

LAPORAN AKHIR

HIBAH BERSAING



**MODEL FORMULASI *IMPROVED* PADA SKEMA PEMBIAYAAN
INTERNET LINK MULTIPLE BOTTLENECK
JARINGAN MULTIPLE KELAS QOS**

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

TIM PENGUSUL

Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc (0006107501)

Eka Susanti, S.Si, M.Sc (0021108303)

Dibiayai dari Anggaran DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Nomor: 023.04.1.673453/2015 tanggal 14 November 2014

DIPA Revisi 01 tanggal 03 Maret 2015

Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Pekerjaan

Penelitian Hibah Bersaing Universitas Sriwijaya

Nomor: 113/UN9.3.1/LT/2015 tanggal 5 Maret 2015

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NOVEMBER 2015

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN BERSAING

Judul Penelitian : Model Formulasi *Improved* Pada Skema
Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck
Jaringan Multipel Kelas QoS

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 121/Matematika

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc
b. NIDN : 0006107501
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Matematika
e. Nomor HP : 082125241621
f. Alamat surel(e-mail) : pipitmac140201@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

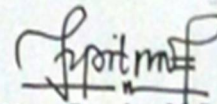
a. Nama Lengkap : Eka Susanti, S.Si, M.Sc
b. NIDN : 0021108303
c. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya

Lama Penelitian Keseluruhan : 2(dua) tahun
Penelitian Tahun ke : 2(dua)

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 100.002.000
Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 60.002.000
- dana internal PT Rp -
- dana institusi lain Rp -

Inderalaya, 9 November 2015

Kepala Peneliti,



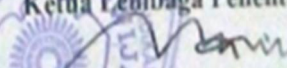
Fitri Maya Puspita, M.Sc
NIP. 19751006199803 2 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA

Dr. Muhammad Irfan, MT
NIP. 196409131990031003



Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian


Prof. Dr. Jr. H. Muhammad Said, M.Sc
NIP. 196108121987031003



RINGKASAN

Internet di masa sekarang telah menjadi hal penting terutama di dalam kehidupan ekonomi. Penyedia Layanan Internet (*Internet Service Providers, ISP*) sekarang menghadapi tantangan besar dalam mempromosikan informasi yang berkualitas baik. Pada kenyataannya, pengetahuan untuk mengembangkan rencana pembiayaan yang baru yang memenuhi kehendak pelanggan dan penyedia ada tersedia, tetapi hanya sedikit rencana pembiayaan yang melibatkan jaringan multipel. Penelitian ini berupaya menganalisis situasi dinamis yang telah dilaksanakan pada studi pendahulu [1, 2, 3, 4-7] berupa skema pembiayaan internet pada jaringan tunggal dalam jaringan multi kelas QoS dengan merencanakan pembiayaan *improved* baru yang diusulkan akan melibatkan *link* multipel dalam jaringan multipel kelas QoS. Model untuk menyelesaikan *link* dan jaringan multipel ini diformulasikan dan juga hasil penelitian disimulasikan. Hasil berupa model generalisasi skema pembiayaan internet dalam multipel link multipel QoS Network untuk pengembangan kebijakan tarif internet. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 1 dengan α dan β sebagai konstanta. Jika ISP menargetkan biaya yang di keluarkan harus kembali dan pengguna dapat memilih layanan yang sesuai dengan keinginan pengguna maka ISP dapat mengadopsi layanan yang telah mengalami modifikasi untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar Rp 11.220 /kBps. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 2 dengan α konstanta dan β variabel. Jika ISP menargetkan biaya yang dikeluarkan harus kembali dan ISP dapat mempromosikan layanan-layanan *QoS* tertentu terhadap pengguna maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i < I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 3.276,2 Rp/kBps. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 3 dengan α variabel dan β konstanta. Jika ISP ingin bersaing di pasar dan pengguna dapat memilih layanan QoS yang sesuai dengan kebutuhan maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 2.485,55 Rp/kBps.

Untuk jaringan layanan pada kasus 4 dengan α dan β variabel. Jika ISP ingin bersaing dipasar dan mempromosikan layanan-layanan QoS terhadap pengguna maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\alpha_i = \alpha_{i-1}$, $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i > I_{i-1}$ dengan persentasi layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 1.261,1 Rp/kBps. Pada jaringan multikelas Pada jaringan multi kelas didapatkan solusi optimal terbaik 182,797 (dalam kbps). ISP akan memperoleh keuntungan tertinggi dengan mengaplikasikan model modifikasi 2 dengan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel agar ISP mampu mempertahankan biaya operasional yang dikeluarkan dan dapat melakukan promosi kelas layanan tertentu.

PRAKATA

Alhamdulillah, atas berkah dan hidayah Allah SWT kami dapat menyelesaikan laporan tahun akhir penelitian kami yang berjudul **MODEL FORMULASI IMPROVED PADA SKEMA PEMBIAYAAN INTERNET LINK MULTIPLE BOTTLENECK JARINGAN MULTIPLE KELAS QOS**. Penelitian ini merupakan salah satu usaha menambah wawasan dalam bidang matematika terutama bidang optimasi yang didanai oleh DIKTI tahun anggaran 2015. Penelitian ini melibatkan 2 orang tim yang terdiri satu orang ketua **Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc** dan anggota tim **Eka Susanti, S.Si, M.Sc** serta juga melibatkan 1 orang mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya angkatan 2012, **Bella Arisha**, NIM 08121001041 sebagai bahan tugas akhirnya.

Pada kesempatan ini, kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan tahun pertama penelitian ini.

Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	2
RINGKASAN	3
PRAKATA	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR	8
DAFTAR LAMPIRAN	9
BAB 1. PENDAHULUAN	10
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	12
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	16
BAB 4. METODE PENELITIAN	18
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Beberapa Studi Literatur Terdahulu mengenai Pembiayaan Jaringan	12
Tabel 2.	Model Formulasi pada Studi Literatur Terdahulu dalam jaringan QoS tunggal	13
Tabel 3.	Data <i>Traffic Mail</i> untuk Multi Layanan	24
Tabel 4.	Data <i>Traffic Digilib</i> untuk Multi Layanan	25
Tabel 5.	Data <i>Traffic Movie</i> untuk Multi Layanan	26
Tabel 6.	Data <i>Traffic</i> pada <i>Proxy</i> untuk Multi Layanan	27
Tabel 7.	Parameter Untuk Setiap Kasus Pada Model Jaringan Multi Layanan	28
Tabel 8.	Variabel Keputusan Untuk Setiap Kasus Model Jaringan Multi Layanan	29
Tabel 9.	Nilai-Nilai Parameter Kasus 1 Pada Model Jaringan Multi Layanan	29
Tabel 10.	Nilai-Nilai Parameter Kasus 2 Pada Model Jaringan Multi Layanan	31
Tabel 11.	Nilai-Nilai Parameter Kasus 3 Pada Model Jaringan Multi Layanan	33
Tabel 12.	Nilai-Nilai Parameter Kasus 4 Pada Model Jaringan Multi Layanan	35
Tabel 13.	Solusi kasus 1 α dan β konstanta dan $I_i=I_{i-1}$	36
Tabel 14.	Solusi Lanjut Kasus 1 untuk $I_i=I_{i-1}$	37
Tabel 15.	Solusi optimal kasus 2 α konstanta $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	38
Tabel 16.	Solusi Lanjut Kasus 2 untuk $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i=I_{i-1}$	38
Tabel 17.	Solusi kasus 3 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β konstanta untuk $I_i>I_{i-1}$	39
Tabel 18.	Solusi Lanjut Kasus 3 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$	39
Tabel 19.	Solusi kasus 4 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $\beta_i = \beta_{i-1}$ konstanta untuk $I_i>I_{i-1}$	40
Tabel 20.	Solusi Lanjut Kasus 4 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$	40
Tabel 21.	Rekapitulasi Solusi Model pada Jaringan Multi Layanan	40
Tabel 22.	Solusi Optimal Model Original	44
Tabel 23.	Nilai-Nilai Variabel pada Model <i>Original</i> dan Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta	45
Tabel 24.	Solusi Optimal untuk Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta	45
Tabel 25.	Nilai – Nilai Variabel pada Model <i>Original</i> dan Model Modifikasi 2 dengan β_j Sebagai Variabel	46
Tabel 26.	Solusi Optimal untuk Model Modifikasi 2 dengan β_j sebagai Variabel	46
Tabel 27.	Rekapitulasi Solusi Model Original dan Model Modifikasi Jaringan Multi kelas QoS	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Jalan Penelitian yang Telah Dilaksanakan dan yang akan Diusulkan	15
Gambar 2. Aktivitas Penelitian.....	18
Gambar 3. Skema kerja yang akan Digunakan dalam 2 Tahun Kegiatan Penelitian	22

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Biodata Peneliti	52
Lampiran 2. Publikasi	59

BAB 1. PENDAHULUAN

Tugas besar bagi Penyedia Layanan Internet (*Internet Service Provider*, ISP) untuk mempromosikan layanan terbaiknya dalam mencapai kualitas informasi terbaik dan juga memperoleh keuntungan dari penggunaan sumber daya yang tersedia. Cara terbaik dalam meningkatkan pendapatan ISP adalah dengan menyediakan kualitas layanan (*Quality of Service*, QoS) yang lebih baik dan berbeda serta pihak ketiga yang menggunakan skema tersebut akan mampu mengembangkan produk berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (*Information and Communication Technology*, *ICT based*). Pada masa sekarang ini, mekanisme pembiayaan yang tepat bagi penyedia layanan jaringan sangat dirasakan kurang terutama dalam menyediakan solusi teknik yang logis dan persuasif bagi pelanggan. Tambahan pula, biaya layanan jaringan biasanya sangat buruk terutama dalam lingkungan pasar yang sangat kompetitif sehingga tidak menghasilkan laba bagi perusahaan yang menciptakan produk tersebut [8, 9].

Pembiayaan telah menjadi topik yang menarik dalam bisnis jaringan. Dalam mendukung bisnis ini, internet harus memberikan QoS terbaik yang artinya adalah mekanisme yang memberikan layanan jaringan yang berbeda yang didasarkan atas persyaratan layanan tertentu. Artikel ini pada dasarnya merupakan salah satu dari sedikit studi yang mempelajari pembiayaan yang berfokus pada sudut pandang ekonomi. Byun and Chatterjee [8] membahas mengenai model pembiayaan bagi layanan internet berdasarkan tingkatan kualitas yang berbeda dengan memfokuskan pada skema pembiayaan atas dasar pemakaian karena skema tersebut merefleksikan level kongesti (*congestion*) secara mendalam.

Pada dasarnya, skema pembiayaan terkini adalah didasarkan atas pembiayaan kecepatan tetap (*flat rate*) dan pembiayaan atas dasar pemakaian. Pelanggan memiliki kecenderungan menggunakan pembiayaan *flat rate* karena skema tersebut sederhana. Mereka hanya membayar biaya langganan setiap bulan dan mereka akan mendapatkan semua koneksi internet. Akan tetapi, skema pembiayaan ini pada dasarnya memiliki kerugian karena tidak menyelesaikan permasalahan kongesti. *Tragedy of commons* [10] terjadi dikarenakan penggunaan skema pembiayaan *flat rate* yang terlalu berlebihan.

Bagi perusahaan telekomunikasi (*telcos*), skema kecepatan tetap memiliki efek yang buruk untuk memaksimalkan laba dan ketidakmampuan skema tersebut dalam menghindari kongesti. Jadi, pembiayaan internet terkini yang didasarkan atas *flat rate* ternyata tidak cukup tepat bagi *telcos*. Mereka telah menyebarkan jaringan banyak QoS untuk memberikan banyak pilihan pada pelanggan dalam menggunakan layanan. Jika pelanggan ingin mendapatkan kualitas layanan terbaik, tentu saja harus membayar dengan biaya yang tinggi. Tetapi jika mereka tidak peduli dengan kualitas, maka pembiayaan flat rate yang dipilih dengan kualitas layanan yang rendah. *Telco* seperti halnya telkom Indonesia mengalami kesulitan dalam mencari skema pembiayaan yang tepat sehubungan dengan jaringan QoS multiple ini. Apa yang akan terjadi jika pengguna berpindah dari satu QoS ke QoS lainnya karena keadaan tertentu yang berlaku? Itulah alasan mengapa diperlukan pengoptimalan pembiayaan internet dengan mempertimbangkan jaringan QoS yang multipel dan dalam link bottleneck multipel dan atas alasan itu tersebut skema pembiayaan internet jaringan QoS multipel menjadi permasalahan kritis dan memerlukan solusi yang tepat yang pada dasarnya dapat menguntungkan ISP dan pengguna. Untuk alasan yang dinyatakan di atas, maka diperlukan penelitian yang mendalam.

Riset terdahulu utamanya memfokuskan pada pencarian model pembiayaan internet yang berlaku pada *link bottleneck* tunggal menurut jaringan QoS [2, 3-6]. Riset yang sedang dilakukan berfokus pada pembiayaan internet link bottleneck multipel [1, 7]. Selanjutnya, direncanakan pengeneralisasian model jaringan link multipel. Hal ini dikarenakan penelitian mendalam mengenai jaringan multipel sangatlah diperlukan. Selain itu, jaringan multipel pada dasarnya merupakan bentuk jaringan sesungguhnya dalam internet. Model yang dibentuk diharapkan dapat membantu ISP dalam menentukan pembiayaan internet secara tepat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, model penelitian serta beberapa studi literatur yang akan dibahas meliputi skema pembiayaan QoS tunggal.

2.1. Tinjau Ulang Studi Terdahulu

Tabel 1 di bawah ini merangkumkan penelitian terdahulu yang melibatkan jaringan QoS.

