

LAPORAN TAHUNAN

HIBAH BERSAING



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

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

TIM PENGUSUL

Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc	(0006107501)
Evi Yuliza, S.Si, M.Si	(0027077805)
Indrawati, S.Si, M.Si	(0010067102)

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NOVEMBER 2014

BALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN BERSAING

Judul Penelitian : Model Formulasi Improved Pada Sistem
Pembayaran Internet Link Multiple Bottleneck
Jaringan Multiple Kelas-Qos

Kode>Nama Rampok Ilmu : 121/Matematika

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc
- b. NIDN : 0006007501
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Matematika
- e. Nomor HP : 082125241621
- f. Alamat surek(e-mail) : pipit1mac#0201@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama Lengkap : Evi Yuliza, S.Si, M.Si
- b. NIDN : 0027077805
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya

Anggota Peneliti (2)

- a. Nama Lengkap : Indriwati, S.Si, M.Si
- b. NIDN : 0010067102
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya

Lama Penelitian Keseluruhan : 2(dua) tahun

Penelitian Tahap ke : 1(satu)

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 109.048.000

Biaya Tahap Berjalan : - disalurkan ke DOKTI Rp 40.000.000
- dana internal PT Rp -
- dana institusi lain Rp -



Kepala MIPA
Prof. Dr. H. Muhammad Irfan, MT
NIP. 196009131990031003

Indralaya, November 2014
Kepala Peneliti,

Fitri Maya Puspita, M.Sc
NIP. 197500601990022002



Widyastaji,
Ketua Lembaga Penelitian

Prof. Dr. H. Muhammad Suid, M.Sc
NIP. 196100121907021003

Ringkasan

Internet di masa sekarang telah menjadi hal penting terutama di dalam kehidupan ekonomi. Penyedia Layanan Internet 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 (Puspita et al., 2011; Puspita et al., 2011; Puspita et al., 2012a; Puspita et al., 2012b; Puspita et al., 2012c) 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 yang ditargetkan berupa model skema pembiayaan internet dalam multipel link multipel QoS Network untuk pengembangan kebijakan tarif internet. Jaringan multi kelas pada model modifikasi dengan base price konstanta dan quality premium konstanta, ISP dapat mengadopsi \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan \tilde{W}_j sebagai variabel untuk mendapatkan keuntungan maksimum agar mendapatkan kembali biaya yang dikeluarkan dan pengguna dapat memilih kelas yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Jaringan multi kelas pada model modifikasi 1 dengan base price konstanta dan quality premium variabel, ISP dapat mengadopsi \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan \tilde{W}_j sebagai parameter untuk mendapatkan keuntungan maksimum sebesar 39,4046 rupiah agar mendapatkan kembali biaya yang dikeluarkan dan juga dapat mempromosikan penggunaan layanan *QoS* ini kepada pengguna. Pada jaringan multi kelas didapatkan solusi optimal pada model modifikasi 1 (base price variabel dan quality premium konstanta) dan model modifikasi 2 (base price dan quality premium variabel) dengan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel dengan *best objective* masing-masing sebesar 182,733 dan 182,797 (dalam kbps). Pada jaringan multi layanan α , β sebagai konstanta untuk mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan pengguna dapat memilih layanan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. ISP dapat mengadopsi kasus $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas yang digunakan sebesar 99,32% dengan total keuntungan sebesar 997,2 rupiah. Pada jaringan multi layanan saat α sebagai konstanta dan β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan ISP juga dapat mempromosikan penggunaan layanan *QoS* ini kepada pengguna, maka ISP dapat mengadopsi pada kasus $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas yang digunakan sebesar 99,99%. Pada jaringan multi layanan pada kasus 1 (α dan β sebagai variabel) hanya menghasilkan 1 solusi optimal pada saat α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan total pendapatan sebesar 1564,5 rupiah (dalam kbps). Pada kasus 2 (α sebagai variabel dan β konstanta) juga menghasilkan 1 solusi optimal pada saat α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan total pendapatan sebesar 1.491,49 rupiah (dalam kbps).

PRAKATA

Alhamdulillah, atas berkah dan hidayah Allah SWT kami dapat menyelesaikan laporan kemajuan penelitian kami yang berjudul **Model Formulasi *Improved* Pada Skema Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck Jaringan Multipel Kelas Qos**. Penelitian ini merupakan salah satu usaha menambah wawasan dalam bidang matematika terutama bidang optimasi yang didanai oleh DIKTI tahun anggaran 2014. Penelitian ini melibatkan 3 orang tim yang terdiri satu orang ketua Fitri Maya Puspita, S.Si, M.,Sc dan dua anggota tim Evi Yuliza, S.Si, M.Si dan Indrawati, S.Si, M.Si serta juga melibatkan 2 orang mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya angkatan 2010, Reni Oki Sapitri dan Lilia Dumepa 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 SAMBUNG.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
RINGKASAN	3
PRAKATA	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL	6
DAFTAR GAMBAR	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB 1. PENDAHULUAN	11
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	13
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	17
BAB 4. METODE PENELITIAN	19
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	52
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Beberapa Studi Literatur Terdahulu mengenai Pembiayaan Jaringan	13
Tabel 2.	Model Formulasi pada Studi Literatur Terdahulu dalam jaringan QoS tunggal	14
Tabel 3.	Data traffic untuk <i>file</i> dalam multi layanan dan multi kelas QoS	24
Tabel 4.	Data <i>traffic</i> untuk web dalam multi layanan	25
Tabel 5.	Data <i>traffic</i> untuk mail dalam multi layanan dan multi kelas QoS.	26
Tabel 6.	Parameter untuk Setiap Kasus pada Model Jaringan Multi Layanan	27
Tabel 7.	Variabel Keputusan untuk Setiap Kasus pada Model Jaringan Multi Layanan	27
Tabel 8.	Nilai-nilai parameter dalam jaringan multi layanan untuk kasus 1	27
Tabel 9.	Nilai-nilai parameter dalam jaringan multi layanan untuk kasus 2	28
Tabel 10.	Solusi optimal untuk kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	28
Tabel 11.	Nilai variabel dalam jaringan Multi layanan pada kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	29
Tabel 12.	Solusi Lanjut Kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	29
Tabel 13.	Solusi optimal untuk kasus 2 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$	29
Tabel 14.	Nilai variabel dalam jaringan Multi layanan pada kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$	30
Tabel 15.	Solusi Lanjut Kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$	30
Tabel 16.	Rekapitulasi Solusi Model pada Jaringan Multi Layanan dengan α variabel	30
Tabel 17.	Parameter yang Digunakan pada Model Internet Jaringan Multi Layanan pada <i>Link</i> Multipel	31
Tabel 18.	Variabel Keputusan yang Digunakan pada Formulasi Model Harga Internet untuk Jaringan Multi Layanan	31
Tabel 19.	Nilai – Nilai Parameter untuk Multi Layanan	31
Tabel 20.	Nilai-Nilai Parameter yang Digunakan untuk α , β Konstanta	32
Tabel 21.	Nilai-Nilai Parameter yang Digunakan jika α Konstanta, β Variabel	32
Tabel 22.	Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α , β Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$	33
Tabel 23.	Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α , β Konstanta	33

Tabel 24.	Index Kualitas per Layanan pada $I_i=I_{i-1}$ dengan α, β Konstanta	33
Tabel 25.	Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$	34
Tabel 26.	Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta	35
Tabel 27.	Index Kualitas per Layanan pada $I_i>I_{i-1}$ dengan α, β Konstanta	35
Tabel 28.	Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta untuk $I_i < I_{i-1}$	35
Tabel 29.	Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta	36
Tabel 30.	Index Kualitas per Layanan pada $I_i<I_{i-1}$ dengan α, β Konstanta	36
Tabel 31.	Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	36
Tabel 32.	Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan dengan α sebagai Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$	37
Tabel 33.	Indeks Kualitas per Layanan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ dengan $I_i = I_{i-1}$	37
Tabel 34.	Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$	37
Tabel 35.	Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$	38
Tabel 36.	Indeks Kualitas per Layanan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i=\beta_{i-1}$ dengan $I_i > I_{i-1}$	38
Tabel 37.	Rekapitulasi Kapasitas dan Total Keuntungan pada α, β Konstanta	38
Tabel 38.	Rekapitulasi Kapasitas dan Total Keuntungan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$	38
Tabel 39.	Parameter untuk Setiap Model pada Jaringan Multi Kelas QoS dengan β_j sebagai konstanta dan β_j variabel	39
Tabel 40.	Variabel Keputusan untuk Setiap Model pada Jaringan Multi Kelas QoS dengan β_j sebagai konstanta dan β_j variabel	40
Tabel 41.	Nilai – nilai parameter pada model original	40
Tabel 42.	Nilai-Nilai Parameter pada Model Modifikasi β_j sebagai konstanta dalam link 1	41
Tabel 43.	Nilai-Nilai Parameter pada Model Modifikasi β_j sebagai konstanta dalam link 2	41
Tabel 44.	Solusi Optimal model <i>original</i>	41
Tabel 45.	Nilai – nilai variabel pada model original dan model modifikasi dengan β_j sebagai konstanta	42
Tabel 46.	Solusi Optimal untuk model modifikasi dengan β_j sebagai Konstanta	42
Tabel 47.	Variabel pada model original dan model modifikasi dengan β_j sebagai variabel	43

Tabel 48.	Solusi Optimal untuk model modifikasi dengan β_j sebagai Konstanta	43
Tabel 49.	Nilai – Nilai Variabel pada Model <i>Original</i> dan Model Modifikasi 2 dengan β_j Sebagai Variabel	44
Tabel 50.	Solusi Optimal untuk Model Modifikasi 2 dengan β_j sebagai Variabel	45
Tabel 51.	Rekapitulasi Solusi Model Original dan Model Modifikasi dengan α sebagai variabel	45
Tabel 52.	Parameter-Parameter yang Digunakan untuk Memperbaiki Model pada Link Multipel terhadap Jaringan Multi Kelas untuk α Konstanta	46
Tabel 53.	Variabel Keputusan yang Digunakan untuk Formulasi Jaringan Multi Kelas untuk α konstanta	46
Tabel 54.	Nilai - Nilai Parameter dalam Jaringan Multi Kelas untuk α Konstanta	47
Tabel 55.	Nilai-Nilai Variabel pada Model Original untuk α konstanta	47
Tabel 56.	Solusi Model Original untuk α konstanta	47
Tabel 57.	Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi untuk α dan β Konstanta	48
Tabel 58.	Solusi Model Modifikasi untuk α dan β konstanta	49
Tabel 59.	Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi 1 α konstanta dan β variabel	50
Tabel 60.	Solusi Model Modifikasi 1 α dan β konstanta	50
Tabel 61.	Rekapitulasi Total Keuntungan pada Model Multi Kelas α konstanta	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta jalan penelitian	16
Gambar 2. Aktivitas penelitian	19
Gambar 3. Skema kerja yang akan digunakan dalam 2 tahun Penelitian	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Biodata Peneliti	58
Lampiran 2. Publikasi	69

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 (Byun and Chatterjee, 2004; Soursos et al., 2008).

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 (2004) 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* (Odlyzko, 2001) 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.

Pada kenyataannya, kajian mengenai model Optimasi skema pembiayaan internet menurut multiple QoS network ini merupakan salah satu aplikasi bidang optimasi yang merupakan bidang utama yang diteliti tim. Riset terdahulu utamanya memfokuskan pada pencarian model pembiayaan internet yang berlaku pada *link bottleneck* tunggal menurut jaringan QoS (Puspita et al.2011; Puspita et al. 2011; Puspita et al.2012a; Puspita et al.2012b; Puspita et al.2012c). Pengembangan riset pada jaringan multipel bottleneck link QoS sangat kritikal untuk dilaksanakan dikarenakan model formulasi jaringan link tunggal yang ada dianggap belum merepresentasikan situasi pembiayaan internet di masa sekarang ini.

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 (2005)	<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) (Tuffin, 2003), (Odlyzko, 2001; Ros & Tuffin, 2004)	<ul style="list-style-type: none"> - Kelas layanan yang berbeda akan memiliki biaya yang berbeda. - Pengguna memiliki pilhan 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 (2004)	<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 (2004)	<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	(Gu et al., 2011)	<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, 2007)	<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	(Eltarjaman, Ashibani, & El-Jabu, 2007) dan (Alderson, Willinger, Li, & Doyle, 2006)	<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. (2006) 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	(Garcell et al., 2008) and (Wu	<ul style="list-style-type: none"> - Garcell et al. (2008) menyakan tentang cara menyelesaikan optimasi internet yang menyangkut definisi sistem sebagai fungsi interest dan memandangnya sebagai via

	et al., 2009)	point dan definisi matematis sistem yang berbeda - Wu et al. (2009) 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	(Marzolla dan Mirandola, 2010)	- Marzolla and Mirandola (2010) 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.

