

LAPORAN AKHIR TAHUN

HIBAH BERSAING



**MODEL *IMPROVED* MIXED INTEGER NONLINIER
PROGRAMMING SKEMA *BUNDLE-PRICING* UNTUK LAYANAN
INFORMASI**

Tahun ke 1 dari Rencana 2 Tahun

TIM PENGUSUL

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

Dibiayai oleh:

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Hibah Bersaing
Nomor: 127/SP2H/LT/DPRM/III/2016, tanggal 10 Maret 2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NOVEMBER 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Model *Improved Mixed Integer Nonlinier Programming Skema Bundle-Pricing* Untuk Layanan Informasi

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 121/Matematika

Ketua Peneliti

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

Anggota Peneliti (1)

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

Lama Penelitian Keseluruhan : 2(dua) tahun

Penelitian Tahun ke : 1(satu)

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 145.345.900

Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 50.000.000
- dana internal PT Rp -
- dana institusi lain Rp -

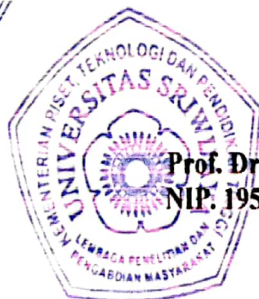
Inderalaya, 28 November 2016
Kepala Peneliti,

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA

Drs. Muhammad Irfan, MT
NIP. 196409131990031003


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

Menyetujui,
Ketua LPPM




Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A., Ph.D
NIP. 195904121984031002

Ringkasan

Penyedia Layanan Internet (*Internet Service Provider*, ISP) untuk mempromosikan layanan terbaiknya kepada pelanggan dalam mencapai kualitas informasi terbaik dan juga memperoleh keuntungan dari penggunaan sumber daya yang tersedia. Strategi terbaik diantaranya dengan *customization*, *bundling* dan *versioning* agar ISP dapat meminimumkan biaya dan memaksimumkan keuntungan (Viswanathan & Anandalingam, 2005).

Beberapa penelitian pada dasarnya merupakan salah satu dari sedikit studi yang mempelajari pembiayaan yang berfokus pada sudut pandang ekonomi. Sain & Herpers (2003), Byun & Chatterjee (2004), Yang et al. (2004), dan penelitian lanjutan oleh Puspita et al. (2015; 2013a, 2013b), Irmeilyana et al. (2015; 2014a; 2014b) serta Indrawati et al. (2014; 2015) membahas mengenai model pembiayaan bagi layanan internet berdasarkan tingkatan kualitas yang berbeda dengan memfokuskan pada skema pembiayaan atas dasar pemakaian dalam berbagai skema yang berbeda yang melibatkan jaringan QoS dan jaringan multi layanan.

Pada dasarnya, penjual jasa layanan informasi terus berusaha mencari cara mengiklankan dan memasarkan layanan informasi mereka dan berusaha mengatasi isu utama yang berhubungan dengan ketidakpastian calon pelanggan mereka terhadap produk yang penjual tawarkan. *Bundle* dan *bundle-pricing* diantaranya merupakan salah satu cara mengatasi ketidakpastian calon pelanggan terhadap produk layanan informasi yang ditawarkan penyedia layanan. Teknik ini dipandang mampu mengatasi keragaman jenis pelanggan dan memiliki penilaian yang baik dari pelanggan (Wu et al., 2008).

Pendekatan secara matematis secara optimasi difokuskan dalam menyelesaikan model *bundling* tersebut. Strategi *bundling improved* akan dikembangkan yang diharapkan di masa mendatang dapat dijadikan acuan bagi penyedia layanan dalam mengoptimalkan pendapatan yang diperoleh.

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* pada produk *bundling* ini dimana keuntungannya adalah pengguna dapat memilih paket terintegrasi yang mereka perlukan dan sesuai dengan anggaran biaya yang akan mereka keluarkan.

PRAKATA

Alhamdulillah, atas berkah dan hidayah Allah SWT kami dapat menyelesaikan laporan kemajuan penelitian kami yang berjudul **Model *Improved Mixed Integer Nonlinier Programming* Skema *Bundle-Pricing* Untuk Layanan Informasi**. Penelitian ini merupakan salah satu usaha menambah wawasan dalam bidang matematika terutama bidang optimasi yang didanai oleh DIKTI tahun anggaran 2016. Penelitian ini melibatkan 2 orang tim yang terdiri satu orang ketua dan satu anggota tim serta juga melibatkan 2 orang mahasiswa sebagai bahan tugas akhirnya.

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

Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
RINGKASAN	3
PRAKATA	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL	6
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR LAMPIRAN	8
BAB 1. PENDAHULUAN	9
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	11
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	15
BAB 4. METODE PENELITIAN	17
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	22
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	47
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Beberapa Studi Literatur Terdahulu mengenai Pembiayaan Jaringan	11
Tabel 2. Model Formulasi pada Studi Literatur Terdahulu dalam jaringan QoS tunggal	12
Tabel 3. Beberapa Riset Berfokus pada Strategi Bundling.....	13
Tabel 4. Data <i>Traffic Sisfo</i> pada Saat Jam Sibuk	22
Table 5. Data <i>Traffic Sisfo</i> pada Saat Jam Tidak Sibuk.....	23
Tabel 6. Data Lalu lintas pada Perpustakaan Digital untuk Jam Sibuk	24
Tabel 7. Data Lalu Lintas pada Perpustakaan Digital untuk Jam Tidak Sibuk .	25
Tabel 8. Parameter untuk Setiap Model Pembiayaan Internet	26
Tabel 9. Variabel Keputusan untuk Setiap Model Pembiayaan Internet	26
Tabel 10. Rekapitulasi Solusi dari Model Skema Pembiayaan yang Optimal antara Bundling Original, Bunling dengan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas dan Quasi Linier	34
Tabel 11. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan Model Bunle Pricing dengan Fungsi Utilitas Perfect Substitute dan Bandwidth terhadap Model Original	40
Tabel 12. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan Model Bundle Pricing dengan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas, Quasi Linear dan Bandwidth terhadap Model Original	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta jalan penelitian	14
Gambar 2. Aktivitas penelitian	17
Gambar 3. Skema kerja yang akan digunakan dalam 2 tahun Penelitian	21

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Cover Page Proceedings Symposium Persatuan Himpunan Malaysia .	53
Lampiran 2. Sertifikat Pemakalah pada Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Barat, Mei 2016	55
Lampiran 3. Sertifikat Konferensi Internasional IC STAR Agustus 2016 Bandar Lampung	56
Lampiran 4. Book of Abstract, ICERTS 2016 Universitas Jambi, November 2016	59
Lampiran 5. Draft Paper submit pada Jurnal Teknologi	60
Lampiran 5. Bahan Ajar Integer Programming Pertemuan ke 14 dan 15	61

BAB 1. PENDAHULUAN

Penyedia Layanan Internet (*Internet Service Provider, ISP*) untuk mempromosikan layanan terbaiknya kepada pelanggan dalam mencapai kualitas informasi terbaik dan juga memperoleh keuntungan dari penggunaan sumber daya yang tersedia. Strategi terbaik diantaranya dengan *customization, bundling* dan *versioning* agar ISP dapat meminimumkan biaya dan memaksimalkan keuntungan (Viswanathan & Anandalingam, 2005).

Pembiayaan telah menjadi topik yang menarik dalam bisnis jaringan. Dalam mendukung bisnis ini, internet harus memberikan layanan terbaik yang artinya adalah mekanisme yang memberikan layanan jaringan yang berbeda yang didasarkan atas persyaratan layanan tertentu. Beberapa penelitian pada dasarnya merupakan salah satu dari sedikit studi yang mempelajari pembiayaan yang berfokus pada sudut pandang ekonomi. Sain & Herpers (2003), Byun & Chatterjee (2004), Yang et al. (2004), dan penelitian lanjutan oleh Puspita et al. (2015; 2013a, 2013b), Irmeilyana et al. (2015; 2014a; 2014b) serta Indrawati et al. (2014; 2015) membahas mengenai model pembiayaan bagi layanan internet berdasarkan tingkatan kualitas yang berbeda dengan memfokuskan pada skema pembiayaan atas dasar pemakaian dalam berbagai skema yang berbeda yang melibatkan jaringan QoS dan jaringan multi layanan.

Pada dasarnya, penjual jasa layanan informasi terus berusaha mencari cara mengiklankan dan memasarkan layanan informasi mereka dan berusaha mengatasi isu utama yang berhubungan dengan ketidakpastian calon pelanggan mereka terhadap produk yang penjual tawarkan. *Bundle* dan *bundle-pricing* diantaranya merupakan salah satu cara mengatasi ketidakpastian calon pelanggan terhadap produk layanan informasi yang ditawarkan penyedia layanan. Teknik ini dipandang mampu mengatasi keragaman jenis pelanggan dan memiliki penilaian yang baik dari pelanggan (Wu et al., 2008). *Bundling* didefinisikan sebagai penawaran paket dari produk individual yang ditawarkan dengan satu harga.

Bagi penyedia layanan informasi, strategi *bundling* dianggap dapat meningkatkan keuntungan dengan adanya beberapa produk yang ditawarkan secara kombinasi sehingga layanan informasi terkini dapat ikut mendapat promosi. Untuk ini,

penyedia layanan harus menentukan bentuk dari strategi bundling agar menarik minat calon pelanggan dan cara untuk memberikan biaya pada skim bundle tersebut dan biaya pada per produk yang ditawarkan secara terpisah (Venkatesh & Mahajan, 2009).

Metode pendekatan yang sebelumnya diteliti menggunakan model *mixed integer nonlinear programming* yang diselesaikan menggunakan strategi teori permainan dan juga secara optimasi (Viswanathan & Anandalingam, 2005; Wu et al., 2008).

Pada kenyataannya, penyedia layanan menghadapi kesulitan dalam menemukan model yang tepat dalam menawarkan produk layanan informasi mereka secara cepat dan menguntungkan. Kesalahan dalam menetapkan strategi atas beberapa produk layanan informasi dapat mengakibatkan tidak tertariknya pelanggan untuk subscribe pada produk bundle yang ditawarkan. *Telco* sering mendapati permasalahan akan kurangnya minat pelanggan untuk membeli produk telekomunikasi secara *bundle* dan hanya berfokus pada satu produk yang ditawarkan saja. Kenyataan ini tentunya cukup merugikan *telco* secara finansial.

Untuk itu, pengembangan riset untuk strategi bundling dan bundle pricing produk layanan informasi yang merupakan salah satu isu kritis yang dihadapi ISP sangatlah diperlukan secara mendalam. Pendekatan secara matematis secara optimasi difokuskan dalam menyelesaikan model *bundling* tersebut. Strategi *bundling improved* akan dikembangkan yang diharapkan di masa mendatang dapat dijadikan acuan bagi penyedia layanan dalam mengoptimalkan pendapatan yang diperoleh.

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 pembiayaan internet.

