

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN INTERNET
BERDASARKAN *CLOUD RADIO ACCESS NETWORK* (C-RAN)
PADA MANAJEMEN LALU LINTAS *FAIR NETWORK - BUNDLING*
MEMANFAATKAN FUNGSI UTILITAS *PERFECT SUBSTITUTE***

SKRIPSI

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

Oleh :

KHAIRANIL WASHILAH

08011181722004



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

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**MODEL *IMPROVED* PEMBIAYAAN INTERNET
BERDASARKAN *CLOUD RADIO ACCESS NETWORK (C-RAN)*
PADA MANAJEMEN LALU LINTAS *FAIR NETWORK - BUNDLING*
MEMANFAATKAN FUNGSI UTILITAS *PERFECT SUBSTITUTE***

SKRIPSI

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

Oleh :

KHAIRANIL WASHILAH

08011181722004

Indralaya, Juli 2021

Pembimbing Utama



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

**Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika**



Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

- Yang Maha Kuasa Allah SWT.
- Kedua Orang Tuaku Tercinta
- Adik-Adikku Tersayang
- Keluarga Besarku
- Semua Guru dan Dosenku
- Sahabat-Sahabatku
- Almamater Kebanggaanku

Motto :

"Siapa yang menghendaki kehidupan dunia, maka harus disertai dengan ilmu. Dan siapa yang menghendaki kehidupan akhirat, juga harus dengan ilmu."

- Imam Syafi'i -

"Seorang pemenang membandingkan prestasinya dengan tujuan mereka, sedangkan pecundang membandingkan prestasinya dengan pencapaian orang lain."

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillahil'alaamiin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Model Improved Pembiayaan Internet Berdasarkan Cloud Radio Access Network (C-RAN) pada Manajemen Lalu Lintas Fair Network - Bundling Memanfaatkan Fungsi Utilitas Perfect Substitute**" dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabatnya, dan seluruh pengikutnya dari dahulu hingga akhir zaman. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijata.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi ini khusus untuk kedua orang tuaku tercinta Bapak **Zamzami**, dan Ibu **Romdiana Siregar, S.Pd** yang telah merawat, membesarkan, dan mendidik dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta memberi dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a, perhatian dan semangat kepada penulis selama ini. Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan

bimbingan dan pengarahannya dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

2. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si** selaku dosen pembahas dan penguji yang telah memberikan tanggapan, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat untuk perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Herlina Hanum, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama menjalani perkuliahan di Jurusan Matematika.

Selain itu ucapan terima kasih juga kepada :

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak **Drs. Ali Amran, M.T** dan Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Ketua dan Sekretaris Sidang Skripsi ini.
4. **Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, bimbingan, dan nasehat selama penulis menjalani perkuliahan.
5. Bapak **Irwansyah** selaku admin dan Ibu **Hamida** selaku pegawai tata usaha di Jurusan Matematika yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis selama proses seminar sampai dengan sidang.