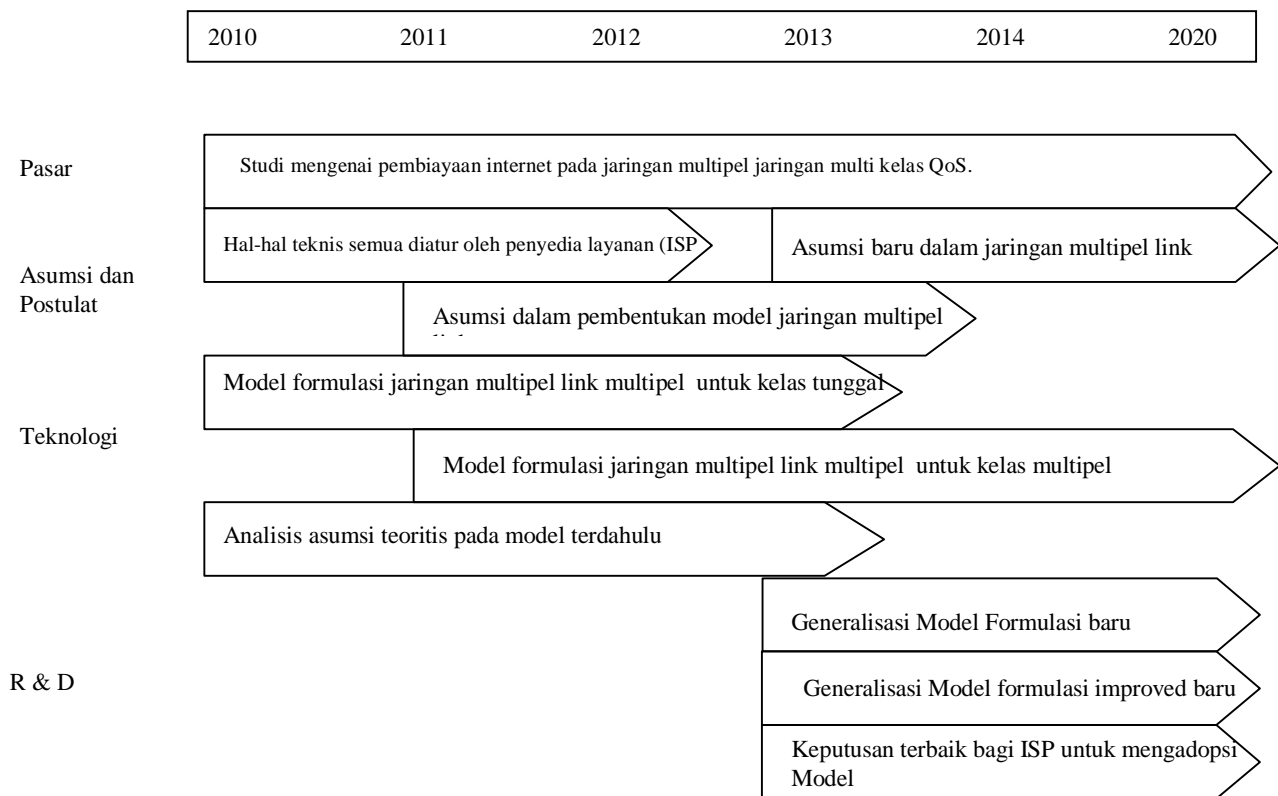
Tabel 2. Model Formulasi pada Studi Literatur Terdahulu dalam jaringan QoS tunggal

Skema	Parameter dan Variabel	Formulasi Matematis
Model pembiayaan internet dalam multi kelas QoS jaringan link tunggal (Puspita et al., 2011) dan (Puspita et al., 2011)	<p>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 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 (Puspita et al. 2012c) dan model improved baru dalam jaringan multi layanan (Puspita et al., 2012a)	<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 $i=1, 2, \dots, S$. 	<p>We propose our new improved model.</p> <p>Jika α and β are fixed.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta \cdot l_i) \cdot p_i \cdot x_i \quad (19)$ <p>Subject to</p> $l_i \cdot d_i \cdot x_i \leq a_i \cdot C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (20)$ $\sum_{i=1}^S l_i \cdot d_i \cdot x_i \leq C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (21)$ $\sum_{i=1}^S a_i = 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (22)$ $0 \leq a_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (23)$ $m_i \leq l_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (24)$ $0 \leq x_i \leq n_i, i = 1, 2, \dots, S. \quad (25)$ $\{x_i\} \text{ integer}, i = 1, 2, \dots, S. \quad (26)$ <p>Jika α is fixed and β vary. (27)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> c_i, premium kualitas minimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. g_i, premium kualitas maksimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. 	<p>Max $R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$ Dengan kendala constraint (20)-(26). Kendala tambahan $\beta_i * I_i \geq \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S.$ (28) $l_i \leq \beta_i \leq b_i, i=1, 2, \dots, S.$(11) (29)</p> <p>Jika α and β vary. Max $R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$ (30) Dengan kendala constraint (20)-(26) and (28)-(29). Kendala tambahan $\alpha_i + \beta_i * I_i \geq \alpha_{i-1} + \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S.$ (31) $c_i \leq \alpha_i \leq g_i, i=1, 2, \dots, S.$ (32)</p> <p>Jika α vary and β fixed. Max $R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta * I_i) * p_i * x_i$ (33) Dengan kendala constraint (20)-(26) and (32). Kendala tambahan $\alpha_i + I_i \geq \alpha_{i-1} + I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S.$ (34)</p>
<p>Model improved dalam multi class QoS networks in single link proposed by Puspita et al.(2012b)</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. θ_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"> $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ pada kelas } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$ \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</p> <p>Max Profit = $\sum_j \sum_i (\alpha_j \cdot Z_{ij}) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}$ (35)</p> <p>Dengan kendala</p> <p>$(\sum_j \sum_i X_{ij}) \leq Q$ (36) $(\sum_j \sum_i X_{ij}) \leq Q$ (37) $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij})$ (38) $W_j \leq \tilde{W}_{ij} + (1 - Z_{ij})$ (39) $\tilde{X}_{ij} \geq V_i - (1 - Z_{ij})$ (40) $X_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij})$ (41) $\tilde{X}_{ij} \geq Z_{ij}$ (42) $\tilde{X}_{ij} \geq 0$ (43) $L_{mj} \geq 0, j = 1, \dots, m$ (44) $W_j \geq 0, j = 1, \dots, m$ (45) $\tilde{X}_{ij} \leq X_j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$ (46) $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if user } i \text{ is admitted to class } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$ $0 \leq \tilde{W}_{ij} \leq c, c \in [0,1]$ (47) (48)</p> <p>Model 1 modified 1</p> <p>Max Profit = $\sum_j \sum_i ((\alpha_j \cdot Z_{ij} + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}})$ (49)</p> <p>$\alpha_j + \beta_j \cdot l_j \geq \alpha_{j-1} + \beta_{j-1} \cdot l_{j-1}, j >$ (50) $0 \leq l_j \leq d, j=1, \dots, m$ (51)</p> <p>Model 2 original</p> <p>Max Profit = $\sum_j \sum_i (\alpha_j + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij}$ (52)</p> <p>Dengan kendala</p> <p>Constraint (36)-(48) dan kendala tambahan $a \leq \alpha_j \leq b, j=1, \dots, m$ (53) $\alpha_j \geq \alpha_{j-1}, j > 1$ (54)</p> <p>Model 2 modified</p> <p>Max = $\sum_j \sum_i ((\alpha_j + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij}$ (55)</p> <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.

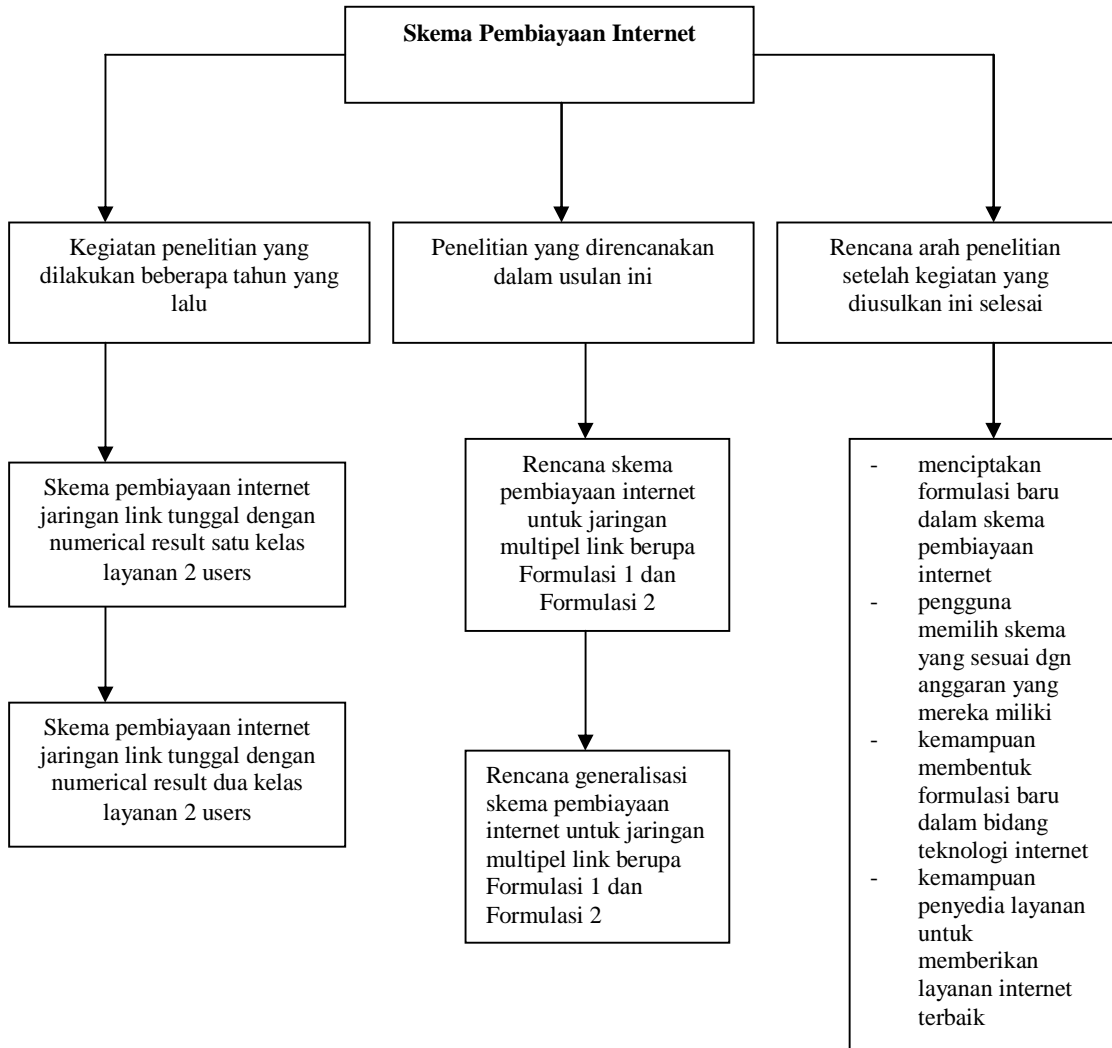
Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mempelajari dan menganalisis skema pembiayaan untuk jaringan multipel dan memformulasikan rencana pembiayaan baru yang dapat diaplikasikan secara dinamis dalam jaringan QoS

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 ((Puspita et al., , 2011ab, Puspita et al., 2011b)) 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 selama dua tahun penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penelitian Tahun Pertama

Penelitian tahun pertama lebih memfokuskan pada penetapan model matematika yang tepat untuk skema pembiayaan internet dengan menetapkan beberapa parameter yang berbeda dari yang digunakan dalam penelitian sebelumnya dalam literatur.

- a. Penetapan penambahan parameter dalam jaringan QoS adalah sebagai berikut
 - *bandwidth*
- b. Pembentukan formulasi berupa model matematika untuk skema pembiayaan jaringan QoS multipel link yang melibatkan parameter yang disebutkan di atas.
 - Jangkauan pertama adalah difokuskan pada perspektif ISP
 - Dapat digeneralisasi jika konsumen juga turut dipertimbangkan
 - Formulasi tahap 1 meliputi

- i. keterlibatan parameter *bandwidth*,
 - ii. biaya dasar,
 - iii. *quality premium* dengan performa indeks yang ditetapkan,
 - iv. fungsi utilitas pengguna yang merupakan fungsi konkaf, menaik dan terdifferensialkan
- Formulasi tahap 2 meliputi Penetapan biaya dasar sebagai variable keputusan.

