

OPTIMASI DAN APLIKASI PADA MASALAH JARINGAN INTERNET

Oleh:

Indrawati, S.Si, M.Si

Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc

Dr. Evi Yuliza, S.Si, M.Si

Oki Dwipurwani, S.Si, M.Si

Sisca Octarina, S.Si, M.Sc

Rizky Helmayanti, S.Si

Intan Lestari, S.Si

**OPTIMASI DAN APLIKASI
PADA MASALAH JARINGAN INTERNET**

**Indrawati, S.Si, M.Si
Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc
Dr. Evi Yuliza, S.Si, M.Si
Oki Dwipurwani, S.Si, M.Si
Dr. Sisca Octarina, S.Si, M.Sc
Rizky Helmayanti, S.Si
Intan Lestari, S.Si**

Optimasi dan Aplikasi Pada Masalah Jaringan Internet

copyright © April 2023

Penulis : Indrawati, S.Si, M.Si
Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si, M.Sc
Dr. Evi Yuliza, S.Si, M.Si
Oki Dwipurwani, S.Si, M.Si
Dr. Sisca Octarina, S.Si, M.Sc
Rizky Helmayanti, S.Si
Intan Lestari, S.Si

Setting Dan Layout : Ardatia Murty, S.Pd

Desain Cover : Anya Bunga Fathiyah, S.Psi

Hak Penerbitan ada pada © Bening media Publishing 2023
Anggota IKAPI No. 019/SMS/20

Hakcipta © 2023 pada penulis
Isi diluar tanggung jawab percetakan

Ukuran 16,25 cm x 25 cm
Halaman : x + 112 hlm

Hak cipta dilindungi Undang-undang
Dilarang mengutip, memperbanyak dan menerjemahkan sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Bening media
Publishing

Cetakan I, April 2023



Jl. Padat Karya
Palembang – Indonesia
Telp. 0823 7200 8910
E-mail : bening.mediapublishing@gmail.com
Website: www.bening-mediapublishing.com

ISBN : 978-623-8006-87-8

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Skema *Improved* Pembiayaan Layanan Informasi Konsumen Heterogen Berbasis Fungsi Utilitas-*Customer Self-Selection* dapat diselesaikan dengan baik. Pembahasan materi pada bahan ajar ini dilakukan dengan cara memaparkan landasan teori *Internet Service Provider (ISP)*, bundling, biaya marjinal dan biaya pengawasan dengan skema pembiayaan internet yaitu *flat fee, usage-based*, dan *two-part tariff* berdasarkan fungsi utilitas *independent goods*, eksponensial, *perfect substitute*.

Isi buku ini mencakup materi bundling, fungsi utilitas *independent goods*, fungsi utilitas eksponensial, dan fungsi utilitas *perfect substitutes* yang bersesuaian dengan salah satu topik dalam mata kuliah Program Non Linier yang merupakan salah satu mata kuliah pilihan Bidang Optimasi di Jurusan Matematika FMIPA UNSRI.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan buku ini. Buku ini dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2021. SP DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021, sesuai dengan SK Rektor 0109/UN9.3.1/SK/2022 tanggal 28 April 2022. Mudah-mudahan buku ajar ini dapat memberikan sedikit manfaat bagi para pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Hormat Kami

Tim penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Data Traffic	4
1.3 Pengolahan Data Traffic Digilib.....	9
1.4 Nilai Parameter	10
1.5 Perumusan Parameter dan Variabel	13
BAB II PEMBAHASAN	17
2.1 Internet Service Provider (ISP).....	17
2.2 Optimasi Masalah Konsumen	20
2.3 Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan.....	21
2.4 <i>Bundling</i>	22
2.5 Fungsi Utilitas	27
2.5.1 Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i>	28
2.5.2 Fungsi Utilitas <i>Eksponensial</i>	28
2.5.3 Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i>	29
BAB III BUNDLING	31
3.1 Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i>	31
3.2 Kodongan Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i>	32
3.3 Solusi Optimal Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i> ..	35
BAB IV FUNGSI UTILITAS INDEPENDENT GOODS	37
4.1 Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Independent Goods untuk Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Bawah	37
4.1.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	37
4.1.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i>	38

4.1.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	39
4.1.4 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	39
4.1.5 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	47
4.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah.....	49
4.2.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> dengan skema pembiayaan <i>Flat Fee</i>	49
4.2.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i>	50
4.2.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	50
4.2.4 Bentuk Kodingan	51
4.2.5 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah	58
4.3 Kesimpulan	60

BAB V FUNGSI UTILITAS EKSPONENSIAL	61
5.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	61
5.1.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial dengan Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	61
5.1.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial dengan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i>	62
5.1.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial dengan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	63
5.1.4 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial untuk Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Bawah	64
5.1.5 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah	71
5.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	73
5.2.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial dengan skema pembiayaan <i>Flat Fee</i>	73
5.2.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i>	74
5.2.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	74
5.2.4 Bentuk Kodingan	75

5.2.5 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah.....	82
5.3 Kesimpulan	84
BAB VI FUNGSI UTILITAS <i>PERFECT SUBSTITUTE</i>	85
6.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> untuk Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Bawah	85
6.1.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	85
6.1.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i>	86
6.1.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	87
6.1.4 Bentuk Kodingan	88
6.1.5 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect</i> <i>Substitute</i> untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	95
6.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> untuk Pelanggan Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah	97
6.2.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> dengan skema pembiayaan <i>Flat Fee</i>	97
6.2.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Usage-</i> <i>based</i>	98

6.2.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i>	98
6.2.4 Bentuk Kodingan	99
6.2.5 Solusi Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Perfect Substitute</i> untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah.....	106
6.3 Kesimpulan	108
DAFTAR PUSTAKA	109
INDEKS.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data <i>Traffic Digilib</i> saat Jam Sibuk.....	4
Tabel 1.2 Data <i>Traffic Digilib</i> saat Jam Tidak Sibuk.....	7
Tabel 1.3 Data Pemakaian saat Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk.....	9
Tabel 1.4 Nilai Parameter untuk Model Modifikasi <i>Bundling</i> ...	11
Tabel 1.5 Nilai-Nilai Parameter untuk Konsumen Heterogen <i>High End</i> dan <i>Low End</i>	11
Tabel 1.6 Nilai-Nilai Parameter untuk Konsumen Heterogen <i>High Demand</i> dan <i>Low Demand</i>	12
Tabel 1.7 Parameter untuk Setiap Model Skema Pembiayaan	13
Tabel 1.8 Variabel untuk Setiap Model Skema Pembiayaan	15
Tabel 3.1 Solusi Optimal Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i>	35
Tabel 3.2 Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i>	36
Tabel 4.1 Solusi Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	47
Tabel 4.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	48
Tabel 4.3 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah.....	59
Tabel 4.4 Nilai Variabel Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Independent Goods</i> untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah.....	59
Tabel 5.1 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah.....	71

Tabel 5.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen eterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	72
Tabel 5.3 Solusi Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah....	83
Tabel 5.4 Nilai Variabel Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	84
Tabel 6.1 Solusi Model Modifikasi Umum Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	95
Tabel 6.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	96
Tabel 6.3 Solusi Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah	107
Tabel 6.4 Nilai Variabel Model Modifikasi Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah.....	107

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah menjadi bagian penting dari kehidupan global terutama jaringan internet yang merupakan jaringan yang kompleks. Internet menyediakan akses tak terbatas terhadap sebuah informasi misalnya artikel, baik populer maupun ilmiah. Internet juga memungkinkan mengakses informasi dari negara-negara lain tanpa memikirkan kendala tempat dan waktu, oleh sebab itu internet disebut juga sebagai jendela informasi selain buku (Karundeng et al., 2016). Untuk bisa terhubung dengan internet, harus mempunyai akses dengan cara berlangganan dengan *Internet Service Provider* (ISP).

Menurut Santoso (2012), ISP adalah perusahaan yang bergerak dalam jasa pelayanan internet. ISP mempunyai jaringan secara *domestic* maupun internasional sehingga konsumen atau pengguna dari sambungan yang disediakan oleh ISP dapat terhubung ke jaringan internet global (Ardianto et al., 2018). Banyaknya pengguna yang menggunakan internet maka tuntutan terhadap kualitas layanan semakin besar. Hal ini mengharuskan ISP untuk menyediakan kualitas layanan yang lebih baik dan berbeda kepada konsumen dengan biaya yang efisien. Untuk itu demi memberikan keuntungan bagi ISP diperlukan skema pembiayaan dimana skema pembiayaan yang diberikan dapat menjamin kepuasan penyedia layanan dan pengguna layanan (Irmeilyana et al., 2015).

Terdapat tiga skema pembiayaan menurut (Puspita et al., 2021) yaitu *flat fee* yang didasarkan pada paket berlangganan yang disediakan oleh ISP, *usage-based* yang didasarkan konsumsi jaringan per hari dan *two-part tariff* yang mempunyai properti yang harus dibayar konsumen pada masa tersebut. Pada masalah skema

pembiayaan, fungsi utilitas merupakan salah satu fungsi yang bisa diaplikasikan ke dalam masalah skema pembiayaan karena dapat memaksimalkan pendapatan. Hal ini dikarenakan fungsi utilitas terhubung dengan tingkat kepuasan konsumen (Indrawati, Irmeilyana, Puspita, & Lestari, 2014). Fungsi utilitas yang digunakan adalah fungsi utilitas *independent goods*, fungsi utilitas *eksponensial* dan fungsi utilitas *perfect substitute* untuk mengukur tingkat kepuasan konsumen. Fungsi utilitas *independent goods* adalah *goods* yang memiliki elastisitas silang permintaan nol. Perubahan harga satu barang tidak akan berpengaruh pada permintaan barang independen jadi *independent goods* bukanlah pelengkap atau pengganti. Pada fungsi utilitas *eksponensial* konsumen dapat melihat untuk menghindari risiko sama sekali untuk pembelian besar atau memutuskan untuk membayar premi untuk memilih opsi dengan risiko yang lebih kecil. Menurut Indrawati et al., (2015) pemilihan fungsi utilitas dapat dilihat dari variabel yang dipakai, kedua fungsi utilitas tersebut mempunyai 2 variabel yaitu G dan H sehingga bisa diaplikasikan ke dalam data, yaitu data pada jam sibuk (G) dan data pada jam tidak sibuk (H). Pada fungsi utilitas lainnya terdapat banyak variabel yang dipakai sehingga sulit membagikan atau mengelompokkan datanya.

Dalam menaikkan tingkat kepuasan konsumen atas pemakaian layanan informasi maka yang dibutuhkan selain fungsi utilitas adalah dengan menambahkan biaya marjinal dan biaya pengawasan. Menurut Soares et al., (2013) biaya marjinal (*marginal cost*) merupakan perkiraan secara ekonomi bahwa seberapa besar biaya akan berubah jika output berubah atau lebih tepatnya tambahan biaya yang ditanggung oleh perusahaan karena perusahaan menambah kapasitas produksinya. Biaya marjinal melibatkan peramalan karena perbedaan antara apa yang telah terjadi dan apa yang akan terjadi mengingat output yang berbeda. Menurut Sitepu et al., (2017) biaya pengawasan (*monitoring cost*) merupakan dana yang dialirkan oleh perusahaan dalam meninjau dan mengarahkan pekerjaan yang dikelola oleh agensi untuk mengelola sebuah perusahaan.

Diperlukan strategi pemasaran yang akan menghemat biaya pengemasan dan persediaan produk daripada harus memasarkan produknya secara terpisah sehingga akan menguntungkan ISP dan menarik minat konsumen. Strategi pemasaran yang akan digunakan adalah *bundling*. *Bundling* adalah praktek pemasaran di mana dua atau lebih produk atau jasa disatukan dalam satu paket dengan satu harga (Buananda & Ariyanti, 2018). Untuk membangun pembelian berkelanjutan maka pelaku usaha harus mampu menjadikan produk yang dijualnya lebih dipilih oleh konsumen dibandingkan produk yang lain dengan kata lain kecenderungan konsumen dalam memberikan peringkat pada sejumlah produk sejenis dan memposisikan sebuah produk di atas produk lainnya hal ini disebut sebagai *customer preference* (Halim, 2017).

Penelitian (Sitepu et al. 2017) membahas mengenai strategi penetapan harga berbasis fungsi utilitas dalam memaksimalkan pendapatan penyedia layanan informasi dengan biaya marjinal dan biaya pengawasan yang diselesaikan secara diferensial. Hasil yang diperoleh yaitu model skema pembiayaan yang optimal untuk konsumen heterogen berdasarkan kesediaan membayar adalah skema pembiayaan *usage-based* sedangkan untuk konsumen heterogen berdasarkan tingkat penggunaan berada pada skema pembiayaan *two-part tariff*.

Berdasarkan latar belakang penting dibahas model skema pembiayaan layanan internet berbasis *customer preference*. Data yang digunakan adalah data *traffic digilib* yang diperoleh dari server lokal di Palembang dengan waktu pengamatan selama 1 bulan. Pembentukan model dengan mengkombinasikan *bundling*, fungsi utilitas, biaya marjinal, biaya pengawasan dan optimasi masalah konsumen. Model modifikasi yang terbentuk diselesaikan secara optimasi. Model modifikasi tersebut diterapkan untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah (*high end* dan *low end*) serta konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan rendah (*high demand* dan *low demand*) yang dimodelkan ke dalam bentuk *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP).

Keunggulan dari model skema pembiayaan layanan internet yakni mampu memaksimalkan keuntungan bagi penyedia layanan atau ISP dan memberikan kepuasan bagi konsumen. Hal ini dikarenakan konsumen dapat menikmati semua layanan dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan membeli secara terpisah. Model modifikasi yang dibentuk diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan hingga dapat meningkatkan kualitas layanan dan menarik minat konsumen.

1.2 Data Traffic

Diperlukan data untuk analisa fungsi utilitas yang lebih optimal. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari server lokal di Palembang tepatnya di Politeknik Sriwijaya (Polsri) terhitung dari tanggal 01 Februari 2022 sampai 28 Februari 2022. Data yang diperoleh adalah data *traffic digilib* (*digital library*) atau *traffic* untuk penggunaan *digilib* yang menggunakan data pemakaian internet. Data dibagi menjadi jam sibuk yang dimulai dari jam 07.00 – 17.00 WIB dan jam tidak sibuk yang dimulai dari jam 17.01 – 06.59 WIB. Terdapat dua unsur pada data *traffic digilib* yakni *inbound* dan *outbound*. *Traffic inbound* merupakan *traffic* yang berasal dari jaringan lain dan dialamatkan ke komputer di dalam jaringan pengguna sedangkan *traffic outbound* merupakan *traffic* yang berasal dari jaringan pengguna dan di alamatkan ke komputer di suatu tempat di internet.

