

OPTIMASI JUMLAH NEIGHBOR-CELL PADA JARINGAN WCDMA BERDASARKAN EC/IO DAN CATCHMENT ANGLE

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

BRILIAN DIRGAYANSA
11555102784

UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU

2019

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI JUMLAH *NEIGHBOR-CELL* PADA JARINGAN WCDMA BERDASARKAN *EC/IO* DAN *CATCHMENT ANGLE*

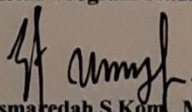
TUGAS AKHIR

Oleh :

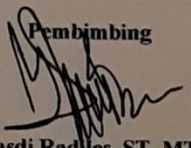
BRILIAN DIRGAYANSA
11555102784

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 19 Desember 2019.

Ketua Program Studi


Ewi Isma'edah S. Kom, M.Kom.
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing


Hasdi Radles, ST, MT.
NIP. 19770909201101 1 005

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI JUMLAH *NEIGHBOR-CELL* PADA JARINGAN WCDMA BERDASARKAN *EC/IO* DAN *CATCHMENT ANGLE*

TUGAS AKHIR

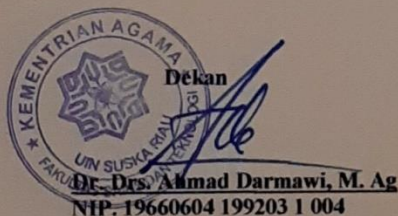
Oleh:

BRILIAN DIRGAYANSA
11555102784

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 19 Desember 2019.

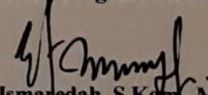
Pekanbaru, 19 Desember 2019

Mengesahkan,



Dekan
Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M. Ag
NIP. 19660604 199203 1 004

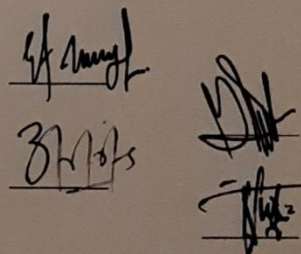
Ketua Program Studi



Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19750922 200912 2 002

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.
Sekretaris : Hasdi Radiles, ST, MT.
Anggota I : Rika Susanti, ST, M.Eng.
Anggota II : Mulyono, ST, MT.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia dipergustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 19 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

BRILIAN DIRGAYANSA
NIM. 11555102784

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim ...

*‘Allaahummagfirlil Dzunuubii Waliwalidayya Warhamhumaa Kamaa Rabbayaanii
Sagira’*. Al-fatihah for Father.

Untuk mu yang ku sebut IBU,,,

Semoga ini mampu melukis sedikit senyum di wajahmu.

Maaf untuk semua salah, kasih mu tiada tara, do’a mu mampu merubah segala.

Ibu, laki-laki sejati tidak menangis, tapi hatinya berdarah.

Begitu juga aku,

Untukmu Kawan, Perihal tanggung jawab,

Tanggung jawab tak terlahir darimana asal kampung mu.

Tak terlahir dari siapa keluarga mu.

Tak terlahir dari berapa banyak jenjang training mu.

Tak terlahir darimana barisan gerbong mu.

Tapi, tanggung jawab terlahir pada sanubari setiap insan yang selalu mengingat Tuhan.

Termasuk tanggung jawab menyelesaikan Skripsi ini_

Untukmu Kawan, Perihal kehidupan,

Kontruksi kehidupan di bangun dengan keyakinan,
di perkuat dengan gerakkan & indah dengan mimpi serta harapan.

Tuhan tidak mengharuskan kita sukses,

Tuhan hanya mengharapkan kita mencoba dan terus berproses_

Inglatlah, anak panah dimundurkan terlebih dahulu untuk melesat jauh ke depan !!

YAKUSA ___*drp*

OPTIMASI JUMLAH *NEIGHBOR-CELL* PADA JARINGAN WCDMA BERDASARKAN *EC/IO* DAN *CATCHMENT ANGLE*

BRILIAN DIRGAYANSA
NIM: 11555102784

Tanggal Sidang: 19 Desember 2019

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Evolusi jaringan selular menyebabkan sel-sel berevolusi menjadi semakin kecil, sehingga memungkinkan terjadinya *overshooting* dan meningkatnya level *interferensi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi jaringan *uniformly distributed cell* pada mode *layout 2 tier* dengan menggunakan media simulasi. Metoda yang diusulkan dalam mendefinisikan *neighbor* adalah berdasarkan teknik *Catchment Angle* dalam mendefinisikan *coverage area* dari sel yang sedang diamati. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan optimasi pada tinggi antenna, power transmit serta *downtilting* antenna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses optimasi pada model *picocell* dengan radius 500 meter tersebut, dapat mencapai target KPI yang telah ditetapkan. Berdasarkan konfigurasi optimum ini, kebutuhan NCL suatu sel dengan menggunakan teknik *catchment angle* pada sudut 120° , 150° dan 180° hanya berkisar 7 – 9 slot.

Kata Kunci: *Catchment Angle, Neighborlist, Picocell, uniformly distributed cell tier-2.*

UIN SUSKA RIAU

OPTIMIZATION OF NEIGHBOR-CELL AMOUNT ON WCDMA NETWORK BASED ON EC/IO AND CATCHMENT ANGLE

BRILIAN DIRGAYANSA
NIM: 11555102784

Date of final exam: 19 December 2018

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru – Indonesia*

ABSTRACT

The evolution of cellular tissue causes cells evolve to become smaller, allowing overshooting and increasing levels of interference. The purpose of this research is optimize the uniformly distributed cell network in 2 tier layout mode using simulation media. The method proposed in defining neighbors is based on the Catchment Angle technique in defining the coverage area of the cell being observed. This research was conducted by optimizing antenna height, power transmit and antenna downtilting. The results showed that the optimization process in the picocell model with a radius of 500 meters, can achieve the KPI targets that have been set. Based on this optimum configuration, the NCL requirement of a cell using the catchment angle technique at an angle of 120° , 150° and 180° only ranges from 7 to 9 slots.

Keywords: *Catchment Angle, Neighborlist, Picocell, uniformly distributed cell tier-2.*

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Dengan Mengucap puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat beriring salam buat junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin dan tauladan bagi seluruh umat di dunia yang patut dicontoh dan diteladani. Atas ridho Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Optimalisasi Jumlah *Neighbor-Cell* Pada Jaringan WCDMA Berdasarkan *Ec/Io* dan *Catchment Angle*”.

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Studi Strata I pada Program Studi Teknik Elektro di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Diantara lain :

1. Teristimewa Ibu, abang Okky dan abang Teddy yang telah mendukung agar penulis dapat menjalankan kuliah ini dengan semangat, serta doa yang selalu diberikan.
Bapak Hasdi Radiles, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
Bapak Prof. Dr. KH. Akhmad Mujahidin, M.Ag selaku rektor UIN Sultan Syarif Kasim Riau beserta seluruh pembantu Rektor, Staf dan jajarannya.
Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.
Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan masukan serta motivasi dalam menjalankan perkuliahan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

10. Bapak Mulyono, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau dan selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
- Ibu Fitri Amillia, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis dari semester 1 hingga semester 7.
- Ibu Rika Susanti, ST, M.Eng. selaku Penguji I yang telah memberikan masukan dan ide dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
- Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Queridisimo, Diara Rizki Prayitno selaku penyemangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Dio, Afif, Kevin serta abang-abang dan adik-adik grup squad serangan subuh selaku teman sepebimbingan yang sangat banyak membantu penulis dan menemani penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman – teman dan Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2015, khususnya kelas TED, Telkom15, Penjaskes, Nenggala dan yang turut selalu memotivasi penulis serta memberi dukungan sehingga memberi efek positif bagi penulis.
14. Keluarga Besar HMI Komisariat Disainst, terimakasih atas dukungan, kerjasama dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
- Semoga bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materil mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dan sebuah harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca semua pada umumnya.

Pekanbaru, 19 Desember 2019

Brilian Dirgayansa
11555102784

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Evolusi Teknologi Seluler	II-6
2.2.1 Generasi Pertama (1G)	II-6
2.2.2 Generasi Kedua (2G, 2.5G, 2.75G)	II-7
2.2.3 Generasi Ketiga (3G, 3.5G, 3.75G)	II-7
2.2.4 Generasi Keempat (4G, LTE)	II-8
2.3 <i>Handover</i>	II-9
2.4 Kanalisasi Sistem WCDMA	II-10

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5	Usulan Model Simulator.....	II-13
2.5.1	<i>Transceiver</i>	II-13
2.5.2	Sistem <i>Feeder</i>	II-14
2.5.3	Sistem Antena	II-14
2.5.4	Teknik Perhitungan <i>Gain</i> Antena	II-16
2.5.5	Model Propagasi	II-22
2.5.6	<i>Noise</i> dan <i>Loss</i> Lainnya	II-28
2.5.7	<i>Shadowing</i>	II-29
2.5.8	<i>Fade Margin</i>	II-29
2.6	Perancangan Jaringan Radio Selular	II-30
2.6.1	Perencanaan Sel	II-30
2.6.2	<i>Cluster</i>	II-31
2.6.3	<i>Engineering</i> Parameter	II-32
2.6.4	<i>Neighbor List</i>	II-33
2.7	Parameter Sinyal	II-34
2.7.1	RSSI (<i>Received Signal Strength Indicator</i>)	II-34
2.7.2	RSCP (<i>Received Signal Code Power</i>)	II-35
2.7.3	E_c/N_0	II-35
2.7.4	E_c/I_0	II-35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian	III-1
3.2	Algoritma Simulator	III-1
3.2.1	Model Layout dan Sampling	III-2
3.2.2	<i>Engineering</i> Radio Parameter	III-10
3.2.3	Pola Radiasi dan Perhitungan <i>Gain</i> Antena	III-14
3.2.4	Model <i>Pathloss</i>	III-19
3.2.5	Penerimaan Kekuatan dan Kualitas Sinyal	III-22
3.3	Metoda Validasi (Optimasi)	III-24
3.3.1	Target KPI	III-24
3.3.2	Skenario Optimasi	III-24
3.3.3	Tahapan Optimasi	III-26
3.4	Metoda Penyajian Data	III-26
3.4.1	Data RSCP	III-27

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.4.2	Data Ec/Io	III-27
3.4.3	Data <i>Neighbor Cell</i>	III-27
3.5	Metoda Analisa (<i>Neighborlist</i>)	III-27
3.5.1.	Area Sampling	III-28
3.5.2.	Skenario Analisis	III-28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Validasi dan Optimasi Jaringan	IV-1
4.1.1	Validasi Tinggi Antena	IV-2
4.1.2	Validasi Daya Pancar	IV-4
4.1.3	Validasi <i>Downtilt</i>	IV-8
4.2.	Analisa <i>Neighbor</i>	IV-20
4.2.1	Optimasi <i>Neighbor</i> Pada <i>Cathment Angle</i> 120°	IV-21
4.2.2	Optimasi <i>Neighbor</i> Pada <i>Cathment Angle</i> 150°	IV-23
4.2.3	Optimasi <i>Neighbor</i> Pada <i>Cathment Angle</i> 180°	IV-24

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	V-1
5.2.	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar

	Halaman
1. Diagram alur algoritma diusulkan	II-1
2. Mekanisme algoritma	II-2
3. <i>Catchment angle</i>	II-4
4. Distribusi teknik usulan metoda optimasi NCL dalam penelitian.....	II-6
5. Alokasi power WCDMA	II-11
6. <i>Channel</i>	II-12
7. Model simulasi penerimaan sinyal radio	II-13
8. Sistem <i>Feeder</i> pada <i>base station</i>	II-13
9. Pola radiasi <i>directional</i>	II-15
10. Pola radiasi <i>omnidirectional</i>	II-15
11. Pola radiasi antena Kathrein 742215	II-16
12. Posisi <i>user</i> dalam arah mata angin	II-17
13. Posisi <i>user</i> tepat di posisi <i>site</i>	II-17
14. Posisi <i>user</i> tepat di arah utara	II-18
15. Posisi <i>user</i> pada arah timur laut	II-18
16. Posisi <i>user</i> pada arah timur	II-19
17. Posisi <i>user</i> pada arah tenggara	II-19
18. Posisi <i>user</i> berada pada arah selatan	II-19
19. Posisi <i>user</i> berada pada arah barat daya	II-20
20. Posisi <i>user</i> berada pada arah barat	II-20
21. Posisi <i>user</i> berada pada arah barat laut	II-21
22. <i>Gain</i> Vertikal	II-21
23. Parameter pemilihan jenis antena	II-25
24. LOS (<i>Line Of Sight</i>)	II-26
25. NLOS (<i>Non Line Of Sight</i>)	II-27
26. Model sel pada sistem radio selular	II-30
27. Implementasi penggunaan <i>hexagonal</i> dalam memodelkan <i>uniformly distributed cell</i>	II-31
28. Model <i>layout hexagonal</i> 3 sektor (fokus) <i>2 tiers – 19 site</i>	II-32
29. Model <i>neighbor 1 tiers</i> (11 sel) dan <i>2 tiers</i> (26 sel)	II-33

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- 3.9
3.10
3.11
3.12
3.13
3.14
3.15
3.16
3.17
3.18
3.19
3.20
3.21
3.22
4.1.
4.2.
4.3.
4.4.
4.5.
4.6.
4.7.
4.8.
4.9.
4.10.
4.11.

Flowchart tahapan penelitian	III-2
Pengukuran dimensi dari hexagonal	III-3
Model <i>layout</i> posisi <i>site</i> , azimuth dan area analisa penelitian	III-4
Urutan posisi perhitungan <i>site</i>	III-5
Flowchart Teknik Sampling	III-9
Rancangan untuk antena 10 m	III-10
Rancangan untuk antena 15 m	III-11
Rancangan untuk antena 20 m	III-11
Rancangan untuk antena 25 m	III-12
<i>Layout</i> posisi <i>site</i>	III-12
Pola radiasi vertikal	III-15
Pola radiasi horizontal	III-15
Flowchart perhitungan <i>gain</i> antena horizontal kondisi 1	III-16
Flowchart perhitungan <i>gain</i> antenna horizontal kondisi 2.....	III-17
Flowchart perhitungan <i>gain</i> antena vertikal.....	III-18
Flowchart perhitungan <i>pathloss</i> COST 231: Walfish-Ikegami 1	III-21
Flowchart perhitungan <i>pathloss</i> COST 231: Walfish-Ikegami 2	III-22
Flowchart perhitungan RSSI	III-23
Flowchart perhitungan <i>Ec/Io</i>	III-23
Flowchart metoda optimasi jaringan	III-26
Area sampling untuk proses analisis	III-28
Flowchart metoda analisa	III-29
Area sampling pada proses optimasi	IV-1
Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 1-12	IV-2
Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 1-12	IV-3
Hasil perolehan <i>Ec/Io</i> pada tinggi antena 20 meter	IV-3
Hasil perolehan <i>Ec/Io</i> pada tinggi antena 25 meter	IV-4
Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 13-21	IV-4
Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 13-21	IV-5
Hasil perolehan <i>Ec/Io</i> pada tinggi antena 20 meter	IV-6
Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 22-30	IV-6
Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 22-30	IV-6
Hasil perolehan <i>Ec/Io</i> pada tinggi antena 25 meter	IV-7

2.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 31-51	IV-8
3.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 31-51	IV-8
4.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 20 meter	IV-9
5.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 52-72	IV-10
6.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 52-72	IV-10
7.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 25 meter	IV-11
8.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 73-93	IV-12
9.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 73-93	IV-13
10.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 20 meter	IV-13
11.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 94-114	IV-14
12.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 94-114	IV-14
13.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 25 meter	IV-14
14.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 115-135	IV-16
15.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 115-135	IV-16
16.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 20 meter	IV-17
17.	Statistik KPI pada level RSCP -95 dBm untuk ID Test 136-156	IV-17
18.	Statistik KPI pada level EC/IO -14 dBm untuk ID Test 136-156	IV-18
19.	Hasil perolehan Ec/Io pada tinggi antena 25 meter	IV-19
20.	Hasil perolehan optimasi terbaik	IV-20
21.	Area sampling pada proses analisis <i>Neighborlist</i>	IV-20
22.	Sample sampling pada Catchment Angle 120°	IV-21
23.	Statistik sel-sel yang terdeteksi pada area sampling	IV-22
24.	Sample sampling pada Catchment Angle 150°	IV-23
25.	Statistik sel-sel yang terdeteksi pada area sampling	IV-24
26.	Sample sampling pada Catchment Angle 180°	IV-25
27.	Statistik sel-sel yang terdeteksi pada area sampling	IV-25

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Pemetaan kontribusi usulan penelitian terkait rujukan jurnal	II-5
2. <i>Typical feeder losses</i> per 100 m	II-14
3. Nilai koordinat X dan koordinat Y setiap <i>site</i>	III-5
4. Nilai Longitude	III-6
5. Nilai Latitude	III-7
6. Mencari nilai longitude dan latitude	III-7
7. Radio <i>engineering</i> parameter yang dipergunakan dalam simulasi.....	III-8
8. Rancangan untuk antena 10 m	III-10
9. Rancangan untuk antena 15 m	III-11
10. Rancangan untuk antena 20 m	III-11
11. Rancangan untuk antena 25 m	III-12
12. Skenario <i>power maksimum</i> 5000 mW	III-13
13. Skenario <i>power maksimum</i> 10000 mW	III-13
14. Skenario <i>power maksimum</i> 20000 mW	III-13
15. Parameter KPI	III-24
16. Parameter KPI	III-24
17. Skenario Penelitian Optimasi	III-25
18. Skenario parameter radio pada optimasi tinggi antena	IV-2
19. Skenario optimasi daya pancar pada tinggi antenna 20 meter	IV-5
20. Skenario optimasi daya pancar pada tinggi antenna 25 meter	IV-7
21. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 20 meter	IV-9
22. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 25 meter	IV-11
23. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 20 meter	IV-12
24. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 25 meter	IV-15
25. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 20 meter	IV-16
26. Skenario optimasi <i>downtilt</i> pada tinggi antenna 25 meter	IV-18
27. Konfigurasi optimasi terbaik	IV-19
28. Daftar <i>Neighbor</i> pada sel 2 untuk CA 120°	IV-22
29. Daftar <i>Neighbor</i> pada sel 2 untuk CA 150°	IV-24
30. Daftar <i>Neighbor</i> pada sel 2 untuk CA 180°	IV-26