Kedua formulasi ditetapkan dengan mempertimbangkan beragam kasus diantaranya

- i. Penetapan biaya dasar dan *quality premium* sebagai konstanta jika ISP bermaksud mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan pengguna dapat memilih kelas yang sesuai dengan kebutuhan mereka
 - ii. Penetapan biaya dasar sebagai konstanta dan *quality premium* sebagai variabel keputusan jika ISP bermaksud mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan ISP juga dapat mempromosikan penggunaan layanan QoS tertentu yang lebih tinggi kepada pengguna
 - iii. Penetapan biaya dasar sebagai variabel keputusan dan *quality premium* sebagai konstanta jika ISP bermaksud melakukan kompetisi pasar dalam persaingan dalam mendapatkan minat pelanggan karena pelanggan dapat memilih kelas layanan yang sesuai dengan anggaran pelanggan.
 - iv. Penetapan biaya dasar dan *quality premium* sebagai variabel keputusan jika ISP bermaksud melakukan kompetisi pasar dalam persaingan dalam mendapatkan minat pelanggan dan sekaligus ISP dapat mempromosikan penggunaan layanan kelas dengan QoS yang lebih tinggi.
- c. Pembentukan model Matematika berdasarkan parameter *bandwidth*

- d. Penyelesaian model matematika untuk mendapatkan solusi berupa pendapatan optimal bagi ISP dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia dalam jaringan dengan bantuan software aplikasi LINGO.
- e. Pengambilan kesimpulan yang berlaku dalam kondisi jaringan multipel bottleneck link QoS.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Data traffic untuk file dalam multi layanan dan multi kelas QoS.

No.	Tanggal	Traffic (dalam bit per second)			
		Sent		Received	
		Jam Kerja	Diluar Jam Kerja	Jam Kerja	Diluar Jam Kerja
1.	14 Maret 2014	2.317.921,55	915.948,32	127.509.652	37.436.011
2.	15 Maret 2014	536.700,42	87.473,51	41.466.238,1	2.454.157,2
3.	16 Maret 2014	65.234,14	4.982.281,8	2.471.341,1	6.731.259,12
4.	17 Maret 2014	2.259.497,63	12.655.217,4	152.438.334	26.360.538
5.	18 Maret 2014	4.660.878,16	38.589.880,6	220.803.770	47.724.573,8
6.	19 Maret 2014	1.778.840,08	11.966.387,2	100.438.114	111943293
7.	20 Maret 2014	4.071.770,61	7.613.103,16	73.707.796,04	55052894,7
8.	21 Maret 2014	1067256,004	575678,294	79907422,89	24182697,5
9.	22 Maret 2014	1043354,761	4733184,81	37248884,92	620390,307
10.	23 Maret 2014	506245,4298	247836,610	25033639,93	2351261,01
11.	24 Maret 2014	1803043,049	11494938,4	102138707,5	49785866,1
12.	25 Maret 2014	2163489,578	8073439,38	112227639,7	120370859,
13.	26 Maret 2014	1494640,129	19949069,6	100306623,6	8534138,48
14.	27 Maret 2014	2057398,15	404174,573	120250926,3	19022725,7
15.	28 Maret 2014	1623339,938	11075885,6	115926637,8	21911070,5
16.	29 Maret 2014	40884980,58	48771,8399	29172269,44	1085436,28
17.	30 Maret 2014	32966,70728	68907,8230	348510,0001	790617,090
18.	31 Maret 2014	242600,1117	261338,525	13568482174	14148520,2
19.	01 April 2014	1774045,07	4887932,58	93628305,94	28163782,5
20.	02 April 2014	566506,1237	909963,561	40307967,75	56341899,9
21.	03 April 2014	2119352,215	695904,448	135101469	43375330,3
22.	04 April 2014	679980,7681	4485898,73	47331578,94	73705616,4
23.	05 April 2014	0	0	0	0
24.	06 April 2014	0	0	0	0
25.	07 April 2014	0	1421420,27	0	63975825,9
26.	08 April 2014	8027212,192	378263,876	195139464,5	16005152,9
27.	09 April 2014	490078,3013	487596,420	39739191,77	19385097,7
28.	10 April 2014	3248610,098	6118777,87	176865622,9	23049521,4
29.	11 April 2014	504705,6739	412383,564	44263530,15	17163209,1
30.	12 April 2014	1792036,859	154979,443	42319734,44	5782956,13
31.	13 April 2014	181230,7152	3619514,17	991460,5184	1348104,11
32.	14 April 2014	0	0	0	0
Demand		3034272,933	5424694,92	545709207,2	30993200,2
Demand per bulan (Jam Kerja)			274371740,1		
Demand byte per second (Jam kerja)			34296467,51		
Demand kilo byte per second (jam kerja)			33492,64405		
Demand per bulan (diluar jam kerja)			18208947,59		
Demand byte per second (diluar jam kerja)			2276118,449		
Demand kilo byte per second (diluar jam kerja)			2222,771923		

Tabel 4. Data traffic untuk web dalam multi layanan.

No.	Tanggal	Traffic (dalam bit per second)			
		Sent		Received	
		Jam Kerja	Diluar Jam Kerja	Jam Kerja	Diluar Jam Kerja
1.	14 Maret 2014	38107,58023	431814,9353	434508,6	1469079,738
2.	15 Maret 2014	48092,11372	80620,05074	1064783	1316470,428
3.	16 Maret 2014	60869,64368	79316,37279	1294191	1564058,601
4.	17 Maret 2014	386970,0307	91119,05546	862994,6	1646596,995
5.	18 Maret 2014	581571,0447	91608,44767	1354573	1670812,911
6.	19 Maret 2014	50437,24433	73771,17999	924947,4	1261889,975
7.	20 Maret 2014	268886,7876	72844,39033	689444,1	1069442,581
8.	21 Maret 2014	48239,15192	103248,7884	707805,3	1357762,31
9.	22 Maret 2014	47983,20931	95480,74388	594548,9	1100709,391
10.	23 Maret 2014	51993,65487	92357,88029	739868,1	838093,0187
11.	24 Maret 2014	906374,1592	174892,8457	1518227	520801,9983
12.	25 Maret 2014	206369,695	184415,6588	1368036	1417096,322
13.	26 Maret 2014	82856,69289	81491,32677	163475,8	565732,2894
14.	27 Maret 2014	404591,9435	90674,82288	772163,2	1324007,307
15.	28 Maret 2014	202743,7644	71038,4268	497010,3	843928,5217
16.	29 Maret 2014	42035,29896	82774,92092	600724,5	1232867,587
17.	30 Maret 2014	40396,98291	72589,98307	630076	1219453,427
18.	31 Maret 2014	38691,12691	91057,36899	442963,9	1602049,438
19.	01 April 2014	641521,6087	292621,9562	1395563	1364869,896
20.	02 April 2014	347101,7966	410330,7239	1009791	1518184,206
21.	03 April 2014	216336,4688	121518,2215	900588,4	1990275,621
22.	04 April 2014	153587,7294	102084,6064	877486,9	1243265,093
23.	05 April 2014	41272,91367	81579,91083	431144,4	1294302,341
24.	06 April 2014	47609,94992	84487,24677	595049	965189,2759
25.	07 April 2014	951574,4644	345927,1624	683825,3	1044927,018
26.	08 April 2014	486517,9115	118225,9251	844259,3	2529451,477
27.	09 April 2014	43330,81853	85550,66288	593308,9	1222886,608
28.	10 April 2014	39875,01173	117887,529	610263,8	720414,0169
29.	11 April 2014	50438,73264	79293,78077	931292,2	917445,2602
30.	12 April 2014	43042,28581	73627,76858	734631,8	1047689,675
31.	13 April 2014	40815,40982	81310,89071	517652,3	1109867,578
32.	14 April 2014	0	29548,72315	0	252086,9806
Demand		206569,8508	127659,7596	774537,4	1226303,371
Demand per bulan (Jam Kerja)			490553,6221		
Demand byte per second (Jam kerja)			61319,20277		
Demand kilo byte per second (jam kerja)			59,88203395		
Demand per bulan (diluar jam kerja)			676981,5655		
Demand byte per second (diluar jam kerja)			84622,69569		
Demand kilo byte per second (diluar jam kerja)			82,63935126		

Tabel 5. Data traffic untuk mail dalam multi layanan dan multi kelas QoS.

No.	Tanggal	Traffic (dalam bit per second)			
		Sent		Received	
		Jam Kerja	Diluar Jam Kerja	Jam Kerja	Diluar Jam Kerja
1.	14 Maret 2014	137320,5	253226,572	192711,4	135295,8123
2.	15 Maret 2014	63286,65	133129,0601	81847,66	138375,1499
3.	16 Maret 2014	60852,28	68245,14494	31706,44	60032,43026
4.	17 Maret 2014	203194,5	840846,7654	388140,4	128992,6149
5.	18 Maret 2014	891274,9	260440,5357	1111239	243100,0254
6.	19 Maret 2014	713085	190322,2481	639790,3	282967,2391
7.	20 Maret 2014	120084,2	5746940,262	1035985	327635,185
8.	21 Maret 2014	1718410	592685,7113	162433,9	166421,4042
9.	22 Maret 2014	38327,91	155485,16	53077,78	114051,2345
10.	23 Maret 2014	784245,5	65318,18448	266213,2	56058,63851
11.	24 Maret 2014	818749,9	534485,2935	359428,6	289398,78
12.	25 Maret 2014	723177,8	1475022,825	908522,1	823601,6377
13.	26 Maret 2014	170171,1	331196,6495	291670	734116,125
14.	27 Maret 2014	280092,9	713272,1464	583770,5	265668,5158
15.	28 Maret 2014	298019,7	328882,9345	216210,1	514700,5904
16.	29 Maret 2014	67711,05	645841,4723	60130,41	88572,82051
17.	30 Maret 2014	56104,21	707729,5699	37250,71	164563,1993
18.	31 Maret 2014	612831,7	133532,9052	61545,01	85512,43699
19.	01 April 2014	695279,6	960523,3555	352776	268027,5597
20.	02 April 2014	749742,4	1376077,713	276551,7	770717,0897
21.	03 April 2014	1534427	1880274,135	468031,7	277952,3204
22.	04 April 2014	1329416	490004,243	619675,2	212420,7003
23.	05 April 2014	450554,3	721317,2798	204488,5	160676,5053
24.	06 April 2014	36785,73	882962,8823	76833,73	171989,1718
25.	07 April 2014	222346,2	173025,3968	393957,5	499615,5389
26.	08 April 2014	2033335	811337,9034	197725,6	159429,094
27.	09 April 2014	2323170	653576,1476	367632,3	75262,37087
28.	10 April 2014	648586,2	1154611,051	673389,4	554187,5332
29.	11 April 2014	628031,9	1537365,074	331247,6	1101833,326
30.	12 April 2014	85916,46	68231,00795	46351,07	68912,97178
31.	13 April 2014	400216,5	648689,7527	62726,45	81062,15115
32.	14 April 2014	0	33155,21252	0	38852,53985
Demand		590460,8	24567754,6	10553059	9060002,712
Demand per bulan (Jam Kerja)			5571760		
Demand byte per second (Jam kerja)			696470		
Demand kilo byte per second (jam kerja)			680,1465		
Demand per bulan (diluar jam kerja)			16813879		
Demand byte per second (diluar jam kerja)			2101735		
Demand kilo byte per second (diluar jam kerja)			2052,475		

Solusi untuk Model Pembiayaan Internet dalam Jaringan Multi Layanan Multipel Link

Tabel 6-38 di bawah ini menjelaskan solusi model pembiayaan internet dalam jaringan multi layanan multipel link.

