

**DESAIN MODEL *DYNAMIC SPECTRUM*
PADA JARINGAN *FAIR DSL-LTE MULTIPLE QUALITY OF SERVICE*
BERDASARKAN FUNGSI UTILITAS *QUASI-LINIER***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh

WIKE ARVIANTI DWI PUTRI

08011281924047



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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN MODEL *DYNAMIC SPECTRUM*
PADA JARINGAN *FAIR DSL-LTE MULTIPLE QUALITY OF SERVICE*
BERDASARKAN FUNGSI UTILITAS *QUASI-LINIER***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh

**WIKE ARVIANTI DWI PUTRI
08011281924047**

Indralaya, 10 April 2023

Pembimbing Kedua

Pembimbing Utama



**Eka Susanti, S.Si., M.Sc
NIP. 198310212008122002**



**Indrawati, S.Si., M.Si
NIP. 197106101998022001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**



**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Wike Arvianti Dwi Putri
NIM : 08011281924047
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Matematika

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 yang berasal dari penulis lain 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, 4 April 2023

Penulis



Wike Arvianti Dwi Putri

NIM. 08011281924047

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wike Arvianti Dwi Putri
Nim : 08011281924047
Fakultas/Jurusan : MIPA/Matematika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya " hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right) " atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Desain Model *Dynamic Spectrum* Pada Jaringan *Fair DSL-LTE Multiple Quality Of Service* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Quasi-Linier*".

Beserta perangkat yang ada jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya hak menyimpan, mengalih media memformatkan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (data base) merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 4 April 2023



Wike Arvianti Dwi Putri
NIM. 08011281924047

LEMBAR PERSEMBAHAN

**“Setinggi tingginya ekspektasi, seliar-liarnya imajinasi, sesempurna mungkin
rencana. Tetap, Tuhan yang paling tahu”**

- Fatih Adinda.

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- 1. Ayah dan Ibu**
- 2. Keluarga Besarku**
- 3. Semua Dosen**
- 4. Sahabat-sahabatku**
- 5. Teman Seperjuangan**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kekehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, berkat rahmat dan hidayahnya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Desain Model *Dynamic Spectrum* Pada Jaringan *Fair DSL-LTE Multiple Quality Of Service* Berdasarkan Fungsi Utilitas *Quasi-Linier*” sehingga dapat berjalan dengan baik dan selesai pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.**

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya serta dipersembahkan untuk kedua orang tua tercinta, yaitu **Bapak Arifin** dan **Ibu Neti Haryani** yang telah merawat, membesarkan dan mendidik dengan penuh rasa cinta, kasih sayang, serta memberikan doa, semangat dan dukungan yang berharga untuk penulis. Dalam penulisan skripsi ini juga banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu dengan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus dan penghargaan kepada :

1. Ibu **Indrawati, S.Si., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama.
2. Ibu **Eka Susanti, S.Si., M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Kedua.
3. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, S.Si., M.Sc** selaku Dosen Penguji Pertama.
4. Ibu **Dr. Evi Yuliza, S.Si., M.Si** Dosen Penguji Kedua.

5. Ibu **Oki Dwipurwani, S.Si., M.Si** selaku Ketua seminar dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati S, S.Si., M.Si** selaku Sekretaris seminar.

6. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Akademik.

Selanjutnya, dengan rasa hormat dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus kepada :

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

2. **Seluruh Dosen** Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

3. Teman-teman satu bimbingan, **Suci Dwicahyani Syafria Rabe, Miftahul Jannah, Nadia Rani, Kak Diah Rindang.**

4. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan dan berguna dalam menambah pengetahuan dan wawasan.

