

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI
HETEROGENEOUS CUSTOMER SELF-SELECTION DENGAN
BIAYA MARGINAL DAN PENGAWASAN NONLINIER
BERBASIS FUNGSI UTILITAS LINIER MODIFIKASI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
di Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

Oleh :

AREN PARELA

08011282126033



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI
HETEROGENEOUS CUSTOMER SELF-SELECTION DENGAN BIAYA
MARGINAL DAN PENGAWASAN NONLINIER BERBASIS FUNGSI
UTILITAS LINIER MODIFIKASI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
di Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**

Oleh :

AREN PARELA

08011282126033

Pembimbing Kedua



Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si.
NIP. 197204282000122002

Indralaya, 13 Januari 2025
Pembimbing Utama



Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si.
NIP. 197807272008012012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si.
NIP. 197303212000122001

HALAMAN PENYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Aren Parela
NIM : 08011282126033
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 13 Januari 2025

Penulis,



Aren Parela

NIM.08011282126033

LEMBAR PERSEMBAHAN

”Tugas ilmu pengetahuan adalah mencari kebenaran, dan tugas kita adalah memperjuangkannya.”

- Aren Parela-

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- ♥ Allah SWT.**
- ♥ Ayah dan Ibu Tercinta**
- ♥ Keluarga Besarku Tersayang**
- ♥ Semua Guru dan Dosenku**
- ♥ Sahabat-Sahabatku**
- ♥ Almamaterku**

Semoga karya ini menjadi langkah kecil yang membawa manfaat bagi banyak orang dan awal dari pencapaian yang lebih besar di masa mendatang.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “**Model Improved Pembiayaan Layanan Informasi Heterogeneous Customer Self-Selection dengan Biaya Marginal dan Pengawasan Nonlinier Berbasis Fungsi Utilitas Linier Modifikasi**” dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika bidang Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, bantuan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh hormat, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua tercinta Ayah **Ujang Asmuni** dan Ibu **Asni** yang telah merawat, mendidik, dan membesarkan dengan penuh kasih sayang. Terima kasih kepada saudara kandung saya **Ahana** dan **Ali Akbar Navis**. Terima kasih atas segala pengorbanan, doa, dan dukungan yang selalu diberikan.

Dengan kerendahan hati dan rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing, memberikan nasihat, saran, serta arahan hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

2. Ibu **Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing, memberikan nasihat, saran, serta arahan hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu **Dr. Sisca Octarina, S.Si., M.Sc.** selaku Dosen Pembahas Pertama yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan tanggapan, saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.
4. Ibu **Indrawati, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembahas Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan tanggapan, saran dan masukan yang bermanfaat kepada penulis untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.
5. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ketua Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah menasehati, membimbing, memotivasi dan memberikan arahan selama masa perkuliahan.
6. **Semua Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** atas semua ilmu yang bermanfaat, bimbingan dan arahan untuk penulis selama masa perkuliahan.
7. Pak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Admin dan Pegawai Tata Usaha di Jurusan Matematika yang telah membantu penulis dalam segala hal sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
8. **Seluruh keluarga besar** atas dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
9. **Refky Maulana, Riska, Zalzalulillah, Afiyah, Maydalena, Elsa** atas

dukungan, motivasi dan semua bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang terlibat dan memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan terutama mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Indralaya, 07 Desember 2024

Penulis

**IMPROVED MODEL OF HETEROGENEOUS CUSTOMER SELF-
SELECTION FOR INFORMATION SERVICE FINANCING WITH
NONLINEAR MARGINAL COST AND MONITORING COST BASED ON
A MODIFIED LINEAR UTILITY FUNCTION**

**AREN PARELA
NIM.08011282126033**

ABSTRACT

This research aims to maximize profits for Internet Service Providers (ISPs) through the development of an information service financing scheme model based on diverse consumer satisfaction, using the concept of customer self-selection. The three financing schemes applied in this study include flat fee, usage-based, and two-part tariff. To achieve optimal results, this modified model involves the addition of nonlinear marginal costs and monitoring costs in the modified linear utility function. The data used is sourced from the local server of Politeknik Sriwijaya (POLSRI) in Palembang, in the form of valid traffic data, which is categorized into peak and off-peak hours. This research is solved using two methods, namely optimization method and differential method. The optimization method was performed by bundling using LINGO 13.0 software, resulting in an optimal solution for the flat fee, usage-based and two-part tariff scheme of IDR 7,124.8 per kbps. Meanwhile, the differential method is carried out by adding consumer interest variables and payment options, with optimal results for the flat fee scheme of IDR 7,106.91945 per kbps, through the application of a modified linear utility function. It is found that the optimization method is more effective than the differential method. The results show that the optimization method is more effective than the differential method in maximizing ISP profits.