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1. Penguatan Antena	II-14
2.2. <i>User</i> dan <i>site</i> berada pada posisi yang sama	II-14
2.3. <i>User</i> tepat di arah utara	II-18
2.4. <i>User</i> pada arah timur laut	II-18
2.5. <i>User</i> pada arah timur	II-18
2.6. <i>User</i> pada arah tenggara	II-19
2.7. <i>User</i> pada arah selatan	II-20
2.8. <i>User</i> pada arah barat daya	II-20
2.9. <i>User</i> pada arah barat	II-21
2.10. <i>User</i> pada arah barat laut	II-21
2.11. Menghitung sudut <i>mobile</i> (θ_m)	II-22
2.12. Menghitung nilai d_m	II-22
2.13. Daya terima antena P_r	II-23
2.14. Nilai A_{eff}	II-23
2.15. Turunan rumus daya terima antena P_r	II-23
2.16. Turunan rumus daya terima antena P_r	II-23
2.17. Penyederhanaan rumus daya terima antena P_r	II-23
2.18. Menghitung FSL	II-24
2.19. <i>Switching</i> program LOS dan NLOS	II-25
2.20. Perhitungan nilai <i>pathloss</i> (LOS)	II-26
2.21. Perhitungan nilai <i>pathloss</i> (NLOS)	II-27
2.22. Nilai L_{rts}	II-27
2.23. Mencari nilai L_{ori}	II-28
2.24. Mencari nilai L_{msd}	II-28
2.25. Mencari nilai L_{bsh}	II-28
2.26. Mencari nilai k_a	II-28
2.27. Mencari nilai k_d	II-28
2.28. Mencari nilai k_f	II-28
2.29. Daya <i>thermal noise</i>	II-29

3.1.	Longitude	III-6
3.2.	Latitude	III-6
3.3.	Perhitungan Suhu	III-14
3.4.	Perhitungan <i>Thermal Noise</i>	III-14
3.5.	Gain total	III-14
3.6.	Perhitungan FSL	III-19
3.7.	Perhitungan L_{ori}	III-19
3.8.	Perhitungan L_{rts}	III-19
3.9.	Perhitungan $L_{rts} + L_{ori}$	III-19
3.10.	Perhitungan k_f	III-20
3.11.	Perhitungan L_{msd}	III-20

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

ICH	: Acquisition Indicator Channel
ANR	: Automatic Neighbor Relation
BTS	: Base Transceiver Station
BCH	: Broadcast Channel
BCCH	: Broadcast Control Channel
CDMA	: Code Division Multiple Access
CD/CAICH	: Collision Detection/Channel Assignment Indication Channel
CCCH	: Common Control Channel
CPICH	: Common Pilot Channel
CTCH	: Common Traffic Channel
CSICH	: CPCH Status Indication Channel
DCCH	: Dedicated Control Channel
DPCCH	: Dedicated Physical Control Channel
DPDCH	: Dedicated Physical Data Channel
DTCH	: Dedicated Traffic Channel
DCH	: Dedicated Transport Channel
DSCH	: Downlink Shared Channel
EDGE	: Enhanced Data rates for GSM Evolution
ETSI	: European Telecommunications Standards Institute
FACH	: Forward Access Channel
FSL	: Free Space Loss
FDMA	: Frequency Division Multiple Access
GPRS	: General Packet Radio Service
GSM	: Global System for Mobile Communication
HO	: Handover
HSR	: Handover Success Rate
HSDPA	: High Speed Downlink Packet Access
LoS	: Line of Sight
LTE	: Long Term Evolution
MAHO	: Mobile Assisted Handover

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- : *Mobile Terminal*
- : *Mobility Robustness Optimization*
- : *Multimedia Messaging Service*
- : *Network Management System*
- : *Non Line Of Sight*
- : *Paging Channel*
- : *Paging Control Channel*
- : *Paging Indication Channel*
- : *Physical Common Packet Channel*
- : *Physical Downlink Shared Channel*
- : *Physical Random Access Channel*
- : *Primary Common Control Physical Channel*
- : *Pseudonoise*
- : *Radio Frequency*
- : *Random Access Channel*
- : *Received Signal Strength Indicator*
- : *Secondary Common Control Physical Channel*
- : *Self-Organizing Network*
- : *Short Message Service*
- : *Synchronisation Channel*
- : *System Operating Margin*
- : *Universal Mobil Telecommunications System*
- : *Uplink Common Packet Channel*
- : *User Equipment*
- : *Wideband Code Division Multiple Access*

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel

	Halaman
A-1 <i>Script</i> Matlab Program Menghitung <i>Neighbor</i>	A-1
A-2 <i>Script</i> Matlab Program Utama	A-2
A-3 <i>Script</i> Matlab Skenario Sample 120°	A-3
A-4 <i>Script</i> Matlab Menghitung Sel Parameter	A-5
A-5 <i>Script</i> Matlab Menghitung <i>Angle</i> Horizontal	A-6
A-6 <i>Script</i> Matlab Menghitung <i>Angle</i> Vertikal	A-7
A-7 <i>Script</i> Matlab Menghitung <i>Gain</i>	A-8
A-8 <i>Script</i> Matlab Menghitung <i>Pathloss</i>	A-11
A-9 <i>Script</i> Matlab Menghitung Sampling	A-12
B-1 Pola Radiasi Horizontal dan Vertikal	B-1

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Optimasi merupakan kegiatan akhir tanpa berkesudahan dari rangkaian pembangunan jaringan radio selular. Hal ini disebabkan oleh berbagai permasalahan yang muncul setelah proses perencanaan jaringan itu sendiri, seperti: kebijakan ekonomis, regulasi pemerintah, geografis dan kesesuaian model yang digunakan terhadap kondisi di lapangan. Maka optimasi diperlukan untuk menyesuaikan kembali kinerja jaringan terhadap fakta yang sebenarnya, sesaat ketika jaringan mulai melayani trafik dari para pelanggannya. Optimasi ini pun pada akhirnya tidak akan berkesudahan, mengingat perkembangan parameter dan penambahan kapasitas yang diperlukan seiring dengan peningkatan beban trafik di area tersebut. Sehingga tujuan optimasi adalah untuk memantau dan mengantisipasi lebih dini atas penurunan kinerja jaringan dan dampaknya terhadap penurunan kualitas pelayanan [1].

Pada sistem jaringan selular bergerak (*mobile cellular network*), setiap *user* dapat berkomunikasi secara lancar (*seamless*) meskipun dalam situasi bergerak [2]. Hal ini disebabkan karena adanya fitur *handover* yang memudahkan *User Equipment* (UE) untuk berpindah zona layanan kepada sel-sel yang berdekatan. Proses perpindahan tersebut dilakukan berdasarkan target sel-sel yang telah ditetapkan dalam suatu daftar sel tetangga yang disebut dengan *Neighbor Cell List* (NCL) [1][3][4]. Sebelum perpindahan dilaksanakan, UE akan melakukan *scanning* pada setiap sel-sel yang telah terdaftar pada NCL. Tujuan *scanning* tersebut adalah untuk mengukur tingkat penerimaan sinyal dalam rangka menganalisis kondisi sel yang akan dituju [5]. Jika sel tersebut memenuhi kriteria untuk berpindah layanan, maka UE akan melaporkan ke jaringan untuk dapat mempersiapkan proses perpindahan sel yang melayaninya. Rangkaian proses tersebut akan terus berulang seiring dengan pola pergerakan *user* dalam berkomunikasi selama berada dalam cakupan layanan sel-sel jaringan tersebut.

Ketika sel-sel dalam jaringan selular berevolusi dalam konteks penambahan sel baru, maka radius cakupan selnya pun harus dioptimasi untuk menghindari *overshooting* yang berlebihan dari *existing cell*. Dalam hal ini radius sel akan berubah menjadi lebih

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. kecil, seperti dari *macrocell* menjadi *microcell* pada lokasi sub-urban atau *microcell* menjadi *picocell* pada lokasi *dense urban* [6]. Akibatnya dalam rentang radius layanan yang sama, jumlah sel-sel yang mungkin terdeteksi oleh UE pun akan semakin bertambah. Hal ini dirasakan oleh *user* yang mengalami propagasi *line of sight* (LoS) ke sejumlah antena sektor, seperti ketika mereka yang berada di lantai yang relatif lebih tinggi pada gedung-gedung bertingkat [1].

Seiring dengan bertambahnya jumlah sel yang terdeteksi oleh UE, maka NCL pun harus disesuaikan dengan kebutuhannya [4]. Hal ini untuk menghindari kasus *missing neighbor cell* yang dapat terjadi ketika sel-sel baru dibangun di antara *existing cell* [1][3]. Selain itu hal ini juga akan memicu terjadinya pemborosan baterai dan *throughput* akibat *overhead* pada laporan UE kepada jaringan [5]. Meskipun NCL ini dapat memuat maksimum 32 sel, tetapi hal ini akan lebih menyita waktu untuk proses *scanning*, sehingga keputusan *handover* akan terlambat untuk dieksekusi [1][7]. Dengan kata lain konfigurasi NCL yang kurang sesuai dalam konteks pemilihan dan jumlah, akan menurunkan kinerja *handover* pada *mobile cellular network* [8].

Metoda yang dapat digunakan untuk memilih NCL dapat dilakukan berdasarkan tiga metoda, yaitu berdasarkan jarak kepada target sel, pengukuran *Radio Frequency* (RF) dan statistik *handover* yang dilaporkan oleh UE dalam rentang waktu tertentu [9]. Metoda berdasarkan jarak dapat diimplementasikan berdasarkan data *Network Management System* (NMS) [1]. Kelemahan metoda ini adalah jumlah sel yang harus didaftarkan akan semakin banyak ketika radius sel semakin mengecil. Meskipun demikian, metoda ini dapat digunakan pada proses awal perencanaan sebelum optimasi dapat dilakukan. Pada metoda ini pengukuran RF, UE akan mengukur penerimaan kekuatan sinyal [8] ataupun berdasarkan kualitas sinyal [7]. Kelemahan metoda ini berdasarkan kekuatan sinyal (E_c/I_o) adalah UE tidak dapat membedakan jarak sumber ke target sel ketika terjadi *overshooting* atau kondisi LoS. Tetapi metoda berdasarkan kualitas sinyal, dampaknya lebih dominan pada sistem yang bekerja pada level *interferensi* seperti *Code Division Multiple Access* (CDMA) atau *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA). Sedangkan metoda berdasarkan statistik dapat digunakan untuk mengukur efektivitas NCL, sehingga jumlah sel dapat diminimalisasi [4][9]. Kelemahan metoda ini adalah bergantung pada pola mobilitas *user* dalam sel yang sangat bergantung pada pemetaan jalan pada area cakupannya.

Teknik *catchment angle* yang diperkenalkan dalam penelitian [1], dapat memperbaiki kelemahan dari metoda berdasarkan jarak, terutama pada sistem sektoral. Metoda pengukuran RF berdasarkan kekuatan sinyal kurang efektif digunakan pada area *dense urban*, dimana penerimaan sinyal tidak lagi menjadi masalah utama. Sehingga pengukuran berdasarkan kualitas sinyal (E_c/I_o) dapat diimplementasikan untuk meminimalisasi kebutuhan sel pada NCL pada sistem berbasis interferensi. Untuk mengantisipasi dinamika trafik yang terjadi, maka diperlukan *threshold* yang diberikan untuk setiap target sel, sehingga fenomena *cell breathing* dapat di standarkan. Sedangkan untuk sistem lainnya seperti *Frequency Division Multiple Access* (FDMA), teknik ini lebih kepada eliminasi sel berdasarkan *frequency reuse* target sel.

1.2 Rumusan Masalah

Berapakah jumlah neighbor cell optimum pada jaringan WCDMA berdasarkan E_c/I_o dan Catchment Angle?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian adalah menghitung jumlah neighbor cell optimum pada jaringan WCDMA berdasarkan E_c/I_o dan Catchment Angle. Untuk dapat merealisasikan tujuan tersebut, maka diperlukan langkah-langkah dalam bentuk tujuan khusus berikut ini:

1. Mengoptimasi jaringan WCDMA berdasarkan uniformly distributed Cell dengan jumlah site sebanyak 19 atau 57 sel pada mode tier-2.
2. Menganalisis kebutuhan neighbor pada jaringan yang telah teroptimasi tersebut berdasarkan mode Cacthment Angle dan perolehan statistik E_c/I_o .

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang meluas pada penelitian ini maka diperlukan batasan masalah agar lebih terarah serta mencapai hasil yang diharapkan. Adapun batasan masalah tersebut sebagai berikut :

1. Pola radiasi antena yang digunakan adalah hasil rekonstruksi ulang pada gambar Kathrein 742215

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

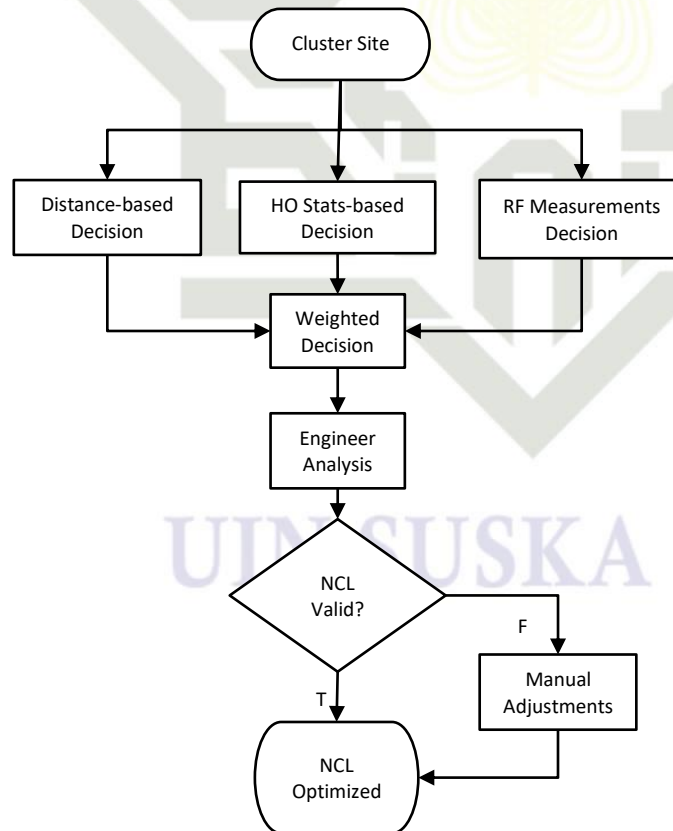
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Distribusi sel berdasarkan model *layout vertically hexagonal*.
 3. Model *lost* propagasi adalah Cost 231: Walfisch-Ikegami.
 4. *Down tilt* hanya berdasarkan *mechanical tilt*.
 5. Kelengkungan bumi diabaikan, model halangan hanya berdasarkan model *pathloss*.
 6. Jumlah *sample* maksimal 50 panjang x 50 lebar, dikarenakan laptop penulis tidak mendukung jika melebihi dari jumlah tersebut.
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang:**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- Manfaat Penelitian**
1. Mengembangkan algoritma *Neighbor Cell Design* pada sistem *Self-Organizing Network* (SON)
 2. Penelitian awal dan rujukan dalam mengembangkan algoritma sebagai topik tugas akhir di lingkungan teknik elektro, khususnya di lingkungan UIN Suska Riau.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terkait

Kemajuan teknologi saat ini telah meningkatkan aktivitas penelitian untuk memperbaiki layanan yang dapat diberikan operator selular melalui SON, yang melibatkan proses otomatisasi dan optimasi. Salah satu area optimasi tersebut adalah hal yang terkait dengan pendefinisian NCL. Untuk dapat melakukan *handover*, target sel harus terdaftar sebagai NCL sehingga UE dapat memonitor kondisinya terlebih dahulu. Permasalahannya adalah adanya keterbatasan jumlah target sel yang dapat didaftarkan untuk setiap NCL selnya, yaitu 32 sel [1]. Perencanaan NCL yang kurang sesuai merupakan penyebab terbesar penurunan kualitas jaringan, di mana *missing neighbor cell* bergantung pada cakupan area sel untuk area yang sama [5].

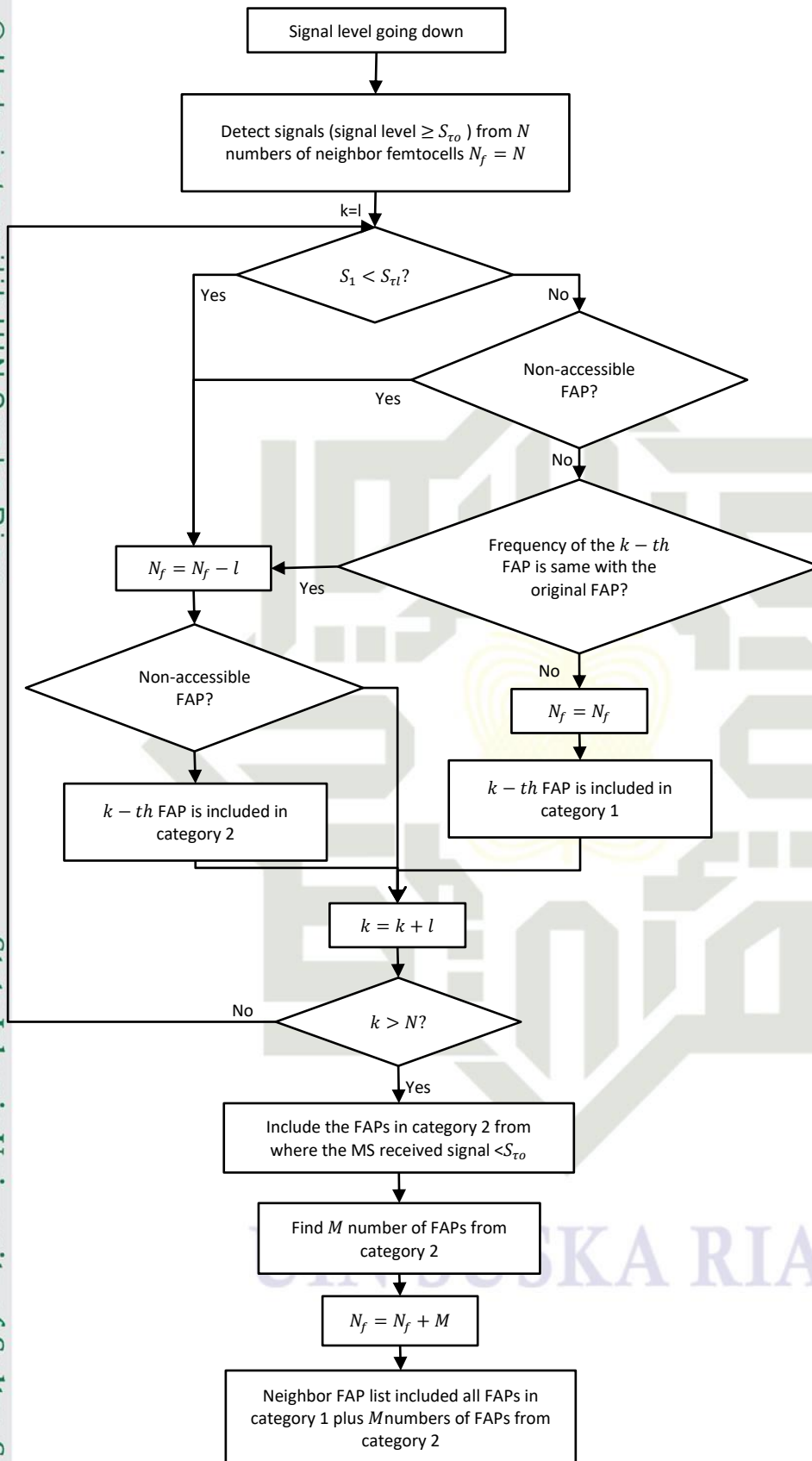


Gambar 2.1 Diagram alur algoritma diusulkan [9]

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.2 Mekanisme algoritma [8]

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan NCL yang efektif dan efisien, seperti pada [9]. Penelitian ini bertujuan membangun algoritma yang mendefinisikan NCL secara otomatis pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE). Dalam penelitiannya, algoritma NCL dapat didefinisikan berdasarkan jarak, ukuran kekuatan sinyal, dan hasil statistik *handover*. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan aplikasi *google earth* untuk memvisualisasikan azimuth antena masing-masing sektornya. Sedangkan untuk memvalidasi hasilnya, *drive test* harus dilakukan untuk mendapatkan statistik *handover*. Hasil penelitiannya mengatakan bahwa kombinasi ketiga algoritma NCL tersebut efektif dalam mengurangi kebutuhan NCL pada jaringan LTE. Model algoritma yang diusulkannya diperlihatkan oleh gambar (2.1).

