

MODEL PEMBIAYAAN JARINGAN WIRELESS *IMPROVED REVERSE CHARGING-BUNDLING* BERDASARKAN QoS ATTRIBUTE END-TO-END DELAY DAN FUNGSI UTILITAS COBB-DOUGLAS

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di Jurusan Matematika pada Fakultas MIPA**



Oleh :
AYU WULANDARI
08011181722010

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL PEMBIAYAAN JARINGAN *WIRELESS IMPROVED REVERSE CHARGING-BUNDLING* BERDASARKAN QoS ATTRIBUTE END-TO-END DELAY DAN FUNGSI UTILITAS *COBB-DOUGLAS*

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di Jurusan Matematika Fakultas MIPA

Oleh
AYU WULANDARI
080111181722010

Indralaya, 19 Januari 2021

Pembimbing Pembantu

Pembimbing Utama

Evi Yuliza, M.Si
NIP. 19780727 200801 2 012

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



HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertawakal-lah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal kepada-Nya”

(QS. Ali Imran: 159)

“Sistem Pendidikan yang bijaksana setidaknya akan mengajarkan kita betapa sedikitnya yang belum diketahui oleh manusia, seberapa banyak yang masih harus ia pelajari”

(Sir John Lubbock)

Skripsi ini Kupersembahkan untuk :

- 1. Yang Maha Kuasa Allah SWT**
- 2. Kedua Orangtuaku yang Tercinta**
- 3. Kedua Saudariku Tersayang**
- 4. Keluarga Besar yang Menyayangiku**
- 5. Semua Guru dan Dosenku**
- 6. Sahabat- sahabatku**
- 7. Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan skripsi yang berjudul “**Model Pembiayaan Jaringan Wireless Improved Reverse Charging-Bundling Berdasarkan QoS Attribute End-to-End Delay dan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas**” ini dapat berjalan dengan baik dan tepat waktu dalam menyelesaiannya. Penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains bidang Studi Matematika di Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Sehingga dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada kedua Orang Tua, yaitu Bapak **Kastono** dan Ibu **Yulianti** yang telah menuntun, mendidik, mengajari, menasehati, memberi semangat, dan tidak pernah lelah berdoa yang terbaik untuk anaknya. Dan penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unversitas Sriwijaya.
2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, selaku ketua Jurusan Matematika dan selaku dosen pembahas yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.

3. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si**, selaku sekretaris jurusan atas bimbingan yang telah diberikan selama penulis belajar di Jurusan Matematika
4. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc**, selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ide-ide cemerlang serta pengalaman yang banyak dalam pembuatan skripsi ini dan terima kasih juga telah meluangkan waktu, memberikan saran, masukan serta bimbingan dan arahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Ibu **Evi Yuliza, M.Si**, selaku Pembimbing Pembantu yang telah memberikan banyak masukan, meluangkan banyak waktu, serta membimbing dengan penuh perhatian, kecermatan, ketelitian, dan kesabaran hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc**, dan Ibu **Indrawati, M.Si**, selaku dosen pembahas yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan tanggapan, kritik dan saran yang sangat bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu **Dr. Herlina Hanum, M.Si**, selaku dosen Pembimbing Akademik yang sangat baik telah memberikan saran, membimbing, membantu, dan mengarahkan urusan akademik penulis setiap semester.
8. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan selama penulis menjalani perkuliahan.