6. Adikku **Maharatu Rofiqoh** dan **Muhammad Fahmi Asshidqi**, serta keluargaku yang menjadi penyemangat terbesarku dalam menyelesaikan skripsi ini, terima kasih atas dorongan dan motivasi, serta do'a yang selalu dipanjatkan untuk keberhasilanku.
7. Tim bimbingan skripsi, **Ayu** atas bantuan dan kerjasamanya selama penyusunan skripsi ini, juga terkhusus kepada **Weli** dan **Enyta** atas canda tawa dan supportnya selama perkuliahan sampai dengan menyelesaikan skripsi bersama-sama.
8. Sahabatku *One Heart* **Ayu Wulandari**, **Anggri Amelia**, **Enyta Yuniar**, **Feni Oktavia**, **Filda Efriliyanti**, **Ajeng Islamia Putri**, **Elsa Agustin Putri**, **Nur Avisia Calista**, **Tesya Rahmawati** atas kebersamaannya, canda tawa, nasehat, dukungan, dan bantuannya selama perkuliahan ini.
9. Sahabat sekolahku dari SMP dan SMA **Vinda Noviana**, **Af-Idati Nurul 'Ilmi**, **Icha Vidia Ramanza**, **Meiga Laras Lestari**, **Vetty Milyani** yang telah memberi dukungan dan semangat, juga terima kasih telah meluangkan waktu untuk mendengarkan curhatanku baik tentang skripsi maupun yang lainnya.
10. Teman sederah yang sama-sama berjuang di Kampus Unsri, **Ismi** dan **Yana**.
11. Teman-teman seperjuangan Angkatan **2017** atas semua bantuannya, nasehat, dukungan, semangat, canda tawa dan suka duka yang telah dilewati bersama.
12. Kakak tingkat Angkatan **2015**, **2016** terkhusus kepada **Kak Rima**, **Kak Tiya**, **Kak Priska**, **kak Dea** atas bimbingannya dalam organisasi maupun perkuliahan.

13. Adik-adik tingkat Angkatan **2018, 2019** dan **2020** terkhusus **Henny** dan **Muti** atas canda tawanya, semangat serta dukungannya selama perkuliahan.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
15. *The last but not least* kepada diri penulis pribadi yang telah optimis dan berjuang dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Indralaya, Juli 2021

Penulis

**Improved Internet Pricing Model Based on Cloud Radio Access Network
(C-RAN) in Fair Network-Bundling Traffic Management
by Utilizing Perfect Substitute Utility Functions**

Khairanil Washilah

NIM : 08011181722004

RESUME

This study aims to analyze the optimal internet pricing scheme model using the Cloud Radio Access Network (C-RAN) model which is enhanced by involving the Fair Network Traffic Management variable and the Bundling Problem Optimization model. C-RAN is a centralized radio access network connected to cellular antennas to process signals and then transmit them to the core network. The Bundling model is modified with the Consumer Problem Optimization model and the Perfect Substitute utility function. To measure the level of consumer satisfaction, three schemes namely flat fee, usage based, and two-part tariff pricing schemes are applied. This research was completed optimally as a Mixed Integer Nonlinear Programming (MINLP) problem. The improved C-RAN model was modified into two cases and compared to the solution of the original model. With the help of local server data, the maximum profit is Rp. 20.8/KBps in the improved case 1 model by applying a flat fee pricing scheme. These results were completed with the help of LINGO 13.0 software. Based on the analysis that has been done, the results of this study indicate that the improved C-RAN model can be utilized by the Internet Service Provider (ISP) to increase profits.

Keywords : *Cloud Radio Access Network (C-RAN), Fair Network, Bundling, Internet Service Provider (ISP), Mixed Integer Nonlinear Programming (MINLP)*

Model *Improved* Pembiayaan Internet Berdasarkan *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) pada Manajemen Lalu Lintas *Fair Network-Bundling* Memanfaatkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitute*

Khairanil Washilah

NIM : 08011181722004

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa model skema pembiayaan internet yang optimal dengan menggunakan model *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) yang ditingkatkan dengan melibatkan variabel *Fair Network Traffic Management* dan model Optimasi Masalah *Bundling*. C-RAN merupakan jaringan akses radio yang terpusat dan terhubung ke antena seluler untuk memproses sinyal lalu mengirimkannya ke jaringan inti. Model *Bundling* dimodifikasi dengan model Optimasi Masalah Konsumen dan fungsi utilitas *Perfect Substitute*, untuk mengukur tingkat kepuasan konsumen diterapkan 3 skema pembiayaan *flat fee*, *usage based*, dan *two-part tariff*. Penelitian ini diselesaikan secara optimasi sebagai suatu persoalan *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP). Model *improved* C-RAN dimodifikasi menjadi 2 kasus dan dibandingkan dengan solusi dari model original. Dengan bantuan data server lokal maka diperoleh keuntungan maksimum sebesar Rp. 20,8/KBps pada model *improved* kasus 1 dengan menerapkan skema pembiayaan *flat fee*. Hasil ini diselesaikan dengan bantuan *software* LINGO 13.0. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model *improved* C-RAN dapat dimanfaatkan *Internet Service Provider* (ISP) untuk meningkatkan keuntungan.