Tabel 1. Beberapa Studi Literatur Terdahulu mengenai Pembiayaan jaringan

No	Strategi pembiayaan	Cara kerja
1	Masalah kongesti yang diusulkan Karp [11]	<ul style="list-style-type: none"> - Dalam aliran tunggal, ada paket yang dikirim, aliran bertransmisi dalam kecepatan tertentu dan jika drop, aliran akan memilih pada kecepatan lain dan dapat mencapai tujuan. - Mendapat pengakuan dari tujuan mengenai telah diterimanya paket. - Analisis strategi biaya adalah dengan mengoptimalkan keuntungan bukan menaikkan keuntungan dengan memberikan pengguna pada strategi pembiayaan efisien yang dapat mengendalikan kongesti
2	Pembiayaan Paris Metro (PMP) [12], [10, 13]	<ul style="list-style-type: none"> - Kelas layanan yang berbeda akan memiliki biaya yang berbeda. - Pengguna memiliki pilihan dalam memilih channel dan biaya untuk dibayar. - Skema pada dasarnya menggunakan partisi pengguna menjadi kelas dan bergerak menuju kelas lain jika diperoleh layanan yang sama dari kelas lain dengan biaya unit yang lebih rendah.
3	Strategi pembiayaan yang diusulkan Byun and Chatterjee [8]	<ul style="list-style-type: none"> - Didasarkan atas kriteria ekonomi. - Desain pada beragam level kualitas yang berfokus pada skema pembiayaan usage based. - Desain skema pembiayaan yang tepat dengan indeks kualitas menghasilkan formulasi yang lebih sederhana tetapi juga dinamis. - Perubahan yang memungkinkan dalam pembiayaan layanan dan perubahan pendapatan juga dapat dilakukan.
4	Strategi pembiayaan optimal oleh Yang [14]	<ul style="list-style-type: none"> - Skema pembiayaan didasarkan atas pelelangan untuk mengalokasikan QoS dan memaksimalkan pendapatan ISP. - Skema pembiayaan lelang adalah skema yang berskala, efisien dan adil dalam hal pembagian sumber daya. - Permasalahan optimasi diawali dari link bottleneck tunggal dan digeneralisasi menjadi link bottleneck multipel dengan menggunakan metode heuristik.
5	[15]	<ul style="list-style-type: none"> - Penjelasan mengenai skema pembiayaan yang didasarkan atas level QoS pada alokasi yang berbeda untuk mengendalikan kongesti dan keseimbangan muatan. - Jaringan kelas multipel memerlukan skema pembiayaan yang differentiated untuk mengalokasikan lalu lintas level layanan yang berbeda
6	[Shakkotai and Srikant, 16]	<ul style="list-style-type: none"> - Penjelasan mengenai hubungan antara kontrol kongesti, perutean dan penjadwalan jaringan kabel sebagai alokasi sumberdaya yang sama. - Dengan mengasumsikan fungsi utilitas sebagai fungsi yang kontinu diferensiabel, fungsi yang tak turun dan fungsi strictly konkaf, maka utilitas merupakan fungsi yang diminish sebagai asumsi kekonkafan, nilai unik maksimum dalam himpunan tertutup dan terbatas.
7	[17] dan [18]	<ul style="list-style-type: none"> - Dalam model jaringan, diasumsikan n pengguna dapat dibagi menjadi k kategori. Setiap kategori dapat melakukan layanan yang sama seperti yang ditawarkan oleh server aplikasi dalam link yang share dengan bandwidth total C_{tot} tetapi memiliki kerangka kerja permintaan yang berbeda dan sensitifitas biaya yang berbeda. but has different demand framework and also difference price sensitivity. - Alderson et al. [18] menjelaskan isu yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi ISP yang berhubungan dengan topologi jaringan seperti biaya link, teknologi router dengan dampak pada keberadaan topologi bagi pencipta jaringan yang mengurus peralatan perutean untuk menyelesaikan alur lalu lintas jaringan. - Isu lain adalah yang berhubungan dengan kendala pelanggan dalam menyediakan layanan jaringan dan service level agreement (SLA) sebagai kontrak bisnis dengan pelanggan.
8	[19] and [Wu et al., 20]	<ul style="list-style-type: none"> - Garcell et al. [19] menyakan tentang cara menyelesaikan optimasi internet yang menyangkut definisi sistem sebagai fungsi interest dan memandangnya sebagai via point dan definisi matematis sistem yang berbeda - Wu et al. [20] menjelaskan permasalahan pengaturan layanan web dan menjelaskan

		model multi-dimension QoS. Pada kerangka kerja tersebut, model On that framework, model layanan web QoS dapat dibuat dan dijelaskan secara mendalam
9	[21]	<ul style="list-style-type: none"> - Marzolla and Mirandola [21] mengajukan istilah prediksi performa layanan berbasis sistem yang terdiri atas performa yang menunjukkan seberapa cepat waktu selesai permintaan layanan, interval waktu yang menunjukkan periode waktu menyelesaikan permintaan layanan komplit, ketergantungan yang menunjukkan kemampuan layanan web untuk melakukan fungsi kondisional yang diperlukan, fungsi yang diperlukan, biaya yang diatur oleh ISP dan reputasi yang menunjukkan bahwa persepsi pengguna pada layanan tersebut. - Mereka menganggap QoS sebagai titik pandang yang terdiri atas ISP dan pengguna, tingkat pengembangan adalah desain dan waktu run. - QoS juga didasarkan atas metric yang terdiri atas performa, kebergantungan yang dapat dipercaya dan ada, biaya yang ditetapkan atau proporsional, reputasi bagi layanan web dan pelanggan lainnya. - QoS juga didasarkan atas metode evaluasi yang memberikan informasi mengenai model, ontologi dan monitoring.

Tabel 2 menyajikan model formulasi yang telah dibentuk pada studi terdahulu dalam jaringan QoS pada link bottleneck tunggal.

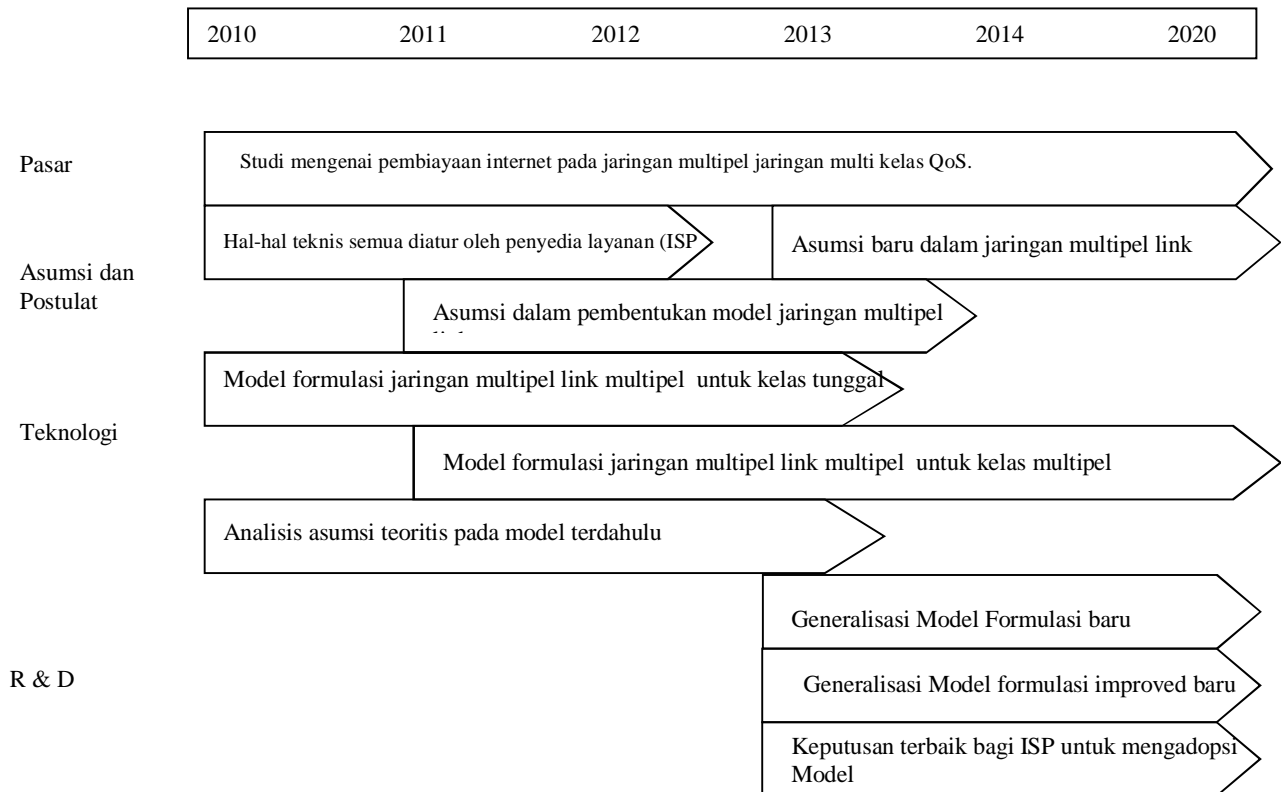
Tabel 2. Model Formulasi pada Studi Literatur Terdahulu dalam jaringan QoS tunggal

Skema	Parameter dan Variabel	Formulasi Matematis
Model pembiayaan internet dalam multi kelas QoS jaringan link tunggal [2] dan [3]	<p>Parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> • α_j, biaya dasar untuk kelas j yang diatur sebagai biaya yang ditetapkan atau sebagai variable. • β_j, premium kualitas kelas j yang memiliki performa layanan l_j • Q, bandwidth total • V_i, bandwidth minimum yang diperlukan oleh pengguna i <p>Variabel keputusan</p> <ul style="list-style-type: none"> • $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if pengguna } i \text{ di kelas } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$ • X_{ij}, bandwidth final yang diperoleh pengguna i untuk kelas j • L_{mj}, bandwidth minimum kelas j • W_j, sensitifitas biaya kelas j • l_j, indeks kualitas kelas j • X_j, Bandwidth yang ditugaskan pada setiap pengguna dalam kelas j • W_{ij}, sensitifitas biaya untuk pengguna i dalam kelas j 	<p>Model 1</p> $\text{Max } P_{ij}.U_{ij} = \sum_j \sum_i (\alpha_j + \beta_j \cdot l_j) w_j \log \frac{x_{ij}}{L_{mj}} \cdot Z_{ij} \quad (1)$ <p>Dengan kendala</p> $X_{ij} \geq L_{mj} \cdot (1 - Z_{ij}) \quad (2)$ $W_j \leq W_{ij} + (1 - Z_{ij}) \quad (3)$ $X_{ij} \geq V_i - (1 - Z_{ij}) \quad (4)$ $X_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij}) \quad (5)$ $X_{ij} \geq Z_{ij} \quad (6)$ $X_{ij} \geq 0 \quad (7)$ $L_{mj} \geq 0 \quad (8)$ $W_j \geq 0 \quad (9)$ $X_{ij} \leq X_j \quad (10)$ $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if user } i \text{ is admitted to class } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$ $\alpha_j \geq \alpha_{j-1}, j > 1 \quad (12)$ $a \leq \alpha_j \leq b \quad (13)$ $0 \leq W_{ij} \leq c \quad (14)$ $\alpha_j + \beta_j \cdot l_j \geq \alpha_{j-1} + \beta_{j-1} \cdot l_{j-1}, j > 1 \quad (15)$ $0 \leq l_j \leq d \quad (16)$ $\quad (17)$ <p>Model 2</p> $\text{Max } P_{ij}.U_{ij} = \sum_j \sum_i (\alpha_j \cdot Z_{ij} + \beta_j \cdot l_j) w_j \log \frac{x_{ij}}{L_{mj}} \quad (18)$ <p>Dengan kendala (2)-(12) and (15).</p>
Pendekatan baru dalam model pembiayaan internet mutilayanan dalam jaringan tunggal [4] dan model improved baru dalam jaringan multi layanan [5]	<p>Variabel keputusan</p> <ul style="list-style-type: none"> • α_i, biaya dasar layanan yang ditetapkan ISP • β, premium kualitas layanan <p>Parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> • l_i biaya dasar maksimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. • b_i biaya dasar minimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. • c_i premium kualitas minimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. 	<p>We propose our new improved model.</p> <p>Jika α and β are fixed.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta * I_i) * p_i * x_i \quad (19)$ <p>Subject to</p> $l_i * d_i * x_i \leq a_i * C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (20)$ $\sum_{i=1}^S I_i * d_i * x_i \leq C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (21)$ $\sum_{i=1}^S a_i = 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (22)$ $0 \leq a_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (23)$ $m_i \leq I_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (24)$ $0 \leq x_i \leq n_i, i = 1, 2, \dots, S. \quad (25)$ $\{x_i\} \text{ integer}, i = 1, 2, \dots, S. \quad (26)$ <p>Jika α is fixed and β vary.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta * I_i) * p_i * x_i \quad (27)$ <p>Dengan kendala</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • g_i, premium kualitas maksimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. 	<p>constraint (20)-(26). Kendala tambahan</p> $\beta_i * I_i \geq \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (28)$ $l_i \leq \beta_i \leq b_i, i=1, 2, \dots, S. (11) \quad (29)$ <p>Jika α and β vary. (30)</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$ <p>Dengan kendala constraint (20)-(26) and (28)-(29). Kendala tambahan</p> $\alpha_i + \beta_i * I_i \geq \alpha_{i-1} + \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (31)$ $c_i \leq \alpha_i \leq g_i, i=1, 2, \dots, S. \quad (32)$ <p>Jika α vary and β fixed. (33)</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta * I_i) * p_i * x_i$ <p>Dengan kendala constraint (20)-(26) and (32). Kendala tambahan</p> $\alpha_i + I_i \geq \alpha_{i-1} + I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (34)$
<p>Model improved dalam multi class QoS networks in single link proposed by Puspita et al.[6]</p>	<p>Model 1 parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> • α_j, biaya dasar untuk kelas j yang diatu sebagai biaya yang ditetapkan atau sebagai variable. • β_j, premium kualitas kelas j yang memiliki performa layanan l_j • Q, bandwidth total • V_i, bandwidth minimum yang diertukan oleh pengguna i <p>Variabel keputusan</p> <ul style="list-style-type: none"> • $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ pada kelas } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$ • \tilde{X}_{ij} bandwidth final yang diperoleh pengguna i untuk kelas j • L_{mj}, bandwidth minimum kelas j • W_j, sensitifitas biaya kelas j • X_j, Bandwidth yang ditugaskan pada setiap pengguna dalam kelas j • \tilde{W}_{ij}, sensitifitas biaya untuk pengguna i dalam kelas j • l_j, indeks kualitas kelas j 	<p>Model 1 original (35)</p> $\text{Max Profit} = \sum_j \sum_i (\alpha_j \cdot Z_{ij}) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}} \quad (35)$ <p>Dengan kendala (36)</p> $\left(\sum_j \sum_i X_{ij} \right) \leq Q \quad (37)$ $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (38)$ $W_j \leq \tilde{W}_{ij} + (1 - Z_{ij}) \quad (39)$ $\tilde{X}_{ij} \geq V_i - (1 - Z_{ij}) \quad (40)$ $\tilde{X}_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij}) \quad (41)$ $\tilde{X}_{ij} \geq Z_{ij} \quad (42)$ $\tilde{X}_{ij} \geq 0 \quad (43)$ $L_{mj} \geq 0, j = 1, \dots, m \quad (44)$ $W_j \geq 0, j = 1, \dots, m \quad (45)$ $\tilde{X}_{ij} \leq X_j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (46)$ $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if user } i \text{ is admitted to class } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (47)$ $0 \leq \tilde{W}_{ij} \leq c, c \in [0,1] \quad (48)$ <p>Model 1 modified 1 (49)</p> $\text{Max Profit} = \sum_j \sum_i ((\alpha_j \cdot Z_{ij} + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) \quad (49)$ $\alpha_j + \beta_j \cdot l_j \geq \alpha_{j-1} + \beta_{j-1} \cdot l_{j-1}, j > 1 \quad (50)$ $0 \leq l_j \leq d, j=1, \dots, m \quad (51)$ <p>Model 2 original (52)</p> $\text{Max Profit} = \sum_j \sum_i (\alpha_j + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij} \quad (52)$ <p>Dengan kendala</p> <p>Constraint (36)-(48) dan kendala tambahan</p> $a \leq \alpha_j \leq b, j=1, \dots, m \quad (53)$ $\alpha_j \geq \alpha_{j-1}, j > 1 \quad (54)$ <p>Model 2 modified (55)</p> $\text{Max} = \sum_j \sum_i ((\alpha_j + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij} \quad (55)$ <p>Dengan kendala</p> <p>Constraint (36)-(48), (50)-(51) and (53)-(54)</p>

2.2. Peta Jalan Penelitian

Gambar 1 di bawah ini selengkapnya menjelaskan peta jalan penelitian mengenai studi pendahuluan fungsi utilitas dan tahapan penelitian terdahulu yang telah dilaksanakan dan tahapan penelitian yang akan diusulkan.



