

**IMPROVED MODEL  
DLINK CLOUD RADIO ACCESS NETWORK (C-RAN)  
PADA EFISIENSI KONSUMSI BANDWIDTH DALAM JARINGAN**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :  
ROSA APRIANI S  
NIM 08011281419039**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
AGUSTUS 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPROVED MODEL DOWNLINK CLOUD RADIO ACCESS NETWORK  
(C-RAN) PADA EFISIENSI KONSUMSI BANDWIDTH  
DALAM JARINGAN**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Matematika

Oleh

**ROSA APRIANI, S  
NIM. 08011281419039**

Indralaya, Juli 2018

Pembimbing Kedua

Pembimbing Utama

Indrawati, M.Si.  
NIP. 19710610 199802 2 001

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

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**“Cukuplah Allah bagiku,  
sebaik-baik pelindung dan penolong”  
(QS.Al-Imran :173)**

**“Never stop learning, because life never stops  
teaching”  
(Hitam Putih)**

**Skripsi ini kupersembahkan  
kepada:**

- Allah SWT dan Rasulullah
- Kedua Orangtuaku Tercinta
- Keluargaku
- Dosen dan Guruku
- Sahabat dan Teman-teman
- Almamater

## KATA PENGANTAR

*Assalammu'alaikum wr. wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat, karunia, kasih sayang, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Improved Model Downlink Cloud Radio Access Network (C-RAN) pada Efisiensi Konsumsi Bandwidth dalam Jaringan**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, yaitu Bapak **Suprin. M** dan Ibu **Dewi Murni** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi, do'a, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc**, selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia memberikan ide-ide cemerlang, meluangkan banyak waktu, tenaga, dan memberikan arahan dengan penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran, nasehat, motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu **Indrawati, M.Si**, selaku Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, pikiran, tenaga dan memberikan arahan dengan

penuh perhatian, pengertian, dan kesabaran, nasehat, serta motivasi yang bermanfaat kepada penulis untuk membimbing pengerjaan skripsi ini.

3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si**, selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu **Evi Yuliza, M.Si**, selaku Dosen Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan, arahan dan saran selama masa perkuliahan.
7. **Seluruh Dosen** Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. **Kak Irwansyah** dan **Ibu Hamidah**, atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

9. Kakakku **Febi** tercinta, yang selalu telah mau direpotkan, atas segala bantuan dukungan dan perhatian yang telah diberikan, selalu mengingatkan saya akan skripsi ini.
10. **Seluruh keluarga besarku** tercinta, untuk dukungan, perhatian, kasih sayang dan doa yang selalu dipanjatkan selama ini untuk keberhasilanku menyelesaikan skripsi ini.
11. Untuk sahabat-sahabatku yang tersayang **Intan, Karin, Djian, Sandra, Ayu Mar**, atas motivasi, semangat, serta dukungannya
12. Untuk sahabat-sahabat seperjuanganku **Ayu gemes, Ghea, Dema, Devi, Halizah, Bauty, Chai, Lady, Anys, Bella** atas motivasi, dukungan, dan nasihat yang kalian berikan selama ini.
13. Untuk teman-teman seperjuanganku dibangku perkuliahan **Soleh, Tiara, Aini, Eel, Yunita, Habib, Bangladesh, Wede, Ochak, dan seluruh teman-teman angkatan 2014** untuk semangatnya, bantuannya, kebahagiaan, canda dan tawa dan hari-hari yang sudah dijalani bersama.
14. Rekan-rekan di **Himastik dari Angkatan 2012, Angkatan 2013, Angkatan 2014, Angkatan 2015, Angkatan 2016, dan Angkatan 2017** yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu namanya atas kebersamaan, rasa kekeluargaan, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan.
15. Keluarga kosan Muslimah **Mpid, Ria, Yuk Pil, Yuk Dev, Musda, Icha, Sisi, Ghea, dan lain-lain** atas kebersamaan, kekeluargaan, keceriaan, motivasi dan dukungannya.
16. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