Tabel 1. Beberapa Studi Literatur Terdahulu mengenai Pembiayaan jaringan

No	Strategi pembiayaan	Cara kerja
1	Pembiayaan Paris Metro (PMP) (Tuffin, 2003),	<ul style="list-style-type: none"> - Kelas layanan yang berbeda akan memiliki biaya yang berbeda. - Pengguna memiliki pilihan dalam memilih channel dan biaya untuk dibayar. - Skema pada dasarnya menggunakan partisi pengguna menjadi kelas dan bergerak menuju kelas lain jika diperoleh layanan yang sama dari kelas lain dengan biaya unit yang lebih rendah.
2	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.
3	Strategi pembiayaan optimal oleh Yang et al. (2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Skema pembiayaan didasarkan atas peledangan 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.
4	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
5	(Eltarjman, 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. 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.
6	(Marzolla dan Mirandola, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> - Marzolla and Mirandola 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., 2013b)	<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 dierlukan 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> $X_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (2)$ $W_j \leq W_{ij} + (1 - Z_{ij}) \quad (3)$ $X_{ij} \geq V_i - (1 - Z_{ij}) \quad (4)$ $X_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij}) \quad (5)$ $X_{ij} \geq Z_{ij} \quad (6)$ $X_{ij} \geq 0 \quad (7)$ $L_{mj} \geq 0 \quad (8)$ $W_j \geq 0 \quad (9)$ $X_j \leq X_j \quad (10)$ $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if user } i \text{ is admitted to class } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$ $\alpha_j \geq \alpha_{j-1}, j > 1 \quad (12)$ $a \leq \alpha_j \leq b \quad (13)$ $0 \leq W_{ij} \leq c \quad (14)$ $\alpha_j + \beta_j \cdot l_j \geq \alpha_{j-1} + \beta_{j-1} \cdot l_{j-1}, j > 1 \quad (15)$ $0 \leq l_j \leq d \quad (16)$ $0 \leq l_j \leq d \quad (17)$ <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 (Puspita et al., 2012)	<p>Variabel keputusan</p> <ul style="list-style-type: none"> α, biaya dasar layanan yang ditetapkan ISP β, premium kualitas layanan <p>Parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> l_i biaya dasar maksimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. b_i biaya dasar minimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. c_i premium kualitas minimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. g_i premium kualitas maksimum yang diperlukan bagi layanan $i=1, 2, \dots, S$. 	<p>We propose our new improved model.</p> <p>Jika α and β are fixed.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta * I_i) * p_i * x_i \quad (19)$ <p>Subject to</p> $I_i * d_i * x_i \leq a_i * C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (20)$ $\sum_{i=1}^S I_i * d_i * x_i \leq C, i = 1, 2, \dots, S. \quad (21)$ $\sum_{i=1}^S a_i = 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (22)$ $0 \leq a_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (23)$ $m_i \leq l_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (24)$ $0 \leq x_i \leq n_i, i = 1, 2, \dots, S. \quad (25)$ $\{x_i\} \text{ integer}, i = 1, 2, \dots, S. \quad (26)$ <p>Jika α is fixed and β vary.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha + \beta_i * I_i) * p_i * x_i \quad (27)$ <p>Dengan kendala constraint (20)-(26). Kendala tambahan</p> $\beta_i * I_i \geq \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (28)$ $l_i \leq \beta_i \leq b_i, i=1, 2, \dots, S. (11) \quad (29)$ <p>Jika α and β vary.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta_i * I_i) * p_i * x_i \quad (30)$ <p>Dengan kendala constraint (20)-(26) and (28)-(29). Kendala tambahan</p> $\alpha_i + \beta_i * I_i \geq \alpha_{i-1} + \beta_{i-1} * I_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (31)$ $c_i \leq \alpha_i \leq g_i, i=1, 2, \dots, S. \quad (32)$ <p>Jika α vary and β fixed.</p> $\text{Max } R = \sum_{i=1}^S (\alpha_i + \beta * I_i) * p_i * x_i \quad (33)$ <p>Dengan kendala constraint (20)-(26) and (32). Kendala tambahan</p> $\alpha_i + l_i \geq \alpha_{i-1} + l_{i-1}, i > 1, i = 1, 2, \dots, S. \quad (34)$
Model improved dalam multi class QoS networks in single link proposed by Puspita et al.	<p>Model 1 parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> α_j, biaya dasar untuk kelas j yang diatu sebagai biaya yang ditetapkan atau sebagai variable. β_j, premium kualitas kelas j yang memiliki performa layanan l_j Q, bandwidth total 	<p>Model 1 original</p> $\text{Max Profit} = \sum_j \sum_i (\alpha_j \cdot Z_{ij}) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}} \quad (35)$ <p>Dengan kendala</p> $\left(\sum_j \sum_i X_{ij} \right) \leq Q \quad (36)$ $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (37)$ $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (38)$ $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (39)$ $\tilde{X}_{ij} \geq L_{mj} - (1 - Z_{ij}) \quad (40)$

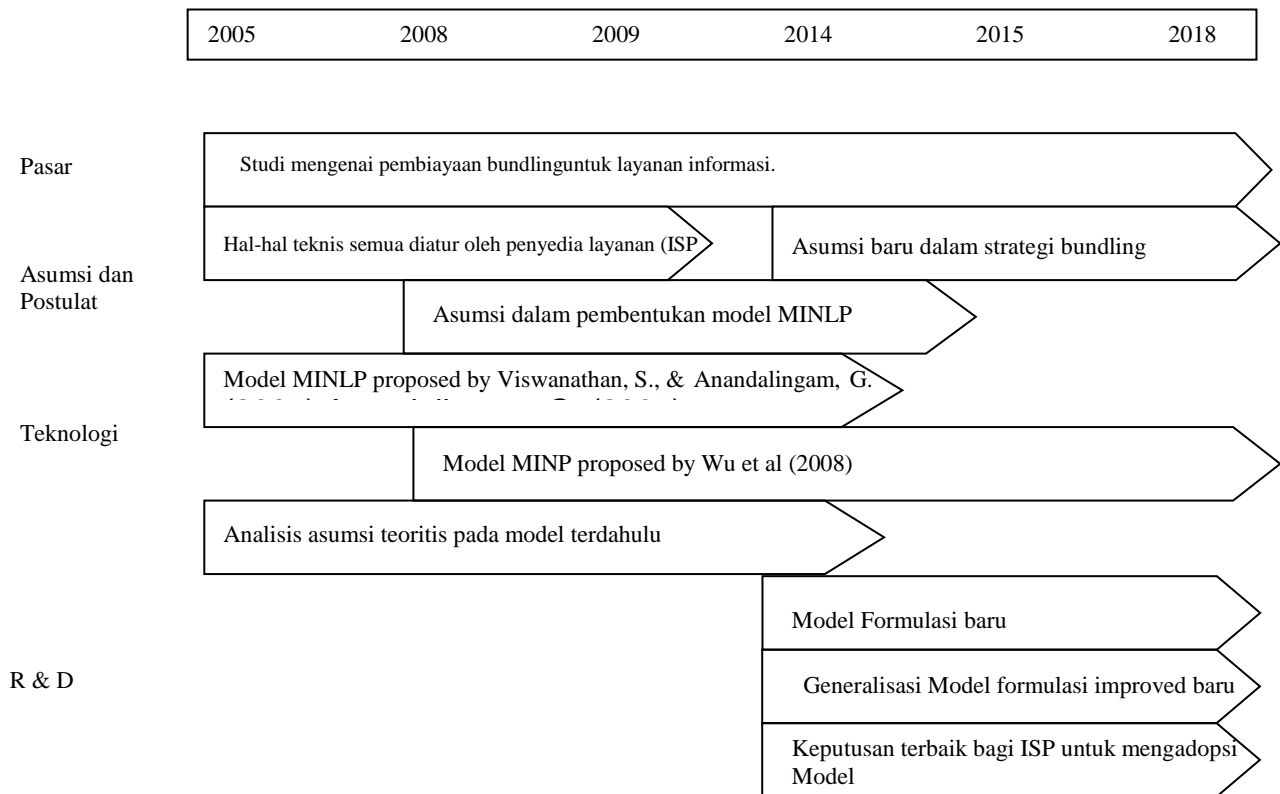
<ul style="list-style-type: none"> V_i, bandwidth minimum yang diperlukan oleh pengguna i <p>Variabel keputusan</p> <ul style="list-style-type: none"> $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika pengguna } i \text{ pada kelas } j \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$ \tilde{X}_{ij} bandwidth final yang diperoleh 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 	$W_j \leq \tilde{W}_{ij} + (1 - Z_{ij}) \quad (41)$ $\tilde{X}_{ij} \geq V_i - (1 - Z_{ij}) \quad (42)$ $\tilde{X}_{ij} \geq X_j - (1 - Z_{ij}) \quad (43)$ $\tilde{X}_{ij} \geq Z_{ij} \quad (44)$ $\tilde{X}_{ij} \geq 0 \quad (45)$ $L_{mj} \geq 0, j = 1, \dots, m \quad (46)$ $W_j \geq 0, j = 1, \dots, m \quad (47)$ $\tilde{X}_{ij} \leq X_j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (48)$ $Z_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if user } i \text{ is admitted to class } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$ $0 \leq \tilde{W}_{ij} \leq c, c \in [0,1]$ <p>Model 1 modified 1</p> $Max Profit = \sum_j \sum_i ((\alpha_j \cdot Z_{ij} + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) \quad (49)$ $\alpha_j + \beta_j \cdot l_j \geq \alpha_{j-1} + \beta_{j-1} \cdot l_{j-1}, j > 1 \quad (50)$ $0 \leq l_j \leq d, j=1, \dots, m \quad (51)$ <p>Model 2 original</p> $Max Profit = \sum_j \sum_i (\alpha_j + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij} \quad (52)$ <p>Dengan kendala</p> <p>Constraint (36)-(48) dan kendala tambahan</p> $a \leq \alpha_j \leq b, j=1, \dots, m \quad (53)$ $\alpha_j \geq \alpha_{j-1}, j > 1 \quad (54)$ <p>Model 2 modified</p> $Max = \sum_j \sum_i ((\alpha_j + \beta_j \cdot l_j) + w_j \log \frac{\tilde{X}_{ij}}{L_{mj}}) Z_{ij} \quad (55)$ <p>Dengan kendala</p> <p>Constraint (36)-(48), (50)-(51) and (53)-(54)</p>
--	--

Tabel 3. Beberapa Riset Berfokus pada Strategi Bundling

No	Strategi pembiayaan bundling	Cara kerja
1	Diusulkan oleh (Viswanathan & Anandalingam, 2005)	Teori permainan dan model optimasi dijelaskan untuk mendapatkan beberapa perpektif baru dan juga mampu menilai isu pembiayaan informasi pada beaam tingkat kompleksitas.
2	Diusulkan oleh Wu et al. (2008)	that customized bundling tidak memberikan performa bagi penjualan pure bundling and individual dengan adanya informasi yang tidak lengkap . model dibuat sebgai model mixed integer programming
3	Diusulkan oleh (Venkatesh & Mahajan, 2009)	Dalam strategi bunling, dipertimbangkan juga factor-faktor seperti keanekaragaman dalam biaya reservasi pelanggan, maksud dari korelasi dalam biaya reservasi, derajat komplementari atau substitutabilitas dan adanya kompetisi.
4	Pricing diusulkan oleh (Jormakka & Sarala, 2004)	Strategi apa yang harus dicapai. Sebagai seorang agen sebaiknya gunakan predictive controller bukan stratei teori permainan. Strategi yang digunakan juga seharusnya terlindung dari resiko kebangkrutan dan terlindung dari competitor.

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 layanan informasi secara *bundling* 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, melalui strategi yang tepat, dapat memenuhi permintaan pelanggan, menarik minat dan memperoleh keuntungan optimal

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memformulasikan skema pembiayaan optimal improved menurut strategi *bundling*
2. Menganalisis skema pembiayaan optimal improved 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 pada satu produk tertentu dan bukan kombinasi atas beberapa produk. Bagaimanapun juga, telco tetap menghadapi kesulitan dalam menentukan strategi pembiayaan yang tepat untuk mempromosikan produk layanan informasi baru secara terpisah. Perlu diadakan pengamatan lebih lanjut untuk mengetahui integrasi mendalam antara strategi pembiayaan dan konsep *bundling* terutamanya dalam mempromosikan produk layanan informasi baru.

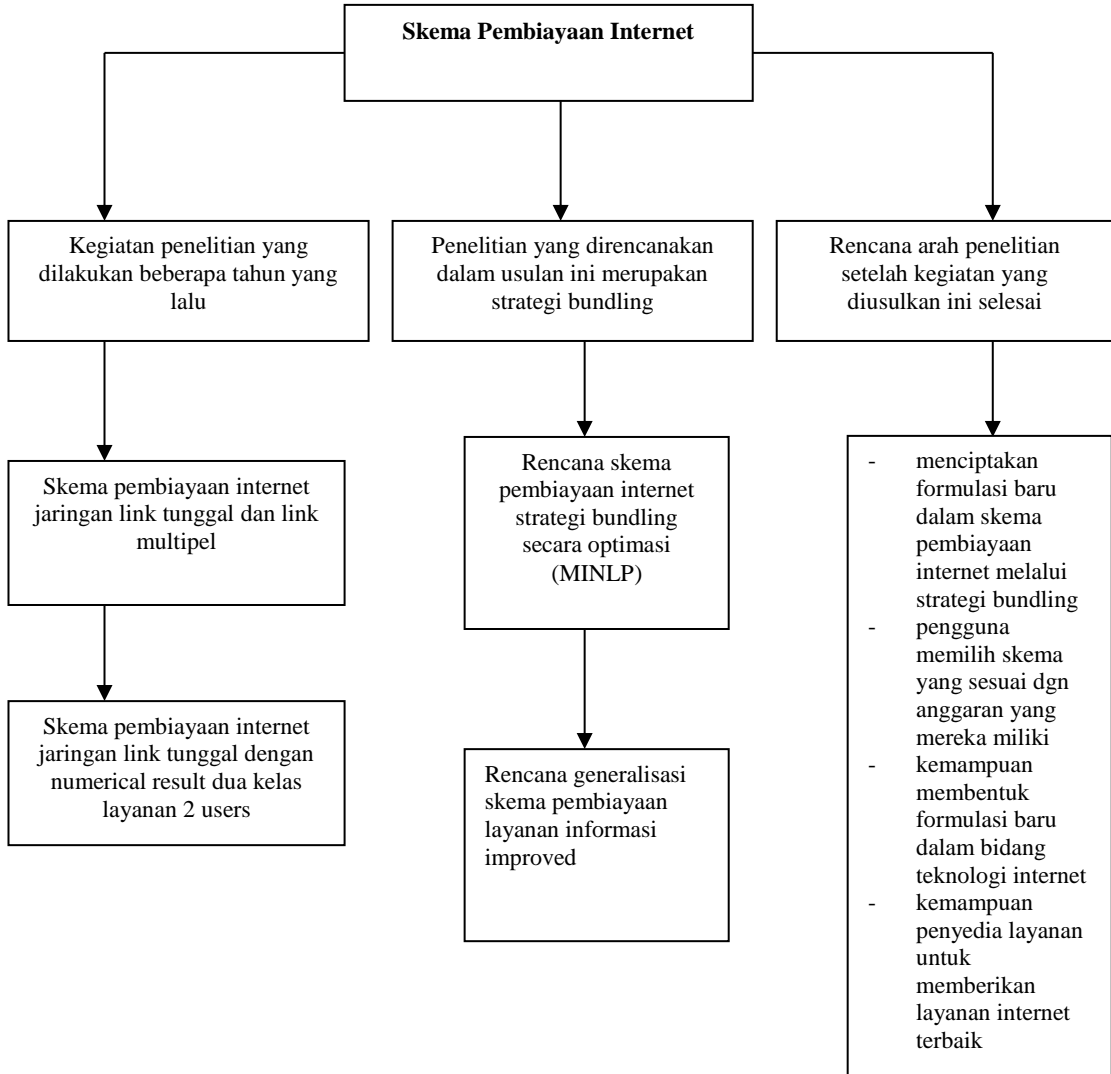
Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mempelajari dan menganalisis skema pembiayaan *bundling* dan memformulasikan rencana strategi baru yang dapat diaplikasikan secara dinamis dalam produk layanan informasi. Cakupan dalam penelitian ini adalah didasarkan pada sudut pandang telco dan keuntungan skema 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* pada produk *bundling* ini dimana

keuntungannya adalah pengguna dapat memilih paket terintegrasi 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 () untuk jaringan QoS link tunggal yang dianalisis dengan menggunakan software aplikasi LINGO dengan pilihan terletak di antara 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 di antara 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 melalui strategi bundling dan bundle-pricing.
- Pure bundling strategy
- Customized bundling strategy
- Versioning bundling strategy
- *generate* lebih banyak pengguna.

