan hipotesa statistik. Beberapa tahap kedepan disini berarti 3, 5, dan 10 tahap. Sistem memungkinkan dekomposisi wavelet sampai empat level resolusi. Untuk uji coba hanya akan dicoba dengan satu tingkat dekomposisi, kenaikan tingkat dari satu ke dua, serta dua ke tiga.

Uji normalitas pada data akan dilakukan terlebih dahulu sebelum uji hipotesa. Apabila data memiliki distribusi

normal, maka akan digunakan tes *T-Paired-Sample*. Sebaliknya jika distribusi data tidak normal maka tes *Wilcoxon* yang terpilih.

Uji hipotesa menunjukkan analisa pengaruh perubahan MSE terhadap penggunaan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dan gabungan wavelet-JST dengan detail hipotesa sbb:

- H_0 : Penggunaan wavelet bersama dengan JST tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap perbaikan tingkat kesalahan rata-rata.
- H_1 : Penggunaan wavelet bersama dengan JST memiliki pengaruh yang berarti terhadap perbaikan tingkat kesalahan rata-rata.

Pengujian data stasioner dan musiman menggunakan MSE dari data (c) dan data (e). Uji hipotesa untuk peramalan satu tahap menunjukkan H_0 ditolak. Artinya penggunaan wavelet-JST berpengaruh pada perbaikan tingkat kesalahan rata-rata data bertipe stasioner dan musiman. Namun peningkatan tingkat dekomposisi dari satu ke dua tidak memberikan pengaruh berarti dalam menurunkan tingkat kesalahan, walaupun tingkat dekomposisi dari dua ke tiga malah menunjukkan adanya pengaruh. Selanjutnya uji hipotesa peramalan beberapa tahap dengan satu tingkat dekomposisi juga menolak H_0 . Sama dengan hipotesa peramalan satu tahap, untuk hipotesa peramalan beberapa tahap dengan peningkatan dekomposisi juga tidak berpengaruh pada nilai *error*.

Uji hipotesa pada data bertipe non-stationer menggunakan MSE dari data (a), data (b), dan data (d). Pada peramalan satu tahap H_0 ditolak meskipun pada peramalan beberapa tahap H_0 diterima. Namun untuk kedua jenis peramalan, peningkatan tingkat dekomposisi sama-sama tidak berpengaruh dalam menurunkan tingkat kesalahan. Hasil yang sama juga didapatkan dari uji hipotesa pada data random dengan MSE dari data (d) saja.

V. SIMPULAN

Secara keseluruhan peramalan data *time series* dengan dekomposisi wavelet untuk memisahkan data frekuensi rendah dan data frekuensi tinggi (*white noise*) terbukti efektif menurunkan tingkat *error* rata-rata lebih rendah daripada tanpa menggunakan dekomposisi wavelet. Namun dekomposisi wavelet hanya merupakan teknik pendamping tambahan bagi sistem prediksi, misal sistem dengan jaringan

saraf tiruan, yang bertujuan untuk memisahkan *noise* tanpa menghilangkannya untuk ditambahkan kembali ke data frekuensi rendah dalam proses rekonstruksi.

Evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan metode tersebut memberikan hasil prediksi yang lebih baik pada seluruh tipe data untuk peramalan satu tahap. Pada peramalan beberapa tahap, kinerja lebih baik terlihat pada data bertipe stasioner dan musiman. Selain itu penambahan tingkat dekomposisi wavelet untuk peramalan belum tentu memberikan hasil kinerja yang lebih baik.

REFERENCES

- [1] Last, M., Klein, Y., et al, "Knowledge Discovery in Time Series Databases", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 31, pp. 160–169, 2001.
- [2] Vanstone, B.J., Finnie, G., Tan, C., "Applying Fundamental Analysis and Neural Networks in the Australian Stockmarket", International Conference on Artificial Intelligence in Science and Technology, Australia, 2004.
- [3] Murtagh, F., Starck, J.L., Renaud, O., "On Neuro-Wavelet Modeling", The Journal of Decision Support System, vol 37, pp. 84, 2003.
- [4] Lotric, Uros, "Wavelet Based Denoising Integrated into Multilayered Perceptron", Neurocomputing, vol. 62, pp. 179–196, Dec 2004.
- [5] Makridakis, S., Wheelwright, S., Hyndman, R., "Forecasting Method and Applications 3rd Edition", John Wiley and Sons, 1998.
- [6] Shensa, M. J., "Wedding the à Trouis and Mallat Algorithms", IEEE Trans. on. Signal Process, vol. 40, pp. 2464–2482, 1992.
- [7] Zainuddin, Z., Mahat, N., Abu Hassan, Y., "Improving the Convergence of the Backpropagation Algorithm Using Local Adaptive Technique", Int. J. Comput. Intell., vol. 1, pp. 1200–1204, 2002.

Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Gao Pada Penyelesaian Persoalan Variational Inequality Dengan Fungsi Batasan Linier Dan Nonlinier

Rully Soelaiman¹, Yudhi Puwananto¹

¹Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Kampus Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia
Email : rully@is.its.ac.id

Erika Purnawati¹

¹Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Kampus Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

Abstrak — Makalah ini memberikan alternatif penyelesaian persoalan variational inequality dengan menerapkan metode jaringan saraf tiruan. Selama ini beberapa algoritma tradisional yang telah digunakan untuk menyelesaikan permasalahan nonlinier, secara umum bisa memberikan penyelesaian terhadap permasalahan variational inequality. Akan tetapi, algoritma tersebut tidak dapat menunjukkan perubahan nilai penyelesaian dari nilai inisial hingga konvergen ke titik kesetimbangan dan kestabilan secara asimtotik.

Metode jaringan saraf tiruan yang diimplementasikan pada penelitian ini menunjukkan konvergensi global terhadap satu nilai optimal dari suatu persoalan dalam waktu tertentu, stabil secara asimtotik dan memiliki struktur yang lebih sederhana serta tingkat kompleksitas yang lebih rendah dalam implemen-tasiannya dibandingkan dengan jaringan saraf tiruan lainnya. Dengan menggabungkan metode jaringan saraf tiruan tersebut dan metode Runge-Kutta akan dapat diperoleh perubahan nilai penyelesaian dari titik inisial hingga titik kesetimbangan secara lebih akurat.

Uji coba dilakukan dengan menggunakan 4 contoh persoalan variational inequality. Berdasarkan hasil uji coba, didapatkan bahwa grafik trayektori yang dihasilkan dari beberapa nilai inisial yang berbeda-beda konvergen terhadap satu titik kesetimbangan di mana nilainya setara dengan penyelesaian secara analitik.

Kata kunci — jaringan saraf tiruan Gao, variational inequality, fungsi batasan linear dan nonlinier

I. PENDAHULUAN

Dalam banyak aplikasi *variational inequality* yang memiliki batasan linier maupun nonlinier diharapkan mampu menghasilkan solusi yang real-time on-line pada komputer. Namun selama ini algoritma tradisional yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *variational inequality* tidak sesuai dalam implementasi yang diharapkan.

Permasalahan *variational inequality*[5] dengan pembatas linear dan nonlinier mempunyai rumusan bentuk dasar sebagai berikut :

$$(\mathbf{VI}(\mathbf{F}, \Omega))(u - u^*)^T F(u^*) \geq 0, \forall u \in \Omega \quad (1)$$

F merupakan pemetaan yang kontinu dari \mathbb{R}^n sampai \mathbb{R}^n , dengan :

$$u = (u_1, u_2, \dots, u_n)^T \in \mathbb{R}^n;$$

$$\Omega = \{u \in \mathbb{R}^n \mid g(u) \geq 0, Du = d\};$$

$$g(u) = (g_1(u), g_2(u), \dots, g_m(u))^T \in \mathbb{R}^m;$$

$g_i(u) = (i = 1, 2, \dots, m)$ dapat diturunkan kontinu dan konkaf pada \mathbb{R}^n ;

\mathbb{R}^n = himpunan bilangan real dengan dimensi n ;

\mathbb{R}^m = himpunan bilangan real dengan dimensi m ;

\mathbb{R}^p = himpunan bilangan real dengan dimensi p ;

$\mathbb{R}^{p \times n}$ = himpunan bilangan real dengan dimensi $p \times n$;

$D \in \mathbb{R}^{p \times n}$ = matriks D yang anggota himpunannya bilangan real dimensi $p \times n$ dan $d \in \mathbb{R}^p$;

$\text{Rank}(D) = p$ ($0 \leq p < n$)

Secara khusus, jika u^* adalah solusi dari permasalahan :

$$\min \{f(u) \mid u \in \Omega\} \quad (2)$$

dan fungsi f dapat diturunkan kontinu, maka u^* juga merupakan solusi dari permasalahan *variational inequality* pada persamaan (1) dengan $F(u) = \nabla f(u)$. Dengan $\nabla f(u) = (\partial f(u) / \partial u_1, f(u) / \partial u_2, \dots, f(u) / \partial u_n)^T \in \mathbb{R}^n$ adalah gradien vektor dari $f(u)$ pada u , dan Ω telah didefinisikan pada persamaan (1). Dengan demikian banyak permasalahan optimasi seperti pemrograman linier, pemrograman kuadrat, pemrograman nonlinier, permasalahan minimax dapat diformulasikan ke dalam persamaan (1).

II. METODOLOGI

Berdasarkan pada kondisi solusi yang perlu dan cukup, diberikan alternatif model jaringan syaraf tiruan untuk menyelesaikan permasalahan *variational inequality* dengan batasan linier maupun nonlinier. Jaringan syaraf tiruan Gao [3] yang digunakan memiliki pemetaan asimetris dan pemetaan gradien yang stabil serta konvergen menuju solusi yang optimal. Metode yang ditawarkan ini memiliki struktur yang lebih sederhana dan tingkat kompleksitas yang lebih rendah. Sehingga metode ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kelas optimasi yang luas, serta memiliki potensi aplikasi yang besar.

Formulasi dari jaringan syaraf tiruan Gao :

$$\frac{dz}{dt} = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} u \\ \lambda \\ \mu \end{pmatrix} = -\kappa G(z)$$

$$= -\kappa \begin{pmatrix} F(u) - (g'(u))^T \tilde{\lambda} - D^T (\mu - Du + d) \\ \lambda - \tilde{\lambda} \\ Du - d \end{pmatrix} \quad (3)$$

dimana : $\kappa > 0$ = konstanta skala

$$\tilde{\lambda} = [\lambda - g(u)]^+$$

$$\lambda^+ = (\lambda_1^+, \lambda_2^+, \dots, \lambda_m^+)^T \in R^m \text{ dan}$$

$$\lambda_i^+ = \max\{0, \lambda_i\} \text{ un tuk } i = 1, 2, \dots, m.$$

Setelah formula dari jaringan syaraf tiruan Gao digunakan maka permasalahan *variational inequality* tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Runge Kutta[1][2].

III. HASIL UJI COBA

Uji coba dilakukan pada sebuah PC dengan prosesor Intel® Pentium® 4 CPU 3.00 GHz, memori 1 GB RAM. Sistem operasi yang digunakan adalah Microsoft Windows XP Professional. Bahasa komputasi yang digunakan untuk implementasi perangkat lunak adalah Matlab 7.0.4

Terdapat 2 jenis skenario dalam uji coba, yaitu skenario I yang ditunjukkan pada percobaan 1 dan percobaan 2 dan skenario II yang ditunjukkan pada percobaan 3 dan percobaan 4.

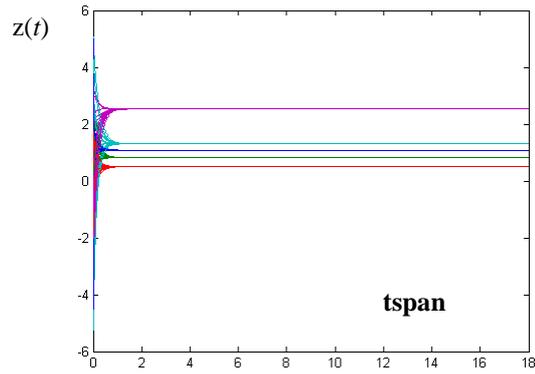
a) Skenario I

Skenario I dilakukan untuk membuktikan tercapainya nilai yang konvergen dan stabil pada titik optimal yang ditunjukkan pada percobaan 1 dan percobaan 2.

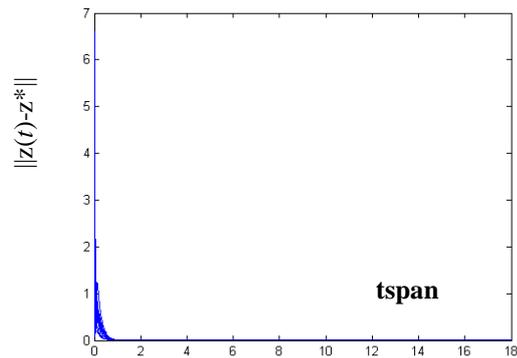
• Percobaan 1

Permasalahan *variational inequality* VI (F, Ω) dengan batasan nonlinier :

$$F(u) = (2u_1 + 2u_2 + 0.004u_1^3 - 8, 2u_2 + u_3 + 0.007u_2^3 - 6, 2u_1 + u_3 + 0.005u_3^3 - 4)^T$$



Gambar 1 Grafik trayektori untuk percobaan 1



Gambar 2 Grafik trayektori jarak antara solusi analitis dan nilai perhitungan untuk percobaan 1

dimana

$$\Omega = \{u \in R^3 \mid g(u) \geq 0\}, g(u) = (u_1 - u_2 - u_3^2, 2 - u_1^2 - u_2)^T$$

$$g'(u) = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2u_3 \\ -2u_1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \text{ dan } D = 0, d = 0 ;$$

Persoalan ini memiliki solusi optimal pada $u \in R^3$ dan $\lambda \in R^2$ dimana hasil keluarannya stabil secara asimtotik pada (u^*, λ^*) . Adapun solusi optimal yang diperoleh dari penyelesaian secara analitis :

$$u^* = (1.083430, 0.826180, 0.507198)^T$$

$$\lambda^* = (1.306484, 2.530011)^T$$

Sedangkan nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08373039913940 \\ 0.82622647608934 \\ 0.50724262174177 \\ 1.30650161606258 \\ 2.52995503432673 \end{pmatrix}$$

Dari dua nilai diatas diketahui jarak antara solusi dengan penyelesaian analitis dengan nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah mendekati nol yaitu 0.00030723080847, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai u_1^*, u_2^*, u_3^* dan λ_1^*, λ_2^* merupakan nilai optimal untuk persoalan ini.

Perubahan nilai penyelesaian pada persoalan bisa dilihat pada Gambar 1 dan jarak nilai perhitungan terhadap solusi dengan penyelesaian analitis pada Gambar 2.

Percobaan 2

Permasalahan optimasi nonlinier :

$$\min f(u) = (u_1 - 10)^2 + 5(u_2 - 12)^2 + u_3^4 + 3(u_4 - 11)^2 + 10u_5^6 + 7u_6^2 + u_7^4 - 4u_6u_7 - 10u_6 - 8u_7$$

Sedemikian sehingga :

$$g_1(u) = 2u_1^2 + 3u_2^4 + u_3 + 4u_4^2 + 5u_5 - 127 \leq 0$$

$$g_2(u) = 7u_1 + 3u_2 + 10u_3^2 + u_4 - u_5 - 282 \leq 0$$

$$g_3(u) = 23u_1 + u_2^2 + 6u_6^2 - 8u_7 - 196 \leq 0$$

$$g_4(u) = 4u_1^2 + u_2^2 + 2u_3^2 - 3u_1u_2 + 5u_6 - 11u_7 \leq 0$$

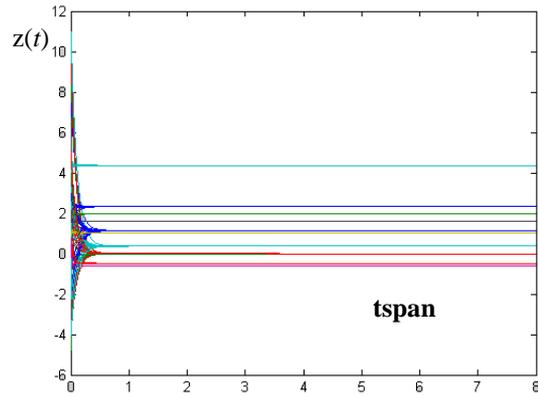
Persoalan ini memiliki solusi optimal $u^* \in R^7$ dan $\lambda^* \in R^4$. Adapun solusi optimal tersebut adalah :
 $u^* = (2.330, 1.951, -0.4775, 4.366, -0.625, 1.038, 1.594)^T$
 $\lambda^* = (1.1396899, 0, 0, 0.368631)^T$

Nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah :

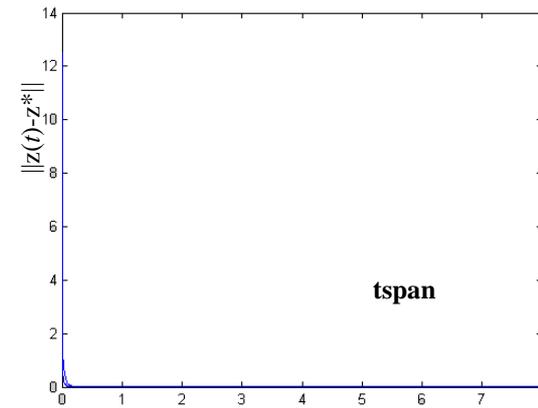
$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \\ u_5 \\ u_6 \\ u_7 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.34761429674540 \\ 1.95049995199443 \\ -0.44323591460328 \\ 4.37191891973657 \\ -0.62518451787122 \\ 1.03827474671214 \\ 1.59394174656982 \\ 1.13975157983569 \\ 0 \\ 0 \\ 0.36878188108198 \end{pmatrix}$$

Nilai jarak antara solusi dengan penyelesaian analitis dengan nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah mendekati nol yaitu 0.00025983647216, sehingga nilai $u_1^*, u_2^*, u_3^*, u_4^*, u_5^*, u_6^*, u_7^*$ dan $\lambda_1^*, \lambda_2^*, \lambda_3^*, \lambda_4^*$ merupakan nilai optimal untuk contoh permasalahan di atas.

Perubahan nilai penyelesaian pada persoalan ini bisa dilihat pada Gambar 3 dan jarak nilai perhitungan terhadap solusi dengan penyelesaian analitis pada Gambar 4.



Gambar 3 Grafik trayektori untuk percobaan 2



Gambar 4 Grafik trayektori jarak antara solusi analitis dan nilai perhitungan untuk percobaan 2

b) Skenario II

Skenario II dilakukan untuk membuktikan kemampuan dari jaringan syaraf tiruan Gao dalam menyelesaikan permasalahan *variational inequality* dengan membandingkannya dengan jaringan syaraf tiruan Friesz[4] yang ditunjukkan pada percobaan 3 dan percobaan 4. Adapun model jaringan syaraf tiruan Friesz untuk permasalahan sistem dinamis proyeksi secara global seperti dibawah ini :

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} u \\ \lambda \\ \mu \end{pmatrix} = -\kappa \begin{pmatrix} F(u) - (g'(u))^T \lambda - D^T \mu \\ \lambda - \tilde{\lambda} \\ Du - d \end{pmatrix} \quad (4)$$

Percobaan 3

Permasalahan *variational inequality* VI(F, Ω) dengan batasan linier dan nonlinier :

$$F(u) = (4u_1 - 3u_2 - u_3 + 1, -u_1 + 4u_2 - 3u_3 + 1, -3u_1 - u_2 + 4u_3 + 1)^T$$

dimana

$$\Omega = \{u \in R^3 \mid 2u_1 \geq u_2^2 + u_3^2, u_1 + u_2 + u_3 = 2\}$$

$$g'(u) = (2, -2u_2, -2u_3) \text{ dan } D = (1, 1, 1), d = 2$$

Persoalan ini memiliki solusi optimal pada $u \in R^3$, $\lambda \in R^1$ dan $\mu \in R^1$. Adapun solusi optimal yang diperoleh dari penyelesaian secara analitis adalah :

$$u^* = \left(\frac{2}{3}, \frac{2}{3}, \frac{2}{3} \right)^T, \lambda^* = 0, \mu^* = 1$$

Sedangkan nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \lambda_1 \\ \mu_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.66669775234695 \\ 0.66667508361577 \\ 0.66662716403728 \\ 0 \\ 1.00000000000000 \end{pmatrix}$$

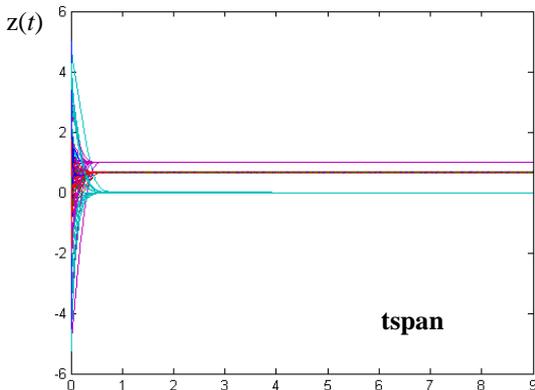
Nilai jarak antara solusi dengan penyelesaian analitis dengan nilai yang diperoleh dari perhitungan adalah mendekati nol yaitu 0.00000452139714, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai $u_1^*, u_2^*, u_3^*, \lambda_1^*$ dan μ_1^* merupakan nilai optimal untuk contoh permasalahan di atas.

Perubahan nilai penyelesaian pada persoalan ke-3 bisa dilihat pada Gambar 5 dan jarak nilai perhitungan terhadap solusi dengan penyelesaian analitis pada Gambar 6. Sedangkan nilai yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan Friesz ini adalah :

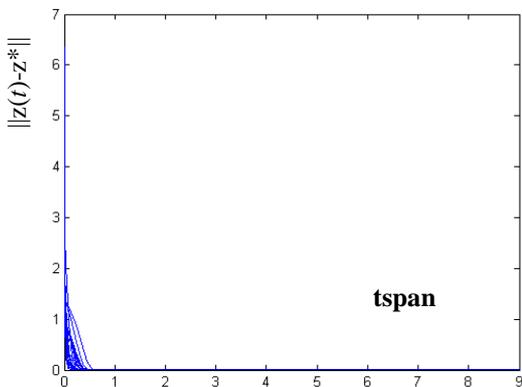
$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \lambda_1 \\ \mu_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.83537357825888 \\ 0.83558547812011 \\ 0.83553373957303 \\ 0 \\ 1.03434889923935 \end{pmatrix}$$

Jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan model jaringan syaraf tiruan Gao, maka diperoleh jarak yang lebih besar antara solusi dari penyelesaian analitis dengan nilai yang diperoleh dari perhitungan yaitu 0.29242373608790, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai yang diperoleh dari perhitungan yang menggunakan model jaringan syaraf tiruan Friesz tersebut, u_1, u_2, u_3, λ_1 dan μ_1 masih belum bisa mencapai nilai optimal untuk contoh permasalahan di atas.

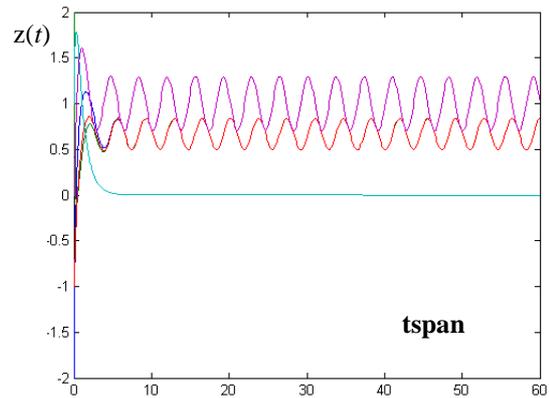
Penyelesaian persoalan ke-3 dengan menggunakan model jaringan syaraf tiruan Friesz dapat dilihat pada Gambar 7 dan jaraknya terhadap secara analitis pada Gambar 8



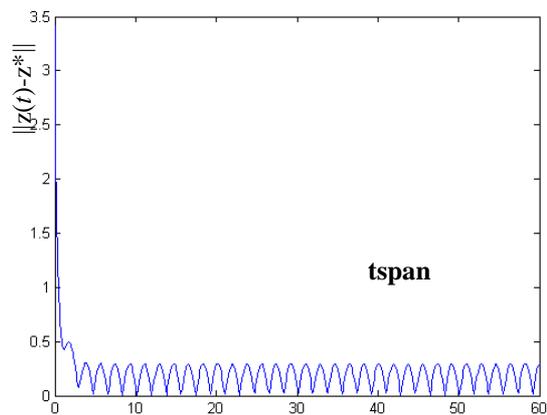
Gambar 5 Grafik trayektori untuk percobaan 3



Gambar 6 Grafik trayektori jarak antara solusi analitis dan nilai perhitungan untuk percobaan 3



Gambar 7 Grafik trayektori jaringan syaraf tiruan Friesz untuk percobaan 3



Gambar 8 Grafik trayektori jarak antara solusi analitis dan nilai perhitungan jaringan syaraf tiruan Friesz untuk percobaan 3

• **Percobaan 4**

Permasalahan optimasi nonlinier :

$$\begin{cases} \min & f(u) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (u_{2i-1} - 2u_{2i})^2 \\ \text{sedemikian sehingga} & 1 + u_{2i} \geq u_{2i-1}^2, 2u_{2i-1} + u_{2i} = 3, \\ & i = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

dimana :

$$\begin{aligned} \nabla f(u) &= (u_1 - 2u_2, 4u_2 - 2u_1, \dots, 4u_{2n} - 2u_{2n-1})^T \\ g(u) &= (1 + u_2 - u_1^2, 1 + u_4 - u_3^2, \dots, 1 + u_{2n} - u_{2n-1}^2)^T \in R^n \\ \nabla g_i(u) &= (0, \dots, 0, -2u_{2i-1}, 1, 0, \dots, 0)^T \text{ untuk} \\ & i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$D = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 2 & 1 \end{bmatrix}_{n \times 2n}$$

$$d = (3, 3, \dots, 3) \in R^n$$

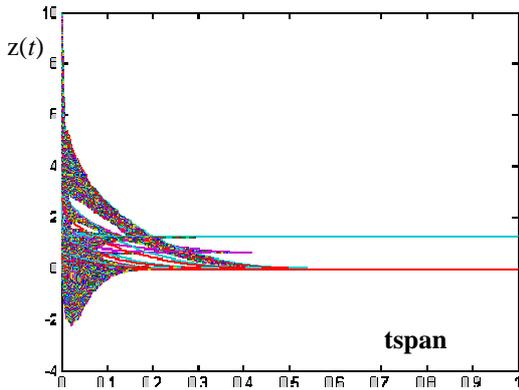
Persoalan pada permasalahan ke-4 ini memiliki solusi optimal $u^* \in R^{2n}$, $\lambda^* \in R^n$ dan $\mu^* \in R^n$ dimana hasil keluarannya konvergen menuju (u^*, λ^*, μ^*) . Adapun solusi optimal tersebut adalah :

$$u^* = (1.2, 0.6, \dots, 1.2, 0.6)^T, \lambda^* = (0)^T, \mu^* = (0)^T$$

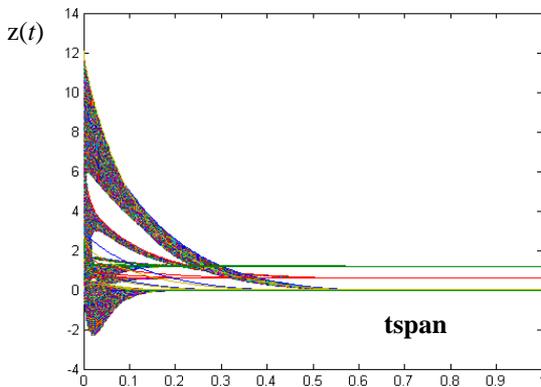
untuk $i = 1, 2, \dots, n$

Untuk membandingkan nilai optimal, maka percobaan dilakukan dua kali untuk menyelesaikan persoalan ke-4 dengan masing-masing jumlah n sebanyak 300 dan 600. Untuk nilai yang diperoleh dari perhitungan dengan $n = 300$ adalah :

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_{300} \\ \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_{300} \\ \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_{300} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.20000176014158 \\ 0.60000088007079 \\ \vdots \\ 1.20000176014158 \\ 0.60000088007079 \\ 0.00000000511656 \\ \vdots \\ 0.00000000511656 \\ 0.00000124297211 \\ \vdots \\ 0.00000124297211 \end{pmatrix}$$



Gambar 9 Grafik trayektori dengan $n=300$ untuk percobaan 4



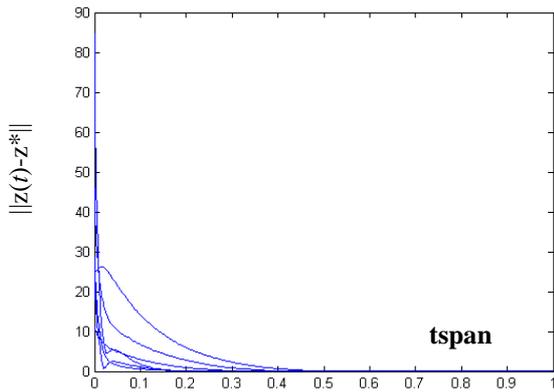
Gambar 10 Grafik trayektori dengan $n=600$ untuk percobaan 4

dan nilai dari perhitungan dengan $n = 600$ adalah :

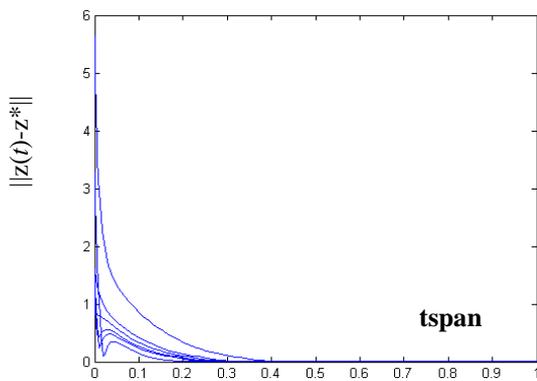
$$\begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_{600} \\ \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_{600} \\ \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_{600} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.20000176014158 \\ 0.60000088007079 \\ \vdots \\ 1.20000176014158 \\ 0.60000088007079 \\ 0.00000000511656 \\ \vdots \\ 0.00000000511656 \\ 0.00000124297211 \\ \vdots \\ 0.00000124297211 \end{pmatrix}$$

Dari nilai diatas diketahui jarak antara solusi penyelesaian analitis terhadap nilai yang diperoleh dari perhitungan dengan $n = 300$ dan $n = 600$ adalah mendekati nol yaitu 0.00003408499510 dan 0.00003298265557, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai u_i^* , λ_i^* dan μ_i^* merupakan nilai optimal untuk $i = 1, 2, \dots, n$ pada contoh di atas.