9. Pak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamidah** selaku pegawai tata usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
10. Adikku **Athifa Aabidah, Nailah Tri Wardani**, dan keluargaku yang selalu menanti kepulanganku terima kasih untuk motivasi, dukungan, perhatian, kasih sayang, dan do'a yang selalu dipanjatkan selama ini untuk keberhasilanku.
11. Sahabat sekolahku dari SMP hingga SMA **Krisyunika Safitri, Fitri Kartika Sari, Berliana Damayanti, Fitri Marlina, Masrina, Wirda Latifah** yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, motivasi, doa, dan kisah yang telah dilewati bersama.
12. Sahabatku selama perkuliahan **Elsa Agustin Putri, Enyta Yuniar, Anggi Amelia, Filda Efriliyanti, Ajeng Islamiah Putri, Khairanil Washilah, Tesya Rahmawati, Feni Oktavia, Nur Avisa Calista** atas semangat, canda tawa, nasehat, dukungan, semangat dan harapan yang telah dilewati bersama.
13. Tim bimbingan skripsi **Friska Novrianti, Felia Apriliyanti, Wina Saragih, teman-teman seperjuangan angkatan 2017** untuk semua bantuan, canda tawa, suka duka, nasehat, semangat, dan harapan yang telah dilewati bersama.
14. Asisten Laboratorium kak **Gina Sonia, Kak Annisa Kartika Sari, Kak Ilham Maulana, Mutiara Saviera, Yogi Wahyudi, Yudha Pratama**, atas kerjasama dalam mengajar dan membagikan sedikit ilmunya kepada adik tingkat, semangat serta dukungan yang selalu kalian berikan dan terimakasih telah meluangkan waktu hanya untuk bercerita.

15. Kakak-kakak tingkat angkatan **2014, 2015**, serta adik-adik tingkat terkhusus **Leliana, Fransisca Oviella, Dwi Fitrianti**, dan semua angkatan **2018, 2019, dan 2020** atas bantuan selama perkuliahan.
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Indralaya, Desember 2020

Penulis

**PRICING MODEL OF THE WIRELESS IMPROVED REVERSE
CHARGING-BUNDLING NETWORK BASED ON QoS ATTRIBUTE
END-TO-END DELAY AND COBB-DOUGLAS UTILITY FUNCTIONS**

By:

AYU WULANDARI

NIM 08011181722010

ABSTRACT

This study proposes an Improved Reverse Charging model for the use of multi-services, which will add a bundling model to the wireless network pricing scheme. The model obtained considers the Cobb-Douglas utility function to regulate the level of consumer satisfaction and uses the QoS end-to-end delay attribute to adjust the quality level of network connections and uses homogeneous consumers to obtain ISP revenue. This research was resolved as a Mixed Integer Non-Linear Programming (MINLP) problem to determine the basic cost (α) and premium quality (β) applied to local data servers, namely data traffic files. There are 4 cases applied with 4 success cases and 3 pricing schemes contained in each case. This model is solved with the help of LINGO 13.0 application software to get the optimal solution. Based on the research that has been done, the optimal solution of the IRC model added by the bundling model is more optimal in generating maximum revenue for the ISP than the optimal solution for the IRC model without bundling.

Keywords: *Improved Reverse Charging (IRC), Bundling, QoS End-to-End Delay, Cobb-Douglas*

MODEL PEMBIAYAAN JARINGAN WIRELESS *IMPROVED REVERSE CHARGING-BUNDLING* BERDASARKAN QoS ATTRIBUTE END-TO-END DELAY DAN FUNGSI UTILITAS COBB-DOUGLAS

Oleh :

AYU WULANDARI

NIM 08011181722010

ABSTRAK

Penelitian ini mengusulkan model *Improved Reverse Charging* pada penggunaan *multi service* yang akan ditambahkan model *bundling* dalam skema pembiayaan jaringan *wireless*. Model yang didapatkan mempertimbangkan fungsi utilitas *Cobb-Douglas* untuk mengatur tingkat kepuasaan konsumen dan menggunakan atribut QoS *end-to-end delay* untuk mengatur tingkat kualitas koneksi jaringan serta menggunakan konsumen homogen untuk memperoleh pendapatan ISP. Penelitian ini diselesaikan sebagai masalah *Mixed Integer Non-Linear Programming* (MINLP) untuk menetapkan biaya dasar (α) dan kualitas premium (β) yang diterapkan pada server data lokal, yaitu data *traffic-files*. Terdapat 4 kasus yang diterapkan dengan 4 sukbkasus dan 3 skema pembiayaan yang terdapat pada setiap kasusnya. Model ini diselesaikan dengan bantuan *software* aplikasi LINGO 13.0 untuk mendapatkan solusi optimal. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, solusi optimal model IRC yang ditambahkan model *bundling* lebih optimal dalam menghasilkan pendapatan yang maksimum bagi ISP daripada solusi optimal model IRC tanpa *bundling*.