Indralaya, Februari 2023

Penulis

**DYNAMIC SPECTRUM MODEL DESIGN
FOR FAIR DSL-LTE MULTIPLE QUALITY OF SERVICE NETWORKS
BASED ON QUASI-LINEAR UTILITY FUNCTION**

WIKE ARVIANTI DWI PUTRI

NIM.08011281924047

ABSTRACT

This study aims to form a fair network-based Cloud Radio Access Network (C-RAN) model with the addition of Quasi-Linear utility functions and optimization of consumer problems on bandwidth consumption with 3 flat-fee, usage-based, and two-part tariff financing schemes. The data in this study uses traffic data which is divided into 2, namely incoming data (inbound) and data out (outbound). The data is then divided into peak hours and non-peak hours, where traffic data for peak hours starts at 07.00 WIB and ends at 18.59 WIB and traffic data for off-peak hours starts at 19.00 WIB and ends at 06.59 WIB. This study also used sensitivity analysis. Based on the results of the comparison in each model, the optimal solution of large objective values is obtained in the C-RAN model, with the addition of fair network variables and quasi-linear utility functions with a type of two-part tariff financing with an objective value of 4.97569×10^{12} completed in 25 iterations.

Keywords : ISP, fair network, Quasi-Linear utility function.

DESAIN MODEL *DYNAMIC SPECTRUM*
PADA JARINGAN *FAIR DSL-LTE MULTIPLE QUALITY OF SERVICE*
BERDASARKAN FUNGSI UTILITAS *QUASI-LINIER*

WIKE ARVIANTI DWI PUTRI

NIM.08011281924047

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) berbasis *fair network* dengan penambahan fungsi utilitas *Quasi-Linier* serta optimasi masalah konsumen terhadap konsumsi *bandwidth* dengan 3 skema pembiayaan *flat-fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*. Data pada penelitian ini menggunakan data *traffic* yang terbagi menjadi 2 yaitu data yang masuk (*inbound*) dan data yang keluar (*outbound*). Data tersebut kemudian dibagi menjadi jam sibuk dan jam tidak sibuk, dimana data *traffic* untuk jam sibuk dimulai pada pukul 07.00 WIB dan berakhir pukul 18.59 WIB dan data *traffic* untuk jam tidak sibuk dimulai pada pukul 19.00 WIB dan berakhir pada pukul 06.59 WIB. Penelitian ini juga menggunakan analisis sensitivitas. Berdasarkan hasil perbandingan pada setiap model, solusi optimal nilai objektif yang besar diperoleh pada model C-RAN, dengan penambahan variabel *fair network* dan fungsi utilitas *quasi-linier* dengan jenis pembiayaan *two part tariff* dengan nilai objektif sebesar $4,97569 \times 10^{12}$ yang diselesaikan dalam 25 iterasi.

Kata Kunci : ISP, *fair network*, fungsi utilitas *Quasi-Linier*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
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>	6
2.3 Model C-RAN.....	7
2.4 Model <i>Fair Network Traffic Management</i>	10
2.5 Optimasi Masalah Pengguna.....	11
2.6 Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	13
2.7 Analisis Sensitivitas	13
2.8 Model Modifikasi.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Tempat	15
3.2 Waktu.....	15

3.3	Metode Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Deskripsi Data.....	17
4.2	Perumusan Parameter dan Variabel	19
4.3	Penyusunan Model <i>Improved</i> C-RAN	24
4.4	Model Skema Pembiayaan Internet Berdasarkan Pemakaian Data	26
4.5	Model Skema Pembiayaan Internet Berdasarkan Pemakaian Data pada Data <i>Traffic</i> Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	27
4.5.1	Kasus 1 (X_0 sebagai konstanta dan W^J sebagai variabel).....	27
4.5.2	Kasus 2 (X_0 dan W^J sebagai konstanta)	32
4.6	Solusi Model Skema Pembiayaan Internet	37
4.7	Nilai-nilai Variabel untuk Model <i>Improved</i> C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	41
4.8	Analisis Sensitivitas Untuk Model Skema Pembiayaan Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	46
4.9	Perbandingan Solusi Optimal Model Skema Pembiayaan Internet	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pemakaian Data <i>Traffic</i> untuk Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk	18
Tabel 4.2 Parameter untuk Model Original C-RAN	20
Tabel 4.3 Parameter Tambahan untuk Model <i>Improved</i>	20
Tabel 4.4 Variabel untuk Model <i>Improved</i> C-RAN	21
Tabel 4.5 Variabel Tambahan untuk Model <i>Improved</i>	21
Tabel 4.6 Nilai-nilai Parameter pada Data <i>Traffic</i>	22
Tabel 4.7 Nilai Parameter pada Model Original C-RAN	24
Tabel 4.8 Nilai Parameter yang Dipakai pada Skema Pembiayaan	24
Tabel 4.9 Solusi Optimal Model Original C-RAN.....	38
Tabel 4.10 Solusi Optimal Model C-RAN dan <i>Fair Network</i>	39
Tabel 4.11 Solusi Optimal Model C-RAN, <i>Fair Network</i> dan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	39
Tabel 4.12 Nilai-nilai Variabel untuk Model <i>Improved</i> C-RAN Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	41
Tabel 4.13 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Flat-Fee</i> Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	46
Tabel 4.14 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Usage-Based</i> Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	47
Tabel 4.15 Hasil Analisis Sensitivitas Berdasarkan Skema Pembiayaan <i>Two-Part Tariff</i> Menggunakan Fungsi Utilitas <i>Quasi-Linier</i>	47
Tabel 4.16 Perbandingan Solusi Optimal Model Skema Pembiayaan Internet....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data <i>Traffic</i> untuk Jam Sibuk	54
Lampiran 2 Data <i>Traffic</i> untuk Jam Tidak Sibuk.....	55
Lampiran 3 Data <i>Traffic</i> yang Dibentuk Menjadi 24 Data (≥ 11.000 <i>kbps</i>)	56