Keywords : utility function, modified linear, bundling, heterogeneous, marginal costs, monitoring costs, nonlinear, Internet Service Provider

**MODEL IMPROVED PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI
HETEROGENEOUS CUSTOMER SELF-SELECTION DENGAN BIAYA
MARGINAL DAN PENGAWASAN NONLINIER BERBASIS FUNGSI
UTILITAS LINIER MODIFIKASI**

**AREN PARELA
NIM.08011282126033**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan bagi *Internet Service Provider* (ISP) melalui pengembangan model skema pembiayaan layanan informasi berdasarkan kepuasan konsumen yang beragam, menggunakan konsep *customer self-selection*. Tiga skema pembiayaan yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*. Untuk mencapai hasil yang optimal, model modifikasi ini melibatkan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan yang bersifat nonlinier dalam fungsi utilitas linier yang telah dimodifikasi. Data yang digunakan bersumber dari *server* lokal Politeknik Sriwijaya (POLSRI) di Palembang, berupa data *traffic digilib*, yang dikelompokkan menjadi jam sibuk dan jam tidak sibuk. Penelitian ini diselesaikan menggunakan dua metode, yaitu metode optimasi dan metode diferensial. Metode optimasi dilakukan dengan *bundling* menggunakan software LINGO 13.0, menghasilkan solusi optimal untuk skema *flat fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* sebesar Rp7.124,8 per *kbps*. Sementara itu, metode diferensial dilakukan dengan menambahkan variabel minat konsumen dan opsi pembayaran, dengan hasil optimal untuk skema *flat fee* sebesar Rp7.106,91945 per *kbps*, melalui penerapan fungsi utilitas linier yang dimodifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode optimasi lebih efektif dibandingkan metode diferensial dalam memaksimalkan keuntungan ISP.

Kata Kunci : fungsi utilitas, linier modifikasi, *bundling*, heterogen, biaya marjinal, biaya pengawasan, nonlinier, *Internet Service Provider*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatas Masalah.....	5
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	7
2.2 <i>Quality of Service (QoS)</i>	8
2.3 Fungsi Utilitas	8
2.4 Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan	9
2.5 Nonlinier	9
2.6 Bundling.....	10
2.7 Model Original <i>Bundling</i>	13
2.8 Optimasi Masalah Konsumen	14
2.9 Optimasi Masalah Produsen	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat	18
3.2 Waktu.....	18
3.3 Metode Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Data Traffic.....	20
4.2 Nilai Parameter yang Digunakan.....	25
4.3 Model Modifikasi Umum <i>Bundling</i>	28

4.4 Model Modifikasi <i>Bundling</i> dengan Tambahan Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	30
4.4.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	30
4.4.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	31
4.4.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> dengan Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	33
4.4.4 Solusi Modifikasi <i>Bundling</i> bagi Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi	34
4.5 Model Modifikasi <i>Bundling</i> dengan Tambahan Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	40
4.5.1 Model Modifikasi <i>Bundling</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat-fee</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	41
4.5.2 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Pada Skema Pembiayaan <i>Usage-based</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	42
4.5.3 Model Modifikasi <i>Bundling</i> Pada Skema Pembiayaan <i>Two-part Tariff</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	43
4.5.4 Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Pada Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	44
4.6 Fungsi Utilitas Linier Modifikasi pada Konsumen Heterogen.....	50
4.6.1 Fungsi Utilitas Linier Modifikasi untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	50
4.6.2 Fungsi Utilitas Linier untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah	61