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian yang telah dilaksanakan dan yang akan diusulkan

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Skema pembiayaan internet merupakan isu kritis dalam jaringan internet terkini. Telco di masa kini menghadapi tantangan besar dalam mengatur rencana pembiayaan yang tepat terutama dalam jaringan dinamis yang berlaku sekarang. Dengan rencana pembiayaan yang tepat, telco mampu mengendalikan kongesti, mempertahankan sumber daya seperti *bandwidth*, *delay*, dan lain sebagainya serta dapat memenuhi permintaan pelanggan dan memperoleh keuntungan optimal

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memformulasikan skema pembiayaan optimal menurut jaringan QoS multipel dalam link bottleneck multipel.
2. Menganalisis skema pembiayaan optimal menurut jaringan QoS multipel dalam link bottleneck multipel dengan membandingkan skema tersebut dengan skema pembiayaan internet yang terkini.
3. Menentukan apakah dalam skema pembiayaan tersebut skema yang menawarkan pembiayaan yang lebih baik yang dapat menguntungkan *telco* serta menarik minat pengguna untuk menggunakan skema tersebut.

3.2. Manfaat Penelitian

Telco menghadapi permasalahan terkini dengan kenyataan bahwa pengguna lebih menyukai pembiayaan *flat rate*. Telco berusaha mengembangkan jaringan QoS multipel untuk memberikan pilihan pada pelanggan dalam memilih layanan. Bagaimanapun juga, telco tetap menghadapi kesulitan dalam menentukan skema pembiayaan yang tepat untuk jaringan QoS multipel ini. Li *et al.* menegaskan bahwa pembiayaan internet tersebut juga memungkinkan akan menjadi kendala dalam jaringan QoS dikarenakan fakta bahwa sumber daya jaringan yang terbatas. Perlu diadakan pengamatan lebih lanjut untuk mengetahui integrasi mendalam antara jaringan multipel dan skema pembiayaan.

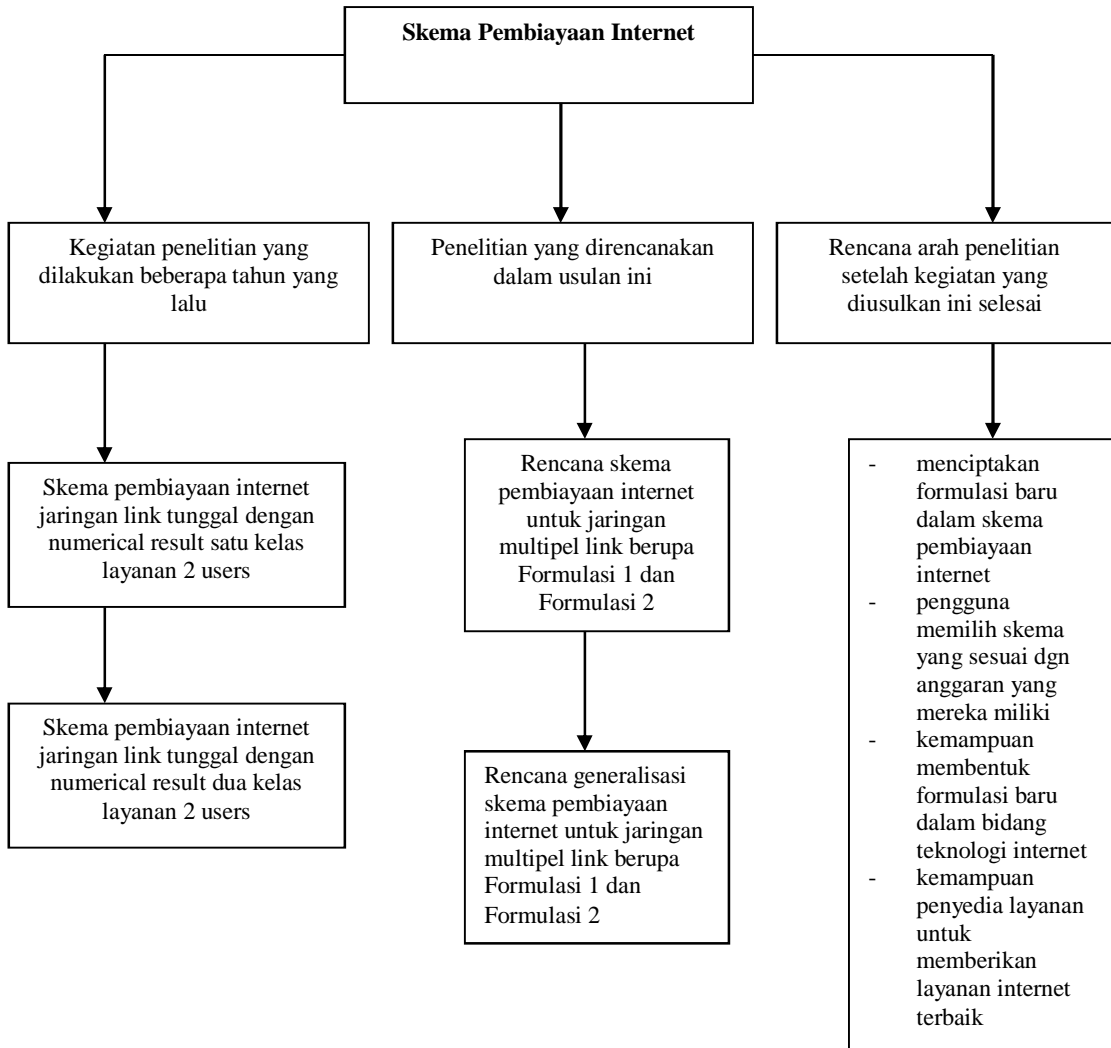
Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mempelajari dan menganalisis skema pembiayaan untuk jaringan multipel dan memformulasikan rencana

pembiayaan baru yang dapat diaplikasikan secara dinamis dalam jaringan QoS multipel. Cakupan dalam penelitian ini adalah didasarkan pada sudut pandang telco untuk jaringan kabel (*wired network*) dan keuntungan skema pembiayaan yang terbentuk menurut pandangan telco dalam memaksimalkan keuntungan.

Pengaplikasian skema pembiayaan internet ini diharapkan dapat dimanfaatkan secara meluas oleh masyarakat karena model yang ditetapkan oleh ISP diharapkan dapat menarik minat pengguna dalam *subscribe* ke layanan internet kelas multipel ini dimana keuntungannya adalah pengguna dapat memilih layanan sesuai dengan *bandwidth* yang mereka perlukan dan sesuai dengan anggaran biaya yang akan mereka keluarkan.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Aktivitas penelitian disajikan dalam bentuk diagram Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Aktivitas penelitian

Adapun deskripsi diagram dijelaskan sebagai berikut.

Aktivitas Penelitian melibatkan tiga langkah utama yang dilakukan oleh peneliti yakni

1. Kegiatan yang sebelumnya telah dilakukan dalam topik skema pembiayaan internet ini berupa

- Hasil awal ([2, 3]) untuk jaringan QoS link tunggal yang dianalisis dengan menggunakan software aplikasi LINGO dengan pilihan terletak diantara 2 pengguna mana yang dapat menggunakan layanan internet bila masing-masing pengguna memiliki syarat minimum bandwidth. Hasil menunjukkan bahwa jika $Q=M=X$, $V_1 < V_2$ maka $Z_1=0$ dan $Z_2=0$. Selanjutnya, bila $Q > X$, $Q > M$ dan $X=M$ maka $X_1=X_2=X$ dan semua pengguna dapat menggunakan layanan dengan biaya untuk kelas layanan tersebut adalah $W = \min \{W_1, W_2\}$.
 - Hasil awal untuk jaringan QoS link multipel yang dianalisis dengan menggunakan software aplikasi LINGO bila pilihan terletak diantara 2 pengguna mana yang dapat menggunakan layanan internet bila masing-masing pengguna memiliki syarat minimum bandwidth dan terdapat dua jenis kelas layanan yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa $Q > M$, $X_1=M$, $X_2 > M$ maka hanya akan ada satu pengguna yang mendapatkan satu kelas layanan sefangkan bandwidth akhir yang diperoleh $X_{ij}=\min\{X_j\}$.
2. Penelitian yang direncanakan dalam usulan ini berupa
- Pembentukan skema pembiayaan internet jaringan multipel yang berawal dari jaringan multipel link dengan mempertimbangkan parameter lainnya termasuk quality premium dan index performance kelas layanan tersebut.
 - 4 kasus yang akan dipertimbangkan dengan memandang biaya dasar dan quality premium sebagai konstanta dan sebagai variabel.
 - Dua formulasi terbentuk dengan mempertimbangkan jaringan link multipel. Formulasi yang terbentuk diselesaikan dengan bantuan software aplikasi sehingga dapat *generate* lebih banyak pengguna.
3. Rencana arah penelitian setelah kegiatan yang diusulkan selesai adalah
- Riset dalam bidang pembiayaan teknologi internet dapat dikembangkan lagi dengan pembentukan formulasi baru dengan

pertimbangan parameter lain sebagai sumber daya yang tersedia dalam jaringan

- Kemampuan pengguna dalam memilih skema pembiayaan yang sesuai dengan anggaran yang mereka miliki dan kemampuan dalam membentuk formulasi baru dan menawarkan formulasi tersebut kepada ISP sebagai skema pembiayaan yang memiliki kelebihan dalam kemampuan memilih kelas layanan yang menguntungkan ISP dan pengguna

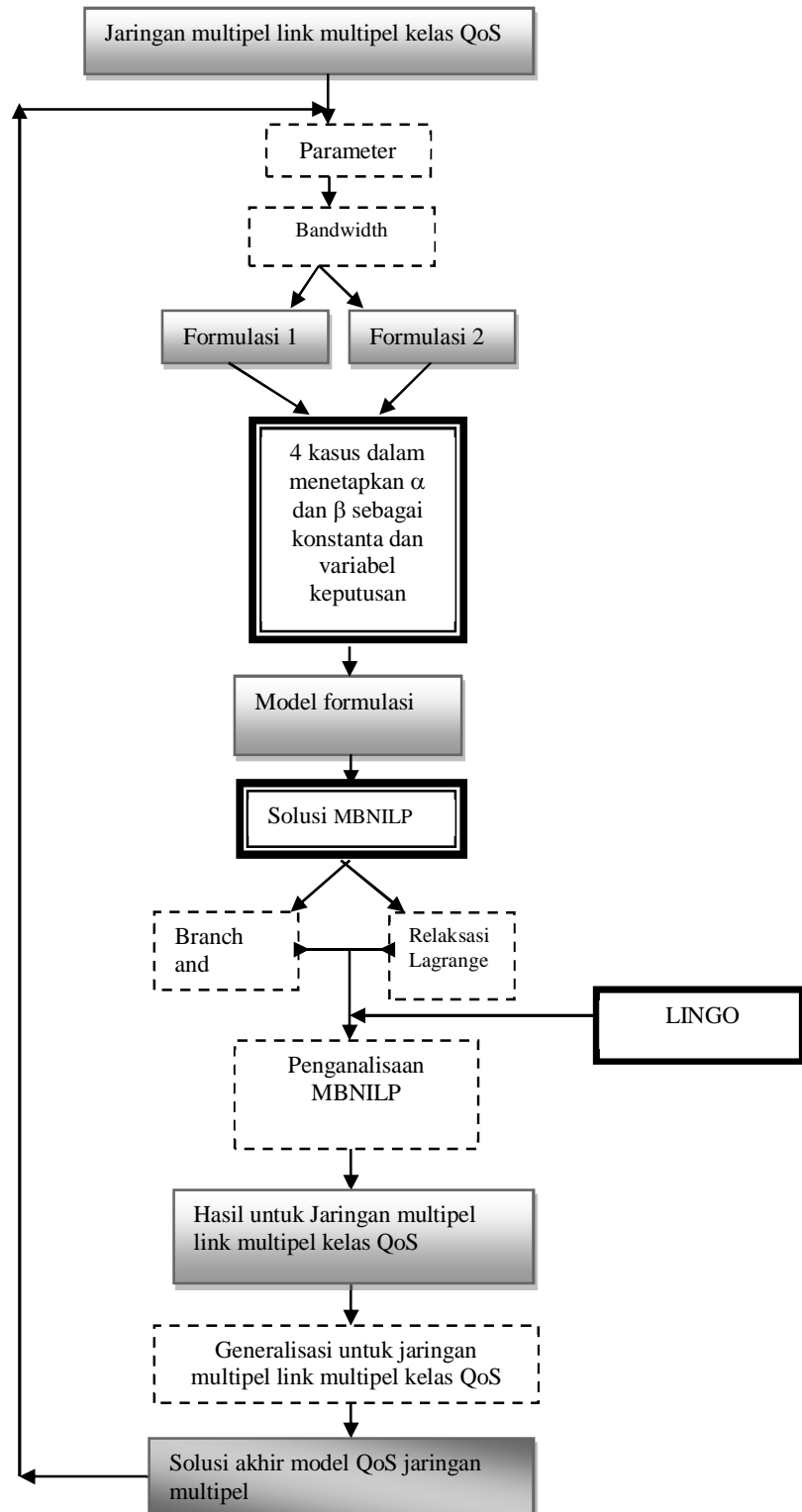
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengertian yang berharga mengenai skema pembiayaan internet. Penelitian ini melibatkan jaringan multipel link, sehingga algoritma untuk menyelesaikan jaringan multipel link ini akan diformulasikan dan juga hasil penelitian akan disimulasikan. Aplikasi software LINGO akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi tersebut.