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di Indonesia semakin memudahkan semua orang yang ada di dalamnya untuk bekerja di berbagai bidang. Salah satu perkembangan teknologi informasi dan komunikasi adalah internet. Dengan adanya jaringan internet maka kegiatan komunikasi dan perolehan informasi menjadi lebih mudah, efektif dan hemat waktu serta berbagai keuntungan lainnya (Armanto & Daulay, 2020). Seiring bertambahnya jumlah pengguna internet, begitu pula permintaan akan kualitas internet. *Internet Service Provider* (ISP) harus dapat menyediakan sistem pembiayaan Internet yang memaksimalkan keuntungan dan memberikan kualitas layanan (*Quality of Service*, QoS) terbaik kepada pengguna (Indrawati *et al.*, 2017).

Untuk mengetahui kualitas layanan pada suatu penyedia ISP, diperlukan suatu pengukuran yang disebut QoS. QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk memberikan layanan yang baik dengan mengalokasikan *bandwidth*, dan mengatasi *jitter* dan *delay* (Utami, 2020). QoS mengacu pada tingkat kecepatan dan menyediakan berbagai jenis beban data dalam komunikasi (Sugiantoro & Mahardhika, 2018). Banyaknya konsumen membuat ISP bersaing untuk menyediakan jasa dengan kualitas terbaik dan harga yang optimal untuk konsumennya (Indrawati *et al.*, 2015).

Fungsi utilitas dan penetapan biaya dasar yang tepat diperlukan untuk menghasilkan keuntungan yang signifikan bagi penyedia layanan dengan

mengadopsi jenis skema penetapan harga yang ada, seperti skema penetapan harga yang melibatkan jaringan QoS multi-kelas (Indrawati *et al.*, 2019). Skema pembiayaan internet dibagi menjadi 3 kategori yang berbeda dalam memenuhi kepuasan pengguna, yaitu skema pembiayaan *flat-fee*, *usage-based*, dan *two-part tariff*. Skema pembiayaan *flat-fee* adalah pembiayaan yang ditentukan setiap bulan, artinya pengguna dapat mengakses internet secara gratis selama periode waktu yang tidak terbatas dengan berlangganan bulanan yang masih dikenakan. Skema pembiayaan *usage-based* adalah pembiayaan yang dikenakan untuk jumlah koneksi internet aktif. Skema pembiayaan *two-part tariff* adalah skema pembiayaan internet tarif dua bagian berarti bahwa ISP pertama-tama membebankan biaya bulanan dan kemudian menambah biaya tambahan untuk jumlah koneksi internet yang aktif (Wu & Banker, 2010).