Perubahan nilai penyelesaian pada persoalan ke-4 dengan $n = 300$ dan $n=600$ bisa dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10. Untuk grafik jarak nilai perhitungan terhadap solusi dengan penyelesaian analitis pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11 Grafik trayektori selisih antara solusi analitis dan nilai perhitungan dengan $n=300$ untuk percobaan 4



Gambar 12 Grafik trayektori selisih antara solusi analitis dan nilai perhitungan dengan $n=600$ untuk percobaan 4

IV. SIMPULAN

Setelah dilakukan uji coba dan analisis terhadap perangkat lunak yang dibuat, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Jaringan syaraf tiruan Gao dapat menjadi salah satu alternatif dalam menyelesaikan permasalahan *variational inequality* dengan batasan linear dan nonlinier.
2. Persoalan yang akan diselesaikan harus memiliki solusi dan memenuhi kondisi Slater. Apabila persoalan tidak memiliki solusi dan memenuhi kondisi Slater maka model

jaringan syaraf tiruan Gao tidak dapat menyelesaikan persoalan tersebut.

3. Nilai awal atau initial point yang diberikan pada sebarang titik akan mengarah ke satu nilai optimal yang konvergen dan stabil secara asimtotik.
4. Pemberian nilai K tidak mempengaruhi nilai optimalnya (akan tetap mengarah ke satu titik optimal).
5. Pemberian nilai $tspan$ akan mempengaruhi tercapainya nilai optimal yang konvergen. Semakin panjang nilai $tspan$ yang diberikan maka akurasi yang tercapai akan meningkat atau tetap (mengarah ke satu nilai optimal).
6. Nilai optimal yang dikeluarkan oleh metode jaringan syaraf tiruan Gao dianggap optimal jika jarak antara solusi yang dihasilkan terhadap solusi analitis adalah nol.
7. Jika dibandingkan dengan metode lain, jaringan syaraf tiruan Gao dapat memberikan nilai yang lebih konvergen dan stabil secara asimtotik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chapra, Steven C. and Canale, Raymond P., 2002, *Numerical Methods for Engineers*, 3th Edition, Mc Graw Hill.
- [2] Whisnu Murthi, Cici Anggitha, Rully Soelaiman, 2007, "Penerapan Recurrent Neural Network pada Penyelesaian Persoalan Nonlinear Convex dengan Fungsi Batasan Linear", Jurusan Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi ITS Surabaya.
- [3] X. B. Gao, L.-Z. Liao and L. Q. Qi, November 2005, "A Novel Neural Network for Variational inequality With Linier and Nonlinier Constraints", IEEE Transaction on Neural Network, volume 16, No.6.
- [4] T. L. Friesz, D. H. Bernstein, N. J. Mehta, r. L. tobin, and S. Ganjlizadeh, 1994, *Day-to-day dynamic network disequilibria and idealized traveller information systems*, Oper. Res., vol.42, pp.1120-1136.
- [5] Nagurney, Anna, 2002, *Variational Inequalities*, Isenberg School of Management University of Massachusetts Amherst, MA 01003.

Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Rekuren Pada Identifikasi Sistem Nonlinier Dengan Algoritma Optimal Bounded Ellipsoid

Rully Soelaiman¹, Yudhi Puwananto¹

¹Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Kampus Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia
Email : rully@is.its.ac.id

Mohammad Azis Efendi¹

¹Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Kampus Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

Abstrak — Penggunaan jaringan saraf tiruan dengan berbagai algoritma learning telah terbukti dapat mengatasi permasalahan identifikasi terhadap sistem nonlinier. Munculnya algoritma optimal bounded ellipsoid (OBE) terkait adanya beberapa kelemahan pada algoritma learning yang telah digunakan dan diimplementasikan sebelumnya, dalam hal ini algoritma Backpropagation dan Extended Kalman Filter.

Beberapa kelemahan yang ada antara lain konvergensi yang masih sangat lambat, serta hasil training yang di pengaruhi oleh noise. Dengan algoritma ini error model antara plant dan jaringan dapat dibatasi, sehingga proses konvergensi akan menjadi lebih cepat. Algoritma ini akan digunakan untuk memodifikasi bobot pada layer hidden dan layer output dari state-space jaringan saraf tiruan berdasarkan identifikasi error antara output jaringan dengan sistem. Hal ini akan dilakukan secara terus-menerus hingga output dari jaringan sesuai dengan target atau plant.

Pada makalah ini algoritma OBE diimplementasikan pada jaringan saraf tiruan rekuren. Dari hasil pengujian dan evaluasi diperoleh tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi serta konvergensi yang cepat di dalam proses identifikasi sistem nonlinier.

Kata kunci — identifikasi sistem nonlinier, jaringan saraf tiruan rekuren, optimal bounded ellipsoid

I. PENDAHULUAN

Identifikasi sistem adalah aktivitas yang bertujuan untuk mengatur sistem agar keluaran (output) dari sistem mampu mengikuti masukan referensinya (input). Pada kasus sistem nonlinier proses identifikasi menjadi sangat rumit. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa hampir semua permasalahan mekanika dan dinamika berwujud persamaan nonlinier, sehingga dibutuhkan metode untuk dapat memodelkannya secara akurat mengingat solusi eksak dari permasalahan nonlinier sangat sulit atau bahkan mustahil dapat dicapai.

Berbagai metode telah banyak dicobakan untuk mengidentifikasi sistem nonlinier. Salah satu metode tersebut adalah Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Menurut

Simon Haykin (1999), JST dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *feedforward* dan *recurrent*. Sistem nonlinier merupakan sistem yang terkenal dengan kompleksitasnya, hal ini dikarenakan tidak adanya bentuk metode umum yang tersedia.

Dalam terminologi matematis, sistem nonlinier adalah sistem yang tidak linier yakni sistem yang tidak memenuhi prinsip superposisi. Sebuah sistem nonlinier merupakan sistem yang tidak bisa diprediksi berdasarkan perilaku terdahulunya dan memiliki cukup variabel atau besaran yang tidak diketahui. Beberapa permasalahan timbul saat dilakukan prediksi pada bentuk sistem yang belum pernah dilatih sebelumnya.

Permasalahan tersebut antara lain adalah prediksi sistem untuk waktu yang lama kurang akurat. Hal ini disebabkan jaringan belajar mengenali bentuk sistem lewat pasangan *input output* dari pada kecepatan perubahan sistem. Sehingga JST yang biasa tidak dapat menangkap perilaku sistem untuk waktu yang lama dengan baik[1].

Dalam jurnal ilmiah yang ditulis oleh Jose' de Jesu's Rubio dan Wen Yu pada tahun 2007 diusulkan sebuah algoritma training JST yang disebut optimal bounded ellipsoid (OBE)[2][3]. Dengan algoritma ini *error model* antara plant dan jaringan dapat dibatasi dengan memanfaatkan *learning rate* yang dimodifikasi, sehingga proses konvergensi akan menjadi lebih cepat. Algoritma ini akan digunakan untuk mengubah bobot pada layer *hidden* dan layer output dari *state-space* JST rekuren berdasarkan identifikasi *error* antara output jaringan dengan sistem. Hal ini akan dilakukan secara terus-menerus hingga output dari jaringan sesuai dengan target atau plant sistem.

Satu hal yang menarik dari penerapan algoritma OBE pada JST rekuren adalah bahwa jaringan dapat memprediksi permasalahan nonlinier dengan memanfaatkan struktur data lokal. Dimana state estimasi pada iterasi ke- k , $\hat{x}(k)$ diperoleh berdasarkan nilai $\hat{x}(k-1)$, state vektor pada iterasi sebelumnya $x(k-1)$ dan input vektor $u(k)$.

II. METODOLOGI

2.1 SISTEM NONLINIER

Sistem nonlinier merupakan konsep dari sistem dinamik. Dalam ilmu matematika, sistem nonlinier adalah sistem yang dinyatakan oleh persamaan nonlinier. Suatu persamaan atau sistem disebut nonlinier jika tidak berlaku prinsip superposisi[1].

Dalam makalah ini sistem nonlinier yang akan diidentifikasi adalah sistem persamaan nonlinier dinamik dengan kontrol input sebagaimana dinotasikan pada persamaan

$$x(k+1) = f[x(k),u(k)] \tag{1}$$

$u(k) \in \mathfrak{R}^m$ adalah vector input, nilai dari $|u(k)|^2 \leq \bar{u}$, $x(k) \in \mathfrak{R}^n$ adalah state vektor, dengan f tidak diketahui

2.2 IDENTIFIKASI SISTEM

Identifikasi sistem adalah suatu metode dan algoritma matematis yang bertujuan untuk membangun sebuah model dinamis dari suatu pengukuran data sebuah sistem [Lennart Ljung, 1999]. Model yang dimaksud merupakan representasi matematis dari perilaku dinamis sebuah sistem atau proses tertentu. Identifikasi sistem juga dapat didefinisikan sebagai proses evaluasi dan pembangunan model matematis dari data input dan output dari sebuah sistem, yang kemudian dilakukan proses analisa dan pengujian pada model pendekatan tersebut, sehingga dapat ditentukan nilai parameter yang sesuai.

Identifikasi sistem dilakukan terutama dengan tujuan untuk dapat memodelkan perilaku dinamis suatu sistem dan reaksi yang ditimbulkan oleh sistem terhadap pengaruh eksternal yang diberikan kepada sistem (input sistem) tanpa harus mengetahui proses internal yang terjadi di dalam sistem.

Pada identifikasi model *state-space*[4][5], sistem nonlinier yang diidentifikasi dapat dinyatakan sebagai berikut :

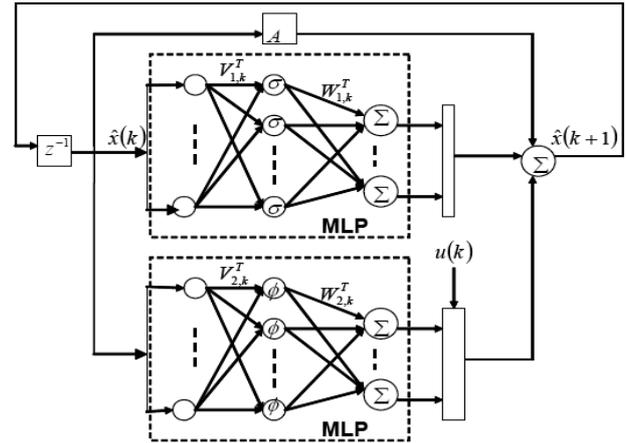
$$\begin{aligned} x(k+1) &= f[x(k),u(k)] \\ y(n) &= h(x(n)) \end{aligned}$$

dimana fungsi $f(\cdot)$ dan $h(\cdot)$ merupakan fungsi nonlinier bernilai vektor yang diasumsikan tidak diketahui.

Dengan menggunakan nilai $\hat{x}(k+1)$ sebagai nilai estimasi dari $x(k+1)$ maka nilai *identification error* dari model menjadi :

$$e(k+1) = x(k+1) - \hat{x}(k+1)$$

yang nantinya nilai manipulasi identifikasi *error* ini digunakan pada proses identifikasi selanjutnya sehingga hasil estimasi nilai $\hat{x}(k+1)$ akan semakin mendekati nilai $x(k+1)$



Gambar 1. Arsitektur JST Rekuren

2.3 IDENTIFIKASI DENGAN JST REKUREN

JST rekuren merupakan salah satu jenis model arsitektur jaringan dengan *feedback loop* atau ekuivalen dengan fungsi sistem yang iteratif. JST ini sangat efektif dalam kasus identifikasi dan pemodelan sistem nonlinier. JST ini dapat memperkirakan dengan seksama kecepatan perubahan bentuk sistem (dalam hal ini sisi kanan dari persamaan nonlinier) pada sub jaringannya berdasarkan interpolasi daerah domain dalam satu selang *sampling* atau jumlah iterasi sehingga dapat memprediksi bentuk lintasan sistem untuk waktu yang lama. Selain itu diharapkan JST ini dapat memprediksi perilaku sistem untuk selang waktu yang berbeda-beda.

Model state-space dari JST rekuren untuk mengidentifikasi permasalahan nonlinier dengan n buah input-output serta m buah layer *hidden* ditunjukkan pada gambar 1 dengan notasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{x}(k+1) &= A\hat{x}(k) + V_{1,k} \sigma[W_{1,k} x(k)] \\ &+ V_{2,k} \phi[W_{2,k} x(k)]u(k) \end{aligned} \tag{2}$$

Dimana $A \in \mathfrak{R}^{n \times n}$, $x(k) \in \mathfrak{R}^{n \times 1}$ adalah state vektor, $\hat{x}(k) \in \mathfrak{R}^{n \times 1}$ adalah internal state vektor, $u(k) \in \mathfrak{R}^m$ adalah Input vector, $W_{1,k}$ dan $W_{2,k} \in \mathfrak{R}^{m \times n}$ adalah bobot pada layer *hidden*, serta $V_{1,k}$ dan $V_{2,k} \in \mathfrak{R}^{n \times m}$ adalah bobot pada output layer. $\hat{x}(k+1)$ adalah nilai dari state vektor hasil estimasi pada iterasi ke $k+1$. σ dan ϕ adalah fungsi aktivasi yang digunakan oleh jaringan. Biasanya σ dan ϕ berupa fungsi sigmoid.

2.4 OPTIMAL BOUNDED ELLIPSOID

Sejumlah n-Dimensi elipsoid, dengan titik tengah x^* , dapat dinotasikan sebagai berikut

$E(x^*, P) = \{x \in R^n \mid (x - x^*)^T P^{-1} (x - x^*) \leq 1\}$ Dimana $P \in R^{n \times n}$ adalah matrik positif-semidefinit. Orientasi atau arah dari sumbu elipsoid E ditentukan oleh eigen-vektor $[u_1 \dots u_n]^T$ dari P, sedangkan panjang dari sumbu semi-mayor elipsoid E ditentukan oleh eigen-value $[\lambda_1 \dots \lambda_n]^T$ dari P. Irisan antara dua buah elipsoid $E_a(x_1, P_1)$ dan $E_b(x_2, P_2)$ adalah sebuah elipsoid, dinamakan E_c .

$$E_a \cap E_b = E_c = \left\{ x \in R^n \mid \lambda(x - x_1)^T P_1^{-1} (x - x_1) + (1 - \lambda)(x - x_2)^T P_2^{-1} (x - x_2) \leq 1 \right\}$$

dimana $0 \leq \lambda \leq 1$, P_1 dan P_2 adalah matrik simetris positif-semidefinit. Irisan normal dari dua buah himpunan elipsoid $E_a \cap E_b$ bukanlah sebuah himpunan elipsoid secara umum. Himpunan elipsoid E_c berisi himpunan irisan normal dari $E_a \cap E_b$.

$$E_a \cap E_b \subset E_c$$

Gambar 2 menunjukkan ide dasar dari konsep himpunan elipsoid E_c . Terdapat minimal sebuah himpunan elipsoid yang memenuhi λ^* . Himpunan inilah yang disebut dengan optimal bounding elipsoid. Konsep dasar dari algoritma optimal bounding elipsoid adalah membuat agar irisan dari dua buah himpunan elipsoid senantiasa memiliki nilai yang kecil. Pada penelitian ini tidak dicoba untuk menemukan nilai dari λ^* .

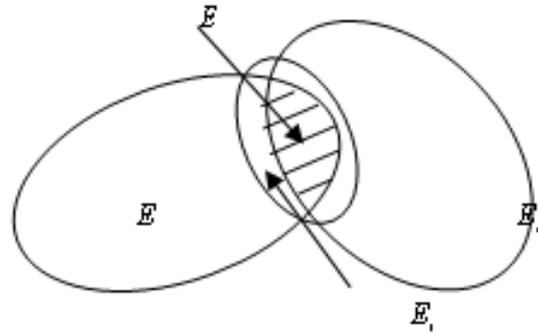
Pada kasus identifikasi neural, digunakan definisi elipsoid untuk mengestimasi nilai dari parameter error E_k yang dinotasikan sebagai berikut :

$$E_k = \left\{ \theta_1(k) \mid \tilde{\theta}_i^T(k) P_k^{-1} \tilde{\theta}_i(k) \leq 1 \right\} \quad (3)$$

dimana $\tilde{\theta}_i(k) = \theta_i^* - \theta_i(k)$, θ_i^* adalah bobot yang optimal dari JST yang akan meminimalkan model error. Pada penelitian ini, konsep dasar algoritma OBE menggunakan dua buah asumsi.

Diasumsikan bahwa nilai dari persamaan $[y_i(k) - B_k^T \theta_i^*]$ adalah bagian dari himpunan elipsoid S_k . Variabel S_k dinotasikan sebagai berikut :

$$S_k = \left\{ B_k^T \theta_i^* \mid \frac{1}{\gamma_i} \| y_i(k) - B_k^T \theta_i^* \|^2 \leq 1 \right\} \quad (4)$$



Gambar 2. Konsep himpunan elipsoid E_c

dimana γ_i adalah konstanta positif, $i = 1 \dots n$.

Diasumsikan bahwa inisial bobot error berada di dalam himpunan elipsoid E_1 , serta dinotasikan sebagai berikut

$$E_1 = \left\{ \theta_1(1) \mid \tilde{\theta}_i^T(1) P_k^{-1} \tilde{\theta}_i(1) \leq 1 \right\}$$

dimana $P_1 = P_1^T > 0, P_1 \in R^{4m \times 4m}$, $\tilde{\theta}_i(1) = \theta_i^* - \theta_i(1)$.

Nilai dari θ_i^* tidak diketahui.

Dapat dilihat bahwa bagian utama dari himpunan $S_1, S_2 \dots S_j$ adalah θ_i^* , sehingga

$$\{\theta_i^*\} \subset \bigcap_{j=1}^k S_j$$

Untuk mendapatkan nilai $\{\theta_i^*\}$ adalah sebuah hal yang sangat sulit karena nilai informasi yang ada pada persamaan diatas akan bertambah secara linier seiring meningkatnya jumlah iterasi (disimbolkan dengan k). Berdasarkan definisi E_k pada persamaan (3-1), θ_i^* adalah nilai tengah dari dari himpunan E_1, E_2, \dots, E_j , sehingga

$$\{\theta_i^*\} \subset \bigcap_{j=1}^k E_j, \{\theta_i^*\} \subset E_k \quad (5)$$

Permasalahan utama dari identifikasi sistem nonlinier adalah menemukan himpunan minimum E_k yang memenuhi persamaan 5.

Pada makalah ini diimplementasikan algoritma identifikasi rekursif sedemikian rupa sehingga E_{k+1} adalah himpunan bounding elipsoid jika E_k adalah himpunan bounding elipsoid[2]. Jika E_k pada persamaan adalah sebuah himpunan elipsoid maka digunakan algoritma rekursif dibawah ini untuk melakukan update nilai P_k dan $\theta_i(k)$.

$$\theta_i(k+1) = \theta_i(k) + \frac{\lambda_k}{\gamma_i} P_k B_k e_i(k)$$

Dimana $\lambda_k = \frac{\lambda}{1 + B_k^T P_k B_k}$. Nilai P_k diupdate berdasarkan persamaan berikut :

$$(1 - \lambda_k)P_{k+1} = \frac{\lambda_k}{(1 - \lambda_k)\gamma_i + \lambda_k B_k^T P_k B_k} P_k B_k B_k^T P_k$$

Berdasarkan konsep dasar diatas maka nilai bobot JST rekuren di modifikasi berdasarkan persamaan berikut :

$$V_{1,k+1} = V_{1,k} + \lambda P_{k+1} \sigma [W_{1,k} x(k)] e^T(k)$$

$$W_{1,k+1} = W_{1,k} + \lambda P_{k+1} \sigma [W_{1,k} x(k)] V_{1,k}^T x(k) e^T(k)$$

Secara umum implementasi algoritma OBE dalam proses identifikasi sistem nonlinier adalah sebagai berikut :

1. Membangun model JST sesuai dengan sistem nonlinier yang akan diidentifikasi.
2. Inisialisasi nilai bobot awal jaringan, state vektor dan state estimasi.
3. Rekonstruksi model JST ke dalam bentuk linier hingga didapatkan nilai dari $V_{1,k}$, $V_{2,k}$, $W_{1,k}$ dan $W_{2,k}$.
4. Update bobot JST, baik pada layer *hidden* maupun layer output dengan algoritma OBE.

$$\theta_i(k+1) = \theta_i(k) + \frac{\lambda_k}{\gamma_i} P_k B_k e_i(k)$$

5. Update nilai dari P dan λ dengan persamaan berikut

$$(1 - \lambda_k)P_{k+1} = \frac{\lambda_k}{(1 - \lambda_k)\gamma_i + \lambda_k B_k^T P_k B_k} P_k B_k B_k^T P_k \text{ dan}$$

$$\lambda_k = \frac{\lambda}{1 + B_k^T P_k B_k}$$

6. Lakukan proses update bobot atau *training* akan dilakukan secara terus menerus sesuai nilai *error* hingga nilai dari state estimasi $\hat{x}(k)$ mendekati nilai state target $x(k)$ atau dengan kata lain nilai MSE mendekati nol.

III HASIL UJI COBA

Proses ujicoba dilakukan terhadap sistem persamaan nonlinier dengan skenario yang berbeda. Uji coba terhadap sistem nonlinier 1 .

$$x_1(k+1) = \frac{x_1(k)x_2(k)x_3(k)}{1 + x_1(k)^2 + x_2(k)^2 + x_3(k)^2} + 2u(k)$$

$$x_2(k+1) = x_1(k)$$

$$x_3(k+1) = x_2(k)$$

$$u(k) = 0.3 \sin(3\pi kTs) + 0.1 \sin(4\pi kTs) + 0.6 \sin(\pi kTs)$$

Uji coba ini dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah neuron pada layer *hidden*. Hasil identifikasi dengan 10 neuron pada layer *hidden* ditampilkan pada gambar 3, sedangkan kurva MSE ditampilkan pada gambar 4.

Hasil uji coba secara keseluruhan terhadap sistem nonlinier 1 ditampilkan pada grafik gambar 9, dimana hasil MSE dengan algoritma OBE terbukti lebih kecil apabila dibandingkan dengan algoritma lain, Backpropagation dan Extended Kalman Filter.

Sistem nonlinier 2 adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -a_1 x_1 \\ -a_2 x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_1 \text{sign}(x_2) \\ \beta_2 \text{sign}(x_1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

Dengan input vector adalah sebagai berikut

$$u_1 = u_2 = 0.3 \cos(3\pi kTs) + 0.1 \cos(4\pi kTs) + 0.6 \cos(\pi kTs)$$

Hasil identifikasi sistem nonlinier 2 dengan 10 neuron pada layer *hidden* ditampilkan pada gambar 5, sedangkan kurva MSE ditampilkan pada gambar 6. Hasil uji coba seluruh skenario sistem nonlinier 2 ditampilkan pada grafik gambar 10.

Sedangkan sistem nonlinier yang ketiga adalah sebagai berikut :

$$x_1(k+1) = x_2(k)$$

$$x_2(k+1) = \rho_1 x_1 - \rho_2 x_1^3 - \rho x_2 + q \cos(\omega k) + u(k)$$

$$u(k) = 0.3 \sin(3\pi kTs) + 0.1 \cos(4\pi kTs) + 0.6 \cos(\pi kTs);$$

Hasil identifikasi terhadap sistem nonlinier yang ketiga ditampilkan pada gambar 7, sedangkan nilai MSE ditampilkan pada gambar 8. Hasil uji coba seluruh skenario sistem nonlinier 3 ditampilkan pada grafik gambar 11.

Kurva warna biru merupakan kurva plant sedangkan kurva merah merupakan kurva hasil estimasi.

IV SIMPULAN

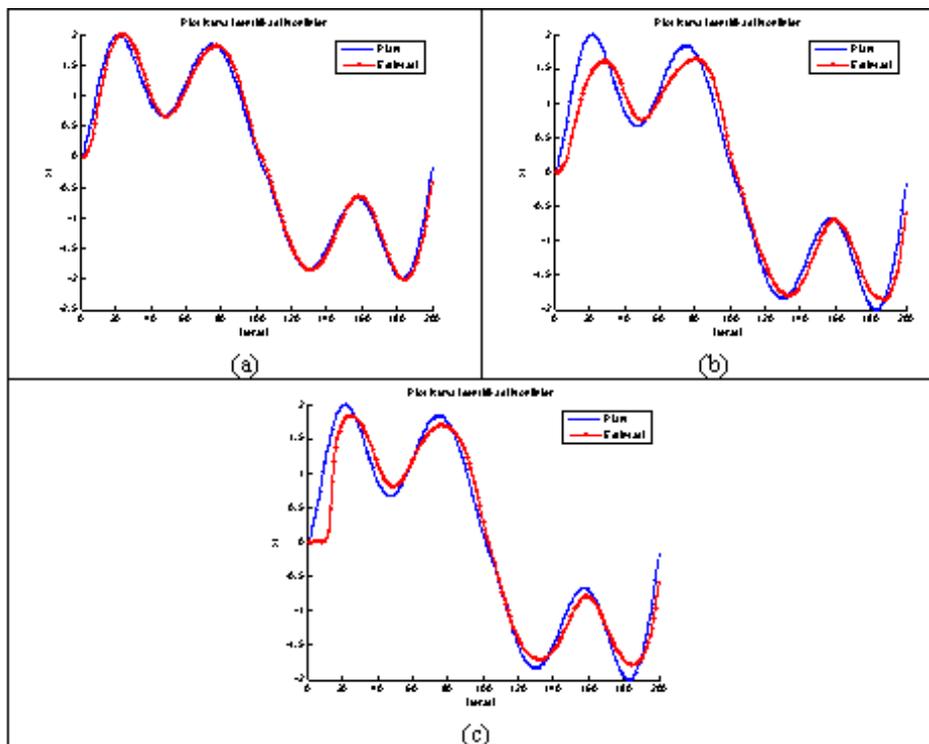
Setelah dilakukan uji coba dan analisis terhadap perangkat lunak yang dibuat, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi JST rekuren dengan algoritma OBE ini dapat menangani permasalahan identifikasi pada sistem persamaan nonlinier. Dalam hal ini persamaan nonlinier yang digunakan adalah permasalahan nonlinier dengan kontrol input.
2. Algoritma OBE terbukti mampu mencapai konvergensi dengan cepat serta didapatkan hasil kurva identifikasi yang akurat.
3. Algoritma OBE mampu bekerja dengan baik dalam melakukan pencocokkan kurva identifikasi (proses

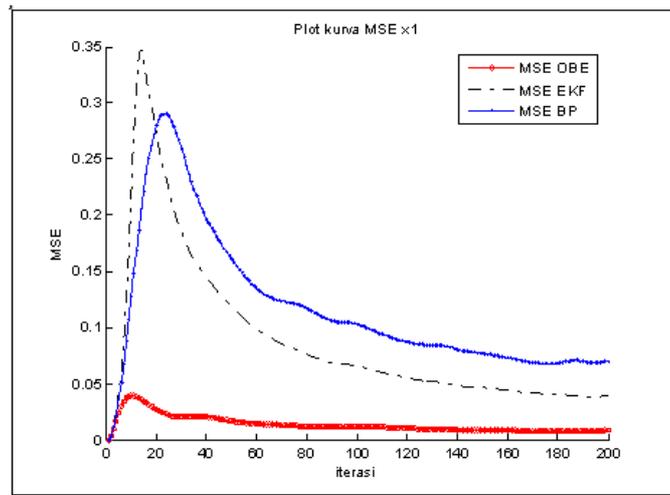
4. *training* jaringan), terlihat dari hasil minimum MSE sebesar 0.0683
 5. Algoritma OBE juga terbukti lebih baik apabila dibandingkan dengan algoritma BP dan EKF, hal ini ditunjukkan dengan nilai MSE yang lebih kecil dari kedua algoritma tersebut pada semua skenario ujicoba yang telah dilakukan.
 6. Hasil optimal JST rekuren dengan algoritma OBE dicapai ketika proses *training* dilakukan dengan menggunakan 10 buah neuron pada *hidden* layer. Berdasarkan data hasil ujicoba diperoleh hasil minimum MSE dicapai pada saat skenario yang kedua (menggunakan 10 buah node *hidden* layer) yakni sebesar 0.0683
 7. Pada dasarnya jaringan dapat melakukan identifikasi sistem nonlinier hanya dengan 1 buah neuron pada layer *hidden*.
- [2] Rubio, Jose' de Jesu's, and Yu, Wen.(2007).Recurrent neural networks training with optimal bounded ellipsoid algorithm,Proc.of the 2007 American Control Conference Marriot Marquis Hotel at Times Square New York City, USA.
 - [3] Rubio, Jose' de Jesu's, and Yu, Wen. (2007). Nonlinear system identification with recurrent neural network and dead-zone Kalman filter algorithm. Science Direct, Neurocomputing 70, 2460-2466.
 - [4] Yu, Wen.(2005).State-Space Recurrent Fuzzy Neural Networks for Nonlinier System Identification. Neural Processing letter 22:391-404
 - [5] W Yu dan Xiaou Li. 2007. Neural identification Based On Sliding Mode Observer. 16th IEEE International Conference on Control Applications Part of IEEE Multi-conference on Systems and Control Singapore, 1-3 October 2007.