4.7 Skema Pembiayaan Optimal pada Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Golongan Bawah	68
4.8 Skema Pembiayaan Optimal untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Tingkat Pemakaian Rendah	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	<i>Traffic Digilib</i> untuk Data Saat Jam Sibuk	21
Tabel 4.2	<i>Traffic Digilib</i> untuk Data Saat Jam Tidak Sibuk.....	23
Tabel 4.3	Data Pemakaian Pada Saat Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk	24
Tabel 4.4	Nilai Parameter Pada Model Original <i>Bundling</i>	25
Tabel 4.5	Nilai Parameter yang Digunakan Pada Pelanggan Heterogen Golongan Atas dan Bawah	26
Tabel 4.6	Nilai Parameter yang Digunakan Pada Pelanggan Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	27
Tabel 4.7	Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	34
Tabel 4.8	Nilai Variabel Model Modifikasi Untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	35
Tabel 4.9	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Flat Fee</i> Untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Fungsi Utilitas Linier Modifikasi	36
Tabel 4.10	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Usage-based</i> Untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	37
Tabel 4.11	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Two-part Tariff</i> Untuk Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi	39
Tabel 4.12	Solusi Model Modifikasi <i>Bundling</i> Pada Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	44
Tabel 4.13	Nilai Variabel Model Modifikasi <i>Bundling</i> Untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi	45

Tabel 4.14	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Flat Fee</i> Untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	46
Tabel 4.15	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Usage-based</i> Untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Fungsi Utilitas Linier Modifikasi.....	47
Tabel 4.16	Hasil Analisis Sensitivitas <i>Two-part Tariff</i> Untuk Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Fungsi Utilitas Linier Modifikasi	49
Tabel 4.17	Perbandingan Skema Pembiayaan Pada Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi dengan Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan Nonlinier	60
Tabel 4.18	Perbandingan Skema Pembiayaan Pada Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier Modifikasi dengan Biaya Marjinal dan Biaya Pengawasan Nonlinier	68
Tabel 4.19	Keuntungan Maksimum Pada Konsumen Heterogen Golongan Atas dan Bawah.....	71
Tabel 4.20	Keuntungan Maksimum Pada Konsumen Heterogen Tingkat Pemakaian Tinggi dan Rendah	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi berlangsung sangat cepat dan signifikan (Mildawati, 2000). Teknologi tidak dapat terlepas dalam serangkaian aktivitas manusia (Nurhidayat, 2022). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah menjadi bagian penting dari kehidupan terutama jaringan internet yang merupakan jaringan yang kompleks (Indrawati *et al.*, 2023). Internet dapat disebut sebagai perpustakaan digital yang mempunyai informasi yang sangat lengkap (Kamal, 2023).

Saat ini, akses internet dapat diperoleh dengan mudah oleh berbagai kalangan karena semakin banyaknya layanan paket internet yang ditawarkan oleh penyedia layanan (Utami, 2020). Salah satu perusahaan yang menyediakan layanan internet adalah *Internet Service Provider* (ISP). ISP memudahkan pengguna dalam mengakses internet karena memiliki beragam atribut yang menentukan daya tarik untuk transmisi data (Scherrer *et al.*, 2023). Untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik, diperlukan teknik atau mekanisme khusus untuk mengelola jaringan, salah satunya adalah *Quality of Service* (QoS). QoS adalah kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan dengan mengatur *bandwidth*, *jitter*, dan *delay*. Parameter QoS menunjukkan performa tingkat kecepatan pengiriman berbagai jenis data dalam komunikasi, serta kemampuan jaringan untuk memberikan layanan dengan baik menggunakan berbagai teknologi.

Model skema pembiayaan layanan informasi dapat disusun berdasarkan seleksi mandiri pelanggan yang memungkinkan pelanggan memilih skema harga yang sesuai untuk kebutuhan mereka yang beragam. Ada tiga skema pembiayaan yang dapat memaksimalkan kepuasan konsumen, yaitu tarif tetap (*flat fee*), berbasis penggunaan (*usage-based*), dan tarif dua bagian (*two-part tariff*). Skema tarif tetap adalah biaya internet yang sudah ditetapkan per bulan. Skema berbasis penggunaan mengenakan biaya berdasarkan penggunaan jaringan setiap hari, sementara skema tarif dua bagian mengharuskan pelanggan membayar biaya langganan ditambah biaya tambahan sesuai penggunaan. Dalam skema ini, *heterogeneous customer self-selection* memungkinkan pelanggan memilih skema yang sesuai dengan kebutuhan mereka yang beragam. Konsep ini penting karena setiap pelanggan memiliki preferensi dan pola penggunaan yang berbeda, sehingga ISP dapat menawarkan solusi yang lebih fleksibel dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Kualitas jaringan berpengaruh positif terhadap kepuasan pelanggan pada penggunaan jasa penyedia layanan internet (Ilham & Dirgantara, 2020).