Tabel 1.1 Data Traffic Digilib saat Jam Sibuk

Tanggal	Traffic Digilib (bit per second)		Total Pemakaian Per Hari
	Inbound	Outbound	
01 Februari 2022	34.397,049	10.844,006	45.241,055
02 Februari 2022	24.005,881	9.439,162	33.445,043
03 Februari 2022	30.927,461	11.098,971	42.026,432
04 Februari 2022	30.924,328	26.194,727	57.119,056

05 Februari 2022	30.694,207	27.207,302	57.901,509
06 Februari 2022	30.238,873	27.599,939	57.838,812
07 Februari 2022	40.001,711	5.519,875	45.521,586
08 Februari 2022	39.669,047	12.063,652	51.732,699
09 Februari 2022	32.462,328	21.554,439	54.016,767
10 Februari 2022	32.395,312	10.904,354	43.299,666
11 Februari 2022	32.396,905	11.348,579	43.745,484
12 Februari 2022	32.245,128	11.791,534	44.036,662
13 Februari 2022	22.316,484	10.440,971	32.757,455
14 Februari 2022	22.534,619	14.065,676	36.600,295
15 Februari 2022	22.491,546	27.530,769	50.022,315
16 Februari 2022	22.413,361	25.145,986	47.559,347
17 Februari 2022	22.414,855	25.916,568	48.331,423
18 Februari 2022	23.270,245	17.679,828	40.950,073
19 Februari 2022	33.839,927	20.794,492	54.634,419
20 Februari 2022	34.507,455	11.020,761	45.528,216
21 Februari 2022	34.904,561	23.202,063	58.106,624
22 Februari 2022	35.283,016	34.329,123	69.612,139

23 Februari 2022	35.283,866	46.483,365	81.767,231
24 Februari 2022	34.499,855	433.191,436	467.691,291
25 Februari 2022	23.807,303	31.366,112	55.173,415
26 Februari 2022	23.671,566	17.611,257	41.282,823
27 Februari 2022	23.265,446	15.077,895	38.343,341
28 Februari 2022	23.030,838	28.604,429	51.635,267
<i>Demand</i>	29.567,613	34.572,402	64.140,015
<i>Demand per bulan (bit)</i>	32.070,008		
<i>Demand per bulan (bps)</i>	4.008,751		
<i>Demand per bulan (kbps)</i>	3, 914795888		

Keterangan :

- Demand* : nilai rata-rata pemakaian *traffic* per hari
- Demand per bulan* : nilai rata-rata *demand inbound* dan (*bit outbound*)
- Demand per bulan* : *demand per bulan* dibagi 8 (1 *bps* = 8 *bit*) (*bps*)
- Demand per bulan* : *demand per bulan* dibagi 1024 (1 *kbps* = (*kbps*) 1024 *bps*)

Pada Tabel 1.1 diperoleh data penggunaan internet dengan pemakaian tertinggi terdapat pada tanggal 24 Februari 2022 sebesar 467.691,291 *bit* dengan *inbound* sebesar 34.499,855 *bit* dan *outbound* sebesar 433.191,436 *bit*. Untuk pemakaian terendah terdapat pada tanggal 13 Februari 2022 sebesar 32.757,455 *bit* dengan *inbound* sebesar 22.316,484 *bit* dan *outbound* sebesar 10.440,971 *bit*.

Tabel 1.2 Data Traffic Digilib saat Jam Tidak Sibuk

Tanggal	Traffic Digilib (bit per second)		Total Pemakaian Per Hari
	Inbound	Outbound	
01 Februari 2022	30.956,939	17.670,743	48.627,682
02 Februari 2022	32.492,188	11.288,793	43.780,981
03 Februari 2022	34.506,551	10.876,072	45.382,623
04 Februari 2022	37.891,338	25.678,161	63.569,499
05 Februari 2022	52.060,004	29.13,315	81.196,319
06 Februari 2022	43.253,845	28.252,268	71.506,113
07 Februari 2022	43.251,867	19.216,859	62.468,726
08 Februari 2022	25.724,995	14.641,072	40.366,067
09 Februari 2022	23.418,851	10.816,192	34.235,043
10 Februari 2022	24.050,704	12.981,695	37.032,399
11 Februari 2022	33.477,399	9.974,868	43.452,267
12 Februari 2022	34.599,359	11.411,466	46.010,825
13 Februari 2022	27.550,661	13.118,501	40.669,162
14 Februari 2022	41.572,573	18.484,298	60.056,871
15 Februari 2022	50.165,299	24.742,298	74.907,597
16 Februari 2022	41.529,725	25.618,239	67.147,964

17 Februari 2022	39.841,118	24.949,211	64.790,329
18 Februari 2022	46.979,493	23.898,738	70.878,231
19 Februari 2022	33.046,637	20.288,911	53.335,548
20 Februari 2022	31.972,567	19.566,086	51.538,653
21 Februari 2022	46.925,998	24.175,221	71.101,219
22 Februari 2022	49.266,316	35.615,695	84.882.011
23 Februari 2022	48.518,438	34.873,061	83.391,499
24 Februari 2022	47.685,152	34.744,151	82.429,303
25 Februari 2022	50.072,488	28.607,344	78.679.832
26 Februari 2022	42.523,487	18.796,574	61.320,061
27 Februari 2022	31.275,235	15.844,322	47.119,557
28 Februari 2022	36.195,998	13.753,481	49.949,479
<i>Demand</i>	38.600,187	20.679,308	59.279,495
<i>Demand per bulan (bit)</i>	29.639,748		
<i>Demand per bulan (bps)</i>	3.704,968		
<i>Demand per bulan (kbps)</i>	3,618133252		

Keterangan :

- Demand* : nilai rata-rata pemakaian *traffic* per hari
- Demand per bulan* : nilai rata-rata *demand inbound* dan (*bit outbound*)
- Demand per bulan* : *demand per bulan* dibagi 8 (1 *bps* = 8 *bit*) (*bps*)
- Demand per bulan* : *demand per bulan* dibagi 1024 (1 *kbps* = (*kbps*) 1024 *bps*)

Pada Tabel 1.2 diperoleh data penggunaan internet dengan pemakaian tertinggi terdapat pada tanggal 22 Februari 2022 sebesar 84.882,001 *bit* dengan *inbound* sebesar 49.266,316 *bit* dan *outbound* sebesar 35.615,695 *bit*. Untuk pemakaian terendah terdapat pada tanggal 09 Februari 2022 sebesar 34.235,043 *bit* dengan *inbound* sebesar 23.418,851 *bit* dan *outbound* sebesar 10.816,192 *bit*.

1.3 Pengolahan Data Traffic Digilib

Data *traffic* digunakan dalam model yang optimal untuk membandingkan fungsi utilitas. Model yang optimal tersebut diolah dengan menggunakan data *traffic digilib* untuk memperoleh solusi optimal dari model skema pembiayaan layanan internet. Berdasarkan data-data yang terdapat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 didapatkan hasil yang tertera pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Data Pemakaian saat Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk

Tingkat Konsumsi	Pemakaian Layanan (<i>bit</i>)	Pemakaian Layanan (<i>bps</i>)	Pemakaian Layanan (<i>kbps</i>)
$\bar{G} = \bar{G}_1$	467.691,291	8.461,411	57,092
\bar{G}_2	81.767,231	10.220,904	9,982
\bar{G}_{min}	32.757,455	4.094,682	3,998
$\bar{H} = \bar{H}_1$	84.882.011	10.610,251	10,362
\bar{H}_2	83.391,499	10.423,937	10,179
\bar{H}_{min}	34.235,043	4.279,380	4,179

Keterangan :

$\bar{G} = \bar{G}_1$: Tingkat konsumsi maksimum pada saat jam sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

\bar{G}_2 : Tingkat pemakaian terbanyak kedua pada saat jam sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

\bar{G}_{min} : Tingkat konsumsi terendah pada saat jam sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

$\bar{H} =$: Tingkat konsumsi maksimum pada saat jam tidak sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

\bar{H}_2 : Tingkat pemakaian terbanyak kedua pada saat jam tidak sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

\bar{H}_{min} : Tingkat konsumsi terendah pada saat jam tidak sibuk dalam satuan *kilobyte per second (kbps)*.

Tabel 1.3 menunjukkan bahwa tingkat konsumsi maksimum saat jam sibuk sebesar 57,092 *kbps*. Tingkat pemakaian terbanyak kedua saat jam sibuk sebesar 9,982 *kbps*. Tingkat konsumsi maksimum saat jam tidak sibuk sebesar 10,362 *kbps* dan tingkat pemakaian terbanyak kedua saat jam tidak sibuk sebesar 10,179 *kbps*.

1.4 Nilai Parameter

Tentukan besaran nilai dari suatu parameter untuk model modifikasi berdasarkan fungsi utilitas dengan menambahkan biaya marjinal dan biaya pengawasan bagi konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta konsumen heterogen *high demand* dan *low demand*. Didapatkan nilai parameter yang ditampilkan pada Tabel 1.4, Tabel 1.5 dan Tabel 1.6 berikut.

Tabel 1.4 Nilai Parameter untuk Model Modifikasi Bundling

Parameter	Nilai
α^1	0,1
α^2	0,1
W	300
M	175
z	150
Q	200
V_{11}	750
V_{12}	250
V_{21}	600
V_{22}	400
B_1	550
B_2	350

Tabel 1.5 Nilai-Nilai Parameter untuk Konsumen Heterogen High End dan Low End

Parameter	Nilai		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
α^1	0,1	0,1	0,1
α^2	0,1	0,1	0,1
W	300	300	300
M	175	175	175
z	150	150	150
Q	200	200	200
V_{11}	750	750	750
V_{12}	250	250	250
V_{21}	600	600	600
V_{22}	400	400	400
B_1	550	550	550
B_2	350	350	350
a_1	4	4	4
a_2	3	3	3
b_1	3	3	3
b_2	2	2	2

c	$0 < c < 10$	$0 < c < 10$	$0 < c < 10$
t	0	$0 < t < 10$	$0 < t < 10$
$m=n$	1	1	1
\bar{G}_1	57,092	57,092	57,092
\bar{G}_2	9,982	9,982	9,982
\bar{H}_1	10,362	10,362	10,362
\bar{H}_2	10,179	10,179	10,179

**Tabel 1.6 Nilai-Nilai Parameter untuk Konsumen Heterogen
High Demand dan Low Demand**

Parameter	Nilai		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
α^1	0,1	0,1	0,1
α^2	0,1	0,1	0,1
W	300	300	300
M	175	175	175
z	150	150	150
Q	200	200	200
V_{11}	750	750	750
V_{12}	250	250	250
V_{21}	600	600	600
V_{22}	400	400	400
B_1	550	550	550
B_2	350	350	350
a_1	3	3	3
a_2	3	3	3
b_1	2	2	2
b_2	2	2	2
c	$0 < c < 10$	$0 < c < 10$	$0 < c < 10$
t	0	$0 < t < 10$	$0 < t < 10$
$m=n$	1	1	1
\bar{G}_1	57,092	57,092	57,092
\bar{G}_2	9,982	9,982	9,982
\bar{H}_1	10,362	10,362	10,362
\bar{H}_2	10,179	10,179	10,179

Keterangan :

a_1/a_2 : konstanta layanan saat jam sibuk

b_1/b_2 : konstanta layanan saat jam tidak sibuk

Untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end*, nilai a dan b ditentukan dengan syarat a_1, a_2, b_1 dan b_2 bilangan bulat positif serta $a_1 > b_1, a_2 > b_2, a_1 > a_2$ dan $b_1 > b_2$. Untuk konsumen heterogen *high demand* dan *low demand*, nilai a dan b ditentukan dengan syarat a_1, a_2, b_1 dan b_2 bilangan bulat positif serta $a > b, a_1 = a_2 = a$ dan $b_1 = b_2 = b$.

1.5 Perumusan Parameter dan Variabel

Susun parameter dan variabel dari masing-masing skema pembiayaan layanan internet untuk setiap konsumen sebagai berikut,

Tabel 1.7 Parameter untuk Setiap Model Skema Pembiayaan

Parameter untuk model modifikasi <i>bundling</i>	
α^e	Tipe konsumen layanan internet ke e
$q(z^e)$	Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke e
$q(z^f)$	Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke f
$M(z^f)$	Biaya dalam pembuatan <i>bundling</i> untuk setiap konsumen membeli layanan ke e
$W^e(z^e)$	Biaya keinginan konsumen layanan internet ke e
$W^e(z^f)$	Biaya keinginan konsumen e pada layanan internet ke f
E	Jumlah pengguna yang berpeluang menjadi target pemasaran
F	Jumlah dari layanan yang disediakan oleh ISP
B_f	Harga dalam pembuatan <i>bundling</i> untuk setiap layanan f
M	Biaya akan marjinal jika menambahkan lebih dari satu layanan
V_{ef}	Harga pemesanan konsumen ke e untuk setiap layanan favorit ke f
R_{ef}	Total harga pemesanan untuk setiap konsumen ke e setiap layanan ke f

Parameter untuk model modifikasi secara optimasi	
α^e	Tipe konsumen layanan internet ke e
$q(z^e)$	Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke e
$q(z^f)$	Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke f
$M(z^e)$	Biaya dalam pembuatan <i>bundling</i> untuk setiap konsumen membeli layanan ke e
$W^e(z^e)$	Biaya keinginan konsumen layanan internet ke e
$W^e(z^f)$	Biaya keinginan konsumen e pada layanan internet ke f
E	Jumlah pengguna yang berpeluang menjadi target pemasaran
F	Jumlah dari layanan yang disediakan oleh ISP
B_f	Harga dalam pembuatan <i>bundling</i> untuk setiap layanan f
M	Biaya akan marjinal jika menambahkan lebih dari satu layanan
V_{ef}	Harga pemesanan konsumen ke e untuk setiap layanan favorit ke f
R_{ef}	Total harga pemesanan untuk setiap konsumen ke e setiap layanan ke f
$U(G_e, H_e)$	Fungsi utilitas dari konsumen e dengan G_e merupakan tingkat konsumsi layanan pada jam sibuk dan H_f merupakan tingkat konsumsi layanan pada jam tidak sibuk.
c	Biaya marjinal
t	Biaya pengawasan
P_G	Harga yang diberikan penyedia layanan ketika jam sibuk
P_H	Harga yang diberikan penyedia layanan ketika jam tidak sibuk
P	Harga yang dikeluarkan jika mengikuti layanan yang diberikan
$\overline{G_e}$	Tingkat tertinggi konsumen e ketika memakai layanan pada jam sibuk

$\overline{H_e}$	Tingkat tertinggi konsumen e ketika memakai layanan pada jam tidak sibuk
------------------	--

Tabel 1.7 merupakan penjelasan dari masing-masing parameter model skema pembiayaan layanan internet yaitu model modifikasi *bundling* dan model modifikasi dengan penyelesaian secara optimasi.