DAFTAR PUSTAKA

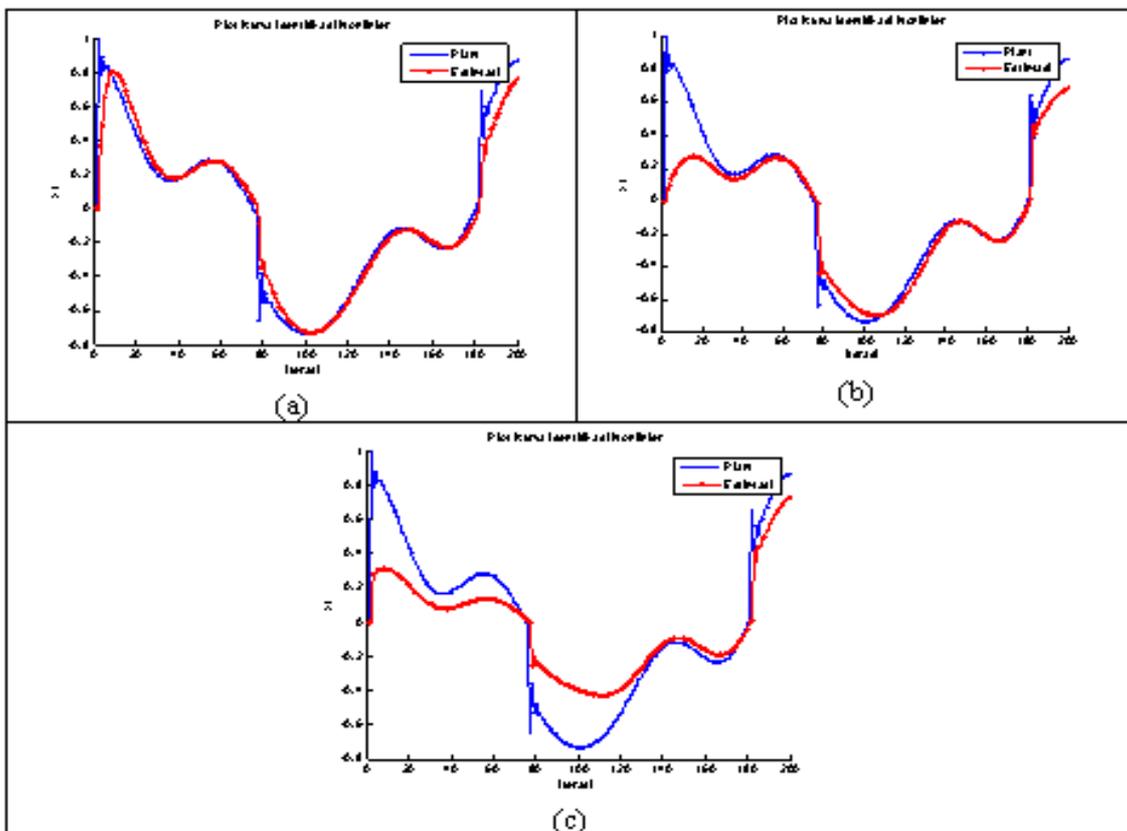
- [1] Poznyak, Alex S., Sanches, Edgar N., and Yu, Wen.(1999). Nonlinear Adaptive Trajectory Tracking Using Dynamic Neural Networks. IEEE International Symposium on Intelligent Control.
- [6] Yang, Cao, Chung, and Moris. (2005) Applied Numerical Methods Using MATLAB. John Wiley & Sons, Inc. From http://media.wiley.com/product_data/excerpt/34/04716983/0471698334.pdf



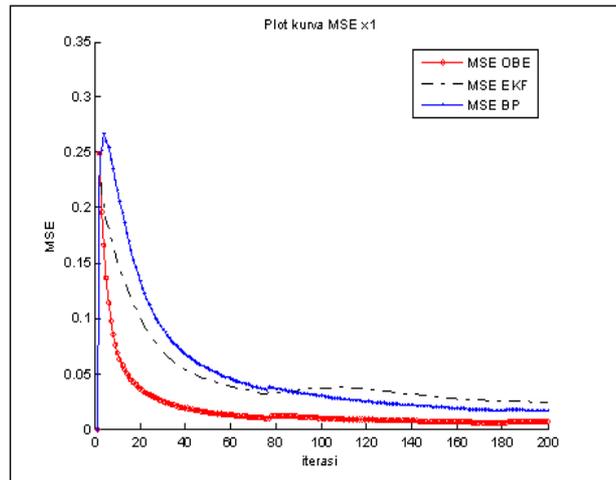
Gambar 3. Kurva hasil Identifikasi sistem nonlinier 1
(a) Identifikasi dengan OBE ; (b) BP ; (c) EKF



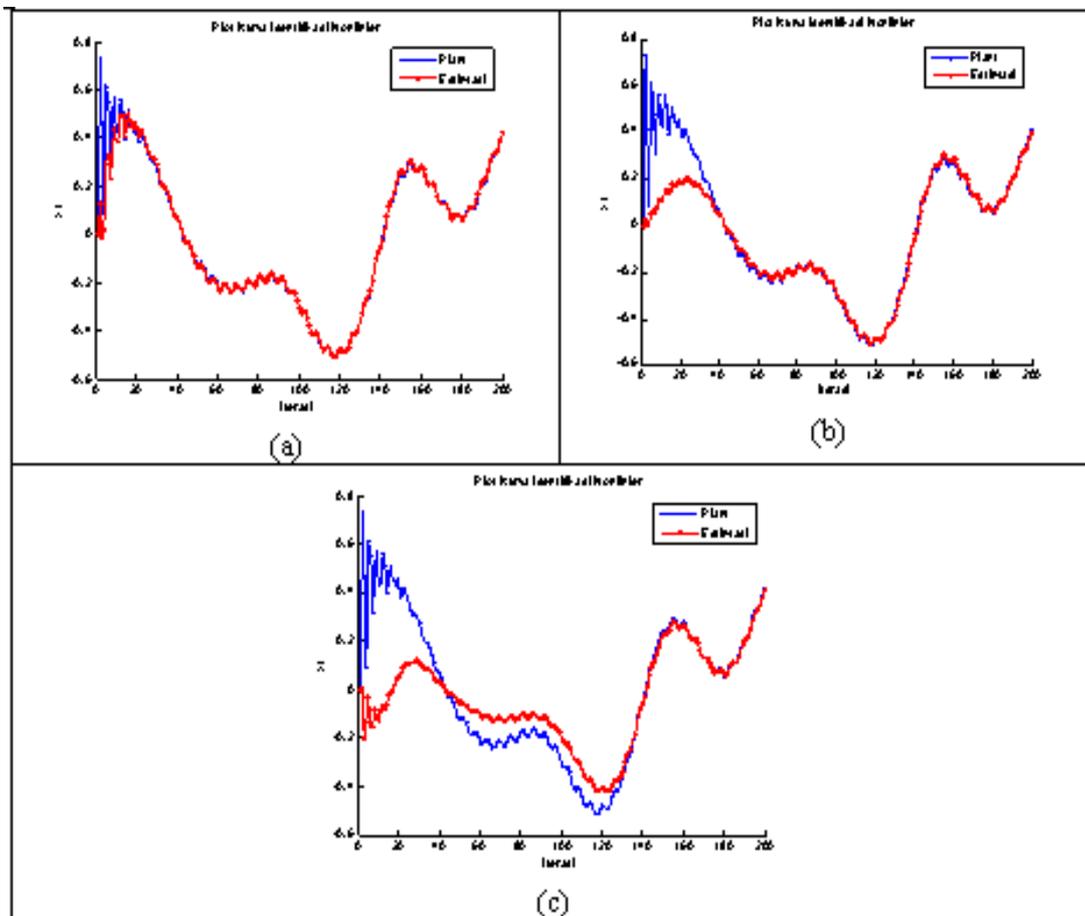
Gambar 4. Kurva nilai MSE sistem nonlinier 1



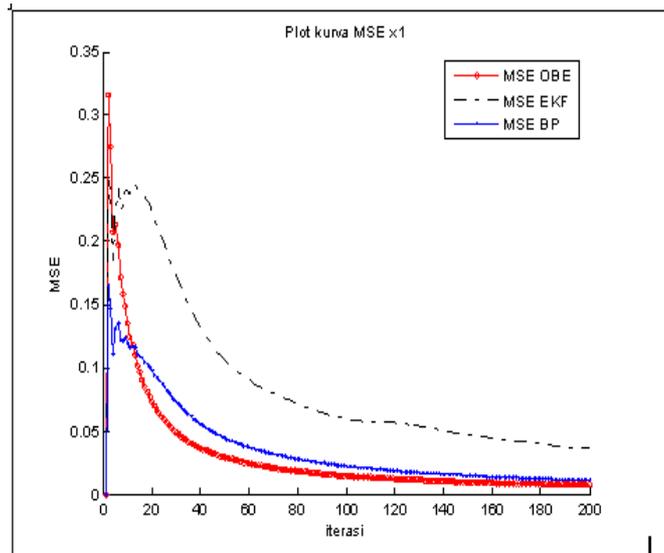
Gambar 5. Kurva hasil Identifikasi sistem nonlinier 2 (a)Identifikasi dengan OBE ; (b) BP ; (c) EKF



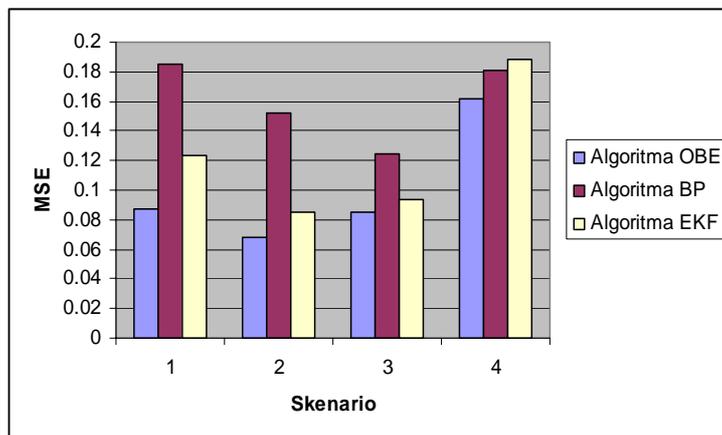
Gambar 6. Kurva nilai MSE sistem nonlinier 2



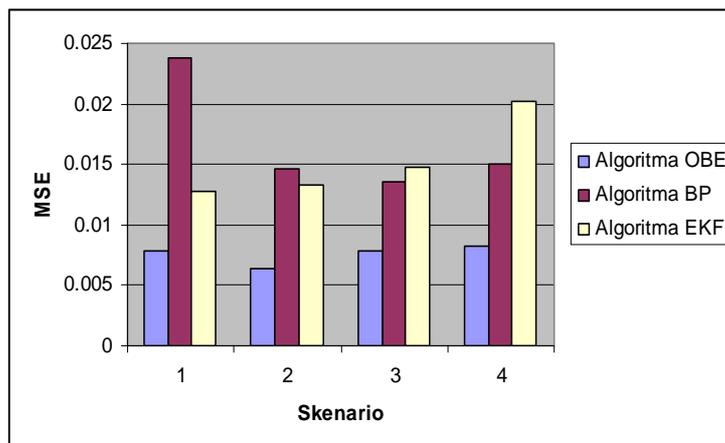
Gambar 7. Kurva hasil Identifikasi sistem nonlinier 3 (a)Identifikasi dengan OBE ; (b) BP ; (c) EKF



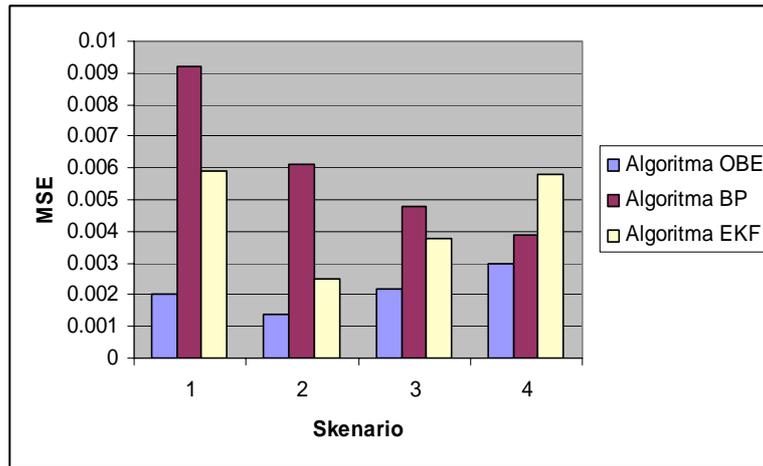
Gambar 8. Kurva nilai MSE sistem nonlinier 3



Gambar 9. Diagram perbandingan MSE pada sistem nonlinier 1 pada semua skenario.



Gambar 10. Diagram perbandingan MSE pada sistem nonlinier 2 pada semua skenario



Gambar 11. Diagram perbandingan MSE pada sistem nonlinier 3 pada semua skenario

DESAIN PROTOKOL KOMUNIKASI UNTUK PENERAPAN SISTEM SEMINAR ONLINE MELALUI INTERNET

THE DESIGN COMMUNICATION PROTOCOL TO IMPLEMENTATION ONLINE CONFERENCE SYSTEM OVER INTERNET.

Mingsep Sampebua' : Staf Pengajar Teknik Informatika UKIP Makassar
mingsepugm@yahoo.com

Lukito Edi Nugroho : Staf Pengajar Fakultas Teknik / Elektro UGM
lukito@mti.ugm.ac.id

Jazi Eko Istiyanto : Staf Pengajar FMIPA UGM
jazi@ugm.ac.id

ABSTRAKSI

Karakteristik utama teknologi Internet sebagai media komunikasi dan informasi yaitu ruang lingkup yang tidak dibatasi oleh jarak (batas geografis) dan waktu untuk melakukan komunikasi dan akses terhadap layanan informasi yang tersedia di seluruh dunia. Berbagai layanan sistem informasi dan komunikasi / interaksi yang diterapkan di internet telah memberi keuntungan yang sangat besar bagi penyedia dan pengguna layanan Internet. Sistem informasi berbasis web tidak hanya digunakan sebagai media informasi (*browsing*) tapi dapat digunakan untuk melakukan transaksi dan bisnis secara *online*.

Semakin tingginya kebutuhan sistem komunikasi / interaksi dan transaksi berbasis Internet, memicu munculnya berbagai layanan-layanan aplikasi baru yang memungkinkan terbentuknya kolaborasi dan komunikasi virtual secara *real time* untuk berbagai kebutuhan seperti diskusi *online*, *chatting*, *Distance Learning* menggunakan *video conference*, *Voice Over Internet Protocol (VOIP)*, dan *Multimedia Over Internet Protocol (MOIP)*.

Untuk dapat menyediakan layanan aplikasi sistem komunikasi *face-to-face* berbasis Internet, diperlukan protokol komunikasi yang mengatur model operasi, aturan *signalling*, dan aturan transfer paket data secara *real time* antar *end system*. Tujuan penelitian ini adalah merancang protokol komunikasi *face-to-face* berbasis Internet, yang diperlukan untuk menangani aturan-aturan pelaksanaan sistem seminar *online*.

Kata kunci : Desain protokol komunikasi, Real-time Transport Protocol, Sistem

seminar *online*, Protokol Internet lapisan aplikasi.

I. Pendahuluan

Kemajuan teknologi Internet sebagai media komunikasi dan informasi sangat dirasakan manfaatnya oleh semua pihak baik itu personal, lingkungan bisnis, lingkungan pemerintahan, lingkungan kesehatan, lingkungan perbankan, dan lingkungan pendidikan. Teknologi Internet mendukung berbagai kebutuhan manusia untuk melakukan komunikasi, transaksi, dan akses informasi secara global

tanpa kuatir pada jarak (batas geografis) dan waktu pelaksanaan.

Teknologi Internet tidak sekedar berfungsi sebagai alternatif pendukung, namun telah menjadi suatu kebutuhan untuk diterapkan sebagai media komunikasi, transaksi bisnis, dan media informasi. Hal ini dapat meningkatkan keuntungan untuk mempercepat proses komunikasi / interaksi, transaksi, dan akses informasi.

Internet sebagai media komunikasi / interaksi memuat aturan-aturan (protokol) yang disepakati antara pengirim dan penerima. Aturan kesepakatan tersebut meliputi aturan prosedur komunikasi, aturan transaksi (proses-proses bisnis), aturan pengiriman / penerimaan pesan dan data aktual, dan perintah-perintah komunikasi.

Ford (1997, h.8) mendefinisikan bahwa protokol adalah kumpulan aturan dan persetujuan formal yang mengatur pertukaran data atau informasi antara beberapa komputer melalui media jaringan, dalam hal ini media jaringan adalah Internet.

Protokol Internet adalah sekumpulan protokol yang dimodelkan atas empat lapisan yaitu lapisan data *link* / fisik, lapisan *network*, lapisan *transport*, dan lapisan aplikasi. Masing-masing lapisan bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu untuk melakukan fungsi-fungsi komunikasi data pada Internet (Kenyon, 2002, h.27). Jika suatu protokol menerima data dari protokol lain di lapisan atasnya, ia akan menambahkan informasi tambahan miliknya ke data tersebut, kemudian data tersebut diteruskan ke protokol pada lapisan di bawahnya.

Hal ini sebaliknya terjadi jika suatu protokol menerima data dari protokol lain yang berada pada layer di bawahnya, jika data dianggap *valid*, protokol akan melepas informasi tambahan tersebut, untuk kemudian meneruskan data itu ke protokol lain yang berada pada lapisan di atasnya.

Sebagian besar layanan aplikasi yang diterapkan di Internet adalah berbasis web yang *asynchronous*. Aplikasi web menggunakan protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) sebagai aturan komunikasi antara pengirim dan penerima (*Client* dan *Server*).

Berbagai desain standar protokol Internet lapisan aplikasi seperti protokol HTTP untuk web, protokol FTP untuk transfer file, protokol SMTP untuk e-mail, protokol IMPP (*Instant Message and Presence Protocol*) dan lain-

lain sulit dimodifikasi / diperluas untuk pengembangan berbagai kebutuhan layanan aplikasi komunikasi yang *synchronous*.

Kesulitan perluasan / modifikasi terjadi karena aturan-aturan atau protokol yang ada tidak menyediakan kerangka kerja yang *generic* untuk pengembangan berbagai layanan aplikasi komunikasi *face-to-face* yang dilakukan secara *real time*. Contoh kebutuhan layanan aplikasi *synchronous* antara lain komunikasi *face-to-face* untuk aplikasi sistem seminar *online*.

Kebutuhan layanan aplikasi komunikasi *face-to-face* (*audio / video*) akan terus berkembang saat ini dan masa yang akan datang, untuk merubah lingkungan komunikasi konvensional menjadi komunikasi berbasis Internet yang dapat diterapkan pada berbagai lingkungan kehidupan. Hal ini dapat menjadi solusi bagi persoalan jarak (batas geografis) dan waktu untuk melakukan berbagai aktivitas komunikasi yang diperlukan oleh manusia.

Permasalahan yang muncul dari kebutuhan aplikasi komunikasi adalah bagaimana merubah komunikasi *face-to-face* yang konvensional antara dua atau lebih *user* pada suatu saat yang sama, menjadi komunikasi yang menggunakan media Internet. Namun diharapkan penggunaan media Internet dapat menjadi replika dari komunikasi konvensional. Konsep replika untuk komunikasi *real time* pada berbagai lingkungan penerapan hendaknya tetap mempertahankan nilai-nilai yang terkandung dalam komunikasi konvensional yaitu komunikasi yang interaktif dan dinamis.

Lingkungan komunikasi dan interaksi yang dinamis antara lain partisipan dapat saling bertatap muka, berbicara secara langsung, memperoleh *feedback* secara langsung, dapat menampilkan reaksi-reaksi fisik dari partisipan lain, aturan-aturan dan prosedur komunikasi yang teratur / terarah antara partisipan dan lain-lain. Contoh kebutuhan layanan aplikasi komunikasi *face-to-face* yang interaktif dan dinamis yaitu sistem seminar *online* yang dilakukan secara *real time* melalui Internet.

Desain protokol sistem seminar *online* diperlukan untuk mengatur proses-proses komunikasi antara partisipan sehingga kolaborasi dan interaksi dapat berlangsung dengan baik. Jika proses komunikasi / interaksi antara partisipan tidak diatur seperti layaknya seminar yang dilakukan pada suatu ruangan, maka efektifitas yang substansial dari diskusi ilmiah tidak berjalan dengan baik. Hal ini terjadi karena masing-masing partisipan bebas berbicara pada saat yang diinginkan, sulit membedakan peran dari masing-masing partisipan (pemakalah, moderator, dan peserta), alur komunikasi yang tidak terkendali, terjadi konflik antara partisipan untuk memperoleh hak berbicara dalam forum seminar dan lain-lain.

Tujuan penelitian pada makalah ini adalah membuat desain protokol komunikasi yang diperlukan untuk menyelenggarakan seminar secara *online* melalui Internet. Protokol aplikasi yang dimaksud adalah aturan-aturan yang disepakati antara pihak-pihak (partisipan) yang berkomunikasi / berinteraksi dengan menggunakan komputer sebagai terminal komunikasi dan teknologi Internet sebagai media komunikasi / transaksi.

II. Tinjauan Pustaka

Chen (2003), meneliti komunikasi *face-to-face* menggunakan media Internet. Penelitian dilakukan pada universitas *standford* untuk mengetahui pengaruh pembelajaran antara komunikasi *non-real time* (*web based*) dan komunikasi *real time* (*audio/video conference*). Hasil penelitian disimpulkan bahwa komunikasi *audio / video* yang dilakukan secara *real time*, dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan dinamis karena terjadi interaksi langsung antara dosen dan mahasiswa (komunikasi dua arah pada saat yang sama).

Uyar, dkk (2005), menjelaskan tiga konsep dasar identifikasi kebutuhan pada arsitektur sistem komunikasi berorientasi layanan untuk membangun sistem aplikasi *video conferencing* yang *scalable*. Analisis dan identifikasi kebutuhan tersebut yaitu

- Distribusi *stream audio/video*.
- Pemrosesan media data
- Pengelolaan *conference session*.

Abdel-Wahab, dkk (1999) membuat aplikasi kolaborasi multimedia dan *sharing* aplikasi berbasis Internet menggunakan arsitektur *Java Collaborative Environmen* (JCE). Desain dan implementasi JCE memerlukan beberapa persyaratan sehingga komunikasi / kolaborasi secara *real time* melalui Internet dapat berjalan dengan baik.

Persyaratan tersebut yaitu model komunikasi (komunikasi *point-to-point* atau komunikasi *multipoint* untuk pengiriman data ke beberapa partisipan yang bergabung dalam *conference*), pengelolaan *conference* (*joint session*, *status user*, *leave session*), dan pengelolaan *floor control* yang berhubungan dengan pemberian *token* pada partisipan untuk dapat mengirimkan data *audio* dan *video* dalam suatu sesi *conference*.

III. Metode Penelitian

- a. Studi pustaka tentang desain protokol layanan aplikasi komunikasi *real time*.
- b. Melakukan penelitian / pengamatan pada pelaksanaan seminar yang dilakukan secara konvensional. Tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi kebutuhan protokol komunikasi dalam pelaksanaan seminar *online*. Identifikasi kebutuhan protokol komunikasi didasarkan pada tahapan proses pelaksanaan seminar, proses-proses bisnis (*use case-use case*) yang terjadi pada setiap tahapan, dan aturan-aturan yang diterapkan selama komunikasi berlangsung antara partisipan.
- c. Desain protokol komunikasi sistem seminar *online* menggunakan pendekatan berorientasi obyek. Pendekatan berorientasi obyek digunakan sebagai pendekatan yang memandang persoalan desain protokol komunikasi sistem seminar *online* sebagai kumpulan obyek yang dapat ditemukan pada dunia nyata (seminar yang dilakukan dalam suatu ruangan tertentu).
- d. Kesimpulan dan rencana selanjutnya.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan.

Desain protokol komunikasi pada sistem seminar *online* dilakukan melalui empat tahapan yaitu identifikasi obyek-obyek yang terlibat dalam sistem seminar *online*,

menentukan *requirement* sistem seminar *online*, membuat skenario komunikasi yang terjadi pada sistem seminar *online*, dan menyusun perintah-perintah transaksi dalam berkomunikasi antara partisipan.

Identifikasi obyek-obyek pada sistem seminar *online* meliputi:

- Oyek aktor yang berperan
- Oyek tahapan pelaksanaan seminar *online*
- Oyek *controller*
- Oyek antarmuka pengguna.

Oyek aktor yang berperan pada sistem seminar *online* yaitu aktor pemakalah, aktor moderator, aktor peserta, dan aktor *agent* komunikasi.

Oyek tahapan pelaksanaan seminar *online* yaitu tahapan prosedur / proses-proses dalam melakukan komunikasi. Klasifikasi tahapan aktifitas untuk melakukan komunikasi meliputi tahapan registrasi, tahapan *login*, tahapan berlangsungnya sesi diskusi, dan tahapan mengakhiri komunikasi.

Oyek *controller* pada sistem seminar *online* yaitu obyek-obyek yang bertanggung jawab mengatur dan mengendalikan komunikasi antara partisipan.

Oyek antarmuka pengguna adalah obyek-obyek yang diperlukan untuk membuat program aplikasi sistem seminar *online* sebagai terminal komunikasi.

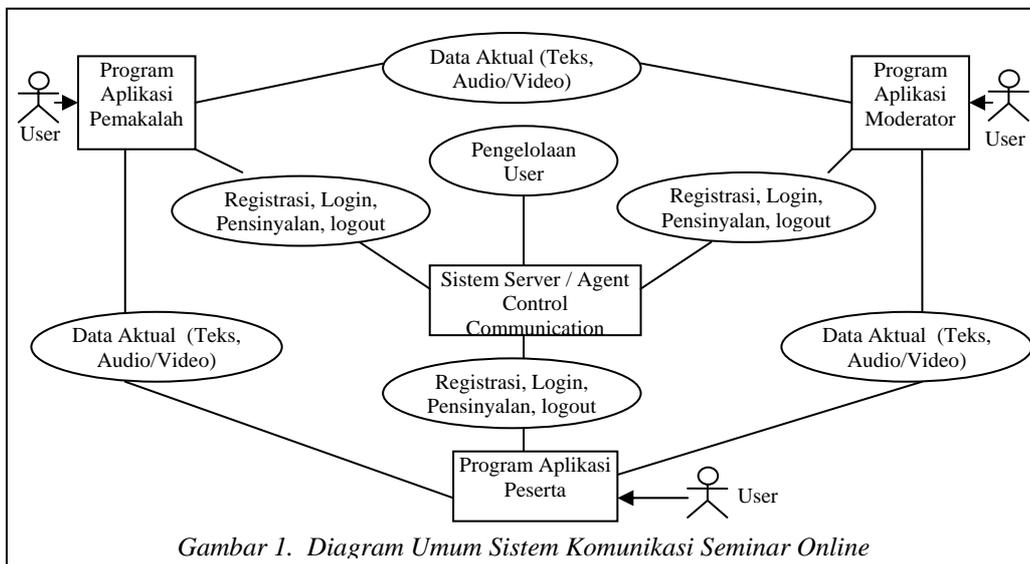
Implementasi hasil desain protokol komunikasi sistem seminar *online*, direpresentasikan dalam bentuk modul-modul atau kelas-kelas obyek. Kelas-kelas obyek tersebut kemudian dikodekan ke dalam bentuk perangkat lunak yang menghasilkan program aplikasi sistem seminar *online*.

4.1 Peran dan Tanggung Jawab Aktor

Peran dan tanggung jawab aktor yang terlibat dalam sistem seminar *online* yaitu:

- Aktor moderator memiliki tugas memimpin seminar *online* dan mengatur serta memantau jalannya seminar *online*.
- Aktor pemakalah memiliki tugas memaparkan materi seminar *online* kepada peserta dan menjawab pertanyaan peserta seminar *online*.
- Aktor peserta memiliki tugas mengikuti seminar *online* dengan mematuhi semua aturan dan prosedur yang telah ditetapkan. Peserta selalu meminta ijin kepada moderator untuk bertanya kepada pemakalah. Jika Moderator memberi ijin, maka peserta tersebut dapat berbicara pada forum seminar *online*.
- Aktor *agent* komunikasi berperan dalam transmisi pesan pensinyalan dan transmisi data aktual melalui Internet. Transmisi pesan pensinyalan diperlukan untuk membuat persetujuan komunikasi antara partisipan dan pembentukan sesi komunikasi antara partisipan. Transmisi data aktual diperlukan untuk pengiriman *stream* data teks, *stream* data *audio*, dan *stream* data *video* antara partisipan.

Komunikasi antara pemakalah, moderator, dan peserta pada sistem seminar *online* menerapkan model komunikasi *point-to-multipoint*, seperti ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Umum Sistem Komunikasi Seminar Online

4.2 Requirement Sistem Seminar Online

Requirement pelaksanaan sistem seminar *online* melalui Internet:

- Sistem seminar *online* diperlukan untuk melakukan komunikasi *face-to-face* secara *real time* antara pemakalah, moderator, dan beberapa peserta seminar yang tersebar diberbagai lokasi. Komunikasi antara partisipan seminar menggunakan media Internet.

- Sistem seminar *online* dapat mendukung komunikasi *real time* teks, *audio*, *video*, dan dokumen presentasi.
- Layanan aplikasi sistem seminar *online* menggunakan program aplikasi *desktop* sebagai terminal komunikasi bagi *user*.
- Pemakalah, moderator, dan peserta wajib melakukan registrasi. Registrasi berfungsi sebagai

identifier user untuk berbagai keperluan seperti *login*, identitas panggilan, informasi status *user*, pengaturan / pengendalian *user* untuk memperoleh kesempatan berbicara dalam forum seminar, dan lain-lain.

- Pada suatu saat tertentu, hanya satu *user* yang diperkenankan untuk berbicara dalam forum seminar *online*, dan semua *user* lain yang bergabung dalam forum seminar bertindak sebagai pendengar.
- Komunikasi / Interaksi yang terjadi antara pemakalah dengan beberapa partisipan yang letaknya terpisah yaitu komunikasi *point-to-multipoint*.
- Untuk dapat berbicara dalam forum seminar, setiap *user* atau partisipan harus meminta ijin kepada moderator. Moderator bertanggung jawab melakukan pengaturan / pengendalian hak berbicara pada setiap partisipan seminar.
- Pengaturan / pengendalian hak berbicara dalam forum seminar didasarkan pada beberapa mekanisme, antara lain mekanisme antrian permintaan *user*, mekanisme acak, atau mekanisme *trigger* yang dipicu oleh suatu prosedur / mekanisme tertentu.
- Pengiriman pesan dan data aktual melalui Internet dilakukan melalui dua proses utama yaitu proses pensinyalan untuk persetujuan komunikasi antara partisipan dan proses transportasi media data untuk pengiriman data aktual antara partisipan.
- Setiap *user* (partisipan) wajib melakukan *login* ke dalam sistem seminar *online* untuk verifikasi dan validasi pengguna.
- Setiap *user* wajib melakukan *logout* untuk keluar dari sistem seminar *online*. *Logout* berguna untuk memutuskan hubungan komunikasi antara partisipan dan *update* informasi status *user*.