Kata Kunci : *Cloud Radio Access Network* (C-RAN), *Fair Network*, *Bundling*, *Internet Service Provider* (ISP), *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
RESUME	viii
RANGKUMAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Internet	7
2.2 <i>Internet Service Provider (ISP)</i>	8
2.3 <i>Quality of Service (QoS)</i>	8
2.4 <i>Bandwidth</i>	10
2.5 <i>Cloud Radio Access Network (C-RAN)</i>	10
2.6 Model C-RAN	11
2.7 Model <i>Fair Network Traffic Management</i>	14
2.8 <i>Bundling</i>	14
2.9 Optimasi Masalah <i>Bundling</i>	15
2.10 Optimasi Masalah Konsumen	17
2.11 Fungsi Utilitas	20
2.12 <i>Mixed Integer Nonlinear Programming (MINLP)</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat	22
3.2 Waktu	22
3.3 Metode Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Deskripsi Data	24
4.2 Perumusan Parameter dan Variabel	30
4.3 Penyusunan Model <i>Improved C-RAN</i>	37
4.4 Model Skema Pembiayaan Internet Berdasarkan Pemakaian Data	45
4.4.1 Model Skema Pembiayaan Internet pada <i>Traffic File</i>	46
4.4.1.1 Model Kasus 1 (B_0 sebagai Konstanta dan P^M sebagai Variabel).....	46
4.4.1.2 Model Kasus 2 (B_0 dan P^M sebagai Konstanta)	53

4.4.2	Solusi dan Nilai-Nilai Variabel dari Model Skema Pembiayaan Internet	59
4.4.2.1	Solusi Optimal dari Model Skema Pembiayaan Internet	59
4.4.2.2	Nilai-Nilai Variabel dari Model Skema Pembiayaan Internet	62
4.4.3	Rekapitulasi Solusi Model Skema Pembiayaan Internet ...	68
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 <i>Traffic File</i> Saat Jam Sibuk	25
Tabel 4.2 <i>Traffic File</i> Saat Jam Tidak Sibuk	26
Tabel 4.3 <i>Traffic File</i> yang Dibentuk Menjadi 24 Data ($\beta \geq 10.000$ byte)	27
Tabel 4.4 Data Pemakaian <i>Traffic File</i> Saat Jam Sibuk dan Jam Tidak Sibuk .	30
Tabel 4.5 Parameter untuk Kasus 1 Model <i>Improved C-RAN</i>	31
Tabel 4.6 Parameter untuk Kasus 2 Model <i>Improved C-RAN</i>	32
Tabel 4.7 Variabel untuk Kasus 1 Model <i>Improved C-RAN</i>	33
Tabel 4.8 Variabel untuk Kasus 2 Model <i>Improved C-RAN</i>	34
Tabel 4.9 Nilai – Nilai Parameter pada Data <i>Traffic File</i>	35
Tabel 4.10 Nilai Parameter pada Model <i>Original C-RAN</i>	36
Tabel 4.11 Nilai Parameter pada Model <i>Original Bundling</i>	36
Tabel 4.12 Nilai Parameter untuk Masalah Konsumen	37
Tabel 4.13 Solusi Optimal Model C-RAN dan <i>Fair Network</i>	60
Tabel 4.14 Solusi Optimal Model <i>Improved C-RAN</i>	60
Tabel 4.15 Nilai-Nilai Variabel untuk Model <i>Improved C-RAN</i>	62
Tabel 4.16 Rekapitulasi Solusi Model Skema Pembiayaan Internet	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan pengguna internet di Indonesia bahkan di dunia saat ini sedang mengalami kenaikan yang sangat drastis. Hal ini didorong oleh kemajuan teknologi yang semakin pesat, serta kondisi saat ini yang membuat masyarakat lebih banyak beraktivitas menggunakan media komputer dan internet. Banyak kelebihan yang ditawarkan internet, diantaranya koneksi yang relatif terjangkau dan ketersediaan informasi yang tidak terbatas. Keadaan ini membuat internet menjadi alternatif utama dalam memenuhi segala kebutuhan, terutama kebutuhan akan informasi dan pendidikan yang memberikan nilai positif bagi aktivitas masyarakat. Dengan begitu, penting bagi penyedia layanan internet atau *Internet Service Provider* (ISP) meningkatkan kualitas layanan. Memberikan pelayanan terbaik bagi konsumen, sehingga konsumen merasa terpenuhi kebutuhannya dan ISP tetap memperoleh keuntungan yang optimal.