Tabel 1.8 Variabel untuk Setiap Model Skema Pembiayaan

Variabel untuk model modifikasi <i>bundling</i>	
P_f	Biaya yang ditentukan untuk masing-masing <i>bundling</i> dari layanan f
G_{ef}	$\begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } e \text{ memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \\ 0, & \text{jika konsumen } e \text{ tidak memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \end{cases}$
H_f	$\begin{cases} 1, & \text{jika penyedia layanan menganjurkan } \textit{bundling} \text{ dari lay} \\ 0, & \text{jika penyedia layanan tidak menganjurkan } \textit{bundling} \text{ dari la} \end{cases}$
S_e	Pendapatan pemakaian untuk konsumen ke e
Variabel untuk model modifikasi secara optimasi	
P_f	Biaya yang ditentukan untuk masing-masing <i>bundling</i> dari layanan f
G_{ef}	$\begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } e \text{ memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \\ 0, & \text{jika konsumen } e \text{ tidak memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \end{cases}$
H_f	$\begin{cases} 1, & \text{jika penyedia layanan menganjurkan } \textit{bundling} \text{ dari lay} \\ 0, & \text{jika penyedia layanan tidak menganjurkan } \textit{bundling} \text{ dari la} \end{cases}$
S_e	Pendapatan pemakaian untuk konsumen ke e
G_e	Tingkat konsumsi layanan saat jam sibuk
H_e	Tingkat konsumsi layanan saat jam tidak sibuk
I_e	Jika konsumen memilih untuk bergabung, variabel akan bernilai 1 dan jika tidak ingin bergabung variabel akan bernilai 0

Tabel 1.8 merupakan penjelasan dari masing-masing variabel model skema pembiayaan layanan internet yaitu model modifikasi *bundling* dan model modifikasi dengan penyelesaian secara optimasi.

Kehadiran internet di era *modern* seperti saat ini membawa dampak positif bagi dunia bisnis, pendidikan, perkantoran, penelitian dan lain-lain. Internet memuat berbagai macam informasi sesuai dengan kebutuhan penggunanya. Internet bisa dikatakan sebagai gudang ilmu. Tujuan utama dari layanan internet adalah memenuhi kebutuhan pengguna itu sendiri (Rodin, 2013). Menurut Puspita et al., (2021) skema pembiayaan layanan internet terdiri dari tiga skema yaitu *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff*. Sitepu et al., (2017) mengemukakan bahwa pada skema pembiayaan *flat fee*, $P_G = 0$, $P_H = 0$, dan $P > 0$. Pada skema pembiayaan *usage-based*, $P_G > 0$, $P_H > 0$, dan $P = 0$. Pada skema pembiayaan *two-part tariff*, $P_G > 0$, $P_H > 0$, dan $P > 0$ dengan P_G menyatakan biaya yang diberikan ISP ketika jam sibuk, P_H menyatakan biaya yang diberikan ISP ketika jam tidak sibuk dan P menyatakan biaya yang dikeluarkan oleh konsumen jika mengikuti layanan yang diberikan.

2.1 Internet Service Provider (ISP)

Semua perusahaan yang ingin berlangganan internet harus mendaftarkan perusahaannya kepada *provider* internet. Hal ini merupakan sesuatu yang diharuskan, karena internet mendukung kegiatan operasional perusahaan. ISP atau lebih dikenal dengan *provider* internet adalah badan usaha yang menyediakan layanan jasa koneksi internet kepada pelanggan yang sifatnya individu maupun korporat. ISP menyediakan jasa seperti koneksi internet, *hosting* dan pendaftaran nama domain (Amin, 2015).

ISP mempunyai jaringan baik secara domestik maupun internasional sehingga konsumen dari sambungan yang disediakan oleh ISP dapat terhubung ke jaringan internet global. Jaringan ini berupa media transmisi yang dapat mengalirkan data berupa VSAT, kabel (modem, sewa kabel dan jalur lebar), maupun radio.

Terdapat ISP yang memiliki kualitas baik tetapi harga yang tidak terjangkau, ada pula yang harganya terjangkau tetapi kualitas kurang baik. Internet yang sering mengalami putus sinyal atau putus koneksi disebabkan oleh masalah di bagian kestabilan internet karena kualitas buruk yang diberikan oleh ISP. Oleh karenanya, ISP sedang berlomba-lomba untuk menghasilkan kualitas internet yang baik sehingga konsumen puas dengan layanan yang ditawarkan dan ISP tidak kehilangan konsumen (Kurniawan et al., 2016). Penting sekali bagi perusahaan ISP untuk memperhatikan keinginan konsumennya serta memberikan kemudahan bagi para konsumen.

Dalam strategi pemilihan *internet service provider* disusun rincian sub kriteria menurut Prihartono & Magdalena (2016) sebagai berikut :

- 1) Kecepatan transfer data, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu 114 – 160 *kbps*, 384 – 473.6 *kbps*, 384 *kbps* – 10 *mbps*, 7.2 – 14.4 *mbps*.
- 2) Jenis layanan, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu prabayar dan pasca bayar.
- 3) Batasan akses internet, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu *time based*, *unlimited* dan *volume based*.
- 4) Kemudahan pengguna, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu aktivasi layanan, bonus paket, informasi layanan dan jangkauan jaringan.
- 5) Tingkatan jaringan, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA dan HSPA.
- 6) Jenis kartu, terdiri dari beberapa sub kriteria yaitu GSM dan CDMA.

Menurut Oktivasari & Sanjaya (2015) dan Prihartono & Magdalena (2016) ISP menyediakan akses internet dengan *bandwith* berkisar antara 14.4 *kbps* hingga 28.8 *kbps*. Asosiasi penyelenggara jasa internet Indonesia (APJII) sudah menginjak angka 155 ISP. Akses internet cukup dengan menghubungi ISP melalui modem dan komputer lalu ISP akan mengurus detail-detail yang diperlukan untuk berhubungan dengan internet termasuk biaya koneksinya. Misal, saat sedang mengakses *homepage* luar

negeri maka ISP yang menanggung beban biaya hubungan ke luar negeri. Pengguna cukup membayar pulsa lokal yang digunakan untuk menghubungi ISP. Ada beberapa *provider* jaringan yang dapat dijadikan pilihan untuk penggunaan internet yaitu Telkomsel, XL, IM3, *Three* dan *Smartfren*. Sebagai contoh, Telkom menyediakan fasilitas *Telkom Net Instan* yang bersifat semi yaitu akses internet melalui telkom tanpa harus berlangganan ke ISP tertentu, biaya pemakaian dihitung berdasarkan menit pemakaian.

Terdapat dua macam jenis-jenis layanan internet yakni, kartu Prabayar dan kartu pasca bayar. Kartu Prabayar merupakan suatu kartu telepon yang pembayarannya dilakukan pada awal pembayaran sebelum digunakan. Kartu pasca bayar merupakan kartu telepon yang pembayarannya dilakukan diakhir atau setelah penggunaan. Paket internet adalah sebuah layanan yang disediakan oleh operator telekomunikasi atau data dimana konsumen diharuskan untuk membayar sejumlah nominal rupiah sebagai biaya pemakaian internet (data). Bagi pengguna telepon seluler atau *handphone* (HP), bila tidak menggunakan paket internet maka setiap kali pengguna melakukan koneksi internet (data), biayanya diambil dari pulsa telepon.

Kuota paket internet adalah batas pemakaian internet yang ditentukan oleh *provider* telepon. Kuota bisa ditentukan berdasarkan :

a) *Unlimited*

Unlimited adalah akses pemakaian internet tanpa batas.

b) *Volume Based*

Volume based adalah cara penghitungan tarif koneksi berdasarkan jumlah volume pemakaian data selama koneksi internet berlangsung, tergantung banyaknya data yang di *download* ditambah dengan data yang di *upload*. Biasanya ditentukan dengan ukuran *megabyte* (MB) atau *gigabyte* (GB), 1 GB = 1000 MB.

c) *Time Based*

Time based adalah cara perhitungan tarif koneksi berdasarkan lamanya waktu pemakaian selama koneksi internet

berlangsung. Biasanya hitungannya dikenakan per menit penggunaan.

2.2 Optimasi Masalah Konsumen

Wu & Banker (2010), menjelaskan bahwa biaya yang ditentukan oleh ISP serta skema pembiayaan yakni *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff*, konsumen akan menentukan apakah dia ingin membeli layanan internet yang ditawarkan atau tidak membeli layanan internet tersebut dan memutuskan berapa tingkat konsumsi layanannya saat jam sibuk dan saat jam tidak sibuk untuk meningkatkan jumlah utilitas bersihnya.

Optimasi masalah konsumen yang diusulkan sebagai berikut :

$$\text{Maks } \theta = U_{e(G_e, H_e)} - P_G G_e - P_H H_e - P I_e \quad (2.1)$$

dengan kendala sebagai berikut :

$$G_e \leq \bar{G}_e I_e \quad (2.1a)$$

$$H_e \leq \bar{H}_e I_e \quad (2.1b)$$

$$U_e(G_e, H_e) - P_G G_e - P_H H_e - P I_e \geq 0 \quad (2.1c)$$

$$I_e = 0 \text{ atau } 1 \quad (2.1d)$$

dan parameter sebagai berikut :

P_G : Harga yang diberikan ISP saat jam sibuk

P_H : Harga yang diberikan ISP saat jam tidak sibuk

P : Biaya yang dikeluarkan konsumen jika mengikuti layanan yang ditawarkan

$U_e(G_e, H_e)$: Fungsi utilitas dari konsumen e dengan G_e yakni tingkat konsumsi layanan ketika jam sibuk dan H_e yakni tingkat konsumsi layanan ketika jam tidak sibuk

\bar{G}_e : Tingkat tertinggi pengguna e dalam menggunakan layanan saat jam sibuk

\bar{H}_e : Tingkat tertinggi pengguna e dalam menggunakan layanan saat jam tidak sibuk

dengan variabel keputusan,

G_e : Tingkat konsumsi layanan saat jam sibuk

H_e : Tingkat konsumsi layanan saat jam tidak sibuk

I_e : Jika konsumen memilih untuk bergabung maka variabel akan bernilai 1 dan jika tidak ingin bergabung maka variabel akan bernilai 0

Penjelasan dari fungsi tujuan mulai dari (2.1) sampai dengan kendala (2.1d) sebagai berikut :

1. Pada persamaan (2.1) fungsi memiliki tujuan untuk memaksimalkan kelebihan penggunaan layanan oleh konsumen yang disediakan oleh ISP.
2. Pada kendala (2.1d) diterapkan konsumen e , jika konsumen e memutuskan tidak ingin bergabung dengan program yang telah disediakan maka I_e bernilai 0 sehingga kendala dalam (2.1a) dan (2.1b) bernilai yang menunjukkan angka 0 untuk tingkat konsumsinya (G_e dan H_e). Jika konsumen e memilih ingin bergabung dengan suatu program maka I_e bernilai 1, maka konsumen tersebut harus sering memutuskan untuk tingkat konsumsi yang optimal G_e dan H_e , yang tidak melebihi batas atas dari \bar{G}_e dan \bar{H}_e .

2.3 Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan

Biaya marjinal (*Marginal Cost*) merupakan besarnya biaya tambahan yang dikeluarkan untuk menghasilkan tambahan satu unit barang. Analisis marjinal adalah analisis untuk menemukan nilai optimal dari suatu target yang ditentukan dan mengambil sebuah keputusan. Fungsi analisis marjinal dalam pengambilan keputusan terdiri dari tiga yaitu produksi akan mendatangkan laba jika harga jual melebihi biaya marjinal dan produksi tambahan serta biaya marjinalnya tidak mempengaruhi satuan dan harga, biaya tetap akan mengalami perubahan selama produksi tambahan masih dalam batas kapasitas yang ada, dan menambahkan biaya tetap pada kapasitas awal menjadi biaya marjinal (Nurhidayat, 2022).

Biaya pengawasan (*Monitoring Cost*) adalah besarnya biaya yang dibayarkan perusahaan kepada auditor eksternal atau jasa yang diberikan. Biaya pengawasan dikeluarkan untuk mengawasi kinerja manajemen dalam menjalankan kontrak dengan prinsipal sedangkan pihak manajemen yang memiliki wewenang dalam

pengambilan kebijakan perusahaan. Pihak manajemen akan menekan biaya dalam mendapatkan jasa yang diperlukan, dalam penentuan biaya pengawasan pihak manajemen akan menentukan batas toleransi biaya yang harus dikeluarkan. Biaya pengawasan memiliki pengaruh positif signifikan terhadap *auditor switching* (Kholipah & Suryandari, 2019).

Asumsikan bahwa biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t dimana keduanya bernilai lebih dari atau sama dengan nol. Biaya marjinal positif diharapkan membuat harga *flat fee* kurang menarik dan mendukung penetapan harga *two-part tariff* dan harga *usage-based*, sementara biaya pengawasan positif cenderung membuat harga *two-part tariff* atau harga *usage-based* kurang diinginkan daripada harga *flat fee* karena tidak perlu dikenakan biaya pengawasan dalam harga *flat fee*. Jika c konstan, mengurangi biaya pengawasan t tidak membuat harga *two-part tariff* atau *usage-based* lebih baik daripada harga *flat fee*. Di sisi lain jika t konstan, meningkatkan biaya marjinal c tidak membuat harga *flat fee* kurang menarik daripada *two-part tariff* atau *usage-based*, selama $c + t$ berada di bawah nilai tertentu (Wu & Banker, 2010).

2.4 *Bundling*

Perkembangan ragam produk dan meningkatnya tingkat persaingan yang sedemikian rupa telah menyebabkan inovasi, dalam strategi persaingan juga mengalami peningkatan. Hal ini dapat terlihat dari cara dan strategi perusahaan yang bermacam-macam dalam memasarkan produknya. Menurut Putri & Wibowo (2017) pemasaran merupakan proses dimana seseorang atau kelompok dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan melalui penciptaan produk, penawaran dan pertukaran barang hingga jasa. Aktivitas ekonomi yang hasilnya tidak merupakan produk dalam bentuk fisik atau konstruksi, yang umumnya dikonsumsi pada saat yang sama dengan waktu dihasilkan dan memberikan kenyamanan, kesehatan atau pemecahan atas masalah yang dihadapi oleh konsumen merupakan pengertian dari jasa. Perusahaan tidak hanya menjual produk dalam bentuk *single product* tetapi sudah

merambah sampai menjual dengan cara *bundling* atau produk paket. Produk yang diikutsertakan dalam *bundling* biasanya merupakan produk yang jenisnya komplemen atau saling melengkapi (Arifin et al., 2013).