*Wassalammu'alaikum wr. wb.*

Indralaya, Agustus 2018

**Penulis**

# **IMPROVED DOWNLINK CLOUD RADIO ACCESS NETWORK (C-RAN) MODEL OF BANDWIDTH CONSUMPTION EFFICIENCY**

**By:**

**Rosa Apriani. S  
08011281419039**

## **ABSTRACT**

This research attempts to improve and analyze the optimal networking pricing schemes by using downlink C-RAN model. Downlink C-RAN is cloud computing which focuses on transmitting centralized data and connecting to mobile antennas and sending them to radio antennas network by backhaul digital linked. This research was solved as a problem of Mixed Integer Linear Programming (MILP). An optimal pricing scheme is applied to a local data server, including IPSE traffic and proxy. Downlink C-RAN model was divided into VI cases based on using bandwidth consumption and time such as busy time used dynamic BS clustering model and used static BS clustering to others. The maximum result obtained in case II by using dynamic BS clustering with a value of 3521.865/kbps. Downlink C-RAN model established is solved by using LINGO. Based on the analysis that has been done, the results of this research showed that; dynamic BS clustering model can be utilized to maximize revenue by resetting the sales of networking connections.

**Keywords :** *Downlink C-RAN, Bandwidth, Dynamic BS Clustering, Static BS Clustering, MILP, LINGO*

# **MODEL PERBAIKAN DOWNLINK CLOUD RADIO ACCESS NETWORK (C-RAN) PADA EFESIENSI KONSUMSI BANDWIDTH DALAM JARINGAN**

Oleh:

**Rosa Apriani. S  
08011281419039**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisa model skema pembiayaan jaringan yang optimal dengan menggunakan model *Downlink C-RAN*. *Downlink C-RAN* merupakan komputasi radio awan yang mana *C-RAN* berfokus pada pengiriman data yang terpusat dan terhubung ke antena seluler dan mengirimkannya ke menara antena radio melalui tautan *backhaul* digital. Penelitian ini diselesaikan secara optimasi sebagai suatu persoalan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Skema pembiayaan jaringan yang optimal diterapkan pada suatu data server lokal, meliputi *traffic lpse* dan *proxy*. Model *Downlink C-RAN* dibagi menjadi VI kasus yang berbeda berdasarkan pemakaian konsumsi *bandwidth* dan waktu pemakaian yakni pada saat jam sibuk menggunakan model *dynamic bs clustering* dan jam tidak sibuk menggunakan *static bs clustering*. Hasil paling maksimum diperoleh pada kasus II dengan menggunakan *dynamic bs clustering* sebesar 3521,865/kbps. Model yang digunakan diselesaikan dengan bantuan program LINGO. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model *downlink C-RAN*; *dynamic bs clustering* dapat dimanfaatkan untuk memaksimumkan pendapatan dengan melakukan pengaturan ulang pada penjualan koneksi jaringan.

**Kata Kunci :** *Downlink C-RAN, Bandwidth, Dynamic Bs Clustering, Static Bs Clustering, MILP, LINGO*

## **DAFTAR ISI**

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Jaringan ( <i>Networking</i> ) .....	5
2.2. Base-Station (BSs) .....	8
2.3. <i>Downlink Cloud Radio Access Network (C-RAN)</i> .....	8
2.4. <i>Bandwidth</i> .....	9
2.5. MILP .....	10
2.6. Model <i>Downlink C-RAN; Dynamic Bs Clustering</i> .....	10
2.6. Model <i>Downlink C-RAN; Static Bs Clustering</i> .....	12

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat .....	14
3.2. Waktu .....	14
3.3. Metode Penelitian .....	14

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Deskripsi Data .....	16
4.2 Pendefinisian Parameter dan Variabel.....	26
4.3 Skema Pembiayaan Jaringan Berdasarkan Pemakaian Data LPSE .....	35
4.3.1 Model Kasus I .....	35

