

**MODEL SKEMA PEMBIAYAAN *IMPROVED DYNAMIC SPECTRUM*
DAN *TRAFFIC MANAGEMENT* BERBASIS *DEMAND RESPONSE* DAN
INSENTIF HETEROGEN DENGAN FUNGSI UTILITAS *LINIER***

SKRIPSI

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

Oleh

FITRIA ROMADHONA

08011382025096



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL SKEMA PEMBIAYAAN *IMPROVED DYNAMIC SPECTRUM*
DAN *TRAFFIC MANAGEMENT* BERBASIS *DEMAND RESPONSE* DAN
INSENTIF HETEROGEN DENGAN FUNGSI UTILITAS *LINIER***

SKRIPSI

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

Oleh :

FITRIA ROMADHONA

08011382025096

Pembimbing Kedua

**Indralaya, Juli 2024
Pembimbing Utama**



Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc.
NIP. 197510061998032002

Drs. Robinson Sitepu, M.Si.
NIP. 195812011985031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika



Dr. Diah Caliyawati S. S.Si., M.Si.
NIP. 1973032120001220013

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Nama Mahasiswa : Fitria Romadhona
NIM : 08011382025096
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 15 Juli 2024

Penulis



Fitria Romadhona

NIM. 08011382025096

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

"Dan janganlah kamu merasa lemah dan janganlah pula bersedih hati, sebab kamulah yang paling tinggi derajatnya jika kamu orang-orang yang beriman."

(QS. Ali Imran: 139)

الاعتدال في كل شيء هو سر النجاح

"Keseimbangan dalam segala hal adalah rahasia kesuksesan"

" Bersemangatlah atas hal-hal yang bermanfaat bagimu. Minta tolonglah pada Allah, jangan engkau lemah.." – HR. Muslim

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ◆ **Abah dan Ummi Tersayang**
- ◆ **Kakak Kakakku Tersayang**
- ◆ **Keluarga Besarku**
- ◆ **Semua Dosen dan Guruku**
- ◆ **Kerabat Seperjuanganku**
- ◆ **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Model Skema Pembiayaan *Improved Dynamic Spectrum dan Traffic Management* Berbasis *Demand Response* dan Insentif Heterogen dengan Fungsi Utilitas Linier**” dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya serta dipersembahkan untuk kedua orang tua tercinta, Abah **Yusran** dan Ummi **Wanti** yang telah merawat, membesarkan dan mendidik dengan penuh rasa cinta, kasih sayang, serta memberikan doa, nasehat, semangat dan dukungan yang berharga dan tidak berhenti untuk penulis selama ini. Terimakasih kepada saudara kandung, **Firda Amalia dan M. Fahrurrozi** yang selalu memberi dukungan dan semangat bagi penulis.

Dalam penulisan skripsi ini banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak **Drs. Robinson Sitepu, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, meluangkan waktu, tenaga, serta banyak memberikan nasehat dan motivasi agar dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

2. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia membimbing, memberikan arahan, kritikan, saran dan nasihat, serta meluangkan waktu dan pikiran selama menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
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. Sisca Octarina, S.Si., M.Sc** dan Ibu **Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembahas-1 dan Dosen Pembahas-2 yang telah memberikan kritik, saran, dan tanggapan yang sangat membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Ibu **Indrawati, S.Si., M.Si** selaku Ketua Pelaksana dan Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris Pelaksana Seminar di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
7. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan nasehat selama menjalani perkuliahan.
8. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta pengalaman selama proses perkuliahan.
9. Bapak **Irwansyah** dan Ibu **Hamidah** selaku Pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas

10. Sriwijaya yang telah membantu proses administrasi penulis selama perkuliahan sampai dengan penyelesaian skripsi penulis.
 11. Teman seperjuangan Bimbingan 2023-1 yang saling mendukung dan saling membantu dari proses awal bimbingan sampai proses akhir penyusunan skripsi.
 12. Adik penulis (**Lisa Syafira**) yang selalu bersedia menjadi pendengar yang baik, dan selalu memberi dukungan penuh kepada penulis.
 13. Teman-teman angkatan 2020 serta adik- adik angkatan 2021 dan angkatan 2022 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis di masa skripsian dan tidak bisa disebutkan satu persatu.
 14. Teman-teman semasa SMA yang selalu memberikan dukungan kepada penulis di masa skripsian dan tidak bisa disebutkan satu persatu.
 15. Semua pihak yang terlibat dan tidak dapat dituliskan satu-persatu yang juga sudah memberikan banyak bantuan dan kontribusi selama proses perkuliahan.
- Semoga semua kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis akan mendapatkan balasan dari Allah Swt., dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan dan juga bagi seluruh Mahasiswa/i Jurusan Matematika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juli 2024

Penulis

**IMPROVED DYNAMIC SPECTRUM AND TRAFFIC MANAGEMENT
FINANCING SCHEME MODEL BASED ON DEMAND RESPONSE AND
HETEROGENOUS INCENTIVES WITH LINEAR UTILITY FUNCTION**

By

FITRIA ROMADHONA

08011382025096

ABSTRACT

This research aims to design a Cloud Radio Access Network (C-RAN) Fair Network model based on Demand Response and Heterogeneous Incentives using a linear utility function and optimizing the problem of consumers using bandwidth using three financing schemes, namely: flat-fee, usage based and two-part tariff. Then perform a sensitivity analysis to identify parameter changes that can generate profits. This research was completed with a Nonlinear Programming (NLP) problem by knowing the initial bandwidth consumption and the total bandwidth consumption which was divided into four cases with each case having different parameters and variables based on the three financing schemes explained previously and solved using LINGO software.¹³ . In this research, the data used is traffic data, which consists of incoming data (inbound) and outgoing data (outbound) obtained from one of the local servers in the city of Palembang. The data is then divided into 2 sessions, namely data during peak hours starting from 07.00-18.59 WIB and data during non-peak hours starting from 19.00-06.59 WIB. Based on traffic data, the results obtained per month demand during peak hours are 2,125,806.67 bits, 265,725.83 bytes per second (bps) or 259.4978841 kilobytes per second (kbps) while monthly demand during non-peak hours is 146,956, 67 bits, 18,369.58 bytes per second (bps) or 17.93904623 kilobytes per second (kbps). From the demand results, four optimal solution models were obtained, each model having 4 cases and one of the cases using three financing schemes. From the ABC model for the four cases, local optimum solution results were obtained, while in model D cases 1 and 2 with flat fee, usage based, and two part tariff, local optimum solution results were obtained, but in model D cases 3 and 4 with flat fees, usage based, and two part tariff results are local infeasible.

Keywords: C-RAN, Fair Network, Demand Response, Heterogeneous Incentives, Linear Utility.

**MODEL SKEMA PEMBIAYAAN *IMPROVED DYNAMIC SPECTRUM*
DAN *TRAFFIC MANAGEMENT* BERBASIS *DEMAND RESPONSE* DAN
INSENTIF HETEROGEN DENGAN FUNGSI UTILITAS *LINIER***