Strategi penjualan produk menggunakan *bundling* digunakan karena memberikan manfaat bagi penjual dan konsumen sebagai pembeli. Perusahaan memanfaatkan produk *bundling* sebagai *competitive strategy* untuk meningkatkan permintaan pada keseluruhan produk, untuk membangun pasar baru, untuk meningkatkan posisi produk di pasar dan untuk membedakan produk tersebut dengan pesaingnya. Sementara bagi konsumen akan diuntungkan dengan membeli barang dengan sistem *bundling*, sehingga tidak harus mencari dan membeli barang untuk melengkapi barang utama yang dibelinya karena sudah menjadi satu paket dalam penjualan (Arifin et al., 2013).

Menurut Banciu et al., (2010) beberapa strategi yang dapat dipilih oleh penjual sebagai berikut :

- a. *Pure components strategy* adalah menawarkan produk hanya sebagai item terpisah.
- b. *Pure bundling strategy* hanya menawarkan paket yang terdiri dari dua produk atau lebih produk.
- c. *Mixed bundling strategy* adalah menawarkan paket dan juga produk itu sendiri. Menurut Putri & Wibowo (2017), pada *mixed bundling* konsumen akan ditawarkan beberapa keuntungan ketika membeli dalam bentuk paket seperti pemotongan harga atau bonus-bonus lainnya. Terdapat 2 kategori pada strategi ini yaitu *product bundling* dan *price bundling*. *Product bundling* di definisikan sebagai penjualan dua produk atau lebih dalam satu harga. Kedua produk tersebut telah diintegrasikan menjadi satu produk yang memiliki fungsi saling melengkapi. *Price bundling* di definisikan sebagai melakukan penjualan dua atau lebih produk yang berbeda dalam satu paket harga tanpa menyatukan produk tersebut dalam satu kesatuan, karena produk tidak disatukan maka harga yang dibayarkan tersebut adalah *price bundling*.

Kelebihan *bundling* adalah harga yang ditawarkan oleh produk *bundling* dapat lebih murah, *bundling* dapat mengurangi biaya pencarian barang oleh konsumen, *bundling* dapat mengurangi biaya distribusi produsen dan biaya transaksi produk *bundling* lebih rendah.

Menurut Wu et al., (2008) berikut ini merupakan optimasi masalah bundling,

$$Maks R = \sum_{e=1}^E \sum_{f=1}^F (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 MH_f \quad (2.2) \quad (2.3)$$

dengan kendala,

$$S_e \geq (R_{ef} - P_f) H_{ef} \quad (2.2a)$$

$$S_e = \sum_{f=1}^2 (R_{ef} - P_f) H_{ef} \quad (2.2b)$$

$$(R_{ef} - P_f) D_{ef} \geq 0 \quad (2.2c)$$

$$\sum_{f=1}^F D_{ef} \leq 1 \quad (2.2d)$$

$$D_{ef} \leq H_f \quad (2.2e)$$

$$S_e \geq 0 \quad (2.2f)$$

$$P_f \geq 0 \quad (2.2g)$$

$$D_{ef} = \sum_{e=1}^E \sum_{f=1}^F V_{ef} \quad (2.2h)$$

dengan parameter sebagai berikut:

- B_f : Biaya dalam pembuatan *bundling* untuk setiap layanan f
- E : Jumlah pengguna berpotensi sebagai target pemasaran
- F : Jumlah layanan yang disediakan penyedia layanan
- M : Biaya marginal jika menambahkan lebih dari satu layanan
- V_{ef} : Harga pemesanan pengguna ke e untuk setiap layanan favorit ke f
- R_{ef} : Total harga pemesanan untuk setiap pengguna ke e setiap layanan ke f

dan variabel keputusan sebagai berikut :

- P_f : Harga yang ditetapkan untuk setiap *bundling* dari layanan f
- S_e : Pendapatan pemakaian untuk pengguna ke e

- R : Pendapatan penyedia layanan pada setiap *bundling*
- D_{ef} : $\begin{cases} 1, \text{ jika pengguna } e \text{ memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \\ 0, \text{ jika pengguna } e \text{ tidak memilih } \textit{bundling} \text{ dalam layanan } f \end{cases}$
- H_f : $\begin{cases} 1, \text{ jika penyedia layanan menawarkan } \textit{bundling} \text{ dari layanan } f \\ 0, \text{ jika penyedia layanan tidak menawarkan } \textit{bundling} \text{ dari layanan } f \end{cases}$

Berikut ini penjelasan dari fungsi tujuan mulai dari (2.2) sampai kendala (2.2g) :

1. Pada persamaan (2.2) fungsi objektif bertujuan untuk memaksimalkan suatu pendapatan pada ISP setiap kali terdapat pemesanan produk *bundling* ditetapkan atas konsumen e .
2. Pada kendala (2.2a) menunjukkan bahwa masing-masing konsumen memastikan agar dapat memaksimalkan setiap surplusnya dari suatu harga yang sudah ditawarkan oleh beberapa penjual untuk setiap *bundling*.
3. Pada kendala (2.2b) bahwa untuk surplus konsumen sebagai perbedaan diantara sebuah harga pada pemesanan konsumen e dengan sebuah harga yang telah ditentukan untuk tiap masalah *bundling*.
4. Pada kendala (2.2c) menyatakan jika penilaian terhadap kelebihan produk *bundling* adalah non-negatif maka setiap konsumen memilih *bundling*.
5. Pada kendala (2.2d) menjelaskan bahwa konsumen akan membeli suatu produk *bundling* setidaknya dengan membeli satu atau tidak bisa melakukan pembelian sama sekali.
6. Pada kendala (2.2e) menyatakan bahwa jika dalam penyedia suatu layanan produk *bundling* dari proses layanan pada f maka konsumen e dapat menentukan produk *bundling*. Tetapi jika suatu penyedia layanan tidak menyediakan produk *bundling* maka konsumen tidak dapat menentukan produk bahkan membeli sebuah produk *bundling*.
7. Kendala pada (2.2f) memastikan bahwa surplus konsumen yang bernilai non-negatif.
8. Kendala pada (2.2g) menyatakan bahwa untuk biaya yang telah ditentukan oleh tiap *bundling* dari suatu layanan f yang bernilai non-negatif.

Agar bisa memaksimalkan pendapatan bagi ISP maka ditetapkan harga setiap layanan f dalam *bundling* pada pengguna e . Berikut ini permasalahan model *bundling* yang dikemukakan oleh Hitt & Chen, (2005) :

$$\text{Maks } U = \sum_{e=1}^2 \alpha^e [Q(z^e) - M(z^e)] \quad (2.3)$$

dengan kendala :

$$W^e(z^e) - Q(z^e) \geq 0 \quad (2.3a)$$

$$W^e(z^e) - Q(z^e) \geq W^e(z^f) - Q(z^f) \quad (2.3b)$$

dengan parameter sebagai berikut,

α : Tipe pengguna layanan informasi

e : Jenis pengguna layanan informasi

f : Jenis layanan informasi

dan variabel keputusan sebagai berikut,

$Q(z^e)$: Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke e

$Q(z^f)$: Biaya penggunaan yang ditetapkan oleh penyedia layanan ke f

$M(z^e)$: Biaya pembuatan *bundling* untuk setiap ke e

$W^e(z^e)$: Biaya keinginan pengguna layanan informasi ke e

$W^e(f)$: Biaya keinginan pengguna e pada layanan informasi ke f

Berikut ini penjelasan dari fungsi tujuan mulai dari (2.3) sampai kendala (2.3b) :

1. Pada persamaan (2.3) fungsi objektif bertujuan untuk memaksimalkan pendapatan bagi penyedia jasa layanan.
2. Pada kendala (2.3a) menjelaskan bahwa jika konsumen memilih untuk membeli produk *bundling* maka konsumen bersedia memberikan surplus non-negatif dimana pembelian bersifat sukarela.
3. Pada kendala (2.3b) menjelaskan bahwa seluruh konsumen menerima setidaknya surplus sebanyak pembelian *bundling*.

Bauran promosi disebut juga bauran komunikasi pemasaran (*marketing communication mix*) adalah paduan spesifik iklan, promosi penjualan, hubungan masyarakat, penjualan personal dan saran pemasaran langsung yang digunakan perusahaan untuk mengkomunikasikan nilai konsumen secara persuasif dan

membangun hubungan konsumen. Definisi lima sarana promosi utama yaitu periklanan (*advertising*), penjualan perseorangan (*personal selling*), promosi penjualan (*sales promotion*), publisitas dan humas (*public relation*), dan pemasaran langsung (*direct marketing*) menurut (Putri & Wibowo, 2017).

2.5 Fungsi Utilitas

Menurut Aryogi & Wulansari (2016) dan Siregar et al., (2014) tingkat kepuasan atau kesejahteraan individu dapat ditunjukkan dalam suatu fungsi utilitas. Fungsi utilitas merupakan rumus yang menunjukkan tingkat kepuasan individu yang diperoleh dari keputusan konsumsinya. Utilitas adalah suatu angka yang mengekspresikan konsekuensi untuk suatu hasil yang dibuat peringkatnya berdasarkan preferensi, maka dapat ditentukan suatu nilai utilitas yang menjelaskan preferensi tersebut. Utilitas digunakan pada metode pengambilan keputusan dengan konsep memperoleh nilai harapan dan berdasarkan pada preferensi pengambilan keputusan atas setiap alternatif yang ada. Konsep dasar pengambilan keputusan dengan fungsi utilitas adalah proses dimana konsep harapan hasil (*expected pay off*) diganti pada konsep harapan utilitas (*expected utility*). Fungsi utilitas dapat digunakan sebagai basis dalam mempertimbangkan risiko keputusan. Secara umum, fungsi utilitas dapat ditulis sebagai berikut :

$$u = f(G, H)$$

dimana,

u : Tingkat utilitas

G : Konsumsi barang

H : Konsumsi jasa

Menurut Maramis et al., (2016) secara ordinal, utilitas diukur sebagai jenjang dari seikat komoditi (*commodity bundle*) tanpa melihat intensitas kepuasan dari masing-masing item yang membentuk ikatan tersebut. Misalkan G adalah seikat komoditi yang terdiri dari item-item G_1, \dots, G_n dan H adalah ikatan komoditi yang lain berisi item-item H_1, \dots, H_n . Pada dua ikatan tersebut yakni G dan H , konsumen dapat menentukan pilihannya berdasarkan

jenjangnya. Misalnya G lebih disukai daripada H ($G \geq H$) atau H lebih disukai daripada G ($H \geq G$) atau G dan H sama-sama disukai ($G = H$). Kemudian fungsi utilitas dapat dibentuk suatu indeks yaitu $U(G) = U(G_1, \dots, G_n)$ untuk utilitas dengan indeks G dan $U(H) = U(H_1, \dots, H_n)$ untuk utilitas dengan indeks H .

2.5.1 Fungsi Utilitas *Independent Goods*

Fungsi utilitas *independent goods* menyiratkan bahwa barang adalah independen. *Independent goods* merupakan barang yang memiliki elastisitas silang permintaan nol. Dua barang yang berdiri sendiri mempunyai elastisitas harga silang dari permintaan nol, ketika harga barang naik maka permintaan barang tetap konstan. Bentuk umum fungsi utilitasnya sebagai berikut

$$U(G, H) = G^a H^{(1-a)} \tag{2.4}$$

Fungsi utilitas *independent goods* ketika dioptimalkan dengan tunduk pada batasan anggaran bahwa pengeluaran untuk dua barang tidak dapat melebihi pendapatan, menimbulkan fungsi permintaan untuk barang $G_1 = am/p_1$ yang tidak bergantung pada p_2 .

2.5.2 Fungsi Utilitas Eksponensial

Fungsi utilitas eksponensial digunakan dalam beberapa konteks karena kemudahannya ketika ada risiko (kadang disebut sebagai ketidakpastian). Fungsi utilitas eksponensial menyiratkan penghindaran risiko absolut konstan. Bentuk umum fungsi utilitasnya sebagai berikut

$$U(G) = \begin{cases} \frac{1 - e^{-aG}}{a} & ; a \neq 0 \\ G & ; a = 0 \end{cases} \tag{2.5}$$

Dengan $U(G)$ merepresentasikan fungsi utilitas, G adalah variabel yang lebih disukai oleh pembuat keputusan ekonomi konsumen dengan ($G > 0$) dan a adalah konstanta yang mewakili tingkat preferensi risiko untuk konsumen. Nilai $a > 0$ karena untuk menghindari risiko dan $a < 0$ karena untuk mencari risiko atau $a = 0$ karena untuk netralitas risiko.

2.5.3 Fungsi Utilitas *Perfect Substitute*

Bentuk umum dari fungsi utilitas *perfect substitute* menurut Indrawati et al., (2014) sebagai berikut :

$$U(G, H) = aG + bH \tag{2.6}$$

dengan :

- G : Tingkat konsumsi layanan saat jam sibuk
- H : Tingkat konsumsi layanan saat jam tidak sibuk
- a : Konstanta layanan saat jam sibuk
- b : Konstanta layanan saat jam tidak sibuk

3.1 Model Modifikasi Umum *Bundling*

Model modifikasi umum *bundling* disusun berdasarkan fungsi tujuan pada Persamaan (2.2) sampai dengan kendala pada Persamaan (2.2h) dan fungsi tujuan pada Persamaan (2.3) sampai dengan kendala pada Persamaan (2.3b). Model modifikasi umum *bundling* terbentuk sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [Q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &= \alpha^1 [Q(z^1) - 175(z^1)] + \alpha^2 [Q(z^2) - 175(z^2)] + (P_1 - 550)G_{11} \\ &\quad + (P_2 - 350)G_{12} + (P_1 - 550)G_{21} + (P_2 - 350)G_{22} - (175H_1 + 175H_2) \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$W^1(z^1) - Q(z^1) \geq 0$$

$$W^2(z^2) - Q(z^2) \geq 0$$

$$W^1(z^1) - Q(z^1) \geq W^1(z^1) - Q(z^1)$$

$$W^2(z^2) - Q(z^2) \geq W^2(z^2) - Q(z^2)$$

dengan kendala dari :

$$S_1 \geq (R_{11} - P_1)H_1$$

$$S_1 \geq (R_{12} - P_2)H_2$$

$$S_2 \geq (R_{21} - P_1)H_1$$

$$S_2 \geq (R_{22} - P_2)H_2$$

$$S_1 = (R_{11} - P_1)D_{11} + (R_{12} - P_2)D_{12}$$

$$S_2 = (R_{21} - P_1)D_{21} + (R_{22} - P_2)D_{22}$$

dengan kendala dari :

$$(R_{11} - P_1)D_{11} \geq 0$$

$$(R_{12} - P_2)D_{12} \geq 0$$

$$(R_{21} - P_1)D_{21} \geq 0$$

$$(R_{22} - P_2)D_{22} \geq 0$$

dengan kendala dari :

$$D_{11} + D_{12} \leq 1$$

$$D_{21} + D_{22} \leq 1$$

$$D_{11} \leq H_1$$

$$D_{12} \leq H_2$$

$$D_{21} \leq H_1$$

$$D_{22} \leq H_2$$

dengan kendala dari :

$$S_1 \geq 0$$

$$S_2 \geq 0$$

$$P_1 \geq 0$$

$$P_2 \geq 0$$

3.2 Kodingan Model Modifikasi Umum *Bundling*

Berikut ini bentuk kodingan dari model modifikasi umum *bundling*.