Fair network traffic management merupakan manajemen yang telah ditambahkan ke jaringan komputer untuk memantau kepuasan pengguna dalam menentukan apakah pengguna atau aplikasi telah menerima item yang sesuai dari sumber daya (Mahmoodi & Jiang, 2016). Saat ini, *fair network management* merupakan salah satu masalah yang berkaitan dengan konsumsi *bandwidth* dalam jaringan. Bagaimana membagi jaringan yang tepat di antara pengguna secara merata masih menjadi masalah besar bagi ISP. Untuk itu, diperlukan *fair network* berbasis C-RAN untuk meningkatkan skema penetapan harga berbasis C-RAN yang diusulkan oleh ISP dalam *fair network* (Indrawati *et al.*, 2021).

Selanjutnya juga dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter baik fungsi tujuan ataupun fungsi kendala. Analisis ini disebut analisis

sensitivitas (Adtria *et al.*, 2021). Analisis sensitivitas untuk menilai seberapa besar variasi koefisien fungsi tujuan ataupun fungsi kendala yang diperbolehkan untuk menjaga optimalitas dengan menggunakan LINGO 13.0. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang akan memungkinkan jaringan C-RAN mengelola lalu lintas jaringan *fair network* dan skema pembiayaan digabungkan untuk memungkinkannya digunakan untuk mendeteksi nilai rentang yang optimal (Puspita *et al.*, 2022). Dalam menerima dan mengirimkan data melalui jaringan utama, C-RAN memanfaatkan *base transceiver station* (BTS) yang aktif dan terhubung ke antena seluler. Pemanfaatan “*Remote Radio Heads*” (RRH) pada C-RAN dimanfaatkan untuk memantau status jaringan pengguna, dan *Resource Block* (RB) atau daya transmisi juga diperlukan untuk meningkatkan kecepatan data, semakin besar RB, semakin besar pula data transfer yang dapat dicapai oleh *Remote User Equipment* (RUE) atau pengguna jarak jauh (Peng *et al.*, 2015).

Pada penelitian ini model C-RAN didasarkan pada *fair network traffic management* menggunakan kombinasi fungsi utilitas *Quasi-Linier* pada optimasi masalah konsumen dengan penambahan analisis sensitivitas untuk mengetahui perubahan nilai variabel yang terjadi. Model yang dirancang dalam penelitian ini ditujukan untuk membantu memaksimalkan keuntungan bagi ISP dan pengguna internet. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data penelitian sebelumnya (Rahmadia, 2022) menggunakan data *traffic* untuk membahas mengenai skema jaringan *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) dan diusulkan keterlibatan *fair network traffic management* menggunakan fungsi utilitas

Modified Cobb-Douglas dan fungsi utilitas *Isoelastic* yang dimodifikasi untuk memaksimalkan keuntungan bagi ISP dan pengguna.

1.2 Perumusan Masalah

Menurut latar belakang yang sebelumnya telah diuraikan, didapatkan perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mendesain model C-RAN berdasarkan *fair network* yang menggunakan fungsi utilitas *Quasi-Linier* serta mengoptimalkan keluhan konsumen atas pemanfaatan *bandwidth* menggunakan skema pembiayaan internet.
2. Bagaimana perbandingan solusi optimal yang ada pada model C-RAN, solusi optimal model C-RAN dan *fair network*, solusi optimal model C-RAN, *fair network*, dan fungsi utilitas *Quasi-Linier* pada layanan internet dengan skema pembiayaan internet.
3. Validasi model menggunakan analisis sensitivitas pada model C-RAN *fair network*.

1.3 Pembatasan Masalah

Masalah yang ada pada penelitian ini dibatasi pada 3 hal diantaranya :

1. RUE yang digunakan terhadap RRH sejumlah tiga RUE.
2. RUE yang digunakan terhadap RB sejumlah tiga RUE.
3. Server yang digunakan terhadap RB sejumlah dua server.