3. Rencana arah penelitian setelah kegiatan yang diusulkan selesai adalah

- Riset dalam bidang pembiayaan layanan informasi dapat dikembangkan lagi dengan pembentukan formulasi baru dengan pertimbangan parameter lain sebagai sumber daya yang tersedia
- 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 layanan informasi. 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 layanan informasi dengan menetapkan beberapa parameter yang berbeda dari yang digunakan dalam penelitian sebelumnya dalam literatur.

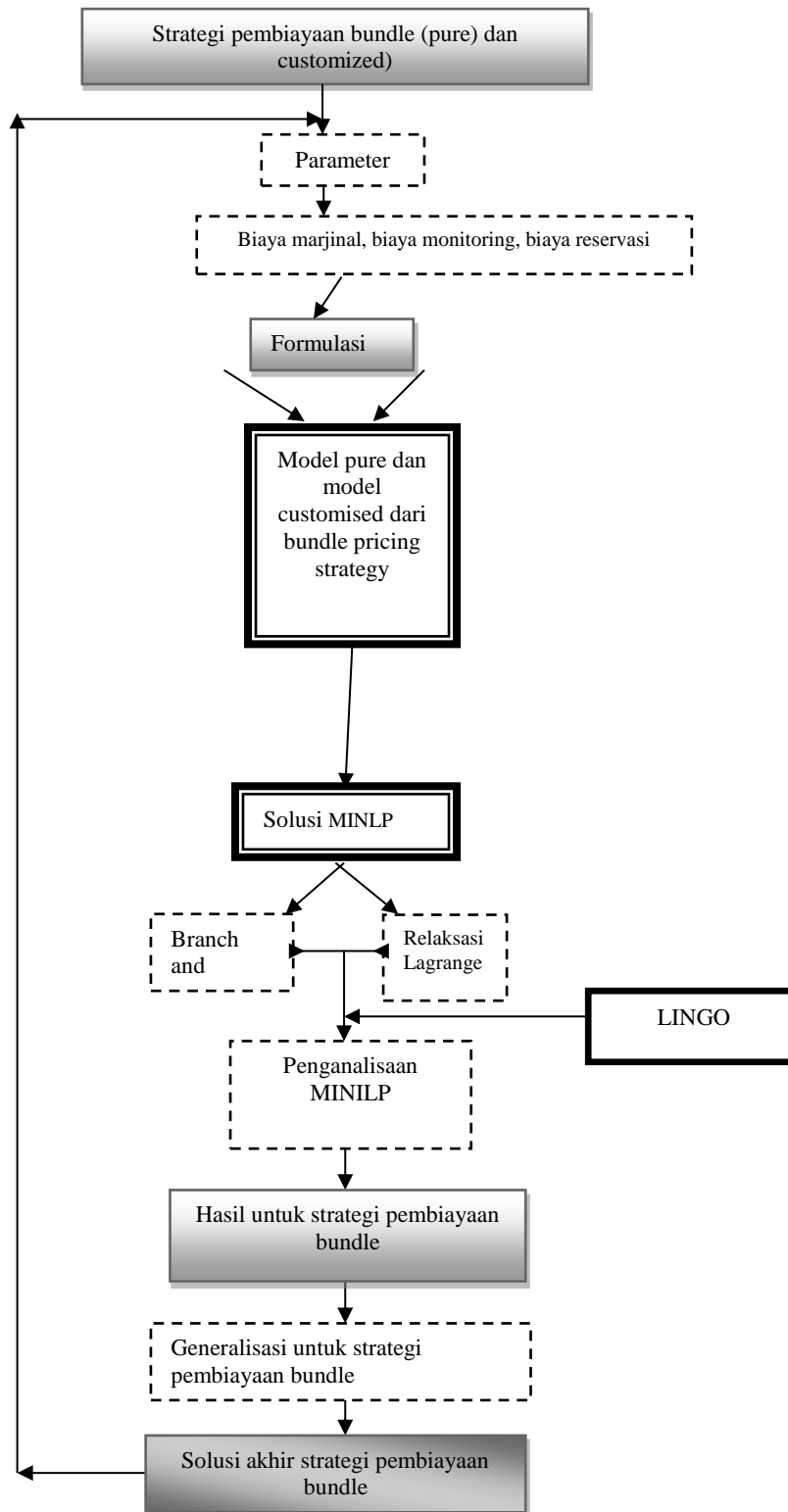
- a. Penetapan penambahan parameter adalah sebagai berikut
 - Biaya marginal, biaya monitoring dan biaya reservasi
- b. Pembentukan formulasi berupa model matematika untuk skema pembiayaan bundling
 - Jangkauan pertama adalah difokuskan pada perspektif ISP
 - Dapat digeneralisasi jika konsumen juga turut dipertimbangkan
 - Formulasi tahap 1 meliputi
 - i. Biaya marginal
 - ii. Biaya monitoring
 - iii. Biaya reservasi,
 - iv. Biaya bundle
- c. Pembentukan model Matematika berdasarkan parameter di atas
- 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 strategi bundling *pure dan customized*.

2. Penelitian Tahun Kedua

- a. Pengeneralisasian permasalahan pembiayaan strategi bundling yang pure dan customised.

- b.** Penetapan fomulasi pengeneralisasian pembiayaan strategi bundling yang pure dan customised.
- c.** Menguji formulasi pembiayaan strategi bundling yang terbaik dari pure dan customized.
- d.** menganalisa pengujian program tersebut dan membuat kesimpulan mengenai hasil skema pembiayaan yang tepat yang menguntungkan ISP dan juga ketertarikan pengguna untuk *subscribe* terhadap layanan ISP tersebut.

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



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

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Penelitian ini melibatkan dua orang mahasiswa jurusan Matematika semester akhir, nama **Muthia Ulfa, NIM 08121001054** dan **Risfa Risa Octa Ringkisa, NIM 08121001037** yang mempersiapkan skripsi untuk menyelesaikan studi di Jurusan Matematika. Pada bab ini dibahas penerapan model skema pembiayaan *bundle pricing* untuk strategi pembiayaan flat fee, usage based dan two part tariff serta solusi optimal internet. Dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang diperoleh dari salah satu server lokal di Palembang yaitu Politeknik Sriwijaya (Polsri). Data ini diambil dalam jangka waktu 1 bulan terhitung mulai dari Tanggal 24 Februari 2016 sampai 24 Maret 2016. Data yang digunakan merupakan data *traffic sisfo* yang dibagi ke dalam dua sesi yaitu data pada jam sibuk yang diamati mulai pukul 07.00 sampai pukul 16.59 dan data pada jam tidak sibuk yang diamati dari pukul 17.00 sampai pukul 06.59. Selanjutnya, juga digunakan data traffic perpustakaan digital (*digilib*) yang dibagi menjadi dua yaitu, data pada jam sibuk yang diamati dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 16.59 WIB dan data pada jam tidak sibuk yang diamati dari pukul 17.00 WIB sampai dengan pukul 08.59 WIB.

Traffic pada *sisfo* yang merupakan data pemakaian internet atau *traffic* untuk penggunaan *sisfo*. Data pada saat jam sibuk ditampilkan pada Tabel 4 sedangkan data pada saat jam tidak sibuk ditampilkan pada Tabel 5. Dalam data ini terdapat 2 unsur dalam data *traffic sisfo* yaitu *sent* (dikirim) dan *recieved* (diterima) yang dinyatakan dalam bit per *second* yang kemudian diubah kedalam bentuk byte per *second* dalam hal perhitungan. Begitupun pembagian untuk *digilib* yang dijelaskan pada Tabel 6 Dan Tabel 7.

Tabel 4. Data Traffic Sisfo pada Saat Jam Sibuk

Tanggal	Jam Sibuk		Total Pemakaian Per Hari
	<i>Sent</i>	<i>Received</i>	
24 Februari 2016	7520,16	65667,60	73187,76
25 Februari 2016	60594,33	109778,41	170372,75
26 Februari 2016	33993,31	66878,56	100871,87
27 Februari 2016	29740,28	53506,84	83247,12
28 Februari 2016	32614,53	59747,40	92361,92
29 Februari 2016	34386,57	79876,29	114262,86
01 Maret 2016	53179,68	82082,15	135261,83
02 Maret 2016	32279,03	124305,56	156584,59
03 Maret 2016	32304,75	67200,60	99505,35
04 Maret 2016	33178,26	67768,39	100946,64
05 Maret 2016	32767,35	66233,22	99000,57

06 Maret 2016	30188,64	63515,24	93703,88
07 Maret 2016	40259,00	576433,80	616692,80
08 Maret 2016	35300,40	76309,26	111609,66
09 Maret 2016	30054,21	52645,33	82699,53
10 Maret 2016	35888,43	101229,08	137117,51
11 Maret 2016	32314,38	172805,12	205119,51
12 Maret 2016	34084,05	89572,18	123656,23
13 Maret 2016	30479,58	60223,93	90703,51
14 Maret 2016	20284,45	68160,72	88445,18
15 Maret 2016	179261,75	1431554,73	1610816,48
16 Maret 2016	34666,75	93803,52	128470,27
17 Maret 2016	34410,04	67920,04	102330,07
18 Maret 2016	33607,95	71897,20	105505,15
19 Maret 2016	32628,29	99080,29	131708,58
20 Maret 2016	23562,67	75542,51	99105,18
21 Maret 2016	34877,99	99695,41	134573,40
22 Maret 2016	35475,87	96377,07	131852,94
23 Maret 2016	36038,50	92024,69	128063,20
24 Maret 2016	57125,85	97576,82	154702,67
<i>Demand</i>	1173067,06	4329411,97	5502479,03
<i>Demand per bulan</i>		2751239,52	
<i>Demand byte per second</i>		343904,94	
<i>Demand kilo byte per second (kbps)</i>		335,84	

Tabel 5. Data Traffic Sisfo pada Saat Jam Tidak Sibuk

Tanggal	Jam Sibuk		Total Pemakaian Per Hari
	<i>Sent</i>	<i>Received</i>	
24 Februari 2016	27686,87	1003428,91	1031115,77
25 Februari 2016	6466,16	64383,21	70849,37
26 Februari 2016	4332,90	54703,20	59036,11
27 Februari 2016	4008,98	43807,05	47816,03
28 Februari 2016	3292,17	27937,62	31229,79
29 Februari 2016	4724,13	68863,21	73587,34
01 Maret 2016	5360,25	83681,41	89041,66
02 Maret 2016	5311,32	62684,91	67996,22
03 Maret 2016	4682,26	50256,10	54938,36
04 Maret 2016	5495,14	48960,30	54455,44
05 Maret 2016	4828,02	51859,96	56687,97
06 Maret 2016	4160,21	44785,54	48945,75
07 Maret 2016	5067,63	58494,07	63561,71
08 Maret 2016	5217,24	73296,42	78513,67
09 Maret 2016	37620,10	126315,89	163935,99
10 Maret 2016	4300,27	47287,21	51587,48
11 Maret 2016	5884,64	65740,10	71624,75
12 Maret 2016	3950,52	42896,65	46847,17
13 Maret 2016	5399,47	66350,14	71749,61
14 Maret 2016	5697,20	75926,85	81624,05
15 Maret 2016	13069,62	64791,08	77860,70
16 Maret 2016	5405,56	64412,74	69818,30
17 Maret 2016	12297,85	65353,47	77651,32
18 Maret 2016	49171,80	76227,35	125399,15
19 Maret 2016	5118,48	61273,04	66391,52
20 Maret 2016	4608,04	50291,61	54899,65