Adapun rincian skema kerja tahun kedua dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Penggeneralisasian permasalahan jaringan QoS tunggal menjadi jaringan QoS multipel dengan menetapkan parameter dan skema pembiayaan yang sama seperti dalam jaringan multipel bottleneck link QoS.
- b. Penetapan formulasi permasalahan optimasi untuk jaringan QoS multipel dengan kondisi parameter dan skema pembiayaan seperti yang dilakukan pada jaringan multipel bottleneck link QoS.
- c. Penetapan permasalahan optimasi skema pembiayaan internet jaringan QoS multipel.
- d. Pencarian solusi permasalahan optimasi jaringan multipel bottleneck link QoS.
- e. Pengujian dan penganalisaan pemrograman permasalahan optimasi baik dari sudut pandang ISP ataupun konsumen, untuk mendapatkan model matematika terbaik yang dapat diadopsi ISP dan juga konsumen.

- f. menganalisa pengujian program tersebut dan membuat kesimpulan mengenai hasil skema pembiayaan yang tepat yang menguntungkan ISP dan juga ketertarikan pengguna untuk *subscribe* terhadap layanan ISP tersebut.

Adapun rincian kerja selama dua tahun penelitian dapat dijelaskan dalam bagan Gambar 3.



Gambar 3. Skema kerja yang akan digunakan dalam 2 tahun kegiatan penelitian

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Latar Belakang

Penelitian ini melibatkan satu orang mahasiswa jurusan Matematika semester akhir, nama Bella Arisha, NIM **08121001041** yang mempersiapkan skripsi untuk menyelesaikan studi di Jurusan Matematika.

Pada bab ini akan dibahas penerapan model skema pembiayaan *wired* internet pada jaringan multi layanan *multi link bottleneck* (*multi service multi link bottleneck network*) untuk skema pembiayaan dan solusi optimal internet. Dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang diperoleh dari salah satu server lokal di Palembang yaitu Politeknik Sriwijaya (Polsri). Data ini diambil dalam jangka waktu 1 bulan yaitu di mulai dari tanggal 10 Februari 2015 sampai 10 Maret 2015.

5.2. Pendeskripsian Data

Tabel 3. Data Traffic Mail untuk Multi Layanan

Waktu	Traffic (dalam bit per second)					
	Sent			Received		
	link 1	link 2	link 3	link 1	link 2	link 3
10/02/2015	0,000	0,000	8.617,929	0,000	0,000	43.284,386
11/02/2015	26.079,928	30.414,908	26.105,609	22.487,907	62.173,926	47.881,162
12/02/2015	27.880,690	47.132,613	28.262,455	79.817,511	114.003,303	77.143,458
13/02/2015	28.275,537	31.570,358	25.164,332	28.133,739	63.853,402	46.792,088
14/02/2015	25.157,147	24.516,421	36.377,059	21.456,518	20.959,962	38.029,538
15/02/2015	27.901,831	27.138,764	25.586,252	23.886,916	35.735,828	34.170,596
16/02/2015	26.506,208	802.814,273	34.839,096	23.052,571	75.528,459	69.413,543
17/02/2015	29.927,205	29.425,681	25.530,722	26.213,583	74.072,063	47.154,570
18/02/2015	27.023,631	29.347,663	26.671,427	17.752,497	83.092,777	50.439,351
19/02/2015	26.094,976	27.700,519	27.901,775	35.427,589	43.008,301	51.738,103
20/02/2015	32.151,774	31.434,297	26.440,494	36.044,653	34.212,950	58.921,813
21/02/2015	27.810,117	90.026,566	26.012,649	24.341,669	25.026,242	49.586,793
22/02/2015	26.111,016	25.126,185	24.536,832	38.211,280	35.066,519	21.010,050
23/02/2015	34.353,109	45.227,132	30.848,681	30.106,509	81.872,516	81.766,662
24/02/2015	27.821,057	42.271,664	25.693,452	36.285,143	85.272,329	45.627,576
25/02/2015	30.082,281	74.398,987	48.082,303	30.082,281	74.398,987	48.082,303
26/02/2015	53.704,020	99.723,210	53.533,035	53.704,020	99.723,210	53.533,035
27/02/2015	26.663,580	31.729,181	28.941,994	50.469,527	109.678,556	23.936,257
28/02/2015	26.445,699	25.816,829	36.699,741	22.737,534	47.236,671	40.079,038
01/03/2015	28.382,062	24.932,286	24.706,722	24.610,817	46.969,145	37.614,178
02/03/2015	27.033,649	28.696,186	271.236,837	23.404,703	64.445,274	188.555,133
03/03/2015	32.601,552	31.800,170	26.989,929	28.420,779	62.917,065	22.525,902
04/03/2015	32.980,224	37.116,499	31.278,581	26.853,725	70.710,470	60.931,868
05/03/2015	34.335,657	32.459,603	32.459,603	27.464,174	71.500,053	64.395,966
06/03/2015	39.009,088	32.250,714	32.250,714	31.846,776	63.113,326	57.935,340
07/03/2015	24.808,570	23.091,430	28.005,859	23.091,430	23.091,430	28.005,859
08/03/2015	29.975,169	28.927,417	27.784,458	29.975,169	37.332,079	22.051,334
09/03/2015	32.553,642	38.510,143	29.292,062	77.668,238	74.954,257	38.138,337
10/03/2015	28.195,665	28.227,592	20.227,410	23.598,506	28.227,592	20.227,410
Demand	28.960,865	62.821,631	37588,9	31625,72	58902,645	50654,195
<i>Demand kilobyte persecond (link1)</i>				5,466		
<i>Demand kilobyte persecond (link2)</i>				7,435		
<i>Demand kilobyte persecond (link3)</i>				5,386		

Tabel 4. Data Traffic Digilib untuk Multi Layanan

Waktu	Traffic (dalam bit per second)					
	Sent			Received		
	link 1	link 2	link 3	link 1	link 2	link 3
10/02/2015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11/02/2015	0,000	0,000	30.131,572	0,000	0,000	121.050,316
12/02/2015	15.825,667	123.801,940	111.325,608	165.057,844	656.951,286	880.938,769
13/02/2015	20.761,696	115.876,182	247.595,983	184.005,585	697.449,561	6.549.594,472
14/02/2015	20.070,053	384.233,862	25.306,267	145.792,557	7.431.049,618	520.697,095
15/02/2015	18.760,650	15.855,743	26.168,059	76.687,801	200.474,022	555.857,561
16/02/2015	15.443,676	136.532,269	1.280.746,612	270.673,773	510.173,701	1.280.746,612
17/02/2015	20.328,360	100.946,632	81.697,902	110.193,100	680.345,387	710.647,670
18/02/2015	35.746,650	82.150,898	50.049,131	862.906,648	457.782,326	618.677,313
19/02/2015	21.410,468	58.034,286	28.091,062	136.282,430	1.376.041,318	592.806,323
20/02/2015	26.572,533	60.357,896	67.819,462	276.742,122	670.600,208	683.257,538
21/02/2015	21.663,568	24.047,897	28.515,652	150.187,975	444.238,713	604.753,070
22/02/2015	32.422,500	18.473,121	21.916,743	261.597,775	311.005,308	408.757,537
23/02/2015	14.087,399	290.684,805	89.212,867	258.720,088	4.524.610,489	491.837,162
24/02/2015	22.857,661	121.986,830	71.538,634	311.856,415	874.253,471	731.863,127
25/02/2015	21.129,881	361.133,705	65.821,010	160.593,420	1.739.790,411	804.691,141
26/02/2015	16.675,531	103.924,366	64.100,839	93.176,483	1.525.057,074	651.470,304
27/02/2015	33.350,991	68.629,413	67.141,845	431.297,830	551.433,793	909.660,377
28/02/2015	27.088,577	29.357,493	44.767,618	384.961,446	909.651,707	1.091.386,225
01/03/2015	15.134,415	18.878,732	43.317,720	153.415,436	362.355,548	378.549,365
02/03/2015	24.410,897	80.981,912	98.910,620	116.372,233	938.124,802	490.582,088
03/03/2015	22.454,831	106.348,225	83.641,050	108.275,182	1.337.379,243	800.438,674
04/03/2015	33.699,088	98.204,351	66.911,893	327.384,752	1.265.275,149	599.318,095
05/03/2015	27.008,812	116.156,900	80.027,582	241.310,922	786.346,743	900.256,563
06/03/2015	31.944,961	73.789,377	78.983,941	365.227,558	1.030.064,160	621.805,994
07/03/2015	51.465,908	38.560,087	43.137,828	307.935,320	328.400,246	233.694,045
08/03/2015	50.592,719	53.578,555	46.668,455	890.044,298	992.653,531	597.907,750
09/03/2015	50.198,830	116.315,794	80.317,480	385.375,067	1.115.723,321	558.521,883
10/03/2015	36.318,247	118.904,325	67.835,611	308.482,087	917.749,525	179.800,575
Demand	25.083,606	100.611,917	106.610,312	258.088,143	1.125.344,161	812.743,712
<i>Demand kilobyte persecond (link1)</i>				17,283		
<i>Demand kilobyte persecond (link2)</i>				74,826		
<i>Demand kilobyte persecond (link3)</i>				56,113		

Tabel 5. Data Traffic Movie untuk Multi Layanan

Waktu	Traffic(dalam bit persecond)					
	Sent			Received		
	link 1	link 2	link 3	link 1	link 2	link 3
10/02/2015	0,000	0,000	449.147,455	0,000	0,000	17.013.694,789
11/02/2015	3.800,621	2.940.420,090	1.690.451,455	368,567	157.040.863,910	105.338.086,883
12/02/2015	179.439,226	97.705.518,837	31.420.967,377	5.540.008,643	162.803.529,787	133.789.882,404
13/02/2015	3.973,402	3.521.479,425	42.553.070,362	343,088	193.438.464,019	90.014.992,827
14/02/2015	3.798,632	867.306,680	1.344.572,502	340,112	46.742.008,184	58.113.294,052
15/02/2015	3.723,070	535.210,645	1.235.669,271	493,142	23.233.716,674	64.504.548,884
16/02/2015	30.972,771	87.121.608,415	1.665.330,956	1.477.652,843	150.542.798,908	108.559.626,784
17/02/2015	3.777,226	3.577.648,027	26.652.753,071	288,745	185.159.710,063	118.076.060,445
18/02/2015	279.617,930	2.581.785,858	42.404.012,886	12.294.102,700	158.547.333,167	108.364.863,714
19/02/2015	234.849,217	1.012.820,486	558.490,971	9.822.605,240	46.735.578,520	22.910.574,764
20/02/2015	3.844,606	4.003.603,592	728.269,272	496,958	188.546.586,773	50.456.883,658
21/02/2015	4.273,629	1.805.856,958	2.080.716,904	494,529	88.639.489,464	61.392.615,678
22/02/2015	3.706,133	742.294,643	1.295.604,074	497,887	40.493.665,060	50.428.578,176
23/02/2015	980.993,553	34.559.778,238	5.402.881,584	55.790.670,555	429.468.791,343	264.639.981,452
24/02/2015	584.087,014	7.227.370,361	4.666.544,000	22.992.727,967	390.652.598,471	270.456.169,882
25/02/2015	216.785,417	7.786.603,809	23.654.263,501	12.871.430,730	445.932.263,591	214.483.036,709
26/02/2015	211.966,708	8.216.834,886	4.370.910,873	12.324.515,695	458.262.640,889	182.086.089,295
27/02/2015	4.084,219	6.461.327,732	2.780.362,093	340,651	314.583.002,995	136.675.937,712
28/02/2015	4.386,006	2.543.348,745	557.884,680	337,702	117.654.517,216	38.920.921,059
01/03/2015	4.055,774	1.385.559,527	799.171,125	288,568	83.909.753,496	25.554.628,686
02/03/2015	59.206,984	8.994.646,093	4.709.703,303	9.430.984,783	425.818.642,622	259.283.356,622
03/03/2015	4.415,930	5.648.895,067	2.570.415,183	500,894	343.542.690,026	115.388.095,955
04/03/2015	6.809,167	29.275.457,776	3.823.789,875	309,228	344.178.124,770	286.092.352,525
05/03/2015	161.814,675	4.385.076,373	3.120.223,173	7.131.903,453	240.617.528,980	119.557.927,845
06/03/2015	6.518,789	60.749.117,292	5.380.373,026	375,324	317.227.510,911	282.939.455,502
07/03/2015	2.968.760,147	1.789.480,485	981.350,815	96.925.165,832	97.413.023,448	46.048.601,540
08/03/2015	1.930.179,244	11.364.791,991	283.743,637	85.066.119,900	46.856.217,341	15.948.938,215
09/03/2015	285.772,416	3.832.591,683	2.628.610,709	21.415.829,858	190.295.088,414	157.079.146,632
10/03/2015	275.794,313	3.424.597,457	35.884.453,107	25.818.350,492	200.165.642,548	75.357.416,270
Demand	291.772,649	13.933.139,006	8.817.025,422	13.065.777,382	203.051.785,572	119.981.922,723
<i>Demand kilobyte persecond (link 1)</i>				<i>815,280</i>		
<i>Demand kilobyte persecond (link 2)</i>				<i>13.243,709</i>		
<i>Demand kilobyte persecond (link 3)</i>				<i>7.861,264</i>		

