



PENYELARASAN
GANGGUAN
ANTARA SEL
DALAM KOMUNIKASI TANPA WAYAR



.2

NOOR SHAHIDA MOHD KASIM



**PENYELARASAN
GANGGUAN
ANTARA SEL
DALAM KOMUNIKASI TANPA WAYAR**

NOOR SHAHIDA MOHD KASIM

Penerbit UTeM Press
Universiti Teknikal Malaysia Melaka
2024

© Universiti Teknikal Malaysia Melaka
ISBN: 978-629-7658-00-1

CETAKAN PERTAMA 2024

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan dalam sebarang bentuk menggunakan sebarang alat sama ada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada pihak Penerbit UTeM Press, Universiti Teknikal Malaysia Melaka.

Ahli Majlis Penerbitan Ilmiah Malaysia (MAPIM)
Ahli Persatuan Penerbit Buku Malaysia (MABOPA)

Ahli Clarivate Analytics PERPUSTAKAAN
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

No. Aksesori	No. Panggilan
87517064	TK 5103.2 N.74 2024
Penyunting dan Pemancar: Syed Najib Syed Sultan	
Editor Naskhah: Rahizah Abdul Rahman	
Petaka Kulit: Zulkifli Maskuri	16 FEB 2024 117/160219

Pengatur Huruf:

Ahmad Masmulyadi Mohd Yusof

Diterbitkan dan Dicetak di Malaysia oleh:

Penerbit UTeM Press

Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Hang Tuah Jaya, 76100 Durian Tunggal, Melaka, Malaysia.

Tel: +606 270 1241 Faks: +606 270 1038



Data Pengkatalogan dalam Penerbitan

Perpustakaan Negara Malaysia

Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia

ISBN 978-629-7658-00-1

— © KANDUNGAN © —

Prakata	xi
Penghargaan	xiii
Senarai Singkatan.....	xv
Pendahuluan	xix

BAB 1: PENGENALAN KEPADA KOMUNIKASI

TANPA WAYAR..... 1

1.1 Pengenalan.....	1
1.2 Komunikasi Tanpa Wayar	6
1.3 Masalah Utama dalam Komunikasi Tanpa Wayar	7
1.4 Kaedah Penyelesaian.....	10
1.4.1 Algoritma Tamak (<i>Greedy Algorithm</i>)	10
1.4.2 Algoritma Pengisian Air	11
1.4.3 Algoritma Peruntukan Kuasa Dioptimumkan	12

BAB 2: PENGENALAN KEPADA EVOLUSI JANGKA

PANJANG – TERMAJU..... 15

2.1 Pengenalan.....	15
2.2 Evolusi Jangka Panjang-Termaju (<i>LTE-Advanced</i>)	16
2.2.1 Penghantaran Rangkaian MIMO (NetMIMO)	19
2.2.2 Model Rangkaian MIMO.....	21
2.2.3 Model Lapisan Fizikal Pautan Turun untuk Bertilang Pengguna.....	22
2.2.4 Penggunaan Semula Frekuensi Pecahan Dinamik (DFFR).....	23

2.2.5 Nisbah Gangguan Isyarat Terhadap Hingar (SINR).....	26
2.2.6 Model Gangguan.....	27
2.2.7 Rangkaian MIMO: <i>Zero Forcing</i> (ZF).....	28

BAB 3: PENYELARASAN GANGGUAN ANTARA SEL..... 31

3.1 Pengenalan.....	31
3.2 Penyelarasan Gangguan Antara Sel Statik.....	35
3.2.1 Penggunaan Semula Frekuensi.....	35
3.2.2 Penggunaan Semula Frekuensi Pecahan.....	37
3.2.3 Penggunaan Semula Frekuensi Lembut.....	41
3.2.4 Penggunaan Semula Frekuensi Pecahan Dinamik.....	43
3.2.5 Penggunaan Semula Frekuensi Separa.....	44
3.3 Penyelarasan Gangguan Antara Sel Dinamik.....	45
3.3.1 Teori Graf.....	46
3.3.2 Teknik Kuasa Minimum.....	47