Tabel 6. Parameter untuk Setiap Kasus pada Model Jaringan Multi Layanan

Parameter untuk kasus 1 : α dan β sebagai variabel	
p_{ik}	: sensitivitas harga pengguna layanan i dengan link k
C_k	: kapasitas total pada link k
d_{ik}	: kapasitas yang dibutuhkan untuk menyediakan QoS dari layanan i link k
m_i	: level minimum QoS untuk layanan i
n_i	: jumlah pengguna maksimum layanan i
S	: jumlah layanan
b_i	: kualitas premium minimum untuk layanan i
u_i	: kualitas premium maksimum untuk layanan i
c_i	: harga dasar minimum untuk layanan i
g_i	: harga dasar maksimum untuk layanan i
Parameter untuk kasus 2 : α variabel dan β konstanta	
β	: kualitas premium layanan
p_{ik}	: sensitivitas harga pengguna layanan i dengan link k
C_k	: kapasitas total
d_{ik}	: kapasitas yang dibutuhkan untuk menyediakan QoS dari layanan i link k
m_i	: level minimum QoS untuk layanan i
n_i	: jumlah pengguna maksimum layanan i
S	: jumlah layanan
c_i	: harga dasar minimum untuk layanan i
g_i	: harga dasar maksimum untuk layanan i

Tabel 7. Variabel Keputusan untuk Setiap Kasus pada Model Jaringan Multi Layanan

Variabel keputusan untuk kasus 1 : α dan β sebagai variabel	
a_{ik}	: jumlah cadangan kapasitas total untuk layanan i
I_i	: indeks kualitas layanan i
x_{ik}	: jumlah pengguna yang menggunakan layanan i
α_i	: harga dasar untuk layanan i
β_i	: kualitas premium untuk layanan i
Variabel keputusan untuk kasus 2 : α variabel dan β konstanta	
a_{ik}	: jumlah cadangan kapasitas total untuk layanan i
I_i	: indeks kualitas layanan i
x_{ik}	: jumlah pengguna yang menggunakan layanan i
α_i	: harga dasar untuk layanan i

Tabel 8. Nilai-nilai parameter dalam jaringan multi layanan untuk kasus 1

Parameter	Layanan (i)		
	1 (file) kbps	2 (web) kbps	3 (mail) kbps
Kapasitas total (C_k):			
C_1	33620	33620	33620
C_2	4357	4357	4357
Kapasitas yang dibutuhkan (d_{ik})			
d_{i1}	33492	60	68
d_{i2}	2223	82	2052
Jumlah pengguna maksimum (n_i)	10	10	10
Level minimum QoS untuk layanan i (m_i)	0,01	0,01	0,01
Kualitas indeks layanan (I_i)	0,01	0,01	0,01
Sensitivitas harga pengguna (p_{ik})			
p_{i1}	3	45	15
p_{i2}	6	56	24

Tabel 9. Nilai-nilai parameter dalam jaringan multi layanan untuk kasus 2

Parameter	Layanan (i)		
	1 (file) kbps	2 (web) kbps	3 (mail) kbps
Kapasitas total (C_k):			
C_1	33.620	33.620	33.620
C_2	4.357	4.357	4.357
Kapasitas yang dibutuhkan (d_{ik})			
d_{i1}	33.492	60	68
d_{i2}	2.223	82	2.052
Jumlah pengguna maksimum (n)	10	10	10
Level minimum QoS untuk layanan i (m)	0,01	0,01	0,01
Kualitas indeks layanan i (I_i)	0,01	0,01	0,01
Sensitivitas harga pengguna (p_{ik})			
p_{i1}	3	45	15
p_{i2}	6	56	24
kualitas premium layanan (β)	0,01	0,01	0,01

Solusi Model pada jaringan multi Layanan dengan Program LINGO 11.0 untuk kasus 1 : α dan β sebagai Variabel

Tabel 10. Solusi optimal untuk kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ 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>	1.564,5
<i>Infeasibility</i>	$1,15 \cdot 10^{-3}$
<i>Iterations</i>	33
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	1.564,5
<i>Objective bound</i>	1.564,5
<i>Steps</i>	1
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	34
<i>ER (sec)</i>	0

Tabel 11. Nilai variabel dalam jaringan Multi layanan pada kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$

Variabel	Layanan (i)		
	1	2	3
I_i	0,1	0,1	0,1
x_{ik}	10	10	10
α	1	1	1
β	0,5	0,5	0,5

Tabel 12. Solusi Lanjut Kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)		
	1	2	3
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)			
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1}$)	33492	60	68
($I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2}$)	2223	82	2052
Total kapasitas yang digunakan	37977		
Pendapatan ($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$)			
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1}$)	31,5	472,5	157,5
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2}$)	63	588	252
Total pendapatan	1564,5		

Tabel 13. Solusi optimal untuk kasus 2 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai 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>	1.491,49
<i>Infeasibility</i>	$4,54 \cdot 10^{-13}$
<i>Iterations</i>	20
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	1.491,49
<i>Objective bound</i>	1.491,49
<i>Steps</i>	0
<i>Update Interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU (K)</i>	33
<i>ER (sec)</i>	0

Tabel 14. Nilai variabel dalam jaringan Multi layanan pada kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$

Variabel	Layanan (i)		
	1	2	3
I_i	0,1	0,1	0,1
x_{ik}	10	10	10
α	1	1	1

Tabel 15. Solusi Lanjut Kasus 1 dengan α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$

Solusi Lanjut	Layanan (i)		
	1	2	3
Kapasitas yang digunakan ($I_i \cdot d_{ik} \cdot x_{ik}$)			
($I_i \cdot d_{i1} \cdot x_{i1}$)	33.492	60	68
($I_i \cdot d_{i2} \cdot x_{i2}$)	2.223	82	2.052
Total kapasitas yang digunakan	37.977		
Pendapatan ($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{ik} \cdot x_{ik}$)			
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i1} \cdot x_{i1}$)	30,03	450,45	150,15
($(\alpha + \beta_i \cdot I_i) \cdot p_{i2} \cdot x_{i2}$)	60,06	560,56	240,24
Total pendapatan	1.491,49		

Tabel 16. Rekapitulasi Solusi Model pada Jaringan Multi Layanan dengan α variabel

Solusi Lanjut	Kasus	
	1	2
Kapasitas total yang digunakan (kbps)	37.977	37.977
Persentase kapasitas total yang digunakan	100%	100%
Pendapatan terbesar per layanan	1.060,5	1.011,01
Total pendapatan	1.564,5	1.491,49

ISP bisa menggunakan model skema pembiayaan internet pada jaringan multi layanan dengan mengatur harga dasar dan kualitas premium bersifat variabel dengan syarat harga dasar, kualitas premium dan tingkat QoS yang sama besar setiap layanan.

Tabel 17. Parameter yang Digunakan pada Model Internet Jaringan Multi Layanan pada Link Multipel

Parameter untuk α, β konstanta	
C_k	: Total kapasitas pada <i>link k</i> (kbps)
m_i	: Minimum QoS untuk layanan <i>i</i> (kbps)
n_i	: Jumlah pengguna layanan <i>i</i>
p_{ik}	: Harga pengguna layanan <i>i</i> pada <i>link k</i>
α	: Harga dasar untuk setiap layanan (rupiah)
β	: Kualitas premium untuk setiap layanan (rupiah/kbps)
S	: Jumlah layanan
Parameter untuk α konstanta, β variabel	
C_k	: Total kapasitas pada <i>link k</i> (kbps)
m_i	: Minimum <i>QoS</i> untuk layanan <i>i</i> (kbps)
n_i	: Jumlah pengguna layanan <i>i</i>
p_{ik}	: Harga pengguna layanan <i>i</i> pada <i>link k</i>
α	: Harga dasar untuk setiap layanan (rupiah)
S	: Jumlah layanan
l_i	: Minimum kualitas premium untuk layanan <i>i</i> (rupiah/kbps)
b_i	: Maximum kualitas premium untuk layanan <i>i</i> (rupiah/kbps)

Tabel 18. Variabel Keputusan yang Digunakan pada Formulasi Model Harga Internet untuk Jaringan Multi Layanan

Variabel jika α, β konstanta	
a_{ik}	: Total kapasitas untuk layanan <i>i</i> pada <i>link k</i> (kbps)
I_i	: Indeks kualitas layanan <i>i</i>
x_{ik}	: Jumlah pengguna yang menggunakan layanan <i>i</i> pada <i>link k</i>
Variabel jika α konstanta, β variabel	
a_{ik}	: Total kapasitas untuk layanan <i>i</i> pada <i>link k</i> (kbps)
I_i	: Indeks kualitas layanan <i>i</i>
x_{ik}	: Jumlah pengguna yang menggunakan layanan <i>i</i> pada <i>link k</i>
β_i	: Kualitas premium untuk layanan <i>i</i> (rupiah/kbps)

Tabel 19. Nilai – Nilai Parameter untuk Multi Layanan

i,k	Kapasitas yang Dibutuhkan (d_{ik})	Total Kapasitas (C_k)	Jumlah Pengguna Maksimum (n_i)	Harga Pengguna Layanan (p_{ik})
1,1	685,15	5.710,42	10	30
2,1	4.970,39		20	45
3,1	59,88		30	20
1,2	2.052,48	4.357,89	10	30
2,2	2.222,77		20	45
3,1	82,64		30	20

Tabel 20. Nilai-Nilai Parameter yang Digunakan untuk α , β Konstanta

Parameter	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$	$I_i < I_{i-1}$
α	0,1	0,1	0,1
β	0,5	0,5	0,5
p_{11}	30	30	30
p_{21}	45	45	45
p_{31}	20	20	20
p_{12}	30	30	30
p_{22}	45	45	45
p_{32}	20	20	20
d_{11}	680,15	680,15	680,15
d_{21}	4.970,39	4.970,39	4.970,39
d_{31}	59,88	59,88	59,88
d_{12}	2.052,48	2.052,48	2.052,48
d_{22}	2.222,77	2.222,77	2.222,77
d_{32}	82,64	82,64	82,64
m_1	0,01	0,01	0,01
m_2	0,01	0,01	0,01
m_3	0,01	0,01	0,01
n_1	10	10	10
n_2	20	20	20
n_3	30	30	30
C_1	5.710,42	5.710,42	5.710,42
C_2	4.357,89	4.357,89	4.357,89

Tabel 21. Nilai-Nilai Parameter yang Digunakan jika α Konstanta, β Variabel

Parame ter	$\beta_i = \beta_{i-1}$			$\beta_i > \beta_{i-1}$			$\beta_i < \beta_{i-1}$		
	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$	$I_i < I_{i-1}$	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$	$I_i < I_{i-1}$	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$	$I_i < I_{i-1}$
α	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
p_{11}	30	30	30	30	30	30	30	30	30
p_{21}	45	45	45	45	45	45	45	45	45
p_{31}	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p_{12}	30	30	30	30	30	30	30	30	30
p_{22}	45	45	45	45	45	45	45	45	45
p_{32}	20	20	20	20	20	20	20	20	20
d_{11}	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15
d_{21}	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39
d_{31}	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88
d_{12}	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15	680,15
d_{22}	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39	4.970,39
d_{32}	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88	59,88
m_1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
m_2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
m_3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
n_1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
n_2	20	20	20	20	20	20	20	20	20
n_3	30	30	30	30	30	30	30	30	30
C_1	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42	5.710,42
C_q	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89	4.357,89
l_1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
l_2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
l_3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
b_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
b_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
b_3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Solusi Model Jaringan Multi Layanan dengan Program Lingo pada Kasus α , β Konstanta

Tabel 22. Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α , β Konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	<i>MINLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Objective</i>	455, 1686
<i>Infeasibility</i>	0,4547474e-12
<i>Iterations</i>	13
<i>Extended Solver status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	455, 1686
<i>Objective bound</i>	455, 1686
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU(K)</i>	32
<i>ER(sec)</i>	0

Tabel 23. Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α , β Konstanta

Variabel	Nilai Variabel	Variabel	Nilai Variabel
α	0,1	p_{11}	30
β	0,5	p_{21}	45
I_1	0,053	p_{31}	20
I_2	0,053	p_{12}	30
I_3	0,053	p_{22}	45
x_{11}	10	p_{32}	20
x_{21}	20	d_{11}	680,15
x_{31}	30	d_{21}	4.970,39
x_{12}	10	d_{31}	59,88
x_{22}	20	d_{12}	2.052,48
x_{32}	30	d_{22}	2.222,77
		d_{32}	82,64

Tabel 24. Index Kualitas per Layanan pada $I_i=I_{i-1}$ dengan α , β Konstanta

Layanan	1	2	3
Kualitas premium (β)	0,5	0,5	0,5
Harga dasar (α)	0,1	0,1	0,1
Tingkat <i>QoS</i> (I_i)	0,053	0,053	0,053
Jumlah pengguna layanan (x_{ik})	10	20	30
Kapasitas pengguna per layanan ($I_i*d_{ik}*x_{ik}$)	1.444,78	7.606,259	226,057
Total kapasitas yang digunakan ($\sum I_i*d_{ik}*x_{ik}$)	9.277,097		
Keuntungan per layanan ($(\alpha+\beta*I_i)*p_{ik}*x_{ik}$)	75,84	227,52	151,68
Total keuntungan ($\sum (\alpha+\beta*I_i)*p_{ik}*x_{ik}$)	455,04		

ISP menawarkan 3 layanan ($S = 3$). Setiap layanan i ; $i = 1, 2, 3$ merupakan tingkat layanan yang tersedia pada jaringan sebesar 5,29%; dengan jumlah pengguna layanan 1 ada 10 orang, layanan 2 ada 20 orang, serta layanan 3 ada 30 orang. Kapasitas pengguna pada layanan 1 sebesar 1.444,781 kbps atau sebesar $\frac{1.444,781}{9.277,097} \times 100\% = 15,57\%$ dari kapasitas total yang digunakan. Kapasitas pengguna pada layanan 2 sebesar 7.606,259 kbps atau sebesar $\frac{7.606,259}{9.277,097} \times 100\% = 81,99\%$ dari kapasitas total yang digunakan. Kapasitas pengguna pada layanan 3 sebesar 226,057 kbps atau sebesar $\frac{226,057}{9.277,097} \times 100\% = 2,44\%$ dari kapasitas total yang digunakan.