Permasalahan NCL yang lebih kompleks juga telah dibahas pada penelitian [8]. Penelitian ini membahas dampak lingkungan *femtocell* yang sangat kecil (yaitu radius 10 meter) terhadap kinerja NCL setiap selnya. Dalam penelitian tersebut, NCL didefinisikan berdasarkan metoda pengukuran kekuatan sinyal *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang diinisiasi oleh UE. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa NCL dapat diminimalisasi, sehingga penggunaan daya dalam proses *scanning* oleh UE dapat dikurangi. Ada pun mekanisme algoritma yang diusulkan adalah seperti gambar (2.2).

Menurut penelitian [7], pengurangan jumlah sel dalam NCL dapat diminimalisasi berdasarkan pola pergerakan user dalam jaringan. Penelitian tersebut mengusulkan algoritma yang dapat menginvestigasi utilisasi seluruh sel pada NCL berdasarkan jumlah sel NCL, kualitas sinyal (E_c/I_o) serta gangguan lainnya yang mungkin terjadi. Hasil penelitiannya menunjukkan penurunan overhead dan waktu yang diperlukan UE untuk melakukan proses *scanning*.

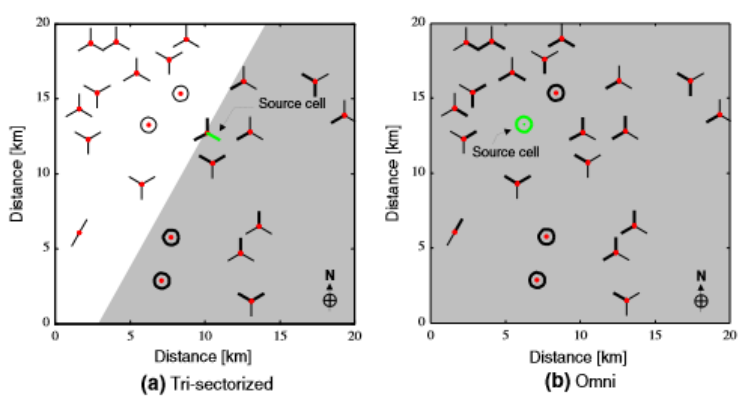
Penelitian [5] dilatar-belakangi oleh peningkatan *user* yang semakin tinggi dalam jaringan dan berdampak pada penurunan *throughput* dan kualitas layanan. Faktanya, UE harus sering melakukan *scanning* untuk mendapatkan target *handover*. Peningkatan proses *scanning* NCL tersebut menyebabkan pemborosan baterai dan berkurangnya *throughput user* dalam berkomunikasi. Sebaliknya, *scanning* yang kurang juga dapat menyebabkan *missing neighborlist* dan dengan demikian proses *handover* gagal dilakukan. Penelitian ini mengusulkan algoritma *scanning* yang efisien pertimbangan jarak sel ke target sel berdasarkan *graph theory*. Hasil penelitian tersebut menyatakan terjadi pengurangan penggunaan baterai pada UE dan peningkatan utilisasi *small cell* dibandingkan dengan *macrocell*.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut [2], konsep NCL adalah daftar sel yang memiliki persentase permintaan *handover* di atas *threshold* yang telah ditetapkan. Algoritma optimasi otomatis yang telah diusulkan adalah dengan mengidentifikasi *missing neighbor* dan kemudian menganalisa rangkingnya. Pada saat yang sama, sel-sel yang telah terdaftar dalam NCL juga diuji dengan suatu *key indicator*, seperti *Handover Success Rate (HSR)*. Hasil uji ini kemudian dibandingkan dengan penemuan *missing neighbor* yang baru dan menghapus sel yang telah terdaftar tersebut jika hasil rangkingnya lebih buruk.

Pada penelitian [1], metoda pemilihan NCL dapat dilakukan hanya berdasarkan informasi data pada NMS. Prosedur pemilihan dapat dilakukan dalam 3 tahap yaitu: mengidentifikasi potensial *missing neighbor*, mengeliminasi sel-sel yang memiliki permasalahan frekuensi terhadap sel sumber dan melakukan validasi penggunaan sel yang terpilih berdasarkan data statistik *handover*. Teknik yang dikembangkan dalam penelitian tersebut adalah penggunaan *catchment angle*, dengan pemilihan sudut bergantung pada pola radiasi antena yang digunakan. Untuk antena *omnidirectional* besarnya sudut adalah 360° , sedangkan untuk antena *directional* dapat menggunakan sudut 180° , sebagaimana yang diperlihatkan oleh gambar (2.3). Pada metoda tersebut, sudut yang digunakan untuk mendefinisikan sel NCL pada sistem sektor lebih besar daripada porsi cakupan sektornya $360^\circ/3=120^\circ$. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi potensial sel yang mungkin diperlukan ketika pergerakan *user* memotong area cakupan sel sumber.



Gambar 2.3 *Catchment angle* [1]

Pada penelitian [3] optimalisasi NCL diharapkan meningkatkan kinerja *handover* dan mengurangi kebutuhan waktu untuk scanning. 3GPP *Long Term Evolution (LTE)* telah memperkenalkan *Automatic Neighbor Relation (ANR)*, yang memungkinkan *Base*

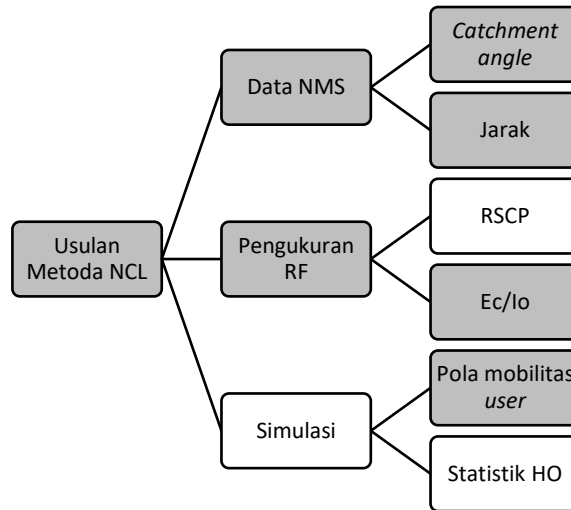
1. *Transceiver Station* (BTS) untuk mengelola NCL berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh *user*. Karena jangkauan radio dapat berubah selama operasi jaringan, penting untuk segera memperbaiki NCL untuk meningkatkan kinerja serah terima, terutama ketika jumlah NCL yang diukur melebihi batas ukuran. Oleh sebab itu penelitian tersebut mengusulkan skema manajemen NCL yang dinamis dalam meningkatkan konvergensi NCL dan mengurangi masalah *missing neighborlist* pada jaringan LTE. Metoda yang diusulkan dalam skema ini adalah dengan memasukan secara otomatis dan memberikan prioritas lebih tinggi pada sel yang baru terdeteksi daripada *existing cell*. Kinerja skema ini menunjukkan peningkatan kinerja NCL dibandingkan dengan skema konvensional. Sedangkan dalam penelitian menurut [4] memperkenalkan masalah NCL yang berbasis pada laporan UE dan memberikan formulasi matematika untuk model mobilitas *user* yang sederhana. Model mobilitas seperti itu diharapkan efektif digunakan sebagai batas atas untuk rentang luas model mobilitas ketika frekuensi yang dilaporkan UE lebih rendah. Hal ini mengkonfirmasi bahwa penggunaan statistik HO yang diperoleh dari parameter-parameter seperti kepadatan kerja dan distribusi dari pengetahuan yang dapat dilakukan. Sebagai kesimpulan penelitian tersebut menyediakan metoda yang berguna untuk memperkirakan waktu dalam konstruksi NCL.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Adapun kontribusi masing-masing jurnal penelitian tersebut, diperlihatkan oleh tabel (2.1) pada tabel tersebut, kotak yang diwarnai menunjukkan kesamaan teknik yang digunakan dalam usulan penelitian. Sedangkan distribusi teknik yang digunakan diperlihatkan oleh gambar (2.4).

Tabel 2. Pemetaan kontribusi usulan penelitian terkait rujukan jurnal

Ref	Tujuan	Sistem	Metoda	Aplikasi Pendukung	Model cell
1	Algoritma identifikasi <i>missing neighbor</i>	GERAN	<i>Cathment angle</i> berdasarkan data propagasi pada NMS dan simulasi SINR	<i>Planning tool</i>	<i>Heterogen Dense urban</i>
2	Algoritma NCL	WCDMA	Ec/Io	Matlab	<i>Macrocell</i>
3	Skema manajemen NCL	LTE	Memberikan prioritas tinggi pada sel baru dibandingkan <i>existing cell</i>	Map cube	<i>picocell</i>
4	Algoritma <i>update</i> NCL	LTE	Memetakan topologi struktur jaringan untuk menggambarkan mobilitas <i>user</i>	Matlab	<i>femtocell</i>
5	Algoritma <i>Scanning</i> NCL	LTE	Memaksimalkan penggunaan <i>small cell</i> berdasarkan teori <i>graph</i> dengan mempelajari sejarah sel-sel yang dikunjungi UE	Matlab	<i>Macrocell</i> dan <i>small cell</i>

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang	Optimasi NCL	<i>Femtocell network</i>	Ec/lo	Matlab	<i>femtocell</i>
	Algoritma NCL	<i>Femtocell network</i>	RSRP	Matlab	<i>femtocell</i>
	Algoritma NCL	LTE	Jarak berdasarkan data NMS, kekuatan sinyal berdasarkan simulasi, statistik HO berdasarkan DT	Vismon, SQL Server, <i>Google earth</i>	<i>Microcell</i>



Gambar 2.4 Distribusi teknik usulan metoda optimasi NCL dalam penelitian

2.2 Evolusi Teknologi Seluler

2.2.1 Generasi Pertama (1G)

Pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970-an, tetapi lebih populer pada tahun 1980-an. 1G merupakan pondasi awal dari perkembangan seluler saat ini, jaringan 1G adalah sinyal radio yang di transmisikan secara analog dengan suara sebagai objek utama. Kecepatan jaringan ini hanya berkisar 2.4 kbps dengan jaringan yang sangat terbatas. Jenis jaringan yang dapat menggunakan layanan ini adalah telepon.

2.2.2 Generasi Kedua (2G, 2.5G, 2.75G)

Generasi kedua merupakan masa peralihan teknologi jaringan analog ke digital, seiring dengan kehadiran sistem GSM (*Global System for Mobiles*) dan CDMA (*Code Division Multiple Access*) pada tahun 1990-an. Pada generasi ini layanan yang di berikan merupakan SMS (*Short Message Service*), panggilan suara, dan layanan data dengan kecepatan 9 kbps – 14.4 kbps.

Pada generasi kedua ini, terjadi peningkatan jaringan yang selanjutnya yaitu 2.5G dan termasuk kedalam kategori teknologi GPRS (*General Packet Radio Service*) dengan kecepatan 56 kbps – 115 kbps. Kelebihan layanan yang dapat diperoleh adalah mengakses internet, mengirimkan E-Mail, dan mengirimkan gambar MMS (*Multimedia Messaging Service*). Untuk mengetahui jaringan GPRS yang digunakan pada seluler adalah melihat di sudut kanan atas dengan simbol G yang berarti GPRS.

Selanjutnya, perkembangan generasi kedua ini masuk ke teknologi evolusi dari GSM menjadi teknologi yang disebut dengan 2.75G atau populer dengan sebutan EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*). Layanan yang di tawarkan pada teknologi ini hampir sama dengan GPRS, namun perbedaannya terletak pada kecepatan layanan internet yang mencapai 384 kbps. Sedangkan simbol yang digunakan pada seluler untuk mengetahui keberadaan sinyal pada saat itu adalah E yang berarti EDGE.

2.2.3 Generasi Ketiga (3G, 3.5G, 3.75G)

Generasi ini mulai dikenal pada tahun 2001, jaringan ini juga populer dengan sebutan teknologi WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) atau UMTS (*Universal Mobil Telecommunications System*). Pada generasi ini menyediakan kecepatan data yang lebih besar dari generasi sebelumnya, dengan kecepatan hingga 480 kbps. Kecepatan yang tinggi menjadi keunggulan tersendiri pada generasi ini sehingga pengguna mendapatkan pelayanan seperti *video streaming* dan *video call* (panggilan video). Sistem WCDMA merupakan jenis teknologi akses untuk jaringan UMTS yang memiliki range frekuensi yang lebih luas yaitu 5 Mhz.

Perkembangan selanjutnya pada generasi ini adalah 3.5G atau juga disebut HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), HSDPA berkembang dan meningkatkan kinerja pada jaringan 3G dengan memanfaatkan jaringan WCDMA. Pada teknologi ini, kecepatan yang diperoleh hingga 14 Mbps untuk *downlink* dan 5.76 Mbps untuk *upload*. Untuk simbol pada seluler yang terlihat pada sudut kanan atas biasa muncul dengan simbol H.

Generasi ini terus berkembang hingga masuk ke teknologi 3.75G yang merupakan evolusi dari HSDPA, 3.75G juga disebut dengan HSDPA+ atau Evolved HSDPA, teknologi ini dirilis pada tahun 2008 dan mulai populer dipergunakan pada seluruh dunia pada tahun 2010 dengan kecepatan maksimal hingga 42 Mbps. Simbol yang digunakan pada layar seluler adalah H+.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2.4 Generasi Keempat (4G, LTE)

Pada generasi ini, 4G merupakan pengembangan dari teknologi 2G dan 3G. Secara teori jaringan 4G dapat mencapai kecepatan hingga 100 Mbps/detik-nya, sehingga layanan yang diterima pengguna adalah kecepatan internet, *video calling* dengan lancar, hingga memudahkan berkomunikasi jarak dekat bahkan jarak jauh sekalipun. Namun, dengan banyaknya kelebihan yang diberikan ada beberapa kekurangan yaitu, tidak semua wilayah mendukung jaringan 4G, kestabilan jaringan 4G masih kurang, dan pengguna masih menggunakan seluler yang belum sepenuhnya men-*support* jaringan 4G.

Salah satu karakteristik generasi keempat yaitu menginginkan kecepatan minimal 100 Mbps. Kecepatan itu belum dapat dicapai oleh 3G karena hanya mampu mencapai jauh di bawah tersebut. Adapun untuk seluler LTE mampu mewujudkan kecepatan itu sebagai jaringan 4G yang menjadi *air interface*. Sehingga 3GPP menginginkan LTE dibangun secara *co-operational network*, untuk mewujudkan tersebut maka Node-B pada 3G diubah menjadi eNode-B. 3GPP menetapkan LTE sebagai salah satu jaringan dalam kategori seluler dan Wimax pada hotspot.

Untuk proses *handover* pada sistem LTE memiliki kelebihan dalam segi prosedur dan *signaling*, bahkan memiliki sistem optimasi untuk mendeteksi RLF (*Radio Link Failure*). RLF merupakan kegagalan *handover* yang disebabkan karena variabel radio, salah satu fitur LTE adalah memiliki mekanisme SON. SON merupakan kumpulan algoritma untuk optimasi, dengan adanya SON maka proses optimasi *handover* dapat di update secara otomatis, berbeda halnya dengan WCDMA yang saat ini masih menggunakan manual seperti menggunakan *drive test* untuk mengambil data dan *setting* parameter radio setiap BTS.

2.3 Handover

Handover merupakan ciri khas dari jaringan *mobile* seluler. Jaringan seluler tanpa fitur ini tidak memungkinkan *user*-nya dapat berpindah-pindah sel dengan leluasa ketika sedang aktif melakukan transmisi. Hal ini berbeda dengan perpindahan ketika *user* dalam keadaan *standby*, proses perpindahannya disebut dengan *cell re-selection* [10]. Fitur *handover* memberikan kemudahan UE atau *mobile terminal* (MT) untuk senantiasa meninjau *site-site* yang berdekatan dengannya, dan melaporkan hasil pengukurannya kepada jaringan. Proses ini kemudian disebut dengan istilah *Mobile Assisted Handover*

[11]. Berdasarkan hasil pengukuran inilah kemudian jaringan membuat keputusan bilamana UE perlu untuk pindah kepada sel lainnya atau pun tidak. Seluruh komunikasi antara UE dengan jaringan terkait dengan proses perpindahan sel ini disebut dengan mekanisme *handover*.

Secara umum, *handover* dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi atau tujuannya. Sistem yang menggunakan banyak *carrier*, memungkinkan *handover* antar *carrier*-nya dalam bentuk perpindahan frekuensi kerja atau disebut dengan *Inter-frequency handover*. Sifat dari *handover* ini adalah *hard handoff* atau yang dikenal dengan istilah “*break-before-make*” [12], yang artinya jaringan akan memutus rangkaian transmisi data sebelum memindahkan UE atau MT ke *channel* yang lainnya. Meskipun demikian, proses *hard handoff* ini dilakukan dalam durasi yang sangat singkat, sehingga tidak dapat dirasakan oleh *user* ketika melakukan panggilan telepon.

Pada sistem GSM (*Global System for Mobile Communication*), *hard handoff* dapat dilakukan pada *slot-slot* waktu di mana MT tidak sedang melakukan transmisi data. Hal ini membuat implementasi mekanisme *handover* menjadi lebih mudah. Tetapi pada sistem berbasis WCDMA, di mana UE selalu transmit sepanjang waktu, UE harus mengalokasikan sebagian waktu transmisinya untuk melakukan *scanning* pada frekuensi lain. Sebagai kompensasi alokasi waktu tersebut, *frame-frame* sebelum dan sesudah *scanning*, *transmit* dalam mode *bitrate* dua kali lebih besar dengan durasi $\frac{1}{2}$ *frame* normal. Kejadian ini disebut juga dengan istilah *compressed mode*, di mana power akan menjadi dua kali lebih besar dibandingkan keadaan normal. Hal inilah yang menyebabkan *inter-system handover* menjadi berat pada sistem WCDMA.

Jenis *hard handoff* lainnya adalah *inter-RAT handover* atau disebut juga sebagai *inter-system handover* [12]. *Handover* ini memungkinkan UE dengan kemampuan sistem ganda untuk melakukan *scanning* pada frekuensi yang berbeda dengan sistem yang berbeda. Umumnya kategori *handover* ini diberlakukan pada operator-operator yang menggunakan dua atau lebih sistem yang berbeda, seperti 2G, 3G dan 4G. mengingat perbedaan sistem yang digunakan, tentu saja *mobile set* yang digunakan *user* harus mendukung semua teknologi yang ada pada operator tersebut.