Tabel 6. Data *Traffic* pada *Proxy* untuk Multi Layanan

Waktu	Traffic (dalam bit per second)					
	Sent			Received		
	<i>link 1</i>	<i>link 2</i>	<i>link 3</i>	<i>link 1</i>	<i>link 2</i>	<i>link 3</i>
10/02/2015	0,000	0,000	1.012,368	0,000	0,000	118,220
11/02/2015	3.583,487	3.555,946	3.598,551	390,566	398,913	414,772
12/02/2015	3.773,789	4.223,211	3.992,688	520,845	426,969	503,410
13/02/2015	3.970,626	3.704,153	3.744,585	430,919	483,241	445,396
14/02/2015	3.519,045	3.809,923	3.743,443	401,355	456,947	416,448
15/02/2015	4.177,284	3.687,391	3.734,813	972,562	519,162	378,357
16/02/2015	3.605,667	3.753,597	3.811,026	369,955	412,343	443,957
17/02/2015	3.529,647	3.874,444	4.087,881	427,225	443,577	451,612
18/02/2015	3.994,676	4.006,219	3.966,570	388,411	385,498	384,967
19/02/2015	3.942,214	4.000,762	4.310,877	443,611	474,863	436,364
20/02/2015	3.928,187	3.998,895	3.834,988	403,853	482,426	409,155
21/02/2015	4.302,298	4.163,435	4.132,997	402,247	413,319	406,011
22/02/2015	3.745,126	3.969,378	3.984,985	383,208	389,026	407,636
23/02/2015	4.389,823	4.206,540	4.120,693	399,920	388,439	373,354
24/02/2015	3.827,109	3.935,344	3.767,732	369,766	419,826	389,468
25/02/2015	3.817,791	3.972,764	3.954,619	381,678	374,195	381,088
26/02/2015	3.920,849	4.000,133	3.763,585	698,842	382,680	463,516
27/02/2015	4.197,201	4.222,448	4.059,946	388,993	445,775	423,938
28/02/2015	429,910	388,498	3.816,786	429,910	388,498	391,532
01/03/2015	4.104,243	3.913,435	3.931,537	407,789	400,738	414,274
02/03/2015	3.893,021	3.864,491	4.499,342	379,140	388,523	480,934
03/03/2015	4.538,402	4.020,194	4.633,209	470,584	398,516	426,568
04/03/2015	7.062,161	6.795,670	6.565,074	609,044	550,811	614,265
05/03/2015	6.625,944	6.426,171	6.437,895	621,955	576,261	565,229
06/03/2015	552,504	6.446,186	6.603,231	552,504	556,196	600,836
07/03/2015	6.686,693	6.541,144	6.480,675	587,043	576,360	610,355
08/03/2015	6.631,133	6.552,962	6.639,780	551,229	514,981	642,192
09/03/2015	6.551,633	6.684,399	6.804,580	586,011	645,256	589,350
10/03/2015	4.481,639	4.000,352	3.503,653	591,002	453,640	287,935
Demand	4.061,452	4.231,658	4.397,866	467,592	439,551	443,832
<i>Demand kilobyte persecond (link 1)</i>				0,276		
<i>Demand kilobyte persecond (link 2)</i>				0,285		
<i>Demand kilobyte persecond (link 3)</i>				0,296		

Parameter dan Variabel Keputusan Model Jaringan Multi Layanan

Pada skema pembiayaan internet multi link pada jaringan multi layanan QoS terdapat beberapa parameter dan variabel yaitu :

- α dan β konstanta.
- α konstanta dan β sebagai variabel.
- α dan β sebagai variabel.
- α variabel dan β sebagai konstanta.

Tabel 7. Parameter Untuk Setiap Kasus Pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter untuk kasus 1 : α dan β konstanta	
α	: Harga dasar untuk setiap layanan
β	: Kualitas premium untuk setiap layanan
s	: Jumlah layanan
p_{ik}	: Harga pengguna layanan i pada link k
C_k	: Kapasitas total yang terdapat pada link k
m_i	: Minimum QoS untuk layanan i
n_i	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
Parameter untuk kasus 2 : α konstanta dan β variable	
α	: Harga dasar untuk setiap layanan
s	: Jumlah layanan
p_{ik}	: Harga pengguna layanan i pada link k
C_k	: Kapasitas total yang terdapat pada link k
m_i	: Minimum QoS untuk layanan i
n_i	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
l_i	: Minimum kualitas premium untuk layanan i
b_i	: Maksimum kualitas premium untuk layanan i
Parameter untuk kasus 3 : α variabel dan β konstanta	
s	: Jumlah layanan
p_{ik}	: Harga pengguna layanan i pada link k
d_{ik}	: Kapasitas yang dibutuhkan untuk layanan i pada link k
C_k	: Kapasitas total yang terdapat pada link k
m_i	: Minimum QoS untuk layanan i
n_i	: Jumlah pengguna layanan i
l_i	: Minimum kualitas premium untuk layanan i
b_i	: Maksimum kualitas premium untuk layanan i
c_i	: Harga dasar minimum untuk layanan i
g_i	: Harga dasar maksimum untuk layanan i
Parameter untuk kasus 4 : α dan β variable	
β	: Kualitas premium untuk setiap layanan
s	: Jumlah layanan
p_{ik}	: Harga pengguna layanan i pada link k
d_{ik}	: Kapasitas yang dibutuhkan untuk layanan i pada link k
C_k	: Kapasitas total yang terdapat pada link k
m_i	: Minimum QoS untuk layanan i
n_i	: Jumlah pengguna layanan i
c_i	: Harga dasar minimum untuk layanan i
g_i	: Harga dasar maksimum untuk layanan i

Tabel 8. Variabel Keputusan Untuk Setiap Kasus Model Jaringan Multi Layanan

Variabel Keputusan untuk kasus 1 : α dan β konstanta	
I_i	: Kualitas indeks layanan I
x_{ik}	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
a_{ik}	: Kapasitas total layanan i pada link k
Variabel Keputusan untuk kasus 2 : α konstanta dan β variabel	
β_i	: Kualitas premium untuk layanan I
I_i	: Kualitas indeks layanan i
x_{ik}	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
a_{ik}	: Kapasitas total layanan i pada link k
Variabel Keputusan untuk kasus 3 : α dan β variabel	
α_i	: Harga dasar untuk layanan I
β_i	: Kualitas premium untuk layanan i
I_i	: Kualitas indeks layanan i
x_{ik}	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
a_{ik}	: Kapasitas total layanan i pada link k
Variabel Keputusan untuk kasus 4 : α variabel dan β konstanta	
α_i	: Harga dasar untuk layanan I
I_i	: Kualitas indeks layanan i
x_{ik}	: Jumlah pengguna layanan i pada link k
a_{ik}	: Kapasitas total layanan i pada link k

Pemodelan Skema Pembiayaan Internet Menurut Jaringan Multi Layanan

Setelah perumusan parameter dan variabel diformulasikan untuk jaringan multi layanan maka diperoleh model untuk memaksimalkan keuntungan pendapatan ISP pada masing-masing fungsi tujuan dan kendala-kendala yang terdapat pada jaringan multi layanan. Terdapat 4 kasus dalam jaringan multi layanan yang akan dimodifikasi berdasarkan *index quality*, *base price*, dan kualitas premium setiap layanan.

Tabel 9. Nilai-Nilai Parameter Kasus 1 Pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter	Layanan (i)			
	1. Mail (kbps)	2. Digilib (kbps)	3. movie (kbps)	4. proxy (kbps)
α	0,1	0,1	0,1	0,1
β	0,5	0,5	0,5	0,5
C_1	838	838	838	838
C_2	13.326	13.326	13.326	13.326
C_3	7.922	7.922	7.922	7.922
d_{i1}	5	17	815	1
d_{i2}	7	75	13.244	1
d_{i3}	5	56	7.861	1
n_i	10	10	10	10
m_i	0,01	0,01	0,01	0,01
p_{i1}	3	45	15	11
p_{i2}	6	21	24	18
p_{i3}	9	30	26	12

Keterangan :

i : Layanan

k : Link

$C_{1,2,3}$: Kapasitas total

d_{ik} : Kapasitas yang dibutuhkan layanan i di link k $i = 1,2,3,4; k=1,2,3$

n_i : Jumlah pengguna maksimum $i = 1,2,3,4$

m_i : Level minimum QoS untuk layanan i $i = 1,2,3,4$

p_{ik} : Sensitivitas harga pengguna layanan i di link k $i = 1,2,3,4; k=1,2,3$

Berdasarkan fungsi objektif

$$\begin{aligned} \text{Maks } R &= \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^4 (\alpha + \beta \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik} \\ &= 0,3x_{11} + 1,5I_1x_{11} + 4,5x_{21} + 22,5I_2x_{21} + 1,5x_{31} + 0,75I_3x_{31} + 1,1x_{41} + \\ &\quad 5,5I_4x_{41} + \\ &\quad 0,6x_{12} + 3I_1x_{12} + 2,1x_{22} + 10,5I_2x_{22} + 2,4x_{32} + 12I_3x_{32} + 1,8x_{42} + \\ &\quad 9I_4x_{42} + \\ &\quad 0,9x_{13} + 4,5I_1x_{13} + 3x_{23} + 15I_2x_{23} + 2,6x_{33} + 13I_3x_{33} + 1,2x_{41} + 6I_4x_{41} \end{aligned}$$

Dengan kendala

$$5 I_1 x_{11} \leq 838 a_{11}$$

$$17 I_2 x_{21} \leq 838 a_{21}$$

$$815 I_3 x_{31} \leq 838 a_{31}$$

$$1I_4 x_{41} \leq 838 a_{41}$$

$$7 I_1 x_{12} \leq 13.244 a_{12}$$

$$75 I_2 x_{22} \leq 13.244 a_{22}$$

$$13.244 I_3 x_{32} \leq 13.244 a_{32}$$

$$1I_4 x_{42} \leq 13.244 a_{42}$$

$$5 I_1 x_{13} \leq 7.922 a_{13}$$

$$56 I_2 x_{23} \leq 7.922 a_{23}$$

$$7.861 I_3 x_{33} \leq 7.922 a_{33}$$

$$1I_4 x_{43} \leq 7.922 a_{43}$$

$$5 I_1 x_{11} + 17 I_2 x_{21} + 815 I_3 x_{31} + 1 I_4 x_{41} \leq 838$$

$$7 I_1 x_{12} + 75 I_2 x_{22} + 13.244 I_3 x_{32} + 1 I_4 x_{42} \leq 13.326$$

$$5 I_1 x_{13} + 56 I_2 x_{23} + 7.861 I_3 x_{33} + 1 I_4 x_{43} \leq 7.922$$

$$a_{11} + a_{21} + a_{31} + a_{41} = 1$$

$$a_{12} + a_{22} + a_{32} + a_{42} = 1$$

$$a_{13} + a_{23} + a_{33} + a_{43} = 1$$

$$0 \leq a_{ik} \leq 1$$

$$0,01 \leq I_i \leq 1$$

$$0 \leq x_{ik} \leq 10$$

$$\{ x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}, x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{42}, x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43} \} \subseteq \mathbb{Z}^+$$

Dengan memodifikasi indeks kualitas layanan i (I_i) yaitu :

$$I_i - I_{i-1} = 0, I_i - I_{i-1} > 0, I_i - I_{i-1} < 0$$

$$i=1,2,3,4$$

Tabel 10. Nilai-Nilai Parameter Kasus 2 Pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter	Layanan (i)			
	1. Mail (kbps)	2. Digilib (kbps)	3. movie (kbps)	4. proxy (kbps)
α	0,1	0,1	0,1	0,1
C_1	6.706	6.706	6.706	6.706
C_2	106.610	106.610	106.610	106.610
C_3	63.384	63.384	63.384	63.384
d_{i1}	44	138	6.522	2
d_{i2}	59	599	105.950	2
d_{i3}	43	449	62.890	2
n_i	10	10	10	10
m_i	0,01	0,01	0,01	0,01
p_{i1}	3	45	15	11
p_{i2}	6	21	24	18
p_{i3}	9	30	26	12
I_i	0,01	0,01	0,01	0,01
b_i	0,5	0,5	0,5	0,5

$$\begin{aligned}
\text{Maks } R &= \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^4 (\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik} \\
&= 0,3x_{11} + 3\beta_1 I_1 x_{11} + 4,5x_{21} + 45\beta_2 I_2 x_{21} + 1,5x_{31} + \\
&\quad 15\beta_3 I_3 x_{31} + 1,1x_{41} + 11\beta_4 I_4 x_{41} + \\
&0,6x_{12} + 6\beta_1 I_1 x_{12} + 2,1x_{22} + 21\beta_2 I_2 x_{22} + 2,4x_{32} + 24\beta_3 I_3 x_{32} + 1,8x_{42} + \\
&\quad 18\beta_4 I_4 x_{42} + \\
&0,9x_{13} + 9\beta_1 I_1 x_{13} + 3x_{23} + 30\beta_2 I_2 x_{23} + 2,6x_{33} + 26\beta_3 I_3 x_{33} + 1,2x_{43} + \\
&\quad 12\beta_4 I_4 x_{43}
\end{aligned}$$

Dengan kendala

$$5 I_1 x_{11} \leq 838 a_{11}$$

$$17 I_2 x_{21} \leq 838 a_{21}$$

$$815 I_3 x_{31} \leq 838 a_{31}$$

$$1 I_4 x_{41} \leq 838 a_{41}$$

$$7 I_1 x_{12} \leq 13.244 a_{12}$$

$$75 I_2 x_{22} \leq 13.244 a_{22}$$

$$13.244 I_3 x_{32} \leq 13.244 a_{32}$$

$$1 I_4 x_{42} \leq 13.244 a_{42}$$

$$5 I_1 x_{13} \leq 7.922 a_{13}$$

$$56 I_2 x_{23} \leq 7.922 a_{23}$$

$$7.861 I_3 x_{33} \leq 7.922 a_{33}$$

$$1 I_4 x_{43} \leq 7.922 a_{43}$$

$$5 I_1 x_{11} + 17 I_2 x_{21} + 815 I_3 x_{31} + 1 I_4 x_{41} \leq 838$$

$$7 I_1 x_{12} + 75 I_2 x_{22} + 13.244 I_3 x_{32} + 1 I_4 x_{42} \leq 13.326$$

$$5 I_1 x_{13} + 56 I_2 x_{23} + 7.861 I_3 x_{33} + 1 I_4 x_{43} \leq 7.922$$

$$a_{11} + a_{21} + a_{31} + a_{41} = 1$$

$$a_{12} + a_{22} + a_{32} + a_{42} = 1$$

$$a_{13} + a_{23} + a_{33} + a_{43} = 1$$

$$0 \leq a_{ik} \leq 1$$

$$0,01 \leq I_i \leq 1$$

$$0 \leq x_{ik} \leq 10$$

$$\{x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}, x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{42}, x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43}\} \subseteq \mathbb{Z}^+$$

$$\beta_i I_i \geq \beta_{i-1} I_{i-1}$$

$$0,01 \leq \beta_i \leq 0,5$$

$$I_i - I_{i-1} = 0$$

$$I_i - I_{i-1} > 0$$

$$I_i - I_{i-1} < 0$$

$$\beta_i - \beta_{i-1} = 0$$

$$\beta_i - \beta_{i-1} > 0$$

$$\beta_i - \beta_{i-1} < 0$$

$$i=1,2,3,4$$

Tabel 11. Nilai-Nilai Parameter Kasus 3 Pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter	Layanan (i)			
	1. Mail (kbps)	2. Digilib (kbps)	3. movie (kbps)	4. proxy (kbps)
C_1	838	838	838	838
C_2	13.326	13.326	13.326	13.326
C_3	7.922	7.922	7.922	7.922
d_{i1}	5	17	815	1
d_{i2}	7	75	13.244	1
d_{i3}	5	56	7.861	1
p_{i1}	3	45	15	11
p_{i2}	6	21	24	18
p_{i3}	9	30	26	12
I_i	0,01	0,01	0,01	0,01
b_i	0,5	0,5	0,5	0,5