Jika ISP menargetkan dapat mengembalikan biaya pengguna layanan dan juga dapat memungkinkan pengguna untuk memilih layanan berdasarkan anggaran dan preferensi pengguna layanan, maka total keuntungan sebesar 455,04 rupiah. Pendapatan ini diperoleh dengan menjumlahkan semua pendapatan setiap layanan dan total kapasitas yang digunakan sebesar 9.277,10 kbps.

Tabel 25. Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta untuk $I_i > I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	<i>MINLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Objective</i>	996,8788
<i>Infeasibility</i>	0,5551115e-016
<i>Iterations</i>	15
<i>Extended Solver status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	996,8788
<i>Objective bound</i>	996,8788
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU(K)</i>	32
<i>ER(sec)</i>	0

Tabel 26. Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta

Variabel	Nilai Variabel	Variabel	Nilai Variabel
α	0,1	p_{11}	30
β	0,5	p_{21}	45
I_1	0,01	p_{31}	20
I_2	0,038	p_{12}	30
I_3	1	p_{22}	45
x_{11}	10	p_{32}	20
x_{21}	20	d_{11}	680,15
x_{31}	30	d_{21}	4.970,39
x_{12}	10	d_{31}	59,88
x_{22}	20	d_{12}	2.052,48
x_{32}	30	d_{22}	2.222,77
		d_{32}	82,64

Tabel 27. Index Kualitas per Layanan pada $I_i > I_{i-1}$ dengan α, β Konstanta

Layanan	1	2	3
Kualitas premium (β)	0,5	0,5	0,5
Harga dasar (α)	0,1	0,1	0,1
Tingkat <i>QoS</i> (I_i)	0,01	0,038	1
Jumlah pengguna layanan (x_{ik})	10	20	30
Kapasitas pengguna per layanan ($I_i * d_{ik} * x_{ik}$)	273,263	5.466,8016	4.275,6
Total kapasitas yang digunakan ($\sum I_i * d_{ik} * x_{ik}$)	10.015,6646		
Keuntungan per layanan ($(\alpha + \beta * I_i) * p_{ik} * x_{ik}$)	63	214,2	720
Total keuntungan ($\sum (\alpha + \beta * I_i) * p_{ik} * x_{ik}$)	997,2		

Tabel 28. Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta untuk $I_i < I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	<i>MINLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Objective</i>	464,2416
<i>Infeasibility</i>	0,4547474e-012
<i>Iterations</i>	13
<i>Extended Solver status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	464,2416
<i>Objective bound</i>	464,2416
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU(K)</i>	32
<i>ER(sec)</i>	0

Tabel 29. Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α, β Konstanta

variabel	Nilai Variabel	Variabel	Nilai Variabel
α	0,1	p_{11}	30
β	0,5	p_{21}	45
I_1	0,098	p_{31}	20
I_2	0,050	p_{12}	30
I_3	0,0498	p_{22}	45
x_{11}	10	p_{32}	20
x_{21}	20	d_{11}	680,15
x_{31}	30	d_{21}	4.970,39
x_{12}	10	d_{31}	59,88
x_{22}	20	d_{12}	2.052,48
x_{32}	30	d_{22}	2.222,77
		d_{32}	82,64

Tabel 30. Index Kualitas per Layanan pada $I_i < I_{i-1}$ dengan α, β Konstanta

Layanan	1	2	3
Kualitas premium (β)	0,5	0,5	0,5
Harga dasar (α)	0,1	0,1	0,1
Tingkat QoS (I_i)	0,098	0,05	0,0498
Jumlah pengguna layanan (x_{ik})	10	20	30
Kapasitas pengguna per layanan ($I_i * d_{ik} * x_{ik}$)	2.677,977	7.193,16	212,925
Total kapasitas yang digunakan ($\sum I_i * d_{ik} * x_{ik}$)	10.084,062		
Keuntungan per layanan ($(\alpha + \beta * I_i) * p_{ik} * x_{ik}$)	89,4	225	149,88
Total keuntungan ($\sum (\alpha + \beta * I_i) * p_{ik} * x_{ik}$)	464,28		

Tabel 31. Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	<i>MINLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Objective</i>	455,1686
<i>Infeasibility</i>	0,8417828e-08
<i>Iterations</i>	13
<i>Extended Solver status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	455,1686
<i>Objective bound</i>	455,1686
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU(K)</i>	35
<i>ER(sec)</i>	0

Tabel 32. Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan dengan α sebagai Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$

variabel	Nilai Variabel	Variabel	Nilai Variabel
α	0,1	p_{11}	30
β_1	0,5	p_{21}	45
β_2	0,5	p_{31}	20
β_3	0,5	p_{12}	30
I_1	0,053	p_{22}	45
I_2	0,053	p_{32}	20
I_3	0,053	d_{11}	680,15
x_{11}	10	d_{21}	4.970,39
x_{21}	20	d_{31}	59,88
x_{31}	30	d_{12}	2.052,48
x_{12}	10	d_{22}	2.222,77
x_{22}	20	d_{32}	82,64
x_{32}	30		

Tabel 33. Indeks Kualitas per Layanan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ dengan $I_i = I_{i-1}$

Layanan	1	2	3
Kualitas premium (β_i)	0,5	0,5	0,5
Harga dasar (α)	0,1	0,1	0,1
Tingkat QoS (I_i)	0,053	0,053	0,053
Jumlah pengguna layanan (x_i)	10	20	30
Kapasitas pengguna per layanan ($I_i * d_i * x_i$)	1.448,294	7.624,75	226,607
Total kapasitas yang digunakan ($\sum I_i * d_i * x_i$)	9.299,651		
Keuntungan per layanan ($(\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$)	75,9	227,7	151,8
Total keuntungan ($\sum (\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$)	455,4		

Tabel 34. Solusi Model yang Diperbaiki dalam Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	<i>MINLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Objective</i>	996,8788
<i>Infeasibility</i>	0,5551115e-016
<i>Iterations</i>	15
<i>Extended Solver status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	996,8788
<i>Objective bound</i>	996,8788
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>Active</i>	0
<i>GMU(K)</i>	35
<i>ER(sec)</i>	0

Tabel 35. Nilai-Nilai Variabel pada Jaringan Multi Layanan α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i > I_{i-1}$

variabel	Nilai Variabel	Variabel	Nilai Variabel
α	0,1	p_{11}	30
β_1	0,5	p_{21}	45
β_2	0,5	p_{31}	20
β_3	0,5	p_{12}	30
I_1	0,01	p_{22}	45
I_2	0,038	p_{32}	20
I_3	1	d_{11}	680,15
x_{11}	10	d_{21}	4.970,39
x_{21}	20	d_{31}	59,88
x_{31}	30	d_{12}	2.052,48
x_{12}	10	d_{22}	2.222,77
x_{22}	20	d_{32}	82,64
x_{32}	30		

Tabel 36. Indeks Kualitas per Layanan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ dengan $I_i > I_{i-1}$

Layanan	1	2	3
Kualitas premium (β_i)	0,5	0,5	0,5
Harga dasar (α)	0,1	0,1	0,1
Tingkat <i>QoS</i> (I_i)	0,01	0,038	1
Jumlah pengguna layanan (x_{ik})	10	20	30
Kapasitas pengguna per layanan ($I_i * d_{ik} * x_{ik}$)	273,263	5.466,802	4.275,6
Total kapasitas yang digunakan ($\sum I_i * d_i * x_i$)	10.015,665		
Keuntungan per layanan ($(\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$)	63	214,2	720
Total keuntungan ($\sum (\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i$)	997,2		

Rekapitulasi Perbandingan Total Keuntungan pada Jaringan Multi Layanan

Tabel 37. Rekapitulasi Kapasitas dan Total Keuntungan pada α, β Konstanta

Kasus	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$	$I_i < I_{i-1}$
Kapasitas total yang digunakan	9.277,097	10.015,6646	10.084,062
Persentase kapasitas total yang digunakan	91,99%	99,32%	99,99%
Total keuntungan	455,04	997,2	265,5

Tabel 38. Rekapitulasi Kapasitas dan Total Keuntungan pada α Konstanta, β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$

Kasus	$I_i = I_{i-1}$	$I_i > I_{i-1}$
Kapasitas total yang digunakan	9.299,651	10.015,665
Persentase kapasitas total yang digunakan	92,85	99,99%
Total keuntungan	455,4	997,2

Solusi untuk Model Pembiayaan Internet dalam Jaringan Multi Kelas Multipel Link

Tabel 39-61 di bawah ini menjelaskan solusi model pembiayaan internet dalam jaringan multi kelas multipel link..

Tabel 39. Parameter untuk Setiap Model pada Jaringan Multi Kelas QoS dengan β_j sebagai konstanta dan β_j variabel

Parameter untuk model <i>original</i>		
α_j	:	harga dasar kelas j
C_k	:	kapasitas total yang terdapat pada <i>link</i> k
Parameter untuk model modifikasi 1 dengan β_j sebagai konstanta		
α_j	:	harga dasar kelas j
β_j	:	kualitas premium kelas j
C_k	:	kapasitas total yang terdapat pada <i>link</i> k
d_j	:	nilai indeks kualitas maksimum untuk kelas j
Parameter untuk model modifikasi 2 dengan β_j variabel		
α_j	:	harga dasar kelas j
C_k	:	kapasitas total yang terdapat pada <i>link</i> k
d_j	:	nilai indeks kualitas maksimum untuk kelas j
f	:	nilai kualitas premium minimum untuk kelas j
g	:	nilai kualitas premium maksimum untuk kelas j

Tabel 40. Variabel Keputusan untuk Setiap Model pada Jaringan Multi Kelas QoS dengan β_j sebagai konstanta dan β_j variabel

Variabel keputusan untuk model 1 original	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ berada di kelas } j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$
\hat{X}_{ij}	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j
\hat{X}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
W_j	: harga sensitivitas untuk kelas j
\tilde{W}_{ij}^k	: harga sensitivitas pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
L_j	: <i>bandwidth</i> minimum untuk kelas j
\tilde{L}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> minimum pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
X_j	: <i>bandwidth</i> untuk tiap individu di kelas j
Variabel keputusan untuk model modifikasi 1 dengan β_j sebagai konstanta	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ berada di kelas } j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$
\hat{X}_{ij}	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j
\hat{X}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
I_j	: indeks kualitas kelas j
W_j	: harga sensitivitas untuk kelas j
\tilde{W}_{ij}	: harga sensitivitas pengguna i di kelas j
\tilde{W}_{ij}^k	: harga sensitivitas pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
L_j	: <i>bandwidth</i> minimum untuk kelas j
\tilde{L}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> minimum pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
X_j	: <i>bandwidth</i> untuk tiap individu di kelas j
Variabel keputusan untuk model modifikasi 2 dengan β_j sebagai variabel	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ berada di kelas } j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$
\hat{X}_{ij}	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j
\hat{X}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
W_j	: harga sensitivitas untuk kelas j
\tilde{W}_{ij}	: harga sensitivitas pengguna i di kelas j
\tilde{W}_{ij}^k	: harga sensitivitas pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
L_j	: <i>bandwidth</i> minimum untuk kelas j
\tilde{L}_{ij}^k	: <i>bandwidth</i> minimum pengguna i untuk kelas j pada <i>link</i> k
X_j	: <i>bandwidth</i> untuk tiap individu di kelas j
β_j	: kualitas premium kelas j

Tabel 41. Nilai – nilai parameter pada model original

Parameter	Kelas (j)	
	1	2
C_j	34.172	4.275
α_j	0,3	0,4
c_j	4	5

Tabel 42. Nilai-Nilai Parameter pada Model Modifikasi β_j sebagai konstanta dalam link 1

Parameter	Kelas (j)	
	1	2
C	33.620	4357
α_j	0,3	0,4
β_j	0,01	0,05
c_j	4	5
d_j	0,8	0,9

Tabel 43. Nilai-Nilai Parameter pada Model Modifikasi β_j sebagai konstanta dalam link 2

Parameter	Kelas (j)	
	1	2
C	33.620	4357
α_j	0,3	0,4
c_j	4	5
d_j	0,8	0,9
f	0,01	0,01
g	0,5	0,5

Tabel 44. Solusi Optimal model *original*

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	INLP
<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

Tabel 45. Nilai – nilai variabel pada model original dan model modifikasi dengan β_j sebagai konstanta.