Kata Kunci: *Improved Reverse Charging* (IRC), *Bundling*, *QoS End-to-End Delay*, *Cobb-Douglas*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Pembatasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	6
2.2 <i>Quality of Service (QoS)</i>	7
2.3 <i>Improved Reverse Charging (IRC)</i>	8
2.3.1 Model IRC untuk Kasus 1 : α dan β Parameter	12
2.3.2 Model IRC untuk Kasus 2 : α Parameter dan β Variabel	12
2.3.3 Model IRC untuk Kasus 3 : α Variabel dan β Variabel.....	12
2.3.4 Model IRC untuk Kasus 4 : α Variabel dan β Parameter	13
2.4 <i>Bundling</i>	16
2.5 Optimasi Masalah Konsumen	19
2.6 Fungsi Utilitas	22
2.7 <i>End-to-End Delay</i>	22
2.8 <i>Mixed Integer Non-Linear Programming (MINLP)</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat	24
3.2 Waktu.....	24
3.3 Metode Penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Pendeskripsi Data <i>Traffic</i>	28
4.2 Perumusan Parameter dan Variabel	33
4.3 Model dan Solusi Optimal <i>IRC-Bundling</i> pada Skema Pembiayaan Jaringan <i>Wireless</i>	37
4.3.1 Model <i>IRC-Bundling</i> untuk Pembiayaan Jaringan <i>Wireless</i> Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic Files</i> pada Kasus 1 (α dan β sebagai Parameter)	37

4.3.2 Solusi Optimal dan Nilai-Nilai Variabel dari Kasus 1 (α dan β sebagai Parameter) pada Model IRC- <i>Bundling</i>	44
4.3.3 Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Pembiayaan Jaringan Wireless Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic Files</i> pada Kasus 2 (α sebagai Parameter dan β sebagai Variabel).....	53
4.3.4 Solusi Optimal dan Nilai-Nilai Variabel dari Kasus 2 (α sebagai Parameter dan β sebagai Variabel) pada Model IRC- <i>Bundling</i>	55
4.3.5 Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Pembiayaan Jaringan Wireless Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic Files</i> pada Kasus 3 (α sebagai Variabel dan β sebagai Variabel)	63
4.3.6 Solusi Optimal dan Nilai-Nilai Variabel dari Kasus 3 (α sebagai Variabel dan β sebagai Variabel) pada Model IRC- <i>Bundling</i>	65
4.3.7 Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Pembiayaan Jaringan Wireless Berdasarkan Pemakaian Data <i>Traffic Files</i> pada Kasus 4 (α sebagai Variabel dan β sebagai Parameter).....	73
4.3.8 Solusi Optimal dan Nilai-Nilai Variabel dari Kasus 4 (α sebagai Parameter dan β sebagai Variabel) pada Model IRC- <i>Bundling</i>	75
4.4 Analisis Data.....	83
4.4.1 Analisis Data untuk Kasus 1	84
4.4.2 Analisis Data untuk Kasus 2	85
4.4.3 Analisis Data untuk Kasus 3	86
4.4.4 Analisis Data untuk Kasus 4	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Contoh Strategi Penetapan Harga untuk Penyedia Layanan Jaringan ...	8
Tabel 2.2. Parameter untuk Model IRC	10
Tabel 2.3. Variabel Keputusan untuk Model IRC	11
Tabel 2.4. Parameter Optimasi Masalah <i>Bundling</i>	17
Tabel 2.5. Variabel Keputusan Optimasi Masalah <i>Bundling</i>	17
Tabel 2.6. Parameter Optimasi Masalah Konsumen.....	20
Tabel 2.7. Variabel Keputusan Optimasi Masalah Konsumen	20
Tabel 4.1. Kelebihan dan Kekurangan pada Beberapa Penelitian.....	27
Tabel 4.2. Data <i>Traffic Files</i> untuk Jaringan Multi Kelas Qos	29
Tabel 4.3. Data <i>Traffic Files</i> dalam <i>Bit per Second</i> pada Saat Jam Sibuk	30
Tabel 4.4. Data <i>Traffic Files</i> dalam <i>Bit per Second</i> pada Saat Jam Tidak Sibuk ..	31
Tabel 4.5. Data Pemakaian untuk Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk	32
Tabel 4.6. Pembagian Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Setiap Kasus	33
Tabel 4.7. Parameter Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Setiap Kasus.....	34
Tabel 4.8. Variabel Keputusan Model IRC- <i>Bundling</i> untuk Setiap Kasus.....	35
Tabel 4.9. Nilai-Nilai Parameter untuk Setiap Kasus Model IRC- <i>Bundling</i>	36
Tabel 4.10. Solusi Optimal Kasus 1 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i> ..	45