Pendekatan dinamis dalam memodelkan skema pembiayaan internet dapat memberikan keuntungan maksimum bagi ISP, dimana skema yang diberikan dapat mengukur kepuasan penyedia layanan dan *user* sebagai pengguna layanan. Dalam bidang optimasi ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menentukan rencana pembiayaan internet. Berdasarkan penelitian sebelumnya Wahyuni *et al.*, (2019) tentang efisiensi konsumsi *bandwidth* yang berfokus pada skema pembiayaan internet, yang membahas mengenai pembiayaan internet berbasis *Cloud Radio Access Network* (C-RAN) ditambahkan dengan variabel

jaringan yang adil atau *Fair Network Traffic Management* untuk meningkatkan kualitas layanan atau *Quality of Service (QoS)* antar pengguna internet. Selain itu, Puspita and Oktaryna (2017) membahas mengenai solusi pembiayaan internet yang menggabungkan beberapa model optimasi untuk menyelesaikan masalah *bundling*, masalah konsumen, dan fungsi utilitas di beberapa jaringan untuk meningkatkan nilai QoS.

Menurut Wijaya and Kinder (2020) *bundling* atau *bundle pricing* adalah penjualan dua atau lebih produk yang berbeda dalam satu paket harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan harga jual produk secara terpisah. Selain dari harga *bundling* yang ditawarkan, konsumen juga diharapkan memiliki ketertarikan dengan isi produk yang disajikan dalam bentuk *bundle*. Tanpa menghiraukan keuntungan yang harus didapatkan ISP, strategi ini menarik untuk diteliti untuk mengetahui hasil yang akan diperoleh jika skema pembiayaan internet menerapkan strategi *bundling*.

Dalam tujuan memaksimalkan tingkat kepuasan konsumennya *bundle pricing* menawarkan tiga skema pembiayaan berdasarkan biaya tetap (*flat fee*), berdasarkan pemakaian (*usage based*) dan berdasarkan tarif dua bagian (*two part tariff*). Terkait model *improved* yang diteliti oleh Puspita and Oktaryna (2017) membuktikan bahwa model *bundling* yang melibatkan fungsi utilitas lebih baik dari model *bundling* yang tidak melibatkan fungsi utilitas. Ada beberapa jenis fungsi utilitas, diantaranya yaitu fungsi utilitas *perfect substitute*, Quasi Linier, Cobb Douglas dan fungsi utilitas *bandwidth* (Hutchinson, 2011). Pada penelitian ini menggunakan fungsi utilitas *perfect substitute*, dimana dengan fungsi utilitas

tersebut penyedia layanan memiliki lebih banyak pilihan dalam menerapkan skema harga yang mampu menarik pelanggan untuk bergabung dengan skema.