BAB 4: PENGGUNAAN SEMULA FREKUENSI

PECAHAN DINAMIK.....	57
4.1 Pengenalan.....	57
4.2 Skema Penggunaan Semula Frekuensi Pecahan Dinamik.....	58
4.3 Pembahagian dan Pensektoran Sel.....	60
4.4 Peruntukan Lebar Jalur Dinamik.....	61
4.5 Pengelasan Pengguna di Kawasan Pusat dan Hujung.....	65
4.6 Peruntukan Kuasa.....	67
4.6.1 Algoritma Pengisian Air (WF) dalam DFFR.....	69
4.6.2 Algoritma Penambahbaikan Pengisian Air (<i>Improved Water-Filling Algorithm, IWF</i>) dalam DFFR.....	74

4.6.3	Algoritma Penambahbaikan Pengisian Air Berkompleksiti Rendah (<i>Low-Complexity IWF, LC-IWF</i>) dalam DFFR.....	75
-------	--	----

BAB 5: ANALISA PELAKSANAAN SISTEM.....77

5.1	Model NetMIMO LTE-A	77
5.2	Rekabentuk Peruntukan Kuasa	79
5.2.1	Peruntukan Kuasa: Algoritma IWF.....	80
5.2.2	Peruntukan Kuasa: Algoritma LC-IWF	83
5.3	Model Simulasi NetMIMO LTE-A	86
5.3.1	Kajian Kes 1: IWF dalam DFFR NetMIMO.....	91
5.3.2	Kajian Kes 2: LC-IWF dalam DFFR NetMIMO ..	102

Kesimpulan.....	111
-----------------	-----

Rujukan.....	115
--------------	-----

Indeks.....	127
-------------	-----



PENYELARASAN GANGGUAN ANTARA SEL

DALAM KOMUNIKASI TANPA WAYAR

Gangguan antara Sel (ICI) boleh menjejaskan prestasi sistem Evolusi Jangka Panjang - Termaju (*Long Term Evolution-Advanced, LTE-A*) yang dinilai mengikut Nisbah Gangguan Isyarat Terhadap Hingar (*Signal-to-Interference and Noise Ratio, SINR*) pengguna. Oleh itu, peruntukan kuasa dan frekuensi digunakan bagi mencapai optimum dalam SINR yang diperolehi untuk mengurangkan gangguan yang terhasil. Kaedah peruntukan kuasa yang lebih baik telah diterima pakai di dalam teknik Penggunaan Semula Frekuensi Pecahan Dinamik (DFFR) bagi mencapai tujuan bukan sahaja mengurangkan pengurangan ICI di hujung sel, tetapi juga meningkatkan kapasiti keseluruhan sistem LTE-A. Oleh itu, Algoritma Pengisian Air yang lebih baik dicadangkan iaitu Algoritma Penambahbaikan Pengisian Air (IWF) dan Penambahbaikan Pengisian Air Berkompleksiti Rendah (LC-IWF). Melalui keputusan simulasi dan perbandingan dengan teknik Penggunaan Semula Frekuensi yang lain, menunjukkan bahawa kaedah yang dicadangkan dapat meningkatkan prestasi celusan hujung sel, kapasiti, kecekapan spektrum dan kecekapan tenaga. Kaedah yang dicadangkan dijelaskan dalam buku ini bersama-sama dengan analisis berdasarkan senario tertentu.



NOOR SHAHIDA MOHD KASIM menerima PhD dari Universiti Kebangsaan Malaysia pada tahun 2018. Beliau menerima B.Eng. dari Universiti Teknologi Mara pada tahun 2006 dan M.Sc. Kejuruteraan Komunikasi dari Universiti Teknologi Mara pada tahun 2008. Beliau kini merupakan pensyarah kanan di Fakulti Teknologi dan Kejuruteraan Elektronik dan Komputer, Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM). Beliau telah menjadi ahli akademik di UTeM sejak tahun 2008. Beliau mendedikasikan dirinya untuk pengajaran universiti dan menjalankan penyelidikan. Bidang utama penyelidikan beliau adalah dalam bidang komunikasi tanpa wayar dan Rangkaian Berbilang-Masukan Berbilang-Keluaran (NetMIMO).



**PENERBIT
UTeM
Press**

Laman Sesawang : <https://penerbit.utem.edu.my>
Kedai Buku Dalam Talian : <https://utembooks.utem.edu.my>
Email : penerbit@utem.edu.my

