

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI *BASED*
INCENTIVE DEMAND RESPONSE DAN *BUNDLING* DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN FUNGSI UTILITAS EKSPONENSIAL**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh :

WILDAN

08011382126105



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI *BASED*
INCENTIVE DEMAND RESPONSE DAN *BUNDLING* DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN FUNGSI UTILITAS EKSPONENSIAL**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh

WILDAN

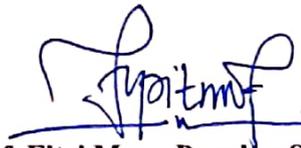
NIM. 08011382126105

Pembimbing Pembantu

**Indralaya, 15 Mei 2025
Pembimbing Utama**



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



**Prof. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 197510061998032002**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Wildan

NIM : 08011382126105

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya ilmiah 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 didalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis baik yang secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 15 Mei 2025
Penulis



Wildan
NIM. 08011382126105

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, penulis memanjatkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulisan skripsi yang berjudul “**Model *Improved* Pembiayaan Layanan Informasi *Based Incentive Demand Response* dan *Bundling* dengan Mempertimbangkan Fungsi Utilitas Eksponensial**” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika dalam Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian penulisan ini tidak akan mungkin terlaksana tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, yaitu Bapak **Hamdani** dan Ibu **Masito**, yang telah mendidik, mengajarkan, memberikan nasihat, menyemangati, serta tak pernah henti mendoakan yang terbaik untuk anaknya. Dan penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu **Prof. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc., Ph.D** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah menyemangati, menasehati, dan mendorong penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing pembantu yang bersedia memberikan nasihat, bimbingan, serta memberikan masukan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

3. Ibu **Dr. Indrawati, S.Si., M.Si.** selaku Dosen pembahas pertama dan Ibu **Dr. Sisca Octarina, S.Si., M.Sc.** selaku Dosen pembahas kedua yang telah bersedia meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan, tanggapan, kritik dan saran yang sangat bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Dr. Yuli Andriani, M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang sangat baik telah memberikan saran, membimbing, serta membantu penulis dalam urusan akademik selama masa perkuliahan.
6. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta pengalaman selama proses penulis menempuh perkuliahan.
7. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Admin dan Pegawai Tata Usaha di Jurusan Matematika yang telah membantu penulis dalam administrasi selama perkuliahan.
8. Saudara penulis **Novianto** dan **Evi Yanti** yang selalu menyayangi , memotivasi, memberikan dukungan dan mendoakan penulis sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik
9. Sahabat Penulis **Desi Sastra Dewi, Mustari, Frisca Frasilia, Cindy Lidya Putri, Cristalia Anggraeni Manurung, Tria Mugi Rahayu, Rifki**

Kurniawan atas segala bantuan, dukungan, serta motivasi yang telah diberikan selama perkuliahan.

10. Teman seperjuangan **Ruth Cahya Sihaloho** dan **Fridha Aprisa Rahayu** selaku tim penelitian atas segala dukungan dan bantuannya hingga skripsi ini bisa diselesaikan.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat menambah ilmu, menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Indralaya, 15 Mei 2025

Penulis

**IMPROVED MODEL OF INFORMATION SERVICE FINANCING
BASED ON INCENTIVE DEMAND RESPONSE AND BUNDLING BY
CONSIDERING EXPONENTIAL UTILITY FUNCTION**

By :

Wildan

08011382126105

ABSTRACT

The incentive-based internet financing model aims to optimize internet service costs through the implementation of specific payment schemes. This study models incentive financing by Internet Service Providers (ISPs) using an exponential utility function within the improved internet financing approach, incorporating demand response, heterogeneous incentives, and bundling concepts. The model is classified as a Mixed Integer Non-Linear Programming (MINLP) problem and is solved using LINGO 13.0 software. This research integrates the reverse charging model with Demand Response and heterogeneous incentives, considering user behavior in response to incentives based on the exponential utility function. The data used consists of internet traffic during peak and off-peak hours over the period from March 16, 2024, to April 15, 2024, which is analyzed to understand usage patterns and user responses to the applied incentive schemes. Three payment schemes are implemented in this study, namely flat fee, usage based, and two-part tariff, each of which is analyzed to measure its effectiveness in influencing user behavior and optimizing ISP revenue. The results show that the proposed financing model can improve service efficiency and increase ISP revenue while maintaining user satisfaction through adjustments in incentive schemes and service bundling. The optimal financing obtained by the ISP is IDR 3,499.324 per kbps during peak hours and IDR 3,089.324 per kbps during off-peak hours. This model is expected to serve as a reference for ISPs in designing more effective and efficient internet service financing strategies that adapt to changes in user consumption patterns.