21 Maret 2016	5177,31	47323,05	52500,36
22 Maret 2016	78906,13	123923,28	202829,40
23 Maret 2016	4872,67	63131,43	68004,10
24 Maret 2016	3903,99	46187,88	50091,87
<i>Demand</i>	336016,96	2824573,67	3160590,63
<i>Demand per bulan</i>	1580295,31		
<i>Demand byte per second</i>	197536,91		
<i>Demand kilo byte per second (kbps)</i>	192,91		

Tabel 6. Data Lalu lintas pada Perpustakaan Digital untuk Jam Sibuk

Tanggal	Jam Sibuk		Total Pemakaian Per Hari
	Pengiriman	Penerimaan	
24 Februari 2016	37153,23	829845,30	866998,53
25 Februari 2016	68734,12	1528666,19	1597400,31
26 Februari 2016	40574,59	746782,50	787357,09
27 Februari 2016	49695,03	1090755,17	1140450,20
28 Februari 2016	71467,55	1356290,24	1427757,79
29 Februari 2016	49708,66	764023,56	813732,22
01 Maret 2016	64942,49	925425,36	990367,85
02 Maret 2016	32918,29	618536,75	651455,04
03 Maret 2016	48617,66	714043,85	762661,51
04 Maret 2016	56181,24	995091,30	1051272,54
05 Maret 2016	52737,30	804621,40	857358,70
06 Maret 2016	53260,73	868042,73	921303,47
07 Maret 2016	59175,20	937602,27	996777,47
08 Maret 2016	54094,38	805175,04	859269,43
09 Maret 2016	62122,71	946992,14	1009114,84
10 Maret 2016	77360,69	1722784,11	1800144,80
11 Maret 2016	60208,10	897752,87	957960,97
12 Maret 2016	38781,68	852484,36	891266,04
13 Maret 2016	52481,08	834144,76	886625,84
14 Maret 2016	98278,73	2077279,56	2175558,29
15 Maret 2016	69377,31	1202003,56	1271380,87
16 Maret 2016	72313,90	1550073,64	1622387,54
17 Maret 2016	74372,13	1304710,97	1379083,11
18 Maret 2016	76664,87	1286426,31	1363091,18
19 Maret 2016	61977,00	968743,01	1030720,00
20 Maret 2016	53826,73	823417,03	877243,75
21 Maret 2016	76424,38	1333564,06	1409988,44

22 Maret 2016	57928,51	816194,76	874123,26
23 Maret 2016	74620,50	1565681,05	1640301,54
24 Maret 2016	29963,58	386128,09	416091,67
Demand	59198,75	1051776,06	1110974,81
Permintaan per bulan dalam bit per sekon	555487,41		
Permintaan dalam byte per sekon (bps)	69435,93		
Permintaan dalam kilo byte per sekon (kbps)	67,81		

Tabel 7. Data Lalu Lintas pada Perpustakaan Digital untuk Jam Tidak Sibuk

Tanggal	Jam Tidak Sibuk		Total Pemakaian Per Hari
	Pengiriman	Penerimaan	
24 Februari 2016	59829,90	1345656,85	1405486,75
25 Februari 2016	86838,23	1663910,97	1750749,21
26 Februari 2016	66464,62	923203,12	989667,73
27 Februari 2016	86851,21	1157714,45	1244565,66
28 Februari 2016	120305,04	1881778,01	2002083,05
29 Februari 2016	108857,69	1580394,11	1689251,80
01 Maret 2016	113243,57	1684811,83	1798055,40
02 Maret 2016	84916,05	1231783,53	1316699,58
03 Maret 2016	95620,11	1545188,91	1640809,02
04 Maret 2016	108971,54	2089323,53	2198295,06
05 Maret 2016	84789,72	1295779,73	1380569,45
06 Maret 2016	92085,43	1296143,58	1388229,01
07 Maret 2016	142859,95	1878518,60	2021378,55
08 Maret 2016	108355,95	1874852,18	1983208,12
09 Maret 2016	116757,76	1697053,40	1813811,16
10 Maret 2016	130962,95	2200752,40	2331715,35
11 Maret 2016	107260,56	1507084,32	1614344,87
12 Maret 2016	73920,87	1036430,71	1110351,58
13 Maret 2016	83302,16	1233474,26	1316776,42
14 Maret 2016	93766,71	1400098,29	1493865,00
15 Maret 2016	225798,66	1576044,41	1801843,07
16 Maret 2016	126613,76	1910729,07	2037342,83
17 Maret 2016	108567,96	1679406,02	1787973,99
18 Maret 2016	650392,45	1806170,27	2456562,72
19 Maret 2016	128785,62	1801012,36	1929797,99

20 Maret 2016	129050,82	1648229,02	1777279,84
21 Maret 2016	124643,02	1815659,37	1940302,39
22 Maret 2016	111175,91	1562736,84	1673912,75
23 Maret 2016	120868,86	1735527,88	1856396,74
24 Maret 2016	64374,58	888609,24	952983,83
Permintaan	125207,72	1564935,91	1690143,63
Permintaan per bulan dalam bit per sekon	845071,82		
Permintaan dalam byte per sekon (bps)	105633,98		
Permintaan dalam kilobyte per sekon (kbps)	103,16		

a. Perumusan Parameter dan Variabel

Setelah mendefinisikan data *traffic*, langkah selanjutnya disusun nilai-nilai parameter dan variabel pada masing-masing skema pembiayaan untuk setiap jenis konsumen pada data *traffic sisfo* seperti pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Parameter untuk Setiap Model Pembiayaan Internet

Parameter untuk model <i>original</i>	
B_j	: Biaya dalam pembuatan <i>bundle</i> untuk setiap layanan j .
I	: Jumlah konsumen berpotensi sebagai target pemasaran.
I	: Jumlah layanan yang disediakan penyedia layanan.
M	: Biaya marginal jika menambahkan lebih dari satu layanan <i>bundle</i> dalam menu.
V_{ik}	: Harga pemesanan konsumen ke- i untuk setiap layanan favorit ke- k .
R_{ij}	: Total harga pemesanan untuk setiap kosumen ke- i pada setiap layanan favorit ke- k .
Parameter untuk model modifikasi	
B_j	: Biaya dalam pembuatan <i>bundle</i> untuk setiap layanan j .
I	: Jumlah konsumen berpotensi sebagai target pemasaran.
J	: Jumlah layanan yang disediakan penyedia layanan.
M	: Biaya marginal jika menambahkan lebih dari satu layanan <i>bundle</i> dalam menu.
V_{ik}	: Harga pemesanan konsumen ke- i untuk setiap layanan favorit ke- k .
R_{ij}	: Total harga pemesanan untuk setiap kosumen ke- i pada setiap layanan favorit ke- k .
P	: Biaya yang akan dikeluarkan konsumen untuk mengikuti layanan.
P_X	: Harga satuan yang ditetapkan oleh penyedia layanan pada jam sibuk.
P_Y	: Harga satuan yang ditetapkan oleh penyedia layanan pada jam tidak sibuk.
$U_{i(X_i,Y_i)}$: Fungsi utilitas konsumen i untuk tingkat konsumsi jam sibuk dan jam tidak sibuk.

Tabel 9. Variabel Keputusan untuk Setiap Model Pembiayaan Internet

Variabel keputusan untuk model <i>original</i>	
P_j	: Harga yang ditetapkan untuk setiap <i>bundle</i> dari layanan j .
S_i	: Keuntungan pemakaian untuk konsumen ke- i .
X_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } i \text{ memilih } bundle \text{ dalam layanan } j \\ 0, & \text{jika konsumen } i \text{ tidak memilih } bundle \text{ dalam layanan } j \end{cases}$

Y_j	: $\begin{cases} 1, & \text{jika penyedia layanan menawarkan } bundle \text{ dari layanan } j \\ 0, & \text{jika penyedia layanan tidak menawarkan } bundle \text{ dari layanan } j \end{cases}$
Variabel keputusan untuk model modifikasi	
P_j	: Harga yang ditetapkan untuk setiap <i>bundle</i> dari layanan <i>j</i> .
S_i	: Keuntungan pemakaian untuk konsumen ke- <i>i</i> .
X_{ij}	: $\begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } i \text{ memilih } bundle \text{ dalam layanan } j \\ 0, & \text{jika konsumen } i \text{ tidak memilih } bundle \text{ dalam layanan } j \end{cases}$
Y_j	: $\begin{cases} 1, & \text{jika penyedia layanan menawarkan } bundle \text{ dari layanan } j \\ 0, & \text{jika penyedia layanan tidak menawarkan } bundle \text{ dari layanan } j \end{cases}$
X_i	: Tingkat konsumsi konsumen <i>i</i> pada layanan jam sibuk.
Y_i	: Tingkat konsumsi konsumen <i>i</i> pada layanan jam tidak sibuk.
Z_i	: $\begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } i \text{ memilih untuk bergabung dengan program} \\ 0, & \text{jika konsumen } i \text{ tidak memilih untuk bergabung dengan program} \end{cases}$
\bar{X}_i	: Tingkat konsumsi maksimum konsumen <i>i</i> pada layanan jam sibuk.
\bar{Y}_i	: Tingkat konsumsi maksimum konsumen <i>i</i> pada layanan jam tidak sibuk.

b. Model Original Bundling

Model *bundling* sebelumnya telah dibahas dalam penelitian Wu *et al.*, (2008) mengenai penyelesaian permasalahan optimasi *bundling* menggunakan pendekatan *nonlinear mixed-integer programming*.

$$\begin{aligned}
\text{Maks R} &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j \\
&= ((P_1 - 200)X_{11} + (P_1 - 200)X_{21} + (P_1 - 200)X_{31} + (P_2 - 15)X_{12} + \\
&\quad (P_2 - 15)X_{22} + (P_2 - 15)X_{32} + (P_3 - 300)X_{13} + (P_3 - 300)X_{23} + \\
&\quad (P_3 - 300)X_{33}) - (200Y_1 + 200Y_2 + 200Y_3)
\end{aligned} \tag{4.1}$$

dengan Kendala :

$$\begin{aligned}
S_1 &\geq (R_{11} - P_1)Y_1 \\
S_1 &\geq (R_{12} - P_2)Y_2 \\
S_1 &\geq (R_{13} - P_3)Y_3 \\
S_2 &\geq (R_{21} - P_1)Y_1 \\
S_2 &\geq (R_{22} - P_2)Y_2 \\
S_2 &\geq (R_{23} - P_3)Y_3 \\
S_3 &\geq (R_{31} - P_1)Y_1 \\
S_3 &\geq (R_{32} - P_2)Y_2 \\
S_3 &\geq (R_{33} - P_3)Y_3
\end{aligned} \tag{4.2}$$

$$\begin{aligned}
S_1 &= (R_{11} - P_1)X_{11} + (R_{12} - P_2)X_{12} + (R_{13} - P_3)X_{13} \\
S_2 &= (R_{21} - P_1)X_{21} + (R_{22} - P_2)X_{22} + (R_{23} - P_3)X_{23}
\end{aligned}$$

$$S_3 = (R_{31} - P_1)X_{31} + (R_{32} - P_2)X_{32} + (R_{33} - P_3)X_{33} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} (R_{11} - P_1)X_{11} &\geq 0 \\ (R_{12} - P_2)X_{12} &\geq 0 \\ (R_{13} - P_3)X_{13} &\geq 0 \\ (R_{21} - P_1)X_{21} &\geq 0 \\ (R_{22} - P_2)X_{22} &\geq 0 \\ (R_{23} - P_3)X_{23} &\geq 0 \\ (R_{31} - P_1)X_{31} &\geq 0 \\ (R_{32} - P_2)X_{32} &\geq 0 \\ (R_{32} - P_2)X_{32} &\geq 0 \\ (R_{33} - P_3)X_{33} &\geq 0 \end{aligned} \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} &\leq 1 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} &\leq 1 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} &\leq 1 \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} X_{11} &\leq Y_1 \\ X_{21} &\leq Y_1 \\ X_{31} &\leq Y_1 \\ X_{12} &\leq Y_2 \\ X_{22} &\leq Y_2 \\ X_{32} &\leq Y_2 \\ X_{13} &\leq Y_3 \\ X_{23} &\leq Y_3 \\ X_{33} &\leq Y_3 \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} S_1 &\geq 0 \\ S_2 &\geq 0 \\ S_3 &\geq 0 \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$P_1 \geq 0$$

$$\begin{aligned}
P_2 &\geq 0 \\
P_3 &\geq 0
\end{aligned}
\tag{4.8}$$

b. Model Improved *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas

Model Improved untuk Konsumen Homogen

$$\text{Maks } R = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 MY_j - X^4 Y^3 + P_x X + P_y Y + PZ
\tag{4.9}$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X \leq 196,64 Z
\tag{4.10}$$

$$Y \leq 125,87 Z
\tag{4.11}$$

$$X^4 Y^3 - P_x X - P_y Y - PZ \geq 0
\tag{4.12}$$

$$Z = 1
\tag{4.13}$$

Jika *flat fee* ditambah dengan kendala :

$$P_x = 0
\tag{4.14}$$

$$P_y = 0
\tag{4.15}$$

$$P > 0
\tag{4.16}$$

Jika *usage based* ditambah dengan kendala :

$$P_x > 0
\tag{4.17}$$

$$P_y > 0
\tag{4.18}$$

$$P = 0
\tag{4.19}$$

Jika *two-part tariff* ditambah dengan kendala :

$$P_x > 0
\tag{4.20}$$

$$P_y > 0
\tag{4.21}$$

$$P > 0
\tag{4.22}$$

Model untuk Kosumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah

Model modifikasi untuk konsumen heterogen ini didasari pada penelitian Wu *et al.*, (2008) serta mengkombinasikannya dengan persamaan pada penelitian Indrawati *et*

al., (2014) yaitu persamaan fungsi utilitas Cobb-Douglas. Pada sub bab ini dibahas model untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah.