Penelitian ini mengacu pada model dan hasil dari penelitian Puspita and Oktaryna (2017), Indrawati *et al.*, (2017) dan Wahyuni *et al.*, (2019). Model yang akan dibentuk merupakan penggabungan beberapa model dari penelitian tersebut, yakni model C-RAN yang fokusnya pada pengiriman *bandwidth*, kemudian *Fair Network Traffic Management* untuk mengelola lalu lintas jaringan agar aplikasi atau pengguna menerima sumber yang adil, selanjutnya model *Bundle Pricing* yang dikembangkan dengan optimasi masalah konsumen dan fungsi utilitas untuk memaksimalkan tingkat kepuasan konsumen.

Model C-RAN merupakan salah satu kekuatan penelitian ini karena C-RAN merupakan ilmu yang sedang berkembang di bidang teknologi informasi, mendukung standar komunikasi nirkabel 2G, 3G, 4G dan masa depan. C-RAN dikenal seperti komputasi radio yang mengabdikan *Base Transceiver Station* (BTS) yang terfokus dan terhubung ke antena seluler menjelang mengurus indikasi kelak mengirimkannya ke saluran inti. Beberapa istilah dalam arsitektur jaringan seperti *Remote Radio Heads* (RRH) atau pengolahan peralatan radio yang gunanya memantau masalah dalam jaringan, *Resource Block* (RB) atau daya transmisi merupakan suatu unit yang dapat meningkatkan kecepatan pengiriman data kepada pengguna. Pengguna dalam hal ini merupakan sebuah perangkat yang digunakan *user* untuk berkomunikasi dengan jaringan, disebut *Remote User Equipment* (RUE). RUE dapat berupa *smartphone*, laptop, atau perangkat lainnya.

Bentuk pemodelan matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP), dimana MINLP membahas bagian yang sangat umum dalam masalah pengoptimalan seperti meminimumkan biaya dan memaksimalkan keuntungan. Penelitian sebelumnya oleh Wahyuni dkk., (2019) telah memperoleh keuntungan maksimal ISP yaitu sebesar Rp 1/KBps. Sehingga dinilai perlu melakukan riset lebih lanjut untuk meningkatkan keuntungan dan kualitas dari ISP. Model yang telah dibentuk divalidasi dengan cara menyelesaikan model menggunakan data sekunder yang diperoleh dari server lokal di kota Palembang.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang terhadap penelitian, dapat dirumuskan beberapa pertanyaan berikut :

1. Bagaimana menentukan model C-RAN yang ditambahkan variabel *Fair Network* dan model *Bundle Pricing* yang dikombinasikan dengan optimasi masalah konsumen dan fungsi utilitas *perfect substitute* terhadap konsumsi *bandwidth* dengan skema pembiayaan *flat fee, usage based* dan *two part tariff*.
2. Bagaimana solusi optimal antara model C-RAN dan *Fair Network* dibandingkan dengan solusi optimal model C-RAN, *Fair Network* dan *Bundle Pricing* dalam pembiayaan internet dengan tiga skema pembiayaan.

1.3. Pembatasan Masalah

Pertanyaan untuk penelitian ini dibatasi oleh :

1. Penggunaan *Remote User Equipment* (RUE) terhadap *Remote Radio Heads* (RRH) dipilih sebanyak tiga RUE yang disesuaikan dengan kemampuan *solver* LINGO 13.0.
2. Penggunaan RUE terhadap *Resource Block* (RB) dipilih sebanyak tiga RUE yang disesuaikan dengan kemampuan *solver* LINGO 13.0.
3. Penggunaan server terhadap RB dipilih sebanyak dua server yang disesuaikan dengan kemampuan *solver* LINGO 13.0.
4. Jumlah konsumen i ($i = 1, 2, 3$), jumlah layanan j ($j = 1, 2$) dan jumlah jaringan yang digunakan k ($k = 1, 2$) terhadap pemakaian data *traffic file*.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh model C-RAN yang telah ditambahkan variabel *Fair Network* dan model *Bundle Pricing* yang dikombinasikan dengan optimasi masalah konsumen dan fungsi utilitas *perfect substitute* terhadap konsumsi *bandwidth* dengan skema pembiayaan *flat fee, usage based* dan *two part tariff*.
2. Mengetahui perbandingan solusi dari model C-RAN dan *Fair Network* dengan solusi model C-RAN, *Fair Network* dan *Bundle Pricing* yang telah ditambahkan optimasi masalah konsumen dan fungsi utilitas.