4.3.1.1 Solusi dan Nilai-Nilai Variabel dari Model	
Skema Pembiayaan Jaringan pada Kasus I.....	40
4.3.2 Model Kasus II.....	44
4.3.2.1 Solusi dan Nilai-Nilai Variabel dari Model	
Skema Pembiayaan Jaringan pada Kasus II.....	45
4.3.3 Model Kasus III.....	49
4.3.3.1 Solusi dan Nilai-Nilai Variabel dari Model	
Skema Pembiayaan Jaringan pada Kasus III.....	51
4.4 Skema Pembiayaan Jaringan Berdasarkan Pemakaian Data Proxy .....	56
4.4.1 Model Kasus IV.....	56
4.4.1.1 Solusi Optimal pada model <i>Donwnlink C-RAN dengan Data Traffic Proxy</i> pada Kasus IV.....	57
4.4.2 Model Kasus V.....	61
4.4.3 Model Kasus VI.....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 <i>Traffic</i> pada <i>Lpse</i> untuk Data Saat Jam Tidak Sibuk.....	17
Tabel 4.2 <i>Traffic</i> pada <i>Lpse</i> untuk Data Saat Jam Sibuk.....	18
Tabel 4.3 <i>Traffic</i> pada <i>Lpse</i> untuk Data Model <i>Static Bs Clustering</i> .....	20
Tabel 4.4 Data <i>Traffic Proxy</i> pada Saat Jam Tidak Sibuk.....	21
Tabel 4.5 <i>Traffic</i> pada <i>Proxy</i> untuk Data Saat Jam Sibuk.....	22
Tabel 4.6 <i>Traffic</i> pada <i>Proxy</i> untuk Data Model <i>Static Bs Clustering</i> .....	25
Tabel 4.7 Parameter untuk Setiap Kasus pada Model <i>Downlink C-RAN</i> .....	27
Tabel 4.8 Variabel untuk Setiap Kasus pada Model <i>Downlink C-RAN</i> .....	29
Tabel 4.9 Nilai –Nilai Parameter <i>Traffic Lpse</i> dan <i>Traffic Proxy</i> Model <i>Dynamic Bs Clustering</i> Saat Jam Sibuk.....	30
Tabel 4.10 Nilai –Nilai Parameter <i>Traffic Lpse</i> dan <i>Traffic Proxy</i> Model <i>Dynamic Bs Clustering</i> Saat Jam Tidak Sibuk.....	32
Tabel 4.11 Nilai –Nilai Parameter <i>Traffic Lpse</i> dan <i>Traffic Proxy</i> Model <i>Static Bs Clustering</i> .....	33
Tabel 4.12 Nilai Parameter pada Model <i>Downlink C-RAN</i> .....	35
Tabel 4.13 Solusi Optimal pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus I.....	40
Tabel 4.14 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus I.....	41

Tabel 4.15 Solusi Optimal pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus II.....	45
Tabel 4.16 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus II.....	46
Tabel 4.17 Solusi Optimal pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus III.....	52
Tabel 4.18 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Lpse</i> pada Kasus III.....	52
Tabel 4.19 Solusi Optimal pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kasus .....	57
Tabel 4.20 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kondisi IV.....	58
Tabel 4.21 Solusi Optimal pada model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kasus V.....	61
Tabel 4.22 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kasus V.....	62
Tabel 4.23 Solusi Optimal pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kasus VI.....	68
Tabel 4.24 Nilai Solver Status pada Model <i>Downlink C-RAN</i> dengan Data <i>Traffic Proxy</i> pada Kasus VI.....	69
Tabel 4.25 Hasil Rekapitulasi Solusi Model Skema Pembiayaan Jaringan pada <i>Traffic Lpse</i> dan <i>Traffic Proxy</i> .....	72

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap kebutuhan komunikasi dan informasi mendorong kemajuan sarana komunikasi dan informasi yang pesat setiap tahunnya. Kemajuan yang pesat dalam dunia informasi dan komunikasi menjadikan berkembangnya sarana jaringan komunikasi dan informasi yang beragam. Perkembangan ini diikuti dengan inovasi dalam penggunaan jaringan (Kusnawi, 2009).

Jaringan dapat diartikan sebagai sebuah sistem operasi yang terdiri atas sejumlah komputer dan perangkat jaringan lainnya yang bekerja bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan yang sama atau suatu jaringan kerja yang terdiri dari titik-titik (*nodes*) yang terhubung satu sama lain, dengan atau tanpa kabel. (Melwin, 2005).

Jaringan mengelola sumber daya lebih efisien, membantu mempertahankan informasi agar tetap andal dan *up-to-date*, mempercepat berbagi data atau *data sharing*, serta sebagai *resource sharing* dimana dapat menggunakan sumber daya yang ada secara bersama-sama (Jafar, 2012). Permasalahan kecepatan akses dengan jangkauan yang luas, kapasitas, dan kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) menarik perbincangan dalam dunia optimasi (Tan *et. al*, 2011).