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^* ((u^*(z^1)) - (m^*(z^1)))) + ((\alpha^2)^* ((u^*(z^2)) - (m^*(z^2)))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1+m^*h2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

```
r11=v11+v12;
r12=v11+v12;
r21=v21+v22;
r22=v21+v22;

g11+g12<=1;
g21+g22<=1;

g11<=h1;
g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;
alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;
i1=1;
i2=1;
```

```
c>0;  
c<10;  
t>0;  
t<10;  
pg>0;  
ph>0;  
p>0;
```

```
@BIN(h1);  
@BIN(h2);  
@BIN(g11);  
@BIN(g12);  
@BIN(g21);  
@BIN(g22);  
End
```

3.3 Solusi Optimal Model Modifikasi Umum *Bundling*

Solusi optimal yang diperoleh untuk model modifikasi umum *bundling* dapat dilihat pada Tabel 3.1 yang diperoleh dengan menyelesaikan model menggunakan LINGO 13.0.

Tabel 3.1 Solusi Optimal Model Modifikasi Umum *Bundling*

<i>Solver Status</i>	
<i>Model Class</i>	MINLP
<i>State</i>	<i>Local Opt</i>
<i>Objective</i>	7124,8
<i>Infeasibility</i>	$1,1164 \times 10^{-11}$
<i>Iterations</i>	20
<i>Extended Solver Status</i>	
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7124,8
<i>Steps</i>	0
<i>Update interval</i>	2
<i>GMU(K)</i>	32
<i>ER(sec)</i>	0

Pada kasus model original solusi optimal yang diperoleh adalah sebesar 7124,8 yang didapatkan melalui 20 iterasi dengan *infeasibility* bernilai $1,1164 \times 10^{-11}$. *General Memory Used* (GMU) menunjukkan jumlah alokasi memori yang digunakan yaitu sebesar 32 dan *Elapsed Runtime* (ER) menjelaskan tentang total waktu yang digunakan untuk menghasilkan dan menyelesaikan model yaitu 0 detik.

Nilai-nilai variabel yang diperoleh pada model modifikasi umum *bundling* disajikan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Nilai-Nilai Variabel pada Model Modifikasi Umum *Bundling*

Variabel	Nilai
P_1	1,206799
P_2	999,9
G_{11}	0
G_{21}	0
G_{12}	1
G_{22}	1
H_1	0
H_2	1
S_1	0,1
S_2	0,1

Nilai pada Tabel 3.2 menunjukkan bahwa keberadaan konsumen e pada layanan f . Dikarenakan nilai $G_{11} = 0$, $G_{21} = 0$, $G_{12} = 1$, dan $G_{22} = 1$, hal ini menunjukkan bahwa pengguna 1 berada pada layanan 2, dan pengguna 2 berada pada layanan 2.

Bentuk umum fungsi utilitas *Independent Goods* :

$$U(G, H) = G^a H^{(1-a)}$$

Analisis fungsi utilitas *independent goods* untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta konsumen heterogen *high demand* dan *low demand* berdasarkan tiga skema pembiayaan yakni *flat fee, usage-based* dan *two-part tariff*.

4.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Bawah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi *independent goods* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah skema pembiayaan *flat fee, usage-based*, dan *two-part tariff*.

4.1.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* dengan Skema Pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$ dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [Q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &- G_1^4 H_1^{(1-4)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (G_1 \\ &+ H_1) c + (G_2 + H_2) c \end{aligned} \tag{4.1}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

4.1.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* dengan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0$, $P_H > 0$ dan $P = 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - G_1^4 H_1^{(1-4)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 \\ & + (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + (c + t) G_2 + (c + t) \end{aligned} \quad (4.2)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

4.1.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* dengan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*.

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P > 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - G_1^4 H_1^{(1-4)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + \\ & (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + (c + t) G_2 + (c + t) H_2 \end{aligned} \quad (4.3)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^4 H_1^{(1-4)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

4.1.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Flat Fee*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - \\ & (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g1) + ((p1-b1)*g2) + ((p2-b2)*g1) + ((p2- \\ & b2)*g2) - (m*h1+m*h2) - (g1^4*h1^{(1-4)}) - (g2^3*h2^{(1- \\ & 3)}) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + \\ & (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1)) &\geq 0; \\ ((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2)) &\geq 0; \\ ((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1)) &\geq ((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1)); \\ ((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2)) &\geq ((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2)); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s1 &\geq (r11-p1)*h1; \\ s1 &\geq (r12-p2)*h2; \\ s2 &\geq (r21-p1)*h1; \\ s2 &\geq (r22-p2)*h2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s1 &= (r11-p1)*g11+(r12-p2)*g12; \\ s2 &= (r21-p1)*g21+(r22-p2)*g22; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (r11-p1)*g11 &\geq 0; \\ (r12-p2)*g12 &\geq 0; \\ (r21-p1)*g21 &\geq 0; \\ (r22-p2)*g22 &\geq 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r11 &= v11+v12; \\ r12 &= v11+v12; \\ r21 &= v21+v22; \\ r22 &= v21+v22; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g11+g12 &\leq 1; \\ g21+g22 &\leq 1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g11 &\leq h1; \\ g21 &\leq h1; \\ g12 &\leq h2; \\ g22 &\leq h2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s1 &\geq 0.1; \\ s2 &\geq 0.1; \\ p1 &\geq 0.1; \\ p2 &\geq 0.1; \end{aligned}$$

```

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(g1^4*h1^(1-4))+(g2^3*h2^(1-3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
(g1^4*h1^(1-4))>=(g2^3*h2^(1-3));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
pg=0;
ph=0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
end

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\begin{aligned} \text{Max} &= ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1+m^*h2) - (g1^4*h1^{(1-4)}) - (g2^3*h2^{(1-3)}) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \\ ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) &\geq 0; \\ ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) &\geq 0; \\ ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) &\geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)); \\ ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) &\geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)); \\ s1 &\geq (r11-p1)*h1; \\ s1 &\geq (r12-p2)*h2; \\ s2 &\geq (r21-p1)*h1; \\ s2 &\geq (r22-p2)*h2; \\ s1 &= (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12; \\ s2 &= (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22; \\ (r11-p1)*g11 &\geq 0; \\ (r12-p2)*g12 &\geq 0; \\ (r21-p1)*g21 &\geq 0; \\ (r22-p2)*g22 &\geq 0; \\ r11 &= v11+v12; \\ r12 &= v11+v12; \\ r21 &= v21+v22; \\ r22 &= v21+v22; \\ g11+g12 &\leq 1; \\ g21+g22 &\leq 1; \\ g11 &\leq h1; \end{aligned}$$

```

g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(g1^4*h1^(1-4))+(g2^3*h2^(1-3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
(g1^4*h1^(1-4))>=(g2^3*h2^(1-3));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;

```

```
t<10;
pg>0;
ph>0;
p=0;
```

```
@BIN(h1u);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End
```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

```
Max=((alpha^1)*((u*(z^1))-(m*(z^1))))+((alpha^2)*((u*(z^2))-
(m*(z^2))))+((p1-b1)*g11)+((p1-b1)*g21)+((p2-b2)*g12)+((p2-
b2)*g22)-(m*h1+m*h2)-(g1^4*h1^(1-4))-(g2^3*h2^(1-
3))+((g1+h1)*c)+((g2+h2)*c)+
(pg*g1)+(pg*g2)+(ph*h1)+(ph*h2)+(p*i1)+(p*i2);
```

```
((W^1)*(z^1))-(u*(z^1))>=0;
((W^2)*(z^2))-(u*(z^2))>=0;
((W^1)*(z^1))-(u*(z^1))>=((W^1)*(z^1))-(u*(z^1));
((W^2)*(z^2))-(u*(z^2))>=((W^2)*(z^2))-(u*(z^2));
```

```
s1>=(r11-p1)*h1;
s1>=(r12-p2)*h2;
s2>=(r21-p1)*h1;
s2>=(r22-p2)*h2;
```

```
s1=(r11-p1)*g11+(r12-p2)*g12;
s2=(r21-p1)*g21+(r22-p2)*g22;
```

```
(r11-p1)*g11>=0;
```

```

(r12-p2)*g12>=0;
(r21-p1)*g21>=0;
(r22-p2)*g22>=0;
r11=v11+v12;
r12=v11+v12;
r21=v21+v22;
r22=v21+v22;

g11+g12<=1;
g21+g22<=1;

g11<=h1;
g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(g1^4*h1^(1-4))+(g2^3*h2^(1-3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
(g1^4*h1^(1-4))>=(g2^3*h2^(1-3));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;
alpha=0.1;
u=200;

```



```
z=150;  
W=300;  
m=175;  
b1=550;  
b2=350;
```

```
i1=1;  
i2=1;  
c>0;  
c<10;  
t>0;  
t<10;  
pg>0;  
ph>0;  
p>0;
```

```
@BIN(h1);  
@BIN(h2);  
@BIN(g11);  
@BIN(g12);  
@BIN(g21);  
@BIN(g22);  
End
```

4.1.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas *independent goods* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan kasus konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Solusi Model Modifikasi Umum *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

<i>Solver Status</i>	<i>Jenis Pembiayaan</i>		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7640,54	61193,4	7144,8
<i>Infeasibility</i>	$1,96348 \times 10^{-5}$	52717,7	$2,27318 \times 10^{-14}$
<i>Iterations</i>	11242	6472	653
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7640,54	61193,4	7144,8
<i>Steps</i>	6	1	5
<i>Update Interval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	33	34	34
<i>ER(sec)</i>	9	6	1

Nilai-nilai variabel pengguna pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage Based</i>	Two-Part Tariff
G_1	57,092	57,092	0
G_2	9,982	9,982	0
H_1	1	0.68×10^{-1}	0
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	1000	1000	1,100551
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	0
G_{22}	1	1	1
c	10	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *independent goods* untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah berada pada skema pembiayaan *usage-based* yaitu sebesar Rp.61193,4/kbps yang didapatkan melalui 6472 iterasi dengan *Infeasibility* sebesar 52717,7.

4.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *independent goods* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*.

4.2.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* dengan skema pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$. Dinotasikan bahwa setiap pelanggan tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - G_1^3 H_1^{(1-3)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + \\ & (G_1 + H_1)c + (G_2 + H_2)c \end{aligned} \quad (4.4)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

4.2.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* Berdasarkan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsume tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - G_1^3 H_1^{(1-3)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + \\ & (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + (c + t) G_2 + (c + t) H_2 \end{aligned} \quad (4.5)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

4.2.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* Berdasarkan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen

heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\
 & - G_1^3 H_1^{(1-3)} - G_2^3 H_2^{(1-3)} + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + \\
 & (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + (c + t) G_2 + (c + t) H_2 \quad (4.6)
 \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} + G_2^3 H_2^{(1-3)} - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$G_1^3 H_1^{(1-3)} \geq G_2^3 H_2^{(1-3)}$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

4.2.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Flat-Fee*

$$\begin{aligned}
 \text{Max} = & ((\alpha^1)^* ((u^*(z^1)) - (m^*(z^1)))) + ((\alpha^2)^* ((u^*(z^2)) - \\
 & (m^*(z^2)))) + ((p1 - b1) * g11) + ((p1 - b1) * g21) + ((p2 - b2) * g12) + ((p2 - \\
 & b2) * g22) - (m^* h1 + m^* h2) - ((g1^3)^* (h1^{(1-3)})) - ((g2^3)^* (h2^{(1- \\
 & 3)})) + ((g1 + h1) * c) + ((g2 + h2) \\
 & * c) + (pg * g1) + (pg * g2) + (ph * h1) + (ph * h2) + (p * i1) + (p * i2);
 \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) >= 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) >= 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) >= ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) >= ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 >= (r11 - p1) * h1;$$

$$s1 >= (r12 - p2) * h2;$$

$$s2 >= (r21 - p1) * h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2) * h2;$$

$$s1 = (r11 - p1) * g11 + (r12 - p2) * g12;$$

$$s2 = (r21 - p1) * g21 + (r22 - p2) * g22;$$

$$(r11 - p1) * g11 \geq 0;$$

$$(r12 - p2) * g12 \geq 0;$$

$$(r21 - p1) * g21 \geq 0;$$

$$(r22 - p2) * g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

$$g22 \leq h2;$$

$$s1 \geq 0.1;$$

$$s2 \geq 0.1;$$

$$p1 \geq 0.1;$$

$$p2 \geq 0.1;$$

$$g1 \leq 57.092 * i1;$$

$$g2 \leq 9.982 * i2;$$

$$h1 \leq 10.362 * i1;$$

$$h2 \leq 10.179 * i2;$$

$$((g1^3) * (h1^{(1-3)})) + ((g2^3) * (h2^{(1-3)})) - (pg * g1) - (pg * g2) -$$

$$(ph * h1) - (ph * h2) - (p * i1) - (p * i2) \geq 0;$$

$$((g1^3) * (h1^{(1-3)})) \geq ((g2^3) * (h2^{(1-3)}));$$

```
v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
pg=0;
ph=0;
p>0;
@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End
```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((g1^3)^*(h1^{(1-3)})) - ((g2^3)^*(h2^{(1-3)})) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg^*g1) + (pg^*g2) + (ph^*h1) + (ph^*h2) + (p^*i1) + (p^*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