Variabel	Model 1 Original	Model 1 Modifikasi 1	
		\bar{W}_{ij} Par W_j Var	\bar{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
\tilde{W}_{11}	4	4	5
\tilde{W}_{12}	4	5	4
\tilde{W}_{21}	5	4	5
\tilde{W}_{22}	5	5	4
X_1	4	968	990
X_2	3	1.210	1.188
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}	2.173	1.210	1.188
\hat{X}_{21}	6	968	990
\hat{X}_{22}	2.173	1.210	1.188
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}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{221}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{112}	5	968	990
\tilde{X}_{212}	6	968	990
\tilde{X}_{122}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{222}	2.173	1.210	1.188

Tabel 46. Solusi Optimal untuk model modifikasi dengan β_j sebagai konstanta

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

Tabel 47. Variabel pada model original dan model modifikasi dengan β_j sebagai variabel.

Variabel	Model 1 Modifikasi 1	
	\widetilde{W}_{ij} Par W_i Var	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Par
β_1	0,05	0,05
β_2	0,05	0,05
Z_{11}	1	1
Z_{12}	0	1
Z_{21}	0	1
Z_{22}	1	1
\widetilde{W}_{11}	5	5
\widetilde{W}_{12}	4	4
\widetilde{W}_{21}	5	5
\widetilde{W}_{22}	4	4
X_1	968	990
X_2	1.210	1.188
L_{m1}	0	0
L_{m2}	0	0
I_1	0,8	0,8
I_2	0,9	0,9
\hat{X}_{11}	968	990
\hat{X}_{12}	1.210	1.188
\hat{X}_{21}	968	990
\hat{X}_{22}	1.210	1.188
W_1	8	5
W_2	10	6
\tilde{X}_{111}	968	990
\tilde{X}_{211}	968	990
\tilde{X}_{121}	1.210	1.188
\tilde{X}_{221}	1.210	1.188
\tilde{X}_{112}	968	990
\tilde{X}_{212}	968	990
\tilde{X}_{122}	1.210	1.188
\tilde{X}_{222}	1.210	1.188

Tabel 48. Solusi Optimal untuk model modifikasi 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>	<i>INLP</i>	
<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

Tabel 49. 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_i 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	1.210	1.188
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}	2.173	1.210	1.188
\hat{X}_{21}	6	968	990
\hat{X}_{22}	2.173	1.210	1.188
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}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{221}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{112}	5	968	990
\tilde{X}_{212}	6	968	990
\tilde{X}_{122}	2.173	1.210	1.188
\tilde{X}_{222}	2.173	1.210	1.188

Tabel 50. 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

Tabel 51. Rekapitulasi Solusi Model Original dan Model Modifikasi dengan α sebagai variabel

<i>Solver Status</i>	<i>Model Original</i>	<i>Model Modifikasi 1</i>		<i>Model Modifikasi 2</i>	
		\widetilde{W}_{ij} Par W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Par	\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	$4,54 \cdot 10^{-13}$	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

Hasil rekapitulasi perbandingan solusi optimal antara model original, model modifikasi 1 dan model modifikasi 2 pada Tabel 4.25 menunjukkan bahwa solusi yang lebih optimal adalah pada model modifikasi 1 dan model modifikasi 2 dengan \widetilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel dengan *best objective* masing-masing sebesar 182,733 dan 182,797 (dalam kbps). Jadi, ISP bisa menggunakan model skema pembiayaan internet pada multi kelas dengan mengatur \widetilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel.

Tabel 52. Parameter-Parameter yang Digunakan untuk Memperbaiki Model pada Link Multipel terhadap Jaringan Multi Kelas untuk α konstanta

Parameter untuk model original	
C_k	: Total <i>bandwidth</i> pada <i>link k</i> (kbps)
α	: Harga dasar (rupiah)
Parameter untuk model modifikasi (α β konstanta)	
α	: Harga dasar (rupiah)
β	: Kualitas premium yang memiliki kinerja pelayanan I_j (rupiah/kbps)
C_k	: Total <i>bandwidth</i> pada <i>link k</i> (kbps)
d_j	: Nilai maksimum indeks kualitas dalam kelas j
Parameter untuk model modifikasi 1 (α konstanta β variabel)	
C_k	: Total <i>bandwidth</i> pada <i>link k</i> (kbps)
α	: Harga dasar (rupiah)
d_j	: Nilai maksimum indeks kualitas dalam kelas j
f_i	: Nilai minimum kualitas premium untuk kelas j (rupiah/kbps)
g_i	: Nilai maksimum kualitas premium untuk kelas j (rupiah/kbps)

Tabel 53. Variabel Keputusan yang Digunakan untuk Formulasi Jaringan Multi Kelas untuk α konstanta

Variabel yang digunakan pada model original	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{pengguna } i \text{ pada kelas } j \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$
\tilde{X}_{ij}	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
L_j	: Minimum <i>bandwidth</i> untuk kelas j (kbps)
W_j	: Harga sensitivitas untuk kelas j (rupiah)
X_j	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh oleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
\tilde{W}_{ij}	: Harga sensitivitas untuk pengguna i di kelas j (rupiah)
Variabel yang digunakan pada model modifikasi 1 (α β konstanta)	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{pengguna } i \text{ pada kelas } j \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$
\tilde{X}_{ij}	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
L_j	: Minimum <i>bandwidth</i> untuk kelas j (kbps)
W_j	: Harga sensitivitas untuk kelas j (rupiah)
X_j	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh oleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
\tilde{W}_{ij}	: Harga sensitivitas untuk pengguna i di kelas j (rupiah)
I_j	: Indeks kualitas dari kelas j
Variabel yang digunakan pada model modifikasi 1 (α konstanta β variabel)	
Z_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{pengguna layanan } j \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases}$
\tilde{X}_{ij}	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
L_j	: Minimum <i>bandwidth</i> untuk kelas j (kbps)
W_j	: Harga sensitivitas untuk kelas j (rupiah)
X_j	: <i>Bandwidth</i> akhir yang diperoleh oleh pengguna i untuk kelas j (kbps)
\tilde{W}_{ij}	: Harga sensitivitas untuk pengguna i di kelas j (rupiah)
I_j	: Indeks kualitas dari kelas j
β_j	: Kualitas premium kelas j yang memiliki kinerja pelayanan I_j (rupiah/kbps)

Tabel 54. Nilai - Nilai Parameter dalam Jaringan Multi Kelas untuk α konstanta

Parameter	
Total bandwidth (C_1)	3.392,49
Total bandwidth (C_2)	62,06
Harga dasar kelas 1 (α_1)	0,2
Harga dasar kelas 2 (α_2)	0,3

Tabel 55. Nilai-Nilai Variabel pada Model Original untuk α konstanta

Variabel	Nilai	Variabel	Nilai
α_1	0,2	\hat{X}_{11}	5
α_2	0,3	\hat{X}_{21}	6
β_1	-	\hat{X}_{12}	4
β_2	-	\hat{X}_{22}	7
Z_{11}	1	L_{M_1}	6
Z_{21}	1	L_{M_1}	7
Z_{12}	1	X_1	5
Z_{22}	1	X_2	4
\tilde{W}_{11}	8	I_1	-
\tilde{W}_{21}	7	I_2	-
\tilde{W}_{12}	9	W_1	0
\tilde{W}_{22}	10	W_2	0

Tabel 56. Solusi Model Original untuk α konstanta

Solver Status	
Model Class	INLP
State	Local optimal
Infeasibility	0
Iterations	4
Extended Solver State	
Solver type	Branch & Bound
Active	0
Update interval	2
GMU(K)	32
ER(sec)	0
Best Objective	1
Objective bound	1
ESS	0
TSI	4

Solusi Model Jaringan Multi Kelas dengan Program Lingo pada Model Modifikasi

Model modifikasi dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel
2. \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan W_j sebagai parameter

Tabel 57. Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi untuk α dan β konstanta

Variabel	Modifikasi	Variabel	Modifikasi
	\tilde{W}_{ij} Par W_j Var		\tilde{W}_{ij} Par W_j Var
α_1	0,2	\tilde{W}_{21}	15
α_2	0,3	\tilde{W}_{22}	15
β_1	-	\hat{X}_{11}	5
β_2	-	\hat{X}_{12}	4
Z_{11}	1	\hat{X}_{21}	6
Z_{12}	1	\hat{X}_{22}	7
Z_{21}	1	L_1	6
Z_{22}	1	L_2	7
W_1	0	X_1	5
W_2	0	X_2	4
\tilde{W}_{11}	12	I_1	0
\tilde{W}_{12}	12	I_2	0

Tabel 57 tersebut menjelaskan nilai-nilai variabel pada model modifikasi. *Bandwidth* akhir (\hat{X}_{ij}) yang diperoleh pengguna untuk kasus modifikasi yaitu untuk \hat{X}_{11} sebesar 5 kbps, untuk \hat{X}_{12} sebesar 4 kbps, untuk \hat{X}_{21} sebesar 6 kbps, dan \hat{X}_{22} sebesar 7 kbps. Kualitas premium untuk pengguna 1 sebesar 0,01 rupiah/kbps dan untuk pengguna 2 sebesar 0,02 rupiah/kbps. Minimum *bandwidth* untuk L_1 dan L_2 adalah 6 kbps dan 7 kbps. Harga sensitivitas untuk kelas 1 dan kelas 2 (W_1 dan W_2) adalah 0 rupiah untuk W_j sebagai variabel dan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter. ISP memvariasikan harga dasar 0,2 rupiah dan 0,3 rupiah serta kualitas premium 0,01 rupiah/kbps dan 0,02 rupiah/kbps untuk semua kasus agar ISP mendapatkan kembali biaya yang dikeluarkan dan pengguna dapat memilih kelas yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Tabel 58 berikut ini menjelaskan solusi model modifikasi yang diperbaiki menggunakan data server lokal pada Tabel 4.1 sebagai nilai C_1 dan Tabel 4.2 sebagai nilai C_2 yang menghasilkan solusi yang disajikan dalam Tabel 58 berikut:

Tabel 58. Solusi Model Modifikasi untuk α dan β konstanta

<i>Solver Status</i>	W_j Var \tilde{W}_{ij} Par
<i>Model Class</i>	<i>INLP</i>
<i>State</i>	<i>Local optimal</i>
<i>Infeasibility</i>	0
<i>Iterations</i>	4
<i>Extended Solver state</i>	
<i>Solver type</i>	<i>Branch & Bound</i>
<i>Active</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>GMU(K)</i>	35
<i>ER(sec)</i>	1
<i>Best Objective</i>	1
<i>Objective bound</i>	1
<i>ESS</i>	0
<i>TSI</i>	4

Generated Memory Used (GMU) pada model ini adalah 35 kilo. *Elapsed Runtime* (ER) menjelaskan tentang total waktu yang digunakan untuk menghasilkan dan menyelesaikan model serta dipengaruhi oleh jumlah aplikasi lain yang berjalan dalam sistem ini. Pada kasus ini jumlah ER adalah 1 *second*. *Extended Solver Steps* (ESS) tergantung pada solver tertentu yang sedang berjalan. Karena model memiliki pemecah jenis *Branch* dan *Bound* sehingga ESS adalah 0. ISP dapat memperoleh keuntungan maksimum pada saat W_j sebagai variabel dan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter sehingga memungkinkan ISP dapat memulihkan biaya dengan keuntungan maksimum sebesar 1 rupiah.