Peningkatan jumlah perangkat seluler dengan akses layanan yang ada dimana-mana mengharuskan sebuah sistem yang mendukung hal tersebut, *wireless system* generasi 5G (*Fifth Generation*) adalah solusinya. Untuk mewujudkan sistem *wireless*

5G dikembangkan dua teknologi yang memungkinkan mendukung hal tersebut yakni *ultra-dense small cell* dan *cloud computing*. Dengan adanya *ultra-dense*, kekuatan sinyal yang diterima user meningkat karena porsi jarak yang dikurangi pada *Base-stations* (BSs). Namun, ketika jarak *user* dekat dengan lokasi BSs, maka potensi terekspos *inter-cell* lebih banyak daripada *user* lainnya (Dai and Yu, 2014). Hal inilah yang akan mengakibatkan limit dalam *cellular network*. C-RAN merupakan skema jaringan terbaru dalam dunia teknologi informasi yang dapat mengatasi masalah tersebut (Keishuke *et. al*, 2015).

C-RAN atau komputasi radio awan yang mana C-RAN berfokus pada pengiriman data yang menggunakan *base station* (BSs) yang terpusat dan terhubung ke antena seluler atau *central processor* (CP) dan mengirimkannya ke menara antena radio melalui tautan *backhaul* digital.

Dengan adanya *Downlink* CRAN pada skema pembiayaan jaringan dapat memaksimumkan keuntungan pendapatan *revenue* yang diterima ISP dengan memperhatikan aspek *bandwidth*.

Penelitian ini memodelkan dan memaksimumkan pendapatan *revenue* dengan memperhatikan aspek konsumsi *bandwidth* dalam jaringan dengan menggunakan model *Downlink* C-RAN yang didasari oleh Dai and Yu (2014). Penelitian model *Downlink* C-RAN terhadap konsumsi *bandwidth* masih jarang ditemukan dalam beberapa tahun terakhir. Model *Downlink* C-RAN yang digunakan akan diperbaiki dengan menambah dan menentukan parameter dan variabel keputusan dalam mempertimbangkan dan mencari solusi dari model *Downlink* C-RAN. Selain model *Downlink* C-RAN, penelitian ini juga menggunakan model *Mixed Integer Nonlinear*

*Programing* (MINLP). Model *Mixed Integer Nonlinear Programing* (MINLP) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk memformulasikan optimasi (Bussieck, 2003). Fungsi objektif dan batasannya bersifat nonlinear serta variabel-variabel keputusannya memiliki nilai integer.

Model *Downlink C-RAN* yang dibahas yaitu terkait dengan perluasan jaringan dari *wired* ke jaringan *wireless* dengan menggunakan data sekunder. Data yang digunakan merupakan data *traffic Ipse* dan *traffic Proxy*. Data *traffic* merupakan jumlah pemakaian *bandwidth* untuk akses jaringan. Data yang digunakan yang diperoleh dari server lokal di Palembang karena data yang akan digunakan merupakan bagian dari penelitian. Data dikelompokkan berdasarkan pemakaian konsumsi dan *scheduling time* menjadi dua model *Downlink C-RAN* yang berbeda yakni *Dynamic Bs Clustering* dan *Static Bs Clustering* yang didasari oleh Dai and Yu (2014).

## 1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana memodelkan dan memaksimumkan pendapatan (*revenue*) dengan memperhatikan aspek konsumsi *bandwidth* dari model *Downlink C-RAN* ke dalam model *Dynamic Bs Clustering* dan *Static Bs Clustering* pada skema pembiayaan jaringan sebagai masalah *Mixed Integer Linear Programming*.

### **1.3. Pembatasan Masalah**

Masalah pada penelitian ini dibatasi dengan pemakaian jumlah rata-rata konsumsi pemakaian bandwidth selama 29 hari, *Transmit power budget* atau kapasitas daya tampung pemakaian *bandwidth*, Ketetapan *Channel State Information* (CSI) pada C-RAN dibatasi sesuai dengan data *traffic Proxy* dan *traffic Ipse* yang diperoleh dari server lokal di Palembang.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan dan memaksimumkan pendapatan revenue dengan memperhatikan aspek konsumsi *bandwidth* dari model *Downlink* C-RAN ke dalam model *Dynamic Bs Clustering* dan *Static Bs Clustering* pada skema pемbiayaan jaringan sebagai *Mixed Integer Linear Programming*.