Tabel 4.11. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 1 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	46
Tabel 4.12. Solusi Optimal Kasus 1 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	48
Tabel 4.13. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 1 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	49
Tabel 4.14. Solusi Optimal Kasus 1 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	50
Tabel 4.15. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 1 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	52
Tabel 4.16. Solusi Optimal Kasus 2 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i> ..	55
Tabel 4.17. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 2 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	57
Tabel 4.18. Solusi Optimal Kasus 2 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	58

Tabel 4.19. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 2 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	59
Tabel 4.20. Solusi Optimal Kasus 2 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part</i> <i>Tariff</i>	60
Tabel 4.21. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 2 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	62
Tabel 4.22. Solusi Optimal Kasus 3 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i> ..	65
Tabel 4.23. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 3 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	67
Tabel 4.24. Solusi Optimal Kasus 3 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage</i> <i>Based</i>	68
Tabel 4.25. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 3 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	69
Tabel 4.26. Solusi Optimal Kasus 3 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part</i> <i>Tariff</i>	71

Tabel 4.27. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 3 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	72
Tabel 4.28. Solusi Optimal Kasus 4 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i> ..	75
Tabel 4.29. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 4 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Flat Fee</i>	77
Tabel 4.30. Solusi Optimal Kasus 4 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	78
Tabel 4.31. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 4 pada Model IRC-Bundling Berdasarkan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas pada Skema Pembiayaan <i>Usage Based</i>	79
Tabel 4.32. Solusi Optimal Kasus 4 untuk Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	81
Tabel 4.33. Nilai-Nilai Variabel Keputusan Kasus 4 pada Model IRC- <i>Bundling</i> Berdasarkan Fungsi Utilitas <i>Cobb-Douglas</i> pada Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i>	82
Tabel 4.34. Perbandingan Solusi Optimal antara Model IRC Penelitian Puspita et <i>al.</i> (2019) dengan Model IRC- <i>Bundling</i> pada <i>Traffic Files</i> dalam Kasus α dan β sebagai Parameter	84

Tabel 4.35. Perbandingan Solusi Optimal antara Model IRC pada Penelitian Puspita <i>et al.</i> (2019) dengan Model IRC- <i>Bundling</i> pada <i>Traffic Files</i> dalam Kasus α sebagai Parameter dan β sebagai Variabel	86
Tabel 4.36. Perbandingan Solusi Optimal antara Model IRC pada Penelitian Puspita <i>et al.</i> (2019) dengan Model IRC- <i>Bundling</i> pada <i>Traffic-Files</i> dalam Kasus α dan β sebagai Variabel	87
Tabel 4.37. Perbandingan Solusi Optimal antara Model IRC pada Penelitian Puspita <i>et al.</i> (2019) dengan Model IRC- <i>Bundling</i> pada <i>Traffic-Files</i> dalam Kasus α sebagai Variabel dan β sebagai Parameter	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi yang modern ini, internet menjadi kebutuhan yang tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat. Internet dapat mencari berbagai informasi dan mempermudah komunikasi yang sangat membantu masyarakat. Semakin meningkatnya penggunaan layanan internet dari tahun ketahun, maka kualitas layanan internet dituntut untuk semakin meningkat pula dengan penyedia layanan internet yang diharuskan memperoleh keuntungan yang maksimal. Permasalahan pembiayaan jaringan untuk meningkatkan kualitas dan memperoleh pendapatan yang optimal untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal bagi penyedia layanan ini menarik untuk diselesaikan dengan cara optimasi.