Oleh

FITRIA ROMADHONA

08011382025096

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain model *Cloud Radio Acces Network* (C-RAN) *Fair Network* berbasis *Demand Response* dan Insentif Heterogen dengan menggunakan fungsi utilitas linier serta mengoptimasi masalah konsumen yang melakukan pemakaian suatu *bandwidth* dengan menggunakan tiga skema pembiayaan yaitu: *flat-fee*, *usage based* dan *two-part tariff*. Kemudian melakukan analisis sensitivitas yang memiliki tujuan mengidentifikasi perubahan parameter yang dapat menghasilkan sebuah keuntungan. Penelitian yang diselesaikan dengan permasalahan *Nonlinier Programming* (NLP) dengan mengetahui konsumsi awal bandwitch dan jumlah konsumsi bandwictth yang dibagi menjadi empat kasus dengan masing-masing kasus memiliki parameter dan variabel yang berbeda berdasarkan tiga skema pembiayaan yang sudah dijelaskan sebelumnya dan diselesaikan dengan menggunakan software LINGO.13. Dalam penelitian ini, data yang digunakan yaitu data *traffic*, yang terdiri dari data yang masuk (*inbound*) dan data yang keluar (*outbound*) diperoleh dari salah satu server lokal di kota Palembang. Data tersebut kemudian dibagi menjadi 2 sesi yaitu data pada saat jam sibuk dimulai dari pukul 07.00-18.59 WIB dan data pada saat jam tidak sibuk dimulai dari pukul 19.00-06.59 WIB. Berdasarkan data *traffic*, maka didapatkan hasil *demand* per bulan saat jam sibuk adalah 2.125.806,67 bit, 265.725,83 byte per second (bps) atau 259,4978841 kilobyte per second (kbps) sedangkan *demand* per bulan saat jam tidak sibuk 146.956,67 bit, 18.369,58 byte per second (bps) atau 17,93904623 kilobyte per second (kbps). Dari hasil *demand*, didapatkan empat model penyelesaian solusi optimal yang di setiap model memiliki 4 kasus dan salah satu kasus menggunakan tiga skema pembiayaan. Dari model ABC ke-empat kasus didapatkan hasil solusi *local optimum*, sedangkan pada model D kasus 1 dan 2 dengan flat fee, usage based, dan two part tariff didapatkan hasil solusi *local optimum*, tetapi pada model D kasus 3 dan 4 dengan flat fee, usage based, dan two part tariff didapatkan hasil *local infisible*.

Kata Kunci: C-RAN, *Fair Network*, *Demand Response*, Insentif Heterogen, Utilitas Linier.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	v
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah	6
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Internet Service Provider (ISP).....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Quality of Service (QoS).....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Cloud Radio Access Network (C-RAN).....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Model Fair Network	Error! Bookmark not defined.
2.5 Insentif Heterogen	Error! Bookmark not defined.
2.6 Demand Response (DR).....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Fungsi Utilitas.....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Optimasi Masalah Pengguna	Error! Bookmark not defined.
2.9 Analisis Sensitivitas	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.

3.1 Tempat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Waktu	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metodologi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Deskripsi Data <i>Traffic</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2 Parameter dan Variabel	Error! Bookmark not defined.
4.3 Penyusunan Model Improved C-RAN ..	Error! Bookmark not defined.
4.4 Model Skema Pembiayaan Internet Berdasarkan Pemakaian Data	Error! Bookmark not defined.
4.5 Fungsi Utilitas Berdasarkan <i>Linier</i>	Error! Bookmark not defined.
4.6 Solusi dan Nilai Variabel dari Model Skema Pembiayaan Internet Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Linier</i> ...	Error! Bookmark not defined.
4.7 Nilai-nilai Variabel untuk Model Improved C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Linier</i>	Error! Bookmark not defined.
4.8 Analisis Sensitivitas Untuk Model Skema Pembiayaan Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Linier</i>	Error! Bookmark not defined.
4.9 Rekapitulasi Perbandingan Solusi Optimal Skema Pembiayaan Internet pada <i>Traffic Sisfo</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	8