Sedangkan sistem yang menggunakan satu *carrier*, seperti halnya CDMA dan WCDMA, *Intra-frequency handover* dapat dilakukan tanpa memutus komunikasi yang sedang berlangsung (*make-before-break*) atau dikenal dengan istilah *soft-handoff*. Pada jenis *handover* ini, UE dapat melakukan dua metoda *handover*, yaitu *soft-handover* dan

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. *softer handover*. *Softer-handover* merupakan *handover* antara dua sel yang berbeda, tetapi masih dalam satu *site (node-B)* yang sama, sedangkan *soft handover* terjadi pada sel dan *site* yang berbeda. Mekanisme *soft handover* memungkinkan *user transmit* pada dua *channel* (sel) yang berbeda pada saat yang bersamaan, yang disebut dengan *active set*. Konfigurasi jumlah *active set* maksimum adalah tiga sel dengan level penerimaan sinyal yang terbaik.

2.4 Kanalisasi Sistem WCDMA

Mengalokasikan power di WCDMA sama halnya dengan *multiple* akses pada umumnya, di WCDMA ada alokasi power untuk pilot, *control* dan *traffic*. Sedangkan untuk *downlink power channel* terdiri atas: CPICH, P-SCH, P-CCPCH, S-CCPCH, PICH, AICH [13], Untuk *release* sebelum R04/R99 dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Alokasi power WCDMA [13]

Pada gambar (2.5) dapat dilihat bahwa pilot adalah CPICH sebanyak 2 Watt, *control* adalah bagian dari *common channel* seperti P-SCH, S-SCH, P-CCPCH, S-CCPCH, PICH, dan AICH sebanyak 2 Watt, dan untuk *traffik dedicated Ch* adalah DPDCH sebanyak 16 Watt. Sehingga total alokasi power keseluruhannya 20 Watt, umumnya total frekuensi power perchannel adalah 20 Watt / 43 dBm tergantung vendor (bisa 10/20/40/60 Watt), maka pengalokasian untuk *common channel* sudah terpakai lebih dari 20% dan sisanya digunakan *traffik/dedicated channel*.

Pada gambar (2.6) merupakan pembagian *channel* pada WCDMA, berikut ini pembagian dari seluruh *channel* :

Logical Channels :

- Broadcast Control Channel (BCCH), Downlink (DL)*
- Paging Control Channel (PCCH), DL*
- Dedicated Control Channel (DCCH), UL/DL*
- Common Control Channel (CCCH), UL/DL*
- Dedicated Traffic Channel (DTCH), UL/DL*
- Common Traffic Channel (CTCH), Unidirectional (one to many)*

Transport Channels :

- Dedicated Transport Channel (DCH), UL/DL, dipetakan ke DCCH dan DTCH*
- Broadcast Channel (BCH), DL, dipetakan ke BCCH*
- Forward Access Channel (FACH), DL, dipetakan ke BCCH, CCCH, CTCH, DCCH dan DTCH*
- Paging Channel (PCH), DL, dipetakan ke PCCH*
- Random Access Channel (RACH), UL, dipetakan ke CCCH, DCCH dan DTCH*
- Uplink Common Packet Channel (CPCH), UL, dipetakan ke DCCH dan DTCH*
- Downlink Shared Channel (DSCH), DL, dipetakan ke DCCH dan DTCH*

Physical Channels :

- Physical Primary Common Control Channel (PCCPCH), dipetakan ke BCH*
- Secondary Common Control Physical Channel (SCCPCH), dipetakan ke FACH, PCH*
- Physical Random Access Channel (PRACH), dipetakan ke RACH*
- Dedicated Physical Data Channel (DPDCH), dipetakan ke DCH*
- Dedicated Physical Control Channel (DPCCH), dipetakan ke DCH*
- Physical Downlink Shared Channel (PDSCH), dipetakan ke DSCH*
- Physical Common Packet Channel (PCPCH), dipetakan ke CPCH*
- Synchronisation Channel (SCH)*
- Common Pilot Channel (CPICH)*
- Acquisition Indicator Channel (AICH)*
- Paging Indication Channel (PICH)*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

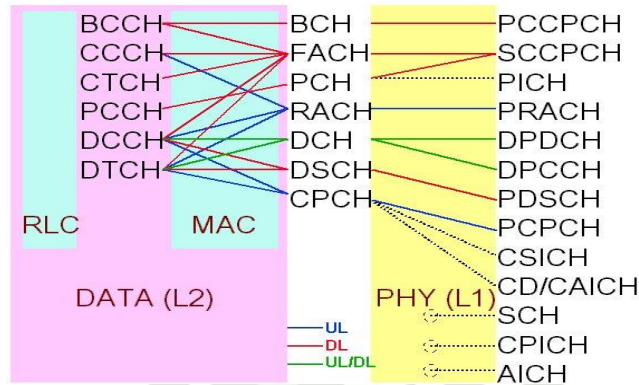
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

CPCH Status Indication Channel (CSICH)

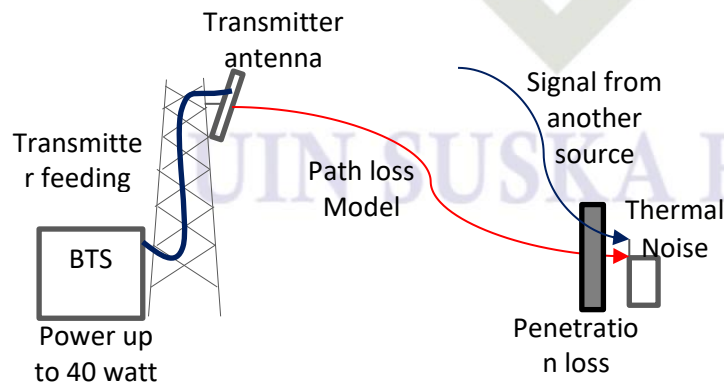
Collision Detection/Channel Assignment Indication Channel (CD/CA-ICH)



Gambar 2.6 Channel [14]

2.5 Usulan Model Simulator

Simulasi penerimaan sinyal radio mencakup kejadian mulai dari ketika daya sinyal dibangkitkan pada *transmitter* hingga sinyal tersebut diterima pada *receiver* dengan daya tertentu. Istilah *transmitter* disini merupakan perangkat yang berfungsi mengirimkan sinyal informasi yang telah termodulasi dalam gelombang radio dengan daya tertentu. Sedangkan *receiver* adalah perangkat yang berfungsi menerima sinyal radio tersebut dalam batas daya minimum yang dapat menerjemahkan informasi yang diperolehnya. Secara umum, simulasi penerimaan radio ini melibatkan banyak elemen penguatan (*gain*), pelemahan (*loss*), sebagaimana yang diperlihatkan oleh gambar (2.7).



Gambar 2.7 Model simulasi penerimaan sinyal radio [15]

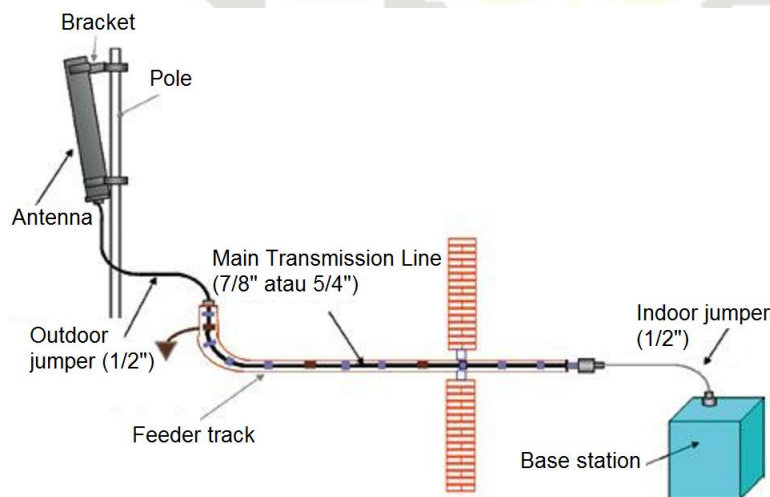
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.1 Transceiver

Transceiver merupakan perangkat yang mampu melakukan fungsi *transmit* (memancarkan) dan *receive* (menerima) pada saat yang bersamaan. Perangkat *transceiver* dapat dijumpai pada setiap *site-site*, dimana BTS tersimpan pada suatu kabin dan terhubung ke antena di ketinggian tower melalui kabel *feeder*. Sedangkan pada sisi *user*, perangkat *transceiver* ini merupakan perangkat terminal atau yang disebut dengan *mobile phone*. Pada *transmitter* BTS, sinyal yang telah termodulasi kemudian dikuatkan hingga mencapai level daya tertentu. Untuk komunikasi bergerak, besarnya daya yang digunakan umum bervariasi dengan kisaran antara 36 dBm – 46 dBm [16]. Hal ini berbeda dengan *mobile phone* yang menggunakan daya yang jauh lebih kecil pada analisa *uplink*, yakni 1 – 2 watt [17].

2.5.2 Sistem Feeder

Sistem *Feeder* merupakan susunan beberapa variasi diameter kabel *feeder* dan dihubungkan menggunakan suatu konektor. Secara umum susunan ini dimulai dari *feeder* dengan kelenturan yang cukup. Untuk mengetahui bagaimana bentuk sistem *feeder* pada BTS dapat dilihat pada gambar (2.8).



Gambar 2.8 Sistem *Feeder* pada *base station* [18]

Rugi-rugi *feeder* (*feeding loss*) merupakan rugi-rugi yang dialami oleh sinyal radio dimulai dari *transmitter* atau *receiver* menuju ke antena, yang terdiri dari kombinasi dari jumper, *feeder* dan konektor. Pada analisis BTS, *feeding loss* harus diperhatikan dan redaman maksimum yang diperbolehkan umumnya 2 dB. Tetapi, pada sisi user, di mana

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Antena terintegrasi langsung di dalamnya, faktor redamannya dapat diabaikan [18]. Sehingga total *loss* yang dihasilkan merupakan variasi panjang penggunaan jumper, *feeder* dan konektor, dengan masing-masing karakteristik *loss* diberikan oleh tabel (2.2).

Tabel 2.2 Typical feeder losses per 100 m [18]

Frekuensi (MHz)	1/2" (inchi)	7/8" (inchi)	5/4" (inchi)
450	4.683	2.644	1.871
800	6.396	3.594	2.564
900	6.822	3.861	2.762
1500	9.000	5.129	3.693
1800	10.099	5.693	4.228
2000	10.693	6.089	4.416
2300	11.543	6.624	4.919
2400	11.733	6.733	5.000
2500	12.035	6.906	5.129
3000	13.218	7.525	5.624
3300	13.932	7.932	5.928
3500	14.348	8.169	6.105

2.5.3 Sistem Antena

Penguatan Antena

Penguatan antena (*antenna gain*) menurut [14] adalah besarnya penguatan radiasi tertinggi (*peak radiation*) terhadap model antena isotropis. Radiasi tertinggi ini dapat terjadi pada dua titik (*dipole antenna*), atau juga hanya pada satu titik saja (*directional antenna*). Sedangkan pada titik atau sisi lainnya besar radiasi akan semakin berkurang mengikuti fungsi pola radiasi antena itu sendiri. Oleh karena itu, model penguatan ini dapat dilihat dari dua *layer* yang berbeda, yakni secara horizontal (*horizontal gain*) dan vertikal (*vertical gain*). Total penguatan antena akhirnya merupakan akumulasi dari kedua penguatan tersebut dan dituliskan sebagai persamaan [19] :

$$G_{ant,dB} = G_{H,dB} + G_{V,dB} \tag{2.1}$$

Dimana,

- $G_{ant,dB}$ = Gain antena (dB)
- $G_{H,dB}$ = Gain horizontal (dB)
- $G_{V,dB}$ = Gain antena vertikal (dB)

Pola radiasi

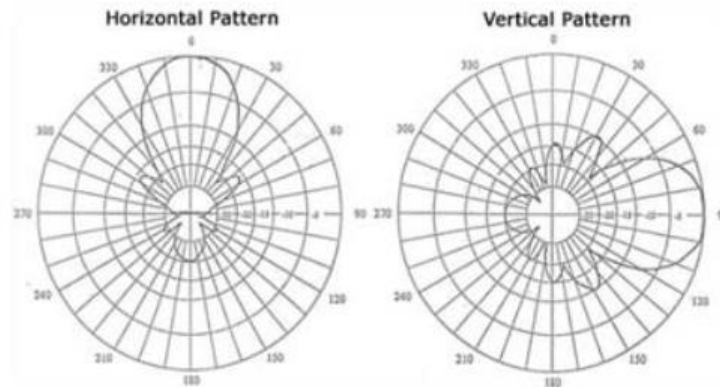
Pola radiasi (*Radiation Pattern*) merupakan suatu penggambaran radiasi yang berupa kekuatan gelombang radio yang dipancarkan oleh antena dan juga merupakan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penerimaan sinyal oleh antena dengan sudut yang berbeda. Pola radiasi pada umumnya dapat digambarkan dalam bentuk plot 3 dimensi dengan distribusi sinyal yang dipancarkan dan tingkat penerimaan sinyal yang diterima oleh antena. Berdasarkan jenis antena terdapat 2 jenis pola radiasi yang dihasilkan sebagai berikut :

Pola radiasi antena *directional*

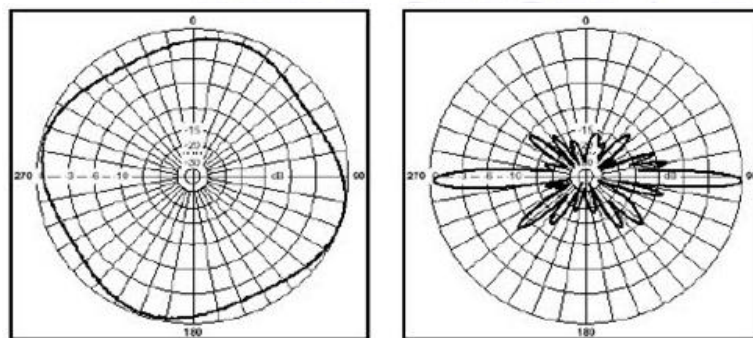
Antena *directional* merupakan pola radiasi dengan sudut pemancaran yang kecil dengan jangkauan jarak yang lebih jauh, namun tidak dapat menjangkau area yang luas. Antena *directional* cenderung hanya menerima dan mengirim sinyal radio pada satu arah, biasanya untuk penggunaan koneksi *ponit to point* atau *multiple point*.



Gambar 2.9 Pola radiasi *directional* [19]

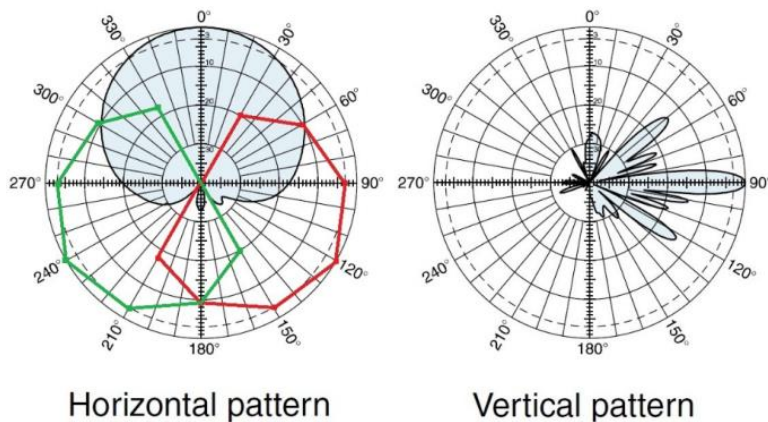
Pola radiasi antena *omnidirectional*

Antena *omnidirectional* merupakan pola radiasi yang dapat menjangkau kesegala arah dengan daya pancaran yang sama. Pada umumnya jenis antena ini memiliki pola radiasi 360° jika dilihat pada bidang magnetnya. Jenis antena ini dapat melayani pengguna yang lebih banyak, biasanya jenis antena ini digunakan pada lingkungan yang hanya memiliki *base station* terbatas dan cenderung untuk posisi pelanggan yang melebar.



Gambar 2.10 Pola radiasi *omnidirectional* [19]

Model Antena Selular, Kathrein 742215



Gambar 2.11 Pola radiasi antena Kathrein 742215 [20]

Antena yang digunakan dalam setiap pembangunan *site-site* selular di Indonesia, dikarakterisasi oleh fungsi sektor yang digunakan dalam perencanaan radionya. Karakter ini mencakup *beam width*, *gain*, dan pola radiasinya. Sebagai contoh, pada sistem 3 sektor *site*, antena umumnya memiliki horizontal *beam* $60^{\circ} - 120^{\circ}$, sedangkan vertikal *beam* bergantung pada jenis antena direksional yang digunakannya. Sedangkan *gain* antena dipengaruhi oleh *frequency range* yang diinginkan pada proses perencanaan, seperti 1710-1880 MHz dengan *gain* 17.7 dBi, 1850-1990 MHz dengan *gain* 17.9 dBi, dan 1920-2200 MHz dengan *gain* 18 dBi. Hubungan antara *beam width* dan *gain* ini sangat kompleks dan di luar konteks pembahasan tugas akhir ini. Salah satu contoh antena yang sering digunakan di Indonesia adalah Kathrein 742215 [15].

Selain karakter umum di atas, pada proses pemasangannya, antena akan memiliki orientasi (*direction*) secara horizontal dan vertikal. Status orientasi ini termuat dalam rancangan *radio engineering parameter* dalam bentuk *azimuth* dan *downtilting*. Terkait dengan perhitungan *down tilt*, beberapa antena memiliki fitur tambahan yang disebut dengan *electrical tilt*. Sehingga total *down tilt* antena tersebut harus disesuaikan dengan konfigurasi *electrical tilt* dan *mechanical tilt* yang dihasilkannya.

2.5.4 Teknik Perhitungan Gain Antena

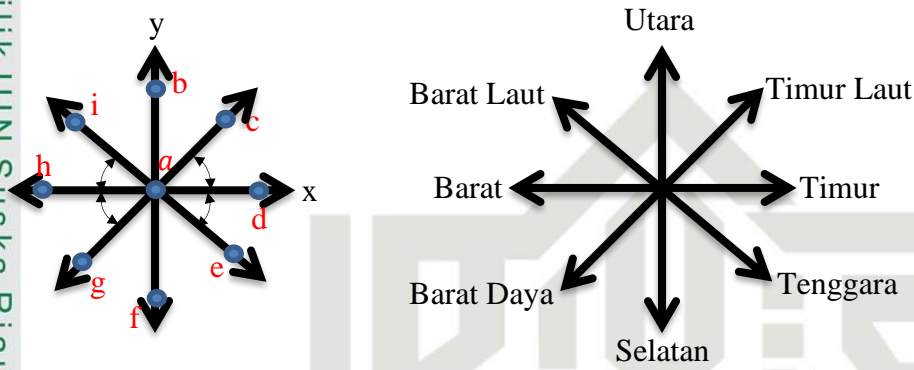
Perhitungan *gain* horizontal

Ketika berkomunikasi dengan *site*, *user* dapat menempati berbagai posisi relatif terhadap *site* yang sedang melayaninya. Berbeda posisi relatif *user*, akan mengakibatkan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

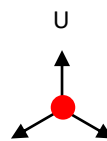
penguatan antenna *transmitter* yang juga berbeda berdasarkan pola radiasi yang dimiliki oleh antenna tersebut. Sehingga, perlu untuk mendefinisikan posisi-posisi relatif ini dalam menghitung penguatan antenna *transmitter* dari *site* dalam bentuk algoritma. Adapun arah propagasi sinyal dari *transmitter site* ke *user* dapat dimodelkan dalam arah-arah mata angin, sebagaimana yang di perlihatkan gambar (2.12).