1.4 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu :

1. Membentuk model pada C-RAN dengan penambahan *fair network* dan fungsi utilitas *Quasi-Linier* dengan 3 model skema pembiayaan. Model C-RAN ini juga akan mengoptimalkan keluhan pengguna terkait penggunaan *bandwidth*.
2. Mendapatkan solusi optimal dan membandingkannya dengan solusi optimal pada model C-RAN *fair network* dalam 3 skema pembiayaan internet menggunakan fungsi utilitas *Quasi-Linier* dan LINGO 13.0.
3. Mendapatkan hasil dari analisis sensitivitas pada model C-RAN *fair network*.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam :

1. Memberikan informasi kepada para pembaca dan peneliti lainnya tentang optimalisasi pembiayaan yang ada pada jaringan internet menggunakan model C-RAN yang telah diselesaikan.
2. Menjadi pertimbangan bagi ISP agar dapat meningkatkan QoS dengan memanfaatkan model pembiayaan internet yang dipilih dengan fungsi utilitas dan penambahan variabel *fair network*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adtria, K. V., Kamid, K., & Rarasati, N. (2021). Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Jumlah Produksi Makaroni Iko Menggunakan Linear Programming. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 174–182.
- Agarana, M. C., Omogbadegun, Z. O., Bishop, S., & Mark, O. (2018). Sensitivity analysis of linear programming optimization of a manufacturing business. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2238.
- 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.
- Dahanum, I., Mesran, & Zebua, T. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Internet Service Provider Menerapkan Metode Elimination and Choice Translation Reality (Electre). *Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer (KOMIK)*, 1(1), 248–255.
- Dewi, A. A. S. D. S., Tastrawati, N. K. T., & Sari, K. (2017). Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Keuntungan Produksi Busana dengan Metode Simpleks. *Laporan Penelitian Hipertensi*, Universitas Udayana, 4(1102005092), 18.
- Hasibuan, F. S. (2021). Jaringan Komputer Berbasis Radius Server untuk Meningkatkan Pemanfaatan Internet di Madrasah Aliyah Al-Azhaar Ummu Suwanah. *Jurnal Teknik Informatika*, VII(1), 30–39.
- 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.
- Indrawati, Puspita, F. M., Irmeilyana, & Sanjaya, O. (2015). Pembiayaan Internet Menggunakan Fungsi Utilitas Cobb-Douglass. *Prosiding Semirata 2015 Bidang Teknologi Informasi Dan Multi Disiplin*, 108–116.
- Indrawati, Puspita, F. M., Wahyuni, D., Yuliza, E., & Dwipurwani, O. (2021). Improved cloud radio access network based fair network model in internet pricing. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(2), 968–975.
- Indrawati, Puspita, F. M., Yuliza, E., Dwipurwani, O., Putri, Y. E., & Affriyanti. (2019). Improved cloud computing model of internet pricing schemes based on Cobb-Douglas utility function. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1).
- Mahmoodi, T., & Jiang, M. (2016). Traffic Management in 5G Mobile Networks: Selfish Users and Fair Network. *Transactions on Networks and*

Communications, 4(1).

- Pamungkas, S. W., & Pramono, E. (2018). Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Hotspot SMA Negeri XYZ. *E-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi)*, 7-2(2), 142–152.
- 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.
- Puspita, F. M., Arda, S., Sitepu, R., Yunita, Yuliza, E., Octarina, S., & Yahdin, S. (2022). Validation of Improved Dynamic Spectrum and Traffic Management Models of Internet Pricing of Fair DSL-LTE Multiple QoS Network. *Science and Technology Indonesia*, 7(1), 49–57.
- Putri, I. F. (2020). *Analisis Sensitivitas pada Optimalisasi Keuntungan Produsen Tape Sumber Madu Berbantuan Software QM for Windows V5 sebagai Monograf*. Skripsi. Universitas Jember.
- Rahmadia, P. (2022). *Desain Model Dynamic Spectrum Berdasarkan Fungsi Utilitas Modified Cobb-Douglas dan Isoelastic Pada Jaringan Fair DSL-LTE Multiple Quality of Service*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Sari, B. (2014). Diktat Bahan Ajar Matematika Ekonomi Dan Bisnis. In *Mitra Wacana Media*. Universitas Persada Indonesia Y.A.I.
- 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*, 7(2), 877–887.
- Sugiantoro, B., & Mahardhika, Y. B. (2018). Analisis Quality of Service Jaringan Wireless Sukanet WiFi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 191–201.
- Turmudi, A., & Majid, F. A. (2019). Analisis Qos (Quality of Service) Dengan Metode Traffi Shaping Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Pt Toyonaga Indonesia). *Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa*, 9, 37–45.
- 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.
- Wu, S. Y., & Banker, R. D. (2010). Best pricing strategy for information services. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(6), 339–366.