Misalkan terdapat m konsumen golongan atas ($i=1$) dan n konsumen golongan bawah ($i=2$). Diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen tersebut mempunyai batas atas yang sama \bar{X} dan \bar{Y} dengan masing-masing adalah tingkat konsumsi pada saat jam sibuk dan pada saat jam tidak sibuk, $a_1 > a_2$ dan $b_1 > b_2$.

$$\begin{aligned} \text{Maks } R = & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j - X_1^4 Y_1^3 - X_2^3 Y_2^2 + P_x X_1 + P_x X_2 + P_y Y_1 \\ & + P_y Y_2 + P Z_1 + P Z_2 \end{aligned} \quad (4.23)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X_1 \leq 196,64 Z_1 \quad (4.24)$$

$$X_2 \leq 75,28 Z_2 \quad (4.25)$$

$$Y_1 \leq 125,87 Z_1 \quad (4.26)$$

$$Y_2 \leq 24,76 Z_2 \quad (4.27)$$

$$X_1^4 Y_1^3 + X_2^3 Y_2^2 - P_x X_1 - P_x X_2 - P_y Y_1 - P_y Y_2 - P Z_1 - P Z_2 \geq 0 \quad (4.28)$$

$$Z = 1 \quad (4.29)$$

Jika *flat fee* ditambah dengan Kendala (4.14) sampai Kendala (4.16)

Jika *usage based* ditambah dengan Kendala (4.17) sampai Kendala (4.19)

Jika *two-part tariff* ditambah dengan Kendala (4.20) sampai Kendala (4.22)

Model untuk Konsumen Heterogen Golongan Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah

Berbeda dengan jenis konsumen heterogen golongan atas dan bawah, pada dua jenis konsumen ini diasumsikan bahwa, konsumen tingkat pemakaian tinggi ($i=1$) dengan tingkat konsumsi maksimum \bar{X}_1 dan \bar{Y}_1 . Konsumen tingkat pemakaian rendah ($i=2$) dengan konsumsi maksimum \bar{X}_2 dan \bar{Y}_2 . Terdapat m konsumen tipe 1 dan n konsumen tipe 2 dengan $a_1 = a_2 = a$ dan $b_1 = b_2 = b$.

Didapat memaksimalkan fungsi objektif :

$$\begin{aligned} \text{Maks R} = & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j - X_1^3 Y_1^2 - X_2^3 Y_2^2 + P_x X_1 + P_x X_2 + P_y Y_1 \\ & + P_y Y_2 + P Z_1 + P Z_2 \end{aligned} \quad (4.30)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X_1 \leq 196,64 Z_1 \quad (4.31)$$

$$X_2 \leq 75,28 Z_2 \quad (4.32)$$

$$Y_1 \leq 125,87 Z_1 \quad (4.33)$$

$$Y_2 \leq 24,76 Z_2 \quad (4.34)$$

$$X_1^3 Y_1^2 + X_2^3 Y_2^2 - P_x X_1 - P_x X_2 - P_y Y_1 - P_y Y_2 - P Z_1 - P Z_2 \geq 0 \quad (4.35)$$

$$Z = 1 \quad (4.36)$$

Jika *flat fee* ditambah dengan Kendala (4.14) sampai Kendala (4.16)

Jika *usage based* ditambah dengan Kendala (4.17) sampai Kendala (4.19)

Jika *two-part tariff* ditambah dengan Kendala (4.20) sampai Kendala (4.22)

c. Model Improved *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Quasi-Linier

Model untuk Konsumen Homogen

Dengan memasukkan nilai parameter, maka dibuat model *bundling* pada konsumen homogen menggunakan fungsi utilitas quasi-linier untuk masing-masing skema pembiayaan yaitu *flat fee*, *usage based* dan *two-part tariff*

didapat :

$$\text{Maks R} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j - (4X + Y^3) + P_x X + P_y Y + P Z \quad (4.37)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X \leq 196,64 Z \quad (4.38)$$

$$Y \leq 125,87 Z \quad (4.39)$$

$$(4X + Y^3) - P_x X - P_y Y - P Z \geq 0 \quad (4.40)$$

$$Z = 1 \quad (4.41)$$

Jika *flat fee* ditambah dengan Kendala (4.14) sampai Kendala (4.16)

Jika *usage based* ditambah dengan Kendala (4.17) sampai Kendala (4.19)

Jika *two-part tariff* ditambah dengan Kendala (4.20) sampai Kendala (4.22)

Model untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

$$\begin{aligned} \text{Maks R} = & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j - (4X_1 + Y_1^3) - (3X_2 + Y_2^2) + P_x X_1 + \\ & P_x X_2 + P_y Y_1 + P_y Y_2 + P Z_1 + P Z_2 \end{aligned} \quad (4.42)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X_1 \leq 196,64 Z_1 \quad (4.43)$$

$$X_2 \leq 75,28 Z_2 \quad (4.44)$$

$$Y_1 \leq 125,87 Z_1 \quad (4.45)$$

$$Y_2 \leq 24,76 Z_2 \quad (4.46)$$

$$(4X_1 + Y_1^3) + (3X_2 + Y_2^2) - P_x X_1 - P_x X_2 - P_y Y_1 - P_y Y_2 - P Z_1 - P Z_2 \geq 0 \quad (4.47) Z = 1$$

Jika *flat fee* ditambah dengan Kendala (4.14) sampai Kendala (4.16)

Jika *usage based* ditambah dengan Kendala (4.17) sampai Kendala (4.19)

Jika *two-part tariff* ditambah dengan Kendala (4.20) sampai Kendala (4.22)

Model untuk Konsumen Heterogen Golongan Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

$$\begin{aligned} \text{Maks R} = & \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_j - B_j) X_{ij} - \sum_{j=1}^3 M Y_j - (3X_1 + Y_1^2) - (3X_2 + Y_2^2) + P_x X_1 + \\ & P_x X_2 + P_y Y_1 + P_y Y_2 + P Z_1 + P Z_2 \end{aligned} \quad (4.48)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X_1 \leq 196,64 Z_1 \quad (4.49)$$

$$X_2 \leq 75,28 Z_2 \quad (4.50)$$

$$Y_1 \leq 125,87 Z_1 \quad (4.51)$$

$$Y_2 \leq 24,76 Z_2 \quad (4.52)$$

$$(3X_1 + Y_1^2) + (3X_2 + Y_2^2) - P_x X_1 - P_x X_2 - P_y Y_1 - P_y Y_2 - P Z_1 - P Z_2 \geq 0 \quad (4.53)$$

$$Z = 1 \quad (4.54)$$

Jika *flat fee* ditambah dengan Kendala (4.14) sampai Kendala (4.16)

Jika *usage based* ditambah dengan Kendala (4.17) sampai Kendala (4.19)

Jika *two-part tariff* ditambah dengan Kendala (4.20) sampai Kendala (4.22)

Tabel 10. Rekapitulasi Solusi dari Model Skema Pembiayaan yang Optimal antara Bundling Original, Bundling dengan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas dan Quasi Linier

Model	Jenis Konsumen	Jenis Pembiayaan	Solver Status			
			Objective	Infeasibility	Iteration	GMU
Original Bundling	-	-	10839,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	144	33
Modifikasi Bundling dengan Utilitas Cobb-Douglas	Homogen	Flat fee	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	196	35
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	418	35
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	165	35
	Heterogen Golongan Atas dan Bawah	Flat fee	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	254	37
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	379	37
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	154	37
	Heterogen Golongan Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	Flat fee	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	251	37
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	382	37
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	133	37
Modifikasi Bundling dengan Utilitas Quasi-linier	Homogen	Flat fee	11244,7	$3,41061 \times 10^{-13}$	149	35
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	719	35
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	152	36
	Heterogen Golongan Atas dan Bawah	Flat fee	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	200	37
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	407	37
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	162	37
	Heterogen Golongan Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	Flat fee	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	174	37
		Usage based	10859,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	415	37
		Two-part tariff	11244,7	$1,13687 \times 10^{-13}$	152	37

Berdasarkan Tabel 10, solusi optimal baik pada konsumen homogen maupun konsumen heterogen untuk setiap fungsi utilitas yang digunakan yaitu fungsi utilitas Cobb-Douglas dan quasi-linier dihasilkan pada jenis pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff*. Nilai objektif dan *infeasibility* pada solusi optimal yang dihasilkan juga sama

yaitu sebesar 11244,7 dan $1,13687 \times 10^{-13}$. Tetapi jumlah iterasi pada dua skema pembiayaan tersebut berbeda.

d. Model Improved Bundle Pricing Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute

Model *bundle pricing* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* untuk setiap konsumen yaitu, konsumen homogen dan konsumen heterogen. Konsumen heterogen dibagi berdasarkan keinginan untuk membayar terdiri dari golongan atas dan golongan bawah serta tingkat konsumsi terdiri dari tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah.

Model Perbaikan untuk Konsumen Homogen

$$\begin{aligned} \text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\ & (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\ & (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} - \\ & (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - (6X + 5Y - P_X X - P_Y Y - PZ) \end{aligned} \quad (4.9)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X \leq 265,57 Z \quad (4.10)$$

$$Y \leq 299,87 Z \quad (4.11)$$

$$6X + 5Y - P_X X - P_Y Y - PZ \geq 0 \quad (4.12)$$

Jika skema pembiayaan *flat fee* ditambah dengan Kendala :

$$P_X = 0 \quad (4.13a)$$

$$P_Y = 0 \quad (4.13b)$$

$$P > 0 \quad (4.13c)$$

Jika skema pembiayaan *usage based* ditambah dengan Kendala :

$$P_X > 0 \quad (4.14a)$$

$$P_Y > 0 \quad (4.14b)$$

$$P = 0 \quad (4.14c)$$

Jika skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah dengan Kendala :

$$P_X > 0 \quad (4.15a)$$

$$P_Y > 0 \quad (4.15b)$$

$$P > 0 \quad (4.15c)$$

Model Perbaikan untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Misalkan terdapat m konsumen golongan atas ($i=1$) dan n konsumen golongan bawah ($i=2$). Diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen tersebut mempunyai batas atas yang sama \bar{X} dan \bar{Y} dengan masing-masing adalah tingkat konsumsi pada saat jam sibuk dan pada saat jam tidak sibuk, $a_1 > a_2$ dan $b_1 > b_2$.

$$\begin{aligned} \text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\ & (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\ & (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} - \\ & (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - ((6X_1 + 5X_2 + 5Y_1 + 4Y_2) - \\ & P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - P_Z Z_1 - P_Z Z_2) \end{aligned} \quad (4.16)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$X_1 \leq 265,57 Z_1 \quad (4.17a)$$

$$X_2 \leq 219,74 Z_2 \quad (4.17b)$$

$$Y_1 \leq 299,87 Z_1 \quad (4.18a)$$

$$Y_2 \leq 284,63 Z_2 \quad (4.18b)$$

$$6X_1 + 5X_2 + 5Y_1 + 4Y_2 - P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - P_Z Z_1 - P_Z Z_2 \geq 0 \quad (4.19)$$

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *flat fee* ditambah Kendala (4.13a) sampai Kendala (4.13c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *usage based* ditambah Kendala (4.14a) sampai Kendala (4.14c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah Kendala (4.15a) sampai Kendala (4.15c)

Model Perbaikan untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Diasumsikan dua jenis konsumen, konsumen tingkat pemakaian tinggi ($i=1$) dengan tingkat konsumsi maksimum \bar{X}_1 dan \bar{Y}_1 dan konsumen tingkat pemakaian rendah ($i=2$) dengan tingkat konsumsi maksimum \bar{X}_2 dan \bar{Y}_2 . Terdapat m konsumen tipe 1 dan n konsumen tipe 2 konsumen dengan $a_1 = a_2 = a$ dan $b_1 = b_2 = b$.

$$\begin{aligned}
\text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\
& (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\
& (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} - \\
& (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - ((5X_1 + 5X_2 + 4Y_1 + 4Y_2) - \\
& P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - PZ_1 - PZ_2)
\end{aligned} \quad (4.20)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$5X_1 + 5X_2 + 4Y_1 + 4Y_2 - P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - PZ_1 - PZ_2 \geq 0 \quad (4.21)$$

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *flat fee* ditambah Kendala (4.13a) sampai Kendala (4.13c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *usage based* ditambah Kendala (4.14a) sampai Kendala (4.14c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah Kendala (4.15a) sampai Kendala (4.15c).

e. Model *Bundle Pricing* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Bandwidth*

Model *bundle pricing* berdasarkan fungsi utilitas *bandwidth* untuk setiap konsumen yaitu, konsumen homogen dan konsumen heterogen. Konsumen heterogen dibagi berdasarkan keinginan untuk membayar terdiri dari golongan atas dan golongan bawah serta tingkat konsumsi terdiri dari tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah.