Gambar 2.12 Posisi *user* dalam arah mata angin

Untuk menghitung penguatan antenna *transmitter* tersebut, maka diperlukan suatu algoritma yang mampu mendeteksi posisi *user* dan mendefinisikan *gain* antenna yang diperolehnya. Misalkan posisi *user* relatif terhadap arah utara disimbolkan dengan φ , *azimuth* antenna dari sektor ke-*i* yang melayani disimbolkan dengan γ dan *gain* horizontal yang diberikan antenna berada pada sudut α . Jika posisi *user* pada *layout* dimodelkan dalam koordinat (x_a, y_a) dan posisi *site* dalam (x_b, y_b) , maka algoritma ini dapat disusun berdasarkan kemungkinan *user* sebagai berikut :

- a. *User* dan *site* berada pada posisi yang sama.



● = Posisi *user*

Gambar 2.13 Posisi *user* tepat di posisi *site*

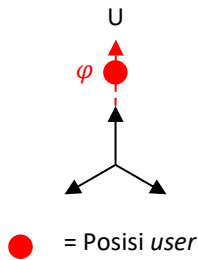
Untuk posisi ini, maka *gain* diasumsikan maksimum pada bidang horizontalnya, sehingga sudut:

$$\varphi = \gamma \tag{2.2}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. *User* berada tepat di arah utara *relative* terhadap *site*.



Gambar 2.14 Posisi *user* tepat di arah utara

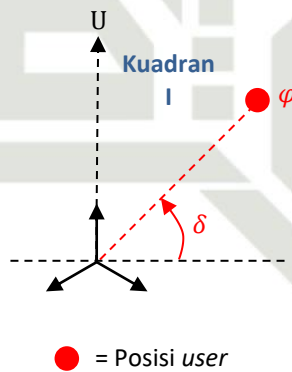
Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah sama ($x_a = x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a > y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah utara *relative* terhadap *site*.

$$\varphi = 0^\circ \tag{2.3}$$

c. *User* berada pada arah timur laut *relative* terhadap *site*.

Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a > x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a > y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah timur laut atau termasuk kuadran I,

$$\varphi = 90^\circ - \delta \tag{2.4}$$



Gambar 2.15 Posisi *user* pada arah timur laut

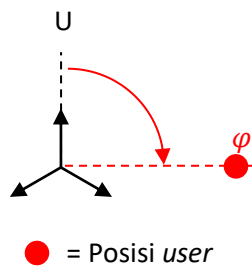
d. *User* tepat berada pada arah timur *relative* terhadap *site*.

Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a > x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah sama ($y_a = y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah timur, maka :

$$\varphi = 90^\circ \tag{2.5}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

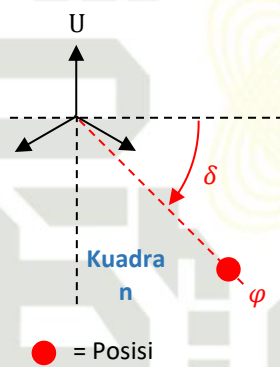


Gambar 2.16 Posisi *user* pada arah timur

e. *User* berada pada arah tenggara *relative* terhadap *site*.

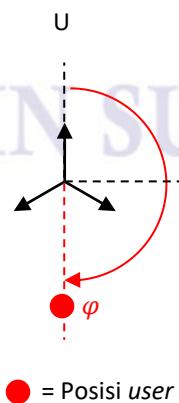
Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a > x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a < y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah tenggara atau termasuk kuadran IV, maka :

$$\varphi = 90^\circ + \delta \quad (2.6)$$



Gambar 2.17 Posisi *user* pada arah tenggara

f. *User* berada tepat di arah selatan *relative* terhadap *site*.



Gambar 2.18 Posisi *user* berada pada arah selatan

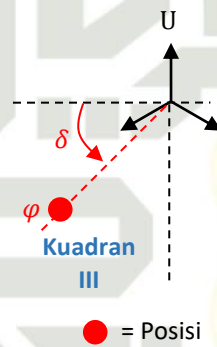
© Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah sama ($x_a = x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a < y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah selatan, maka :

$$\varphi = 180^\circ \quad (2.7)$$

gg. *User* berada pada arah barat daya *relative* terhadap *site*.

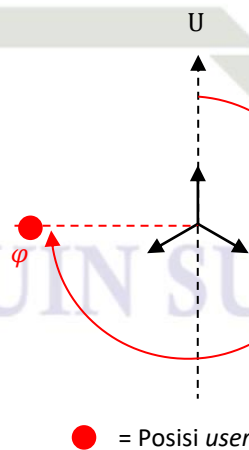
Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a < x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a < y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah barat daya atau termasuk kuadran III, maka :

$$\varphi = 270^\circ - \delta \quad (2.8)$$



Gambar 2.19 Posisi *user* berada pada arah barat daya

h. *User* berada tepat di arah barat *relative* terhadap *site*.



Gambar 2.20 Posisi *user* berada pada arah barat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

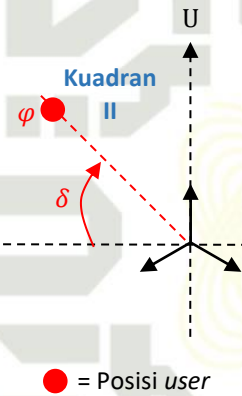
© Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a < x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah sama ($y_a = y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah barat, maka :

$$\varphi = 270^\circ \tag{2.9}$$

i. *User* berada pada arah barat laut *relative* terhadap *site*.

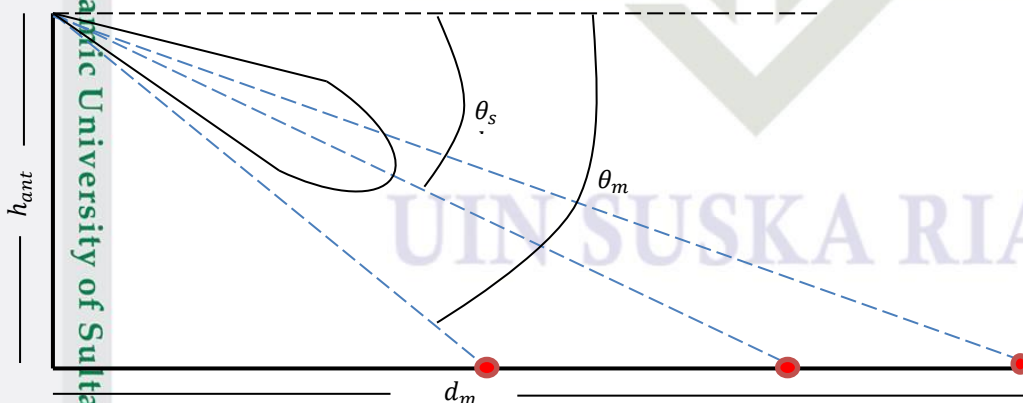
Pada posisi ini, koordinat sumbu-x *user* dan *site* adalah ($x_a < x_b$), sedangkan koordinat sumbu-y *user* dan *site* adalah ($y_a > y_b$). Sehingga sudut φ berada pada arah barat laut atau termasuk kuadran II, maka :

$$\varphi = 270^\circ + \delta \tag{2.10}$$



Gambar 2.21 Posisi *user* berada pada arah barat laut

Perhitungan gain vertikal



Gambar 2.22 Gain Vertikal

Dimana,

h_{ant} = Tinggi antena

d_m = Jarak antena (m)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- θ_s = Sudut *site*
- θ_m = Sudut *mobile*

Dalam menentukan nilai *gain* vertikal (β) perlu inputan parameter panjang x_a dan x_b , panjang y_a dan y_b , tinggi antena (h_{ant}), dan sudut *site* (θ_s). Untuk nilai sudut *site* (θ_s) telah diketahui dengan 3 pilihan yaitu 0° , 120° , dan 240° . Selanjutnya untuk menghitung sudut *mobile* (θ_m) dapat menggunakan rumus berikut:

$$\theta_m = \tan^{-1} \left(\frac{h_{ant}}{d_m} \right) \tag{2.11}$$

Namun untuk menyelesaikan rumus (2.11) perlu menghitung terlebih dahulu jarak *mobile* (θ_m), sebagai berikut:

$$d_m = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \tag{2.12}$$

Setelah nilai θ_m didapatkan maka ada 3 kemungkinan yang nantinya akan dipilih sesuai kemungkinan, berikut 3 kemungkinannya:

- a. Jika sudut *site* (θ_s) lebih kecil daripada sudut *mobile* (θ_m) maka dapat di hitung menggunakan rumus $\beta = \theta_m - \theta_s$.
- b. Jika sudut *site* (θ_s) lebih besar daripada sudut *mobile* (θ_m) maka dapat di hitung menggunakan rumus $\beta = 360 - (\theta_s - \theta_m)$.
- c. Dan jika sudut *site* (θ_s) sama dengan sudut *mobile* (θ_m) maka dapat di hitung menggunakan rumus $\beta = 0$.

2.5.5 Model Propagasi

Penurunan persamaan redaman ruang hampa (*free space loss*)

Model propagasi radio yang paling sederhana disebut dengan model *free space loss* (FSL), yang merupakan model dari persamaan Friis. Persamaan ini mengatakan bahwa penerimaan daya pada sisi *receiver* P_r secara lengkap dituliskan sebagai fungsi dari daya kirim P_t , penguatan antena pengirim G_t , dan luas area efektif antena penerima, A_{eff} yakni [19] :

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$P_r = P_t \times G_t \times \frac{1}{4\pi d^2} \times A_{eff} \quad (2.13)$$

dimana,

- P_r = Daya terima di antena
- P_t = Daya kirim di antena
- G_t = Penguatan antena pengirim
- A_{eff} = Luas area efektif penerima
- d = Jarak antena

Menurut [19], nilai A_{eff} adalah:

$$A_{eff} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_r \quad (2.14)$$

dimana,

- A_{eff} = Luas area efektif penerima
- λ = Panjang gelombang
- G_r = Penguatan antena penerima

Sehingga persamaan (2.13) dapat dituliskan kembali menjadi:

$$P_r = P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad (2.15)$$

Jika $c = \lambda \cdot f$, maka persamaan (2.13), dapat diubah menjadi:

$$P_r = P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \left(\frac{c}{4\pi d f}\right)^2 \quad (2.16)$$

Maka dalam satuan desibel, persamaan penerimaan sinyal radio pada ruang hampa dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_r &= 10 \log \left(P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \left(\frac{c}{4\pi d f}\right)^2 \right) \\ &= P_{t,dB} + G_{t,dB} + G_{r,dB} + 20 \log c - 20 \log(4\pi) - 20 \log d_m - 20 \log f_{Hz} \\ &= P_{t,dB} + G_{t,dB} + G_{r,dB} + 147.55 - 20 \log d_m - 20 \log f_{Hz} \\ &= P_{t,dB} + G_{t,dB} + G_{r,dB} - \underbrace{(32.44 + 20 \log d_{km} + 20 \log f_{MHz})}_{\text{Redaman ruang hampa}} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Dimana,

- P_r = Daya terima di antenna
- P_t = Daya kirim di antenna
- G_t = Penguatan antenna pengirim
- G_r = Penguatan antenna penerima
- d = Jarak antenna
- f = Frekuensi
- c = Kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 \text{ m/s}^2$)

Meskipun persamaan Friis dianggap dasar dalam menghitung redaman sinyal radio, tetapi persamaan tersebut hanya berlaku dalam kondisi *line of sight* dan medium yang digunakan adalah ruang hampa. Hal ini menyebabkan berbagai macam interpretasi model yang sesuai untuk diimplementasikan dalam perencanaan radio selular. Bervariasinya interpretasi tersebut dikarenakan oleh adanya beragam rintangan (*obstacle*) dan pantulan yang dialami oleh sinyal radio selama berpropagasi dari *transmitter* menuju *receiver*.

Sedangkan untuk menghitung FSL dapat dihitung dengan penurunan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FSL &= 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi df}{c} \right)^2 \\
 &= 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d_m f_{MHz}}{3 \cdot 10^8} \right) \\
 &= 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{3 \cdot 10^8} \right) + 20 \log d_m + 20 \log f_{MHz} \\
 &= -147.56 + 20 \log d_{km} + 20 \log 10^3 - 20 \log F_{MHz} \\
 &= 32.44 + 20 \log d_{km} + 20 \log F_{MHz}
 \end{aligned} \tag{2.18}$$

Beberapa model yang sering digunakan dalam perencanaan radio, diantaranya adalah model COST 231: Walfisch-Ikegami, yang distandarkan sebagai model 3G pada frekuensi kerja 2GHz [21].

Model COST 231: Walfisch-Ikegami

Model COST 231: Walfisch-Ikegami merupakan kombinasi dari model yang dibuat oleh J. Walfisch dan F. Ikegami yang mengkombinasikan model empiris dan deterministik dalam mengestimasi rugi-rugi komunikasi selular pada wilayah perkotaan (*urban*). Model ini terdiri atas 3 elemen, yaitu: *free space loss*, *roof-to-street diffraction and scatter loss*, dan *multi-screen loss*.

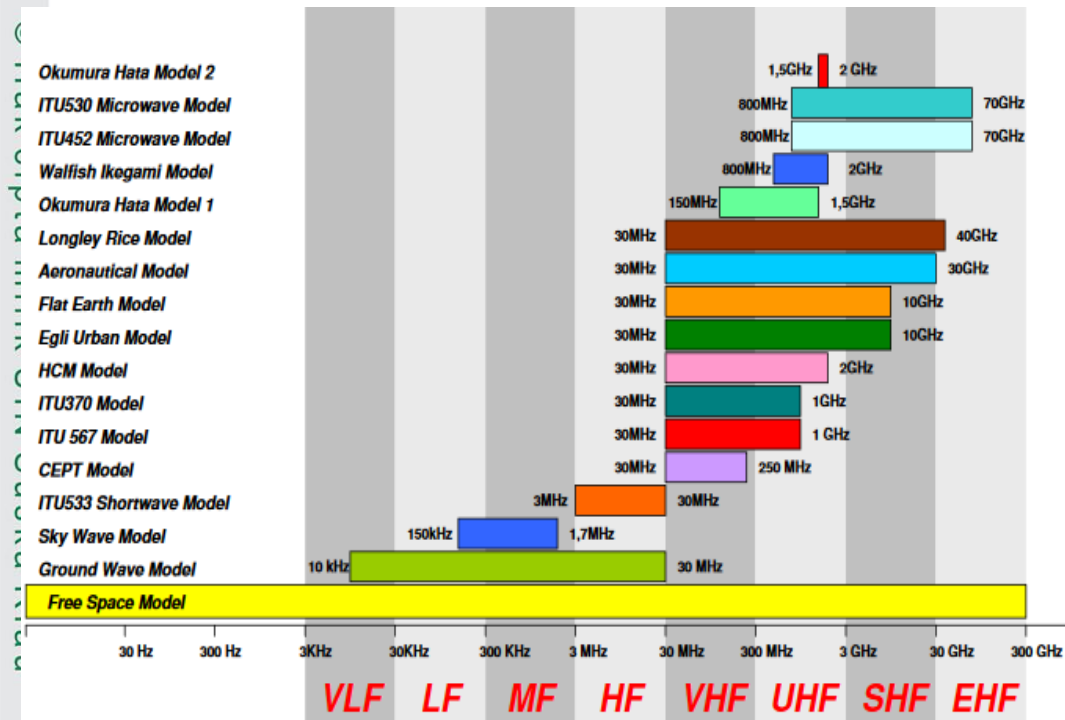
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.23 Parameter pemilihan jenis antenna [21]

Pada penelitian kali ini, penulis memilih model COST 231: Walfisch-Ikegami karena berdasarkan parameter yang ada pada gambar (2.22) dapat dilihat bahwa untuk model ini berkisar antara frekuensi 800 MHz – 2 GHz sesuai dengan kondisi frekuensi yang di asumsikan oleh penulis. Model COST 231: Walfisch-Ikegami dapat dibagi menjadi 2 kasus, yaitu LOS dan NLOS. Dalam hal ini, sistem dikatakan LOS dan NLOS ketika *switching* pada program adalah [22] :

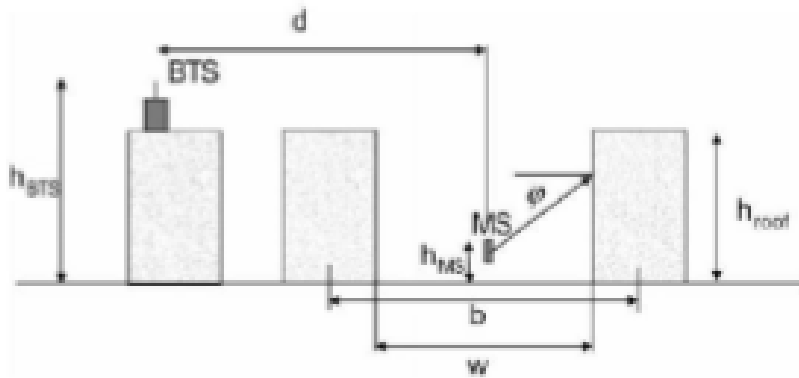
$$\begin{aligned}
 L_{rts} + L_{msd} > 0 &= L_{FSL} + L_{rts} + L_{msd} \\
 L_{rts} + L_{msd} < 0 &= L_{FSL}
 \end{aligned}
 \tag{2.19}$$

LOS (*Line Of Sight*)

Line Of Sight merupakan kondisi antara antenna penerima dan pengirim tidak ada penghalang atau hambatan seperti gedung, gunung, dan lain-lain.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.24 LOS (*Line Of Sight*) [23]

Dimana,

- H_{BTS} = Tinggi antena pemancar (m)
- h_{MS} = Tinggi antena penerima (m)
- h_{roof} = Tinggi gedung (m)
- b = jarak antar gedung (m)
- w = lebar jalan (m)
- d = jarak antara antena pemancar dan penerima (km)

Berikut merupakan perhitungan nilai *pathloss* model 231: Walfisch-Ikegami dengan kondisi LOS :

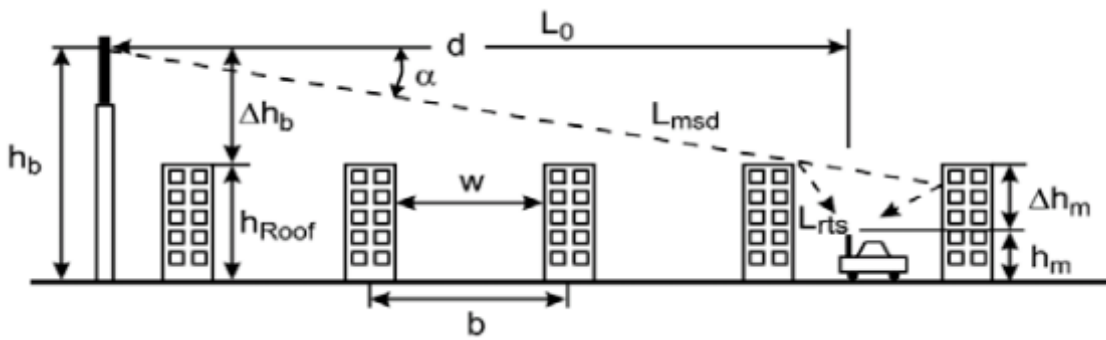
$$P_{LOS} = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \quad (2.20)$$

Dimana,

- P_{LOS} = Rugi-rugi propagasi LOS (dB)
- d = jarak atarana antena penerima dan antena pemancar (km)
- f = Frekuensi kerja (MHz)

NLOS (*Non Line Of Sight*)

Non Line Of Sight merupakan kondisi antara antena penerima dan pengirim terdapat penghalang.