Untuk memaksimalkan laba bagi ISP, selain fungsi utilitas yang terkait dengan tingkat kepuasan konsumen, diperlukan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan (Sitepu *et al.*, 2016). Dalam memasarkan produk atau jasa, perusahaan memerlukan strategi untuk menarik minat konsumen, salah satunya adalah *bundling* (Hernanda, 2024).

Bundling produk adalah strategi pemasaran dua atau lebih produk dalam satu paket harga. Strategi ini efektif untuk meningkatkan penjualan karena harga paket bundling biasanya lebih murah daripada harga standar. Strategi ini

memudahkan pelanggan dalam pembelian, menghemat waktu, dan memberikan nilai tambah.

Kepuasan konsumen terhadap layanan informasi sangat erat kaitannya dengan fungsi utilitas, yang menggambarkan tingkat kepuasan saat menggunakan barang atau jasa (Sitepu *et al.*, 2019). Pendekatan fungsi utilitas menunjukkan bahwa harga dan kuantitas yang diminta memiliki hubungan terbalik. ISP akan mengoptimalkan fungsi utilitas untuk mencapai target yang sesuai dengan tingkat kepuasan pengguna layanan. Fungsi utilitas linier menentukan laba berdasarkan surplus atau jumlah barang yang digunakan, sehingga kurva indiferensi menjadi sempurna.

Beberapa fungsi utilitas telah diterapkan dalam penelitian sebelumnya untuk skema pembiayaan informasi. Misalnya, fungsi utilitas *Perfect Substitute* digunakan untuk menggambarkan skema pembiayaan internet bagi konsumen homogen dan heterogen (Indrawati *et al.*, 2014), fungsi utilitas *Quasi-linear* untuk penetapan harga *bundle* (Puspita *et al.*, 2016), penelitian Indrawati *et al.* (2015) meningkatkan fungsi utilitas tersebut untuk memaksimalkan keuntungan bagi ISP serta menyediakan pelayanan mutu yang tinggi bagi konsumen menggunakan fungsi utilitas *Bandwidth*, penelitian Indrawati *et al.* (2014) untuk menganalisis model pada konsumen homogen untuk mendapatkan skema harga yang optimal menggunakan fungsi utilitas *Cobb-douglas*.

Dalam penelitian ini, digunakan fungsi utilitas linier modifikasi. Konsumen dengan fungsi utilitas linier adalah konsumen yang tingkat kepuasannya (utilitas) meningkat secara proporsional dengan jumlah barang yang dikonsumsi. Artinya,

setiap penambahan unit barang akan selalu meningkatkan kepuasan mereka. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilih fungsi utilitas linier modifikasi karena sifatnya yang bervariasi dan permintaan harganya di bawah harga maksimum (Hernanda, 2024).

Model skema layanan informasi ini dimodifikasi dan diselesaikan dengan dua metode yakni optimasi (dengan *bundling* menggunakan perangkat lunak LINGO 13.0) dan diferensial (tanpa *bundling*). Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat perubahan nilai variabel pada interval tertentu dengan penambahan biaya marjinal dan biaya pengawasan nonlinier, sehingga memaksimalkan laba bagi ISP. Data yang digunakan dalam model ini berasal dari server lokal Politeknik Sriwijaya, yaitu data *traffic digilib* dari tanggal 17 Maret hingga 15 April 2024.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan model pembiayaan yang berbasis pada fungsi utilitas linier, yang mengintegrasikan tiga skema utama yaitu *flat-fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* (Hernanda, 2024). Meskipun pendekatan ini telah memberikan dasar yang kuat untuk analisis dan optimalisasi, namun terdapat keterbatasan dalam penambahan biaya marginal dan pengawasan yang cenderung memiliki karakteristik nonlinier dalam dunia nyata. Biaya marginal dan biaya pengawasan yang dinamis dan tidak linier ini mempengaruhi kualitas layanan serta respon konsumen terhadap berbagai skema pembiayaan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memodifikasikan fungsi nonlinier biaya marginal dan biaya pengawasan. Modifikasi ini bertujuan untuk memahami dengan lebih baik perilaku konsumen yang kompleks dan variasi biaya yang lebih

realistis, sehingga dapat menghasilkan model pembiayaan yang lebih tepat dan optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah terhadap penelitian ini adalah:

1. Membentuk model optimasi yang mempertimbangkan biaya marjinal dan biaya pengawasan nonlinier menggunakan fungsi utilitas linier yang dimodifikasi untuk skema pembiayaan yaitu *flat-fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* pada masalah konsumen heterogen *customer self-selection* dengan optimasi dan analitik menggunakan diferensial.
2. Bagaimana solusi dari berbagai skema pembiayaan dapat dibandingkan dengan pendekatan optimasi menggunakan *software* LINGO 13.0 dan metode analitik melalui diferensial berdasarkan fungsi utilitas linier yang dimodifikasi.

1.3 Pembatas Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh:

1. Tipe pelanggan, yang mencakup konsumen heterogen golongan atas (*high end*) dan golongan bawah (*low end*) serta konsumen heterogen tingkat pemakaian tinggi (*high demand*) dan pemakaian rendah (*low demand*).
2. Data *traffic digilib* menjadi dua bagian yaitu data saat jam sibuk dan data saat jam tidak sibuk. Jam sibuk berlangsung dari pukul 07.00 WIB hingga 17.00 WIB, sedangkan jam tidak sibuk berlangsung dari pukul 17.01 WIB hingga 06.59 WIB.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memperoleh model masalah optimasi dengan biaya marjinal, biaya pengawasan dengan bentuk nonlinier berdasarkan fungsi utilitas linier modifikasi untuk tiga skema pembiayaan yaitu *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* untuk masalah konsumen heterogen *customer self-selection* melalui pendekatan optimasi dan analitik dengan diferensial.
2. Melakukan perbandingan hasil solusi dari berbagai skema pembiayaan secara analitik menggunakan diferensial dan optimasi yang diselesaikan dengan bantuan software LINGO 13.0 berdasarkan fungsi utilitas linier yang dimodifikasi.

1.5 Manfaat

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menjadi referensi bagi peneliti lainnya.
2. Memaksimalkan keuntungan penyedia layanan internet (ISP) dengan meningkatkan kepuasan pengguna dalam model pembiayaan yang diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyanti, Y., Ridhoilahi, I., Azizah, F. N., Mardiyah, A., Afifah, N., & Kustiawati, D. (2022). ETNIK : Jurnal Ekonomi – Teknik Biaya Marginal dalam Penerapan Matematika Ekonomi. *ETNIK: Jurnal Ekonomi - Teknik*, *1*(12), 800–804.
- Afriansyah, D., & Gunawan, T. (2022). Monitoring dan Optimalisasi Bandwidth dengan Multi Internet Service Provider Menggunakan Metode PCQ pada UPT Puskesmas Rawat Inap Gadingrejo. *Jurnal Informatika Software dan Network*, *03*(01), 13–17.
- Andriani, D. P., & Tseng, A. F. S. (2023). Warranty and Bundling Strategies for Pricing Decisions in a Duopoly. *IEEE Access*, *1*(1), 59636–59651.
- Anugrah, N., Kustiawati, D., Fitriyani, S., & Cahyani, W. M. (2022). Penerapan Limit Fungsi untuk Mencari Keuntungan Maksimum Ditinjau dari Biaya Marginal. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, *2*(08), 1288–1296.
- Eaves, B. C. (1976). A Finite Algorithm for The Linear Exchange Model. *Journal of Mathematical Economics*, *3*(2), 197–203.
- García-torres, M., Pinto-roa, D. P., Núñez-castillo, C., Quiñonez, B., Vázquez, G., Allegretti, M., & García-diaz, M. E. (2024). Feature Selection Applied to QoS / QoE Modeling on Video and Web-Based Mobile Data Services : An Ordinal Approach. *Computer Communications*, *217*(January 2023), 230–245.
- Hernanda, E. D. (2024). Pembiayaan Layanan Informasi Heterogeneous Customer Self-Selection Berbasis Fungsi Utilitas Linier Modifikasi. *Skripsi (S1) Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya*.
- Hitt, L. M., & Chen, P. Y. (2005). Bundling With Customer Self-Selection : A Simple Approach to Bundling Low-Marginal-Cost Goods. *Mana*, *51*(10), 1481-1493.
- Ilham, Y., & Dirgantara, I. M. B. (2020). Analisis Pengaruh Kualitas Jaringan, Kualitas Layanan, Kualitas Informasi, Keamanan dan Privasi pada Penyedia Layanan Internet terhadap Kepuasan Pelanggan dan Dampak pada Niat Pembelian Ulang. *Diponegoro Journal of Management*, *9*, 1–7.
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., & Lestari, M. P. (2014). Cobb-Douglass Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model. *Telkomnika*, *12*(1), 227–240.
- Indrawati, Irmeilyana, Puspita, F. M., & Sanjaya, O. (2015). Inernet Pricing on Bandwidth Function Diminished with Increasing Bandwidth Utility Function.