Keywords : Mixed Integer Non-linear Programming, Eksponensial, Improved Reverse Charging, Demand Response, Quality of Service

**MODEL IMPROVED PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI BASED
INCENTIVE DEMAND RESPONSE DAN BUNDLING DENGAN
MEMPERTIMBANGKAN FUNGSI UTILITAS EKSPONENSIAL**

Oleh :

Wildan

08011382126105

ABSTRAK

Model pembiayaan insentif internet bertujuan mengoptimalkan biaya layanan internet melalui penerapan skema pembayaran tertentu. Penelitian ini memodelkan pembiayaan insentif oleh *Internet Service Provider* (ISP) menggunakan fungsi utilitas eksponensial dalam pendekatan Improved pembiayaan internet, yang melibatkan konsep demand response, insentif heterogen, dan bundling. Model ini dikategorikan sebagai *Mixed Integer Non-Linear Programming* (MINLP) dan diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINGO 13.0. Penelitian ini menggabungkan model Reverse Charging dengan *Demand Response* (DR) dan insentif heterogen, yang mempertimbangkan perilaku pengguna terhadap insentif berbasis fungsi utilitas eksponensial. Data yang digunakan merupakan *traffic* internet pada jam sibuk dan jam tidak sibuk selama periode 16 Maret 2024 hingga 15 April 2024. Data ini dianalisis untuk memahami pola penggunaan dan respons pengguna terhadap skema insentif yang diterapkan. Tiga skema pembayaran diterapkan dalam penelitian ini, yaitu *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*. Setiap skema dianalisis untuk mengukur efektivitasnya dalam memengaruhi perilaku pengguna dan mengoptimalkan pendapatan ISP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembiayaan yang diusulkan mampu meningkatkan efisiensi layanan serta pendapatan ISP dengan tetap memperhatikan kepuasan pengguna melalui penyesuaian skema insentif dan *bundling* layanan. Pembiayaan optimal yang diperoleh ISP adalah sebesar Rp 3.499,324/kbps pada jam sibuk dan Rp 3.089,324/kbps pada jam tidak sibuk. Model ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi ISP dalam merancang strategi pembiayaan layanan internet yang lebih efektif dan efisien terhadap perubahan pola konsumsi pengguna.

Kata Kunci : *Mixed Integer Non-Linear Programming*, Eksponensial, *Improved Reverse Charging*, *Demand Response*, *Quality of Service*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan.....	5
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 Insentif Heterogen	9
2.4 Optimasi Masalah Pengguna	11
2.5 Fungsi Utilitas	14
2.6 <i>Improved Reverse Charging</i>	15
2.7 <i>Demand Response</i>	22
2.8 <i>Bandwidth</i>	24
2.9 <i>Bundling</i>	24
2.10 Pembiayaan Insentif.....	26
2.11 Analisis Sensitivitas.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat.....	28
3.2 Waktu	28
3.3 Metode Penelitian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30

4.1	Pendeskripsian Data <i>Traffic</i>	30
4.2	Parameter dan Variabel	34
4.3	Skema Model <i>Incentive Cost</i> Internet	36
4.3.1	Model Skema <i>Incentive Cost</i> Internet Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic</i> Pada Jam Sibuk	37
4.3.2	Model Skema <i>Incentive Cost</i> Internet Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic</i> Pada Jam Tidak Sibuk.....	43
4.4.1	Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet dengan <i>Data Traffic</i> di Jam Sibuk	44
4.4.2	Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet dengan <i>Data Traffic</i> di Jam Tidak Sibuk.....	47
4.5.1	Analisis Sensitivitas Model <i>Incentive Cost</i> Internet dengan Data <i>Traffic</i> di Jam Sibuk.....	50
4.5.2	Analisis Sensitivitas Model <i>Incentive Cost</i> Internet dengan Data <i>Traffic</i> di Jam Tidak Sibuk.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA		72