Tabel 59. Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi 1 α konstanta dan β variabel

Variabel	Modifikasi 1	
	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Var W_j Par
α_1	0,2	0,2
α_2	0,3	0,3
β_1	0,04	0,04
β_2	0,03	0,03
Z_{11}	1	1
Z_{12}	0	1
Z_{21}	0	1
Z_{22}	1	1
W_1	8	10
W_2	10	12
\widetilde{W}_{11}	12	10
\widetilde{W}_{12}	15	12
\widetilde{W}_{21}	12	10
\widetilde{W}_{22}	15	12
\hat{X}_{11}	13,79111	14,10455
\hat{X}_{12}	17,23889	14,10455
\hat{X}_{21}	13,79111	16,92545
\hat{X}_{22}	17,23889	16,92545
L_1	7	6
L_2	7	7
X_1	13,79111	14,10455
X_2	17,23889	16,92545
I_1	0,9	0,9
I_2	0,8	0,8

Tabel 60. Solusi Model Modifikasi 1 α dan β konstanta

Solver Status	\widetilde{W}_{ij} Par W_j Var	\widetilde{W}_{ij} Var W_j Par
Model Class	INLP	
State	Local optimal	
Infeasibility	0	0
Iterations	28	19
Extended Solver state		
Solver type	Branch & Bound	
Active	0	0
Update interval	2	2
GMU(K)	36	34
ER(sec)	0	0
Best Objective	29,515	39,4046
Objective bound	29,515	39,4046
ESS	0	0
TSI	28	19

Generated Memory Used (GMU) tertinggi pada model ini adalah 36 kilo untuk kasus W_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel, sedangkan 34 kilo untuk \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan W_j sebagai parameter. *Elapsed Runtime* (ER) menjelaskan tentang total waktu yang digunakan untuk menghasilkan dan menyelesaikan model serta dipengaruhi oleh jumlah aplikasi lain yang berjalan dalam sistem ini. Pada kasus ini jumlah ER adalah 0 *second* untuk W_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel, serta \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan W_j sebagai parameter. *Extended Solver Steps* (ESS) tergantung pada solver tertentu yang sedang berjalan. Karena semua model memiliki pemecah jenis *Branch* dan *Bound* sehingga ESS adalah 0. ISP dapat memperoleh keuntungan maksimum pada saat \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan W_j sebagai parameter sehingga memungkinkan ISP dapat memulihkan biaya dengan nilai maksimum sebesar 39,4046 rupiah.

Rekapitulasi Perbandingan Total Keuntungan pada Jaringan Multi Kelas

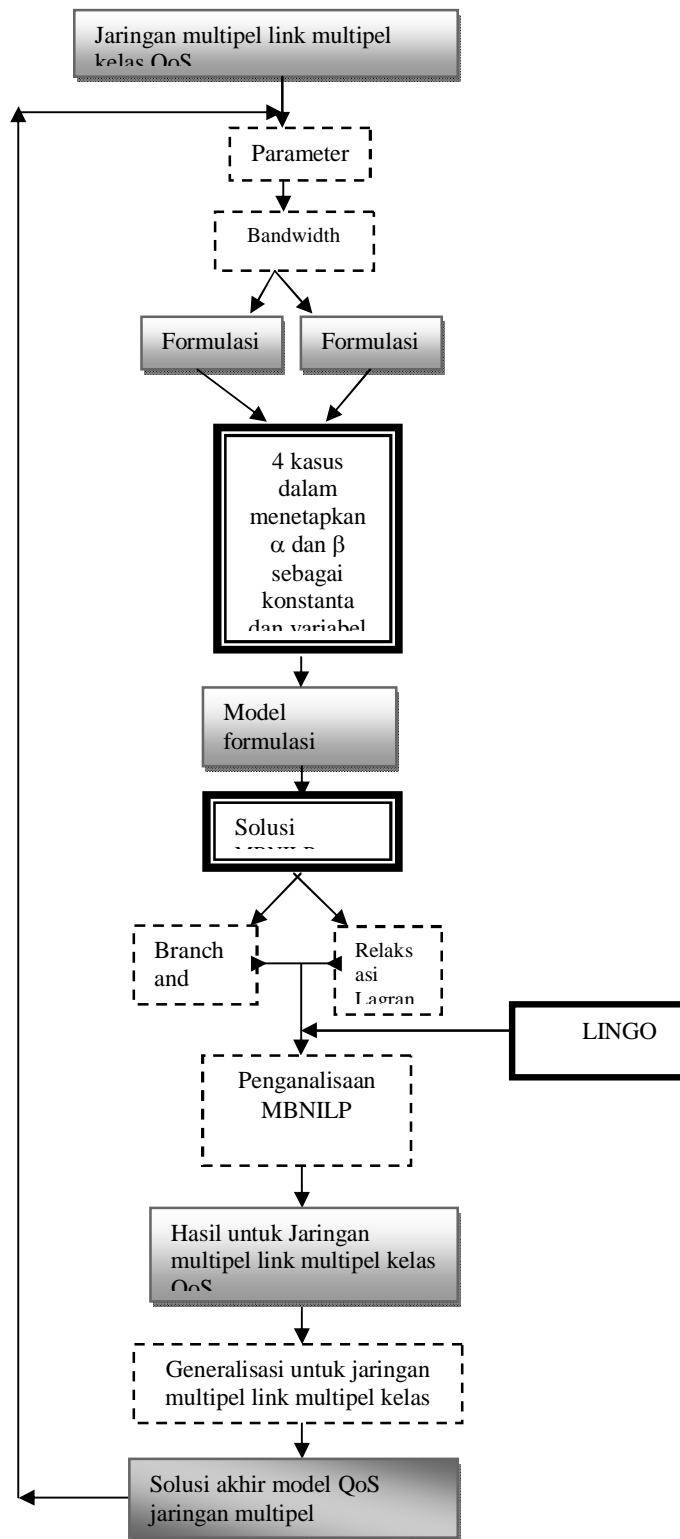
Berdasarkan hasil formulasi solusi model jaringan multi kelas didapat rekapitulasi yang ditampilkan pada Tabel 61 berikut:

Tabel 61. Rekapitulasi Total Keuntungan pada Model Multi Kelas α konstanta

Kasus	Model	Model Modifikasi	Model Modifikasi 1	
	Original	W_{ij} variabel W_j parameter	W_{ij} parameter W_j variabel	W_{ij} variabel W_j parameter
Total Keuntungan	1	1	29,515	39,4046

Berdasarkan hasil rekapitulasi didapat bahwa ISP dapat memperoleh keuntungan maksimal pada kasus model modifikasi 1 dengan W_{ij} sebagai variabel dan W_j sebagai parameter dengan total keuntungan 39,4046 rupiah.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA



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

Gambar 3 di atas menunjukkan skema kerja yang akan digunakan dalam dua tahun Penelitian. Adapun rencana tahapan Penelitian tahun kedua adalah sebagai berikut.

- a. Pengeneralisasian 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.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada jaringan multi layanan pada kasus 1 (α dan β sebagai variabel) hanya menghasilkan 1 solusi optimal pada saat α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β_i sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan total pendapatan sebesar 1564,5 rupiah (dalam kbps). Sedangkan, pada kasus 2 (α sebagai variabel dan β konstanta) juga menghasilkan 1 solusi optimal pada saat α_i sebagai $\alpha_i = \alpha_{i-1}$ dan β sebagai konstanta untuk $I_i = I_{i-1}$ dengan total pendapatan sebesar 1.491,49 rupiah (dalam kbps).
2. Pada jaringan multi kelas didapatkan solusi optimal pada model modifikasi 1 dengan α variabel dan β sebagai konstanta dan model modifikasi 2 α variabel dan β variabel sebagai dengan \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan W_j sebagai variabel dengan *best objective* masing-masing sebesar 182,733 dan 182,797 (dalam kbps).
3. Jaringan multi kelas pada model modifikasi dengan α dan β sebagai konstanta, ISP dapat mengadopsi \tilde{W}_{ij} sebagai parameter dan \tilde{W}_j sebagai variabel untuk mendapatkan keuntungan maksimum sebesar 1 rupiah agar mendapatkan kembali biaya yang dikeluarkan dan pengguna dapat memilih kelas yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.
4. Jaringan multi kelas pada model modifikasi 1 dengan α konstanta dan β sebagai variabel, ISP dapat mengadopsi \tilde{W}_{ij} sebagai variabel dan \tilde{W}_j sebagai parameter untuk mendapatkan keuntungan maksimum sebesar 39,4046 rupiah agar mendapatkan kembali biaya yang dikeluarkan dan juga dapat mempromosikan penggunaan layanan *QoS* ini kepada pengguna.
5. Pada jaringan multi layanan α , β sebagai konstanta untuk mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan pengguna dapat memilih layanan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. ISP dapat mengadopsi kasus $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas yang digunakan sebesar 99,32% dengan total keuntungan sebesar 997,2 rupiah.

6. Pada jaringan multi layanan saat α sebagai konstanta dan β sebagai $\beta_i = \beta_{i-1}$ untuk mendapatkan kembali biaya yang ISP keluarkan dan ISP juga dapat mempromosikan penggunaan layanan *QoS* ini kepada pengguna, maka ISP dapat mengadopsi pada kasus $I_i > I_{i-1}$ dengan persentase kapasitas yang digunakan sebesar 99,99% dengan total keuntungan sebesar 997,2 rupiah.

7.2 Saran

Pada penelitian ini hanya membahas model yang dimodifikasi dan solusi optimal skema pembiayaan internet link multipel, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk membahas skema pembiayaan internet dengan jumlah jaringan multi layanan lebih dari tiga dan jumlah jaringan multi kelas *QoS* lebih dari dua dengan link multipel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alderson, D., Willinger, W., Li, L., & Doyle, J. (2006). An Optimization-Based Approach to Modelling Internet Topology. *Telecommunications Planning: Innovations in Pricing, Network Design and Management Operations Research/Computer Science Interfaces Series*, 33, 101-136.
- Byun, J., & Chatterjee, S. (2004). *A strategic pricing for quality of service (QoS) network business*. Paper presented at the Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems, New York.
- Eltarjaman, W., Ashibani, M., & El-Jabu, B. (2007). *Towards optimized qos based – charging model*. Paper presented at the Southern African Telecommunication Networks and Applications Conference(SATNAC 2007).
- Garcell, M. A. G., Delgado, L. Y. M., Torres, L. A., & Isaac, A. C. (2008). Identifying and solving optimization problems on internet. *Вестник ТИТУ. 2008. Том 14. № 2. Transactions TSTU*, 392-404.
- Gu, C., Zhuang, S., & Sun, Y. (2011). Pricing incentive mechanism based on multistages traffic classification methodology for QoS-enabled networks. *Journal of Networks*, 6(1), 163-171.
- Karp, R. (2005). Optimization Problems Related to Internet Congestion Control. In M. C. Golumbic & I. B.-A. Hartman (Eds.), *Graph Theory, Combinatorics and Algorithms Interdisciplinary Applications*. (pp. 1-16). New York: Springer Science.
- Marzolla, M., & Mirandola, R. (2010). *QoS Analysis for Web Service Applications: a Survey of Performance-oriented Approaches from an Architectural Viewpoint* (No. UBLCS-2010-05). Bologna, Italy: Department of Computer Science University of Bologna. Document Number)
- Odlyzko, A. (2001). Internet Pricing and the history of communications. *Computer Networks*, 36(5/6), 493-517.
- Puspita, F. M., Seman, K., & Sanugi, B. (2011). *Internet Charging Scheme Under Multiple QoS Networks*. Paper presented at the The International Conference on Numerical Analysis & Optimization (ICeMATH 2011) 6-8 June 2011, Yogyakarta, Indonesia.
- Puspita, F. M., Seman, K., & Taib, B. M. (2011). *A Comparison of Optimization of Charging Scheme in Multiple QoS Networks*. Paper presented at the 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, PWTC, KUALA LUMPUR.
- Puspita, F. M., Seman, K., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2012a). An improved optimization model of internet charging scheme in multi service networks. *TELKOMNIKA*, 10(3), 592-598.
- Puspita, F. M., Seman, K., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2012b). *Models of Internet Charging Scheme under Multiple QoS Networks*. Paper presented at the

- International Conferences on Mathematical Sciences and Computer Engineering 29-30 November 2012, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Puspita, F. M., Seman, K., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2012c). A new approach of optimization model on internet charging scheme in multi service networks. *International Journal of Science and Technology*, 2 (6), 391-394.
- Ros, D., & Tuffin, B. (2004). 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* 46(1).
- Shakkottai, S., & Srikant, R. (2007). Network optimization and control. *Foundations and Trends in Networking* 2(3), 271-379.
- Soursos, S., Courcoubetis, C., & Weber, R. (2008). Dynamic bandwidth pricing: provision costs, market size, effective bandwidths and price games. *Journal of Universal Computer Science*, 14(5), 766-785.
- Tuffin, B. (2003). Charging the internet without bandwidth reservation: An overview and bibliography of mathematical approaches. *Journal of Information Science and Engineering*, 19(5), 765-786.
- Wu, M., Xiong, X., Ying, J., Jin, C., & Yu, C. (2009). *A web services composition model for QoS global optimization*. Paper presented at the Proceedings of the Second Symposium International Computer Science and Computational Technology (ISCSCT '09), Huangshan, P. R. China, 26-28 Dec 2009.
- Yang, W. (2004). *Pricing Network Resources in Differentiated Service Networks*. Phd Thesis. Georgia Institute of Technology.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