$$\text{Maks } R = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^4 (\alpha_i + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$$

$$= (\alpha_1 + \beta_1 \cdot I_1) 3x_{11} + (\alpha_2 + \beta_2 \cdot I_2) 45x_{21} + (\alpha_3 + \beta_3 \cdot I_3) 15x_{31} + (\alpha_4 + \beta_4 \cdot I_4) 11x_{41} +$$

$$(\alpha_1 + \beta_1) 6x_{12} + (\alpha_2 + \beta_2 \cdot I_2) 21x_{22} + (\alpha_3 + \beta_3 \cdot I_3) 24x_{32} + (\alpha_4 + \beta_4 \cdot I_4) 18x_{42} +$$

$$(\alpha_1 + \beta_1) 9x_{13} + (\alpha_2 + \beta_2 \cdot I_2) 30x_{23} + (\alpha_3 + \beta_3 \cdot I_3) 26x_{33} + (\alpha_4 + \beta_4 \cdot I_4) 12x_{43}$$

$$5 I_1 x_{11} \leq 838 a_{11}$$

$$17 I_2 x_{21} \leq 838 a_{21}$$

$$815 I_3 x_{31} \leq 838 a_{31}$$

$$11 I_4 x_{41} \leq 838 a_{41}$$

$$7 I_1 x_{12} \leq 13.244 a_{12}$$

$$\begin{aligned}
75 I_2 x_{22} &\leq 13.244 a_{22} \\
13.244 I_3 x_{32} &\leq 13.244 a_{32} \\
1 I_4 x_{42} &\leq 13.244 a_{42} \\
5 I_1 x_{13} &\leq 7.922 a_{13} \\
56 I_2 x_{23} &\leq 7.922 a_{23} \\
7.861 I_3 x_{33} &\leq 7.922 a_{33} \\
1 I_4 x_{43} &\leq 7.922 a_{43} \\
5 I_1 x_{11} + 17 I_2 x_{21} + 815 I_3 x_{31} + 1 I_4 x_{41} &\leq 838 \\
7 I_1 x_{12} + 75 I_2 x_{22} + 13.244 I_3 x_{32} + 1 I_4 x_{42} &\leq 13.326 \\
5 I_1 x_{13} + 56 I_2 x_{23} + 7.861 I_3 x_{33} + 1 I_4 x_{43} &\leq 7.922 \\
a_{11} + a_{21} + a_{31} + a_{41} &= 1 \\
a_{12} + a_{22} + a_{32} + a_{42} &= 1 \\
a_{13} + a_{23} + a_{33} + a_{43} &= 1 \\
0 &\leq a_{ik} \leq 1 \\
0,01 &\leq I_i \leq 1 \\
0 &\leq x_{ik} \leq 10 \\
\{ x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}, x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{42}, x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43} \} &\subseteq \mathbb{Z}^+ \\
0,01 &\leq \beta_i \leq 0,5 \\
\alpha_2 + \beta_2 I_2 &\geq \alpha_1 + \beta_1 I_1 \\
\alpha_3 + \beta_3 I_3 &\geq \alpha_2 + \beta_2 I_2 \\
\alpha_4 + \beta_4 I_4 &\geq \alpha_3 + \beta_3 I_3 \\
0 &\leq \alpha_i \leq 1 \\
I_i - I_{i-1} &= 0 \\
I_i - I_{i-1} &> 0 \\
I_i - I_{i-1} &< 0 \\
\beta_i - \beta_{i-1} &= 0 \\
\beta_i - \beta_{i-1} &> 0 \\
\beta_i - \beta_{i-1} &< 0 \\
\alpha_i - \alpha_{i-1} &= 0 \\
\alpha_i - \alpha_{i-1} &> 0
\end{aligned}$$

$$\alpha_i - \alpha_{i-1} < 0$$

$$i=1,2,3,4$$

Tabel 12. Nilai-Nilai Parameter Kasus 4 Pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter	Layanan (i)			
	1. Mail (kbps)	2. Digilib (kbps)	3. movie (kbps)	4. proxy (kbps)
β_i	0,5	0,5	0,5	0,5
C_1	838	838	838	838
C_2	13.326	13.326	13.326	13.326
C_3	7.922	7.922	7.922	7.922
d_{i1}	5	17	815	1
d_{i2}	7	75	13.244	1
d_{i3}	5	56	7.861	1
n_i	10	10	10	10
I_i	0,01	0,01	0,01	0,01

$$Maks R = \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^4 (\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$$

$$= 3\alpha_1 x_{11} + 1,5I_1 x_{11} + 45\alpha_2 x_{21} + 22,5I_2 x_{21} + 15\alpha_3 x_{31} + 0,75I_3 x_{31} + 11\alpha_4 x_{41} +$$

$$5,5I_4 x_{41} + 6\alpha_1 x_{12} + 3I_1 x_{12} + 21\alpha_2 x_{22} + 10,5I_2 x_{22} + 24\alpha_3 x_{32} +$$

$$12I_3 x_{32} + 18\alpha_4 x_{42} + 9I_4 x_{42} + 9\alpha_1 x_{13} + 4,5I_1 x_{13} + 30\alpha_2 x_{23} + 15I_2 x_{23} +$$

$$26\alpha_3 x_{33} + 13I_3 x_{33} + 12\alpha_4 x_{43} + 6I_4 x_{43}$$

$$5 I_1 x_{11} \leq 838 a_{11}$$

$$17 I_2 x_{21} \leq 838 a_{21}$$

$$815 I_3 x_{31} \leq 838 a_{31}$$

$$1I_4 x_{41} \leq 838 a_{41}$$

$$7 I_1 x_{12} \leq 13.244 a_{12}$$

$$75 I_2 x_{22} \leq 13.244 a_{22}$$

$$13.244 I_3 x_{32} \leq 13.244 a_{32}$$

$$1I_4 x_{42} \leq 13.244 a_{42}$$

$$5 I_1 x_{13} \leq 7.922 a_{13}$$

$$56 I_2 x_{23} \leq 7.922 a_{23}$$

$$7.861 I_3 x_{33} \leq 7.922 a_{33}$$

$$1I_4 x_{43} \leq 7.922 a_{43}$$

$$5 I_1 x_{11} + 17 I_2 x_{21} + 815 I_3 x_{31} + 1I_4 x_{41} \leq 838$$

$$7 I_1 x_{12} + 75 I_2 x_{22} + 13.244 I_3 x_{32} + 1I_4 x_{42} \leq 13.326$$

$$5 I_1 x_{13} + 56 I_2 x_{23} + 7.861 I_3 x_{33} + 1I_4 x_{43} \leq 7.922$$

$$a_{11} + a_{21} + a_{31} + a_{41} = 1$$

$$a_{12} + a_{22} + a_{32} + a_{42} = 1$$

$$a_{13} + a_{23} + a_{33} + a_{43} = 1$$

$$0 \leq a_{ik} \leq 1$$

$$0,01 \leq I_i \leq 1$$

$$0 \leq x_{ik} \leq 10$$

$$\{ x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}, x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{42}, x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43} \} \subseteq \mathbb{Z}^+$$

$$0 \leq \alpha_i \leq 1$$

$$\alpha_2 + I_2 \geq \alpha_1 + I_1$$

$$\alpha_3 + I_3 \geq \alpha_2 + I_2$$

$$\alpha_4 + I_4 \geq \alpha_3 + I_3$$

$$I_i - I_{i-1} = 0$$

$$I_i - I_{i-1} > 0$$

$$I_i - I_{i-1} < 0$$

$$\alpha_i - \alpha_{i-1} = 0$$

$$\alpha_i - \alpha_{i-1} > 0$$

$$\alpha_i - \alpha_{i-1} < 0$$

$$i=1,2,3,4$$

Tabel 13. Solusi kasus 1 α dan β konstanta dan $I_i=I_{i-1}$.

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>
<i>Objective</i>	930
<i>Infeasibility</i>	$8,50 \cdot 10^{-17}$
<i>Iterations</i>	217
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	930
<i>Objective bound</i>	930
<i>Steps</i>	6
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	37
<i>ER (sec)</i>	1

Tabel 13 menampilkan solusi optimal yaitu sebesar 930. Hasil ini didapatkan dengan iterasi sebanyak 213 dan *infesibility* bernilai $8,50 \cdot 10^{-17}$. *Extended solver* status menunjukkan metode yang digunakan, dalam penyelesaian kasus ini digunakan metode *Branch and Bound* dengan nilai objektif 930. *Generated Memory Used* (GMU) menunjukkan jumlah alokasi memori yang digunakan yaitu sebesar 37K dan *Elapsed Runtime* (ER) menunjukkan total waktu yang digunakan untuk menghasilkan dan menyelesaikan model yaitu 1 detik.

Tabel 14. Solusi Lanjut Kasus 1 untuk $I_i=I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)			
	1	2	3	4
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1}$)	50	170	8.150	10
($I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2}$)	70	750	132.440	10
($I_i \cdot d_{i3} \cdot x_{i3}$)	50	560	78.610	10
Kapasitas layanan i	170	1480	219.200	30
Total kapasitas yang digunakan	220.880			
Pendapatan ($(\alpha + \beta \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($(\alpha + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1}$)	153	2.295	765	561
($(\alpha + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2}$)	306	1.071	1.224	918
($(\alpha + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i3} \cdot x_{i3}$)	459	1.530	1.326	612
Pendapatan dari layanan i	918	4.896	3.315	2.091
Total pendapatan	11.220			

Berdasarkan tabel di atas dapat diperoleh kapasitas pengguna untuk setiap layanan. Untuk layanan 1 memiliki total kapasitas pengguna 170 dari 220880 atau $\frac{170}{220880} \times 100\% = 0,07\%$ dari kapasitas total yang digunakan. Untuk layanan 2 memiliki total kapasitas pengguna 1480 dari 220880 atau $\frac{1480}{220880} \times 100\% = 0,67\%$ dari total kapasitas yang disediakan. Untuk layanan 3 memiliki kapasitas pengguna 219200 dari 220880 atau $\frac{219200}{220880} \times 100\% = 99,24\%$. Untuk layanan 4 memiliki kapasitas pengguna 30 dari 220880 atau $\frac{30}{220880} \times 100\% = 0,01\%$. Keuntungan yang di peroleh yaitu sebesar 11.220 rupiah dengan total kapasitas layanan sebesar 220.880 kbps.

Kasus 2 : α Konstanta dan β Variabel

Tabel 15. Solusi optimal kasus 2 α konstanta $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$.

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>
<i>Objective</i>	930
<i>Infeasibility</i>	$8,5 \cdot 10^{-17}$
<i>Iterations</i>	264
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	930
<i>Objective bound</i>	930
<i>Steps</i>	6
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	39
<i>ER (sec)</i>	1

Tabel 16. Solusi Lanjut Kasus 2 untuk $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i = I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)			
	1	2	3	4
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1}$)	50	170	8.150	10
($I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2}$)	70	750	132.440	10
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i3}$)	50	560	78.610	10
Kapasitas layanan i	170	1.480	219.200	30
Total kapasitas yang digunakan	220.880			
Pendapatan ($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1}$)	33	495	165	121
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2}$)	66	230,1	264	198
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i3}$)	99	330	286	132
Pendapatan dari layanan i	198	1055,1	715	451
Total pendapatan	3276,2			

Kasus 3 : α Variabel dan β Konstanta

Tabel 17. Solusi kasus 3 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>
<i>Objective</i>	2493,54
<i>Infeasibility</i>	$1,14 \cdot 10^{-13}$
<i>Iterations</i>	162
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	2493,54
<i>Objective bound</i>	2493,54
<i>Steps</i>	5
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	40
<i>ER (sec)</i>	0

Tabel 18. Solusi Lanjut Kasus 3 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)			
	1	2	3	4
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)				
$(I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1})$	4,5	15,3	733,5	10
$(I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2})$	6,3	67,5	11.919,6	10
$(I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i3})$	4,5	50,4	7.074,9	10
Kapasitas layanan i	15,3	133,2	19.728	30
Total kapasitas yang digunakan	19.906,5			
Pendapatan $((\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik})$				
$((\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1})$	31,35	470,25	156,75	165
$((\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2})$	62,7	219,45	250,8	270
$((\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i3})$	94,05	313,5	271,7	180
Pendapatan dari layanan i	188,1	1003,2	679,25	615
Total pendapatan	2.485,55			

Kasus 4 : α dan β sebagai Variabel

Tabel 19. Solusi kasus 4 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $\beta_i = \beta_{i-1}$ konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>
<i>Objective</i>	2493,54
<i>Infeasibility</i>	$1,14 \cdot 10^{-13}$
<i>Iterations</i>	166
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	2493,54
<i>Objective bound</i>	2493,54
<i>Steps</i>	6
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	40
<i>ER (sec)</i>	0

Tabel 20. Solusi Lanjut Kasus 4 $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)			
	1	2	3	4
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1}$)	4,5	15,3	733,5	10
($I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2}$)	6,3	67,5	11.919,6	10
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i3}$)	4,5	50,4	7.074,9	10
Kapasitas layanan <i>i</i>	15,3	133,2	19.728	30
Total kapasitas yang digunakan	19.906,5			
Pendapatan ($(\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$)				
($(\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1}$)	17,7	265,5	88,5	55
($(\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2}$)	35,4	123,9	141,6	90
($(\alpha_i + \beta \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i3}$)	53,1	177	153,4	60
Pendapatan dari layanan <i>i</i>	106,2	566,4	383,5	205
Total pendapatan	1.261,1			

Tabel 21. Rekapitulasi Solusi Model pada Jaringan Multi Layanan

Solusi Lanjut	Kasus			
	1	2	3	4
Kapasitas total yang digunakan (kpbs)	220.880	220.880	19.906,5	19.906,5
Persentase kapasitas total yang digunakan	100%	100%	100%	100%
Pendapatan terbesar per layanan (Rp/kpbs)	4.896	1.055,1	1.003,2	566,4
Total pendapatan (Rp/kpbs)	11.220	3.276,2	2.485,55	1.261,1

Hasil rekapitulasi pada Tabel 21 menunjukkan bahwa total pendapatan maksimal diperoleh pada kasus 1 dengan α dan β konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$ yaitu sebesar 11.220 rupiah (per kpbs). Jadi, ISP dapat mengadopsi model skema pembiayaan internet pada jaringan multi layanan dengan mengatur harga dasar layanan i (α_i) dengan nilai indeks layanan lebih kecil dari indeks layanan awal dan kualitas premium β sebagai konstanta serta indeks layanan i (I_i) dengan syarat nilai harga dasar dan tingkat QoS sama untuk setiap layanan dan nilai indeks layanan harus lebih besar dari indeks layanan awal.