Skenario dan aturan pelaksanaan seminar *online*:

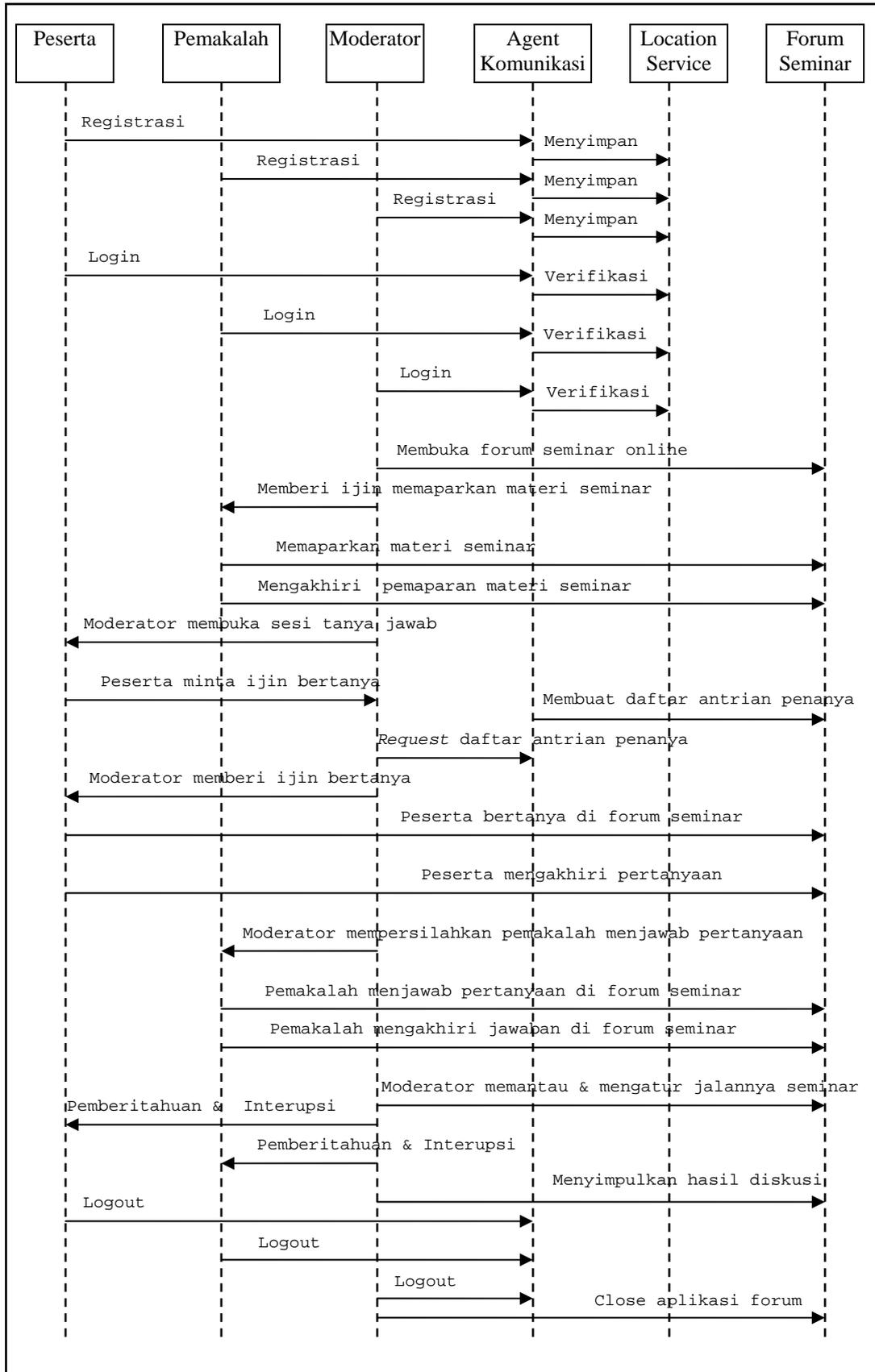
- Moderator, Pemakalah, dan Peserta seminar melakukan registrasi kedalam sistem seminar *online* dengan mengisi data-data yang diperlukan berdasarkan persyaratan-persyaratan yang ditentukan.
- Moderator, Pemakalah, dan Peserta melakukan *login* pada sistem seminar *online* dengan mengisi *User ID* dan *Password*. *User ID* dan *Password* diperiksa pada sistem server untuk validasi.
- Jika *User ID* dan *Password valid*, moderator, pemakalah, dan peserta dapat bergabung ke dalam forum seminar *online*.
- Moderator membuka forum seminar *online*. Tampilan awal pada setiap pengguna aplikasi adalah Moderator.
- Moderator, pemakalah, atau peserta selalu mengakhiri pembicaraan dengan mengirimkan perintah transaksi tertentu misalnya perintah END. Proses ini diperlukan untuk menandai perubahan status pengguna, agar pengguna lain dapat memperoleh kesempatan untuk berbicara.
- Moderator memberi ijin kepada pemakalah untuk memaparkan topik seminar *online*.
- Pemakalah memaparkan topik seminar pada forum seminar *online*.
- Pemakalah mengakhiri presentasi materi seminar.
- Moderator membuka sesi bertanya kepada peserta seminar *online*.
- Peserta meminta ijin kepada Moderator untuk bertanya.

- Moderator memberi ijin berbicara kepada peserta seminar *online*.
- Peserta bertanya (berbicara) di forum seminar *online*.
- Peserta mengakhiri pertanyaan di forum seminar *online*.
- Moderator memberi ijin (mempersilahkan) Pemakalah untuk menjawab pertanyaan.
- Pemakalah menjawab pertanyaan Peserta seminar *online*.
- Pemakalah mengakhiri jawaban pertanyaan di forum seminar *online*.
- Moderator bertanggung jawab memantau dan mengatur jalannya forum seminar *online*.
- Moderator dapat melakukan pemberitahuan dan interupsi kepada pemakalah atau peserta yang sedang berbicara dalam forum seminar *online*.
- Setelah pelaksanaan seminar *online* selesai, Pemakalah, Moderator, dan Peserta *logout* atau keluar dari forum seminar *online*.

Desain protokol aplikasi sistem seminar *online* berorientasi pada aturan-aturan spesifik penyelenggaraan seminar *online* (transaksi *user*). Protokol transaksi *user* memerlukan protokol-protokol lapisan aplikasi yang berfungsi sebagai *agent* komunikasi untuk menyampaikan pesan dan data aktual antara pengguna (*end* sistem) melalui jaringan Internet.

Agent komunikasi (transaksi client dan transaksi server) memiliki beberapa komponen yaitu komponen *user agent client*, komponen *user agent server*, komponen *agent control communication*, komponen *location service*, dan komponen media data aktual.

- *User Agent Client* (UAC) adalah komponen yang merepresentasikan kumpulan fungsi pemrosesan yang diperlukan untuk melakukan permintaan layanan (*request*) terhadap suatu layanan aplikasi yang tersedia di Internet.
- *User Agent Server* (UAS) adalah komponen yang merepresentasikan kumpulan fungsi pemrosesan yang diperlukan untuk menerima permintaan layanan, memproses permintaan layanan, dan menghasilkan *response* terhadap suatu permintaan layanan melalui Internet.
- *Agent Control Communication* adalah komponen yang merepresentasikan kumpulan fungsi pengelolaan / pengendalian komunikasi antar partisipan. *Agent Control communication* dapat bertindak sebagai *User Agent Server* ketika menerima *request*, dan bertindak sebagai *User Agent Client* ketika meneruskan pesan *request* ke tujuan yang ingin dicapai.



- *Location Service* adalah komponen antarmuka untuk pengelolaan *identifier user* atau lokasi layanan dan pengelolaan data-data yang disimpan pada suatu database atau file.
- Komponen media data adalah komponen yang bertanggung jawab untuk memproses data aktual yang meliputi pemrosesan input data teks, input data audio, input data video, pengiriman / penerimaan data teks, audio, atau video, dan pemrosesan *output* data teks, audio, atau video.

4.3 Desain Skenario Sistem Seminar Online.

Skenario sistem seminar *online* menjelaskan urutan kejadian (*event*) dalam pelaksanaan seminar *online*. Skenario interaksi dibuat dalam bentuk diagram *sequence* seperti ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.

Diagram *Sequence* menggambarkan interaksi antara aktor yang disusun dalam urutan waktu untuk memperlihatkan proses-

proses interaksi dan urutan kejadian dari masing-masing proses dalam pelaksanaan seminar *online*.

Diagram *sequence* berasosiasi dengan *use case-use case* yang diperlukan dalam penyelenggaraan seminar *online*.

4.4 Menyusun Perintah Transaksi

Perintah-perintah transaksi diperlukan untuk mengatur komunikasi antara partisipan, sehingga komunikasi dapat berjalan dengan baik. Perintah transaksi adalah bagian dari pesan *request* yang dikirimkan oleh partisipan pengirim ke partisipan penerima, sebagai *identifier* dari perintah permintaan layanan yang ditransmisikan melalui internet dan disampaikan oleh aktor *agent* komunikasi.

Tabel 1. Perintah Transaksi

No	Commands	Pengguna (Aktor)	Fungsi Commands
1	REGISTER	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk melakukan registrasi ke dalam sistem seminar <i>online</i> .
2	LOGIN	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk melakukan login ke dalam forum seminar <i>online</i> (<i>User ID & Password</i>).
3	INFOUSER	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk memperoleh informasi <i>user</i> yang bergabung dalam forum seminar <i>online</i> . Tujuannya untuk mengetahui status dari masing-masing user (<i>online</i> atau <i>offline</i>)
3	INVITE	Moderator	Perintah untuk mengundang partisipan yang sedang <i>online</i> (telah melakukan <i>login</i>) agar segera bergabung dalam forum seminar <i>online</i> .
	JOINT	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk bergabung ke dalam forum seminar <i>online</i> . Persyaratan untuk dapat <i>joint</i> ke dalam forum yaitu registrasi dan <i>login</i> .
3	BEGIN	Moderator	Keadaan awal pada aplikasi forum seminar adalah tidak aktif. Moderator membuka forum seminar <i>online</i> untuk merubah keadaan tidak aktif menjadi aktif.
4	PERMISSION	Pemakalah, Peserta	Perintah untuk meminta ijin kepada Moderator agar dapat berbicara di forum seminar.
5	AGREED	Moderator	Perintah untuk memberi ijin kepada Pemakalah atau Peserta agar dapat berbicara pada forum seminar <i>online</i>
6	INTERRUPT	Moderator	Perintah untuk melakukan interupsi (memotong) pembicaraan Pemakalah atau Peserta karena suatu alasan.
7	CONTINUE	Moderator	Meneruskan keadaan yang terinterupsi
10	TALK	Moderator, Pemakalah, Peserta	Moderator, Pemakalah, dan Peserta berbicara pada forum seminar <i>online</i>
11	END	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk mengakhiri pembicaraan pada forum seminar <i>online</i> . Setiap kali Pemakalah atau Peserta mengirim perintah END, maka kendali sistem kembali ke Moderator.
12	LOGOUT	Moderator, Pemakalah, Peserta	Perintah untuk keluar (<i>logout</i>) dari sistem dan menutup program aplikasi.

V. Kesimpulan dan Rencana Selanjutnya.

a. Kesimpulan.

Sistem seminar *online* yang *synchronous* dapat menjadi solusi terhadap persoalan jarak (batas geografis) dan waktu untuk menyelenggarakan seminar ilmiah secara *real time* melalui Internet.

Aplikasi *real time* akan terus berkembang untuk merubah lingkungan komunikasi konvensional menjadi komunikasi dunia

maya yang lebih efektif dan efisien melalui Internet. Efektivitas dan efisiensi tercapai karena pengguna aplikasi tidak perlu berpindah tempat untuk melakukan berbagai aktivitas komunikasi / interaksi dengan pengguna lain.

Aplikasi komunikasi *real time* melalui Internet seperti seminar *online*, mendukung komunikasi *face-to-face* antara partisipan sehingga dapat menciptakan

lingkungan komunikasi interaktif dan dinamis. Komunikasi interaktif dan dinamis melalui Internet dapat menjadi replika dari komunikasi dunia nyata karena pengguna (manusia) dapat saling bertatap muka, berbicara secara langsung, memperoleh *feedback* secara langsung, dapat menampilkan reaksi-reaksi fisik dari partisipan lain dan lain-lain.

Desain protokol komunikasi pada sistem seminar *online* meliputi *user interface*, aturan tahapan proses pelaksanaan seminar *online*, pengaturan / pengendalian partisipan dalam berkomunikasi, perintah-perintah transaksi, dan *agent* komunikasi yang berperan untuk transmisi pesan pensinyalan dan transmisi data aktual (teks, audio, video) melalui Internet.

b. Rencana Selanjutnya.

- Rencana selanjutnya dari penelitian ini yaitu Membuat kerangka desain protokol (aktor *agent* komunikasi) sebagai rangka dasar pengembangan berbagai aplikasi komunikasi *real time* yang diimplementasikan pada Internet.
- Membuat program aplikasi *desktop* (user interface) sebagai implementasi dari desain protokol komunikasi sistem seminar *online*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-wahab H., Kim O., Kabore P., and Favreau J.P., 1999, "Java-based Multimedia Collaboration and Application Sharing Environment", Proceedings IEEE Conference on Communications Software: Communications for Distributed Applications & Systems, pp. 2-9.
- Abdel-Wahab. H., 1997, "An Internet Collaborative Environment for Sharing Java Applications," in IEEE Computer Society Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems (FTDCS'97), October 29-31, pp. 112-117.
- Booch, G., 1994, "Object-Oriented Analysis and Design With Application", The Benjamin/Cumming Publishing Company, Inc., California.
- Chen M., 2003 "Conveying Conversational Cues Through Video", A Dissertation Submitted to the Department of Electrical Engineering and the Committee Graduated Studies of Stanford University in Partial Fulfilment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Comer, Douglas E., and Stevens, D.L., 2001, "Internetworking with TCP/IP Client-Server Programming and Application", Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Day, M., and Rosenberg, J., 2000, "A Model for Presence and Instant Messaging", RFC 2778, IETF.
- Dommel H., and Garcia-Luna-Aceves J. J., "Floor Control for Multimedia Conferencing and Collaboration," *Multimedia Systems*, vol. 5, no. 1, pp. 23-38, 1997.
- Fayat, M.E. and Schmidh, 1997, "Object Oriented Application Framework" Communication of The ACM", Vol.40 No. 10.
- Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H., Masinter, L., Leach, P., and Berners-Lee, T., 1999, "Hypertext Transfer Protocol", RFC 2616, IETF.
- Forouzan, B.A., 2000, "TCP/IP Protocol Suite", McGraw-Hill Companies Inc.
- Fox G., Wu W., Uyar A., Bulut H., and Pallickara S., 2003, "Global Multimedia Collaboration System", *1st International Workshop on Middleware for Grid Computing*, p. 441-447, Rio de Janeiro, Brazil.
- Kenyon, T., 2002, "Data Networks", Digital Press, Elsevier Science, ISBN 1-55558-271-0, USA.
- Luo C., Wang W., Tang J., Sun J., and Li J., 2007, "A Multiparty Videoconferencing System Over an Application-Level Multicast Protocol", *IEEE Transactions on Multimedia*, Volume 9.
- Pao, H., 1998, "Object-oriented Application Framework for Real-time Systems", In Proc. Of the 27th International Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems.
- Qiu, R., Kuns, F., Cox, J.R., 2004 "A Conference Control Protocol for Highly Interactive Video-conferencing", Applied Research Laboratory Departmenet of Computer Science Washington University Saint Louis, USA.
- Rose, M., 2001, "On the Design of Application Protocols", RFC 3117, Standar Protokol IETF.
- Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., and Jacobson, V., 2003, "A Transport Protocol for Real-Time Applications", RFC 3550, IETF.
- Uyar A., Wu W., and Fox G., 2005, "Service-Oriented Architecture for Building a Scalable Videoconferencing System", Paper Presented at the IEEE International Conference on Pervasive Services Volume, Issue, p.445 - 458.

Sistem Informasi Gizi Mahasiswa Berbasis Web (Kasus Mahasiswa Fakultas Kedokteran UGM)

Meiyanto Eko Sulisty¹, Ahmad Ashari², Sujoko Sumaryono³
^{1,3}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta, Indonesia

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada
 Sekip Utara, Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: mekosulistyo@pasca.gadjahmada.edu, ashari@ugm.ac.id, sujoko@te.ugm.ac.id

Abstrak - Sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web adalah sebuah sistem yang terdiri dari software, hardware, data, dan pemakai yang digunakan untuk memasukkan informasi kalori yang masuk dan kalori yang keluar yang diasup oleh mahasiswa serta menganalisa apakah mahasiswa sudah seimbang atau belum antara kalori yang masuk dengan kalori yang keluar. Sistem ini memanfaatkan jaringan internet sebagai sarana penyebaran informasi yang cepat dan dapat diakses oleh pemakai dengan menggunakan sebuah web browser seperti internet explorer, mozilla firefox, safari (apple), opera, dan sebagainya.

Kata Kunci : air, data, gizi, hardware, karbohidrat, lipid, mineral, pemakai, protein, software, vitamin

I. PENDAHULUAN

Sebuah sistem informasi selayaknya menyediakan hal-hal yang dibutuhkan oleh *user* yang disimpan oleh sistem informasi tersebut dalam suatu basis data. Oleh sebab itu keberadaan basis data merupakan sesuatu hal yang diperlukan untuk mendukung keberadaan suatu sistem informasi. Agar suatu basis data yang tersimpan pada *server* (penyedia informasi) dapat diakses oleh *client* (pencari informasi) pada *World Wide Web*, maka dokumen-dokumen *web* harus bisa berhubungan dengan basis data (mengakses basis data). Pembuatan dokumen *web* dilakukan dengan menggunakan suatu bahasa yang disebut HTML (*Hypertext Markup Language*).

Sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web adalah sebuah sistem yang terdiri dari *software, hardware, data, dan pemakai* yang digunakan untuk memasukkan informasi kalori yang masuk dan kalori yang keluar yang diasup oleh mahasiswa serta menganalisa apakah mahasiswa sudah seimbang atau belum antara kalori yang masuk dengan kalori yang keluar. Sistem ini memanfaatkan jaringan internet sebagai sarana penyebaran informasi yang cepat dan dapat diakses oleh pemakai dengan menggunakan sebuah *web browser* seperti internet explorer, mozilla firefox, safari (apple), opera, dan sebagainya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 BAHAN PENELITIAN

Bahan penelitian utama adalah data-data gizi para mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada angkatan 2006 yang meliputi :

- Nama, usia, jenis kelamin, status tinggal, tinggi badan, dan berat badan.
- Makanan yang dimakan selama 3 hari, kemudian masing-masing makanan tersebut diukur berat (g), kalori (kkal),

protein (g), lipid (g), karbohidrat (g), mineral (mg), dan vitamin (g), dan dihitung rata-ratanya selama 3 hari.

- Aktivitas selama 3 hari (3 x 24 jam), kemudian masing-masing aktivitas tersebut diukur lama (menit), tetapan (kkal/kg/jam), dan kalori (kkal), dan dihitung rata-ratanya selama 3 hari.

2.2 ALAT PENELITIAN

2.2.1 PERANGKAT KERAS

Perangkat keras yang digunakan sebuah komputer Notebook dengan konfigurasi :

- CPU : Intel Core 2 Duo T5550 1,83 GHz
- Kapasitas RAM DDR2 1 GB.
- Hard Disk 160 GB.
- Monitor LCD 14 inch.
- 1 unit Printer Canon PIXMA iP1200

2.2.2 PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang digunakan yaitu Sistem Operasi Microsoft Windows XP Professional Service Pack 2 dan perangkat lunak lainnya, yaitu :

- Web Server : Apache 2.2.8
- Middleware : PHP 5.2.6
- Database : MySQL 5.0.51b
- Web Browser : Mozilla Firefox 3.0

2.3 LOKASI, SUBJEK OBYEK PENELITIAN

2.3.1 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Fakultas Kedokteran UGM. Alasan peneliti memilih lokasi ini dengan pertimbangan bahwa Fakultas Kedokteran UGM belum mempunyai sistem informasi gizi yang terkomputerisasi.

2.3.2 SUBJEK PENELITIAN

Subyek penelitian ini adalah pengolahan data gizi mahasiswa Fakultas Kedokteran UGM, meliputi profil mahasiswa, gizi harian, dan aktivitas harian.

2.3.3 OBJEK PENELITIAN

Obyek penelitian ini adalah para mahasiswa Fakultas Kedokteran UGM angkatan 2006.

2.4 PERANCANGAN SISTEM

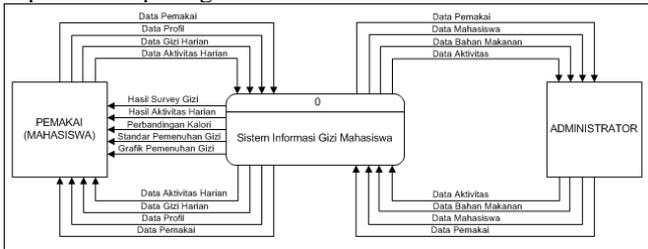
Perancangan sistem merupakan proses identifikasi komponen-komponen fungsional yang digunakan dalam perencanaan pengembangan sistem yang lengkap dan jelas sehingga dapat memenuhi kebutuhan pemakai sistem.

2.4.1 PERANCANGAN DATA FLOW DIAGRAM (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) atau Diagram Alir Data yang digunakan untuk membangun sistem informasi gizi mahasiswa ini ada 3 diagram, yaitu DFD level 0 dan DFD level 1.

2.4.1.1 DFD LEVEL 0

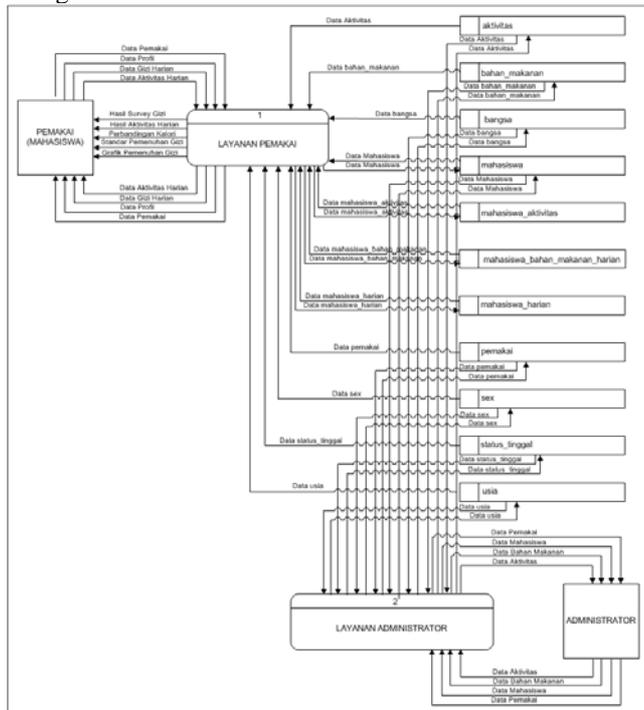
Data flow diagram level 0 digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang sistem yang ada. *Data flow diagram level 0* untuk diagnosa gizi mahasiswa dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

2.4.1.2 DFD LEVEL 1

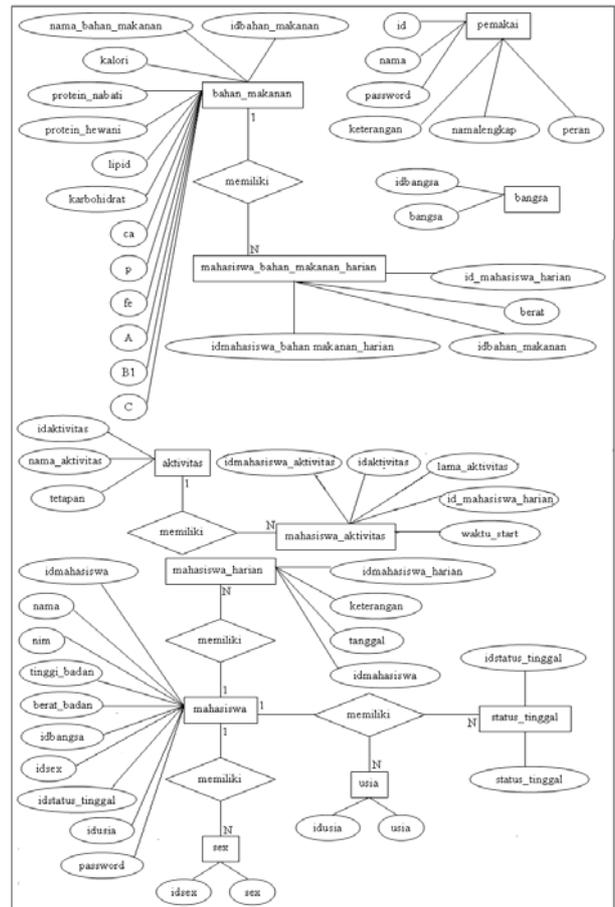
Data flow diagram level 1 merupakan pengembangan dari *data flow diagram level 0*, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2 Data Flow Diagram (DFD) Level 1

2.4.2 PERANCANGAN ENTITY RELATIONSHIP DIAGRAM (ERD)

Hubungan antara entitas dalam sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3 Entity Relationship Diagram (ERD)

III. HASIL PENELITIAN

3.1 MENU LOGIN

Pada saat sistem informasi gizi mahasiswa ini dijalankan, tampilan yang pertama kali muncul adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Menu Login

Menu login digunakan untuk *user* baik *user* yang diberikan hak akses sebagai administrator (admin) maupun operator (mahasiswa). Setiap *user* tinggal memasukkan NIM dan *password* untuk dapat masuk ke sub menu.

3.2 MENU UTAMA

Setelah pemakai (*user*) memasukkan NIM dan *password* pada menu login, maka sistem akan menuju tampilan menu utama *user* berdasarkan hak aksesnya, yaitu admin dan mahasiswa. Berikut ini adalah tampilan menu utama admin.



Gambar 5 Menu Utama Admin

Sedangkan, tampilan menu utama mahasiswa ditunjukkan oleh gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6 Menu Utama Mahasiswa

3.3 SUB MENU DAFTAR MAHASISWA

Sub menu daftar mahasiswa ini berfungsi untuk mendaftarkan user mahasiswa seperti yang ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7 Sub Menu Daftar Mahasiswa

NIM dan *password* digunakan untuk masuk ke sistem melalui menu login. Untuk *password* didaftarkan melalui tabel mahasiswa oleh admin.

3.4 SUB MENU DAFTAR MAKANAN

Sub menu daftar makanan ini digunakan untuk memasukkan data-data bahan makanan dengan kandungan gizinya, yaitu kalori, protein (nabati dan hewani), lipid, karbohidrat, kalsium (Ca), fosfor (P), besi (Fe), vitamin A, vitamin B1, dan vitamin C. Hal ini ditunjukkan gambar 8



Gambar 8 Sub Menu Daftar Makanan

Untuk memberikan nilai kandungan gizi pada bahan makanan berdasarkan tabel komposisi zat gizi makanan per 80 gram. Namun untuk sementara nilai yang diisi berdasarkan makanan yang sudah dipilih oleh mahasiswa selama 3 hari.

3.5 SUB MENU DAFTAR AKTIVITAS

Sub menu daftar aktivitas digunakan oleh admin untuk memasukkan data-data nama aktivitas beserta tetapannya. Data-data aktivitas diambil berdasarkan kegiatan mahasiswa selama 3 hari.



Gambar 9 Sub Menu Daftar Aktivitas

3.6 SUB MENU PROFIL

Pada sub menu profil ini data-data identitas yang telah diisikan oleh admin melalui sub menu daftar mahasiswa, dapat diubah oleh setiap mahasiswa jika tidak sesuai dengan yang sebenarnya. Mahasiswa tidak dapat mengubah password yang telah diberikan oleh admin, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 10.



Gambar 10 Sub Menu Profil

3.7 SUB MENU GIZI HARIAN

Sub menu gizi harian ini digunakan oleh mahasiswa untuk memasukkan data-data bahan makanan beserta beratnya (gram) selama 3 hari dengan memilih nama makanan yang telah didaftarkan oleh admin melalui sub menu daftar makanan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Sub Menu Gizi Harian

3.8 SUB MENU AKTIVITAS HARIAN

Sub menu aktivitas harian digunakan untuk mengisikan data-data kegiatan mahasiswa selama 3 hari dengan memilih nama aktivitas dan tetapannya yang telah didaftarkan oleh admin melalui sub menu daftar aktivitas dan mengisikan waktu mulai aktivitas serta lamanya aktivitas.



Gambar 12 Sub Menu Aktivitas Harian

3.9 TAB SURVEY GIZI

Tab survey gizi ini hanya berupa tampilan dari data yang telah dimasukkan oleh mahasiswa beserta perhitungannya. Dapat dilihat bahwa ada 4 tabel yang ditampilkan, yaitu tabel hasil survey gizi hari 1 (2007-03-09), tabel hasil survey gizi hari 2 (2007-03-10), tabel hasil survey gizi hari 3 (2007-03-11) beserta nilai total masing-masing kandungan gizinya, serta ringkasan survey gizi yang meliputi nilai rata-rata dan total dari masing-masing kandungan gizinya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13 Tab Survey Gizi

3.10 TAB AKTIVITAS HARIAN

Tab aktivitas harian menampilkan data-data aktivitas selama 3 hari yang dimasukkan oleh mahasiswa beserta nilai total kalori per hari dan nilai rata-rata pengeluaran kalori selama 3 hari, seperti ditunjukkan oleh gambar 14.



Gambar 14 Tab Aktivitas Harian

3.11 TAB PERBANDINGAN KALORI

Tab perbandingan kalori menampilkan total kalori per hari selama 3 hari dan rata-rata kalori per hari selama 3 hari meliputi kalori yang masuk, kalori yang keluar, dan selisihnya.