### **1.5 Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat :

1. Memaksimumkan keuntungan bagi penyedia layanan jika memanfaatkan model *Downlink* C-RAN dengan variabel-variabel keputusan.
2. Bagi peneliti sebagai tambahan wawasan mengenai solusi optimum model *Downlink* C-RAN pada jaringan terhadap konsumsi *bandwidth* yang diselesaikan secara optimasi dan dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Raweshidy, H. and Komaki, S. (2002). *Radio Over Fiber Technologies For Mobile Communications Networks*. Journal of Science and Technology Division.
- Bussieck, M. R. (2003). *Mixed-Integer Nonlinear Programming*. GAMS Development Corporation.
- Dai, B., and Yu, W. (2014). *Sparse Beamforming and User-Centric Clustering for Downlink Cloud Radio Access Network*. IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2.
- Jafar, M. (2012). *Jaringan Komputer dan Pengertiannya*. <http://ilmukomputer.org>. Diakses pada 25 Februari 2018.
- Keisuke Miyanabe, Katsuya Suto, Zubair Md. Fadlullah, Hiroki Nishiyama, Nei Kato, Hirotaka Ujikawa and Kenn-Ichi Suzuki. (2015). *A Cloud Radio Access Network with Power Over Viber Toward 5G Networks: QoE-guaranteed Design and Operation*. IEEE Wireless Communications, 22(4), 58-64.
- Kusnawi. (2009). *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Amikom
- Lu, C., Berg, M., Trojer, E., Erikson, P., Laraqui, K., Tidblad, V. O., and Almeida, H. (2014). *Connecting the Dots: Small Cells Shape Up for High-Performance Indoor Radio*. The Communications Technology Journal.
- Marsch, P. and Fettweis, G. (2008). *On Base Station Cooperation Schemes for Downlink Network MIMO Under A Constrained Backhaul*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE Global Communications Conference. (GLOBECOM), 1-6.
- Maryono, Y., dan Istiana, B. P. (2008). *Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Yogyakarta: PT Gramedia.
- Melwin, S. (2005). *Pengantar Jaringan Komputer*. Yogyakarta: Andi.

- Park, H. S., Simeone, O., Sahin, O., and Shitz, S. S. (2013). *Multi-Hop Backhaul Compression for the Link of Cloud Radio Access Networks*. Wireless Communications and Signal Processing Research, 1312-7135.
- Park, H. S., Simeone, O., Sahin, O., and Shitz, S. S. (2014). *Fronthaul Compression For Cloud Radio Access Networks: Signal Processing Advances Inspired by Network Information Theory*. IEEE Signal Processing Magazines, 31(6). 69-79.
- Peng, M., Sun, Y., Li X., Mao, Z., and Wang, C. (2016). *Recent Advances in Cloud Radio Access Networks: System Architectures, Key Techniques and Open Issues*. Journal of IEEE Communications Surveys and Tutorials, X(Y).
- Petrucci, V., Loques, O., and Mosse, D. (2010). *A Dynamic Optimization Model for Power and Performance Management of Virtualized Clusters*. Paper presented at the Proceedings of the 1st International Conference on Energy-Efficient Computing and Networking, 225-233.
- Rao, X. and Lau, K. N. V. (2015). *Distributed Fronthaul Compression and Joint Signal Recovery in Cloud-RAN*. IEEE Transaction on Signal Processing Research, 63(4).
- Riadi, I. (2010). *Optimasi Bandwidth Menggunakan Traffic Shapping*. Informatika, 4(1).
- Rost, P., Bernados, J. C., Domenico, D. A., Girolamo, D. M., Lalam, M., Maeder A., Sabella, D., and Wubben, D. (2014). *Cloud for flexible 5G Radio Access Network*. IEEE Communications Magazines, 68-76.
- Shi, Y., Zhang, J., and Latief, B. K. (2016). *Group Sparse Beamforming for Green Cloud Radio Access Networks*. IEEE Dept of ECE: The Hongkong University of Science and Technology.
- Simeone, O., Maeder, A., Peng, M., Sahin, O., and Yu, W. (2016). *Cloud Radio Access Network: Virtualizing Wireless Access For Dense Heterogeneous System*. Journal of Communication and Network, 18(2).
- Sritrusta, S. (2008). *Jaringan Komputer*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

- Tan, W. C., Chiang, M., and Srikant, R. (2011). *Maximizing Sum Rate and Minimizing MSE on Multiuser Downlink: Optimality, Fast Algorithms, and Equivalence via Max-Min SINR*. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Communications.
- Wagito. (2005). *Jaringan Komputer Teori dan Implementasi Berbasis Linux*. Yogyakarta: Gaya Media.