Model Perbaikan untuk Konsumen Homogen

$$\begin{aligned}
\text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\
& (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\
& (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} - \\
& (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - (U_0 + 6 \ln \frac{X + 1}{X_m + 1} + 5 \ln \frac{Y + 1}{Y_m + 1} - \\
& P_X X - P_Y Y - PZ)
\end{aligned} \quad (4.22)$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

Selanjutnya, ditambahkan Kendala :

$$U_0 + 6 \ln \frac{X+1}{X_m+1} + 5 \ln \frac{Y+1}{Y_m+1} - P_X X - P_Y Y - PZ \geq 0 \quad (4.23)$$

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *flat fee* ditambah Kendala (4.13a) sampai Kendala (4.13b).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *usage based* ditambah Kendala (4.14a) sampai Kendala (4.14b).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah Kendala (4.15a) sampai Kendala (4.15c).

Model Perbaikan untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\
 & (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\
 & (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} - \\
 & (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - \left(U_{01} + 6 \ln \frac{X_1+1}{X_{m+1}} + 5 \ln \frac{Y_1+1}{Y_{m+1}} \right) + \\
 & \left(U_{02} + 5 \ln \frac{X_2+1}{X_{m+1}} + 4 \ln \frac{Y_2+1}{Y_{m+1}} \right) - P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 \\
 & - PZ_1 - PZ_2
 \end{aligned} \tag{4.24}$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$\begin{aligned}
 & \left(U_{01} + 6 \ln \frac{X_1+1}{X_{m+1}} + 5 \ln \frac{Y_1+1}{Y_{m+1}} \right) + \left(U_{02} + 5 \ln \frac{X_2+1}{X_{m+1}} + 4 \ln \frac{Y_2+1}{Y_{m+1}} \right) - P_X X_1 - \\
 & P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - PZ_1 - PZ_2 \geq 0
 \end{aligned} \tag{4.25}$$

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *flat fee* ditambah Kendala (4.13a) sampai Kendala (4.13c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *usage based* ditambah Kendala (4.14a) sampai Kendala (4.14c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah Kendala (4.15a) sampai Kendala (4.15c).

Model Perbaikan untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimumkan } R = & (P_1 - 650)X_{11} + (P_1 - 650)X_{21} + (P_1 - 650)X_{31} + \\
 & (P_2 - 450)X_{12} + (P_2 - 450)X_{22} + (P_2 - 450)X_{32} + \\
 & (P_3 - 200)X_{13} + (P_3 - 200)X_{23} + (P_3 - 200)X_{33} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (150Y_1 + 150Y_2 + 150Y_3) - \left(\left(U_{01} + 5 \ln \frac{X_1+1}{X_m+1} + 4 \ln \frac{Y_1+1}{Y_m+1} \right) + \right. \\
& \left. \left(U_{02} + 5 \ln \frac{X_2+1}{X_m+1} + 4 \ln \frac{Y_2+1}{Y_m+1} \right) - P_X X_1 - P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 \right. \\
& \left. - PZ_1 - PZ_2 \right)
\end{aligned} \tag{4.26}$$

dengan Kendala (4.1) –(4.8) dan

$$\begin{aligned}
& \left(U_{01} + 5 \ln \frac{X_1+1}{X_m+1} + 4 \ln \frac{Y_1+1}{Y_m+1} \right) + \left(U_{02} + 5 \ln \frac{X_2+1}{X_m+1} + 4 \ln \frac{Y_2+1}{Y_m+1} \right) - P_X X_1 - \\
& P_X X_2 - P_Y Y_1 - P_Y Y_2 - PZ_1 - PZ_2 \geq 0
\end{aligned} \tag{4.27}$$

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *flat fee* ditambah Kendala (4.13a) sampai Kendala (4.13c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *usage based* ditambah Kendala (4.14a) sampai Kendala (4.14c).

Jika model perbaikan menggunakan skema pembiayaan *two-part tariff* ditambah Kendala (4.15a) sampai Kendala (4.15c).

Tabel 11. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan Model Bundle Pricing dengan Fungsi Utilitas Perfect Substitute dan Bandwidth terhadap Model Original

Model	Jenis Konsumen	Jenis Pembiayaan	Solver Status				ER
			Objective	Infeasibility	Iteration	GMU	
Original Bundling	-	-	3299,7	$1,57434 \cdot 10^{-10}$	55	33K	1
Modifikasi Bundling dengan Utilitas Perfect Substitute	Homogen	Flat fee	3299,7	$8,1854 \cdot 10^{-13}$	65	36K	0
		Usage based	3299,7	$8,1854 \cdot 10^{-13}$	26	36K	1
		Two-part tariff	3299,7	$3,84199 \cdot 10^{-8}$	21	36K	0
	Heterogen Golongan Atas dan Bawah	Flat fee	3449,7	$1,04306 \cdot 10^{-7}$	24	38K	0
		Usage based	3449,7	$9,0955 \cdot 10^{-14}$	14	38K	1
		Two-part tariff	3449,7	$8,58958 \cdot 10^{-7}$	22	38K	0
	Heterogen Golongan Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	Flat fee	3449,7	$1,04306 \cdot 10^{-7}$	23	38K	0
		Usage based	3449,7	$9,0955 \cdot 10^{-14}$	14	38K	0
		Two-part tariff	3449,7	$9,0955 \cdot 10^{-14}$	46	38K	1
	Modifikasi Bundling dengan Utilitas Bandwidth	Homogen	Flat fee	3449,7	$4,36944 \cdot 10^{-6}$	52	38K
Usage based			2849,54	$1,42109 \cdot 10^{-13}$	53	38K	0
Two-part tariff			3449,7	$2,23498 \cdot 10^7$	70	38K	0
Heterogen Golongan Atas dan Bawah		Flat fee	3449,7	$7,18313 \cdot 10^{-8}$	138	40K	0
		Usage based	3449,7	$9,055 \cdot 10^{-14}$	30	40K	0
		Two-part tariff	3449,7	$3,04181 \cdot 10^{-7}$	18	40K	0
Heterogen Golongan Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah		Flat fee	3449,7	0,000241294	194	40K	1
		Usage based	3449,7	$9,0955 \cdot 10^{-14}$	32	40K	0
		Two-part tariff	3449,7	$9,0955 \cdot 10^{-14}$	39	40K	0

Tabel 11 menunjukkan perbandingan solusi model original dan solusi model *bundle pricing* untuk skema pembiayaan internet *flat fee*, *usage based* dan *two-part tariff* pada fungsi utilitas *perfect substitute* dan *bandwidth* untuk konsumen homogen dan konsumen heterogen, diperoleh nilai objektif yang sama untuk model perbaikan pada konsumen homogen dan model original sedangkan nilai objektif pada konsumen heterogen pada model perbaikan berbeda dengan model original.

Dari Tabel 11 dapat dilihat baik model original maupun model perbaikan berada pada *model class* yang sama yaitu INLP (*Integer Nonlinier Programming*) dan pada *state* yang sama yaitu optimal lokal. Solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan melihat nilai objektif dari model original dan model perbaikan, karena nilai objektif

yang dihasilkan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda maka selain melihat nilai objektif dapat juga melihat iterasi dari model original dan model perbaikan. Berdasarkan Tabel 11, pada kasus model original solusi optimal diperoleh keuntungan sebesar Rp.3299,7.

Sedangkan pada solusi optimal model *bundle pricing* untuk skema pembiayaan internet *flat fee, usage based* dan *two-part tariff* pada fungsi utilitas *perfect substitute* dan *bandwidth* untuk konsumen homogen dan konsumen heterogen diperoleh solusi yang lebih optimal pada model *bundle pricing* untuk skema pembiayaan *usage-based* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* pada konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan keuntungan sebesar Rp.3449,7.

Berdasarkan hasil perhitungan untuk kasus homogen dengan skema pembiayaan *flat fee*, fungsi utilitas *bandwidth* dapat diadopsi ISP dengan keuntungan yang lebih optimal sebesar Rp.3499,7 dan iterasi yang lebih singkat sebanyak 52 iterasi jika dibandingkan skema pembiayaan lainnya.

Sedangkan untuk kasus heterogen baik berdasarkan golongan atas dan golongan bawah maupun tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *usage-based*, fungsi utilitas *perfect substitute* dapat diadopsi ISP dengan keuntungan sebesar Rp.3499,7 dan iterasi yang lebih singkat sebanyak 14 iterasi jika dibandingkan skema pembiayaan lainnya.

Secara keseluruhan kasus, ISP dapat mengadopsi fungsi utilitas *perfect substitute* untuk skema pembiayaan *usage-based* dengan keuntungan lebih optimal dibandingkan dengan skema lainnya.

Rekapitulasi Skema Pembiayaan Bundle Pricing dengan melibatkan tiga fungsi utilitas Cobb-Douglas, Quasi Linear dan Bandwidth

Pada tahapan berikutnya, direncanakan untuk membandingkan keempat fungsi utilitas yang digunakan yakni fungsi utilitas Cobb-Douglas, quasi linier, *perfect substitute* dan *bandwidth* untuk menunjukkan keunggulan keempat fungsi utilitas tersebut dalam menyelesaikan permasalahan Bundle pricing layanan informasi.

Pada tahapan ini, ISP memiliki pilihan dalam menentukan jenis skema pembiayaan mana yang akan dipilih yang disesuaikan dengan tujuan ISP dalam memaksimalkan pendapatan. Selanjutnya, perbandingan untuk masing-masing kasus pada setiap jenis fungsi utilitas yaitu cobb-douglas, quasi-linier, dan bandwidth function

diminised with increasing bandwidth, dimisalkan setiap kasus pada jenis konsumen homogen dengan tingkat konsumsi yang sama baik pada jam sibuk maupun jam tidak sibuk.

Model yang dibentuk diselesaikan menggunakan LINGO 11.0 dalam penentuan skema pembiayaan yang tepat, program lingo digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi baik linier maupun nonlinier. Dalam penelitian ini program lingo menggunakan solver branch and bound untuk mendapatkan hasil dalam bilangan bulat.

Fungsi utilitas digunakan untuk menghitung tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan suatu produk layanan. Penggunaan fungsi utilitas dinilai baik tidak hanya dalam memaksimalkan pendapatan isp juga dengan memperhatikan tingkat kepuasan pelanggan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilihat manakah dari ketiga fungsi utilitas tersebut yang menghasilkan keuntungan yang maskimum dalam model bundle-pricing yang tentu saja model yang terbaik dapat dijadikan pertimbangan bagi isp dalam menawarkan suatu produk layanan dengan menjual secara bundle serta melibatkan fungsi utilitas dalam skema pembiayaannya.

Model untuk setiap kasus berdasarkan jenis konsumennya diselesaikan dengan menggunakan program LINGO 11.0. Solusi optimal pada masing-masing kasus di kelompokkan pada Tabel I dan nilai variabel pada kasus tersebut ditampilkan pada Tabel II. Selanjutnya solusi terbaik pada model bundle-pricing dengan fungsi utilitas cobb-douglas dibandingkan dengan solusi terbaik model bundle-pricing baik yang menggunakan fungsi utilitas quasi-linier maupun bandwidth ditampilkan sebagai berikut.