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1 Data Traffic pada saat Jam Sibuk**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2 Data Traffic pada saat Jam Tidak Sibuk **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3 Data Traffic yang dibentuk menjadi 24 data ($\beta \geq 14,900$ kbyte).....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Data Traffic pada saat Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Parameter untuk Model Original C-RAN**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Variabel untuk Model Improved C-RAN**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7 Variabel baru untuk model improved.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8 Nilai-nilai Parameter pada Data Traffic **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9 Nilai Parameter Model C-RAN Fair Network**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10 Nilai Parameter yang Dipakai pada Skema Pembiayaan**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11 Solusi Optimal Model Original C-RAN**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12 Solusi Optimal Model Original C-RAN Fair Network**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.13 Solusi Optimal Model Original C-RAN Fair Network Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14 Solusi Optimal Model Original C-RAN Fair Network Berdasarkan Fungsi Utilitas Linier dengan DR dan Insentif Heterogen**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.15 Solusi Optimal Model Improved C-RAN , Fair Network dan Fungsi Utilitas Linier dengan skema pembiayaan flat-fee.**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Solusi Optimal Model Improved C-RAN , Fair Network dan Fungsi Utilitas Linier dengan skema pembiayaan usage-based**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Solusi Optimal Model Improved C-RAN , Fair Network dan Fungsi Utilitas Linier dengan skema pembiayaan two-part tarif**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.18 Nilai-nilai variabel untuk Model Improved C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas Linier Berdasarkan Skema Pembiayaan Flat Fee**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.19 Nilai-nilai variabel untuk Model Improved C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas Linier Berdasarkan Skema Pembiayaan Usage Based.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.20 Nilai-nilai variabel untuk Model Improved C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas Linier Berdasarkan Skema Pembiayaan Two-Part Tarif.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.21 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan Flat-Fee Menggunakan Fungsi Utilitas Linier**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.22 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan Usage-Based Menggunakan Fungsi Utilitas Linier**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.23 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan Two-Part Tariff Menggunakan Fungsi Utilitas Linier**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.24 Rekapitulasi Perbandingan Solusi Optimal Seluruh Model**Error! Bookmark not defined.**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan kebutuhan manusia, termasuk dalam bidang pendidikan (Husain, 2014). Dengan peningkatan jumlah pengguna internet yang digunakan, membuat lalu lintas jaringan semakin kompleks dan dibutuhkan sebuah manajemen jaringan. *Quality of Service* (QoS) bisa disebut sebagai suatu terminologi yang memiliki kegunaan untuk mendefinisikan karakteristik suatu layanan (*service*) jaringan untuk mengetahui seberapa baik kualitas yang ada pada layanan tersebut. QoS didesain untuk membantu *end server* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan kinerja yang handal dari aplikasi-aplikasi jaringan. Dengan adanya QoS maka *bandwidth* dapat digunakan secara optimal sehingga meningkatkan kualitas layanan internet yang diterima oleh pengguna (Armanto & Daulay, 2020). Dengan meningkatnya jumlah pengguna internet, maka tuntutan terhadap kualitas internet juga akan terus meningkat. Penyedia layanan *Internet Service Provider* (ISP) harus menyediakan sistem pembiayaan internet yang memaksimalkan keuntungan dan memberikan kualitas layanan QoS terbaik kepada pengguna (Indrawati *et al.*, 2017).

Menurut Wu & Banker (2010), untuk mencapai keuntungan optimal bagi ISP dan meningkatkan kualitas layanan Internet, terdapat 3 sistem pembiayaan internet, yakni sistem pembiayaan *flat-fee*, sistem pembiayaan *usage based*, dan pembiayaan *two part tariff*. Sistem pembiayaan dengan suku bunga tetap adalah sistem di mana

tidak ada batasan waktu koneksi internet dan Anda dapat menggunakannya dengan biaya bulanan tetap. Pembiayaan berbasis penggunaan adalah biaya berdasarkan penggunaan internet harian pengguna. Pembiayaan harga dua bagian adalah sistem penetapan harga yang dimana akses internet dan harga dibatasi sesuai dengan kebutuhan pemakaian pengguna. Penyedia layanan telah mengusahakan dalam menemukan cara yang sangat baik untuk menentukan harga layanan mereka bagi konsumen mereka.

Fungsi utilitas mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna layanan terhadap informasi yang didapat, sehingga ISP dapat memaksimalkan keuntungan untuk mencapai tujuan (Indrawati *et al.*, 2017). Fungsi utilitas adalah suatu konsep untuk mengukur tingkat kepuasan para pengguna dalam hal memilih ataupun memakai suatu layanan (Fachri *et al.*, 2019). Fungsi utilitas dapat digunakan sebagai basis dalam mempertimbangkan kepuasan konsumen (Siregar *et al.*, 2014). Fungsi utilitas linier digunakan untuk memaksimalkan manfaat konsumen dan menurunkan risiko kerugian. Selain itu, pemilihan fungsi utilitas juga disebabkan karena fungsi utilitas masih sedikit dibahas dalam studi pemodelan *Dynamic Spectrum Manajement* (DSM).