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data <i>Traffic</i> Jaringan Multikelas QoS (<i>Quality of Service</i>) pada Jam Sibuk	31
Tabel 4.2 Data <i>Traffic</i> Jaringan Multikelas QoS (<i>Quality of Service</i>) pada Jam Tidak Sibuk.....	31
Tabel 4.3 Data Pemakaian <i>Traffic</i> pada Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk	33
Tabel 4.4 Parameter Model Pembiayaan <i>Improved Internet</i>	34
Tabel 4.5 Variabel Model Pembiayaan <i>Improved Internet</i>	35
Tabel 4.6 Nilai Parameter dalam Jaringan QoS (<i>Quality of Service</i>)	36
Tabel 4.7 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i>	45
Tabel 4.8 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i>	46
Tabel 4.9 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i>	47
Tabel 4.10 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i>	48
Tabel 4.11 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i>	49
Tabel 4.12 Solusi Model <i>Incentive Cost</i> Internet pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i>	50
Tabel 4.13 Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Naik x Naik	51
Tabel 4.14 Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Naik x Turun	52
Tabel 4.15 Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Turun x Naik	52

Tabel 4.16	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Turun x Turun	53
Tabel 4.17	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Naik x Naik.....	54
Tabel 4.18	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Naik x Turun.....	55
Tabel 4.19	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Turun x Naik.....	55
Tabel 4.20	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Turun x Turun.....	56
Tabel 4.21	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN_{ds} Naik x Naik.....	57
Tabel 4.22	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN_{ds} Naik x Turun.....	58
Tabel 4.23	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN_{ds} Turun x Naik.....	58
Tabel 4.24	Analisis Sensitivitas pada Jam Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN_{ds} Turun x Turun.....	59
Tabel 4.25	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Naik x Naik	60
Tabel 4.26	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Naik x Turun	61
Tabel 4.27	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Turun x Naik	61
Tabel 4.28	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Flat Fee</i> Saat BN_{ds} Turun x Turun	62
Tabel 4.29	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Naik x Naik.....	63
Tabel 4.30	Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN_{ds} Naik x Turun.....	64

Tabel 4.31 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN _{ds} Turun x Naik.....	64
Tabel 4.32 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Two-part Tariff</i> Saat BN _{ds} Turun x Turun.....	65
Tabel 4.33 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN _{ds} Naik x Naik.....	66
Tabel 4.34 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN _{ds} Naik x Turun.....	67
Tabel 4.35 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN _{ds} Turun x Naik.....	67
Tabel 4.36 Analisis Sensitivitas pada Jam Tidak Sibuk berdasarkan Skema Pembayaran <i>Usage Based</i> Saat BN _{ds} Turun x Turun.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, era teknologi komunikasi dan informasi berkembang pesat. Kemajuan teknologi telah memberikan sumber informasi dan komunikasi yang amat luas dari apa yang telah dimiliki manusia. Meskipun peranan informasi dalam beberapa dekade kurang mendapat perhatian, namun sesungguhnya kebutuhan akan informasi dan komunikasi itu merupakan hal yang tidak kalah pentingnya dari kebutuhan sandang dan pangan manusia (Yusniah *et al.*, 2022). Kemajuan teknologi informasi menjadikan manusia dalam berhubungan dengan pihak lain seakan tidak lagi dibatasi oleh waktu dan tempat. Kapanpun dan dimanapun manusia dengan perangkat teknologi tersebut bisa menjalin hubungan, mendapatkan informasi, dan menyebarkan informasi kepada orang lain (Sumakul *et al.*, 2024). Dalam mendukung kelancaran akses informasi tersebut peran *Internet Service Provider* (ISP) sangat penting.