Model Bundle-Pricing Menggunakan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas

Model ini diadopsi dari model bundle-pricing dalam (Wu et al., 2008) dan fungsi utilitas dalam (Indrawati et al., 2014) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Max } R = & \sum_{i=1,2} \sum_{j=1,2} (P_j - B_j)X_{ij} - \sum_{j=1,2} MY_j - (X^a + Y^b) + (P_x X_i) + (P_y Y_i) \\ & + (PZ_i) \quad (1) \end{aligned}$$

subject to :

$$S_i \geq (R_{ij} - P_j)Y_j, \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J$$

$$\begin{aligned}
S_i &= \sum_{j=1, \dots, J} (R_{ij} - P_j) X_{ij}, \quad i = 1, \dots, I \\
(R_{ij} - P_j) X_{ij} &\geq 0, \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \\
X_{ij} &\leq Y_j, \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \\
\sum_{j=1, \dots, J} X_{ij} &\leq 1, \quad i = 1, \dots, I \\
S_i &\geq 0, \quad i = 1, \dots, I \\
P_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, J \\
X_{ij} &= 0 \text{ or } 1, \quad i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \\
Y_j &= 0 \text{ or } 1, \quad j = 1, \dots, J
\end{aligned}$$

Keterangan parameter-parameter yang digunakan pada model diatas dijelaskan sebagai berikut :

- R : function for income
- B_j : Bundle cost of creating a bundle of j goods. This may include the sum of marginal production cost, distribution cost, transaction cost, any binding cost, etc. We assume this is the same for any kind of bundles of j goods.
- i : total I potential customers in our target market.
- j : the vendor has total J different kinds of information goods in hand.
- M : marginal cost if we add one more bundle choice on the menu.
- V_{ik} : costumer's i 's reservation price for his k th favorite information goods.
- R_{ij} : Total reservation price of customer i 's top j 's favorite goods. i.e., $R_{ij} = \sum_{k=1, \dots, j} V_{ik}$
- P_j : the price assign to the bundle of j goods.
- S_i : consumer surplus for customer i .
- X_{ij} : the decision variabel which is one if consumer i chooses to buy the bundle of j goods, and zero for the otherwise.
- Y_j : the decision variabel which is one if the vendor chooses to offer the bundle of j goods on the menu, and zero for the otherwise.

Kemudian model dibagi menjadi 3 kasus berdasarkan jenis pembiayaannya terdapat 3 jenis pembiayaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu flat fee, usage-based, dan two-part tariff masing masing kasus memiliki kendala yang berbeda seperti ditunjukkan pada penjelasan dibawah.

Model Bundle-Pricing Using Cobb-Douglas Utility Function Case Flat Fee Pricing Scheme

Model pada kasus ini menggunakan fungsi objektif yang sama seperti pada persamaan (1) yang kemudian diikuti oleh kendala (2)-(10) kemudian ditambahkan dengan kendala untuk kasus flat fee sebagai berikut :

$$\begin{aligned}X_i &\leq \bar{X}_i Z_i \\Y_i &\leq \bar{Y}_i Z_i \\-U_{i(X_i, Y_i)} + P_X X_i + P_Y Y_i + P Z_i &\geq 0 \\Z_i &= 0 \text{ or } 1, i = 1, \dots, I \\ \\P_x &= 0 \\P_y &= 0 \\P &> 0\end{aligned}$$

Model Bundle-Pricing Using Cobb-Douglas Utility Function Case Usage-Based Pricing Scheme

Model pada kasus ini menggunakan fungsi objektif yang sama seperti pada persamaan (1) yang kemudian diikuti oleh kendala (2)-(10) kemudian ditambahkan dengan kendala untuk kasus usage based sebagai berikut :

$$\begin{aligned}X_i &\leq \bar{X}_i Z_i \\Y_i &\leq \bar{Y}_i Z_i \\-U_{i(X_i, Y_i)} + P_X X_i + P_Y Y_i + P Z_i &\geq 0 \\Z_i &= 0 \text{ or } 1, i = 1, \dots, I \\ \\P_x &> 0 \\P_y &> 0 \\P &= 0\end{aligned}$$

Model Bundle-Pricing Using Cobb-Douglas Utility Function Case Two-Part Tariff Pricing Scheme

Model pada kasus ini menggunakan fungsi objektif yang sama seperti pada persamaan (1) yang kemudian diikuti oleh kendala (2)-(10) kemudian ditambahkan dengan kendala untuk kasus two-part tariff sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
X_i &\leq \bar{X}_i Z_i \\
Y_i &\leq \bar{Y}_i Z_i \\
-U_{i(X_i, Y_i)} + P_x X_i + P_y Y_i + P Z_i &\geq 0 \\
Z_i &= 0 \text{ or } 1, i = 1, \dots, I \\
\\
P_x &> 0 \\
P_y &> 0 \\
P &> 0
\end{aligned}$$

Setelah memperoleh perbandingan solusi terbaik pada model bundle-pricing dengan fungsi utilitas cobb-douglas langkah selanjutnya ialah membandingkan solusi terbaik dari penelitian untuk dibandingkan manakah dari ketiga fungsi utilitas tersebut yang terbaik bila dikombinasikan dengan model bundle dan tentu saja yang menghasilkan nilai pendapatan terbesar. Perbandingan solusi optimal dari ketiga kasus model bundle dengan fungsi utilitas cobb-douglas, quasi-linier, dan bandwidth akan ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan Model Bundle Pricing dengan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas, Quasi Linear dan Bandwidth terhadap Model Original

Variables	Modified Models		
	Cobb-Douglas Using Flat Fee Pricing Scheme	Quasi-Linear Using Usage Based Pricing Scheme	Bandwidth Using Usage Flat Pricing Scheme
Model Class	INLP	INLP	ILP
State	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
Objective	57001,2	56999,8	62999.8
Infeasibility	1,36322	1,81899.10 ⁻¹²	1.81899 x 10 ⁻¹²
Iterations	1633	130	209
GMU	29K	27K	27K
ER	2s	0s	0s

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat model bundle-pricing mencapai nilai objektif tertinggi sejauh ini jika dipasangkan dengan fungsi utilitas Bandwidth dengan nilai sebesar 62999,8 rupiah dengan jenis pembiayaan flat fee didalamnya. Model dengan kasus tersebut diselesaikan melalui 209 iterasi dan dalam waktu 27 detik dengan menggunakan program Lingo 11.

Adapun Luaran yang dicapai adalah sebagai berikut:

1. Penyampaian hasil penelitian awal pada Symposium Indonesia Malaysia
2. Penyampaian hasil penelitian pada Seminar Nasional dan Rapat Tahunan BKS Barat di Universitas Sriwijaya Mei 2016
3. Penyampaian hasil penelitian pada International Conference on Science, Technology and Interdisciplinary Research (IC STAR 2016), Universitas Lampung, Agustus 2016
4. Book of Abstract ICETS 2016, Universitas Jambi
5. Draf Paper submit pada Jurnal Teknologi
6. Bahan Ajar Integer Programming PERtemuan ke 14 dan 15

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Untuk tahun kedua, diupayakan penegeralisasiian model bundle pricing dengan melibatkan empat fungsi utilitas yakni Cobb-Douglas, quasi-linier, perfect substitute dan bandwidth dan tiga skema pembiayaan yakni flat fee, usage based dan two part tariff dengan melibatkan konsumen heterogen agar dapat mendekati keadaan riil dalam jaringan pembiayaan informasi. Penelitian pendahuluan yang dilaksanakan tahun ini juga telah dilaksanakan untuk memberikan kemungkinan adanya aplikasi pada jaringan wireless dengan tiga skema pembiayaan yang melibatkan bundle pricing.

Adapun luaran yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Penyampaian hasil penelitian pada Seminar Nasional Bidang Matematika ataupun Sains dan Teknologi
2. Penyampaian hasil penelitian pada Konferensi Internasional Bidang Matematika ataupun Sains dan Teknologi
3. Publikasi pada Jurnal Bereputasi Internasional
4. Penerbitan buku ajar

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model *bundling* berdasarkan fungsi utilitas Cobb-Douglas dan quasi-linier pada skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff* menghasilkan keuntungan yang sama bagi ISP. Dibandingkan dengan model original *bundling*, model *bundling* dengan penggunaan fungsi utilitas didalamnya menghasilkan skema pembiayaan yang lebih optimal bagi ISP.
2. *Solusi* yang lebih optimal dari model *bundling* pada skema pembiayaan internet pada masing-masing konsumen ialah :
 - Skema pembiayaan optimal untuk jenis konsumen homogen baik dengan fungsi utilitas Cobb-Douglas maupun quasi-linier diperoleh pada skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff*.
 - Skema pembiayaan optimal untuk jenis konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah baik dengan fungsi utilitas Cobb-Douglas maupun quasi-linier diperoleh pada skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff*.
 - Skema pembiayaan optimal untuk jenis konsumen heterogen golongan tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah baik dengan fungsi utilitas Cobb-Douglas maupun quasi-linier diperoleh pada skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff*.
3. Skema pembiayaan optimal untuk jenis konsumen homogen terdapat pada pemodelan *bundle pricing* berdasarkan fungsi utilitas *bandwidth* dengan jenis pembiayaan *flat fee*. Sedangkan untuk jenis konsumen heterogen baik golongan atas dan golongan bawah maupun tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah memiliki skema pembiayaan optimal yang sama pada pemodelan *bundle pricing* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan jenis pembiayaan *usage-based*.
4. 2. Dari solusi kedua model (model original dan model perbaikan) diperoleh bahwa ISP (*internet service provider*) dapat memaksimalkan keuntungan dengan memperhatikan kepuasan konsumen jika ISP (*internet service provider*) menerapkan model perbaikan.

Adapun saran dalam penelitian ini lebih terfokus pada adanya kemungkinan penggeneralisasian model hingga ke n dimensi sehingga model lebih dekat kepada masalah riil yang terjadi pada jaringan riil.

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).
- 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.
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., & Lestari, M. P. (2014). Cobb-Douglass Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model. *TELKOMNIKA, 12*(1).
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., & Sanjaya, O. (2015). Internet pricing on bandwidth function diminished with increasing bandwidth utility function. *TELKOMNIKA, 13*(1), 299-304.
- Irmeilyana, Indrawati, Puspita, F. M., & Herdayana, L. (2015). Improving the Models of Internet Charging in Single Link Multiple Class QoS Networks. In H. A. Sulaiman, M. A. Othman, M. F. I. Othman, Y. A. Rahim & N. C. Pee (Eds.), *Advanced Computer and Communication Engineering Technology* (Vol. 315). Switzerland: Springer Publishing International.

- Irmeilyana, Indrawati, Puspita, F. M., & Juniwati. (2014). Model and optimal solution of single link pricing scheme multiservice network. *TELKOMNIKA*, 12(1), 173-178.
- Irmeilyana, Indrawati, Puspita, F. M., Sitepu, R., & Amelia, R. T. (2014). Generalized models for internet pricing scheme under multi class QoS networks. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, August, 543-550.
- Jormakka, J., & Sarala, R. (2004). *Modelling Pricing Strategies on the Internet*. Paper presented at the European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering ECCOMAS 2004, Jyväskylä.
- 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)
- Puspita, F. M., Seman, K., & Taib, B. M. (2015). The Improved Models of Internet Pricing Scheme of Multi Service Multi Link Networks with Various Capacity Links. In H. A. Sulaiman, M. A. Othman, M. F. I. Othman, Y. A. Rahim & N. C. Pee (Eds.), *Advanced Computer and Communication Engineering Technology* (Vol. 315). Switzerland: Springer International Publishing.
- Puspita, F. M., Seman, K., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2013a). Improved Models of Internet Charging Scheme of Multi bottleneck Links in Multi QoS Networks. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(7), 928-937.
- Puspita, F. M., Seman, K., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2013b). Improved Models of Internet Charging Scheme of Single Bottleneck Link in Multi QoS Networks. *Journal of Applied Sciences*, 13(4), 572-579.

- Sain, S., & Herpers, S. (2003). *Profit Maximisation in Multi Service Networks- An Optimisation Model*. Paper presented at the Proceedings of the 11th European Conference on Information Systems ECIS 2003, Naples, Italy
- Seman, K., Puspita, F. M., Taib, B. M., & Shafii, Z. (2012). An improved optimization model of internet charging scheme in multi service networks. *TELKOMNIKA*, 10(3), 592-598.
- 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.
- Venkatesh, R., & Mahajan, V. (2009). Design and Pricing of Product Bundles: A Review of Normative Guidelines and Practical Approaches. In V. R. Rao (Ed.), *Handbook of Pricing Research in Marketing* (pp. 232-257). Northampton, MA: Edward Elgar Publishing Company
- Viswanathan, S., & Anandalingam, G. (2005). Pricing strategies for information goods. *Sadhana* 30(April/June 2005), 257-274.
- Wu, S.-y., Hitt, L. M., Chen, P.-y., & Anandalingam, G. (2008). Customized Bundle Pricing for Information Goods: A Nonlinear Mixed-Integer Programming Approach. *Management Science*, 54(3), 608-622.
- Yang, W., Owen, H., & Blough, D. M. (2004). *A Comparison of Auction and Flat Pricing for Differentiated Service Networks*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Communications.
- Yang, W., Owen, H. L., & Blough, D. M. (2005). *Determining Differentiated Services Network Pricing Through Auctions*. Paper presented at the Networking-ICN 2005, 4th International Conference on Networking April 2005 Proceedings, Part I, Reunion Island, France, .