Gambar 15 Tab Perbandingan Kalori

3.12 TAB STANDAR PEMENUHAN GIZI

Tab standar pemenuhan gizi pada gambar 16 menjelaskan bahwa apakah pemasukan gizi rata-rata selama 3 hari sudah sesuai standar pemenuhan gizi atau belum.



Gambar 16 Tab Standar Pemenuhan Gizi

4.13 TAB GRAFIK PEMENUHAN GIZI

Tab grafik pemenuhan gizi pada gambar 19 masih ada hubungannya dengan tab standar pemenuhan gizi, hanya saja ditampilkan dalam bentuk sebuah grafik. Grafik ini merupakan suatu kesimpulan dari apa yang telah ditampilkan oleh gambar 17.



Gambar 17 Tab Grafik Pemenuhan Gizi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web yang dibangun dapat menampilkan hasil survey gizi, aktivitas harian, perbandingan kalori, standar pemenuhan gizi, dan grafik pemenuhan gizi.
2. Grafik pemenuhan gizi pada aplikasi sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web masih ada hubungannya dengan standar pemenuhan gizi, yang menampilkan grafik perbandingan rata-rata pemasukan per hari dengan standar pemenuhan gizi.

4.2 SARAN

1. Aplikasi sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web yang dibangun lebih detail dengan menampilkan pengetahuan kepada mahasiswa jika kekurangan komponen-komponen gizi.
2. Aplikasi sistem informasi gizi mahasiswa berbasis web yang dibangun dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fungsi pelaporan kepada dosen sebagai ahli gizi untuk mengambil suatu keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] _____, 1981, *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, Penerbit Bhratara Karya Aksara, Cetakan Keempat, Jakarta.

[2] _____, 1999, *MySQL Reference Manual*, TcX AB, Detron HB and Monty Program KB

[3] _____, 2005, *Laporan Akhir Penelitian Analisis dan Desain Perangkat Lunak Sistem Sistem Informasi Gizi*, Laporan Akhir Penelitian, Kerjasama Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Sumatera Utara dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara.

[4] Almatsier, S., 2003, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, PT. Gramedia, Jakarta.

[5] Atkinson, L., 2004, *Core PHP Programming*, Third Edition, Pearson Education, Inc.

[6] Date, C.J., 1981, *An Introduction To Database System*, Addison-Wesley Publishing Company, United State of America.

[7] Davis, G.B., 1983, *Management Information System : Conceptual, Foundations, Structure and Development*, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.

[8] Fathansyah, 1999, *Basis Data*, Informatika, Bandung.

[9] Guyton, A.C., Hall, J.E., 1997, *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Edisi Ke-9, EGC, Jakarta.

[10] Hoffer, J.A., Prescott, M.B., McFadden, F.R., 2002, *Modern Database Management*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

[11] Husni, 2001, *Pengembangan Sistem Informasi Lowongan Kerja Berbasis Internet*, Skripsi, Ilmu Komputer, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

[12] Jogiyanto, HM., *Analisis Dan Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori Dan Praktek Aplikasi Bisnis*, Andi Offset, Yogyakarta.

[13] Kadir, A., 2000, *Konsep Dan Tuntunan Praktis Basis Data*, Andi Offset, Yogyakarta.

[14] Kadir, A., 2003, *Dasar Pemrograman WEB Menggunakan PHP*, Edisi II, Andi Offset, Yogyakarta.

[15] Kadir, A., 2003, *Pemrograman WEB Mencakup: HTML, CSS, JavaScript & PHP*, Edisi I, Andi Offset, Yogyakarta.

[16] Kadir, A., 2003, *Pengenalan Sistem Informasi*, Edisi I, Andi Offset, Yogyakarta.

[17] Kendall, K.E., Kendall, J.E., 2002, *System Analysis and Design*, Fifth Edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

[18] Kroenke, D.M., 1995, *Database Processing : Fundamentals, Design, and Implementation*, Fifth Edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

[19] Martin, J., 1975, *Database Organization*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

[20] Murray, R.K., and et. all, 2003, *Harper's Illustrated Biochemistry*, Twenty-Sixth Edition, McGraw-Hill Companies, Inc.

[21] Neuschel, R.F., 1960, *Management by System*, Second Edition, McGraw-Hill, New York.

[22] Nugroho, A., 2004, *Konsep Pengembangan Sistem Basis Data*, Cetakan Pertama, Informatika, Bandung.

[23] Pohan, Iskandar, H., Kusnassriyanto, Bahri, S., 1997, *Pengantar Perancangan Sistem*, Penerbit Erlangga, Bandung.

[24] Purbo, O.W., Sembiring, A.D., 2000, *Buku Pintar Internet Apache Web Server*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.

[25] Purbo, O.W., 2000, *Membangun Web E-Commerce*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.

[26] Sediaoetama, A.D., 1987, *Ilmu Gizi dan Ilmu Diet di Daerah Tropik*, Balai Pustaka, Jakarta.

[27] Utdirartatmo, F., 2002, *Mengelola Database Server MySQL di Linux dan Windows*, Andi Offset, Yogyakarta.

[28] Whitten, J.L., Bentley, L.D., Dittman, K.C., 2004, *System Analysis and Design Methods*, McGraw-Hill, New York.

[29] Yulianta, 1999, *Sistem Pengumuman Berbasis Web*, Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Survei Teknis Steganografi

Erik Iman Heri Ujianto
Teknik Informatika Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY),
Mahasiswa S3 Ilmu Komputer UGM Yogyakarta, Indonesia
eih.ujianto@gmail.com,

Edi Winarko
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA),
Dosen PascaSarjana FMIPA UGM Yogyakarta, Indonesia
edwin@ugm.ac.id

Abstract—Information security is an important aspect, especially for unauthorized party. One of the purpose of information security is to protect the secrecy of information by certain mechanism that does not attract other party to know its content. Certain mechanism to hide information is needed. This paper discusses about information hiding technique called steganography. Other methods about steganographic algorithms are also discussed.

Keywords—information hiding, steganography, cover object, stego object.

I. LATAR BELAKANG

Teknologi jaringan menawarkan pengiriman informasi yang lebih cepat, namun di sisi lain ada faktor kekhawatiran terhadap keamanan informasi pada saat proses transmisi. Informasi yang ditransmisikan mungkin telah dikodekan tetapi tidak menghilangkan adanya keinginan dari pihak-pihak lain untuk mengetahui isi informasi tersebut, karena informasi tersebut masih “terlihat” walaupun bentuknya berupa pesan (*message*) yang tidak terbaca. Untuk itu diperlukan suatu teknik agar informasi rahasia yang ditransmisikan tidak terlihat (tersembunyi) [3].

Meningkatnya kemampuan *user* di bidang komputer membuka peluang untuk “membongkar” *system* dan *content* (informasi) di dalamnya. Hal ini didukung oleh keadaan saat ini dimana banyak perangkat lunak dengan mudah dapat di *download* dari internet, termasuk perangkat lunak (*software*) untuk “menyerang”.

Beberapa faktor tersebut mendorong para peneliti untuk menemukan suatu teknik untuk mengamankan informasi pada saat proses pengiriman informasi. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk mengamankan informasi adalah dengan menyembunyikan informasi tersebut dengan suatu teknik yang disebut dengan steganografi (*steganography*).

II. PENYEMBUNYIAN INFORMASI

Seiring dengan perkembangan internet, masalah keamanan informasi menjadi hal yang krusial. Di satu sisi kecepatan penyaluran informasi adalah kebutuhan, namun di sisi lain keamanan saat penyaluran informasi adalah keharusan.

Penyembunyian informasi (*information hiding*) adalah suatu teknik yang diusulkan untuk menjadi solusi dari permasalahan tersebut. Berikut ini bentuk-bentuk dari teknik penyembunyian informasi.

Steganografi adalah seni tentang menyembunyikan fakta, bahwa komunikasi terjadi dengan menyembunyikan informasi di dalam informasi yang lain[1]. Tujuan dari steganografi adalah untuk menghindari adanya kecurigaan pada saat transmisi suatu pesan tersembunyi (*hidden message*) [2].

Sedangkan watermarking adalah suatu teknik untuk membuat label gambar digital dengan menyembunyikan informasi rahasia ke dalam image[4]. Algoritma-algoritma watermarking biasanya digunakan untuk perlindungan hak cipta image [5]. Steganografi dan watermarking diklasifikasikan sebagai bagian dari keamanan informasi (*information security*), khususnya teknik penyembunyian informasi (*information hiding*), Gambar.1.



Gambar.1. Steganografi dan relasinya [6]

Setiap teknik penyembunyian yang digunakan di watermarking adalah kandidat yang potensial untuk komunikasi yang bersifat rahasia/tertutup, seperti steganografi [5].

III. PENGGOLONGAN STEGANOGRAFI

Ada beberapa pendekatan dalam menggolongkan sistem steganografi, penggolongan menurut jenis *cover* yang digunakan untuk komunikasi rahasia, dan penggolongan menurut modifikasi-modifikasi *cover* yang diaplikasikan dalam proses *embedding*. Sesuai pendekatan yang kedua, metoda-metoda kelompok steganografi terbagi dalam enam kategori [7], antara lain :

- *Substitution systems*; menggantikan bagian-bagian redundan dari *cover* dengan suatu pesan rahasia ;
- *Transform domain techniques*; melekatkan informasi rahasia di suatu ruang alih ragam sinyal (contohnya di dalam domain frekuensi)
- *Spread spectrum techniques*; mengadopsi gagasan-gagasan dari komunikasi spread spektrum;

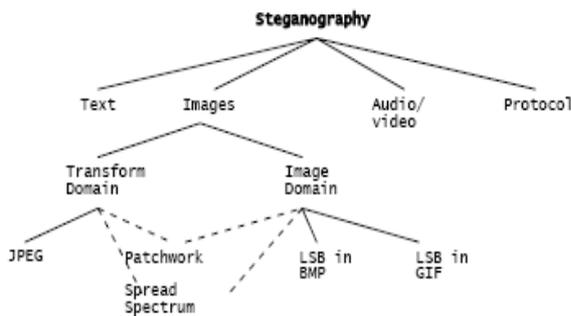
- *Statistical methods*; menyandi informasi dengan mengubah beberapa properti statistik suatu cover dan penggunaan uji hipotesis di dalam proses ekstraksi;
- *Distortion techniques*; menyimpan informasi dengan distorsi sinyal dan mengukur penyimpangan dari cover asli pada tahap *decoding*.
- *Cover generation methods*; menyandi informasi di dalam suatu cover sehingga terbentuk komunikasi rahasia.

Teknik steganografi dapat dibagi menjadi beberapa kategori; yang paling umum digunakan untuk teknik penyembunyian adalah jenis steganografi seperti domain spasial (*spatial domain*), domain frekuensi (*frequency domain*) dan domain parametrik (*parametric domain*).

Selain itu penggolongan metoda-metoda steganografi didasarkan pada kondisi ya atau tidaknya penggunaan data asli (*original data*) untuk ekstraksi pesan tersembunyi dari data yang diuji. Ada tiga jenis steganografi yang dapat dikenali; perbedaannya pada sifat dan kombinasi input dan outputnya: a).steganografi murni (*pure steganography*), b).steganografi kunci rahasia (*secret key steganography*), c).steganografi kunci publik (*public key steganography*) [8].

A. *Steganografi Citra*

Beraneka ragam bentuk file pembawa (*carrier*) dapat digunakan, tetapi citra digital (*digital image*) adalah yang paling populer karena frekuensinya di internet [1]. Berikut ini kategori steganografi citra, Gambar.5.



Gambar.5. Categories of image steganography [1]

Untuk menyembunyikan informasi rahasia di dalam citra, terdapat variasi yang banyak dari teknik-teknik steganografi, beberapa diantaranya lebih rumit dibanding yang lain dan semuanya mempunyai titik kelemahan dan kekuatan[1].

B. *Perbandingan Algoritma Steganografi Citra*

Berikut ini hasil penelitian tentang perbandingan beberapa algoritma steganografi yang dilakukan oleh Morkel, diantaranya: LSB (*Least Significant Bit*), JPEG Compression, Patchwork, dan Spread Spectrum.

Morkel membandingkan algoritma-algoritma tersebut dengan mengukur : Invisibility, Payload capacity, Robustness against statistical attacks, Robustness against image manipulation, Independent of file format, dan Unsuspicious files.

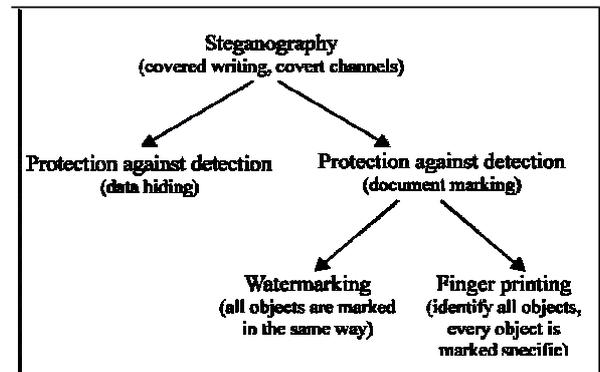
Table 1: Comparison of image steganography algorithms[1]

	LSB in BMP	LSB in GIF	JPEG compression	Patch work	Spread spectrum
Invisibility	H*	M*	H	H	H
Payload capacity	H	M	M	L	M
Robustness against statistical attacks	L	L	M	H	H
Robustness against image manipulation	L	L	M	H	M
Independent of file format	L	L	L	H	H
Unsuspicious files	L	L	H	H	H

* - Depends on cover image used.
H=High, M=Medium, L=Low

IV. PENERAPAN STEGANOGRAFI

Aplikasi-aplikasi steganografi yang termasuk di dalamnya adalah komunikasi-komunikasi yang bersifat tertutup (rahasia), *watermarking* dan *fingerprinting* seperti untuk perlindungan hak cipta, penelusuran keaslian dari salinan ilegal, dll [9], lihat Gambar 6.



Gambar. 6. Schematic representation of steganographic procedure [10]

Aplikasi-aplikasi yang berbeda mempunyai persyaratan-persyaratan yang berbeda dari teknik steganografi yang digunakan. Sebagai contoh, beberapa aplikasi harus memerlukan *invisibility* yang absolut dari informasi rahasianya, sedangkan yang lainnya mensyaratkan suatu pesan rahasia lebih besar untuk tersembunyi[1]. Sehingga terdapat *trade-off* antara *capacity* dari *cover-object* untuk dapat menyembunyiakn informasi yang sebesar-besarnya dengan tingkat *invisibility* dari *stego-object* sehingga

informasi yang disembunyikan “tidak terlihat” atau tidak dapat dipersepsikan.

PENUTUP

Sebagai kata akhir dari paper ini adalah bahwa steganografi merupakan bidang kajian yang masih luas untuk diteliti. Perbaharuan terhadap berbagai metoda yang ada masih dimungkinkan, termasuk implementasinya di dunia nyata.

PENELITIAN LANJUTAN

Paper ini adalah survei awal tentang steganografi khususnya steganografi citra, selanjutnya penelitian akan difokuskan pada teknik, metode, dan algoritma yang berkaitan dengan penyembunyian informasi (*information hiding*) seperti dijelaskan sebelumnya sebagai bagian dari *roadmap* penelitian, termasuk ke depan kemungkinan ditemukannya teknik, metode, dan algoritma baru.

REFERENSI

- [1] T.Morkel, J.H.P. Eloff, M.S. Olivier. *An Overview Of Image Steganography*. Information and Computer Security Architecture (ICSA) Research Group, Department of Computer Science, University of Pretoria, 0002, Pretoria, South Africa
- [2] N.F.Johnson and Sushil Jajodia. 1998. *Steganalysis: The Investigation of Hidden Information*. Center for Secure Information Systems, George Mason University, MS:4A4, Fairfax, Virginia 22030-4444.
- [3] E.I.H.Ujjianto, 2007. *Pengamanan Informasi menggunakan Teknik Steganografi BPCS*. Jurnal Pakar. ISSN 1411-4453. Akreditasi SK No.23a/DIKTI/Kep/2004.
- [4] Chiou-Ting Hsu, Ja-Ling Wu. “Hidden digital watermarks in images” Image Processing, IEEE Transactions on Volume 8, Issue 1, Page(s):58 – 68, Jan 1999.
- [5] Bors, A.G. Pitas, I. “Image watermarking using DCT domain constraints” Image Processing Proceedings., International Conference on 16-19 Sep 1996, Volume: 3, page(s): 231-234, Lausanne, Switzerland.
- [6] E.Kawaguchi & Richard .O. Eason.1998. *Principle and applications of BPCS-Steganography*. Proceedings of SPIE: Multimedia Systems and Applications Vol.3528, pp.464-473, November1-6.
- [7] N.F.Johnson and Stefan C. Katzenbeisser. (2001). *A survey of steganographic techniques*.
- [8] R.Hovančák, Peter Foriš, Dušan Levický., *Steganography Based On DWT Transform*. Department of Electronics and Multimedia Telecommunications, Technical University of Košice, Park Komenského 13, 041 20 Košice, Slovak Republic.
- [9] R.Chandramoulia and N.D. Memon. *Steganography Capacity: A Steganalysis Perspective*. Department of E.C.E., Stevens Institute of Technology, and Department of Computer Science, Polytechnic University
- [10] K.Rabah, 2004. *Steganography-The Art of Hiding Data*. Department of Physics, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa, North Cyprus, via Mersin 10, Turkey.

Perbandingan Unjuk-Kerja Protokol Transport Pada Jaringan MPLS dan non MPLS:

Studi Kasus Jaringan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung

Malayusfi, Risanuri Hidayat

Departemen Teknik Elektro, Universitas Gajah Mada, UGM
Yogyakarta, 55281, Indonesia

malayusfi@yahoo.com, risanuri@te.ugm.ac.id

Sujoko Sumaryono

Departemen Teknik Elektro, Universitas Gajah Mada, UGM
Yogyakarta, 55281, Indonesia

sujoko@mti.ugm.ac.id

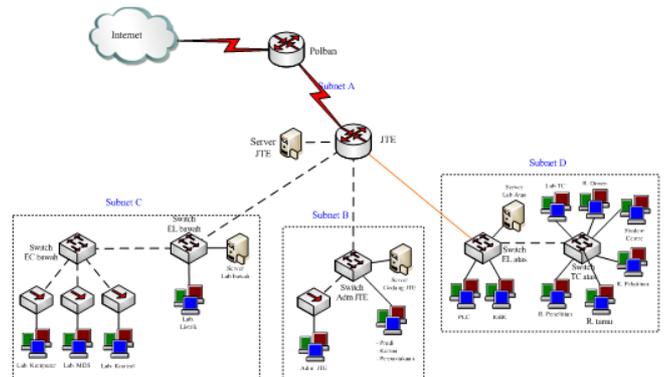
Abstrak — Makalah ini merupakan hasil analisis unjuk-kerja jaringan internet di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung dengan desain jaringan *Multi Protocol Label Switching* (MPLS) sebagai *backbone*. Input penelitian adalah *throughput* dan waktu *delay* antara *end to end system* di dalam jaringan yang dimaksud. Analisis dilakukan dengan membandingkan antara jaringan MPLS dan non MPLS terhadap input-input tersebut untuk protokol *User Datagram Protocol* (UDP) dan *Transmission Control Protocol* (TCP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu delay pengiriman paket dalam jaringan MPLS relatif kecil. Sehingga jaringan MPLS ini mampu memberikan unjuk-kerja dengan tingkat layanan yang lebih optimal dan cocok untuk diterapkan bagi layanan paket data yang real time.

Kata Kunci — Multi Protocol Label Switching, throughput, delay, User Datagram Protocol, Transmission Control Protocol

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknologi jaringan komputer berkembang seiring dengan meluasnya jaringan internet masuk ke dalam kehidupan masyarakat dunia. Secara harfiah, jaringan komputer adalah sekumpulan komputer dan perangkat jaringan lain yang saling berhubungan sesuai dengan bentuk topologi yang dipilih. Jaringan komputer di Jurusan Teknik Elektro (JTE) Politeknik Negeri Bandung (Polban) merupakan jaringan privat (intranet) yang terhubung ke jaringan publik (internet), melalui layanan internet Speedy dari PT. Telkom. Jaringan komputer ini tersebar ke setiap laboratorium-laboratorium dan unit-unit kerja administrasi dilingkungan JTE Polban, seperti ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini. Untuk memenuhi kebutuhan kualitas layanan QoS, jaringan internet JTE Polban yang menggunakan jaringan berbasis IP mengalami permasalahan berupa: biaya operasi yang mahal karena tiap koneksi user harus dihubungkan end-to-end dengan jalur tersendiri, hirarki dan topologi jaringan komputer yang tidak menunjang *overlapping* IP karena akan memicu konflik IP, proses switching yang lambat karena harus memeriksa table routing pada setiap router yang dilewati, dan implementasinya yang rumit karena perlu dikonfigurasi pada setiap titik yang dilewati jaringan berbasis IP ini.



Gambar 1. Jaringan Komputer JTE Polban

Menurut Alwayn (2002), untuk memenuhi kualitas layanan telekomunikasi dan kompleksitas pada jaringan internet terutama dalam mendukung layanan multimedia, beberapa arsitektur jaringan telah banyak dikembangkan dan salah satu diantaranya adalah MPLS. Teknologi MPLS merupakan suatu teknik untuk mengintegrasikan teknologi IP dengan *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) dalam jaringan backbone yang sama. Jaringan ini terdiri dari titik-titik *Label Switching Router* (LSR) dan bukan merupakan jaringan IP ataupun jaringan ATM, tetapi merupakan jaringan baru. Jaringan baru ini mengurangi banyaknya proses pengolahan yang terjadi di IP routers, serta memperbaiki unjuk-kerja pengiriman suatu paket data, juga bisa menyediakan kualitas layanan QoS dalam jaringan backbone.

Konsep utama MPLS ialah teknik peletakan *“label”* dalam setiap paket yang dikirim melalui jaringan backbone (Miller, et.al, 2004). MPLS bekerja dengan cara melabeli paket-paket data dengan label, untuk menentukan rute dan prioritas pengiriman paket tersebut. Label tersebut akan memuat informasi penting yang berhubungan dengan informasi *routing* suatu paket, diantaranya berisi tujuan paket serta prioritas paket mana yang harus dikirimkan terlebih dahulu. Teknik ini biasa disebut dengan *label switching*. Dalam pengiriman paket data dan melakukan routing, jaringan MPLS merupakan teknologi penyampaian paket pada backbone berkecepatan tinggi.

MPLS merupakan salah satu bentuk konvergensi vertikal dalam topologi jaringan yang mengubah paradigma routing dilayer-layer jaringan yang ada selama ini.

Pada makalah ini dilaporkan suatu simulasi pengukuran terhadap Quality of Service (QoS) dengan input adalah throughput dan waktu delay, yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana sebenarnya layanan teknik MPLS ini ketika mengirimkan suatu trafik layanan paket.

1.2 Tujuan Pembahasan

Secara garis besar tujuan makalah ini ialah untuk menganalisa kualitas layanan teknik MPLS ketika mengirimkan paket dalam jaringannya, sehingga perkiraan dan perlakuan terhadap paket yang dikirimkan dapat dianalisa, dan hasil ini dapat dipergunakan bagi suatu perencanaan jaringan internet JTE Polban kedepan.

1.3 Batasan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam makalah ini mencakup bagaimana cara kerja dan analisa QoS yang terdapat dalam teknik MPLS ini. Dengan membuat beberapa model simulasi, dengan pengujian menggunakan paket-paket protokol ICMP, UDP dan TCP dari lapis transport pada jaringan internet JTE Polban untuk memperoleh kualitas layanan (QoS) yang lebih baik.

2. DASAR TEORI

2.1 Multi Protocol Label Switching

MPLS (*multi protocol label switching*) merupakan perkembangan terbaru dari *multilayer switch* yang diusahakan oleh IETF (*Internet Engineering Task Force*). Hal ini dilakukan agar terdapat standar untuk multilayer switch dan mendukung interoperabilitas. Disebut multiprotokol karena tekniknya dapat diterapkan pada semua protokol layer jaringan. MPLS adalah suatu teknologi yang mempunyai kemampuan menambah label-label yang mengandung informasi jaminan *quality, scalability, reliability dan security* pada paket-paket IP untuk dilewatkan pada suatu jaringan data, (Miller, et.al, 2004). Konsep inti dari MPLS adalah memasukan sebuah label pada setiap paket data, dengan panjang label tetap. Label setiap paket data mengandung informasi pokok, yaitu kemana paket tersebut akan diteruskan. Adapun informasi label yang paling penting adalah mengenai (Rick, 2003):

- Informasi Alamat tujuan (*Destination Address*)
- Informasi *IP Precedence*
- Informasi keanggotaan *Virtual Private Network*
- Informasi *Quality of Service (QoS)* dari RSVP
- Informasi rute untuk paket, sama dengan yang dipilih rekayasa trafik

2.2 Komponen Jaringan MPLS :

➤ **Label Switched Path (LSP):** LSP adalah jalur yang ditetapkan pada serangkaian link antar LSR dalam jaringan MPLS, yang mengizinkan paket untuk diteruskan dari LSR satu menuju LSR yang lain melalui jaringan MPLS. MPLS menyediakan dua cara untuk menetapkan LSP, yaitu :

- *Hop-by-hop routing*, cara ini membebaskan masing-masing LSR menentukan hop selanjutnya untuk mengirimkan paket. Cara ini mirip seperti OSPF dan RIP dalam IP routing.
- *Explicit routing*, dalam metode ini LSP akan ditetapkan oleh LSR pertama yang dilalui aliran paket.

➤ **Label Switching Router (LSR) dan Label Edge Router (LER) :** LSR adalah sebuah router dalam jaringan MPLS yang berperan dalam menetapkan LSP dengan menggunakan teknik label swapping dengan kecepatan yang telah ditetapkan. Dalam fungsi pengaturan trafik, LSR dapat dibagi dua, yaitu : *Ingress LSR* dan *Egress LSR*. *Ingress LSR* berfungsi mengatur trafik saat paket memasuki jaringan MPLS sedangkan *Egress LSR* berfungsi untuk mengatur trafik saat paket meninggalkan jaringan MPLS menuju ke LER. Sedangkan, LER adalah suatu router yang menghubungkan jaringan MPLS dengan jaringan lainnya seperti Frame Relay, ATM dan Ethernet.

➤ **Forward Equivalence Class (FEC) :** FEC adalah representasi dari beberapa paket data yang diklasifikasikan berdasarkan kebutuhan resource yang sama di dalam proses pertukaran data.

➤ **MPLS label :** Label adalah deretan bit informasi yang ditambahkan pada *header* suatu paket data dalam jaringan MPLS. Label MPLS atau yang disebut juga MPLS header ini terletak diantara header layer 2 dan header layer 3.

➤ **Label Distribution Protocol (LDP) :** LDP adalah protokol baru yang berfungsi untuk mendistribusikan informasi yang ada pada label ke setiap LSR pada jaringan MPLS. Protokol ini digunakan untuk memetakan FEC ke dalam label, untuk selanjutnya akan dipakai untuk menentukan LSP. *LDP message* dapat dikelompokkan menjadi :

- *Discovery Messages*, yaitu pesan yang memberitahukan dan memelihara hubungan dengan LSR yang baru tersambung ke jaringan MPLS.
- *Session Messages*, yaitu pesan untuk membangun, memelihara dan mengakhiri sesi antara titik LDP.
- *Advertisement Messages*, yaitu pesan untuk membuat, mengubah dan menghapus pemetaan label pada jaringan MPLS.
- *Notification Messages*, yaitu pesan yang menyediakan informasi bantuan dan sinyal informasi jika terjadi *error*.

2.3 Cara Kerja MPLS

Prinsip kerja MPLS ialah menggabungkan kecepatan switching pada layer 2 dengan kemampuan routing dan skalabilitas pada layer 3. Dengan memperhatikan gambar 2, cara kerjanya adalah dengan menyelipkan label di antara header layer 2 dan layer 3 pada paket yang diteruskan. Label dihasilkan oleh Label Switching Router dimana bertindak sebagai penghubung jaringan MPLS dengan jaringan luar. Label berisi informasi tujuan node selanjutnya kemana paket harus dikirim. Kemudian paket diteruskan ke node berikutnya, di node ini label paket akan dilepas dan

- **Utilitisasi/Okupansi**, teknologi IP adalah teknologi connectionless oriented, dimana proses transmisi informasi dari pengirim ke tujuannya tidak memerlukan pendefinisian jalur terlebih dahulu, seperti halnya teknologi connection oriented. Utilisasi/Okupansi IP yang dinyatakan dalam persen, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{IP Occupancy} = \frac{\text{Average throughput of IP traffic}}{\text{bandwidth capacity of physical link}} \times 100\%$$

Tabel berikut (Dutta-Roy, 2000) memaparkan tingkat kepekaan performansi yang berbeda untuk jenis layanan network yang berlainan.

Tabel 1. Kepekaan Performansi untuk beberapa jenis layanan

LAYANAN	KEPEKAAN PERFORMANSI			
	BAND WIDTH	LOSS	DELAY	JITTER
Voice	Rendah	Medium	Tinggi	Tinggi
Transaksi Data	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
Email	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah
Browsing Biasa	Rendah	Medium	Medium	Rendah
Browsing Serious	Medium	Tinggi	Tinggi	Rendah
Transfer File	Tinggi	Medium	Rendah	Rendah
Video Conference	Rendah	Medium	Tinggi	Tinggi
Multicasting	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Kemampuan menyediakan jaminan performansi dan diferensiasi layanan dalam network sering diacu dengan istilah QoS (*quality of service*).

ITU, dalam rekomendasi E.800 (Rosen, 2001), mendefinisikan QoS sebagai pengaruh kolektif atas performansi layanan yang menentukan tingkat kepuasan pemakai layanan. QoS-Forum mendefinisikan QoS sebagai ukuran kolektif atas tingkat layanan yang disampaikan ke pelanggan, ditandai dengan beberapa kriteria yang meliputi availabilitas, error, performance, response time dan throughput, sambungan atau transmisi yang hilang akibat kongesti, waktu setup, dan kecepatan deteksi dan koreksi kesalahan.