Penggunaan Model pada Jaringan Multi Kelas QoS

Nilai C_k untuk setiap model pada jaringan multi kelas QoS diperoleh dari nilai akhir pada data *traffic* yaitu $C_1 = 34.172$ dan $C_2 = 4.275$.

Model Original

Penggunaan model skema pembiayaan internet pada jaringan multi kelas QoS untuk model *original* didapatkan dengan memasukkan nilai parameter.

$$\begin{aligned} \text{Maks } R = & \left(0,3 \cdot Z_{11} + W_1 \cdot \log \frac{\hat{X}_{11}}{L_1} \right) + \left(0,3 \cdot Z_{21} + W_1 \cdot \log \frac{\hat{X}_{21}}{L_1} \right) \\ & + \left(0,4 \cdot Z_{12} + W_2 \cdot \log \frac{\hat{X}_{12}}{L_2} \right) + \left(0,4 \cdot Z_{22} + W_2 \cdot \log \frac{\hat{X}_{22}}{L_2} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

dengan Kendala

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \hat{X}_{ij}^k \leq C_k, \quad k = 1, \dots, r \quad (2)$$

$$\tilde{X}_{ij}^k = \hat{X}_{ij} \quad (3)$$

$$\hat{X}_{ij} = \tilde{L}_{ij}^k \quad (4)$$

$$\hat{X}_{ij} \geq Z_{ij} \quad (5)$$

$$W_j \leq \tilde{W}_{ij}^k + (1 - Z_{ij}) \quad (6)$$

$$L_j \leq \tilde{L}_{ij}^k + (1 - Z_{ij}) \quad (7)$$

$$\hat{X}_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij}) \quad (8)$$

$$\hat{X}_{ij} \geq X_j \quad (9)$$

$$\hat{X}_{ij} \geq 0 \quad (10)$$

$$L_j \geq 0 \quad (11)$$

$$W_j \geq 0 \quad (12)$$

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ berada di kelas } j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (13)$$

dengan $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m$; $k = 1, \dots, r$

Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta

Penggunaan model skema pembiayaan internet pada jaringan multi kelas QoS untuk model modifikasi dengan β_j sebagai konstanta diperoleh dengan memasukkan nilai parameter.

$$\begin{aligned} \text{Maks } R = & \left((0,3 \cdot Z_{11} + 0,01 \cdot I_1) + W_1 \log \frac{\tilde{X}_{11}}{L_{m_1}} \right) + \\ & \left((0,3 \cdot Z_{21} + 0,01 \cdot I_1) + W_1 \log \frac{\tilde{X}_{21}}{L_{m_1}} \right) + \\ & \left((0,4 \cdot Z_{12} + 0,05 \cdot I_2) + W_2 \log \frac{\tilde{X}_{12}}{L_{m_2}} \right) + \\ & \left((0,4 \cdot Z_{22} + 0,05 \cdot I_2) + W_2 \log \frac{\tilde{X}_{22}}{L_{m_2}} \right) \end{aligned}$$

Selanjutnya, digunakan Kendala (2) sampai Kendala (13) dan juga ditambahkan dengan kendala – kendala berikut :

$$0,4 + 0,05 \cdot I_2 \geq 0,3 + 0,01 \cdot I_1 \quad (14)$$

$$0 \leq I_1 \leq 0,8$$

$$0 \leq I_2 \leq 0,9 \quad (15)$$

Model modifikasi 1 dengan β_j sebagai konstanta dibagi menjadi dua, yaitu :

- 1) Jika \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel maka ditambahkan dengan Kendala berikut ini :

$$W_{1j} = 5$$

$$W_{2j} = 6 \quad (16)$$

- 2) Jika \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai parameter maka ditambahkan dengan kendala berikut ini:

$$\begin{aligned} W_1 &= 5 \\ W_2 &= 6 \end{aligned} \tag{17}$$

Model Modifikasi 2 dengan β_j sebagai Variabel

Penggunaan model skema pembiayaan internet pada jaringan multi kelas QoS

$$\begin{aligned} \text{Maks R} &= \left((0,3 \cdot Z_{11} + \beta_1 \cdot l_1) + W_1 \log \frac{\tilde{X}_{11}}{L_{m_1}} \right) + \\ &\left((0,3 \cdot Z_{21} + \beta_1 \cdot l_1) + W_1 \log \frac{\tilde{X}_{21}}{L_{m_1}} \right) + \\ &\left((0,4 \cdot Z_{12} + \beta_2 \cdot l_2) + W_2 \log \frac{\tilde{X}_{12}}{L_{m_2}} \right) + \\ &\left((0,4 \cdot Z_{22} + \beta_2 \cdot l_2) + W_2 \log \frac{\tilde{X}_{22}}{L_{m_2}} \right) \end{aligned}$$

Selanjutnya, menggunakan Kendala (2) sampai Kendala (13) dan juga ditambahkan dengan kendala-kendala berikut :

$$\beta_2 \leq \beta_1 \tag{18}$$

$$0,01 \leq \beta_2 \leq 0,5$$

$$0,01 \leq \beta_2 \leq 0,5 \tag{19}$$

Model modifikasi 2 dengan β_j sebagai variabel dibagi menjadi dua, yaitu :

- 1) Jika \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel maka ditambahkan dengan Kendala (16).
- 2) Jika \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai parameter maka ditambahkan dengan Kendala (17).

Solusi Model Jaringan Multi Kelas QoS dengan Program LINGO 11.0

Model Original

Solusi Optimal Model Original disajikan dalam Tabel berikut.

Tabel 22. Solusi Optimal Model Original

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>
<i>Objective</i>	115,759
<i>Infeasibility</i>	0
<i>Iterations</i>	8
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	115,759
<i>Objective bound</i>	115,759
<i>Steps</i>	0
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	33
<i>ER (sec)</i>	0

Solusi Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta

Tabel 23. Nilai-Nilai Variabel pada Model *Original* dan Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta

Variabel	Model 1 <i>Original</i>	Model Modifikasi 1	
		\widetilde{W}_{ij} Par W_i Var	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Par
Z_{11}	1	1	1
Z_{12}	1	0	1
Z_{21}	0	0	1
Z_{22}	1	1	1
\widetilde{W}_{11}	4	4	5
\widetilde{W}_{12}	4	5	4
\widetilde{W}_{21}	5	4	5
\widetilde{W}_{22}	5	5	4
X_1	4	968	990
X_2	3	1210	1188
L_{m1}	0	0	0
L_{m2}	0	0	0
I_1	-	0,8	0,8
I_2	-	0,9	0,9
\hat{X}_{11}	5	968	990
\hat{X}_{12}	2173	1210	1188
\hat{X}_{21}	6	968	990
\hat{X}_{22}	2173	1210	1188
W_1	0	8	5
W_2	10	10	6
\tilde{X}_{111}	5	968	990
\tilde{X}_{211}	6	968	990
\tilde{X}_{121}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{221}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{112}	5	968	990
\tilde{X}_{212}	6	968	990
\tilde{X}_{122}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{222}	2173	1210	1188

Tabel 24. Solusi Optimal untuk Model Modifikasi 1 dengan β_j sebagai Konstanta

<i>Solver Status</i>	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Par W_i Par
<i>Model Class</i>	MINLP	
<i>State</i>	Local optimal	
<i>Infeasibility</i>	0	$4,54 \cdot 10^{-13}$
<i>Iterations</i>	25	18
<i>Extended Solver state</i>		
<i>Solver type</i>	Branch & bound	
<i>Best Objective</i>	182,733	114,18
<i>Objective bound</i>	182,733	114,18
<i>Active</i>	0	0
<i>Update interval</i>	2	2
<i>GMU(K)</i>	36	36
<i>ER(sec)</i>	0	0

Solusi Model Modifikasi 2 dengan β_j sebagai Variabel

Tabel 25. Nilai – Nilai Variabel pada Model *Original* dan Model Modifikasi 2 dengan β_j Sebagai Variabel

Variabel	Model <i>Original</i>	Model Modifikasi2	
		\widetilde{W}_{ij} Par, W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Par, W_j Par
β_1	-	0,05	0,05
β_2	-	0,05	0,05
Z_{11}	1	1	1
Z_{12}	1	0	1
Z_{21}	0	0	1
Z_{22}	1	1	1
\widetilde{W}_{11}	4	5	5
\widetilde{W}_{12}	4	4	4
\widetilde{W}_{21}	5	5	5
\widetilde{W}_{22}	5	4	4
X_1	4	968	990
X_2	3	1210	1188
L_{m1}	0	0	0
L_{m2}	0	0	0
I_1	-	0,8	0,8
I_2	-	0,9	0,9
\hat{X}_{11}	5	968	990
\hat{X}_{12}	2173	1210	1188
\hat{X}_{21}	6	968	990
\hat{X}_{22}	2173	1210	1188
W_1	0	8	5
W_2	10	10	6
\tilde{X}_{111}	5	968	990
\tilde{X}_{211}	6	968	990
\tilde{X}_{121}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{221}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{112}	5	968	990
\tilde{X}_{212}	6	968	990
\tilde{X}_{122}	2173	1210	1188
\tilde{X}_{222}	2173	1210	1188

Tabel 26. Solusi Optimal untuk Model Modifikasi 2 dengan β_j sebagai Variabel

<i>Solver Status</i>	\widetilde{W}_{ij} Par, W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Par, W_j Par
<i>Model Class</i>	MINLP	
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>	
<i>Infeasibility</i>	0	0
<i>Iterations</i>	33	28
<i>Extended Solver state</i>		
<i>Solver type</i>	<i>Branch & bound</i>	
<i>Best Objective</i>	182,797	114,244
<i>Objective bound</i>	182,797	114,244
<i>Active</i>	0	0
<i>Update interval</i>	2	2
<i>GMU(K)</i>	37	37
<i>ER(sec)</i>	0	0

Rekapitulasi Solusi Model *Original* dan Model Modifikasi

Hasil rekapitulasi seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 27. Rekapitulasi Solusi Model Original dan Model Modifikasi Jaringan Multi kelas QoS

<i>Solver Status</i>	Model <i>Original</i>	Model Modifikasi 1		Model Modifikasi 2	
		\widetilde{W}_{ij} Par <i>W_j Var</i>	\widetilde{W}_{ij} Par <i>W_j Par</i>	\widetilde{W}_{ij} Par <i>W_j Var</i>	\widetilde{W}_{ij} Par <i>W_j Par</i>
<i>Model Class</i>	MINLP				
<i>State</i>	<i>Local Optimal</i>				
<i>Infeasibility</i>	0	0	$4,54 \cdot 10^{-13}$	0	0
<i>Iterations</i>	8	25	18	33	28
<i>Extended Solver state</i>					
<i>Solver type</i>	<i>Branch and Bound</i>				
<i>Best Objective</i>	115,759	182,733	114,18	182,797	114,244
<i>Objective bound</i>	115,759	182,733	114,18	182,797	114,244
<i>Active</i>	0	0	0	0	0
<i>Update interval</i>	2	2	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	33	36	36	37	37
<i>ER(sec)</i>	0	0	0	0	0

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 1 dengan α dan β sebagai konstanta. Jika ISP menargetkan biaya yang di keluarkan harus kembali dan pengguna dapat memilih layanan yang sesuai dengan keinginan pengguna maka ISP dapat mengadopsi layanan yang telah mengalami modifikasi untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 11.220 Rp/kBps.
2. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 2 dengan α konstanta dan β variabel. Jika ISP menargetkan biaya yang dikeluarkan harus kembali dan ISP dapat mempromosikan layanan-layanan *QoS* tertentu terhadap pengguna maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i < I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 3.276,2 Rp/kBps.
3. Untuk jaringan multi layanan pada kasus 3 dengan α variabel dan β konstanta. Jika ISP ingin bersaing di pasar dan pengguna dapat memilih layanan *QoS* yang sesuai dengan kebutuhan maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 2.485,55 Rp/kBps.
4. Untuk jaringan layanan pada kasus 4 dengan α dan β variabel. Jika ISP ingin bersaing dipasar dan mempromosikan layanan-layanan *QoS* terhadap pengguna maka ISP dapat mengadopsi model yang telah mengalami modifikasi untuk $\alpha_i = \alpha_{i-1}$, $\beta_i = \beta_{i-1}$ dan $I_i > I_{i-1}$ dengan persentasi layanan sebesar 100% dan keuntungan sebesar 1.261,1 Rp/kBps.
5. Pada jaringan multikelas Pada jaringan multi kelas didapatkan solusi optimal terbaik 182,797 (dalam kbps). ISP akan memperoleh keuntungan tertinggi dengan mengaplikasikan model modifikasi 2 dengan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel agar ISP mampu mempertahankan

biaya operasional yang dikeluarkan dan dapat melakukan promosi kelas layanan tertentu.