1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Dengan menambahkan variabel *Fair Network* dan *Bundle Pricing* untuk meningkatkan kualitas layanan, menjadi pertimbangan bagi penyedia layanan dalam menentukan model pembiayaan internet berbasis C-RAN.
2. Memberikan informasi kepada pembaca dan peneliti lain tentang penggunaan model C-RAN yang dioptimalkan sebagai MINLP untuk mengoptimalkan pembiayaan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Bussieck, M. R. and Pruessner, A. (2006). Mixed-integer nonlinear programming, *International Series in Operations Research and Management Science*, 84(1), pp. 373–395.
- Hutchinson, D. E. (2011) ‘Review of Utility Functions’, *Economics* 313, 1–5.
- Indrawati, Fitri Maya Puspita, Sri Erlita, and Inosenisus Nadeak. (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.
- Jiang, M. and Mahmoodi, T. (no date) *Traffic Management in 5G Mobile Networks: Selfish Users and Fair Network*, *nms.kcl.ac.uk*. Available at: <https://nms.kcl.ac.uk/toktam.mahmoodi/files/MJ16.pdf> (Accessed: 23 April 2021).
- Nugroho, N. and Purnama, B. (2012). Perancangan Inovasi Konten Web Radio Streaming dan Podcasting pada radio Puspa Fm Pacitan. *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 4(4): 56–62.
- Olagunju, A. T., Olugasa, O. and Lalude, O. M. (2021). Social Media and the Liabilities of Internet Service Providers in Nigeria, *Society & Sustainability*, 3(1): 1–9.
- Peng, Mugen., Zhang, Kecheng., Jiang, Jiamo., Wang, Jiaheng., and Wang, Wenbo. (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. and Oktaryna, M. (2017). Improved bundle pricing model on wireless internet pricing scheme in serving multiple qos network based on quasi-linear utility function, in *ICECOS 2017 - Proceeding of 2017 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science: Sustaining the Cultural Heritage Toward the Smart Environment for Better Future*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 38–43.
- Sahinidis, N. V. (2019). Mixed-integer nonlinear programming 2018, *Optimization and Engineering*, 20(2): 301–306.
- Wahyuni, D., Indrawati, I. and Puspita, F. (2019). *Improved Cloud Radio Access Network (C-Ran) Model Dengan Fair Network Traffic Management pada Efisiensi Konsumsi Bandwidth*. Available at:

<https://repository.unsri.ac.id/25946/> (Accessed: 23 April 2021).

- Wijaya, A. and Kinder, L. (2020). Pengaruh Price Bundling dan Product Bundling terhadap Niat Membeli yang Dimoderasi oleh Barang Komplementaritas, *Jurnal Manajemen*, 17(1): 28–38.
- Wu, Jun., Zhifeng Zhang., Yu Hong., and Yonggang Wen. (2015). Cloud radio access network (C-RAN): A primer, *IEEE Network*, 29(1): 35–41.
- Wu, S.-Y. and Banker, R. D. (2010) *Best Pricing Strategy for Information Services Best Pricing Strategy for Information Services*, *Journal of the Association for Information Systems*.
- Wu, Shin Yi., Lorin M. Hitt., Pei Yu Chen., and G. Anandalingam. (2008). Customized bundle pricing for information goods: A nonlinear mixed-integer programming approach, *Management Science*, 54(3): 608–622.
- 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.