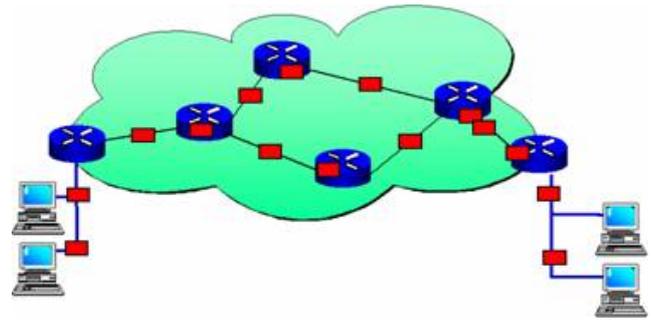
Umumnya QoS dikaji dalam kerangka pengoptimalan kapasitas network untuk berbagai jenis layanan, tanpa terus menerus menambah dimensi network.

3. SIMULASI DAN HASIL PENGUKURAN

3.1 Simulasi Model

Di dalam simulasi jaringan berbasis IP, hal-hal yang perlu dilakukan antara lain:

- Konfigurasi jaringan internet JTE Polban menjadi model jaringan MPLS yang akan disimulasikan.
- Layanan, yang dipergunakan untuk menggambarkan aplikasi atau layanan apa saja yang akan dijalankan di dalam jaringan tersebut.



Gambar 4. Konfigurasi Jaringan MPLS

3.2 Pengukuran QoS Jaringan MPLS

Pengukuran berbasis pada komponen rute, yaitu LSP yang dilewati oleh paket data sehingga trafik paket tersebut dalam jaringan MPLS dapat ditentukan. Hal ini dikarenakan jaringan akses dalam MPLS merupakan jaringan IP dengan sistem *connectionless*, sedang QoS merupakan bagian dari sistem *connection oriented*. Pengukuran QoS dalam jaringan MPLS dilakukan dengan cara menjaga agar setiap paket yang dikirim dalam jaringan selalu berada dalam jalur rute atau LSPnya.

Untuk itu router dalam MPLS selalu dilengkapi dengan sistem agar bisa memonitor trafik dari setiap paket. Proses pengukuran dimulai dari *Edge Label Switching Router*, dan dilanjutkan ke Label Switching Router (LSR).

Ada tiga parameter utama QoS yang dapat diukur dalam jaringan MPLS. Ketiga parameter tersebut ialah bandwidth, throughput, dan waktu delay. Pengukuran parameter QoS ditentukan sebelum sebuah paket data dikirim dalam jaringan MPLS.

Dalam jaringan MPLS penentuan besarnya bandwidth untuk setiap rute bagi sebuah paket sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan dalam MPLS setiap jaringan akses harus memiliki akses bandwidth yang pasti untuk setiap trafik yang akan dijalkannya.

Pengukuran bandwidth dalam setiap LSP MPLS akan sangat memperhatikan besarnya bandwidth yang ada dalam jaringan akses yang mengirimkan sebuah paket, dengan jaringan akses yang menerima paket tersebut. Pengukuran bandwidth dilakukan dalam *edge LSR* di mana paket tersebut masuk ke dalam jaringan.

Throughput merupakan rate atau kecepatan pengiriman paket data yang masuk ke dalam jaringan. Throughput juga diukur dalam *edge LSR* sebuah LSP jaringan MPLS dan dipergunakan untuk mengetahui berapa kecepatan pengiriman paket dalam sebuah LSP MPLS.

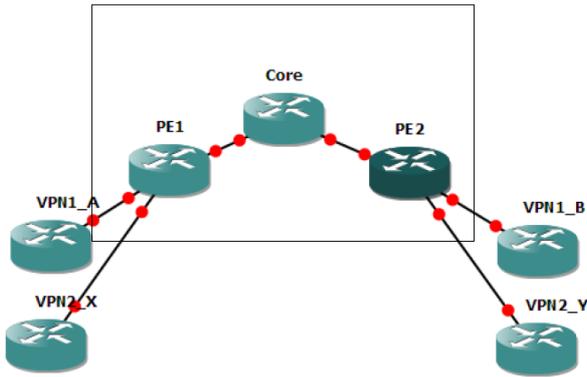
Waktu delay merupakan waktu yang diperlukan sebuah paket yang ditransmisikan melalui jaringan MPLS dari sebuah *ingress edge LSR* ke *egress edge LSR*. Dengan adanya waktu delay maka sebuah paket yang masuk ke dalam sebuah LSP dapat diperkirakan waktu tiba ditujuannya.

Dengan mengetahui besarnya bandwidth, throughput, dan waktu delay pengiriman paket dalam LSP maka kemampuan QoS jaringan MPLS dalam mengirimkan suatu paket dapat dianalisa sehingga proses pengiriman paket dapat diperkirakan terlebih dahulu. Pengukuran parameter

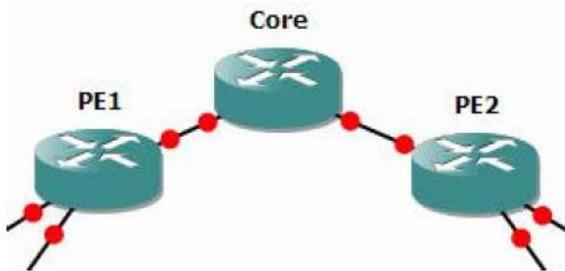
QoS dalam jaringan MPLS diperlukan sehingga paket yang dikirimkan dalam setiap LSP dapat ditentukan disesuaikan dengan besarnya nilai bandwidth dan throughput setiap LSP yang sangat menentukan waktu delay pengiriman sebuah paket dalam LSP. Untuk mengetahui besarnya bandwidth, throughput, dan waktu delay pengiriman sebuah paket dalam LSP jaringan MPLS harus dibuat suatu program simulasi.

3.3 Hasil Simulasi

Simulasi sebenarnya dapat dilakukan dengan sederhana, karena bobot kesulitan ada pada pemahaman konsep MPLS.



Gambar 5. Representasi Jaringan MPLS JTE Polban



Gambar 6. Representasi sederhana Jaringan MPLS JTE Polban

Tabel 2. Konfigurasi IP pada masing-masing router

Router Name	Loopback 0	Eth 0/0	Eth 0/1	Eth 0/2
PE1	192.168.100.1/32	192.168.2.1/24	192.168.1.2/24	192.168.6.2/24
Core	192.168.100.2/32	192.168.2.2/24	192.168.3.1/24	
PE2	192.168.100.3/32	192.168.3.2/24	192.168.4.1/24	192.168.5.1/24

Setelah konfigurasi yang digambarkan sesuai dengan keinginan maka langkah terakhir adalah menjalankan simulasi itu sendiri. Simulasi dilakukan di dalam suatu waktu tertentu di sesuaikan dengan kerumitan jaringan yang ada, kemampuan sistem serta detail hasil yang diinginkan. Sehingga simulasi dapat menghasilkan suatu simulasi yang menggambarkan suatu kondisi jaringan dari waktu ke waktu. Bila fungsi ini dijalankan maka akan muncul jaringan yang digambarkan serta gerakan trafik yang berjalan dari awal ke akhir secara real.

Dalam simulasi ini pula dicatat berbagai pesan error atau sekedar pesan peringatan baik dari sudut pandang konfigurasi, setting protokol dan aplikasi, overload transmisi, maupun kesalahan-kesalahan lain yang dapat mengakibatkan turunnya performansi jaringan. Simulasi yang baik adalah jika dapat mempresentasikan jaringan mendekati keadaan sebenarnya, sehingga munculnya berbagai kesalahan dapat menjadi koreksi terhadap jaringan yang dimodelkan tersebut.

Tahap simulasi merupakan tahap yang paling panjang dari seluruh waktu simulasi ini. Hal ini dikarenakan simulasi harus dilakukan secara bertahap dari komposisi jaringan yang paling sederhana hingga sampai pada komposisi yang sesungguhnya.

Data Pengukuran yang diperoleh:

Tabel 3. Jaringan non MPLS

Router	Bandwidth (Mbps)	Throughput (Mbps)	Delay (mdetik)
PE1	0.0952	0.0025	1603.492
Core	0.2857	0.0226	178.166
PE2	0.5714	0.0902	44.541

Tabel 4. Jaringan MPLS

Router	Bandwidth (Mbps)	Throughput (Mbps)	Delay (mdetik)
PE1	0.2857	0.0226	178.166
Core	0.9524	0.2506	16.035
PE2	1.4286	0.5639	7.127

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi pengukuran QoS terhadap jaringan MPLS didapatkan kesimpulan :

1. Bertambahnya jumlah LSP yang dimiliki oleh jaringan MPLS mengakibatkan turunnya bandwidth setiap LSP dalam jaringan MPLS tersebut. Hal ini dikarenakan adanya pembagian bandwidth yang proporsional dalam sebuah jaringan MPLS.
2. Turunnya bandwidth setiap LSP akibat bertambahnya jumlah LSP akan sangat berpengaruh pada turunnya throughput setiap LSP yang mengakibatkan waktu delay pengiriman paket akan bertambah.
3. Kenaikan waktu delay juga dipengaruhi juga oleh jenis paket yang dikirimkan. Karenanya LSP yang memiliki throughput kecil akan cocok untuk mengirimkan paket yang memiliki prioritas pengiriman yang rendah.
4. Waktu tunda (delay) jaringan MPLS lebih kecil dari pada jaringan non MPLS.

4.2 Saran Pengembangan

Agar teknik MPLS ini dapat berkembang lebih baik lagi, saran saran yang perlu dilakukan :

1. Teknologi MPLS akan lebih efektif diterapkan dalam broadband network.
2. Standarisasi teknologi MPLS di Indonesia, sehingga keseragaman penggunaan teknologi MPLS untuk jaringan backbone bagi setiap service provider dapat tercapai.
3. Sistem operasi untuk setiap router jaringan MPLS hendaknya lebih diperluas sehingga sistem operasi lain seperti Linux dapat diterapkan dengan mudah dalam router jaringan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alwayn, V. (2002), *Advanced MPLS Design and Implementation*, Cisco Press
2. Goff, H. (2007), *The Cable and Telecommunications Professionals' Reference*, Vol 1, (3rd ed.). Focal Press
3. Javvin. (2005), *Network Protocols Handbook*, (2nd ed). Javvin Technologies Inc.
4. Miller, B., et. al (2004), "MPLS: Conformance and Performance Testing", *Ixia*. Available: www.ixia.com/mpls.pdf, [2009, Maret 6]
5. Nejat, I., Bragg, A. (2007), *Recent Advances in Modeling and Simulation Tools for Communication Networks and Services*, Springer
6. Rick, G. (2003), *MPLS Training Guide: Building Multi Protocol Label Switching Networks*, Syngress Publishing
7. Stallings, W. (1991), *Data and Computer Communications*, Prentice Hall
8. Wastuwibowo, K. (2003), *Pengantar MPLS*, Ilmu Komputer.com. Available: www.ilmukomputer.com/koen-mpls.zip [2009, Maret 6]

Aplikasi Flashcard Berbasis Java Micro Edition

Edi Winarko, Prabowo Murti Saputro
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada
55281, Indonesia
ewinarko@ugm.ac.id murti@mail.ugm.ac.id

Abstrak— Saat ini jumlah aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat bergerak semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh teknologi yang disebut JME atau Java Micro Edition yang dirilis oleh Sun Microsystems. JME memungkinkan pengembang aplikasi untuk membuat berbagai macam aplikasi *mobile* yang mendukung fitur *bluetooth* atau koneksi internet, pengaksesan terhadap *file system*, layanan perpesanan, pemrosesan gambar dari kamera, GPS, permainan, dan masih banyak lagi. Satu keuntungan besar dari penggunaan aplikasi *mobile* adalah dari sisi kepraktisan dan adalah mungkin untuk menjalankannya hampir di mana saja.

Sebuah aplikasi *flashcard* dapat membantu penggunaannya untuk mengingat materi pelajaran seperti matematika, rumus-rumus fisika, table periodik unsur (dalam bidang kimia), karakter dalam bahasa Jepang, atau kosakata dalam bahasa Inggris. Penelitian Piotr Wozniak membuktikan bahwa mempelajari materi tertentu dengan perulangan yang berjangka adalah cara paling efektif untuk belajar karena membuat penggunaannya cenderung fokus pada hal-hal yang sulit diingat dan tidak menghabiskan waktu pada hal-hal yang mudah dihafal. Wozniak lalu membuat sebuah aplikasi *flashcard* yang diberi nama Super Memo. Setelah itu Peter Bienstman memodifikasi algoritma yang dipakai pada Super Memo versi 2 dan membuat sebuah aplikasi *flashcard* baru bernama Mnemosyne yang ditulis dengan bahasa Python.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi *flashcard* menggunakan algoritma dari Bienstman dan berbasis JME. Lebih jauh, aplikasi ini dapat mempermudah pengguna aplikasi *flashcard* untuk belajar menggunakan perangkat bergerak yang mendukung teknologi MIDP 2.0 daripada menggunakan aplikasi *flashcard* versi *desktop*.

Kata kunci— aplikasi *flashcard*, perulangan berjangka, java micro edition

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dapat meningkatkan kinerja dan memungkinkan berbagai kegiatan dapat dilaksanakan dengan cepat, tepat dan akurat, sehingga akhirnya akan meningkatkan produktivitas [1]. Salah satu bentuk peningkatan produktivitas adalah dengan cara memanfaatkan aplikasi flashcard yang dapat membuat proses belajar menjadi lebih efektif. Sayangnya, aplikasi flashcard belum banyak dikenal dan dipakai di Indonesia. Padahal, berdasarkan data dari Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI) tahun 2007, jumlah pengguna telepon genggam di Indonesia mencapai 80 juta orang, dan pasarnya terus

bertambah dengan pesat [2]. Hal ini mengindikasikan bahwa telepon genggam bukan lagi termasuk barang mewah [3].

Untuk kepentingan aplikasi telepon seluler, Sun Microsystems mengeluarkan JME (Java Micro Edition) yang merupakan platform untuk pengembangan aplikasi di perangkat bergerak dan berbagai perkakas rumah tangga seperti microwave, oven, kulkas, dsb. Penggunaan aplikasi pada telepon seluler membuat pengguna dapat melakukan proses belajar dengan aplikasi flashcard hampir di mana saja. Hal ini berbeda bila pengguna menggunakan aplikasi flashcard versi desktop dari segi kepraktisan.

II. LEITNER SYSTEM

Sebastian Leitner adalah seorang psikolog Eropa yang menemukan sistem kotak yang disebut *Leitner System* pada tahun 1960-an. Tujuannya adalah untuk mempermudah proses belajar dan mengingat kosakata untuk memori jangka pendek maupun jangka panjang [4]. Leitner System menjadi penting karena merupakan cikal bakal dari banyak aplikasi flashcard [5]. Ide Leitner yang sederhana membuat efek yang sangat besar pada kinerja pembelajaran [6].

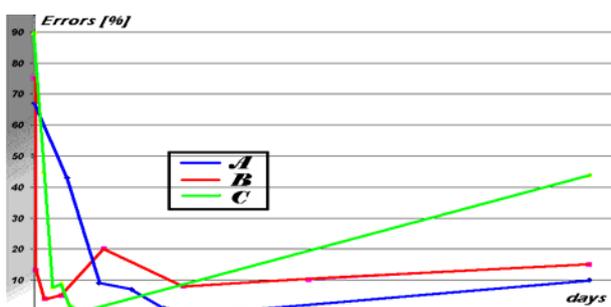
Leitner System terdiri dari sebuah kotak atau *box* yang dibagi menjadi beberapa bagian atau kompartemen. Kompartemen-kompartemen tersebut diisi dengan *flashcards* atau kartu yang disusun berdasar tingkat kesulitannya [6]. Sebuah flash card adalah sepotong kertas (kartu) yang memiliki pertanyaan di salah satu sisi dan jawaban di sisi sebaliknya [7]. *Flashcards* atau kumpulan kartu-kartu tersebut dapat berpindah kompartemen sesuai dengan tingkat pengetahuan kartu yang bersangkutan. Ketika sebuah *card* atau kartu dapat dijawab dengan baik, maka kartu tersebut dipromosikan ke kompartemen setelahnya. Sedangkan bila kartu tersebut gagal dijawab dengan baik maka kartu akan berpindah ke kompartemen paling depan [6]. Dengan demikian, cara *Leitner System* akan membuat penggunaannya menghafal kartu yang sulit diingat (kompartemen paling depan) lebih sering daripada kartu yang mudah diingat (kompartemen paling belakang) sampai semua kartu dapat dihafal dengan baik atau dengan kata lain kondisi semua kartu terletak di kompartemen paling akhir.

III. SPACED REPETITION

Pada tahun 1901 seorang psikolog Amerika bernama William James menyimpulkan bahwa review pada materi belajar seharusnya dilakukan dalam waktu yang berjangka. Kesimpulan yang sama juga diajukan Hermann Ebbinghaus dan Jost. Pada tahun 1932, C.A. Mace memperkenalkan metode belajar yang efisien dalam bukunya yang berjudul "The Psychology of Study". Ia memperkenalkan istilah *active rehearsal* dan *repetitive revisions* yang menyebutkan bahwa proses belajar seharusnya berjangka menurut interval waktu yang meningkat, misalnya "interval 1 hari, 2 hari, 4 hari, dan seterusnya". Pendekatan ini diadopsi oleh beberapa penulis lain (termasuk Tony Buzan), namun tidak pernah diaplikasikan pada lingkungan studi dan penelitian. Barulah sekitar 50 tahun kemudian, ide ini diimplementasikan pada komputer sehingga menciptakan jalan yang lebih lebar bagi publik untuk melihat keuntungan *spaced repetition* [6].

Spaced repetition (perulangan berjangka) adalah teknik optimal dalam proses belajar dengan cara menghitung jangka waktu atau interval yang memisahkan proses mengingat (mengambil informasi dari memori) dari pengetahuan tertentu. Program komputer yang menerapkan prinsip *spaced repetition* dinamakan aplikasi flashcard [6].

Ada beberapa metode yang digunakan dalam penjadwalan *item* yang akan dipelajari. Pada aplikasi SuperMemo, algoritma yang digunakan adalah algoritma SM (*SM-algorithm*). Sedangkan pada Trivial, sebuah aplikasi *flashcard* yang ditulis dengan bahasa C#, digunakan algoritma FSM atau *Finite State Machine* [7]. Perulangan yang berjangka secara meningkat (*increasing inter-repetition intervals*) tidak selamanya lebih efektif bila dibandingkan perulangan dengan jangka waktu antar review yang sama. Hal ini dibuktikan dengan percobaan yang dilakukan Wozniak sejak akhir Januari tahun 1985 hingga awal Agustus 1986 terhadap tiga macam kelompok pengetahuan yang diperlakukan berbeda. Kelompok A diulang dengan interval waktu yang sama (18 hari). Kelompok B diulang secara berjangka dan meningkat mulai 1 hari hingga 70 hari. Kelompok C diulang dengan jarak waktu yang sama, namun dengan masa yang relatif lebih singkat dari kelompok A, yakni setiap 5 hari. Hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Hasil percobaan pada 3 kelompok [2]

Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil yang didapat dengan menggunakan perulangan dengan jangka waktu yang meningkat tidak lebih baik dari perulangan yang memakai jangka waktu yang tetap. Prinsip dalam menghitung interval waktu yang digunakan dalam proses belajar merujuk pada istilah *optimum repetition spacing principle* [8]. Permasalahannya adalah semakin lama jangka waktu untuk sebuah *item* agar dapat diulang membuat semakin sulitnya informasi bersangkutan diakses kembali [9].

Telah banyak penelitian yang menunjukkan bahwa variasi waktu pada perulangan berjangka berpengaruh pada kekuatan memori dan hasil penelitian dapat diaplikasikan para pembelajaran yang efektif. Dengan mengubah waktu interval dalam perulangan berjangka, efektifitas pembelajaran dapat diketahui. Kelemahan yang sering ditemukan pada penelitian tentang perulangan berjangka adalah kurangnya perhatian terhadap tingkat kesulitan *item* tertentu, sebagai contoh, jadwal perulangan yang sama digunakan terhadap *item* dengan tingkat kesulitan "sulit" dan tingkat kesulitan "mudah" [9].

IV. ALGORITMA SM

Tujuan eksperimen selanjutnya adalah membuktikan keberadaan nilai yang paling optimal untuk jarak waktu pada perulangan berjangka atau *optimum inter-repetition intervals* dan menghitung nilainya. Pada akhir eksperimen yang dilakukan Wozniak telah tercipta algoritma SM-0 dengan detail sebagai berikut [8]

1. Pilih informasi menjadi *item* terkecil yang mungkin.
2. Asosiasikan *item-item* menjadi grup yang terdiri dari 20-40 elemen.
3. Ulangi masing-masing grup menggunakan interval berikut

$$I(1) = 1$$

$$I(2) = 7$$

$$I(3) = 16$$

$$I(4) = 35$$

$$\text{Untuk } i > 4 : I(i) = I(i-1) * 2$$

Dimana $I(i)$ adalah interval waktu yang digunakan setelah perulangan ke- i .

Semua *item* yang terlupakan disalin setelah interval 35 hari ke grup baru (tanpa menghapusnya dari grup yang lama). Grup baru ini akan diulang dengan cara yang sama dengan *item* yang dipelajari pertama kali.

Setelah 2 tahun menggunakan algoritma SM-0, data yang cukup telah dikumpulkan untuk memastikan bahwa asumsi-asumsi yang dibuat pada algoritma SM-0 akurat dan beralasan [8].

V. MNEMOSYNE

Mnemosyne merupakan aplikasi *flashcard* lain yang menggunakan algoritma SM-2 dengan sedikit modifikasi. Aplikasi ini dibuat oleh Peter Bienstman, seseorang yang dulunya pernah bergabung dalam pembuatan aplikasi flashcard MemAid. Aplikasi MemAid sendiri bermula dari SuperMemo, dan kini menjadi aplikasi yang bersifat

komersial dengan nama FullRecall. Walaupun berjenis aplikasi flashcard, Mnemosyne yang dikembangkan oleh Peter Bientzman memiliki karakter yang sedikit berbeda dari SuperMemo. Algoritma yang dipakai pada aplikasi Mnemosyne 1.0 adalah aplikasi SM-2 atau SM-algorithm versi 2 yang telah dimodifikasi. Selain itu, pada Mnemosyne dimungkinkan pengiriman log atau data mengenai card yang dipelajari oleh pengguna. Hal ini memungkinkan penelitian lebih lanjut mengenai penentuan optimum inter-repetition intervals yang lebih baik.

Masing-masing card dalam Mnemosyne memiliki 13 buah atribut [10]. Atribut-atribut tersebut adalah sebagai berikut

1. *ID*
Identifikasi unik dari tiap *card*. Dalam Mnemosyne, setiap *card* memiliki ID yang berupa *hash* dari data.
2. *Grade*
Grade adalah rentang integer dari 0 hingga 5. *Grade* 0 menandakan bahwa *card* belum dipelajari atau menggambarkan bahwa *card* sulit diingat. Pemberian *grade* 0 atau 1 pada *card* menandakan pengguna tidak mengetahui jawaban atau *answer* dari *card*, atau dengan kata lain telah melupakan *card*. Perbedaan *grade* 0 dan 1 hanya pada hal rentang waktu kapan *card* akan ditanyakan kembali. *Card* dengan *grade* 0 atau 1 akan terus ditanyakan hingga pengguna memberi *grade* 2 atau lebih pada *card*.
3. *Easiness*
Easiness menyatakan tingkat kesulitan dari *card*. Rentang nilainya dipengaruhi oleh *grade* baru yang diberikan oleh pengguna.
4. *Acquisition reps*
Istilah *acquisition phase* atau fase akuisisi digunakan untuk menggambarkan semua *card* yang memiliki *grade* 0 atau 1. *Acquisition reps* pada *card* menunjukkan seberapa sering proses pembelajaran *card* yang bersangkutan dengan hanya berkuat pada *grade* 0 atau 1.
5. *Retention reps*
Istilah *retention phase* atau fase retensi digunakan untuk menggambarkan semua *card* yang memiliki *grade* 2 sampai 5. Ini berarti bahwa pengguna dapat dengan baik mengingat *card*. *Retention reps* pada *card* menunjukkan seberapa sering proses pembelajaran *card* yang bersangkutan dengan diberi *grade* 2 hingga 5 oleh pengguna.
6. *Lapses*
Apabila sebuah *card* telah memasuki fase retensi, ada kemungkinan pengguna melupakan atau tidak dapat dengan baik mengingat *card*. Dengan demikian, *grade* dari *card* yang bersangkutan dapat berubah dari fase retensi ke fase akuisisi. Hal inilah yang disebut dengan istilah *lapse*. Nilai atribut *lapses* pada *card* akan meningkat bila hal ini terjadi.
7. *Acquisition reps since lapse*
Acquisition reps since lapse adalah rentang waktu *acquisition* sejak *lapse*.
8. *Retention reps since lapse*
Retention reps since lapse menyatakan rentang waktu

retention sejak *lapse*.

9. *Last repetition*
Last repetition menggambarkan rentang waktu (dihitung sejak hari dimulainya proses belajar) *card* terakhir kali dimunculkan.
10. *Next repetition*
Next repetition menggambarkan rentang waktu *card* akan dimunculkan kembali.
11. *Question*
Berisi pertanyaan dari *card*.
12. *Answer*
Berisi jawaban dari *card*.
13. *Kategori*
Kategori *card* yang ditentukan sendiri oleh pengguna, misalnya: "katakana", "hiragana", atau "negara dan ibukotanya".

VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat sebuah aplikasi atau produk berupa sebuah midlet (aplikasi MIDP) yang untuk selanjutnya diujicobakan pada beberapa merek dan tipe telepon seluler. Aplikasi hasil penelitian, yang diberi nama Syahfi, memiliki fungsionalitas sebagai berikut

- Fungsi tambah, hapus dan edit *card*. Sebagai tambahan untuk memudahkan, pengguna dapat mengimpor *card* dari berkas XML.
- Menampilkan menu statistik dari *card*.
- Melakukan proses belajar dari *card-card* yang telah dimasukkan.
- Mengubah preferensi dari midlet.

A. Penyimpanan Data

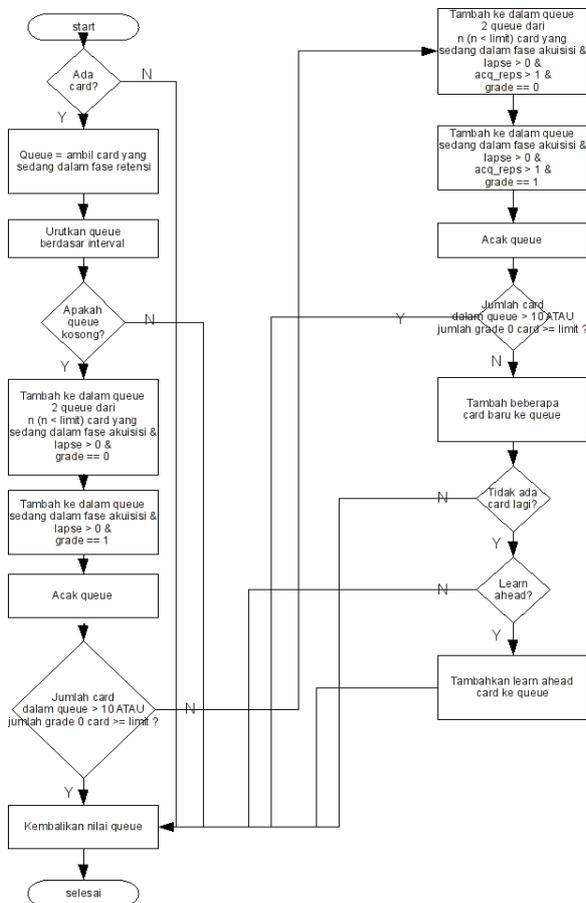
Pada aplikasi pada perangkat bergerak terdapat *RMS (Record Management Store)* yang merupakan basis data sederhana berorientasi *record (record-oriented database)*. Penyimpanan data pada *RMS* bersifat *non-volatile*, artinya data akan tetap tersimpan meskipun *MIDlet* tidak berjalan atau telepon seluler dimatikan. Pada *RMS*, data tersimpan dalam *record* yang masing-masingnya memiliki ID berupa integer yang sekaligus berfungsi sebagai *primary key* dan *array of bytes* untuk menyimpan data.

Aplikasi yang akan dibangun memiliki 1 (satu) buah *record store* yang diberi nama "SyahfiData". Data mengenai *cards* akan dimasukkan mulai indeks ke-11, sedangkan 10 (sepuluh) indeks pertama dalam *record store* dipergunakan untuk keperluan penyimpanan preferensi aplikasi dan keperluan pengembangan aplikasi selanjutnya. Sebuah ID *record store* yang telah dihapus tidak akan dapat dipakai untuk menyimpan data. Oleh karena itu penghapusan *card* sebenarnya hanya mengubah nilai data menjadi *blank-space*. Hal ini selain untuk menjaga optimasi, juga membuat ukuran *record*

store tidak terlalu membengkak.