DSM adalah pendekatan yang bisa dikatakan solusi untuk mengatasi masalah kelangkaan spektrum. DSM memungkinkan pengguna sekunder untuk mengakses spektrum yang digunakan oleh pengguna utama ketika spektrum tersebut tidak digunakan (Liang, 2007). DSM mengacu pada serangkaian teknologi yang bertujuan untuk mengurangi efek crosstalk dan mencapai kinerja dengan

tingkatan terbaik yang memungkinkan radio dapat dibagi pada beberapa frekuensi tanpa menimbulkan interferensi (Nidhi *et al.*, 2021).

Fair Network atau bisa disebut dengan jaringan *fair* dapat digunakan sebagai jaminan dalam mengurangi tawaran biaya yang ditetapkan. *Fair network traffic management* merupakan manajemen lalu lintas dalam jaringan komputer yang memiliki tujuan sebagai alat pengukur kepuasan pelanggan dan biasa digunakan sebagai penentu apakah konsumen atau aplikasi dapat menerima pembagian sumber daya yang adil (Mahmoodi & Jiang, 2016).

Menurut Bonjean (2019), dalam memahami insentif heterogen maka memerlukan inovasi dan efek pada distribusi dari pendapatan harga dan kualitas ketika ditentukan bersama dan adanya diskontinuitas harga menginduksi insentif yang heterogen untuk inovasi. Insentif heterogen merupakan insentif yang digunakan untuk konsumen heterogen. Dalam menentukan harga layanan ISP tentu menganalisis konsumen atau pengguna layanan yang terdiri dari konsumen homogen dan konsumen heterogen. Konsumen homogen tingkat pemakaian setiap hari sama, sedangkan konsumen heterogen tingkat pemakaian berdasarkan keinginan setiap konsumen berbeda dalam membayar (Indrawati *et al.*, 2014).

Ada beberapa cara untuk mengurangi biaya keseluruhan. Salah satunya adalah *Demand Response* (DR). DR adalah sisi permintaan dari pola konsumsi konsumen normal sebagai respons terhadap perubahan harga Internet dan pembayaran insentif yang dilakukan untuk mengurangi penggunaan Internet selama periode harga pasar tinggi atau kendala sistem yang akan datang. Didefinisikan sebagai perubahan penggunaan internet terbesar (Sihombing *et al.*, 2019).

Cloud radio access network (C-RAN) adalah salah satu perkembangan baru dalam dunia C-RAN yang merupakan bagian dari *cloud computing* yang mana proses aksesnya menggunakan jaringan internet. C-RAN merupakan jaringan akses radio terpusat dimana perangkat yang digunakan dihubungkan dengan antena seluler yang digunakan untuk memproses dan mengirimkan sinyal ke jaringan inti atau menara antena radio. C-RAN mencakup komponen jaringan seperti remote radio head (RRH), atau radio prosesor yang mengawasi persoalan dalam jaringan, dan resource block (RB), atau unit untuk mentransmisikan daya dan mempercepat penyebaran data ke pengguna istilah-istilah yang berhubungan dengan arsitektur, Remote User Equipment (RUE) adalah pengguna, dalam hal ini perangkat berupa laptop, smartphone, atau perangkat lain yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan jaringan. Dengan meningkatnya RB maka kecepatan data internet yang didapat oleh pengguna juga meningkat. Hilangnya sinyal radio dari antena yang berdekatan adalah masalah umum di C-RAN (Indrawati *et al.*, 2017).

Penentuan model pada C-RAN dilakukan dengan menggunakan metode analisis yaitu analisis sensitivitas. Menurut Indrawati *et al* (2012), analisis sensitivitas yaitu menentukan sensitivitas pada tingkat optimal yang dapat merubah setiap variabel yang dimasukkan dalam fungsi, yang memiliki tujuan untuk memperoleh informasi mengenai solusi optimal terkini dengan komputasi tambahan yang minimal.