Ketika penyedia layanan internet atau *Internet Service Provider* (ISP) tidak menyediakan informasi yang detail dalam penjualan produk dan ketidakmampuan pelanggan dalam menilai kualitas, maka pelanggan menggunakan harga untuk menyimpulkan kualitas terhadap tingkat kepuasaan (Kung *et al.* 2002). Fungsi utilitas berhubungan dengan tingkat kepuasaan pelanggan terhadap pemakaian internet sehingga penyedia layanan internet memperhatikan fungsi utilitas. Menurut Hutchinson (2011), fungsi utilitas ada beberapa jenis, diantaranya *Cobb-Douglas*, *Perfect Complements*, *Perfect Substitutes General*, dan *Quasi-Linear*.

Quality of Service atau QoS adalah suatu metode pengukuran tentang seberapa baik suatu jaringan (Wulandari, 2016). Menurut Byun and Chatterjee (2004) dengan menyediakan kualitas layanan yang baik, maka penyedia layanan internet dapat memperoleh keuntungan yang maksimal dengan memberikan kualitas informasi terbaik kepada pengguna layanan. Dalam beberapa penelitian (Indrawati *et al.* 2015a) dan (Wu and Bunker, 2010), untuk memaksimumkan keuntungan penyedia layanan dengan memperbaiki penetapan harga biaya tetap dan penetapan harga berdasarkan penggunaan dengan atau tanpa biaya langganan didasarkan dengan tiga skema pembiayaan internet, yaitu skema pembiayaan *flat fee, usage-based, dan two-part-tariff*.

Beberapa penelitian yang memfokuskan pada strategi pembiayaan (Irmeilyana *et al.* 2014), (Ahmad *et al.* 2015), (Puspita *et al.* 2015a), (Puspita *et al.* 2015b), dan (Indrawati *et al.* 2015b) untuk menghasilkan pendapatan yang maksimum bagi penyedia layanan diperlukan fungsi utilitas dan penentuan pemakaian biaya dasar berdasarkan kualitas yang berbeda dengan berbagai jenis skema pembiayaan yang berbeda juga, serta melibatkan jaringan *multiple QoS* dan jaringan *multi layanan*.

Model *reverse charging* merupakan pengenalan kualitas layanan dan kecepatan akses pengguna yang berfokus pada pergantian jaringan 3G ke 4G atau sebaliknya dan hanya bisa dilakukan oleh satu pelanggan ISP ke ISP lainnya, sehingga orang lain tidak diperbolehkan melakukan *charging* sebaliknya. Menurut (Blake *et al.* 1998) skema *charging* dapat memberikan keuntungan bagi ISP dari pelanggannya sendiri dan bukan dari pelanggan ISP lain. Dalam menawarkan

suatu produk layanan informasi, biasanya ISP menggunakan strategi *bundle pricing* untuk menarik minat konsumen dan strategi ini dianggap mampu untuk meningkatkan keuntungan yang maksimal dari beberapa produk yang ditawarkan (Venkatesh and Mahajan, 2009).

Penelitian ini bertujuan memperoleh pendapatan yang maksimum dengan memaksimalkan tingkat kepuasaan pelanggan serta meminimalkan biaya penggunaan internet. Penelitian ini melibatkan model *Improved Reverse Charging* (IRC) (Puspita *et al.* 2019) yang ditambahkan dengan model *bundling* (Puspita *et al.* 2016) dengan mempertimbangkan fungsi utilitas *Cobb-Douglas*, menggunakan atribut QoS *end-to-end delay* dan menetapkan tiga skema pembiayaan (*flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*) untuk memaksimalkan tingkat kepuasaan pelanggan. Fungsi utilitas *Cobb-Douglas* digunakan karena dapat memenuhi kepuasaan pelanggan dan mudah untuk dianalisis homogenitas dan heterogenitas yang berdampak pada pilihan harga (Indrawati *et al.* 2014). Atribut QoS *end-to-end delay* berhubungan dengan waktu yang dibutuhkan dalam suatu paket yang dikirimkan melalui jaringan dari sumber ke tujuan.