B. Algoritma RebuildRevisionQueue dan ProcessAnswer

Algoritma untuk *Rebuild Revision Queue* adalah algoritma yang digunakan dalam aplikasi untuk menentukan antrian atau *queue* dari *card* yang akan dipelajari pengguna. Sedangkan algoritma untuk *Process Answer* adalah algoritma yang digunakan dalam menentukan interval serta beberapa atribut *card* lain (semisal *easiness factor*) dengan berpatokan pada *new grade* yang diberikan pengguna. Implementasi dari algoritma ini adalah metode `rebuildRevisionQueue()` dan `processAnswer()` pada class *Store*. *Flowchart* algoritma *Rebuild Revision Queue* ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Flowchart algoritma *RebuildRevisionQueue*

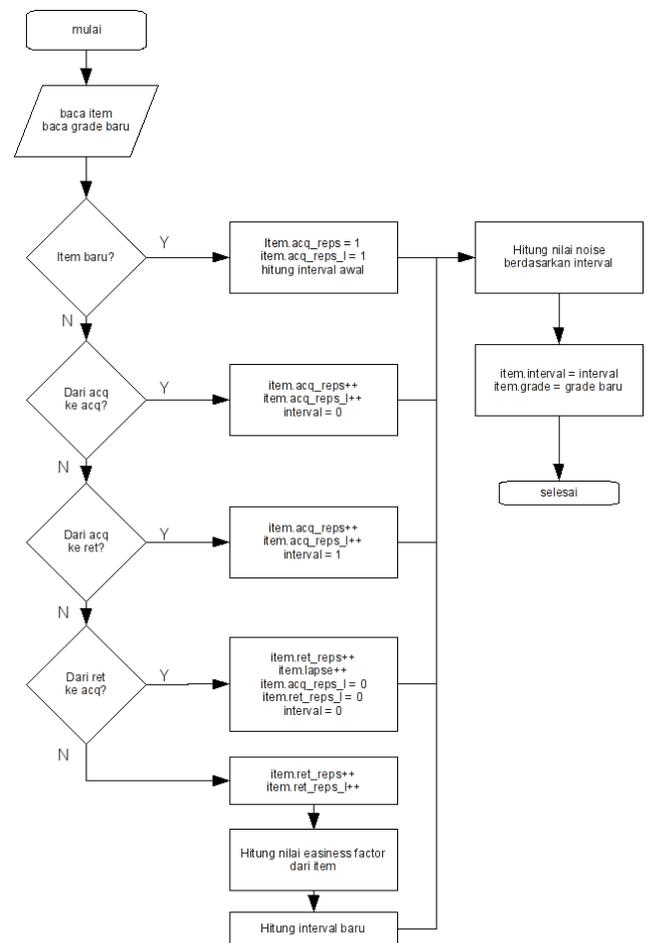
Pertama-tama *queue* akan dibuat dari *card* yang memenuhi syarat retensi atau “due for retention repetition”, yaitu *card* yang dijadwalkan untuk hari ini atau hari yang sudah lalu dan nilai *grade*-nya lebih dari sama dengan 2. Bila dalam *queue* sudah ada *card*, maka *card* dalam *queue* akan dipelajari pengguna.

Bila *queue* belum berisi *card*, maka prioritas selanjutnya adalah *card* yang memiliki *grade* 0 dan *grade* 1 atau dengan kata lain *card* sedang berada dalam fase akuisisi. Selanjutnya urutan dalam *queue* akan diacak. Bila sudah terdapat *card* dalam *queue*, maka proses belajar dapat dijalankan.

Bila dalam *queue* belum terdapat lebih dari 10 *card* atau jumlah *card* dengan *grade* 0 tidak lebih dari limit pada preferensi pengguna, maka prioritas selanjutnya adalah *card* yang memiliki nilai *acquisition repetitions* lebih dari 1. Selanjutnya *queue* akan diacak urutannya.

Bila dalam *queue* belum terdapat lebih dari 10 *card* atau jumlah *card* dengan *grade* 0 tidak lebih dari limit pada preferensi pengguna, maka *card* baru atau *new cards* akan ditambahkan ke *queue*. Bila tetap masih belum memenuhi, maka pengguna akan dihadapkan pada pilihan untuk mempelajari *card* yang seharusnya dijadwalkan di masa mendatang. Kondisi ini disebut “Learn Ahead”. Bila pengguna menghendaki untuk “learn ahead” maka semua *card* yang memenuhi syarat “learn ahead” akan dimasukkan ke dalam *queue*.

Gambar 3 menunjukkan *flowchart* dari algoritma *ProcessAnswer*.



Gambar 3. Flowchart algoritma *Process Answer*

Langkah awal adalah mengambil nilai *grade card* yang baru dari pengguna untuk selanjutnya dijadikan parameter dalam penentuan interval *card*. Sebuah *card* akan diperiksa apakah termasuk *new card* dengan ditandai nilai *acq_reps* dan *ret_reps* yang sama dengan 0 (*card* belum dipelajari sama sekali). Bila sebuah *card* adalah *card* baru, maka nilai intervalnya ditentukan dari *grade* yang diberikan

pengguna. Nilai *acq_reps* dan *acq_reps_l* dari *card* akan bernilai 1.

Bila *card* sebelumnya berada pada fase akuisisi (nilai *grade* antara 0 atau 1) dan *grade* baru berkisar 0 sampai 1 (berarti *card* tetap berada pada fase akuisisi), maka nilai interval yang baru sama dengan 0. Nilai *acq_reps* dan *acq_reps_l* dinaikkan masing-masing sebesar 1.

Bila *card* berpindah dari fase akuisisi ke fase retensi (nilai *grade* yang baru berkisar antara 2 hingga 5), maka nilai interval yang baru sama dengan 1. Nilai *acq_reps* dan *acq_reps_l* dinaikkan masing-masing sebesar 1.

Bila *card* berpindah dari fase retensi ke fase akuisisi (nilai *grade* yang baru turun menjadi 0 atau 1), maka nilai interval yang baru sama dengan 0. Kondisi ini disebut dengan istilah *lapse*. Nilai *ret_reps* dan *lapses* dari *card* akan dinaikkan masing-masing sebesar 1. Nilai *acq_reps_l* dan *ret_reps_l* diubah menjadi 0.

Bila sebuah *card* tetap berada pada fase retensi (nilai *grade* yang baru dan lama berada pada kisaran 2 hingga 5), maka nilai interval yang baru dihitung berdasarkan nilai *easiness factor* dari *card*. Nilai *ret_reps* dan *ret_reps_l* dari *card* akan dinaikkan masing-masing sebesar 1. Nilai *easiness factor* dihitung berdasarkan *grade* baru yang diberikan pengguna.

Langkah selanjutnya adalah menentukan interval lebih lanjut dengan menghitung *noise*. *Noise* adalah sebuah bilangan acak yang memiliki parameter interval. Untuk nilai interval sama dengan 0 maka nilai *noise* sama dengan 0. Selain itu, nilai *noise* tidak dapat ditentukan karena sifatnya yang acak. Kegunaan *noise* adalah untuk membuat interval antar *card* menjadi beragam.

C. Cara Menggunakan Aplikasi

Setelah midlet terinstall pada ponsel pengguna, langkah selanjutnya adalah dengan memasukkan *card* yang akan dipelajari. *Card* dapat berupa apa saja asalkan bisa dibentuk menjadi pasangan pertanyaan dan jawaban. *Card* yang umum dipelajari adalah kosakata dalam bahasa asing, nama negara beserta ibukotanya, rumus-rumus pelajaran, dan sebagainya. Sebagai contoh, diambil karakter Jepang beserta cara bacanya.

Pengguna memasukkan huruf Jepang sebagai pertanyaan, dan cara membacanya sebagai jawaban. Selanjutnya, pengguna memberi *grade* pada kartu yang bernilai dari 0 untuk *card* yang dianggap sulit, dan nilai 5 untuk *card* yang dianggap dapat dihafal dengan baik. Setelah pengguna memasukkan semua *card* yang akan dipelajari, proses belajar dapat dimulai.

Syahfi akan terus memberikan pertanyaan dan pengguna akan menjawabnya di dalam hati. Ini bukan aplikasi seperti kuis, dimana pengguna diwajibkan untuk mengisi input teks tertentu sebagai jawaban, atau memilih dari pilihan yang ada. Syahfi

kemudian akan menampilkan jawaban benar dari pertanyaan bersangkutan, ketika pengguna menekan tombol show Answer.

Selanjutnya pengguna memberi *grade* baru dari *card*, tergantung dari tingkat kesulitan *card*. Syahfi akan menghitung interval paling optimal untuk *card* agar dijadwalkan kembali. Sebagai gambaran, untuk *card* yang diberi *grade* tinggi (nilai 2 hingga 5), maka Syahfi akan cenderung memberi interval baru yang lebih tinggi. Ini berarti, *card* yang mudah akan ditampilkan lebih jarang daripada *card* yang sulit dihafal.

Langkah ini selanjutnya akan diulang terus hingga semua *card* dapat dihafal dengan baik oleh pengguna. Cara ini akan membuat pengguna berfokus pada *card-card* yang cenderung lebih sulit, dibandingkan harus membuat waktu untuk materi atau *card* yang dapat dihafal dengan baik.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Aplikasi dapat berjalan di ponsel yang mendukung teknologi JME dengan profil MIDP versi 2.0 dan CLDC minimal 1.0.
- Fungsionalitas midlet tetap berjalan walaupun ada beberapa tampilan yang berbeda seperti posisi tombol, tampilan List, dan hal-hal lain.
- Untuk fitur impor dari berkas XML, hanya dapat diimplementasikan pada telepon seluler yang mendukung JSR-75. JSR-75 memungkinkan midlet untuk melakukan operasi-operasi tertentu yang kaitannya seperti baca-tulis berkas.

Beberapa kelemahan dan saran dalam midlet hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Tidak ada *waiting screen* ketika pengguna melakukan proses impor *cards*. Hal ini dapat menyebabkan *memory run out* (karena pengguna tidak bisa membatalkan operasi selain dengan mematikan midlet) apabila jumlah *card* dalam berkas XML terlalu banyak.
- Pengetesan pada telepon seluler yang lebih banyak, sebagai perbandingan penggunaan dengan ponsel yang sudah dicoba dan emulator di komputer.
- Peningkatan performa dalam hal kecepatan pembentukan *queue* yang akan dipelajari pengguna serta penentuan *optimum interval repetition* yang lebih baik.

Kode sumber dari midlet ini dihosting pada Google Code dengan alamat <http://code.google.com/p/syahfi> dengan lisensi GPL versi 2 sehingga memungkinkan para pengembang lain untuk berkontribusi dan memberi umpan balik.

REFERENSI

- [1] Wardiana, W., 2002, "Perkembangan Teknologi Informasi di Indonesia". Pusat Penelitian Informatika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [2] Antara, 2003, "Antara dan Ingo! Luncurkan Mobile News". Antara News.
- [3] Republika, 2003, "Menjual Daya Tarik Ponsel Secara Fisik". Republika Online.
- [4] MemoryLifter, <http://www.memorylifter.com/about-memorylifter.html>, diakses 28 Maret 2008
- [5] Wozniak, P.A., 2006, *History of SuperMemo*, <http://www.supermemo.com>, 9 Maret 2008.
- [6] InterFour, 2006, "Learning With Card Files", http://www.interfour.nl/downloads/Leitner_Cardsystem_imap.pdf, 3 September 2008.
- [7] Rochmatullah, A., 2005, <http://agro.web.ugm.ac.id/trivial.htm>, diakses tanggal 28 Maret 2008.
- [8] Wozniak, P.A., 1990, "Economics of Learning", Master's Thesis University of Technology in Poznan.
- [9] Wozniak, P.A., 1995, "Optimization of Learning", Doctoral Dissertation University of Economics, Wroclaw.
- [10] Bientsman, P., 2008, "Mnemosyne XML DTD", <http://mnemosyne-proj.org/help/mnemosyne-xml-dtd.php>, diakses 12 Februari 2009.

Method and Technique in Medical Imaging: an Overview

¹Ermatita, ²Agus Harjoko

¹ Computer Science Faculty Sriwijaya University Indonesia

(Doctoral Students program computer Science Gadjah mada University)

²Mathematics and Natural Sciences Faculty Gadjah Mada University Indonesia

e-mail: ermatitaz@yahoo.com

Abstract—Image processing has been utilized in the various fields of life. In the field of medical image processing is known as medical Imaging or the Medical Image Processing. Medical Imaging is the evaluation process on the body of a subject that is not visible (in the body) which is done by a doctor. This process involves various medical disciplines. Even up to now scientists continue to seek new methods to be found to ease the process of medical imaging. The development of technology has given the influence of the development of medical Imaging. The development of these technologies play an important role in the applications made to support the diagnosis, evaluation, medication, medical research, training and teaching in the medical field. Various techniques and methods in medical imaging has been developed to detection, localization or recognition to produce quality in medical imaging. All techniques and methods developed in this to help paramedics in their medical evaluation.

Keywords—Image processing, medical imaging, medical evaluation

Abstrak—Pengolahan citra telah banyak di manfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan. dalam bidang medis pengolahan citra dikenal sebagai *medical Imaging* (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing*. Medical Imaging merupakan proses evaluasi atas tubuh subyek yang tak terlihat (bagian dalam tubuh) yang dilakukan oleh dokter. Proses ini melibatkan berbagai disiplin ilmu medis. Bahkan hingga kini para ilmuwan masih terus mengupayakan agar ditemukannya metode baru untuk memudahkan proses pencitraan medis. Perkembangan teknologi telah memberi pengaruh terhadap perkembangan *medical Imaging*. Perkembangan teknologi tersebut memegang peranan penting pada aplikasi-aplikasi yang dibuat guna mendukung proses diagnosa, evaluasi obat-obatan, riset medis, pelatihan dan pengajaran dalam bidang medis. Berbagai teknik dan metode dalam medical imaging telah dikembangkan dalam detection, localization atau recognition untuk menghasilkan kualitas dalam medical imaging yang baik. Semua teknik dan metode ini di kembangkan untuk membantu paramedis dalam melakukan evaluasi medis.

I. PENDAHULUAN

Pengolahan citra merupakan proses mengolah piksel-piksel dalam citra digital untuk suatu tujuan tertentu, terutama untuk menemukan informasi yang terkandung didalamnya. Saat ini telah banyak pemanfaatan pengolahan citra dalam berbagai bidang kehidupan.

Pengolahan citra dalam bidang medis juga dikenal dengan Citra medis (*medical image*) memiliki kandungan informasi yang sangat penting, misalnya dalam bidang kedokteran ataupun bidang biologi.

Bidang Kedokteran dan Biologi mengekstrak informasi dengan membutuhkan visualisasi untuk mempelajari hubungan struktur anatomi fungsi biologis dan untuk mendeteksi serta menangani (merawat, mengobati) penyakit dan trauma yang mengganggu atau mengancam proses normal makhluk hidup. Perpaduan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan didapatkannya hasil visualisasi yang baik. Sebagai contoh CBCT adalah salah satu teknologi dalam medical image yang merupakan alat sinar-x berbasis tiga dimensi yang menggunakan teknologi Cone beam yang mampu memberikan gambaran detail pada objek sampai terkecil dalam waktu yang pendek [14]. Kecepatan memperoleh hasil visualisasi secara langsung juga mempengaruhi kecepatan dalam penanganan kasus (kelainan, penyakit). Proses visualisasi ini kemudian lebih dikenal sebagai *Medical Imaging* (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing* yang merupakan salah satu sub-domain dari Informatika Kedokteran. Medical Imaging memungkinkan dikajinya aspek pengolahan data DNA untuk mendapatkan informasi digital pada level jaringan dan organ. Perkembangan teknologi turut mempengaruhi perkembangan dari *Medical Imaging*, yang hingga saat ini kian memegang peranan penting pada aplikasi aplikasi yang dibuat guna mendukung proses diagnosa, evaluasi obat-obatan, riset medis, pelatihan dan pengajaran dalam bidang medis. Berbagai metode telah dikembangkan oleh beberapa peneliti dalam medical imaging ini guna mendapatkan informasi yang terkandung dalam sebuah image yang berhubungan dengan dunia medis untuk melakukan detection, localization ataupun recognition.

II. IMAGE PROCESSING

A. Pengolahan Citra (Image processing)

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan proses mengolah piksel-piksel dalam citra digital untuk suatu tujuan tertentu. Pengolahan citra pada citra digital bertujuan untuk:

- Mendapatkan citra asli dari suatu citra yang sudah buruk karena pengaruh derau. Proses pengolahan bertujuan mendapatkan citra yang diperkirakan mendekati citra sesungguhnya.

- Memperoleh citra dengan karakteristik tertentu dan cocok secara visual yang dibutuhkan untuk tahap lebih lanjut dalam pemrosesan analisis citra. Dalam proses akuisisi, citra yang akan diolah ditransformasikan dalam suatu representasi numerik. Pada proses selanjutnya representasi tersebutlah yang akan diolah secara digital oleh komputer.

Pengolahan citra pada umumnya dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan, yaitu :
Memperbaiki citra sesuai kebutuhan dan mengolah informasi yang terdapat pada citra

Kegiatan yang kedua ini sangat erat kaitannya dengan computer aided analysis yang umumnya bertujuan untuk mengolah suatu objek citra dengan cara mengekstraksi informasi penting yang terdapat di dalamnya. Dari informasi tersebut dapat dilakukan proses analisis dan klasifikasi secara cepat memanfaatkan algoritma perhitungan komputer. Dari pengolahan citra diharapkan terbentuk suatu sistem yang dapat memproses image yang berupa masukan hingga image tersebut dapat dikenali cirinya. Pengenalan ciri inilah yang sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam bidang medis.

B. Metodologi Pengolahan Citra

- Pembentukan Citra (Data Acquisition): Menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital.
- Pengolahan Citra Tingkat Awal (Image Preprocessing): Meningkatkan kontras, menghilangkan gangguan geometrik / radiometrik, menentukan bagian citra yang akan diobservasi.
- Segmentasi Citra (Image Segmentation) dan Deteksi Sisi (EdgeDetection): Melakukan partisi citra menjadi wilayah-wilayah obyek (internal properties) atau menentukan garis batas wilayah obyek (external shape characteristics).
- Seleksi dan Ekstraksi Ciri (Feature Extraction and Selection): Seleksi ciri memilih informasi kuantitatif dari ciri yang ada, yang dapat membedakan kelas-kelas obyek secara baik. Ekstraksi ciri mengukur besaran kuantitatif ciri setiap piksel
- Representasi dan Deskripsi: Suatu wilayah dapat direpresentasi sebagai suatu list titik-titik koordinat dalam loop yang tertutup, dengan deskripsi luasan / perimeternya
- Pengenalan Pola (Pattern Recognition): Memberikan label kategori obyek pada setiap piksel citra berdasarkan informasi yang diberikan oleh deskriptor atau ciri piksel bersangkutan (pewilayahan jaringan keras dan pewilayahan berbagai jaringan lunak pada citra biomedik)
- Interpretasi Citra (Image Interpretation): Memberikan arti pada obyek yang sudah

berhasil dikenali (dari citra klasifikasi biomedik dapat dilihat adanya penyakit tumor)

- Penyusunan Basis Pengetahuan: Basis pengetahuan ini digunakan sebagai referensi pada proses template matching / object recognition.

III. MEDICAL IMAGING

K. J. Cio dalam *medical data*, menyatakan bahwa kebanyakan prosedur imaging menawarkan diagnostic tool. Dibutuhkan pengembangan metode untuk mining efisien dalam database yang berisi data image. Imaging techniques seperti SPECT, MRI, PET, dan pengumpulan ECG atau EEG signals, dapat membentuk data dalam ukuran gigabytes perhari. Data tersebut berupa image seperti organ pasien yang hampir selalu ada dalam informasi clinical. Hal ini dapat menginterpretasikan fisik secara baik seperti clinical impression dan diagnosis[13].

3.1 Pengolahan Citra dalam Bidang Medis

Pengolahan Citra dalam bidang Medis dikenal sebagai *Medical Imaging* (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing*. Pencitraan medis merupakan proses yang dimana dokter melakukan evaluasi atas tubuh subyek yang tak terlihat (bagian dalam tubuh). Proses ini melibatkan berbagai disiplin ilmu medis. Bahkan hingga kini para ilmuwan masih terus mengupayakan agar ditemukannya metode baru untuk memudahkan proses pencitraan medis. Para praktisi bidang Kedokteran mengandalkan visualisasi untuk mempelajari hubungan struktur anatomi fungsi biologis dan untuk mendeteksi serta menangani (merawat, mengobati) penyakit dan trauma yang mengganggu atau mengancam proses normal makhluk hidup.

Berikut ini contoh medical image



Gb. Contoh medical image [16]

Modalitas dari *Medical Imaging* menurut kelasnya terbagi atas dua, yaitu:

A. Anatomis atau struktural

Melibatkan kemampuan untuk membedakan unsur pokok bagian tubuh, contohnya: air, tulang, *tissue*. Pencitraannya memanfaatkan pencitraan:

- o X-ray
- o CT (*Computed Tomography*)

Modalitas yang memanfaatkan sinar X yang diputarakan di sekujur tubuh untuk menghasilkan bagian gambaran anatomi tubuh manusia.

o *Ultrasound*

Teknik pencitraan medis yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi dan echo-nya.

o *MRI (Magnetic Resonance Imaging)*

Teknologi diagnostik yang memanfaatkan sejumlah besar magnet, gelombang radio, dan komputer untuk melakukan proses *scanning* terhadap tubuh manusia dan menghasilkan gambar *tissue* atau organ dalam bentuk 2D atau 3D.

B . Metabolis atau fungsional

Melibatkan kemampuan untuk membedakan level-level yang berbeda dari metabolisme yang disebabkan aktivitas biokimia spesifik.

Aktivitas biokimia menggambarkan perilaku fungsional dari *tissue* atau organ tubuh, dan mungkin diakibatkan oleh simulasi internal atau eksternal.

Pencitraan modalitas jenis ini memanfaatkan pencitraan:

o *fMRI (functional MRI)*

o *SPECT (Single Photon Emission CT)*

o *PET (Positron Emission Tomography)*.

Modalitas yang mendeteksi senyawa radioaktif yang telah disuntikkan ke dalam tubuh untuk kepentingan penyajian informasi fungsi lebih dari sekedar struktur[15].

Berbagai penelitian dalam bidang medical imaging telah dilakukan :

Pohle, dalam penelitiannya melakukan proses evaluasi untuk segmen yang terdiri dari tiga level berbeda. Pada tingkat pertama pengembang dari segmentation methods adalah analisis yang kasar terhadap kemudahan metode segmentasi individual dengan cara visual penilaian hasil untuk beberapa contoh gambar. Tahap kedua menginvestigasi tahap pertama terhadap stabilitas dari hasil segmentasi dalam kasus penyimpangan dari image. Untuk reproduksi proses formasi image pembentukan realizations diberikan wilayah dengan rata-rata dari bootstrap technique. Suatu wilayah dihasilkan dengan teknik bootstrap. Pada level ketiga merupakan proses evaluasi metode segmentasi yang menguji eror segmentasi. Metode segmentasi yang dinilai dengan *empirical discrepancy values*, dan efektivitas metode yang dipilih untuk setiap hasil sebagai perkiraan akhir, dalam hal ini mereka menguji strategi evaluasi dengan seleksi pada segmentation method untuk *liver segmentation* dengan 3D CT data sets pada abdomen. Segmentasi ini sangat diperlukan dalam komputer untuk membantu operasi perencanaan hitungan volume hati .Selama ini metode yang digunakan masih setengah otomatis seperti *mire segmentation* atau *ziplock snake* yang membutuhkan interaksi dengan derajat tinggi, Dalam penelitian ini ingin menemukan metode segmentasi 3D *small part of interaction*[1].

Rinaldi (2006) dalam penelitiannya, melakukan Studi *image watermarking* citra medis untuk mengenalkan aplikasinya di bidang kedokteran. Citra medis (seperti citra sinar-X) disimpan untuk tiga tujuan [7], yaitu diagnosis, basis data, dan penyimpanan jangka panjang. Citra medis seperti foto sinar-X diberi *watermark* berupa *ID* pasien dengan maksud untuk memudahkan identifikasi pasien. Informasi lain yang dapat disisipkan adalah hasil diagnosis penyakit. Persyaratan yang dibutuhkan untuk aplikasi semacam ini adalah *watermark* harus tak tampak (*invisible*) dan *fragile*. *Watermarking* digunakan pada citra medis untuk tujuan otentikasi, integritas citra dan perlindungan HAKI.

Pambudi,2005 melakukan penelitian untuk mendeteksi kanker kulit dengan menggunakan Deteksi batas citra lesi kanker kulit dengan metode kuantisasi warna untuk medical imaging dengan menerapkan tahapan proses, yaitu : Akuisisi Citra (*image acquisition*), Pra Proses (*preprocessing*), Ekstraksi Fitur (*feature extraction*), Segmentasi (*segmentation*) dan Pasca Proses (*postprocessing*).

Dalam penelitiannya menggunakan *Dermatoscopic* yang merupakan teknik pencitraan non-invasive dengan menggunakan minyak immersion, yang akan membuat permukaan kulit lebih transparan, sehingga memberikan visualisasi yang lebih baik bagi struktur-struktur permukaan kulit. Sehingga akan lebih mempermudah mendeteksi kanker kulit.

[8].

Pereira,2009 mendemonstrasikan bahwa distribusi radiodense tissue dalam breast spatially autocorrelated, secara umum dengan area klustering high-density dalam central regions breast. Setiap *breast image* di bagi ke dalam 48 regions dan *Percent Density*(PD) untuk semua breast (keseluruhan PD) dan untuk setiap satu dari region (regional Percen density) yang diestimasi. Spatial autocorrelation (Moran's *I* value) dari regional PD untuk setiap image di kalkulasi untuk menginvestigasi spatial clustering dari density. Derajat clustering varied antara satu wanita yang mempunyai dua breast dan yang di akibatkan oleh umur dan pengetahuan lain yang berhubungan dengan density. Nilai Median Moran's *I* untuk 165 women adalah 0.31 (interquartile range: 0.26, 0.37), mengindikasikan clustered pattern. Tidak ada kesesuaian umur pada saat pertama lahir dengan level dari density spatial autocorrelation, tetapi peningkatan body mass index (BMI) diasosiasikan dengan pengurangan dalam derajat spatial clustering. [9].

Donna T Geddes, 2008

Melakukan studi dalam medical imaging dengan Ultrasound imaging untuk menginvestigasi awal dari pathological lactating breast. Ultrasound imaging telah digunakan secara luas untuk mendeteksi abnormalities dari non-lactating breast. Studi terhadap anatomy fitur unik utama dari lactating breast untuk fase perkembangan breast . Fitur ini menjadi pertimbangan pengetahuan terhadap lactation pathologies untuk mendiagnosis secara akurat pada saat pemeriksaan lactating breast. Scanning techniques and ultrasound appearances dari normal lactating breast akan kontras

dengan non-lactating breast. Selain itu karakteristik umum ultrasound pathologies dihadapi selama laktation akan dideskripsikan. Mammary anatomi, meningkatkan kepadatan jaringan yang berkenaan dgn kelenjar, milk ducts, aliran darah pada kelenjar susu akan naik dan perubahan dalam fisiology mammary terkait dengan laktasi harus menjadi pertimbangan ketika menyempurnakan ultrasound scanning techniques untuk mendeteksi payudara. Selain itu pengetahuan laktasi-terkait patologi memastikan menambah keakuratan diagnosa dan perawatan bagi lactating perempuan [10].

Manuchehr Soleimani,2009, Fokus penelitiannya pada keuntungan dari mengkombinasikan pendekatan dalam empat key areas: image and model validation, multimodal imaging, regularization processes and model customization. Hasilnya terdapat dua contoh yang menunjukkan bagaimana potensi dari kombinasi imaging/modelling approach tersebut. Kombinasi modeling dan imaging mempunyai potensi untuk membuka peluang baru. Sangat penting noticing yang mengkombinasikan physiological modelling dan medical imaging dapat memainkan peranan dalam berbagai aspek dari healthcare system including screening dan treatment[11].

Lehmann, dalam penelitiannya tentang Image interpolation techniques sering dibutuhkan dalam medical imaging untuk image generation (misalnya, ciri-ciri proyeksi untuk inverse radon transform) dan pengolahan seperti kompresi atau resampling.. Penelitian ini membandingkan 1) truncated and windowed sine; 2) nearest neighbor; 3) linear; 4) quadratic; 5) cubic B-spline; 6) cubic; g) Lagrange; and 7) Gaussian interpolation and approximation techniques with kernel sizes from 1/spl times/1 up to 8/spl times/8. Perbandingan dilakukan dengan: 1) spatial and Fourier analyses; 2) computational complexity as well as runtime evaluations; and 3) qualitative and quantitative interpolation error determinations untuk particular interpolation tasks yang diambil dalam situasi umum dalam medical image processing[3].

Tobias Gebäck2009melakukan deteksi tepi dalam *microscopy images* menggunakan *curvelets Edge detection'* menggunakan curvelets. Dalam penelitian ini mereka menghadirkan novel method, berdasarkan pada discrete curvelet transform, untuk mengekstrak arah image yang mengindikasikan lokasi dan arah tepi. Arah bidang ini kemudian diolah dengan menggunakan non-maksimal dan tahapan dari thresholding dari Canny algorithm untuk menelusuri jejak sepanjang Tepi dan menandainya. Dalam hal ini ujung-ujungnya mungkin akan diperluas di sepanjang petunjuk yang diberikan oleh curvelets untuk memberikan hubungan lebih baik pada tiap peta edge. Penelitian ini membandingkan skema Canny edge detector dan sebuah edge detector didasarkan pada Gabor filters, skema yang dilakukan menunjukan performa lebih baik dalam pendeteksi yang lebih besar struktur elongated mungkin terdiri dari

beberapa langkah atau ridge ujungnya. Dalam Penelitian ini menggunakan curvelet berbasis edge detection sebagai sebuah novel dan pendekatan competitive untuk masalah imaging. Metodologi ini diharapkan dapat memfasilitasi dan meningkatkan edge detection image yang tersedia dalam menggunakan cahaya atau electron microscopy dan memberikan metode yang efisien deteksi dari Tepi elongated fitur dalam gambar dari struktur intracellular dan multicellular diperoleh dengan menggunakan cahaya atau elektron mikroskopi[12].

Daniel Keyzers,2007, Dalam penelitiannya menggunakan aplikasi dari different nonlinear image deformation models untuk tahapan image recognition. Deformation models sangat cocok untuk perubahan lokal karena sering terjadi di hadapan variabilitas objek gambar. Dalam penelitian ini ditunjukkan bahwa ada satu pendekatan yang menggabungkan kemudahan implementasi, low-computational complexity, and highly competitive performance pada berbagai macam tahapan image recognition dalam real-world. Disini ditunjukkan kinerja sangat baik untuk four different handwritten digit recognition tasks (empat angka yang berbeda handwritten dan tugasnya dalam mengklasifikasi medical images). The simplest model—the image distortion model—digunakan dengan pixel level features yang menggambarkan local image context merepresentasikan compromise terbaik antara computational complexity and recognition accuracy[4].