LAMPIRAN

1. Cover Page Proceedings Symposium Persatuan Himpunan Malaysia



Proceeding Indonesia – Malaysia Symposium
on Southeast Asia Studies
(Trilogi University, Jakarta) 2016
P-ISBN: 978-602-74663-0-2
E-ISBN: 978-602-74663-1-9

Indonesia – Malaysia Symposium on Southeast Asia Studies 2016

THE NEW APPROACH OF BUNDLE-PRICING SCHEME MODELS BY USING BRANC AND BOUND SOLVER

Fitri Maya Puspita^{a*}, Muthia Ulfa^b

^a*Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Sumatera Selatan, Indonesia*

^b*Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Sumatera Selatan, Indonesia*

Abstract

As the internet become important in everyday life, it is the critical task for the Internet Service Provider (ISP) to serve better service to the customers. One scheme offered is through the bundle-pricing scheme that is proved to be able to serve the types of customers. The previous studies already begun with the models of bundle-pricing schemes that are solved by various techniques such as game theory or through the optimization problem of Lagrangian relaxation. This study attempts to solve the bundle-pricing scheme by using the branch and bound solver through LINGO 11.0 to obtain the optimal solution. The results show that by setting up certain number of users, services and number of goods to be chosen, if the service providers set the price of booking a lower then the consumer will be more interested in choosing a service with the subscription price is lower as well.

© 2016 Published by PERHIMPUNAN ALUMNI MALAYSIA. Selection and/or peer-review under responsibility of Perhimpunan Alumni Malaysia

Keywords: *Bundle-pricing, Branch and bound solve, Optimal solution*

Introduction

As the development of the technology era, human needs of the Internet today is a very important thing. Internet Service Provider are competing to provide the best Internet services to be offered to consumers.

* Corresponding author. Tel.: +6282125241621

E-mail address: fitrimayapuspita@ansri.ac.id

INDONESIA – MALAYSIA SYMPOSIUM ON SOUTHEAST ASIA STUDIES 2016
“Beyond Boundaries : Challenges and Prospects in Contributing to the Development of
Indonesia within ASEAN Economic Community Policy”
March 9th, 2016
Trilogi University, Jakarta

Published by:
Perhimpunan Alumni Malaysia (PAM)
Wisma Taranis Lt. 2
Jl. Bendungan Hilir Raya No.76
Jakarta Pusat 10210
DKI Jakarta, Indonesia
Email: perhimpunan.alumnimalaysia@gmail.com ; pam.symposium@gmail.com
Telp / Fax: +6221 22532020
Website: www.pam.co.id ; www.webvelo.com

This publication is copyright. Subject to statutory exception and to the provisions of relevant collective licensing agreements, no reproduction of any part may take place without the written permission of the Perhimpunan Alumni Malaysia (PAM).

First published in 2016
Technical Editor : Sudarmawan Samidi
Layout : Dety Nurfadilah
Cover Design : Elvan Syahputra

ISBN : 978-602-74663-0-2 (printed version)
978-602-74663-1-9 (electronic version)

Distributed by:
Perhimpunan Alumni Malaysia (PAM)
Wisma Taranis Lt. 2
Jl. Bendungan Hilir Raya No.76
Jakarta Pusat 10210
DKI Jakarta, Indonesia
Email: perhimpunan.alumnimalaysia@gmail.com ; pam.symposium@gmail.com
Telp: +6221 22532020
Website: www.pam.co.id ; www.webvelo.com

2. Sertifikat Pemakalah pada Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Barat, Mei 2016



3. Sertifikat Konferensi Internasional IC STAR Agustus 2016 Bandar Lampung





**IC STAR
2016**

**The 2nd International Conference on Science, Technology
and Interdisciplinary Research 2016
Bandar Lampung – Indonesia, 22 – 25 August 2016**



Bandar Lampung, 16th September, 2016

To the Respected Full Paper Contributors of IC-STAR 2016

- As presented on the attached list

RE: REVIEW AND SELECTIVE PAPERS SCHEDULE

Firstly, thank you for your contribution and presentation on The 2nd International Conference on Science, Technology and Interdisciplinary Research (IC-STAR 2016) that has been done in Bandar Lampung, Indonesia last August 22-25, 2016.

As requested by some participants for the grant and administration purposes, here the IC-STAR 2016 committees would like to inform that review and selection process for publication is still on going and the initial result is scheduled to be launched by early October 2016.

Please note that the committee can not release any information regarding the selection result and publication invitation of your manuscript(s) until the internal review process of IC-STAR 2016 Scientific Committee is completed. This is to ensure the objectivity and quality of the result.

We believe that all contributors and participants can understand the situation and we hope this letter can used for your administrative purposes and explanation.

Also, we suggest you to keep informed the development under our official website at: <http://ic-star.unila.ac.id>. Should you have any other inquiries, please do not hesitate to contact us through email: icstar@eng.unila.ac.id

The Committees would like to thank you for participating in IC-STAR 2016.

Best Wishes,

Dr. Ing. Ardian Ulvan
Chair, Organizing Committee IC-STAR 2016
Faculty of Engineering, University of Lampung

No	Papers
1	N. Haerudin, Karyanto (#499) Integrated Analysis of Radon and Magnetotelluric Method for Determining Location of Reservoir in the Way Ratai Geothermal Field Lampung Indonesia
2	Z. Bahri, L. Zakaria, Syamsudhuha (#417) The Scheme of 10th Order Implicit Runge-Kutta Method to Solve the First Order of Initial Value Problems
3	P. J. Ochieng , T. Djatna, W. A. Kusuma (#389) An Integrated Semi-supervised Clustering Model for Time Course Gene Expression Data
4	A. Pasaribu, L. A. P. Putri, D. Suryanto (#405) Identification of Variance Molecular Genotype Commercial Palm Oil (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) Base on Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) Markers
5	A.D. Putra, M. Kikumoto (#504) Weathering of Geomaterials and Deformation Behaviour
6	F. M. Puspita, E. Yuliza, M. Ulfa (#388) The Comparison of Bundle-Pricing Scheme Models Using Quasi-Linear Utility Function
7	H. Pratomo (#435) Evaluation of The Effect of Pasak Bumi to Increase Androgen Levels
8	K. Isnugroho, D. C. Birawidha, and M. Amin (#336) The Potentials of Improving Mineral Source Additional Values (non metallic;stone) in Lampung Province – A Preliminary Study
9	A. Syarif, K. Muludi, R. Adrian, A. Pamungkas (#498) Solving Fuzzy Shortest Path Problem by Genetic Algorithm
10	B.G.L. Pubiyangga, Suwandi, H.B.D. Kusumaningrum (#426) Using Moore Neighbor Tracing Method in Image Processing For Identification Vocal Cord Conditions
11	A. Iriany, R. Lestari, F. Nursandi, and M. Chanan (#526) Examining Organic Paper Mulch on the Growth and Yield of Shallot (<i>Allium ascalonicum</i> L.)
12	Ayomi, Y. Latief, K. Hayati, Wahyumurti (#522) Process of Dispute Resolution in Construction Projects through Arbitration : Literature Study
13	N. Tarigan, I. Supriatna, M.A. Setiadi, R. Affandi (#514) Effect of Vitamin E Fortified in Feed on Gonad Maturation of Common Carp (<i>Osteochilus hasellti</i>)
14	Suhartono (#448) Characteristics of Vegetable Cooking Oils (VCOs) as Substitutes of Kerosene in a Pressurized Cooking Stove
15	A. Purba, G. E. Susilo, F. Nakamura (#359) High Speed Rail in Asia and Europe: Lesson Learned for Indonesia
16	K. Nisa, N. Herawati (#534) Robust Estimation of Generalized Estimating Equation when Data Contain Outliers
17	S.M. Khoirunnisa, D.A. Perwitasari (#445) The Rheumatoid Arthritis Quality of Life (RAQoL) for Indonesia: translation and pilot test

4. Book of Abstract, ICERTS 2016 Universitas Jambi, November 2016

SOLUTIONS OF INTERNET PRICING SCHEME BASED MULTI SERVICE MUTI LINK NETWORKS WITH VARIOUS REQUIREMENTS FOR THE BASE COST AND QUALITY PREMIUM

Fitri Maya Puspita^{1*)}, Bella Arisha¹⁾

¹Mathematics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sriwijaya University, Inderalaya 30662

^{*}Email: fitrimayapuspita@unsri.ac.id

Abstract

In this paper, the improved model of wired internet on multi service multi link networks are proposed by varying base cost and varying and fixing quality premium. The previous research focused only on modeling the model without considering the variety of base cost and quality premium. So, in this paper, we seek to improve that models that fit to various condition of base cost and quality premium. The optimal solution of each case, then is compared to previous research which only focused on limited number of services offered to maintain ISPs' goal in achieving the highest revenue. Using Lingo 11.0, the results show that the improved model using 4 services and 3 links, the network achieved highest optimal solution by varying the base price and fixing the quality premium. This model is considered to be the option for ISPs if ISPs intend to promote certain services while having competition in information service markets.

Keywords: multi service multi link network, base cost, quality premium, pricing scheme.

5. Draft paper untuk submit pada Jurnal Teknologi. UTM

Model and Optimal Solution of Bundle-Pricing Scheme Using Utility Function

Fitri Maya Puspita, Evi Yuliza, Muthia Ulfa

Abstract— After a several research we were trying to compare the best model for pricing scheme with using bundle and utility function. In this paper Cobb-Douglas, Quasi-Linear, and Bandwidth Function Diminised with Incerasing Bandwidth utility function is used to see which function gain higher profit for Internet Service Provider (ISP) and also by considering user preferences. The model formed by setting variable and paramater into 3 cases which is flat fee, usage based and two-part tariff pricing scheme. LINGO 11.0 is used to solver each case and get the optimal solution, the model are applied to the data traffic in Palembang local server. The result show for each cases bundle-pricing get the optimal solution when using Bandwidth utility function.

Keywords—bundle pricing, utility function, pricing strategies, optimal solution.

I. INTRODUCTION

There are several ways that can be done in determining the appropriate model pricing based on each necessary requirement of consumers. Internet Service Provider (ISP) as a company that provides internet service trying to maximize their provit by adjusting the model to each customer. Information service require a utility function and determining the based price to gain huge profits by adopting pricing scheme such as pricing scheme

Manuscript received Month Day,

Fitri Maya Puspita is with the Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Inderalaya, South Sumatera; (e-mail: fitrimayapusita@unsri.ac.id).

Evi Yuliza is with the Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Inderalaya, South Sumatera (e-mail: evi_bc@yahoo.com).

Muthia Ulfa is with Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Inderalaya, South Sumatera (e-mail: muthiaulfa@gmail.com).

involving multiclassses QoS (Quality of Service) Network [1-7].

Past research has discussed tuse of bundle - pricing in the establishment of financing strategies. Bundle is a financing strategy in which some products services combined in one package and are offered at one price [8]. In that research conducted approach nonlinear mixed- integer programming produced important factors in determining the financing scheme Internet. Use of the utility function in the bundle pricing model is not the first time to do some research before discussing the use of quasi-linear utility function and bandwidth function diminised with increasing bandwidth [risa,muthia].

In this study a comparison for each case on any type of utility functions that the cobb-douglas, quasi-linear, and bandwidth function diminised with increasing bandwidth, suppose each case on the type of consumer homogeneous and consumption levels that are equally good at peak hours and hours not busy. The determination of peak hours and off-peak hours previously discussed by [9] in the course of a study regarding the appropriate financing strategies for information services. The model is solved using LINGO 11.0 formed in the determination of appropriate financing schemes , programs lingo used to solve the problems of both linear and nonlinear optimization . In this study, using the lingo program solver branch and bound to get results in integers.

Utility function is used to calculate the level of customer satisfaction in using a product service. Use of function utilitas rated excellent not only in maximizing revenues with ISPs also consider the level of customer satisfaction . Therefore, in this study will be seen which of the three functions utilitas those who get the highest profit maskimum in the model bundle- pricing which is of course the best model can be taken into consideration for the ISP to offer a service product to sell bundle and involve utility function in pricing scheme.

6. Bahan Ajar Integer Programming Pertemuan ke 14 dan 15

PERMASALAHAN *INTEGER NONLINIER PROGRAMMING* PADA PEMODELAN *BUNDLE PRICING* UNTUK SKEMA PEMBIAYAAN INTERNET *FLAT FEE, USAGE-BASED* DAN *TWO-PART TARIFF* PADA FUNGSI UTILITAS *PERFECT SUBSTITUTE* DAN *BANDWIDTH*

**BAHAN AJAR INTEGER PROGRAMMING
PERTEMUAN KE-14**



**Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc
Evi Yuliza, M.Si
Risfa Risa Octa Ringkisa**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
SEPTEMBER 2016**

**MODEL *IMPROVED BUNDLE-PRICING* PADA SKEMA PEMBIAYAAN INTERNET
BERDASARKAN FUNGSI UTILITAS *COBB-DOUGLAS* DAN *QUASI-LINIER***

**BAHAN AJAR INTEGER PROGRAMMING
PERTEMUAN KE -15**



**DR. FITRI MAYA PUSPITA, M.SC
EVI YULIZA, M.SI
MUTHIA ULFA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
OKTOBER 2016**