Model yang terbentuk dalam penelitian ini berupa model *Mixed Integer Non-Linier Programming* (MINLP) yang merupakan salah salah satu pendekatan natural yang digunakan dalam memecahkan masalah optimasi (Bussieck and Pruessner, 2003). MINLP merupakan gabungan antara *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dengan *Non-Linear Programming* (NLP). Kunci permasalahan MINLP adalah menentukan solusi optimal dari suatu fungsi objektif yang dibatasi oleh satu atau lebih kendala. Data yang digunakan dalam penelitian

ini merupakan data *traffic* jaringan internet *wireless* yang diperoleh dari Politeknik Sriwijaya Palembang pada bulan Januari 2020 selama 28 hari, terhitung dari tanggal 1 Januari 2020 sampai 28 Januari 2020. Pemakaian internet pada bulan tersebut sedang padat seiring dengan mulainya perkuliahan semester genap. Strategi yang dianalisis berdasarkan pertimbangan pelanggan homogen, dalam kasus ini pelanggan memiliki utilitas yang sama mengenai level konsumsi per hari.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan model MINLP beserta solusi optimal dalam pembiayaan jaringan *wireless* IRC-*bundling* berdasarkan QoS *attribute end-to-end delay* dan fungsi utilitas *Cobb-Douglas* untuk konsumen homogen dengan skema pembiayaan *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*.
2. Membandingkan solusi optimal antara solusi optimal IRC dengan solusi optimal model IRC-*bundling* dalam pembiayaan jaringan *wireless* berdasarkan QoS *attribute end-to-end delay* dan fungsi utilitas *Cobb-Douglas* untuk konsumen homogen dengan skema pembiayaan *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*.

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan model IRC beserta solusi optimal yang diperbaharui dengan penambahan model *bundling* dalam pembiayaan jaringan *wireless* berdasarkan QoS *attribute end-to-end Delay* dan fungsi utilitas *Cobb-Douglas* untuk konsumen homogen.
2. Solusi dari model IRC dibandingkan dengan solusi dari model IRC-*bundling* untuk mengetahui solusi optimal mana yang lebih baik.