Gambar 2.25 NLOS (*Non Line Of Sight*) [23]

Undang

JIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dimana,

- h_b = Tinggi antena pemancar (m)
- h_m = Tinggi antena penerima (m)
- h_{roof} = Tinggi gedung (m)
- b = jarak antar bangunan (m)
- w = lebar jalan (m)
- d = jarak antara antena pemancar dan penerima (km)
- φ = Sudut orientasi jalan (°)

Berikut merupakan perhitungan nilai *pathloss* model COST 231: Walfisch-Ikegami dengan kondisi NLOS :

$$P_{NLOS} = 32.44 + 20 \log d + 20 \log f + L_{rts} + L_{msd} \quad (2.21)$$

Dimana,

- P_{NLOS} = Rugi-rugi propagasi NLOS (dB)
- L_{rts} = Rugi-rugi *roof-top-to-street*
- L_{msd} = Rugi-rugi *multi screen diffraction*

Menurut [12] nilai L_{rts} adalah :

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log(w) + 10 \log f + 20 \log (h_{roof} - h_m) + L_{ori} \quad (2.22)$$

Dimana,

- L_{ori} = Faktor orientasi jalan terhadap sinyal datang
- h_m = Tinggi antena penerima (m)
- h_{roof} = Tinggi gedung (m)

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Sedangkan untuk mencari nilai L_{ori} sebagai berikut :

$$L_{ori} = \begin{cases} -10 + 0.354 \varphi & 0^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\varphi - 35) & 35^\circ \leq \varphi \leq 55^\circ \\ 4.0 - 0.114(\varphi - 55) & 55^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (2.23)$$

Dan untuk mencari nilai L_{msd} pada persamaan (2.21) adalah :

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) - 9 \log(b) \quad (2.24)$$

Dimana,

- f = Frekuensi (MHz)
- b = jarak antar bangunan (m)

Dimana L_{bsh} , k_a , k_d dan k_f dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log [1 + (h_b - h_{roof})] & h_b > h_{roof} \\ 0 & h_b < h_{roof} \end{cases} \quad (2.25)$$

$$k_a = \begin{cases} 54 & h_b > h_{roof} \\ 54 - 0.8(h_b - h_{roof}) & h_b \leq h_{roof} \text{ dan } d \geq 0.5 \text{ km} \\ 54 - 0.8(h_b - h_{roof}) \frac{d}{0.5} & h_b \leq h_{roof} \text{ dan } d < 0.5 \text{ km} \end{cases} \quad (2.26)$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & h_b > h_{roof} \\ 18 - 15 \frac{h_b - h_{roof}}{h_{roof}} & h_b \leq h_{roof} \end{cases} \quad (2.27)$$

$$k_f = \begin{cases} -4 + 0.7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \text{untuk medium - sized city} \\ -4 + 1.5 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \text{untuk metropolitan centre} \end{cases} \quad (2.28)$$

2.5.6 Noise & Loss lainnya

Thermal Noise

Thermal noise merupakan *noise* yang dibangkitkan oleh gerakan *thermal* acak pembawa muatan elektron dalam konduktor. *Thermal noise* ini merupakan *noise* yang sulit

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

hindari atau bisa dikatakan akan selalu ada pada perangkat aktif, hal ini dikarenakan akibat dari panas yang ditimbulkan oleh perangkat tersebut. Daya *thermal noise* dapat dituntut menggunakan persamaan berikut [15]:

$$P_N (dBm) = 10 \log_{10}(1000 \cdot k \cdot T \cdot B) \quad (2.29)$$

Dimana,

- k = Konstanta Boltzman ($1,38065 \times 10^{-23}$ J/K)
- T = Suhu (Kelvin)
- B = *Bandwidth* (Hz)

Body loss

Body loss memiliki beberapa efek pada kinerja stasiun seluler, seperti menyerap energi dan efisiensi antena dari beberapa sensitivitas stasiun yang bergerak dapat berkurang. Selain itu efek yang terjadi berupa perubahan arah lobus dan polarisasi, efek ini dapat diabaikan jika tidak ada penguatan antena seluler yang terjadi, dan antena terpolarisasi yang merupakan peralatan standar pada saat ini. Dalam hal ini kerugian polarisasi terjadi pada proses *downlink* dan *uplink*, untuk *body loss* yang direkomendasikan oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) adalah 3 dB untuk 1800 MHz dan 5 dB untuk 900 MHz.

2.5.7 Shadowing

Shadowing merupakan efek fluktuasi daya pada penerimaan sinyal radio akibat adanya variasi gangguan pada lintasan propagasi. Banyak hal yang menyebabkan variasi gangguan ini, seperti *obscatale* yang bergerak, *multipath fading* yang menyebabkan sinyal saling konstruktif ataupun destruktif, ataupun karena *loss-loss random* lainnya. *Shadowing* menyebabkan sinyal dapat menguat atau bahkan *drop* seketika dalam waktu yang sangat singkat tetapi masih dalam kisaran rata-rata daya lokalnya. Dalam beberapa penelitian menyimpulkan bahwa fluktuasi daya lokalnya berkisar antara puluhan atau kadang beberapa ratus meter perpindahan, akan menyebabkan fluktuasi 3.7 dB.

2.5.8 Fade Margin

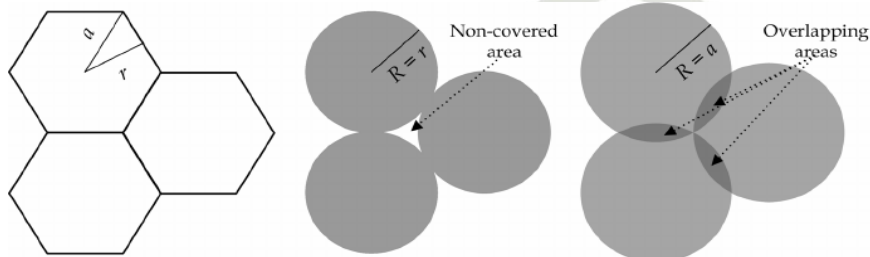
Fade margin atau sering juga disebut dengan *System Operating Margin* (SOM) merupakan perbedaan antara kekuatan penerimaan sinyal terhadap *receiver sensitivity*. Fungsi utama penggunaan *fade margin* adalah untuk menjamin penerimaan sinyal masih

1. Dalam batas kemampuan *receiver* untuk menerjemahkan informasi pada sinyal yang diterima. Umumnya margin ini disajikan dalam satuan dBm, dan bernilai antara 10 – 20 dBm.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Perencanaan Jaringan Radio Selular

2.6.1 Perencanaan Sel



Gambar 2.26 Model sel pada sistem radio selular [24]

Pada perencanaan sistem radio selular, model-model sel yang digunakan harus konsisten. Beberapa penelitian menggunakan model sel *hexagonal*, sirkular dan bujur sangkar (lihat gambar 2.26). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kemudahan dalam menyusun sel tanpa terjadinya *blank spot* pada area yang diberikan. Dengan adanya model sel ini, area cakupan (*coverage*) suatu sel atau sektor dapat digambarkan dengan lebih terkonsep.

Pada konfigurasi sel dengan jenis antena *omni-directional*, area cakupan meluas membentuk suatu lingkaran. Keuntungan konfigurasi ini adalah penggunaan antena tunggal untuk mencakup seluruh area layanan disekitarnya. Umumnya konfigurasi ini digunakan pada jenis *Giga-cell* dengan konsentrasi permintaan panggilan yang rendah, atau pada jenis-jenis sel dengan area layanan yang sempit seperti *femtocell* dengan kisaran radius dalam orde belasan atau puluhan meter.

Sedangkan pada konfigurasi yang menggunakan tipe antena *directional*, area layanan disekitarnya dapat dibagi-bagi dalam beberapa sektor dan dilayani oleh antena yang berbeda-beda. Tujuan penggunaan konfigurasi ini adalah untuk memperbesar kapasitas sistem atau memperluas jangkauan *coverage* dan fokus pada suatu arah layanan. Pada *site* yang menggunakan konfigurasi 3 sektor, model sel dapat menggunakan satu model *hexagonal* jika antena yang digunakan memiliki karakteristik *beam width* yang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

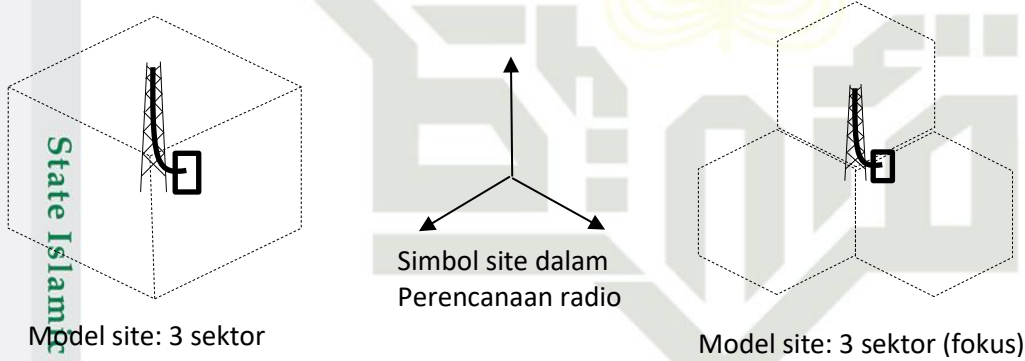
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6.2 Cluster

Cluster adalah kumpulan dari beberapa sel, yang merupakan representasi dari *site*, dimana setiap sel tersebut memiliki identifikasi yang unik pada *cluster* yang sama. Teknik identifikasi sel ini dapat berbeda bergantung pada jenis teknologi selularnya. Sebagai contoh pada teknologi GSM identifikasi dilakukan berdasarkan frekuensi *carrier* yang digunakannya (*frequency reuse*), sedangkan pada teknologi WCDMA identifikasi berdasarkan kode *scrambling* atau yang dikenal istilah PN (*pseudonoise*) Code.

Dalam perencanaan radio, sel-sel tadi diimplementasikan dalam bentuk *hexagonal* bergantung pada jumlah sektor yang digunakan pada setiap *site*-nya. Untuk model *uniform distribution cell*, setiap sel yang dimodelkan memiliki ukuran dan orientasi yang seragam untuk setiap *site*-nya dalam suatu *cluster*. Pemodelan *site* dengan 3 sektor dengan model ini diperlihatkan oleh gambar (2.27) berikut:

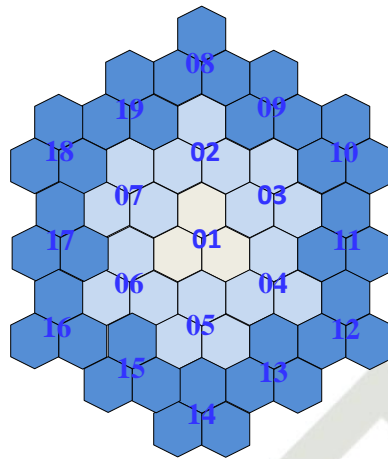


Gambar 2.27 Implementasi penggunaan *hexagonal* dalam memodelkan *uniformly distributed cell*

Untuk model *hexagonal* dengan 3 sektor (fokus), lihat pada gambar (2.28), implementasi *layout* dalam model 2 *tiers* per *cluster* dapat dilakukan seperti gambar berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.28 Model layout hexagonal 3 sektor (fokus) 2 tiers – 19 site

2.6.3 Engineering Parameter

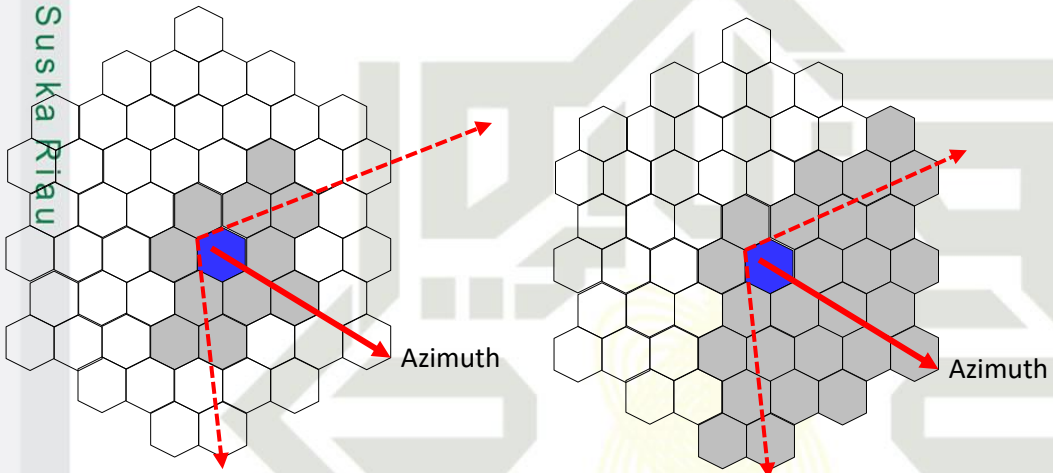
Radio *engineering* parameter merupakan kumpulan data yang digunakan dalam melakukan simulasi radio dalam melakukan analisis kinerja jaringan yang akan dibangun. Basis data ini memuat informasi minimum mencakup [21]:

1. Informasi lokasi *site*: informasi ini berkaitan dengan nama *site*, nama sel, dan koordinat *site* seperti *longitude*, *latitude* dan *altitude*.
 2. Informasi jaringan (BTS): informasi yang berkaitan dengan nama BTS, nama sel, dan informasi administrasi lainnya.
 3. Status Antena: informasi ini berkaitan dengan jenis antena, lebar pengarah antena (*beam width*), penguatan antena (*antenna gain*), ketinggian pemasangan antena (*antenna high*), pengarah antena baik horizontal (*azimuth*) maupun vertikal (*down tilt*).
- Informasi frekuensi: informasi yang berkaitan dengan frekuensi tengah dari *carrier*, serta lebar pita yang digunakannya, baik untuk *uplink* maupun *downlink*.

Basis data ini umumnya disajikan dalam bentuk tabel, dan merupakan masukan dasar dalam melakukan suatu simulasi. Pemilihan setiap nilai parameter dilakukan berdasarkan teori dan diuji dengan menggunakan simulator secara akumulasi *site* yang ada, baik *existing* maupun pada *new site*.

2.6.4 Neighbor List

Perencanaan *neighbor list* secara teori belum distandarkan oleh badan manapun. Umumnya dalam penelitian sel yang akan menjadi *neighbor* dari suatu sel target, dipilih berdasarkan posisi terdekatnya terhadap sel-sel yang terkait. Pilihan lainnya adalah dengan menggunakan algoritma-algoritma khusus seperti pada [3][7][8][9]. Meskipun demikian, secara logis pemilihan sel ini dapat dilakukan dengan dua teknik sederhana, yakni *neighbor* pada *tiers-1* dan mencakup hingga *tiers-2* [1], lihat gambar (2.29).



Gambar 2.29 Model *neighbor* 1 *tiers* (11 sel) dan 2 *tiers* (26 sel)

Neighbor list memiliki pengaruh penting pada kinerja mobilitas. Hal itu harus mengandug sejumlah besar *neighbor cell* yang potensial untuk memastikan bahwa setiap ponsel dalam sel penyajian dapat menemukan setidaknya satu target *handover* ketika sinyal pada sel awal mulai menghilang atau memburuk. Namun, seperti pengukuran ponsel, kapasitas terbatas dan daftar yang panjang dapat menyebabkan keterlambatan dalam menemukan target *handover* yang cocok. Penundaan ini dapat menyebabkan panggilan *delay* saat pengguna bergerak dengan kecepatan tinggi.

Walaupun mungkin tampak mudah untuk mengkonfigurasi *neighbor list* dengan hanya melihat topologi sel dan memilih semua sel yang berada di sekitar sel awal dengan sel yang diinginkan, itu tidak sesederhana pada kenyataannya. Hal ini terutama disebabkan oleh kenyataan bahwa jangkauan radio yang sebenarnya tidak diketahui, karena sangat tergantung pada lingkungan yang hanya dapat dimodelkan pada tingkat tertentu dalam simulasi radio. Misalnya, keberadaan bangunan, pohon, dan objek bergerak yang tidak terduga akan memiliki efek pada cakupan dan dapat membuat lubang cakupan yang tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

di prediksi oleh model. Selain itu, perubahan lingkungan karena misalnya bangunan yang baru dibangun tidak dapat dengan mudah diperhitungkan. Dengan demikian, prediksi akurat dari cakupan sel sulit dan juga mungkin tidak *valid* lagi setelah beberapa waktu.

Elemen kunci dari konfigurasi *neighbor list* adalah informasi yang dapat dipercaya tentang cakupan sel. Dalam jaringan nyata, cara terbaik untuk mendapatkan informasi cakupan yang akurat adalah dengan terus melakukan pengukuran sinyal radio. Cara paling efisien untuk mencapai ini adalah membiarkan entitas jaringan, seperti stasiun bergerak dan stasiun pangkalan melakukan pengukuran selama operasi.

Catchment Angle

Setiap sel memiliki daftar NCL yang memungkinkan untuk melakukan *handover*, pendekatan paling sederhana untuk pemilihan *neighbor* adalah dengan menentukan jarak ke semua sel sekitarnya dan dirangking berdasarkan jarak yang terdekat. Meskipun pendekatan ini mungkin cocok untuk jaringan yang menggunakan antena *omnidirectional*, namun pada jaringan yang menggunakan antena sektoral, sangat penting untuk mempertimbangkan hubungan antena dari *user* dan sel target. Oleh karena itu, sudut maksimum dari arah antena azimuth mungkin terbatas pada nilai tertentu, sehingga metode ini disebut *catchment angle* (sudut tangkapan).