```

g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

((g1^3)*(h1^(1-3)))+((g2^3)*(h2^(1-3)))-(pg*g1)-(pg*g2)-
(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
((g1^3)*(h1^(1-3)))>=((g2^3)*(h2^(1-3)));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;
i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p=0;

```

```

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - \\ & (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2- \\ & b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((g1^3)*(h1^{(1-3)})) - ((g2^3)*(h2^{(1- \\ & 3)})) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2 \\ & *c) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$r_{12}=v_{11}+v_{12};$

$r_{21}=v_{21}+v_{22};$

$r_{22}=v_{21}+v_{22};$

$g_{11}+g_{12}\leq 1;$

$g_{21}+g_{22}\leq 1;$

$g_{11}\leq h_1;$

$g_{21}\leq h_1;$

$g_{12}\leq h_2;$

$g_{22}\leq h_2;$

$s_1\geq 0.1;$

$s_2\geq 0.1;$

$p_1\geq 0.1;$

$p_2\geq 0.1;$

$g_1\leq 57.092*i_1;$

$g_2\leq 9.982*i_2;$

$h_1\leq 10.362*i_1;$

$h_2\leq 10.179*i_2;$

$((g_1^3)*(h_1^{(1-3)})) + ((g_2^3)*(h_2^{(1-3)})) - (p_g*g_1) - (p_g*g_2) - (p_h*h_1) - (p_h*h_2) - (p*i_1) - (p*i_2) \geq 0;$

$((g_1^3)*(h_1^{(1-3)})) \geq ((g_2^3)*(h_2^{(1-3)}));$

$v_{11}=750;$

$v_{12}=250;$

$v_{21}=600;$

$v_{22}=400;$

$\alpha=0.1;$

$u=200;$

$z=150;$

$W=300;$

$m=175;$

```
b1=550;
```

```
b2=350;
```

```
i1=1;
```

```
i2=1;
```

```
c>0;
```

```
c<10;
```

```
t>0;
```

```
t<10;
```

```
pg>0;
```

```
ph>0;
```

```
p>0;
```

```
@BIN(h1);
```

```
@BIN(h2);
```

```
@BIN(g11);
```

```
@BIN(g12);
```

```
@BIN(g21);
```

```
@BIN(g22);
```

```
End
```

4.2.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas *independent goods* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan pada konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah berdasarkan skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

<i>Solver Status</i>	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7640,54	8331,28	8131,28
<i>Infeasibility</i>	$2,27318 \times 10^{-14}$	$4,04646 \times 10^{-5}$	$5,01332 \times 10^{-5}$
<i>Iterations</i>	3219	4698	19709
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branchand Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7640,54	8331,28	8131,28
<i>Steps</i>	7	6	2
<i>UpdateInterval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	33	34	34
<i>ER(sec)</i>	1	3	21

Nilai-nilai variabel pengguna pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Independent Goods* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
G_1	57,092	57,092	57,092
G_2	9,982	9,982	9,982
H_1	1	1	1
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	999,9	1000	999,9
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	1
G_{22}	1	1	0
c	10	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *independent goods* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan kasus konsumen heterogen tingkat penggunaan tinggi dan rendah berada pada skema pembiayaan *usage-based* yaitu sebesar Rp.8331,28/kbps yang didapatkan melalui 4698 iterasi dengan *infeasibility* sebesar $4,04646 \times 10^{-5}$.

4.3 Kesimpulan

Skema pembiayaan *usage-based* menghasilkan keuntungan yang optimal dibandingkan skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff* untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta konsumen heterogen *high demand* dan *low demand*.

Bentuk umum fungsi utilitas Eksponensial :

$$U(g) = \begin{cases} \frac{1-e^{-ag}}{a} ; a \neq 0 \\ g ; a = 0 \end{cases}$$

Analisis fungsi utilitas eksponensial untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta konsumen heterogen *high demand* dan *low demand* berdasarkan tiga skema pembiayaan yakni *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff*.

5.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi eksponensial dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*.

5.1.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial dengan Skema Pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$ dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [Q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &- \left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + \\ &P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (G_1 + H_1)c + (G_2 + H_2)c \end{aligned} \tag{5.1}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 -$$

$$P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

5.1.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Ekspensial dengan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0$, $P_H > 0$ dan $P = 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &- \left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + \\ &P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (c + t)G_1 + (c + t)H_1 + (c + t)G_2 + (c + t) \quad (5.2) \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 -$$

$$P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

5.1.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial dengan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*.

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P > 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum}R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] \\ &+ \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &- \left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + \\ &P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + \\ &(c + t) G_2 + (c + t) H_2 \end{aligned} \tag{5.3}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-4G_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-4H_1}}{4} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 -$$

$$P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

5.1.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Flat Fee*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - (((1 - (e^{(-4*g1)})))/4) + (((1 - (e^{(-3*g2)})))/3) + (((1 - (e^{(-4*h1)})))/4) + (((1 - (e^{(-3*h2)})))/3) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) >= 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) >= 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) >= ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) >= ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 >= (r11 - p1)*h1;$$

$$s1 >= (r12 - p2)*h2;$$

$$s2 >= (r21 - p1)*h1;$$

$$s2 >= (r22 - p2)*h2;$$

$$s1 = (r11 - p1)*g11 + (r12 - p2)*g12;$$

$$s2 = (r21 - p1)*g21 + (r22 - p2)*g22;$$

$$(r11 - p1)*g11 >= 0;$$

$$(r12 - p2)*g12 >= 0;$$

$$(r21 - p1)*g21 >= 0;$$

$$(r22 - p2)*g22 >= 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 <= 1;$$

$$g21 + g22 <= 1;$$

```

g11<=h1;
g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(((1-(e^(-4*g1)))/4)+((1-(e^(-3*g2)))/3)+((1-(e^(-4*h1)))/4)+((1-(e^(-3*h2)))/3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;

(((1-(e^(-4*g1)))/4)+((1-(e^(-3*g2)))/3))>=(((1-(e^(-4*h1)))/4)+((1-(e^(-3*h2)))/3));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

```

```

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
pg=0;
ph=0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m*h1 + m*h2) - (((1 - (e^{(-4*g1)})))/4) + (((1 - (e^{(-3*g2)})))/3) + (((1 - (e^{(-4*h1)})))/4) + (((1 - (e^{(-3*h2)})))/3) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2)*h2;$$

$$s1=(r11-p1)*g11+(r12-p2)*g12;$$
$$s2=(r21-p1)*g21+(r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$
$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$
$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$
$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11=v11+v12;$$
$$r12=v11+v12;$$
$$r21=v21+v22;$$
$$r22=v21+v22;$$

$$g11+g12 \leq 1;$$
$$g21+g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$
$$g21 \leq h1;$$
$$g12 \leq h2;$$
$$g22 \leq h2;$$

$$s1 \geq 0.1;$$
$$s2 \geq 0.1;$$
$$p1 \geq 0.1;$$
$$p2 \geq 0.1;$$

$$g1 \leq 57.092*i1;$$
$$g2 \leq 9.982*i2;$$
$$h1 \leq 10.362*i1;$$
$$h2 \leq 10.179*i2;$$

$$(((1-(e^{-4*g1}))/4)+((1-(e^{-3*g2}))/3)+((1-(e^{-4*h1}))/4)+((1-(e^{-3*h2}))/3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)) \geq 0;$$

```
((1-(e^(-4*g1)))/4)+((1-(e^(-3*g2)))/3))>=((1-(e^(-4*h1)))/4)+((1-(e^(-3*h2)))/3);
```

```
v11=750;
```

```
v12=250;
```

```
v21=600;
```

```
v22=400;
```

```
alpha=0.1;
```

```
u=200;
```

```
z=150;
```

```
W=300;
```

```
m=175;
```

```
b1=550;
```

```
b2=350;
```

```
i1=1;
```

```
i2=1;
```

```
c>0;
```

```
c<10;
```

```
t>0;
```

```
t<10;
```

```
pg>0;
```

```
ph>0;
```

```
p=0;
```

```
@BIN(h1);
```

```
@BIN(h2);
```

```
@BIN(g11);
```

```
@BIN(g12);
```

```
@BIN(g21);
```

```
@BIN(g22);
```

```
End
```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - (((1 - (e^{(-4*g1)}))/4) + ((1 - (e^{(-3*g2)}))/3) + ((1 - (e^{(-4*h1)}))/4) + ((1 - (e^{(-3*h2)}))/3))) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2)*h2;$$

$$s1 = (r11 - p1)*g11 + (r12 - p2)*g12;$$

$$s2 = (r21 - p1)*g21 + (r22 - p2)*g22;$$

$$(r11 - p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12 - p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21 - p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22 - p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$


```

g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;
g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(((1-(e^(-4*g1)))/4)+((1-(e^(-3*g2)))/3)+((1-(e^(-4*h1)))/4)+((1-(e^(-3*h2)))/3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;

(((1-(e^(-4*g1)))/4)+((1-(e^(-3*g2)))/3))>=((1-(e^(-4*h1)))/4)+((1-(e^(-3*h2)))/3);

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;

```

```

t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

5.1.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas eksponensial dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan kasus konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

<i>Solver Status</i>	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7124,8	8486,28	7344,44
<i>Infeasibility</i>	$2,19903 \times 10^{-5}$	$2,50587 \times 10^{-9}$	$3,11607 \times 10^{-5}$
<i>Iterations</i>	41	59	70
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branchand Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7124,8	8486,28	7344,44
<i>Steps</i>	1	0	0
<i>UpdateInterval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	34	35	35
<i>ER(sec)</i>	1	0	1

Nilai-nilai variabel konsumen pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Eksponensial* untuk Konsumen eterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
G_1	1, 234568	57,092	0.63×10^{-1}
G_2	1, 234568	9,982	9,982
H_1	0	0	0
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	1, 234568	1,322522	1.295632
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	0
G_{22}	1	1	1
c	0	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas eksponensial untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah berada pada skema pembiayaan *flat fee* yaitu sebesar Rp.8486,28/kbps yang didapatkan melalui 59 iterasi dengan *Infeasibility* sebesar $2,50587 \times 10^{-9}$.

5.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi utilitas eksponensial dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*.

5.2.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial dengan skema pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum} R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ &- \left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + \\ &P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (G_1 + H_1)c + (G_2 + H_2)c \end{aligned} \quad (5.4)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 -$$

$$P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

5.2.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial Berdasarkan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwasetiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum}R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 MH_f \\ &- \left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + \\ &P_H H_2 + PI_1 + PI_2 + (c + t)G_1 + (c + t)H_1 + (c + t)G_2 + (c + t)H_2 \quad (5.5) \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 -$$

$$P_H H_2 - PI_1 - PI_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

5.2.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial Berdasarkan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen

heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimum}R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 MH_f \\
 &- \left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + \\
 &P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (c+t)G_1 + (c+t)H_1 + (c+t)G_2 + (c+t)H_2 \quad (5.6)
 \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$\left(\left(\frac{1-e^{-3G_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3G_2}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_1}}{3} \right) + \left(\frac{1-e^{-3H_2}}{3} \right) \right) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 -$$

$$P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

5.2.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Flat-Fee*

$$\begin{aligned}
 \text{Max} &= ((\alpha^1)^* ((u^*(z^1)) - (m^*(z^1)))) + ((\alpha^2)^* ((u^*(z^2)) - (m^*(z^2)))) + ((p_1 - b_1) * g_{11}) + ((p_1 - b_1) * g_{21}) + ((p_2 - b_2) * g_{12}) + ((p_2 - b_2) * g_{22}) - (m^*h_1 + m^*h_2) - (((1 - (e^{(-3 * g_1)})) / 3) + ((1 - (e^{(-3 * g_2)})) / 3) + ((1 - (e^{(-3 * h_1)})) / 3) + ((1 - (e^{(-3 * h_2)})) / 3)) + ((g_1 + h_1) * c) + ((g_2 + h_2) * c) + (p_g * g_1) + (p_g * g_2) + (p_h * h_1) + (p_h * h_2) + (p * i_1) + (p * i_2);
 \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1) * h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2) * h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1) * h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2) * h2;$$

$$s1 = (r11 - p1) * g11 + (r12 - p2) * g12;$$

$$s2 = (r21 - p1) * g21 + (r22 - p2) * g22;$$

$$(r11 - p1) * g11 \geq 0;$$

$$(r12 - p2) * g12 \geq 0;$$

$$(r21 - p1) * g21 \geq 0;$$

$$(r22 - p2) * g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

$$g22 \leq h2;$$

$$s1 \geq 0.1;$$

$$s2 \geq 0.1;$$

$$p1 \geq 0.1;$$

$$p2 \geq 0.1;$$

$$g1 \leq 57.092 * i1;$$

$$g2 \leq 9.982 * i2;$$

$$h1 \leq 10.362 * i1;$$

$$h2 \leq 10.179 * i2;$$

```
((1-(e^(-3*p1)))/3)+((1-(e^(-3*p2)))/3)+((1-(e^(-3*r1)))/3)+((1-(e^(-3*r2)))/3)-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
```

```
v11=750;
```

```
v12=250;
```

```
v21=600;
```

```
v22=400;
```

```
alpha=0.1;
```

```
u=200;
```

```
z=150;
```

```
W=300;
```

```
m=175;
```

```
b1=550;
```

```
b2=350;
```

```
e=2.71828183;
```

```
i1=1;
```

```
i2=1;
```

```
c>0;
```

```
c<10;
```

```
pg=0;
```

```
ph=0;
```

```
p>0;
```

```
@BIN(h1);
```

```
@BIN(h2);
```

```
@BIN(g11);
```

```
@BIN(g12);
```

```
@BIN(g21);
```

```
@BIN(g22);
```

```
End
```


Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - (((1 - (e^{(-3*g1)})))/3) + (((1 - (e^{(-3*g2)})))/3) + (((1 - (e^{(-3*h1)})))/3) + (((1 - (e^{(-3*h2)})))/3) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2)*h2;$$

$$s1 = (r11 - p1)*g11 + (r12 - p2)*g12;$$

$$s2 = (r21 - p1)*g21 + (r22 - p2)*g22;$$

$$(r11 - p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12 - p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21 - p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22 - p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

```

g11<=h1;
g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

(((1-(e^(-3*p1)))/3)+((1-(e^(-3*p2)))/3)+((1-(e^(-3*r1)))/3)+((1-
(e^(-3*r2)))/3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-
(p*i2)>=0;

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;
e=2.71828183;

i1=1;
i2=1;
c>0;