Penelitian ini didasarkan dari model dan hasil penelitian yang sebelumnya dilakukan dengan membuat model jaringan C-RAN (Rahmadia, 2020), karena tidak hanya berfokus pada pembiayaan internet kepada pengguna, tetapi juga pada

analisis kepuasan pengguna terhadap layanan internet. Dalam studi kasus ini membahas skema jaringan C-RAN dan memformulasikan perancangan model terbaru yang mencakup *fair network traffic management* dan fungsi utilitas serta insentif heterogen dan DR. Penelitian sebelumnya dibahas oleh Indrawati et al (2017), dalam mengembangkan DSM di C-RAN, fungsi utilitas memiliki peran utama dalam mengukur kepuasan konsumen, namun DR tidak digunakan. Oleh karena itu, perlu dirancang model DSM yang mencakup manajemen lalu lintas jaringan yang adil, fungsi utilitas, dan DR. Model yang dirancang dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu memaksimalkan manfaat pengguna jaringan Internet, ISP dan pengguna, dan analisis sensitivitas harus digunakan untuk memvalidasi model.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Skema metode untuk memperoleh formulasi model improved insentif internet yang lebih baik dengan menggunakan pendekatan fair network berbasis DR dan insentif heterogen dengan fungsi utilitas linier untuk mengatur konsumsi *bandwidth* dengan skema pembiayaan *flat fee, usage-based*, dan *two-part tariff*.
2. Perbandingan solusi optimal model A (model C-RAN), solusi optimal model B (model C-RAN dan *fair network*), solusi optimal model C (model C-RAN, *fair network*, dan fungsi utilitas linier) dan solusi optimal model D (model C-RAN, *fair network*, fungsi utilitas *linier*, DR dan insentif

heterogen) dalam pembiayaan internet dengan tiga skema pembiayaan yaitu *flat-fee*, *usage-based* dan *two-part tariff* serta melakukan analisis sensitivitas untuk memvalidasi model.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini didasarkan dengan masalah sebagai berikut :

1. Penggunaan sebanyak tiga RUE terhadap RRH.
2. Penggunaan sebanyak tiga RUE terhadap RB.
3. Penggunaan sebanyak tiga server server terhadap RB.

1.4 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mendapatkan formulasi terbaik dari model *improved* insentif internet dengan pendekatan *fair network* berbasis DR dan Insentif Heterogen untuk mengatur konsumsi *bandwidth* dengan skema pembiayaan *flat fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff* menggunakan fungsi utilitas linier.
2. Memperoleh hasil solusi optimal dan analisis sensitivitas menggunakan LINGO 13.0 untuk model C-RAN – *fair network* pada skema pembiayaan internet berdasarkan fungsi utilitas linier dengan membandingkan hasil solusi optimal antara model A (model C-RAN), solusi optimal model B (model C-RAN dan *fair network*), solusi optimal model C (model C-RAN, *fair network*, dan fungsi utilitas linier) dan solusi optimal model D (model C-RAN, *fair network*, fungsi utilitas linier, DR dan Insentif Heterogen).