Telkomnika, 13(1), 299–304.

- Indrawati, Puspita, F. M., Resmadona, Yuliza, E., Dwipurwani, O., & Octarina, S. (2021). Analysis of Information Service Pricing Scheme Model Based on Customer. *Science and Technology Indonesia*, 6(4), 337–343.
- Indrawati, Puspita, F. M., Yuliza, E., Dwipurwani, O., Octarina, S., Helmayanti, R., & Lestari, I. (2023). *Optimasi dan Aplikasi Pada Masalah Jaringan Internet*.
- 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(7), 9–11.
- Kamal, I. (2023). Model Improved Bundling Terhadap Skema Pembiayaan Internet Menggunakan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas dan Quasi-Linier. *Skripsi (S1) Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya*.
- Kamil, M. R., Arzalega, F., Rosalinda, & Sani, A. (2023). Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Wifi PT . XYZ dengan Metode QoS (Quality of Service). *Jurnal Bidang Penelitian Informatika (JBPI)*, 1, 77–88.
- Mildawati, T. (2000). Teknologi Informasi dan Perkembangannya di Indonesia. *Ekuitas*, 4, 101–110.
- Nurajizah, S., Ambarwati, N. A., & Muryani, S. (2020). Sistem pendukung keputusan pemilihan internet service provider terbaik dengan metode analytical hierarchy process. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 6(3), 231–238.
- 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), 5653–5656.
- Puspita, F. M., & Arisha, B. (2017). *Solutions of Internet Pricing Scheme Based Multi Service Multi Link Networks with Various Requirements for The Base Cost and Qualit Premium*.
- Puspita, F. M., Rezky, B. J., Simarmata, A. N., 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.
- Puspita, F. M., Yuliza, E., & Ulfa, M. (2016). The Comparison of Bundle-Pricing Scheme Models Using Quasi-Linear Utility Function. *INSIST*, 1(1), 12–15.

- Scherrer, S., Tabaeiaghdaei, S., & Perrig, A. (2023). Quality competition among internet service providers. *Performance Evaluation*, 162, 102375.
- Sitepu, R., Puspita, F. M., Kurniadi, E., Yunita, & Apriliyani, S. (2019). Mixed integer nonlinear programming (MINLP) -based bandwidth utility function on internet pricing scheme with monitoring and marginal cost. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 9(2), 1240–1248.
- 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. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 7, 877–887.
- Sitepu, R., Puspita, F. M., Tanuji, H., & Novyasti, I. P. (2016). *Cobb-Douglas Utility Function of Information Service Pricing Scheme Based on Monitoring*.
- Sujau, A. P., Milasari, L. A., & Purwanti. (2023). *Matematika Ekonomi untuk Universitas: Teori dan Aplikasi*. Zahir Publishing.
- Utami, P. R. (2020). Analisis Perbandingan Quality Of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (ISP) Indihome dan First Media. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa Volume*, 25, 125–137.
- Wu, S. Y., & Banker, R. D. (2010). Best Pricing Strategy for Information Services. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(6), 339–366.
- Wu, S. Y., Hitt, L. M., Chen, P. Y., & Anandalingan, G. (2008). Customized Bundle Pricing for Information Goods: A Nonlinear Mixed-Integer Programming Approach. *Management Science*, 54(3), 608–622.