6.2 Saran

Pada penelitian ini membahas modifikasi layanan multipel dengan jumlah layanan yaitu 4 dan jumlah link yaitu 3 dan model ini diselesaikan dengan bantuan program LINGO.11. Namun ini merupakan limit dari program LINGO.11 yang hanya bisa menyelesaikan model dengan layanan paling banyak 4 dan link paling banyak 3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model dengan jaringan yang lebih dari 4 dan link lebih dari 3 serta mencari program baru yang dapat membantu menyelesaikan model yang nantinya akan dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Puspita, F.M., et al., *Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2014. **September**: p. 106-112.
2. Puspita, F.M., K. Seman, and B. Sanugi. *Internet Charging Scheme Under Multiple QoS Networks*. in *The International Conference on Numerical Analysis & Optimization (ICeMATH 2011) 6-8 June 2011*. 2011. Yogyakarta, Indonesia: Universita Ahmad dahlan, Yogyakarta.
3. Puspita, F.M., K. Seman, and B.M. Taib. *A Comparison of Optimization of Charging Scheme in Multiple QoS Networks*. in *1st AKEPT 1st Annual Young Reseachers International Conference and Exhibition (AYRC X3 2011) Beyond 2020: Today's Young Reseacher Tomorrow's Leader 19-20 DECEMBER 2011*. 2011. PWTC, KUALA LUMPUR.
4. Puspita, F.M., et al., *A new approach of optimization model on internet charging scheme in multi service networks*. International Journal of Science and Technology, 2012. **2** (6): p. 391-394.
5. Seman, K., et al., *An improved optimization model of internet charging scheme in multi service networks*. TELKOMNIKA, 2012. **10**(3): p. 592-598.
6. Puspita, F.M., et al. *Models of Internet Charging Scheme under Multiple QoS Networks*. in *International Conferences on Mathematical Sciences and Computer Engineering 29-30 November 2012*. 2012. Kuala Lumpur, Malaysia.
7. Puspita, F.M., Irmeilyana, and Indrawati. *An Improved Model of Internet Pricing Scheme of Multi Link Multi Service Network with Various Value of Base Price, Quality Premium and QoS Level*. in *1st International Conference on Computer Science and Engineering*. 2014. Palembang, South Sumatera, Indonesia: Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Byun, J. and S. Chatterjee. *A strategic pricing for quality of service (QoS) network business*. in *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*. 2004. New York.
9. Soursos, S., C. Courcoubetis, and R. Weber, *Dynamic bandwidth pricing: provision cots, market size, effective bandwidths and price games*. Journal of Universal Computer Science, 2008. **14**(5): p. 766-785.
10. Odlyzko, A., *Internet Pricing and the history of communications*. Computer Networks, 2001. **36**(5/6): p. 493-517.
11. Karp, R., *Optimization Problems Related to Internet Congestion Control*, in *Graph Theory, Combinatorics and Algorithms Interdisciplinary Applications*. , M.C. Golumbic and I.B.-A. Hartman, Editors. 2005, Springer Science: New York. p. 1-16.
12. Tuffin, B., *Charging the internet without bandwidth reservation: An overview and bibliography of mathematical approaches*. Journal of Information Science and Engineering, 2003. **19**(5): p. 765-786.

13. Ros, D. and B. Tuffin, *A mathematical model of the paris metro pricing scheme for charging packet networks*. The International Journal of Computer and Telecommunications Networking - Special issue: Internet economics: Pricing and policies 2004. **46**(1).
14. Yang, W., *Pricing Network Resources in Differentiated Service Networks*, in *School of electrical and Computer Engineering*. 2004, Phd Thesis. Georgia Institute of Technology. p. 1-111.
15. Gu, C., S. Zhuang, and Y. Sun, *Pricing incentive mechanism based on multistages traffic classification methodology for QoS-enabled networks*. Journal of Networks, 2011. **6**(1): p. 163-171.
16. Shakkottai, S. and R. Srikant, *Network optimization and control*. Foundations and Trends in Networking 2007. **2**(3): p. 271-379.
17. Eltarjaman, W., M. Ashibani, and B. El-Jabu, *Towards optimized qos based – charging model*, in *Southern African Telecommunication Networks and Applications Conference(SATNAC 2007)*. 2007: Sugar Beach Resort, Mauritius.
18. Alderson, D., et al., *An Optimization-Based Approach to Modelling Internet Topology*. Telecommunications Planning: Innovations in Pricing, Network Design and Management Operations Research/Computer Science Interfaces Series, 2006. **33**: p. 101-136.
19. Garcell, M.A.G., et al., *Identifying and solving optimization problems on internet*. Вестник ТГТУ. 2008. Том 14. № 2. Transactions TSTU, 2008: p. 392-404.
20. Wu, M., et al. *A web services composition model for QoS global optimization*. in *Proceedings of the Second Symposium International Computer Science and Computational Technology(ISCSCCT '09)*. 2009. Huangshan, P. R. China, 26-28 Dec 2009.
21. Marzolla, M. and R. Mirandola, *QoS Analysis for Web Service Applications: a Survey of Performance-oriented Approaches from an Architectural Viewpoint*. 2010, Department of Computer Science University of Bologna: Bologna, Italy.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

BIODATA KETUA DAN ANGGOTA TIM PENELITIAN

KETUA PENELITIAN

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc	P
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	19751006 199803 2 002	
5	NIDN	0006107501	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Sungai Gerong/ 6 Oktober 1975	
7	Alamat Rumah	Jln Sultan M. Mansyur Lrg. Sekundang No. XXX RT. 04 RW. 02 Bukit Lama Palembang	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	0711-445344 / - / 082125241621	
9	Alamat Kantor	Kampus UNSRI Indralaya Jl. Raya Prabumulih Palembang, Indralaya (Kab. Ogan Ilir)	
10	Nomor Telepon/Faks	0711-580765/0711-580056	
11	Alamat e-mail	pipit140201@yahoo.com.au	
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 31 orang; S-2= - Orang; S-3= - Orang	
13	Mata Kuliah yang diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimasi 2. Teori Graf 3. Kalkulus I dan II 4. Program Linier 5. Program Komputer 	

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	Curtin Univ of Technology, WA	Universiti Sains Islam Malaysia
Bidang Ilmu	Matematika	Matematika	Science
Tahun Masuk - Lulus	1993 - 1997	2001-2004	2009-2015
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Kajian Metode Zoutendijk dan Metode Gradien Rosen dalam Menentukan Nilai Optimal Fungsi Nonlinier Berkendala	On Vehicle Routing Problem	Improved MINLP Models of Internet Pricing Scheme under Multiple QoS Network
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Cinta Sembiring Drs. Robinson Sitepu, M.Si	Prof. Dr. Louis Caccetta	Prof. Dr. Kamaruzzaman Semam Prof. Dr. Bachok M. Taib Assoc. Dr. Zurina Shafii

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2015	Model Formulasi Improved Pada Skema Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck Jaringan Multipel Kelas QoS	DIKTI (Hibah Bersaing tahun II)	60
2	2014	Model Formulasi Improved Pada Skema Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck Jaringan Multipel Kelas QoS	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	40
3	2014	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi (Information Services)	DIKTI (Hibah Fundamental tahun II)	46
4	2014	Optimization Of Internet Pricing Under Multiple Wireless Networks Serving Multiple Quality Of Service (Qos)	Kementrian Pengajian Malaysia	390
5	2013	Optimalisasi Skema Pembiayaan Internet Menurut Multiple Qos Network	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	39
6	2013	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi (Information Services)	DIKTI (Hibah Fundamental tahun I)	34
7	2013	Model Optimasi Skema Pembiayaan Internet Menurut Multiple Qos Network	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	39
8	2011	Optimization of Internet Charging under Multiple QoS Networks	Ministry of Education, Malaysia	468
9	2010	Analisis Model dan Solusi Eksak <i>Open Capacitated Vehicle Routing Problem</i> dengan <i>Split</i> dan <i>Time Deadline (OCVRP-st)</i> pada Pengangkutan Sampah di Palembang	DIKTI (Hibah Bersaing tahun II)	30

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1.	2009	Pelatihan Pembuatan Alat Permainan Edukatif dan Sumber-Sumber Belajar Bagi Tutor Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) di Kabupaten Ogan Ilir	Iptek DIKTI	7,5

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2015	Internet pricing on bandwidth function diminished with increasing bandwidth utility function.	13(1), 299-304.	TELKOMNIKA,
2	2014	Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network.	September, 106-112.	Australian Journal of Basic and Applied Sciences
3	2014	Generalized models for internet pricing scheme under multi class QoS networks.,	August, 543-550.	Australian Journal of Basic and Applied Sciences
4	2014	Model and optimal solution of single link pricing scheme multiservice network.	12(1), 173-178.	TELKOMNIKA,
5	2014	Cobb-Douglass Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model.	12(1).	TELKOMNIKA,
6	2013	Improved Models of Internet Charging Scheme of Single Bottleneck Link in Multi QoS Networks.	13(4), 572-579.	<i>Journal of Applied Sciences</i>
7	2013	Improved Models of Internet Charging Scheme of Multi bottleneck Links in Multi QoS Networks.	7(7), 928-937	<i>Australian Journal of Basic and Applied Sciences,</i>
8	2013	The preprocessing and probing technique of open capacitated vehicle routing problem with split and time deadline (OCVRP-st) model in rubbish transportation problem.	2(4), 193-200.	International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)
9	2012	Preprocessing Techniques in SCVRP Model: Case of Rubbish Transportation Problem	Vol.1, No.3, September 2012, pp. 108-115 ISSN: 2252-8814	International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)
10	2012	Improved Models of Internet Charging Scheme of Multi bottleneck Links in Multi QoS Networks		<i>Australian Journal of Basic and Applied Sciences.</i> January 2013. ISI and Scopus Index(accepted for Publication)
11	2012	Improved Models of Internet Charging Scheme of Single Bottleneck Link In Multi QoS Networks.	Jurnal Ilmiah(accepted for publication)	Journal of Applied Sciences, ISI and Scopus Index(accepted for publication)
12	2012	A New Approach of Optimization Model on Internet Charging Scheme in Multi Service Networks	Vol 2. No 6 June 2012	International Journal of Science and Technology

13	2012	An Improved Optimization Model of Internet Charging Scheme in Multi Service Networks	Vol 10, No 3 July 2012	TELKOMNIKA, Indonesian Journal of Electrical Engineering
	2012	A Comparison of Optimization of Charging Scheme in Multiple QoS Networks	Vol 1 2012	The International Journal of AYRC X ²
	2011	Modeling and Optimal Solution of <i>Open Capacitated Vehicle Routing Problem (Ocvrp)</i> in Garbage Transportation in Kecamatan Seberang Ulu I Kota Palembang	5(5): 9-17, 2011 ISSN 1991-8178	Australian Journal of Basic and Applied Sciences

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Bisnis dan Teknologi (SEMBISTEK)	Model Modifikasi Improved Skema Pembiayaan Internet Multi Link Bottleneck pada Jaringan Multi Layanan (Multi Service Network)	Desember, Lampung 2014
2	1st International Conference on Computer Science and Engineering (2014),	An Improved Model of Internet Pricing Scheme of Multi Link Multi Service Network with Various Value of Base Price, Quality Premium and QoS Level.	Palembang, South Sumatera, Indonesia.
3	International Conference on Education, Technologies and Sciences	Multi Link Internet Charging Scheme Serving Multi Class QoS	Jambi
4	2014 International Conference on Computer and Communication Engineering (ICOCOE'2014),	The Improved Models of Internet Pricing Scheme of Multi Service Multi Link Networks with Various Capacity Links.	Melaka, Malaysia.
5	The 2013 International Conference on Computer Science and Information Technology (CSIT-2013),	An Improved Model of Internet Pricing Scheme of Multi Service Network in Multiple Link QoS Networks.	Universitas Teknologi Yogyakarta
6	Seminar Hasil Penyelidikan Sektor Pengajian Tinggi Kementerian Pendidikan Malaysia ke-3	The Improved Formulation Models of Internet Pricing Scheme of Multiple Bottleneck Link QoS Networks with Various Link Capacity Cases.	Universiti Utara Malaysia, Sintok, Kedah

7	International Conferences on Mathematical Sciences and Computer Engineering(ICMSCE 2012)	Models of Internet Charging Scheme under Multiple QoS Networks	29-30 November 2012, Citrus Hotel, Kuala Lumpur
8	AYRC X3 2011: AKEPT's 1st Annual Young Researchers International Conference and Exhibition	A Comparison Of Optimization Of Charging Scheme In Multiple Qos Networks	2011, PWTC Kuala Lumpur, Malaysia
	The International Conference on Numerical Analysis and Optimization (ICeMATH2011)	Internet Charging Scheme under Multiple QoS Networks	2011, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Bersaing.

Indralaya, November 2015



Fitri Maya Puspita, M.Sc
NIP. 19751006 199803 2 002

ANGGOTA PENELITI I

I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap	Eka Susanti, S.Si, M.Sc
1.2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
1.3	NIP/NIDN	19831021 2008 12 2 002/ 0021108303
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Pampangan, 21 Oktober 1983
1.5	Alamat Rumah	Jl. D.I.Panjaitan Lr.Gaya Baru No.39 RT.01 RW.I Plaju
1.6	Nomor Telp/Faks	-
1.7	Nomor Hp	081377587834
1.8	Alamat Kantor	Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32, Inderalaya, Ogan Ilir
1.9	Nomor Telepon/Faks	
1.10	Alamat e-mail	eka_susanti_math@yahoo.com
1.11	Mata Kuliah yang diampuh	1. Optimasi 2. Metode Diskret

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1	Program	S-1	S-2
2.2	Nama PT	UNSRI	UGM
2.3	Bidang Ilmu	Matematika	Matematika Terapan
2.4	Tahun Masuk	2001	2010
2.5	Tahun Lulus	2005	2013
2.6	Judul Skripsi / Tesis / Disertasi	Digraf Eksentris pada Turnamen transitif dan Turnamen Reguler	Program Linear Multiobjektif <i>Fuzzy</i> dan Penerapannya pada Model Transportasi <i>Solid</i>
2.7	Nama Pembimbing / Promotor	1. Syamsuryadi, M.Kom 2. Fitri Maya Puspita, M.Sc	Prof.Dr.rer.nat Widodo, M.S

III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	jml (Juta Rp)
1	2013	Optimasi Biaya Pengangkutan Menggunakan Program Linear Multiobjektif Fuzzy (Studi Kasus pada PT.Sentosa Mulia Bahagia	DIPA	9.000.000

IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	jml (Juta Rp)
1	2009	Penyuluhan Teknik Menghitung Sepuluh Jari dan Metode Trachtendberg kepada Guru-Guru SD di Kecamatan Indralaya	Dipa Unsri	2
2	2009	Pemanfaatan Media Peraga Untuk Membantu Pembelajaran Matematika Anak-Anak di Kecamatan Inderalaya Utara	Dipa Unsri	3

V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2012	Program Linear Multiobjektif <i>Fuzzy</i> dan Penerapannya pada Model Transportasi <i>Solid</i>	Vol.15 No.4 2012	Jurnal Penelitian sains MIPA
2	2014	Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network.	Australian September, 106-112.	Journal of Basic and Applied Sciences,

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Bersaing.

Indralaya, November 2015


Eka Susanti, M,Sc
NIP. 19831021 2008 12 2 002

Lampiran 2.

PUBLIKASI

- Puspita, F.M., Irmeilyana, and Indrawati, *Skema Pembiayaan Internet Multi Link Yang Melayani Jaringan Multi Kelas Dengan Kondisi Quality Premium Yang Berbeda*, in *Seminar dan Rapat Tahunan BKS PTN Barat*. 2015: Universitas Tanjung Pura.
- Puspita, F.M., Irmeilyana, and Indrawati, *Generalized MINLP of Internet Pricing Scheme under Multi Link QoS Networks*, in *IAES EECSI 2015*: Palembang, South Sumatera.
- Puspita, F.M., Irmeilyana, Susanti, E and Arisha, B. Generalized Models of Multilink MultiService Internet Pricing Scheme by Fixing the Base Cost, *Wulfenia*, in review.