```

```

c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p=0;
@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

$$\text{Max} = ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - (((1 - (e^{-3*g1}))/3) + ((1 - (e^{-3*g2}))/3) + ((1 - (e^{-3*h1}))/3) + ((1 - (e^{-3*h2}))/3))) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2);$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2)*h2;$$

$$s1=(r11-p1)*g11+(r12-p2)*g12;$$
$$s2=(r21-p1)*g21+(r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11=v11+v12;$$

$$r12=v11+v12;$$

$$r21=v21+v22;$$

$$r22=v21+v22;$$

$$g11+g12 \leq 1;$$

$$g21+g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

$$g22 \leq h2;$$

$$s1 \geq 0.1;$$

$$s2 \geq 0.1;$$

$$p1 \geq 0.1;$$

$$p2 \geq 0.1;$$

$$g1 \leq 57.092*i1;$$

$$g2 \leq 9.982*i2;$$

$$h1 \leq 10.362*i1;$$

$$h2 \leq 10.179*i2;$$

$$(((1-(e^{(-3*p1)}))/3)+((1-(e^{(-3*p2)}))/3)+((1-(e^{(-3*r1)}))/3)+((1-(e^{(-3*r2)}))/3))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2) \geq 0;$$

$$v11=750;$$

$$v12=250;$$

$$v21=600;$$

```
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;
e=2.71828183;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End
```

5.2.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas eksponensial dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan pada konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi

dan rendah berdasarkan skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah

<i>Solver Status</i>	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7805,89	8486,28	8486,28
<i>Infeasibility</i>	$7,4444 \times 10^{-10}$	$1,00091 \times 10^{-5}$	$2,27318 \times 10^{-14}$
<i>Iterations</i>	33	71	33
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branchand Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7805,89	8486,28	8486,28
<i>Steps</i>	0	1	0
<i>UpdateInterval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	34	35	35
<i>ER(sec)</i>	0	0	0

Nilai-nilai variabel pengguna pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas Eksponensial untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
G_1	57,092	57,092	57,092
G_2	9,982	9,982	9,982
H_1	0	0	0
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	1.29	0.81	8.35
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	0
G_{22}	1	1	1
c	10	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas eksponensial dengan penambahan biaya marginal dan biaya pengawasan untuk kasus konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah berada pada skema pembiayaan *two-part tariff* yaitu sebesar Rp.8486,28/kbps yang didapatkan melalui 33 iterasi dengan *infeasibility* sebesar $2,27318 \times 10^{-14}$.

5.3 Kesimpulan

Skema pembiayaan *flat fee* menghasilkan keuntungan yang optimal dibandingkan skema pembiayaan *usage-based* dan *two-part tariff* untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta pada konsumen heterogen *high demand* dan *low demand*, skema pembiayaan *two-part tariff* menghasilkan keuntungan yang optimal dibandingkan skema pembiayaan *flat fee* dan *usage-based*.

Bentuk umum fungsi utilitas *perfect substitute* :

$$U(G, H) = aG + bH$$

Analisis fungsi utilitas *perfect substitute* untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta konsumen heterogen *high demand* dan *low demand* berdasarkan tiga skema pembiayaan yakni *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff*.

6.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*.

6.1.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* dengan Skema Pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$ dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [Q(z^e) - M(z^e)] \\ &+ \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \end{aligned}$$

$$-(4G_1 + 3H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + P I_2 + (G_1 + H_1)c + (G_2 + H_2)c \quad (6.1)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(4G_1 + 3H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$(4G_1 + 3H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

6.1.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* dengan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0$, $P_H > 0$ dan $P = 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & -(4G_1 + 3H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + \\ & P I_2 + (c + t)G_1 + (c + t)H_1 + (c + t)G_2 + (c + t) \quad (6.2) \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(4G_1 + 3H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$(4G_1 + 3H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

6.1.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* dengan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*.

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* diasumsikan bahwa jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P > 0$ dengan penambahan biaya marjinal dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama untuk tingkat penggunaan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang dinotasikan sebagai \bar{G} dan \bar{H} , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - (4G_1 + 3H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + \\ & P I_2 + (c + t)G_1 + (c + t)H_1 + (c + t)G_2 + (c + t)H_2 \quad (6.3) \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(4G_1 + 3H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$(4G_1 + 3H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

6.1.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Flat Fee*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) \\ & + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) \\ & - (m^*h1 + m^*h2) - ((4*g1) + (3*h1)) - ((3*g2) + (2*h2)) \\ & + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + (pg*g2) \\ & + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

```

g11<=h1;
g21<=h1;
g12<=h2;
g22<=h2;

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

((4*g1)+(3*h1))+((3*g2)+(2*h2))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
((4*g1)+(3*h1))>=((3*g2)+(2*h2));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;

```

```

pg=0;
ph=0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2-b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((4*g1) + (3*h1)) - \\ & ((3*g2) + (2*h2)) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

```
(r21-p1)*g21>=0;  
(r22-p2)*g22>=0;
```

```
r11=v11+v12;  
r12=v11+v12;  
r21=v21+v22;  
r22=v21+v22;
```

```
g11+g12<=1;  
g21+g22<=1;
```

```
g11<=h1;  
g21<=h1;  
g12<=h2;  
g22<=h2;
```

```
s1>=0.1;  
s2>=0.1;  
p1>=0.1;  
p2>=0.1;
```

```
g1<=57.092*i1;  
g2<=9.982*i2;  
h1<=10.362*i1;  
h2<=10.179*i2;
```

```
((4*g1)+(3*h1))+((3*g2)+(2*h2))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-  
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;  
((4*g1)+(3*h1))>=((3*g2)+(2*h2));
```

```
v11=750;  
v12=250;  
v21=600;  
v22=400;
```

```

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

```

```

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p=0;

```

```

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);

```

End

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

$$\begin{aligned}
 \text{Max} = & ((\alpha^1)^* ((u^*(z^1)) - (m^*(z^1)))) + ((\alpha^2)^* ((u^*(z^2)) - \\
 & (m^*(z^2)))) + ((p1-b1)^*g11) + ((p1-b1)^*g21) + ((p2-b2)^*g12) + ((p2- \\
 & b2)^*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((4^*g1) + (3^*h1)) - \\
 & ((3^*g2) + (2^*h2)) + ((g1+h1)^*c) + ((g2+h2)^*c) + (pg^*g1) + \\
 & (pg^*g2) + (ph^*h1) + (ph^*h2) + (p^*i1) + (p^*i2);
 \end{aligned}$$

$((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1))\geq 0;$
 $((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2))\geq 0;$
 $((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1))\geq((W^1)^*(z^1))-(u^*(z^1));$
 $((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2))\geq((W^2)^*(z^2))-(u^*(z^2));$

$s1\geq(r11-p1)*h1;$
 $s1\geq(r12-p2)*h2;$
 $s2\geq(r21-p1)*h1;$
 $s2\geq(r22-p2)*h2;$

$s1=(r11-p1)*g11+(r12-p2)*g12;$
 $s2=(r21-p1)*g21+(r22-p2)*g22;$

$(r11-p1)*g11\geq 0;$
 $(r12-p2)*g12\geq 0;$
 $(r21-p1)*g21\geq 0;$
 $(r22-p2)*g22\geq 0;$
 $r11=v11+v12;$
 $r12=v11+v12;$
 $r21=v21+v22;$
 $r22=v21+v22;$

$g11+g12\leq 1;$
 $g21+g22\leq 1;$

$g11\leq h1;$
 $g21\leq h1;$
 $g12\leq h2;$
 $g22\leq h2;$

$s1\geq 0.1;$
 $s2\geq 0.1;$
 $p1\geq 0.1;$
 $p2\geq 0.1;$


```

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

((4*g1)+(3*h1))+((3*g2)+(2*h2))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
((4*g1)+(3*h1))>=((3*g2)+(2*h2));

v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;
alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

6.1.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas *perfect substitute* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan kasus konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan seperti pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Solusi Model Modifikasi Umum *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Solver Status	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7805,54	8486,28	8486,28
<i>Infeasibility</i>	$4,10084 \times 10^{-5}$	$1,52478 \times 10^{-4}$	$1,36419 \times 10^{-13}$
<i>Iterations</i>	60	58	24
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7805,54	8486,28	8486,28
<i>Steps</i>	1	1	0
<i>Update Interval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	33	34	34
<i>ER(sec)</i>	1	0	0

Nilai-nilai variabel pengguna pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Nilai-Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage Based</i>	Two-Part Tariff
G_1	57,092	57,092	57,092
G_2	9,982	9,982	9,982
H_1	0	0	0
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	1658,199	3,035469	4,762075
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	0
G_{22}	1	1	1
c	10	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* untuk konsumen heterogen golongan atas dan golongan bawah berada pada skema pembiayaan *two-part tariff* yaitu sebesar Rp.8486,28/kbps yang didapatkan melalui 24 iterasi dengan *Infeasibility* sebesar $1,36419 \times 10^{-13}$.

6.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Pada sub bab ini dijelaskan tentang model modifikasi dan solusi untuk masalah *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan untuk konsumen heterogen golongan tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah skema pembiayaan *flat fee, usage-based*, dan *two-part tariff*.

6.2.1 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* dengan skema pembiayaan *Flat Fee*

Pada skema pembiayaan *flat fee* jika nilai $P_G = 0, P_H = 0$ dan $P > 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *flat fee* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\ & - (3G_1 + 2H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + \\ & P I_2 + (G_1 + H_1)c + (G_2 + H_2)c \end{aligned} \quad (6.4)$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(3G_1 + 2H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$(3G_1 + 2H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G = 0$$

$$P_H = 0$$

$$P > 0$$

6.2.2 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* Berdasarkan Skema Pembiayaan *Usage-based*

Pada skema pembiayaan *usage-based* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *usage-based* seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimum}R &= \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 MH_f \\
 &- (3G_1 + 2H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + PI_1 + \\
 &PI_2 + (c + t)G_1 + (c + t)H_1 + (c + t)G_2 + (c + t)H_2 \quad (6.5)
 \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092I_1$$

$$G_2 \leq 9,982I_2$$

$$H_1 \leq 10,362I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(3G_1 + 2H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - PI_1 - PI_2 \geq 0$$

$$(3G_1 + 2H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P = 0$$

6.2.3 Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* Berdasarkan Skema Pembiayaan *Two-part Tariff*

Pada skema pembiayaan *two-part tariff* jika nilai $P_G > 0, P_H > 0$ dan $P = 0$. Dinotasikan bahwa setiap konsumen tingkat pemakaian tinggi ($e = 1$), sedangkan konsumen tingkat pemakaian rendah ($e = 2$). Dengan penambahan biaya marjinal yang dinotasikan sebagai c dan biaya pengawasan dinotasikan sebagai t , dengan demikian dibuat model modifikasi untuk konsumen

heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah dengan skema pembiayaan *two-part tariff* seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimum } R = & \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 \alpha^e [q(z^e) - M(z^e)] + \sum_{e=1}^2 \sum_{f=1}^2 (P_f - B_f) D_{ef} - \sum_{f=1}^2 M H_f \\
 & - (3G_1 + 2H_1) - (3G_2 + 2H_2) + P_G G_1 + P_G G_2 + P_H H_1 + P_H H_2 + P I_1 + \\
 & P I_2 + (c + t) G_1 + (c + t) H_1 + (c + t) G_2 + (c + t) H_2 \quad (6.6)
 \end{aligned}$$

dengan kendala:

$$G_1 \leq 57,092 I_1$$

$$G_2 \leq 9,982 I_2$$

$$H_1 \leq 10,362 I_1$$

$$H_2 \leq 10,179 I_2$$

$$(3G_1 + 2H_1) + (3G_2 + 2H_2) - P_G G_1 - P_G G_2 - P_H H_1 - P_H H_2 - P I_1 - P I_2 \geq 0$$

$$(3G_1 + 2H_1) \geq (3G_2 + 2H_2)$$

$$I = 0 \text{ atau } 1$$

$$P_G > 0$$

$$P_H > 0$$

$$P > 0$$

6.2.4 Bentuk Kodingan

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Flat-Fee*

$$\begin{aligned}
 \text{Max} = & ((\alpha^1)^* ((u^*(z^1)) - (m^*(z^1)))) + ((\alpha^2)^* ((u^*(z^2)) - \\
 & (m^*(z^2)))) + ((p1 - b1) * g11) + ((p1 - b1) * g21) + ((p2 - b2) * g12) + ((p2 - \\
 & b2) * g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((3 * g1) + (2 * h1)) - \\
 & ((3 * g2) + (2 * h2)) + ((g1 + h1) * c) + ((g2 + h2) * c) + (pg * g1) + \\
 & (pg * g2) + (ph * h1) + (ph * h2) + (p * i1) + (p * i2);
 \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11 - p1) * h1;$$

$$s1 \geq (r12 - p2) * h2;$$

$$s2 \geq (r21 - p1) * h1;$$

$$s2 \geq (r22 - p2) * h2;$$

$$s1 = (r11 - p1) * g11 + (r12 - p2) * g12;$$

$$s2 = (r21 - p1) * g21 + (r22 - p2) * g22;$$

$$(r11 - p1) * g11 \geq 0;$$

$$(r12 - p2) * g12 \geq 0;$$

$$(r21 - p1) * g21 \geq 0;$$

$$(r22 - p2) * g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

$$g22 \leq h2;$$

$$s1 \geq 0.1;$$

$$s2 \geq 0.1;$$

$$p1 \geq 0.1;$$

$$p2 \geq 0.1;$$

$$g1 \leq 57.092 * i1;$$

$$g2 \leq 9.982 * i2;$$

$$h1 \leq 10.362 * i1;$$

$$h2 \leq 10.179 * i2;$$

$$((3 * g1) + (2 * h1)) + ((3 * g2) + (2 * h2)) - (pg * g1) - (pg * g2) - (ph * h1) - (ph * h2) - (p * i1) - (p * i2) \geq 0;$$

$$((3 * g1) + (2 * h1)) \geq ((3 * g2) + (2 * h2));$$

```
v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg=0;
ph=0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End
```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Usage-Based*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - \\ & (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2- \\ & b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((3*g1) + (2*h1)) - \\ & ((3*g2) + (2*h2)) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + \\ & (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

$$r11 = v11 + v12;$$

$$r12 = v11 + v12;$$

$$r21 = v21 + v22;$$

$$r22 = v21 + v22;$$

$$g11 + g12 \leq 1;$$

$$g21 + g22 \leq 1;$$

$$g11 \leq h1;$$

$$g21 \leq h1;$$

$$g12 \leq h2;$$

$$g22 \leq h2;$$