BIODATA KETUA DAN ANGGOTA TIM 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	pipitmac140201@gmail.com	
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	
Bidang Ilmu	Matematika	Matematika	
Tahun Masuk - Lulus	1993 - 1997	2001-2004	
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Kajian Metode Zoutendijk dan Metode Gradien Rosen dalam Menentukan Nilai Optimal Fungsi Nonlinier Berkendala	On Vehicle Routing Problem	
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Cinta Sembiring Drs. Robinson Sitepu, M.Si	Prof. Dr. Louis Caccetta	

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	Model Formulasi Improved Pada Skema Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck Jaringan Multipel Kelas QoS	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	40
2	2014	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi	DIKTI (Hibah Fundamental)	46

		(Information Services)	tahun II)	
3	2014	Optimization Of Internet Pricing Under Multiple Wireless Networks Serving Multiple Quality Of Service (Qos)	Kementrian Pengajian Malaysia	390
4	2013	Optimalisasi Skema Pembiayaan Internet Menurut Multiple Qos Network	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	39
5	2013	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi (Information Services)	DIKTI (Hibah Fundamental tahun I)	34
6	2013	Model Optimasi Skema Pembiayaan Internet Menurut Multiple Qos Network	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	39
7	2011	Optimization of Internet Charging under Multiple QoS Networks	Ministry of Education, Malaysia	468
8	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
9	2009	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 I)	35

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	Improving the Models of Internet Charging in Single Link Multiple Class QoS Networks Advanced Computer and Communication Engineering Technology	. In H. A. Sulaiman, M. A. Othman, M. F. I. Othman, Y. A. Rahim & N. C. Pee (Eds.), (Vol. 315). Switzerland: Springer Publishing International.	Advanced Computer and Communication Engineering Technology
2	2015	The Improved Models of Internet Pricing Scheme of Multi Service Multi Link Networks with Various	(Vol. 315): Springer.	Advanced Computer and Communication Engineering

		Capacity Links.		Technology
3	2014	Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network.	September, 106-112.	Australian Journal of Basic and Applied Sciences
4	2014	Generalized models for internet pricing scheme under multi class QoS networks.,	August, 543-550.	Australian Journal of Basic and Applied Sciences
5	2014	Model and optimal solution of single link pricing scheme multiservice network.	12(1), 173-178.	TELKOMNIKA,
6	2014	Cobb-Douglass Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model.	12(1).	TELKOMNIKA,
7	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>
8	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>
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 (IAAS)
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
14	2012	A Comparison of Optimization of Charging Scheme in Multiple QoS Networks	Vol 1 2012	The International Journal of AYRC X ²
15	2011	Modeling and Optimal Solution of <i>Open Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (Ocvrp) in Garbage Transportation in Kecamatan Seberang Ulu I Kota	5(5): 9-17, 2011 ISSN 1991-8178	Australian Journal of Basic and Applied Sciences

	Palembang		
--	-----------	--	--

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	1st International Conference on Computer Science and Engineering,	An Improved Model of Internet Pricing Scheme of Multi Link Multi Service Network with Various Value of Base Price, Quality Premium and QoS Level.	Oktober 2014, Palembang, South Sumatera, Indonesia.
2	International Conference on Education, Technologies and Sciences	Multi Link Internet Charging Scheme Serving Multi Class QoS	November 2014, Jambi
3	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.	Mei 2014, Melaka, Malaysia.
4	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.	Juni 2013, Universitas Teknologi Yogyakarta
5	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.	Juli 2013, Universiti Utara Malaysia, Sintok, Kedah
6	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
7	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
8	The International Conference on Numerical Analysis and Optimization	Internet Charging Scheme under Multiple QoS Networks	2011, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

	(ICeMATH2011)		
--	---------------	--	--

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 2014



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

ANGGOTA PENELITI I

- a. Nama : Evi Yuliza, S. Si, M.Si
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. NIP : 19780727 200801 2 012
- d. Disiplin Ilmu : Matematika
- e. Pangkat/ Golongan : Penata Muda Tk.I/IIIb
- f. Jabatan fungsional/struktural : Asisten Ahli/-
- g. Fakultas / Jurusan / Universitas : MIPA / Matematika /
Sriwijaya
- h. NIDN : 027077805

j. Pemakalah Seminar

1. Pemakalah Seminar Nasional Matematika: Syarat Perlu dan Cukup Ring Regular Stable Diperumum di Unsri, Palembang, 2008.
2. Pemakalah Konferensi Nasional dan Sains : Suatu Grup Dalam Ring Regular Stable Diperumum di Unisba, Bandung, 2011.
3. Pemakalah Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika: Sifat-Sifat Similar Semu Atas Ring Regular *Stable* Diperumum di UNY, Yogyakarta, 2013.

k. Karya Ilmiah

1. Penyelesaian Suatu Persamaan Dengan Menggunakan Metode Bagi Dua, 2000, Skripsi Jurusan Matematika FMIPA Unsri, Tidak dipublikasikan.
2. Ring Regular Stable Diperumum, 2004, Tesis Jurusan Matematika FMIPA UGM, Tidak dipublikasikan.
4. Ring yang Memenuhi Sifat *Stable Range One*, 2010, Jurnal Penelitian Sains (JPS).
5. Penggunaan Metode Bagi Dua Terboboti Untuk Menyelesaikan Akar-Akar Suatu Persamaan, 2013, Jurnal Penelitian Sains (JPS).
6. Numerical Solution of Internet Pricing Scheme Based on Perfect Substitute Utility Function. Proceedings of the 1st International Conference on Computer Science and Engineering, Palembang, South Sumatera Indonesia, 2014.
7. Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, September 2014, 106-112.

Pengabdian Pada Masyarakat

1. Inovasi Pemahaman Konsep Aljabar Dalam Pembelajaran Matematika Kreatif Bagi Guru Dan Siswa SD Di Wilayah Pemulutan, Ogan Ilir (2013).
2. Pelatihan Membuat Statistik Deskripsi Nilai Belajar Siswa Kepada Guru-Guru SDN Di Wilayah Tanjung Gelam Kecamatan Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir (2013)

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian 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 2014



Evi Yuliza, S.Si, M.Si

NIP. 19780727 200801 2 012

ANGGOTA PENELITI II

A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Indrawati, S.Si, M.Si	P
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	197106101998022001	
5	NIDN	0010067102	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 10 Juni 1971	
7	Alamat Rumah	Jln. Dwikora I, Gang Jaya No. 1917 Palembang 30129	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	08127828846	
9	Alamat Kantor	Kampus UNSRI Indralaya Jl. Raya Prabumulih Palembang, Indralaya (Kab. Ogan Ilir)	
10	Nomor Telepon/Faks	0711-580765/0711-580765	
11	Alamat e-mail	iin10juni@yahoo.com	
12	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S-1= 70 orang; S-2= - Orang; S-3= - Orang	
13	Mata Kuliah yang diampu	1. Aljabar Linier Terapan 2. Geometri 3. Fungsi Kompleks 4. Kalkulus I dan II 5. Pengantar Matematika 6. Demografi	

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	ITB	
Bidang Ilmu	Matematika	Matematika	
Tahun Masuk - Lulus	1991-1996	2001-2004	
Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Solusi Persamaan Gauss dengan Metode Probenius, Euler, dan Integral Kummer	Resiko Finansial dan Demografi dengan Interest Rate Stokastik	
Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Putra BJ Bangun Drs. Sugandi Yahdin	Dr. Sutawarnis Darwis	

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	Model Formulasi Improved Pada Skema Pembiayaan Internet Link Multipel Bottleneck Jaringan Multipel Kelas QoS	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	40
2	2014	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi (Information Services)	DIKTI (Hibah Fundamental tahun II)	46
1.	2013	Optimalisasi Skema Pembiayaan Internet Menurut Multiple QOS Network	DIKTI (Hibah Bersaing tahun I)	39
2.	2013	Analisa Teori Fungsi Utilitas Baru Dalam Model Skema Pembiayaan Untuk Layanan Informasi (Information Services)	DIKTI(Hibah Fundamental Tahun I)	34
3.	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
4.	2009	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 I)	35
5	2007	Analisis Sensitivitas pada Masalah Penugasan Personnel Optimal (Optimal Personnel Assignment Problem)	DIKTI (Dosen Muda)	10
	2007	Analisis rute pengangkutan sampah di Palembang dengan model SCVRP	PHK A-2 Jurusan Matematika	30
	2007	Modifikasi Metode Quadratic Re-Orientation of Age Group dan Metode Nisbah-Carrier Farraq pada Penghalusan Data Penduduk	DIKTI (Dosen Muda)	10

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2013	Inovasi Pemahaman Konsep Aljabar dalam Pembelajaran Matematika Kreatif di SD Negeri di Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir	Dipa UNSRI	4
2.	2010	Pelatihan Konsep Berpikir secara Logika Matematika bagi Siswa SDN.11 Pemulutan Selatan	Mandiri	1,5

3	2009	Pemanfaatan Media Peraga untuk Membantu Pembelajaran Matematika Anak-Anak di Kecamatan Inderalaya Utara Kabupaten Ogan Ilir	Dipa UNSRI	3
4.	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
5.	2008	Peningkatan keterampilan ber-Matematika melalui pelatihan Excell bagi tutor dan siswa Paket C di SKB Kabupaten Ogan Ilir	Dipa UNSRI	1,5

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

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1.	2012	Preprocessing techniques in SCVRP model: case of rubbish transportation problem in Kecamatan Ilir Barat II Palembang South Sumatera Indonesia.	1(3), 108-115.	International Journal of Advances in Applied Sciences(IJAAS),
2.	2012	Aplikasi Metode Simpleks pada Produksi Padi di kabupaten Ogan Ilir serta analisis Kelayakan Produksi secara Sensitivitas		JPS MIPA Unsri
3.	2011	Modeling and Optimal Solution of <i>Open Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (Ocvrp) 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
4.	2010	Kajian Fungsi Nilai Mutlak		JPS MIPA Unsri
5.	2008	Penentuan Jumlah Graf Teratur dan Graf Bintang yang Tidak Isomorfik dengan Menggunakan Teorema Polya.		Jurnal Logika, Universitas Tadulako
6.	2007	Penyelesaian ACVRP menggunakan Solusi Relaksasi Lagrange		FORUM MIPA
7.	2007	Metode Subgradien dalam menyelesaikan PBILP		FORUM MIPA
8.	2007	Model Force of Interest dengan Pendekatan Proses Orstein-Uhlenbeck dan Proses Wiener		RIPTEKSI

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 dan Aplikasinya	Proyeksi Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja dan Tingkat Pengangguran di Provinsi Sumatera Selatan dengan Metode Ekstrapolasi dan Pertumbuhan Geometri	2013, Surabaya
2.	Seminar dan Rapat	Perapihan dan Proyeksi Penduduk Sumatera	2012,

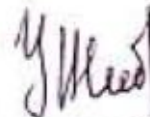
	Tahunan Bidang Ilmu MIPA	Selatan berdasarkan Tingkat Fertilitas Total (Total Fertility Rate) dan Rasio Jenis Kelamin (Sex Ratio)	Medan
3.	Seminar dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu MIPA	Pemecahan Kelompok Umur Penduduk dengan Metode Beer Multiplier	2011, Banjarmasin
4.	Seminar Nasional Matematika.	Penentuan Solusi Persamaan Matriks $AX-XB=C$ untuk Matriks Bujur Sangkar dengan Metode Sylvester.	2010, Malang
5.	Seminar dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu MIPA	Solusi Penduduk Stasioner secara Geometri.	2010, Pekanbaru
6.	Seminar dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu MIPA	Pemodelan Anuitas untuk Frekuensi Pembayaran yang Berbeda dengan Frekuensi Bunga	2009, Bengkulu

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

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

Indralaya, November 2014

Pengusul,



Indrawati, M.Si

NIP. 197106101998022001

Lampiran 2.

PUBLIKASI

- Puspita, F. M., Irmeilyana, & Indrawati. (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*. Paper presented at the 1st International Conference on Computer Science and Engineering, Palembang, South Sumatera, Indonesia.
- Puspita, F. M., Irmeilyana, Indrawati, Susanti, E., Yuliza, E., & Sapitri, R. O. (2014). Model and optimal solution of multi link pricing scheme in multiservice network. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, September, 106-112.
- Puspita, F. M., Irmeilyana, Indrawati, Juniwati, & Dumepa, L. (2014). *Multi Link Internet Charging Scheme Serving Multi Class QoS*. Paper presented at the International Conference on Education, Technology and Sciences, Jambi.