ISP adalah penyedia jasa layanan internet. Pengguna internet semakin meningkat setiap tahun, sehingga ISP harus mampu memberikan kualitas layanan yang lebih baik dengan biaya yang efisien (Puspita *et al.*, 2023). Untuk mengetahui kualitas ISP diperlukan metode pengukuran yang disebut *Quality of Service* (QoS). Metode tersebut untuk mengetahui seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu servis (Utami, 2020). Terdapat tiga skema pembayaran yaitu, *flat fee* yang didasarkan pada paket berlangganan yang ditetapkan oleh ISP, *usage based* yang didasarkan pada konsumsi jaringan per hari, dan *two part tariff* yang memiliki sifat bahwa pengguna

harus membayar biaya berlangganan dan pembayarannya juga dilakukan berdasarkan konsumsi pada saat itu (Puspita, *et al.*, 2021). Selain pengukuran kualitas layanan, pengembangan model pembiayaan juga menjadi perhatian utama bagi ISP dalam menghadirkan layanan berkualitas. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah model *improved reverse charging*.

Improved reverse charging merupakan konsep yang berfokus pada kualitas layanan dan kecepatan akses bagi pengguna, namun disini hanya satu ISP yang bertanggung jawab atas pengenaan biaya kepada penggunanya. Model ini melarang keterlibatan ISP lain dalam proses pengenaan biaya balik atau *reverse charging* (Puspita, *et al.*, 2021). Dengan cara ini, ISP bisa lebih fokus memenuhi kebutuhan pengguna tanpa melibatkan pihak luar dalam urusan biaya. Selanjutnya, konsep *demand response* (DR) akan dibahas sebagai pendekatan untuk menyesuaikan layanan dengan kebutuhan pengguna yang terus berkembang.

DR adalah penyesuaian pola penggunaan internet sebagai respons terhadap kondisi atau sinyal tertentu. Konsumsi internet akan berubah di setiap fase sesuai kebutuhan. Selain itu, pengguna yang bersedia menurunkan pemakaian internetnya bisa mendapatkan insentif sebagai bentuk *reward* (Rahmani-Andebili, 2016). Menurut Nurdiana *et al.* (2018), prinsip dari DR dapat merubah harga internet secara signifikan seiring perubahan permintaan waktu non-produktif dapat mengurangi kebutuhan akan biaya marjinal yang lebih tinggi, menyediakan sistem yang seimbang dengan biaya yang lebih rendah, dan mengurangi investasi penguatan jaringan. Selain dari DR salah satu upaya untuk memberikan keuntungan bagi pengguna yaitu, pemberian biaya insentif.

Pembiayaan insentif atau reward kepada pengguna yaitu, pembiayaan insentif heterogen adalah insentif yang disesuaikan dengan beragam pola konsumsi, di mana biaya layanan ditentukan berdasarkan penggunaan. Setiap pengguna bisa memiliki tingkat konsumsi yang berbeda sesuai dengan kemampuan atau keinginan mereka dalam membayar layanan tersebut (Indrawati *et al.*, 2014). Dengan adanya pemberian insentif pengguna didorong untuk menggunakan layanan secara lebih efisien.

Selain dari pemberian insentif diperlukan juga *bundling* dalam pembiayaan layanan internet. *Bundling* adalah strategi penjualan di mana dua atau lebih produk berbeda digabungkan dalam satu paket dengan harga tertentu. Penawaran ini memberikan harga lebih murah dibandingkan jika produk-produk tersebut dibeli secara terpisah (Wijaya & Kinder, 2020). Strategi pemasaran dengan menggunakan *bundling* dengan menggabungkan dua atau lebih produk menjadi satu (Puspita, 2020). Strategi ini sering digunakan untuk menarik minat pengguna dan meningkatkan volume penjualan. Pengguna merasa mendapatkan nilai lebih karena paket yang ditawarkan lebih ekonomis. Di sisi lain, penyedia layanan dapat mengurangi biaya pemasaran dengan menjual beberapa produk sekaligus.

Selain strategi insentif dan bundling diperlukan fungsi utilitas untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna. Fungsi utilitas bisa untuk digunakan memaksimalkan keuntungan pada ISP terlepas dari biaya marjinal dan biaya pemantauan. Fungsi utilitas dapat memilih contoh skema pembayaran menggunakan jenis pembiayaan *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*. Fungsi utilitas ada banyak jenisnya salah satu contohnya adalah Fungsi utilitas eksponensial yang akan diterapkan pada penelitian ini. Fungsi utilitas eksponensial

dipilih karena bentuk matematisnya begitu sederhana sehingga memudahkan dalam perhitungan dan analisis dan hal ini juga dapat memungkinkan perhitungan yang lebih efisien. Fungsi utilitas menggambarkan tingkat kepuasan atau manfaat yang diperoleh pengguna dari penggunaan berbagai barang atau layanan (Kustiawati *et al.*, 2022).