1.4 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada jumlah konsumen i ($i = 1, 2$), jumlah penggunaan kelas layanan j ($j = 1, 2$), dan jumlah jaringan yang digunakan k ($k = 1, 2$) terhadap pemakaian data *traffic files*. Model yang dibahas dibatasi oleh banyaknya variabel yang dapat dijalankan oleh *software LINGO 13.0*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menjadi bahan perbandingan untuk ISP dalam perannya sebagai penyedia layanan untuk menentukan skema pembiayaan yang dapat memaksimumkan keuntungan.
2. Memberikan wawasan bagi pembaca maupun peneliti lain dalam mengoptimalkan pembiayaan jaringan internet *wireless* yang dapat diselesaikan secara MINLP.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. S. *et al.* (2015). Improving the Models of Internet Charging in Single Link Multiple Class QoS Network. In Sulaiman, H. A. et al. (Eds), *Advanced Computer and Communication Engineering Technology*. Cham: Springer International Publishing, pp. 863–872.
- Blake, S. *et al.* (1998). An Architecture for Differentiated Services Status. *NASPA Journal*, 42(4), 1.
- Bussieck, M. R. and Pruessner, A. (2003). Mixed-Integer Nonlinear Programming. *SIAG/OPT Newsletter: Views & News*, 14(1), 19–22.
- Byun, J. and Chatterjee, S. (2004). A Strategic Pricing for Quality of Service (QoS) Network Business. *Workingpaper*, (August), 2561–2572.
- Hutchinson, D. E. (2011) ‘Review of Utility Functions’, *Economics* 313, 1–5.
- Indrawati *et al.* (2014). Cobb-Douglas Utility Function in Optimizing the Internet Pricing Scheme Model. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 12(1), 227–240.
- Indrawati *et al.* (2015a). Internet Pricing on Bandwidth Function Diminished With Increasing Bandwidth Utility Function. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 13(1), 299–304.
- Indrawati *et al.* (2015b). Pembiayaan Internet Menggunakan Fungsi Utilitas Cobb-Douglas. *Prosiding Semirata 2015 bidang Teknologi Informasi dan Multi Disiplin*, 108–116.
- Irmeilyana *et al.* (2014). The New Improved Models of Single Link Internet Pricing Scheme in Multiple QoS Network. *International Conference Recent treads in Engineering & Technology (ICRET’2014)*.
- Kung, M., Monroe, K. B. and Cox, J. L. (2002). Pricing on the Internet. *Journal of Product & Brand Management*, 11(5), 274–287.
- Mardianto. (2019). Analisis Quality Of Service (QoS) pada Jaringan VPN dan MPLS VPN Menggunakan GNS3. *Jurnal Sains dan Informatika*, 5(2), 98.
- Puspita, F. M. *et al.* (2015a). Multi Link Internet Pricing Scheme Serving Multi Class QoS Network With Different Quality Premium Conditions. *Prosiding Semirata 2015 bidang Teknologi Informasi dan Multi Disiplin Universitas Tanjungpura Pontianak*, 83–97.

- Puspita, F. M. *et al.* (2015b). The Improved Models of Internet Pricing Scheme of Multi Service Multi Link Networks With Various Capacity Links. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 315, 851–862.
- Puspita, F. M. *et al.* (2016). The Comparison of Bundle-Pricing Scheme Models Using , Quasi-Linear Utility Function. *INSIST*, 1(1), 12–15.
- Puspita, F. M. *et al.* (2019). Improved Internet Wireless Reverse Charging Models Under Multi Link Service Network by End-To-End Delay QoS Attribute. *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*. Yogyakarta, Indonesia, Indonesia, 182–187.
- Puspita, F. M. *et al.* (2020). Improved Multi Service-Reverse Charging Models for the Multi Link Internet Wireless Using QOS Bit Error Rate QoS Attribute. *Science and Technology Indonesia*, 5(1), 6.
- Santoso, H. (2012). Strategi Memilih Internet Service Provider Terbaik untuk Perguruan Tinggi (Studi Kasus: STMIK ATMA LUHUR). *In Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*, 2012 (SNATI), 1–6.
- Stremersch, S. and Tellis, G. J. (2002). Strategic Bundling of Products and Prices: A New Synthesis for Marketing. *Journal of Marketing*, 66, 55–72.
- Sumargono, S. (2012). Sejarah Perkembangan Internet dan Kebutuhan Informasi dalam Dunia Pendidikan. *Teknologi*, 1(1).
- Venkatesh, R. and Mahajan, V. (2009). The Design and Pricing of Bundles: A Review of Normative Guidelines and Practical Approaches. *Handbook of Pricing Research in Marketing*, 232–257.
- Wallenius, E. and Hämäläinen, T. (2002). Pricing Model for 3G/4G Networks. Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications. *2002 The 13th IEEE International Symposium*, 1, 187–191.
- Wang, X. and Schulzrinne, H. (2001). Pricing Network Resources for Adaptive Applications in a Differentiated Services Network. *Proceedings IEEE INFOCOM 2001*, 2, 943–952.
- Wu, S. Y. *et al.* (2008). Customized Bundle Pricing for Information Goods: A Nonlinear Mixed-Integer Programming Approach. *Management Science*, 54(3), 608–622.
- Wu, S. Y. and Bunker, R. D. (2010). Best Pricing Strategy for Information Services. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(6), 339–366.

Wulandari, R. (2016). Analisis QoS (Quality of service) pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 2(2), 162–172.