Karkavitsas, Melakukan studi dengan memberikan genetic algorithm application untuk masalah registrasi obyek problem (i.e., object detection, localization and recognition) dalam class dari medical images yang mengandung berbagai tipe dari sel darah. Genetic algorithm approach telah menunjukkan bahwa pendekatan ini paling cocok untuk data berupa image. Keberhasilan registrasi sel pada real life microscope images dari sel darah menunjukkan potensi dari pendekatan yang di ajukan. Mereka telah menerapkan genetic algorithm approach untuk problem localization dari obyek dalam gambar sel darah pada mikroskop. Non-exhaustive nature, merupakan pendekatan yang di usulkan jauh lebih efisien daripada solusi konvensional image processing seperti image segmentasi[5].

DISKUSI

Metode-metode yang telah dikembangkan dalam medical imaging ini merupakan kegiatan dalam medical imaging yang merupakan tahapan untuk tujuan tertentu. Berbagai metode yang di kembangkan masing-masing mempunyai karakteristik dan dapat dipergunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sebagian mereka mengembangkan metode untuk melakukan detection dari image yang ada seperti yang dilakukan oleh Geeback, **Geddes,prambudi**. Selain itu sebagian penelitian untuk melakukan localization terhadap image yang ada, penelitian ini dilakukan oleh :Karkavitsas,Lehman,dan Pohle sementara itu untuk keperluan recognition metode dalam bidang

mecal image dilakukan oleh : keyser, **Soleimani, Pereira,** dan Rinaldi.

- [1] R. Pohle and K. D. Toennies, “**A Three-Level Evaluation Process for Segmentation Methods in Medical Imaging**”, available on <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.11.7170>
- [2] M. A Grasso , “Automated Speech Recognition in Medical Applications”, available <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.76.9040>
- [3] T. M. Lehmann, C. Gönner, and K. Spitzer ,”Survey: Interpolation Methods in Medical Image Processing”, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 18, No. 11, NOVEMBER 1999 1049 <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.79.2898>
- [4] D. Keysers, T. Deselaers, C.Gollan, and H. Ney, “Deformation Models for Image Recognition”, IEEE Transaction on Pattern Analysis And machine Intelligence Vol. 29, No. 8, August 2007
- [5] G. Karkavitsas and M. Rangoussi, “Object Localization in Medical Images Using Genetic Algorithms” International Journal of Signal Processing Volume 1 Number 4 <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.130.3109>
- [6] R.A. Vivanco, A. Demko, N. J. Pizzi, “**Scopira: A Pattern Recognition Application Framework for Biomedical Datasets**”, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.133.4359>
- [7] Rinaldi, **Sekilas Image Watermarking untuk Memproteksi Citra Digital dan Aplikasinya pada Citra Medis, 2006, Makalah ICTEL 2006 available on** http://resources.unpad.ac.id/unpadcontent/uploads/publikasi_dosen/Makalah%20CBCT.pdf
- [8] **Prambudi, Deteksi Batas Citra Lesi Kanker Kulit, 2005, Makalah Seminar 29092005 available on** <http://pusatstudi.gunadarma.ac.id/psik/Makalah%20Pembicara/MakalahSeminar29092005.pdf>
- [9] Pereira, “The spatial distribution of radiodense breast tissue: a longitudinal study”, 2009, Breast cancer research available on <http://breast-cancer-research.com/content/11/3/R33>
- [10] **Donna T G,**”Ultrasound imaging of the lactating breast: methodology and application”, 2008, <http://www.internationalbreastfeedingjournal.com/content/4/1/4>
- [11] **M.Soleimani,** “Medical imaging and physiological modelling: linking physics and biology”, 2009 jurnal medical img/med imgng psico n bio1.htm available on <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/8/1/1>
- [12] **T. Gebäck, 2009,** “Edge detection in microscopy images using curvelets” *BMC Bioinformatics* 2009, **10**:75 doi:10.1186/1471-2105-10-75 <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/10/75>
- [13] Krzysztof J. Cio, “**Uniqueness of Medical Data Mining**”, 2002 To appear in *Artificial Intelligence in Medicine* journal, 2002 available on <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.16.5229>
- [14] Lusi Epsilawati, **Perbandingan Dosis Alat Cone Beam Computer Tomografi Dan Medical Computed Tomografi,** http://resources.unpad.ac.id/unpadcontent/uploads/publikasi_dosen/Makalah%20CBCT.pdf
- [15] A.Wulandari, Pengolahan Citra untuk Membantu Diagnosis Tumor Tulang, available on http://kuke.files.wordpress.com/2008/03/ip-osteosarcoma_23205036_makalah.pdf , di akses tgl 19 Juni 2009
- [16] www.barwonmedicalimaging.com.au/

SIMULASI ROUTING PROTOCOL OPEN SHORTEST PATH FIRST (OSPF) DAN ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL (EIGRP)

**Mohamad Yudha Wirawan¹, Sri Suning Kusumawardani²,
Eni Sukani Rahayu³**

*Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, FT UGM
Dosen Jurusan Teknik Elektro, FT UGM*

Abstrak

Makalah ini membahas mekanisme protokol perutean EIGRP dan OSPF dalam pemilihan jalur sehingga dapat diketahui karakter kedua protokol perutean. Mekanisme pemilihan jalur pada protokol perutean umumnya berorientasi pada besarnya lebar pita sehingga dapat ditentukan beban untuk setiap jalurnya. EIGRP yang bersifat distance vector hanya dapat mengenal router yang terhubung langsung serta mempunyai pertimbangan yang kompleks dalam penentuan jalur, sedangkan OSPF yang bersifat link state dapat mengenal topologi secara keseluruhan akan tetapi hanya menjadikan lebar pita sebagai referensi utama penentuan jalur.

Untuk dapat menguji kedua protokol perutean, dilakukan pemutusan jalur agar dapat diketahui jalur yang dipilih oleh kedua protokol perutean serta pengaruh pengaturan lebar pita pada mekanisme pemilihan jalur. Pengujian dilakukan menggunakan simulator software Packet Tracer 5.0 dan perangkat asli. Dengan pemutusan jalur dan pengaturan lebar pita, diperoleh karakteristik EIGRP dan OSPF dalam menentukan jalur baru.

Secara umum, router EIGRP cenderung mencapai konvergensi lebih cepat dibanding OSPF. Namun konvergensi dapat diperoleh dalam waktu yang sama, dikarenakan router OSPF telah mencapai kondisi feasible untuk mengenali semua informasi jalur dari perute yang terhubung langsung.

Kata kunci: protokol perutean, pemilihan jalur, EIGRP, OSPF, kondisi feasible

1. Pendahuluan

Dalam penggunaan fasilitas internet, kecepatan transmisi data sangat mempengaruhi proses *upload* maupun *download*. Pada proses transmisi data, terdapat *routing protocol* yang digunakan untuk menentukan jalur yang tepat dan cepat. *Routing protocol* yang digunakan secara umum adalah *Routing Information Protocol (RIP)*, *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)*, dan *Open Shortest Path First (OSPF)*^[1]. Pada infrastruktur jaringan berskala menengah sampai dengan berskala besar, *routing protocol* yang banyak digunakan adalah EIGRP

dan OSPF. EIGRP hanya dapat diimplementasikan jika sebuah jaringan menggunakan perangkat produk dari Cisco^[4]. Berbeda dengan EIGRP, *routing protocol* OSPF secara umum banyak digunakan pada infrastruktur jaringan yang di dalamnya menggunakan berbagai perangkat dari vendor yang berbeda, seperti menggunakan *router* produk Mikrotik, *switch* produk D-link, dan *switch catalyst* produk Cisco. Ketiga perangkat tersebut dapat beroperasi bersama-sama saat menggunakan OSPF, namun tidak untuk EIGRP.

Oleh karena itu perlu diteliti dan dianalisis performa EIGRP dan OSPF dalam menentukan jalur pengiriman data pada sebuah jaringan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan teknik *subnetting* dalam proses efisiensi pengalamatan jaringan.
2. Membahas kejadian-kejadian yang terjadi pada *routing protocol* jaringan internet dengan menggunakan teknik perutean OSPF dan EIGRP.
3. Membahas faktor-faktor pembeda antara EIGRP dan OSPF.

2. Dasar Teori

Dalam jaringan komputer, EIGRP merupakan jenis protokol *distance vector*, sedangkan OSPF merupakan protokol *link state*^[4]. Pada umumnya protokol *distance vector* hanya membangun satu jalur utama yang dianggap paling baik untuk pengiriman data, akan tetapi jika jalur tersebut gagal (*down*), maka dibutuhkan waktu untuk menentukan jalur baru, karena harus menunggu pembaruan rute dari *remote network* yaitu jaringan yang tidak terhubung langsung dengan router, sehingga dapat ditentukan jalur lain. Dalam hal ini EIGRP menggunakan algoritma DUAL yang memisahkan tabel topologi dan tabel perutean sehingga pada protokol perutean EIGRP selain dibangun jalur utama juga dibangun jalur cadangan yang penentuannya harus berdasarkan matriks yang tersusun atas K1, K2, K3, K4 yaitu lebar pita (*bandwidth*), tunda (*delay*), kehandalan (*reliability*), beban (*load*), akan tetapi hanya lebar pita dan tunda yang digunakan pada *default* EIGRP. Perhitungan metrik dapat dilihat pada persamaan (1) dan (2).

Default composite formula

$$\text{Metrik} = [K1 * \text{bandwidth} + K3 * \text{delay}] \quad (1)$$

Best path metric

$$\text{Metrik} = [(10.000.000 / \text{bandwidth kbps}) * 256 + (\text{sum of delay} / 10) * 256] \quad (2)$$

OSPF merupakan sebuah protokol perutean berjenis IGP (*Interior Gateway Protocol*) yang hanya dapat bekerja dalam jaringan internal suatu organisasi atau perusahaan. Algoritma perutean *Short Path First (SPF)* merupakan algoritma dasar yang dipergunakan pada operasi OSPF. Pada OSPF, metrik yang digunakan untuk penentuan jalur terbaik adalah berdasarkan *cost*, seperti pada persamaan (3).

$$\text{cost} = \frac{\text{cost of the link}}{\text{Bandwidth}} \quad (3)$$

3. Perancangan Simulasi

Pada perancangan simulasi, yang dilakukan adalah perancangan topologi serta penghitungan alamat IP untuk PC dan *router*.

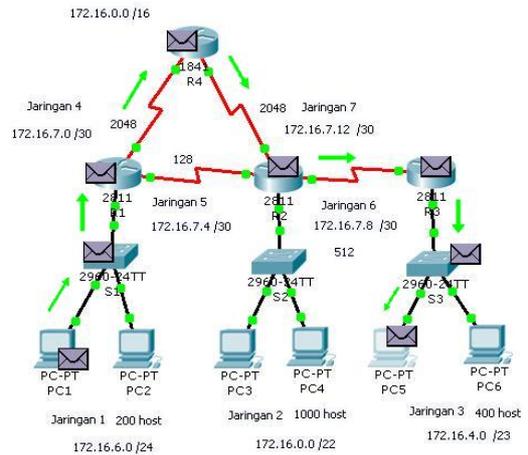
Tabel 1. Alamat IP untuk *Router*

	Antar muka	Alamat IP	Subnet Mask	Jaringan
R1	Serial 0/0/0	172.16.7.1	255.255.255.252	172.16.7.0
	Serial 0/0/1	172.16.7.5	255.255.255.252	172.16.7.4
R2	Serial 0/0/0	172.16.7.13	255.255.255.252	172.16.7.12
	Serial 0/0/1	172.16.7.9	255.255.255.252	172.16.7.8
R3	Serial 0/1/0	172.16.7.6	255.255.255.252	172.16.7.4
	Serial 0/0/0	172.16.7.10	255.255.255.252	172.16.7.8
R4	Serial 0/0	172.16.7.2	255.255.255.252	172.16.7..0
	Serial 0/1	172.16.7.14	255.255.255.252	172.16.7.12

mengatasi kegagalan jalur. Masing-masing perangkat, baik PC maupun *router* memiliki alamat IP untuk dapat berkomunikasi satu sama lain. Telah ditentukan terlebih dahulu alamat jaringan, yang nantinya dibagi menjadi alamat-alamat baru. Informasi alamat jaringan tiap perangkat baik PC *host* maupun *router*, dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Pada Tabel 1 dan Tabel 2, dapat diketahui pembagian alamat IP untuk setiap PC *host* dan alamat masing-masing antarmuka, sekaligus alamat jaringan. Sedangkan gambar topologi jaringan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Alamat IP untuk *Host*

	Alamat IP	Subnet mask	Gateway
PC1	172.16.6.1	255.255.255.0	172.16.6.3
PC2	172.16.6.2	255.255.255.0	172.16.6.3
PC3	172.16.0.1	255.255.252.0	172.16.0.3
PC4	172.16.0.2	255.255.252.0	172.16.0.3
PC5	172.16.4.1	255.255.254.0	172.16.4.3
PC6	172.16.4.2	255.255.254.0	172.16.4.3



Gambar 1. Topologi jaringan

Setelah dilakukan perancangan topologi jaringan, dilakukan pemasangan untuk masing-masing *router*. Proses pemasangan yang dimaksud adalah menghubungkan perangkat-perangkat yang digunakan, kemudian memasukkan perintah-perintah terkait dengan *routing protocol* EIGRP dan OSPF. Pemasangan dalam hal ini dilakukan dengan dua cara, diantaranya menggunakan perangkat lunak *Packet Tracer 5.0*, dan perangkat keras yaitu perangkat asli yang ada di laboratorium. Simulasi yang dilakukan diantaranya mengamati variasi bandwidth dalam penentuan jalur terbaik, serta kemampuan parameter konvergensi untuk EIGRP dan OSPF.

4. Hasil dan Pembahasan

Simulasi dijalankan pada dua mekanisme perutean, yaitu menggunakan protokol perutean EIGRP dan OSPF. Simulasi dijalankan secara bergantian baik menggunakan *software* maupun perangkat asli.

A. Hasil dan Pembahasan pada EIGRP Router

Setelah terjadi proses pertukaran informasi antar *router*, secara otomatis setiap *router* telah mengenal *router* tetangga dan telah tersedia tabel perutean untuk setiap *router* yang berada pada satu sistem otonomi. Untuk dapat mengetahui *router* yang terhubung langsung dijalankan perintah "*show ip eigrp topology*" seperti Gambar 2.

```

R1#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 1

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 172.16.6.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, FastEthernet0/0
P 172.16.7.0/30, 1 successors, FD is 1761792
   via Connected, Serial0/0/0
P 172.16.7.4/30, 1 successors, FD is 20512000
   via Connected, Serial0/0/1
P 172.16.0.0/22, 1 successors, FD is 2276352
   via 172.16.7.2 (2276352/1764352), Serial0/0/0
   via 172.16.7.6 (4294967295/28160), Serial0/0/1
P 172.16.7.8/30, 1 successors, FD is 6535936
   via 172.16.7.2 (6535936/6023936), Serial0/0/0
   via 172.16.7.6 (4294967295/5511936), Serial0/0/1
P 172.16.7.12/30, 1 successors, FD is 2273792
   via 172.16.7.2 (2273792/1761792), Serial0/0/0
   via 172.16.7.6 (4294967295/1761792), Serial0/0/1
P 172.16.4.0/23, 1 successors, FD is 6538496
   via 172.16.7.2 (6538496/6026496), Serial0/0/0
   via 172.16.7.6 (4294967295/5514496), Serial0/0/1
    
```

Gambar 2. Tampilan hasil perintah “show ip eigrp topology” pada R1

Berdasarkan cuplikan tabel perutean pada router R1 seperti Gambar 2, dapat diketahui jalur yang ditempuh untuk mencapai alamat tujuan. Misal diambil contoh menuju alamat jaringan 172.16.4.0 dapat ditempuh melalui dua jalur yaitu melalui 172.16.7.2 sebagai *feasible successor* (jalur utama) dan melalui 172.16.7.6 sebagai *feasible succesor* (alternatif).

Pemilihan jalur utama dan jalur alternatif pada penggunaan protokol perutean EIGRP berdasarkan penghitungan metrik (beban) pada Persamaan 1. Perhitungan besarnya nilai beban berdasarkan Persamaan 1 untuk router R1 menuju alamat jaringan 172.16.4.0 adalah sebagai berikut:

Perhitungan beban jalur utama

$$\begin{aligned}
 \text{metric} &= [K1 * \text{bandwidth} + K3 * \text{delay}] \\
 \text{Bandwidth} &= 512 \text{ Kbps (jaringan 6)} \\
 \text{Delay} &= 20.000 \mu\text{s (T1 serial), } 100 \mu\text{s}
 \end{aligned}$$

slowest bandwidth :

$$\begin{aligned}
 & [((10.000.000/\text{bandwidthkbps}) * 256 / (\text{sumofdelay}/10) * 256) = \\
 & \left[\left(\frac{10.000.000}{512} \times 256 \right) + \left(\frac{20000}{10} + \frac{100}{10} \times 256 \right) + \left(\frac{20000}{10} \times 256 \right) + \left(\frac{20000}{10} \times 256 \right) \right] \\
 & \text{Jaringan 6} \quad \text{Jaringan 3} \quad \text{Jaringan 4} \quad \text{Jaringan 7} \\
 & = [((1953 \times 256) + (2010 \times 256) + (2000 \times 256) + (2000 \times 256))] \\
 & = [4999936 + 514560 + 512000 + 512000] \\
 & = 6538496
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai beban untuk setiap jalur yang ditempuh maka router akan memilih jalur yang dianggap terbaik ke tujuan, yaitu jalur yang memiliki nilai beban yang paling rendah, sedangkan untuk menentukan jalur alternatif, maka perlu dilakukan perbandingan nilai *reported distance*.

B. Hasil dan Pembahasan pada OSPF Router

Seperti halnya protokol perutean EIGRP, OSPF memulai pembangunan jaringan antar router dengan cara mengirimkan paket OSPF. Akan tetapi jika pada EIGRP pengiriman hanya ditujukan pada router tetangga, maka pada OSPF pengiriman ditujukan pada seluruh router yang berada pada area yang sama. Untuk dapat melihat isi dari setiap router R1 dapat dijalankan perintah “show ip protocols” seperti Gambar 3.

```

R1#sh ip protocols

Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 172.16.7.5
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.7.0 0.0.0.3 area 0
    172.16.7.4 0.0.0.3 area 0
    172.16.6.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
  172.16.7.2         110           00:01:18
  172.16.7.6         110           00:01:18
  Distance: (default is 110)
    
```

Gambar 3. Hasil perintah “show ip protocol” pada R1

Untuk pemilihan jalur, OSPF berorientasi pada alokasi besarnya lebar pita, sehingga protokol ini cenderung memilih jalur dengan lebar pita yang lebih besar sebagai jalur terbaik. Untuk dapat melihat tabel perutean pada konfigurasi ini, dijalankan perintah “show ip route” pada router R1, sehingga akan muncul tampilan seperti Gambar 4, yang merupakan alamat perutean yang tersimpan pada tabel perutean OSPF.

```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 7 subnets, 4 masks
O   172.16.0.0/22 [110/97] via 172.16.7.2, 00:07:22, Serial0/0/0
O   172.16.4.0/23 [110/292] via 172.16.7.2, 00:07:22, Serial0/0/0
C   172.16.6.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C   172.16.7.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
C   172.16.7.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
O   172.16.7.8/30 [110/291] via 172.16.7.2, 00:07:22, Serial0/0/0
O   172.16.7.12/30 [110/96] via 172.16.7.2, 00:07:22, Serial0/0/0
    
```

Gambar 4. Hasil perintah “show ip route” pada R1

Alamat IP tujuan yang ditandai adalah alamat pada posisi yang sama pada konfigurasi router EIGRP. Dapat diketahui bahwa pada konfigurasi ini hanya terdapat jalur utama yang dipastikan walaupun terdapat jalur cadangan yang disediakan oleh OSPF, hal ini disebabkan perutean dan topologi berada pada satu tabel yang sama. Besarnya nilai beban yang berorientasi lebar pita dapat diukur berdasarkan Persamaan 2.

Untuk menuju alamat IP 172.16.4.0 beban dapat dihitung dengan cara:

- cost of the link* : 100.000.000 (*bandwidth reference*)
- a) Jaringan 4, dengan alamat jaringan 172.16.7.0
bandwidth : 2048 kbps
 $\text{cost} = \frac{100.000.000}{2.048.000} = 48$
- b) Jaringan 7, dengan alamat jaringan 172.16.7.12.
bandwidth : 2048 kbps
 $\text{cost} = \frac{100.000.000}{2.048.000} = 48$
- c) Jaringan 6, dengan alamat jaringan 172.16.7.8
bandwidth : 512 kbps
 $\text{cost} = \frac{100.000.000}{196} = 196$

512.000

Paket dari *router* R1 menuju *router* R3 dilewatkan melalui *router* R4 dan *router* R2. Dengan melihat alamat jaringan pada masing-masing *router*, urutan pengiriman paket dari *router* R1 menuju *router* R3 adalah:

- a) 172.16.7.0 (jaringan 4)
- b) 172.16.7.12 (jaringan 7)
- c) 172.16.7.8 (jaringan 6)

Berdasarkan urutan pengiriman paket dan perhitungan *cost* pada jaringan 4, jaringan 7, dan jaringan 6, didapatkan total *cost* adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \text{cost jaringan 4} + \text{cost jaringan 7} + \text{cost jaringan 6} \\
 &= 48 + 48 + 196 \\
 &= 292
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan beban untuk berbagai macam lebar pita dapat dipastikan bahwa ukuran lebar pita berbanding terbalik dengan besar beban yang dihasilkan jadi semakin besar lebar pita maka akan semakin kecil beban yang dihasilkan pada suatu jaringan, jadi dalam konfigurasi protokol ini untuk penentuan jalur utama merupakan jalur dengan lebar pita yang besar, sedangkan untuk penentuan jalur cadangan protokol ini mengandalkan sifatnya yang mengetahui topologi secara keseluruhan jadi jika terdapat kegagalan hubungan pada jalur utama maka akan terjadi komputasi terlebih dahulu untuk menentukan jalur mana yang dianggap terbaik diantara jalur lainnya.

C. Hasil dan Pembahasan mengenai Konvergensi

Konvergensi merupakan kondisi sebuah *router* memiliki informasi tentang *router* lain yang berada dalam satu sistem otonomi. Pengamatan dilakukan menggunakan perangkat asli. Perangkat yang digunakan adalah :

- 1. *Router* Cisco seri 1721 dan 2811
- 2. *Switch* Cisco seri 2950 dan 2960
- 3. Kabel RJ-45
- 4. Kabel koneksi WAN tipe V35 dan *smart serial*
- 5. Komputer

Perangkat tersebut dipasang dan diatur menurut topologi yang telah digunakan.

Konvergensi pada EIGRP

Untuk dapat mengamati konvergensi yang terjadi, dilakukan pemutusan jalur utama. Proses *router* R1 menentukan jalur baru sebagai pengganti jalur yang diputus merupakan proses konvergensi, yang dapat diamati dengan perintah ping seperti Gambar 5.

```

C:\Documents and Settings\Cisco>ping 172.16.4.1 -n 20
Pinging 172.16.4.1 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=52ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=52ms TTL=124
Request timed out.
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=26ms TTL=125
Ping statistics for 172.16.4.1:
    Packets: Sent = 20, Received = 19, Lost = 1 (5% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 26ms, Maximum = 53ms, Average = 32ms
    
```

Gambar 5. Hasil Ping Jaringan 3 dari Jaringan 1

Adanya perubahan topologi ditunjukkan dengan tanda panah pada Gambar 5. Baris pertama hingga empat merupakan respon dari jaringan 3 dengan jalur pengiriman melalui R4. Kemudian pada saat jalur R4 dalam kondisi *down*, respon jaringan 3 terhenti sesaat, ditunjukkan dengan tanda panah kedua (berwarna biru). Pada saat respon terhenti, *router* R1 mencari jalur baru sebagai pengganti jalur R4. Setelah R1 menemukan jalur yang tersedia, pengiriman respon dari jaringan 3 kembali terjadi, ditunjukkan dengan tanda panah ketiga (berwarna merah).

Konvergensi pada OSPF

Hasil ini bisa dilihat pada Gambar 6.

```

C:\Documents and Settings\Cisco>ping 172.16.4.2 -n 20
Pinging 172.16.4.2 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.4.2: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.2: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.2: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.2: bytes=32 time=52ms TTL=124
Request timed out.
Reply from 172.16.6.3: Destination host unreachable.
Reply from 172.16.4.2: bytes=32 time=26ms TTL=125
Ping statistics for 172.16.4.2:
    Packets: Sent = 20, Received = 19, Lost = 1 (5% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 26ms, Maximum = 53ms, Average = 30ms
    
```

Gambar 6. Hasil Ping Jaringan 3 dari Jaringan 1

Dari gambar 6, perubahan topologi ditunjukkan dengan tanda panah. Baris pertama hingga empat merupakan respon dari jaringan 3 dengan jalur pengiriman melalui R4. Kemudian pada saat jalur R4 dalam kondisi *down*, respon jaringan 3 terhenti sesaat, ditunjukkan dengan tanda panah kedua dan ketiga (berwarna merah). Pada saat respon terhenti, *router* R1 mencari jalur baru sebagai pengganti jalur R4. Terputusnya jalur pengiriman melalui R4 ditunjukkan dengan keterangan "*Destination host unreachable*" yang berasal dari alamat 172.16.6.3. Bersamaan dengan itu, R1 mencari dan menentukan jalur baru sebagai jalur pengganti. Setelah R1 menemukan jalur yang tersedia, pengiriman respon dari jaringan 3 kembali

terjadi, ditunjukkan dengan tanda panah ketiga (berwarna hijau).

Pengamatan seperti pada Gambar 6 dilakukan beberapa kali untuk mengetahui lebih khusus pengaruh perubahan topologi terhadap pengiriman paket. Setelah beberapa kali pengamatan, didapatkan hasil yang sama untuk tiga pengamatan pertama, yaitu munculnya “*request timed out*” hanya satu kali dari 20 baris yang ditampilkan (-n 20). Sedangkan pengamatan yang selanjutnya seperti pada Gambar 7.

```
C:\Documents and Settings\Nico>ping 172.16.4.1 -n 20
Pinging 172.16.4.1 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=52ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=53ms TTL=124
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=52ms TTL=124
Request timed out.
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=26ms TTL=125
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=26ms TTL=125
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=27ms TTL=125
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=26ms TTL=125
Reply from 172.16.4.1: bytes=32 time=27ms TTL=125
Ping statistics for 172.16.4.1:
    Packets: Sent = 20, Received = 19, Lost = 1 (5% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 26ms, Maximum = 53ms, Average = 35ms
```

Gambar 7 Hasil Perintah “ping” dari Jaringan 1 ke Jaringan 3 pada OSPF

Hasil pada Gambar 7 muncul setelah dilakukan pengamatan selanjutnya, sehingga tampilan tersebut sama dengan hasil pada EIGRP, ditandai dengan adanya “*request timed out*” sebanyak satu kali. Berdasarkan Gambar 7, OSPF memiliki konvergensi yang relatif lebih lama daripada EIGRP. Sedangkan gambar 7 jika dibandingkan dengan hasil EIGRP, memiliki kesamaan. Hal tersebut bukan memunculkan asumsi baru bahwa EIGRP dan OSPF memiliki konvergensi yang sama, melainkan R1 sebagai sumber pengiriman paket telah mengenali jalur alternatif terlebih dahulu. Dalam proses simulasi *routing* OSPF yang telah dilakukan, R1 dapat mencapai *feasible condition*, yaitu kondisi yang memungkinkan untuk mengirimkan paket melalui jalur lain yang telah tersedia dan masih dalam satu topologi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan pembahasan mekanisme perutean pada protokol perutean EIGRP dan OSPF, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Untuk EIGRP, penentuan alokasi lebar pita pada satu

topologi menjadi sangat penting karena jika salah menentukan lebar pita, maka EIGRP akan kehilangan kemampuan algoritma DUAL yang menjadi kelebihanannya, akan tetapi untuk OSPF penentuan lebar pita tidak menjadi perhatian utama, karena protokol ini bersifat *link state* yang dapat memahami topologi secara keseluruhan.

- b. Penentuan jalur terbaik sebagai jalur utama pada EIGRP sangat dipengaruhi oleh variasi kombinasi *bandwidth*. Dengan kombinasi *bandwidth* terbesar diperoleh metrik semakin kecil, sehingga jalur yang memiliki *bandwidth* terbesar digunakan sebagai jalur utama.
- c. Untuk pengamatan konvergensi, EIGRP cenderung lebih singkat daripada OSPF, karena pada OSPF terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan semua jalur yang berada dalam satu topologi, sehingga proses tersebut memerlukan waktu yang relatif lama. Sedangkan pada EIGRP, pemeriksaan jalur hanya dilakukan terhadap *router* tetangga, bukan semua jalur, sehingga pada saat salah satu jalur *down*, *router* sumber cukup mengamati jalur yang berada di sampingnya.
- d. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa antara EIGRP dan OSPF memiliki konvergensi yang sama. Dengan indikator “*request timed out*” yang muncul sebanyak satu kali menjelaskan bahwa *router* sumber telah mendapatkan *feasible condition*, yaitu kondisi sebuah *router* yang telah mengetahui terlebih dahulu jalur pengganti karena jalur utama *down*.

6. Referensi

- [1] Sopandi, Dede, 2004, “*Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Komputer*”, Informatika, Bandung.
- [2] Stalling, Williams, 1994, “*Data and Computer Communications*”, Prentice Hall International, INC.
- [3] _____, [http://cna.te.ugm.ac.id/data/ccna/materi/Explorat ion1/theme/cheetah.html?c1lang=en&c2id=en0600000000&c2lang=&c2id=&chapter=1](http://cna.te.ugm.ac.id/data/ccna/materi/Explorat%20ion1/theme/cheetah.html?c1lang=en&c2id=en0600000000&c2lang=&c2id=&chapter=1), diakses tanggal 27 Desember 2008.
- [4] _____, [http://cna.te.ugm.ac.id/data/ccna/materi/Explorat ion2/theme/cheetah.html?c1lang=en&c2id=en0900000000&c2lang=&c2id=&chapter=1](http://cna.te.ugm.ac.id/data/ccna/materi/Explorat%20ion2/theme/cheetah.html?c1lang=en&c2id=en0900000000&c2lang=&c2id=&chapter=1), diakses tanggal 27 Desember 2008.
- [5] _____, http://ilmukomputer.org/wpcontent/uploads/2007/12/metode-ip-address-lanjutan_vlsm.pdf, diakses tanggal 23 Januari 2009.