Untuk pemilihan sudut, hal ini bergantung pada pola radiasi antena yang digunakan. Jika antena *omnidirectional* besarnya sudut adalah 360°, sedangkan untuk antena *directional* dapat menggunakan sudut 180°, dan sudut yang digunakan untuk mendefinisikan NCL pada sistem sektor lebih besar daripada porsi cakupan sektornya 360°/3=120°. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi potensial sel yang mungkin diperlukan ketika pergerakan *user* memotong area cakupan sel sumber.

2.7 Parameter Sinyal

2.7.1 RSSI (Received Signal Strength Indicator)

RSSI merupakan parameter yang menunjukkan daya terima sinyal pada *band frequency channel pilot* yang di ukur, sehingga dapat di ketahui bahwa daya sinyal yang terukur oleh penerima WCDMA digabungkan dengan menggunakan proses *rake receiver*. Parameter RSSI diukur pada arah *downlink* dengan menggunakan acuan pengukuran pada koneksi antena pada *user* sedangkan untuk satuan dari RSSI ini adalah dalam dBm.

2.7.2 RSCP (*Received Signal Code Power*)

RSCP merupakan level sinyal yang diterima dari *user*, semakin besar nilai dari RSCP maka akan semakin baik. RSCP akan mempengaruhi persentase dari keberhasilan mengakses layanan telekomunikasi, salah satu contoh ketika kita berada pada suatu wilayah yang memiliki nilai RSCP yang jelek maka akan susah melakukan panggilan atau mengirim pesan melalui seluler.

Berikut ini adalah syarat jika ingin mengatakan suatu area dikatakan terlayani oleh cakupan sel :

- 1. Penerimaan sinyal RSCP pada area tersebut adalah di atas syarat minimum dari layanan.
- 2. Kualitas penerimaan sinyal E_c/I_o adalah di atas syarat minimum dari layanan (umumnya $> -15\text{db}$).

2.7.3 Ec/No

E_c/No merupakan parameter yang menggambarkan kualitas signal 3G, E_c/No sendiri akan mempengaruhi presentasi kualitas layanan telekomunikasi. Hal ini dikarenakan kualitas jaringan yang apabila nilainya semakin kecil berarti tingkat interferensinya tinggi, sehingga berpegaruh pada *user*.

2.7.4 Ec/Io

E_c/I_o menunjukkan level daya minimum (*threshold*) dimana *user* masih bisa melakukan suatu panggilan, biasanya nilai dari E_c/I_o menentukan kapan *user* harus melakukan *handoff*. E_c/I_o di ukur dalam dB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

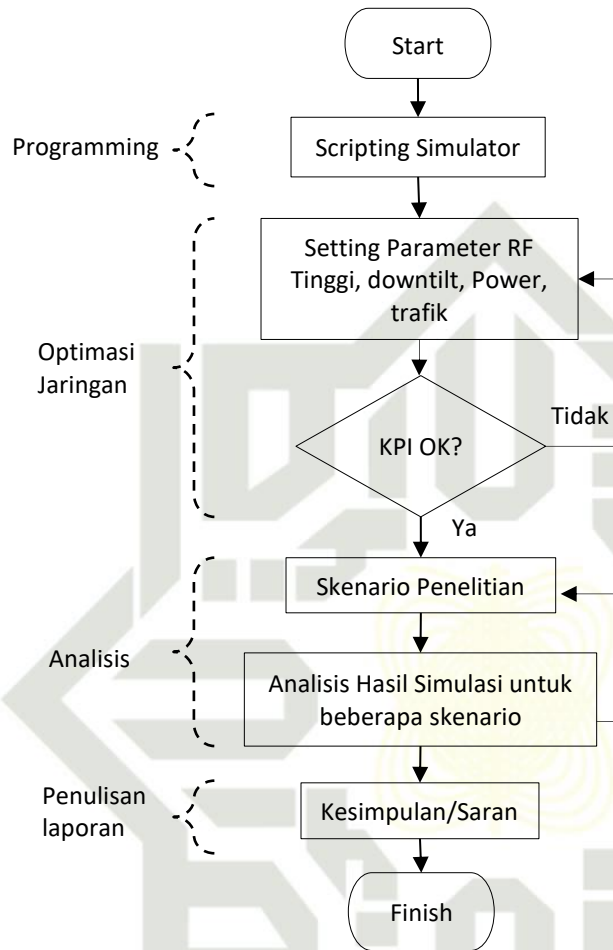
Penelitian ini dirancang untuk mengetahui jumlah *neighbor* optimal ketika jaringan *macrocell* (radius > 1 km) berevolusi menjadi *picocell* (500 m). Model susunan layout dibuat secara seragam dalam konfigurasi azimuth dan didistribusikan menggunakan model layout hexagonal 19 site dalam 2 *tiers* (*uniformly distributed site 2-tier*). Dalam hal ini setiap site memiliki 3 sektor atau sel dengan jumlah seluruhnya adalah 57 sel dalam *cluster* yang sama.

Penelitian ini dilakukan secara komputerisasi menggunakan aplikasi Matlab dan Map-info. Matlab digunakan untuk menghitung simulasi Monte-carlo (berulang-ulang) dalam penerimaan sinyal di sisi *receiver*. Proses pembangunan model Matlab tersebut dilakukan secara *scripting* pada Matlab Release 2008. Sedangkan Map-info dapat menyajikan hasil analisis keluaran Matlab secara visual, sehingga memudahkan dalam menilai validasi model. Untuk membatasi kinerja *processor*, maka titik pengamatan (*sampling*) dibatasi untuk 50 sampel pada arah horizontal dan 50 sampel pada arah vertikal, sehingga totalnya menjadi 2500 sampel.

Setelah proses *programming* telah dilakukan, parameter jaringan terlebih dahulu harus disesuaikan agar kinerjanya mencapai level optimum. Proses optimasi ini dilakukan secara bertahap untuk beberapa parameter radio (RF) berikut, yaitu: ketinggian antena (meter), *downtilting* (derajat), dan daya pancar maksimum (milli-watt atau dBm). Untuk menguji hasil yang lebih valid kemudian *setting* parameter RF tersebut diuji dengan menggunakan model trafik untuk beban 50% (trafik rendah), 75% (trafik sedang) dan 90% (trafik tinggi).

Untuk proses analisis, tahapan penelitian dirancang dengan menggunakan beberapa skenario untuk dapat melahirkan keputusan yang valid. Skenario tersebut dirinci dalam beberapa jumlah slot *neighbor* yang akan didaftarkan, yakni pada 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Dalam hal ini, model trafik juga digunakan kembali untuk menguji kinerja jaringan pada level *BER* terhadap slot *neighbor* yang telah ditetapkan. Hasil keputusan kemudian

disajikan dalam bentuk statistik dan akurasinya dalam hal *missing neighbor list*. Adapun tahapan penelitian tersebut diperlihatkan oleh gambar (3.1) berikut.



Gambar 3.1 Flowchart tahapan penelitian

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.2 Algoritma Simulator

Pada penelitian ini penulis menggunakan simulator yang dapat dibangun dengan menggunakan beberapa model berikut.

3.2.1 Model Layout dan Sampling

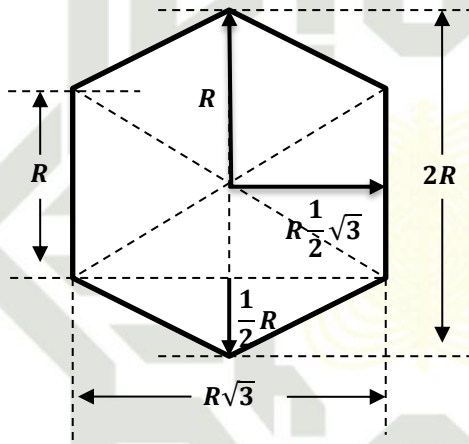
Model Area optimasi

Pemetaan *site* dalam *layout* membutuhkan sistem koordinat, agar dapat mudah dianalisa dan disajikan secara sistematis. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah system koordinat *Cartesian* (persegi), dimana posisi *site_1*, menunjukkan koordinat (0,0). Alasan penggunaan sistem koordinat ini adalah agar perhitungan secara teori dapat

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dilakukan secara sirkular searah jarum jam dan bertahap dari *tiers* 1 menuju *tiers* 2. Berdasarkan penomoran tersebut, kemudian posisi setiap *site* dihitung berdasarkan karakteristik dari hexagonal.

Berdasarkan model sel yang dipergunakan, setiap hexagonal merepresentasikan area cakupan setiap sektor dari suatu *site*, sehingga setiap *site* akan dibentuk oleh 3 hexagonal yang seragam. Sebagaimana yang diketahui, hexagonal dibangun dari 6 segitiga sama sisi, dimana setiap sisinya menunjukkan jangkauan radius dari model sel, dalam hal ini dinotasikan dengan R . dari pengetahuan ini kemudian setiap dimensi dari hexagonal dapat dihitung, sehingga diperoleh informasi sebagaimana yang diperlihatkan oleh gambar (3.2).

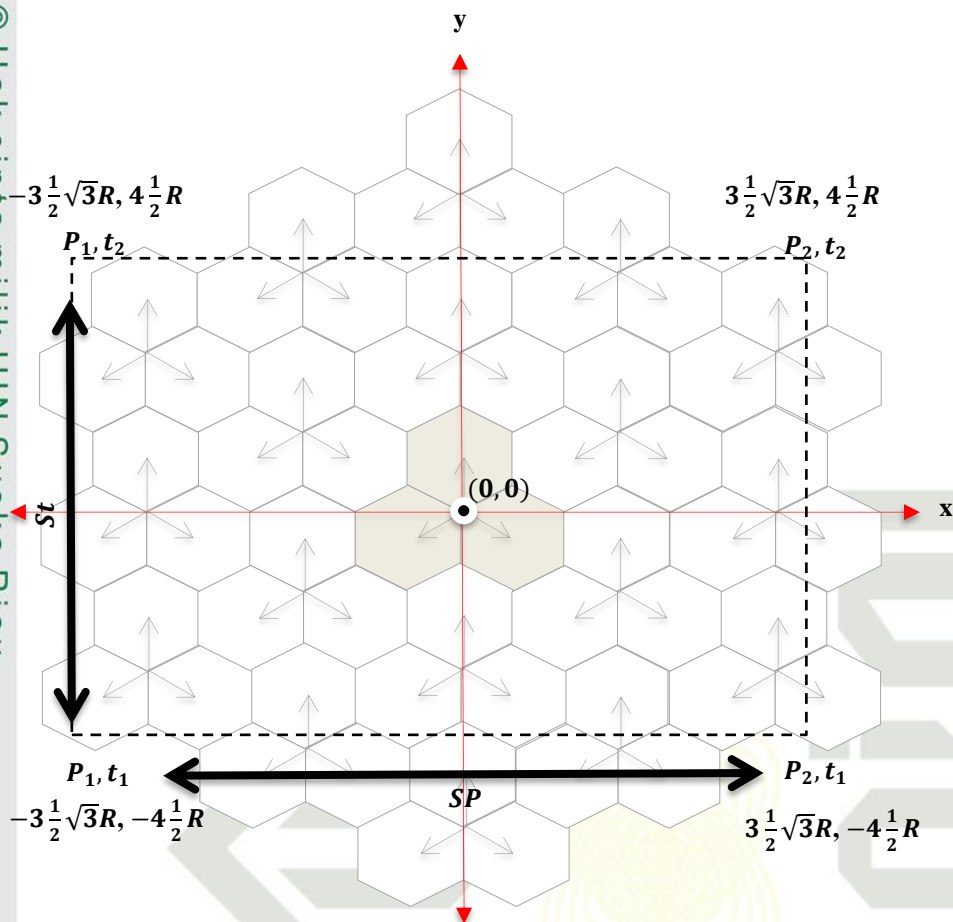


Gambar 3.2 Pengukuran dimensi dari hexagonal

Penelitian ini menggunakan konfigurasi 2 *tiers*, yakni terdiri dari 19 *site* dalam suatu *cluster*. Setiap *site* terdiri dari 3 sektor yang akan merepresentasikan sel tunggal dan bersifat unik dalam *cluster* tersebut. Format *uniformly distributed* mengindikasikan bahwa seluruh *site* dalam *layout* ditempatkan sehingga posisi dan azimuth setiap sektor akan mengikuti pola yang seragam, yakni 0° , 120° dan 240° . Konfigurasi *layout* ini dapat dimodelkan sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar berikut ini:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.3 Model *layout* posisi *site*, azimuth dan area analisa penelitian

Dimana,

- p_1 = Sampel pada deretan panjang 1 (negative)
- t_1 = Sampel pada deretan tinggi 1 (negative)
- p_2 = Sampel pada deretan panjang 2 (positif)
- t_2 = Sampel pada deretan tinggi 2 (positif)
- Sp = Jumlah sampel panjang
- St = Jumlah sampel tinggi

Dengan menggunakan dimensi hexagonal dapat di lihat pada gambar (3.2), maka posisi dari 19 *site* yang tersusun dalam model *cluster 2 tiers* dapat dilihat pada tabel (3.2), nilai pada kolom koordinat-x dan koordinat-y diperoleh dari perhitungan model *layout* pada gambar (3.3). Dimana perhitungan dimulai pada posisi *site* yang berada di titik tengah, dan dilanjutkan sesuai dengan urutan pada gambar (3.4). Setelah perhitungan pada model *layout* diperoleh dan untuk mendapatkan hasil pada kolom koordinat-x, maka hasil

1. Perhitungan model *layout* dibagi $\frac{1}{2} \sqrt{3} R$, misalnya perhitungan *site_3* diperoleh hasil $\sqrt{3} R / \frac{1}{2} \sqrt{3} R = 3$. Selanjutnya perhitungan koordinat-y dibagi R , misalnya *site_3* diperoleh hasil $1 \frac{1}{2} R / R = 1.5$.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4 Urutan posisi perhitungan *site*

Tabel 3.1 Nilai koordinat X dan koordinat Y setiap *site*

Nomor <i>Site</i>	Koordinat – X $(\frac{1}{2} \sqrt{3} R)$	Koordinat – Y (R)
<i>Site_1</i>	0	0
<i>Site_2</i>	0	3
<i>Site_3</i>	3	1.5
<i>Site_4</i>	3	-1.5
<i>Site_5</i>	0	-3
<i>Site_6</i>	-3	-1.5
<i>Site_7</i>	-3	1.5
<i>Site_8</i>	0	6
<i>Site_9</i>	3	4.5
<i>Site_10</i>	6	3
<i>Site_11</i>	6	0
<i>Site_12</i>	6	-3
<i>Site_13</i>	3	-4.5
<i>Site_14</i>	0	-6
<i>Site_15</i>	-3	-4.5
<i>Site_16</i>	-6	-3
<i>Site_17</i>	-6	0
<i>Site_18</i>	-6	3
<i>Site_19</i>	-3	4.5

Konversi Koordinat Geografis dan Koordinat Kartesian

Untuk memudahkan analisis, *software* Map-Info digunakan dalam untuk memvisualisasikan situasi penerimaan sinyal radio hasil perhitungan simulator. Mengingat adanya perbedaan sistem, maka sistem koordinat kartesian yang dipergunakan dalam simulator (Matlab) harus dikonversi terlebih dahulu menjadi sistem koordinat geografis. Oleh karena itu, diperlukan teknik perhitungan yang mudah dalam melakukan konversi sistem koordinat tersebut.

Sistem koordinat geografis yang dipergunakan dalam visualisasi (Map-Info) dapat dimodelkan sebagai dimensi keliling bumi pada garis khatulistiwa (*longitude*) dan keliling bumi pada garis meridian (*latitude*). Sumbu *longitude* dan *latitude* ini dalam konteks bahasa Indonesia dikenal sebagai garis bujur dan lintang. Ukuran dimensi dari keliling bumi pada meridian adalah 40007.86 km. Model ini dikonversikan sebagai model perputaran dari 360° yang diselesaikan dalam 24 jam pada khatulistiwa, sedangkan pada meridian cukup 180° pada setengah kelilingnya. Sehingga representasi 1° dan 1 km dalam masing-masing sumbu *longitude* dan *latitude* dapat dihitung sebagai berikut :

$$1^\circ_{long} = 40075.017/360 = 111.3195 \text{ km} \leftrightarrow 1 \text{ km}_{long} = 0.008983^\circ \quad (3.1)$$

Tabel 3.2 Nilai *Longitude*

Posisi	Sistem Koordinat Geografis	Nilai
<i>Longitude</i>	Keliling Bumi (Khatulistiwa)	40075.02 km
	Keliling Bumi (Sudut)	360°
	1°	111.3195 km
	1 km (X)	0.008983°

Cara menghitung *Longitude* : Penelitian ini mengasumsikan bentuk antena *picocell* dengan radius 1 km, jika di hitung keliling bumi pada garis khatulistiwa dengan besaran jarak 40075.02 km dan di bagi dengan keliling bumi dengan sudut 360° sehingga mendapatkan hasil 1° = 111.3195 km. Untuk mengetahui jika jarak asumsi yang digunakan adalah 5 km maka hasil yang di dapat adalah 0.008983°.

$$1^\circ_{lat} = 40007.086/360 = 111.1329 \text{ km} \leftrightarrow 1 \text{ km}_{lat} = 0.008998^\circ \quad (3.2)$$

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Tabel 3.3 Nilai *Latitude*

Posisi	Sistem Koordinat Geografis	Nilai
<i>Latitude</i>	Keliling Bumi (Khatulistiwa)	40007.86 km
	Keliling Bumi (Sudut)	360°
	1°	111.1329 km
	1 km (Y)	0.008998°

Begitu pula cara menghitung *Latitude* hampir sama dengan menghitung *longitude*, namun berbeda dengan keliling bumi *latitude*-nya yaitu 40007.86 km dan di bagi dengan sudut 360° sehingga mendapatkan hasil yaitu 111.1329 km. Kemudian jika ingin mengetahui berapa hasil jika asumsi jarak 1 km adalah 0.008998°.

Dari hasil tabel (3.1) sebelumnya telah didapat nilai koordinat X dan koordinat Y setiap *site*-nya, selanjutnya untuk mengetahui nilai *longitude* dan *latitude* bisa diketahui dengan cara mengalikan nilai koordinat X untuk nilai *longitude* dan koordinat Y untuk nilai *latitude* dari hasil pada tabel (3.2) dan (3.3) untuk nilai 1 km. Hasil yang telah di dapat bisa dilihat pada tabel (3.4) dibawah ini:

Tabel 3.4 Mencari nilai *longitude* dan *latitude*

Nomor Site	Koordinat – X $\left(\frac{1}{2} \sqrt{3} R\right)$	Koordinat – Y (R)	<i>Longitude</i> (Koordinat-X * Long 1 km)	<i>Latitude</i> (Koordinat-Y * Lat 1 km)
Site_1	0	0	0	0
Site_2	0	3	0	0.026994
Site_3	3	1.5	0.0233385	0.013497
Site_4	3	-1.5	0.0233385	-0.013497
Site_5	0	-3	0	-0.026994
Site_6	-3	-1.5	-0.0233385	-0.013497
Site_7	-3	1.5	-0.0233385	0.013497
Site_8	0	6	0	0.053988
Site_9	3	4.5	0.0233385	0.040491
Site_10	6	3	0.046677	0.026994
Site_11	6	0	0.046677	0
Site_12	6	-3	0.046677	-0.026994
Site_13	3	-4.5	0.0233385	-0.040491
Site_14	0	-6	0	-0.053988
Site_15	-3	-4.5	-0.0233385	-0.040491
Site_16	-6	-3	-0.046677	-0.026994
Site_17	-6	0	-0.046677	0
Site_18	-6	3	-0.046677	0.026994
Site_19	-3	4.5	-0.0233385	0.040491

Setelah diketahui nilai *longitude* dan *latitude* maka disesuaikan dengan arah *azimuth* selanjutnya berdasarkan model konversi pada tabel (3.4), maka penyajian *engineering* parameter pada tabel (3.5) dapat diubah sebelum divisualisasikan menggunakan *software* Map-Info.