```

s1>=0.1;
s2>=0.1;
p1>=0.1;
p2>=0.1;

g1<=57.092*i1;
g2<=9.982*i2;
h1<=10.362*i1;
h2<=10.179*i2;

((3*g1)+(2*h1))+((3*g2)+(2*h2))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
((3*g1)+(2*h1))>=((3*g2)+(2*h2));
v11=750;
v12=250;
v21=600;
v22=400;

alpha=0.1;
u=200;
z=150;
W=300;
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p=0;

```

```

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End

```

Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Penggunaan Tinggi dan Tingkat Penggunaan Rendah Skema Pembiayaan *Two Part-Tariff*

$$\begin{aligned} \text{Max} = & ((\alpha^1)^*(u^*(z^1)) - (m^*(z^1))) + ((\alpha^2)^*(u^*(z^2)) - \\ & (m^*(z^2))) + ((p1-b1)*g11) + ((p1-b1)*g21) + ((p2-b2)*g12) + ((p2- \\ & b2)*g22) - (m^*h1 + m^*h2) - ((3*g1) + (2*h1)) - \\ & ((3*g2) + (2*h2)) + ((g1+h1)*c) + ((g2+h2)*c) + (pg*g1) + \\ & (pg*g2) + (ph*h1) + (ph*h2) + (p*i1) + (p*i2); \end{aligned}$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq 0;$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq 0;$$

$$((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1)) \geq ((W^1)^*(z^1)) - (u^*(z^1));$$

$$((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2)) \geq ((W^2)^*(z^2)) - (u^*(z^2));$$

$$s1 \geq (r11-p1)*h1;$$

$$s1 \geq (r12-p2)*h2;$$

$$s2 \geq (r21-p1)*h1;$$

$$s2 \geq (r22-p2)*h2;$$

$$s1 = (r11-p1)*g11 + (r12-p2)*g12;$$

$$s2 = (r21-p1)*g21 + (r22-p2)*g22;$$

$$(r11-p1)*g11 \geq 0;$$

$$(r12-p2)*g12 \geq 0;$$

$$(r21-p1)*g21 \geq 0;$$

$$(r22-p2)*g22 \geq 0;$$

```
r11=v11+v12;
```

```
r12=v11+v12;
```

```
r21=v21+v22;
```

```
r22=v21+v22;
```

```
g11+g12<=1;
```

```
g21+g22<=1;
```

```
g11<=h1;
```

```
g21<=h1;
```

```
g12<=h2;
```

```
g22<=h2;
```

```
s1>=0.1;
```

```
s2>=0.1;
```

```
p1>=0.1;
```

```
p2>=0.1;
```

```
g1<=57.092*i1;
```

```
g2<=9.982*i2;
```

```
h1<=10.362*i1;
```

```
h2<=10.179*i2;
```

```
((3*g1)+(2*h1))+((3*g2)+(2*h2))-(pg*g1)-(pg*g2)-(ph*h1)-  
(ph*h2)-(p*i1)-(p*i2)>=0;
```

```
((3*g1)+(2*h1))>=((3*g2)+(2*h2));
```

```
v11=750;
```

```
v12=250;
```

```
v21=600;
```

```
v22=400;
```

```
alpha=0.1;
```

```
u=200;
```

```
z=150;
```

```
W=300;
```

```
m=175;
b1=550;
b2=350;

i1=1;
i2=1;
c>0;
c<10;
t>0;
t<10;
pg>0;
ph>0;
p>0;

@BIN(h1);
@BIN(h2);
@BIN(g11);
@BIN(g12);
@BIN(g21);
@BIN(g22);
End
```

6.2.5 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Solusi untuk model *bundling* berdasarkan pada fungsi utilitas *perfect substitute* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan pada konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan tingkat pemakaian rendah berdasarkan skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Solusi Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Solver Status	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
<i>Model Class</i>	MINLP	MINLP	MINLP
<i>State</i>	Local Optimal	Local Optimal	Local Optimal
<i>Objective</i>	7805,54	8486,28	8486,28
<i>Infeasibility</i>	$2,27318 \times 10^{-14}$	$2,27318 \times 10^{-14}$	$7,92072 \times 10^{-5}$
<i>Iterations</i>	62	40	72
<i>Extended Solver Status</i>			
<i>Solver Type</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>	<i>Branch and Bound</i>
<i>Best Objective</i>	7805,54	8486,28	8486,28
<i>Steps</i>	0	0	1
<i>UpdateInterval</i>	2	2	2
<i>GMU(K)</i>	33	34	34
<i>ER(sec)</i>	0	0	0

Nilai-nilai variabel pengguna pada skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* ditampilkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Nilai Variabel Model Modifikasi *Bundling* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute* untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah

Variabel	Jenis Pembiayaan		
	<i>Flat Fee</i>	<i>Usage-Based</i>	<i>Two-Part Tariff</i>
G_1	57,092	57,092	57,092
G_2	9,982	9,982	9,982
H_1	0	0	0
H_2	1	1	1
I_1	1	1	1
I_2	1	1	1
P_1	1000	245,1876	1000
P_2	999,9	999,9	999,9
G_{11}	0	0	0
G_{12}	1	1	1
G_{21}	0	0	1
G_{22}	1	1	0
c	10	10	10
t	-	10	10

Berdasarkan Tabel 6.3 dan Tabel 6.4 dari ketiga jenis skema pembiayaan diperoleh solusi yang optimal untuk model modifikasi *bundling* berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan kasus konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi dan rendah berada pada skema pembiayaan *usage-based* yaitu sebesar Rp.8486,28/kbps yang didapatkan melalui 40 iterasi dengan *infeasibility* sebesar $2,27318 \times 10^{-14}$.

6.3 Kesimpulan

Skema pembiayaan *two-part tariff* menghasilkan keuntungan yang optimal dibandingkan skema pembiayaan *flat fee* dan *usage-based* untuk konsumen heterogen *high end* dan *low end* serta pada konsumen heterogen *high demand* dan *low demand*, skema pembiayaan *usage-based* menghasilkan keuntungan yang optimal dibandingkan skema pembiayaan *flat fee* dan *two-part tariff*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, R. (2015). Metode Analytical Hierarchy Process Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Internet Service Provider. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 1(1), 66–71.
- Ardianto, F., Alfaresi, B., & Darmadi, A. (2018). Rancang Bangun Load Balancing Dua Internet Service Provider (ISP) Berbasis Mikrotik. *Jurnal Surya Energy*, 3(1), 198–202.
- Arifin, S., Suharyono, & Wilopo. (2013). Pengaruh Perceived Price Dan Perceived Value Pada Produk Bundling Terhadap Minat Beli. *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 1(2), 168–176.
- Aryogi, I., & Wulansari, D. (2016). Subjective Well-being Individu dalam Rumah Tangga Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*, 01(1), 1–12.
- Banciu, M., Gal-Or, E., & Mirchandani, P. (2010). Bundling strategies when products are vertically differentiated and capacities are limited. *Management Science*, 56(12), 2207–2223.
- Buananda, M. F., & Ariyanti, M. (2018). PENGARUH STRATEGI BUNDLING TERHADAP MINAT BELI KONSUMEN DI JAKARTA (Studi Kasus pada Paket TAU 4G Telkomsel). *E-Proceeding of Management*, 5(3), 3259.
- Halim, E. S. (2017). Pengaruh Perceived Quality Dan Store Location Terhadap Customer Preference Pada Pelanggan Takoyaqta Di Surabaya. *Agora*, 1(1), 1–9.
- Hitt, L. M., & Chen, P. (2005). *Bundling With Customer Self-Selection : A Simple Approach to Bundling Low-Marginal-Cost Goods*. 51(10), 1481–1493.
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., & Lestari, M. P. (2014). Cobb-Douglass Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model. *Jurnal Telekomunikasi*, 12(1), 227–240.
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., Susanti, E., Yuliza, E., & Sanjaya, O. (2014). Numerical Solution of Internet Pricing Scheme Based on Perfect Substitute Utility Function. *Proceeding of The 1st International Conference Science and Engineering*, 1–3.

- Indrawati, Puspita, F. M., Irmeilyana, & Sanjaya, O. (2015). Pembiayaan Internet Menggunakan Fungsi Utilitas Cobb-Douglass. *Prosiding Semirata 2015 Bidang Teknologi Informasi Dan Multi Disiplin*, 108–116.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., & Husniah, I. (2015). Analisis Skema Pembiayaan Internet Jaringan Wireless dalam Penetapan Strategi Pembiayaan Internet Penyedia Layanan Internet (ISP). *Annual Research Seminar*, 115–120.
- Karundeng, A. G., Golung, A., & Boham, A. (2016). Pemanfaatan Layanan Internet Pada Perpustakaan Universitas Katolik De La Salle Manado Dalam Menunjang Proses Belajar Mahasiswa. *Acta Diurna*, *V*(5), 1–6.
- Kholipah, S., & Suryandari, D. (2019). Factors that Influence Auditor Switching Financial Companies on the IDX for the Period 2015-2017. *Jurnal Akuntansi*, *9*(2), 83–96.
- Kurniawan, D., Wardhana, W., & Ito, N. A. (2016). Penggabungan Dua ISP Guna Menstabilkan Koneksi Internet Dengan Metode Failover. *Jurnal Komputasi*, *4*(2), 1–11.
- Maramis, J. B., Polii, J. V. B., Najooan, J., & Masinambow, V. A. J. (2016). Studi Perilaku Pasar Tanah di Daerah Pemekaran Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Riset Bisnis Dan Manajemen*, *4*(3), 461–488.
- Nurhidayat, A. (2022). Penggunaan Microsoft Math Solver Untuk Menentukan Persamaan Biaya Total Marginal Cost Dan Revenue Pada Mata Kuliah Matematika Ekonomi. *Jurnal Inovasi Penelitian*, *3*(3), 1–4.
- Oktivasari, P., & Sanjaya, R. (2015). Implementasi Sistem Load Balancing Dua ISP Menggunakan Mikrotik dengan Metode Per Connection Classifier. *Multinetics*, *1*(2), 33.
- Prihartono, Y., & Magdalena, H. (2016). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Sebagai Pendukung Keputusan dalam Menentukan Internet Service Provider Terbaik di Pangkalpinang. *05*(01), 21–32.
- Puspita, F. M., Rezky, B. J., Simarmata, A. N. Y., Yuliza, E., & Hartono, Y. (2021). Improved incentive pricing-based quasi-linear utility function of wireless networks. *Indonesian Journal of*

- Electrical Engineering and Computer Science*, 22(3), 1467–1475.
- Putri, A. A., & Wibowo, S. (2017). Pengaruh Strategi Bundling Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus Pada Bee Outbound Bogor). *E-Proceeding of Applied Science*, 3(2), 206.
- Rodin, R. (2013). Evaluasi Terhadap Layanan Internet Perpustakaan Stain Curup, Rejang Lebong, Bengkulu. *UNILIB: Jurnal Perpustakaan*, 4(1).
- Santoso, H. (2012). Strategi Memilih Internet Service Provider Terbaik untuk Perguruan Tinggi (Studi Kasus: STMIK ATMA LUHUR). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 1.
- Siregar, S. L., Ariswoyo, S., & Sembiring, P. (2014). Pengambilan Keputusan Menggunakan Metode Bayes Pada Ekspektasi Fungsi Utilitas. *Saintia Matematika*, 2(1), 47–54.
- Sitepu, R., Puspita, F. M., Pratiwi, A. N., & Novyasti, I. P. (2017). Utility Function-based Pricing Strategies in Maximizing the Information Service Provider's Revenue with Marginal and Monitoring Costs. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 7(2), 877–887.
- Soares, N., Giriantari, I. A. D., & Ariastina, W. G. (2013). Studi Tarif Listrik Dengan Menggunakan Metode Long Run Marginal Cost Di EDTL Timor Leste. *Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, 47–53.
- Wu, S., & Banker, R. D. (2010). Best Pricing Strategy for Information Services. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(6), 339–366.
- Wu, S., Hitt, L. M., Chen, P., & Anandalingan, G. A. (2008). *Customized Bundle Pricing for Information Goods: A Nonlinear Mixed-Integer Programming Approach*. 54(3), 608–622.

INDEKS

B

Biaya Marjinal · 21

Biaya Pengawasan · 21

Bundling · 3, 11, 22, 31, 32, 35,
36, 37, 38, 39, 42, 44, 47, 48,
49, 50, 51, 53, 56, 58, 59, 61,
62, 63, 64, 66, 68, 71, 72, 73,
74, 75, 78, 80, 82, 83, 84, 85,
86, 87, 88, 90, 92, 95, 96, 97,
98, 99, 101, 104, 106, 107,
109, 111

E

Ekspensial · 28, 61, 62, 63,
64, 66, 68, 71, 72, 73, 74, 75,
78, 80, 82, 83, 84

F

Flat Fee · 11, 12, 37, 39, 47,
48, 49, 59, 61, 64, 71, 72, 73,
83, 84, 85, 88, 95, 96, 97,
107

Fungsi Utilitas · 27, 28, 29, 37,
38, 39, 42, 44, 47, 48, 49, 50,
51, 53, 56, 58, 59, 61, 62, 63,
64, 66, 68, 71, 72, 73, 74, 75,
78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87,
88, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99,
101, 104, 106, 107, 110,
111

H

Heterogen · 11, 12, 37, 39, 42,
44, 47, 48, 49, 51, 53, 56, 58,
59, 61, 64, 66, 68, 71, 73, 75,
78, 80, 82, 83, 84, 85, 88, 90,
92, 95, 96, 97, 99, 101, 104,
106, 107

I

Independent Goods · 28, 37,
38, 39, 42, 44, 47, 48, 49, 50,
51, 53, 56, 58, 59

Internet · 1, 17, 18, 109, 110,
111

ISP · 1, 3, 4, 13, 14, 17, 18, 20,
21, 25, 26, 109, 110

O

Optimasi · 20

P

Perfect Substitute · 29, 85, 86,
87, 88, 90, 92, 95, 96, 97, 98,
99, 101, 104, 106, 107, 109

T

Two-Part Tariff · 11, 12, 47,
48, 59, 71, 72, 83, 84, 95, 96,
107

U

Usage-Based · 11, 12, 42, 54,
59, 66, 71, 72, 78, 83, 84, 90,
102, 107

Buku ini menjelaskan aplikasi pada masalah layanan informasi yang difokuskan pada pengembangan model optimasi masalah pembiayaan layanan informasi.



Indrawati, M.Si



Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc



Dr. Evi Yuliza, M.Si



Oki Dwipurwani, M.Si



Sisca Octarina, M.Sc



Rizky Helmayanti, S.Si



Intan Lestari, S.Si