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. ISP diharapkan dapat meningkatkan dan memaksimalkan QoS dalam memilih model pembiayaan internet berbasis C-RAN *fair network* berbasis DR dan insentif heterogen dengan fungsi utilitas *linier* berdasarkan tiga skema pembiayaan *flat-fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*.
2. Menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca dan peneliti lain terkait optimalisasi pembiayaan jaringan internet menggunakan model C-RAN yang telah dioptimalisasi secara optimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Albadi, M. H., & El-Saadany, E. F. (2007). Demand response in electricity markets: An overview. *2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES*, 1–5.
- Armanto, A., & Daulay, N. K. (2020). Analisis Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Di Universitas Bina Insan Lubuklinggau Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Htb). *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 3(1), 8.
- Bonjean, I. (2019). Heterogeneous incentives for innovation adoption : The price effect on segmented markets. *Department of Earth and Environmental Sciences*, 87.
- Fachri, B., Windarto, A. P., & Parinduri, I. (2019). Penerapan Backpropagation dan Analisis Sensitivitas pada Prediksi Indikator Terpenting Perusahaan Listrik. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(2), 202.
- Husain, C. (2014). Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran SMA YPPGI Nabire. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 2(1), 184–192.
- Indrawati, I., Octarina, S., & Suwandi, N. (2012). Aplikasi Metode Simpleks pada Produksi Padi di Kabupaten Ogan Ilir Serta Analisis Kelayakan Produksi Secara Sensitivitas. *Jurnal Penelitian Sains*, 15(2), 168475.
- 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, Puspita, F. M., Erlita, S., & Nadeak, I. (2017). Optimasi Model Cloud Radio Access Network (CRAN) pada Efisiensi Konsumsi Bandwidth dalam Jaringan. *3rd Annual Research Seminar on Computer Science and ICT, Universitas Sriwijaya, Palembang*, 3(1), 117–120.
- Khan, A. A., Jamwal, S., & Sepehri, M. M. (2010). Applying Data Mining to Customer Churn Prediction in an Internet Service Provider. *International Journal of Computer Applications*, 9(7), 8–14.
- Liang, Y.-C. (2007). Dynamic spectrum management. In *Signals and Communication Technology*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Mahmoodi, T., & Jiang, M. (2016). Traffic Management in 5G Mobile Networks: Selfish Users and Fair Network. *Transactions on Networks and Communications*, 4(1).

- Nidhi, Mihovska, A., & Prasad, R. (2021). Spectrum Sharing and Dynamic Spectrum Management Techniques in 5G and beyond Networks: A Survey. *Journal of Mobile Multimedia*, 17(1–3), 65–78.
- Peng, M., Zhang, K., Jiang, J., Wang, J., & Wang, W. (2015). Energy-Efficient Resource Assignment and Power Allocation in Heterogeneous Cloud Radio Access Networks. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 64(11), 5275–5287.
- Putri, I. F. (2020). *Analisis Sensitivitas pada Optimalisasi Keuntungan Produsen Tape Sumber Madu Berbantuan Software QM for Windows V5 sebagai Monograf*. Digital Repository Universitas Jember.
- Rahmadia, P. (2020). *Draft Skripsi Putri Rahmadia*.
- 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.
- Rodoshi, R. T., Kim, T., & Choi, W. (2020). Resource management in cloud radio access network: Conventional and new approaches. *Sensors (Switzerland)*, 20(9), 1–32.
- Sadzali, M. E. (2022). Analisis Perbandingan Quality of Service (QOS) Jaringan 4G LTE Provider Digital Kota Tangerang. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 11(1), 35–49.
- Sihombing, Z. M., Wibowo, R. S., & Aryani, N. K. (2019). Dynamic Economic Dispatch Mempertimbangkan Demand Response Menggunakan Particle Swarm Optimization. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2).
- Siregar, S. L., Ariswoyo, S., & Sembiring, P. (2014). Pengambilan Keputusan Menggunakan Metode Bayes pada Ekspetasi Fungsi Utilitas. *Saintia Matematika*, 2(1), 47–54.
- Sularso, A. R., Ramdan, A., Abdillah, L., (2015). Analisis Dan Pengujian 3G Dan 4G Pada Internet Service Provider (Isp) Indosat Dan Telkomsel Dan Optimalisasi Quality of Service (Qos). *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 2(1), 36–43.
- Van Der Pol, M., Currie, G., Kromm, S., & Ryan, M. (2014). Specification of the utility function in discrete choice experiments. *Value in Health*, 17(2), 297–301.
- Widaningsih, S. (2017). Analisis Sensitivitas Metode Ahp Dengan Menggunakan Weighted Sum Model (Wsm) Pada Simulasi Pemilihan Investasi Sektor

Finansial. *Media Jurnal Informatika*, 9(1), 1–8.

Wu, S. Y., & Banker, R. D. (2010). Best pricing strategy for information services. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(6), 339–366.