Penelitian ini dilakukan dengan memberi manfaat yang optimal dan meminimalkan biaya penggunaan Internet serta memaksimalkan kepuasan pengguna. Penelitian ini menggunakan data *traffic* internet yang diambil dari data server lokal, dengan merancang model *improved reverse charging* (Puspita *et al.*, 2019), yang digabungkan dengan model DR (Rahmani-Andebili, 2016), model insentif heterogen (Bonjean, 2019) lalu dikombinasikan dengan model *bundling* (Wu *et al.*, 2008). Kemudian model ini disatukan dengan menggunakan fungsi utilitas eksponensial serta dengan tiga skema pembayaran yaitu, *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff* dan diselesaikan.

Model yang dimodifikasi ini diharapkan dapat memaksimalkan pendapatan ISP dengan tetap memperhatikan kepuasan pengguna melalui skema pembayaran yang berbasis fungsi utilitas serta penambahan *bundling*. Dalam model ini, terdapat berbagai skema yang dirancang untuk mencerminkan tingkat kepuasan pengguna terhadap layanan. Skema pembayaran yang diterapkan meliputi biaya tetap dan biaya berbasis penggunaan, di mana masing-masing memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pendapatan ISP dan kepuasan pengguna. Dengan adanya *bundling*, ISP dapat menawarkan beberapa layanan dalam satu paket dengan harga lebih terjangkau, serta mendorong pemakaian layanan yang kurang diminati jika digabungkan dengan layanan lain yang lebih menarik. Model ini diharapkan bisa

berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan sekaligus menawarkan harga yang lebih optimal bagi pengguna.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana memodelkan dan menyelesaikan skema pembayaran internet berbasis DR dan insentif heterogen yang dikombinasikan dengan *bundling* menggunakan fungsi utilitas eksponensial. Melakukan perbandingan dari tiga skema pembayaran yaitu, *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff* kemudian melakukan analisis sensitivitas dari model yang telah disusun.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu menggunakan pemakaian dua jaringan dan dua layanan yang pemodelannya diterapkan ke dalam data *traffic* dengan pembagian data jam sibuk dan jam tidak sibuk.

1.4 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan bertujuan :

1. Mengembangkan model dan solusi untuk skema pembayaran internet yang berbasis DR dan insentif heterogen serta *bundling* dengan menggunakan fungsi utilitas eksponensial.
2. Membandingkan dari tiga skema pembayaran yaitu, *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*.
3. Melakukan analisis sensitivitas skema pembayaran internet berbasis DR dan insentif heterogen serta *bundling* dengan menggunakan fungsi utilitas eksponensial.

1.5 Manfaat

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu :

1. Sebagai informasi atau sumber rujukan bagi pembaca dan peneliti lainnya mengenai skema pembayaran internet yang optimal untuk model *improved* pembiayaan insentif berbasis DR, insentif heterogen, serta *bundling* dengan MINLP.
2. Bahan pertimbangan yang efisien bagi beberapa ISP dalam mengimplementasikan model skema layanan internet yang optimal, sehingga keuntungan yang diperoleh dapat dimaksimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, F., Alfaresi, B., & Darmadi, A. (2018). Rancang Bangun Load Balancing Dua Internet Service Provider (ISP) Berbasis Mikrotik. *Jurnal Surya Energy*, 3(1), 198.
- Bonjean, I. (2019). Heterogeneous incentives for innovation adoption: The price effect on segmented markets. *Food Policy*, 87(October 2018), 101741.
- Brammeier, J., Bigelow, L., Culhane, P., Denbow, T., & Dziak, A. (2018). *Internet Service Providers and Peering*. 1–3.
- Dwijono, D. (2016). Dalam Pemrograman Linier Dengan Perangkat Lunak. *Jurnal Eksis*, 09(01), 29–37.
- Hidayati, M., Ramdani, Y., Hirji Badruzzaman, F., & Matematika, P. (2015). Prosiding Matematika Solusi dan Analisis Sensitivitas Program Linier Menggunakan Big-M dan Solver The Solution And The Sensitivity Analysis Of Linear Programming Used Big. *Jurnal Prosiding Semirata 2015 Bidang Teknologi Informasi Dan Multi Disiplin*, 2, 233–240.
- 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. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 12(1), 227–240.
- Kustiawati, D., Annisa, M. N., Fitriyah, N., Fadila, P. Y., & Arthaningrum, R. (2022). Penggunaan aplikasi wolfram matematika untuk menentukan persamaan fungsi biaya total dan fungsi utilitas. *Jurnal Pembelajaran Dan Pengembangan Diri*, 2(4), 961–968.
- Mikola, A., & Sari, M. (2022). Analisis Sistem Jaringan Berbasis QoS untuk Hot-Spot Di Institut Shanti Bhuana. *Journal of Information Technology*, 2(1), 31–35.
- Nurdiana, E., Hilal, H., Aryono, A., Prastawa, A., Besar, B., Konversi, T., Pengkajian, E. B., & Teknologi, P. (2018). Sistem PLTS Rooftop 10 kWp Berbasis Smart Grid untuk Implemetasi Demand Response. *Simposium Nasional RAPI XVII*, 23–30.
- Oconnell, N., Pinson, P., Madsen, H., & Omalley, M. (2014). Benefits and challenges of electrical demand response: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 686–699.
- Puspita, F. M., Nur, D. R., Tanjung, A. L., Silaen, J., & Herlina, W. (2019). Mathematical Model of Improved Reverse Charging of Wireless Internet Pricing Scheme in Servicing Multiple QoS. *Journal of Engineering and Scientific Research (JESR)*, 1(2), 89–93.
- Puspita, F. M., Rahmadia, P., Yuliza, E., Indrawati, I., Sitepu, R., Octarina, S., & Yunita, Y. (2023). Fair DSL-LTE Dynamic Spectrum Design Based-Utility

- Functions on Multiple Quality of Service Network. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 5(2), 174–183.
- Puspita, F. M., Rezky, B. J., Yustian 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., Wulandari, A., Yuliza, E., Sitepu, R., & Yunita. (2021). End-to-end delay qos attribute-based bundling strategy of wireless improved reverse charging network pricing model. *Science and Technology Indonesia*, 6(1), 30–38.
- Rahmani-Andebili, M. (2016). Modeling nonlinear incentive-based and price-based demand response programs and implementing on real power markets. *Electric Power Systems Research*, 132, 115–124.
- Riadi, I. (2010). Optimasi Bandwith Menggunakan Traffic Shapping. *Jurnal Informatika*, 4(1), 374–375.
- Siyamto, Y. (2019). Analisis Kualitas Layanan Internet Di Pulau Belakang Padang Dengan Metode Qos. *Computer Based Information System Journal*, 7(2), 51–55.
- Sumakul, H. I., Tendean, S. V., & Lonto, A. L. (2024). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai Media Pembelajaran. *Tumoutou Social Science Journal*, 1(1), 21–30.
- 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*, 25(2), 125–137.
- Wagiu, E. B., Butar-butur, A., & Sihotang, J. I. (2019). Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Universitas Advent Indonesia). *TeIKa*, 9(01), 31–41.
- Wijaya, A., & Kinder, L. (2020). Pengaruh Price Bundling dan Product Bundling terhadap Niat Membeli yang Dimoderasi oleh Barang Komplementaritas. *Jurnal Manajemen*, 17(1), 28–38.
- Wu, S. (2010). Journal of the Association for Information Best Pricing Strategy for Information Services * 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, 608–622.
- Wu, S. Y., Hitt, L. M., Chen, P. Y., & Anandalingam, G. (2008). Customized bundle pricing for information goods: A nonlinear mixed-integer programming approach. *Management Science*, 54(3), 608–622.
- Yusniah, Y., Putri, A., & Simatupang, A. (2022). Perkembangan Teknologi Komunikasi dan Informasi: Akar Revolusi dan Berbagai Standarnya.

Da'watuna: Journal of Communication and Islamic Broadcasting, 3(2), 330–337.