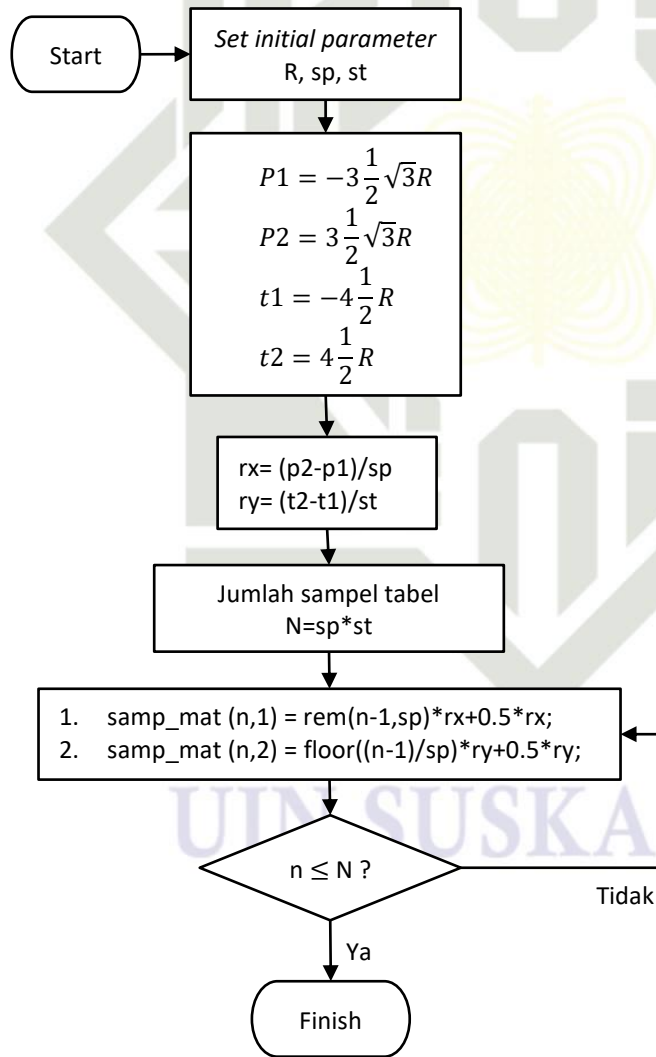
Tabel 3.5 Radio *engineering* parameter yang dipergunakan dalam simulasi

Site Name	Cell Name	Longitude	Latitude	Azimuth
Site_1	Cell_1.1	0	0	0°
Site_1	Cell_1.2	0	0	120°
Site_1	Cell_1.3	0	0	240°
Site_2	Cell_2.1	0	0.026994	0°
Site_2	Cell_2.2	0	0.026994	120°
Site_2	Cell_2.3	0	0.026994	240°
Site_3	Cell_3.1	0.0233385	0.013497	0°
Site_3	Cell_3.2	0.0233385	0.013497	120°
Site_3	Cell_3.3	0.0233385	0.013497	240°
Site_4	Cell_4.1	0.0233385	-0.013497	0°
Site_4	Cell_4.2	0.0233385	-0.013497	120°
Site_4	Cell_4.3	0.0233385	-0.013497	240°
Site_5	Cell_5.1	0	-0.026994	0°
Site_5	Cell_5.2	0	-0.026994	120°
Site_5	Cell_5.3	0	-0.026994	240°
Site_6	Cell_6.1	-0.0233385	-0.013497	0°
Site_6	Cell_6.2	-0.0233385	-0.013497	120°
Site_6	Cell_6.3	-0.0233385	-0.013497	240°
Site_7	Cell_7.1	-0.0233385	0.013497	0°
Site_7	Cell_7.2	-0.0233385	0.013497	120°
Site_7	Cell_7.3	-0.0233385	0.013497	240°
Site_8	Cell_8.1	0	0.053988	0°
Site_8	Cell_8.2	0	0.053988	120°
Site_8	Cell_8.3	0	0.053988	240°
Site_9	Cell_9.1	0.0233385	0.040491	0°
Site_9	Cell_9.2	0.0233385	0.040491	120°
Site_9	Cell_9.3	0.0233385	0.040491	240°
Site_10	Cell_10.1	0.046677	0.026994	0°
Site_10	Cell_10.2	0.046677	0.026994	120°
Site_10	Cell_10.3	0.046677	0.026994	240°
Site_11	Cell_11.1	0.046677	0	0°
Site_11	Cell_11.2	0.046677	0	120°
Site_11	Cell_11.3	0.046677	0	240°
Site_12	Cell_12.1	0.046677	-0.026994	0°
Site_12	Cell_12.2	0.046677	-0.026994	120°
Site_12	Cell_12.3	0.046677	-0.026994	240°
Site_13	Cell_13.1	0.0233385	-0.040491	0°
Site_13	Cell_13.2	0.0233385	-0.040491	120°
Site_13	Cell_13.3	0.0233385	-0.040491	240°
Site_14	Cell_14.1	0	-0.053988	0°
Site_14	Cell_14.2	0	-0.053988	120°
Site_14	Cell_14.3	0	-0.053988	240°

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Site_15	Cell_15.1	-0.0233385	-0.040491	0°
Site_15	Cell_15.2	-0.0233385	-0.040491	120°
Site_15	Cell_15.3	-0.0233385	-0.040491	240°
Site_16	Cell_16.1	-0.046677	-0.026994	0°
Site_16	Cell_16.2	-0.046677	-0.026994	120°
Site_16	Cell_16.3	-0.046677	-0.026994	240°
Site_17	Cell_17.1	-0.046677	0	0°
Site_17	Cell_17.2	-0.046677	0	120°
Site_17	Cell_17.3	-0.046677	0	240°
Site_18	Cell_18.1	-0.046677	0.026994	0°
Site_18	Cell_18.2	-0.046677	0.026994	120°
Site_18	Cell_18.3	-0.046677	0.026994	240°
Site_19	Cell_19.1	-0.0233385	0.040491	0°
Site_19	Cell_19.2	-0.0233385	0.040491	120°
Site_19	Cell_19.3	-0.0233385	0.040491	240°

Teknik sampling



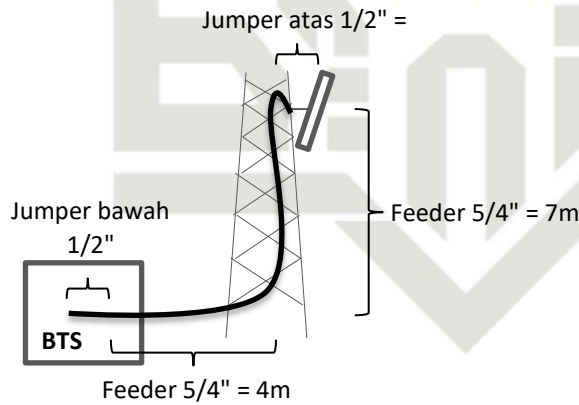
Gambar 3.5 Flowchart Teknik Sampling

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Proses teknik sampling bertujuan untuk menentukan titik-titik dari pengukuran penerimaan sinyal pada setiap BTS. Titik sampling ini disebar dengan pola *uniformly distribution*, untuk vertikal dan horizontal. Teknik penomoran setiap sampel dimulai pada posisi tengah sebagai titik awalnya, hal ini dapat dilihat pada gambar (3.4). Gambar (3.5) adalah *flowchart* dari proses teknik sampling yang nantinya akan disajikan dalam bentuk algoritma pada aplikasi Matlab.

3.2.2 Engineering Radio Parameter Tinggi Pemasangan Antena

Pada penelitian ini antena yang digunakan adalah model antena Kathrein 742215. Untuk *gain* antena pada umumnya dipengaruhi oleh radius cakupan yang diinginkan pada proses perencanaan, pada penelitian ini penulis menggunakan *gain* antena Kathrein 742215 berupa 18 dBi. Selanjutnya dari asumsi tersebut akan di lakukan perhitungan melalui program simulasi dari *Software* Matlab. Sedangkan untuk tinggi antena penulis mengasumsikan dengan 3 jenis, yaitu 10 m, 15 m, dan 20 m. Berikut ini adalah tabel dan gambar rancangan untuk antena dengan tinggi 10m, 15m, dan 20m beserta panjang kabel yang diperlukan sehingga diketahui nilai redaman dari setiap antena tersebut :



Gambar 3.6 Rancangan untuk antena 10 m

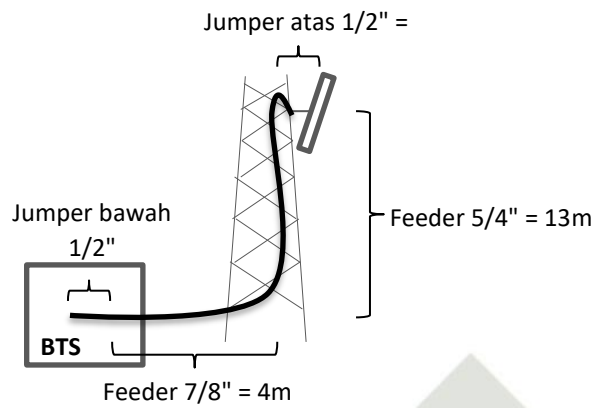
Tabel 3.6 Rancangan untuk antena 10 m

Ukuran	Redaman dB/m	Panjang (m)	Jumlah
Jumper atas 1/2"	0.10693	2	0.21386
Jumper bawah 1/2"	0.10693	2	0.21386
Feeder 5/8"	0.06089	0	0
Feeder 5/4"	0.04416	11	0.48576
Total		15	0.91348

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

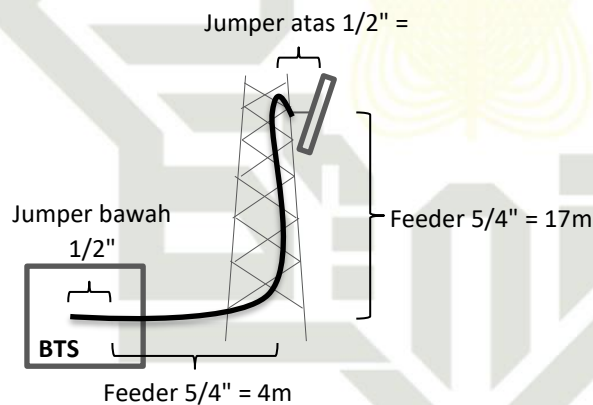
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.7 Rancangan untuk antenna 15 m

Tabel 3.7 Rancangan untuk antenna 15 m

Ukuran	Redaman dB/m	Panjang (m)	Jumlah
Jumper atas 1/2"	0.10693	2	0.21386
Jumper bawah 1/2"	0.10693	2	0.21386
Feeder 7/8"	0.06089	4	0.24356
Feeder 5/4"	0.04416	13	0.57408
Total		21	1.24536



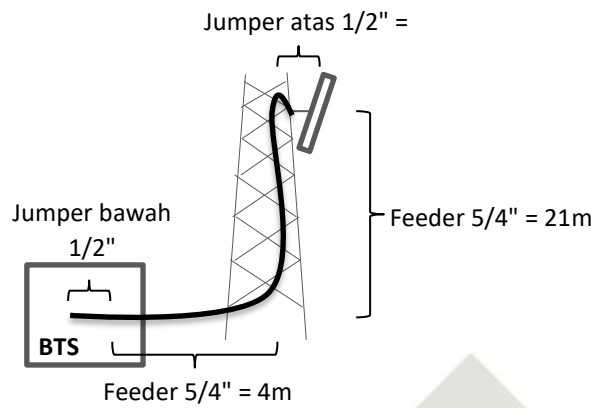
Gambar 3.8 Rancangan untuk antenna 20 m

Tabel 3.8 Rancangan untuk antenna 20 m

Ukuran	Redaman dB/m	Panjang (m)	Jumlah
Jumper atas 1/2"	0.10693	2	0.21386
Jumper bawah 1/2"	0.10693	2	0.21386
Feeder 7/8"	0.06089	0	0
Feeder 5/4"	0.04416	21	0.92736
Total		25	1.35508

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

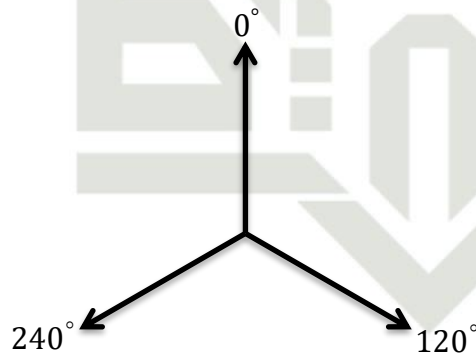


Gambar 3.9 Rancangan untuk antena 25 m

Tabel 3.9 Rancangan untuk antena 25 m

Ukuran	Resaman dB/m	Panjang	Jumlah
Jumper atas 1/2"	0.10693	2	0.21386
Jumper bawah 1/2"	0.10693	2	0.21386
Feeder 7/8"	0.06089	0	0
Feeder 5/4"	0.04416	26	1.14816
		30	1.57588

Azimuth dan Downtilt Antena



Gambar 3.10 Layout posisi site

Azimuth merupakan sudut putar dari arah barat hingga timur, sedangkan untuk sudut nol dipakai arah mata angin utara. Besarnya sudut azimuth antara 0° - 360°, pada penelitian kali ini penulis menggunakan *site* yang terdiri dari 3 antena sektoral, dimana masing-masing sektor mengarah pada azimuth 0°, 120°, dan 240°. *Layout* dari posisi *site* secara *cluster* diperlihatkan gambar (3.10).

Downtilt antena merupakan besarnya pengarahannya ke bawah (tanah) dalam suatu derajat, dimana ketika 0° tilting antena mengarah lurus horizontal. Dalam penelitian kali ini model *downtilt* yang dipergunakan adalah $0^\circ - 6^\circ$.

Setting Daya Pancar Maksimum, Pilot dan Pensinyalan

Skenario dibuat berdasarkan beban trafik pada sel tersebut. Beban trafik ini di asumsikan sama untuk setiap selnya, yakni 50%, 75%, dan 90% trafik. Berikut ini parameter simulasi untuk beban trafik 50%, 75%, dan 90% dengan skenario *power* maksimal 5000 mW :

Tabel 3.10 Skenario *power* maksimum 5000 mW

Skenario Power 1	Skenario Trafik		
	50%	75%	90%
Max power (mW)	5000	5000	5000
Pilot (mW)	500	500	500
CCH (mW)	500	500	500
Trafik (mW)	2000	3000	3600
Ptx	3000	4000	4600

Selanjutnya mengubah max *power* untuk melakukan skenario *power* 2 dengan skenario *power* maksimal 10000 mW :

Tabel 3.11 Skenario *power* maksimum 10000 mW

Skenario Power 2	Skenario Trafik		
	50%	75%	90%
Max power (mW)	10000	10000	10000
Pilot (mW)	1000	1000	1000
CCH (mW)	1000	1000	1000
Traffik (mW)	4000	6000	7200
Ptx	6000	8000	9200

Setelah mengetahui hasil dari skenario 1 dan 2 maka tabel di bawah ini melihat hasil dari skenario 3 dengan mengubah skenario *power* maksimal 20000 mW :

Tabel 3.12 Skenario *power* maksimum 20000 mW

Skenario Power 3	Skenario Trafik		
	50%	75%	90%
Max power (mW)	20000	20000	20000
Pilot (mW)	2000	2000	2000
CCH (mW)	2000	2000	2000
Trafik (mW)	8000	12000	14400
Ptx	12000	16000	18400

Setelah optimasi dilakukan, maka analisa kebutuhan *neighbor* optimum dapat dihitung hingga akurasi 80% atau lebih. Model daya pancar yang digunakan pada simulasi ini maksimum 40 watt untuk daya pancar dalam kebutuhan optimasi. Selain daya yang digunakan untuk beban trafik, ada beberapa alokasi chanel seperti untuk *pilot channel* berkisar 10% dari total daya maksimum $40\text{watt} \times 10\% = 4$, selanjutnya alokasi *broadcast* berkisar 10% sehingga sama dengan alokasi *pilot channel* menjadi 4. Jadi alokasi daya yang tersisa untuk trafik adalah berkisar 80% dari total daya maksimum atau $40\text{ watt} \times 80\% = 32$.

Thermal Noise (P_N)

Pada perhitungan *thermal noise* ini diketahui *bandwidth* (B)=5MHz, suhu (T)=40°C dan konstanta boltzman (K)= $1,38065 \times 10^{-23}$ J/K. Untuk mencari nilai dari suhu pada rumus ini, haruslah terlebih dahulu dikonversikan ke dalam kelvin dengan turunan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T &= \text{°C} + 273.15 \\ &= 40\text{°C} + 273.15 \\ &= 313.15\text{°K} \end{aligned} \tag{3.3}$$

Setelah diketahui beberapa angka dari masing-masing rumus yang ada pada *thermal noise* ini, maka bentuk penyederhanaannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_N \text{ (dBm)} &= 10\log_{10}(1000 \cdot k \cdot T \cdot B) \\ &= 10\log_{10}(1000 \cdot 1,38065 \times 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 313.15\text{°K} \cdot 5 \times 10^6 \text{ Hz}) \\ &= -106.65 \text{ dBm} \end{aligned} \tag{3.4}$$

3.2.3 Pola Radiasi dan Perhitungan Gain Antena

Pola Radiasi

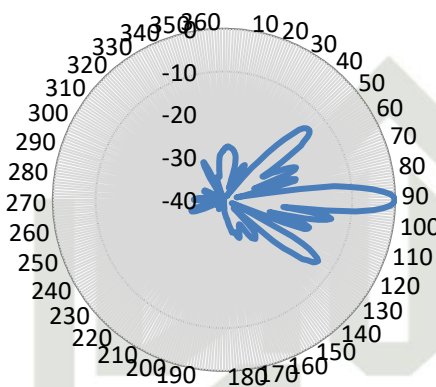
Gain total sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, adalah fungsi dari *gain* horizontal dan vertikal. Hubungan fungsi *gain* tersebut terhadap *gain* antena maksimum adalah sebagai berikut:

$$G(\alpha, \beta) = g_{max} + g(\alpha) + g(\beta) \tag{3.5}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

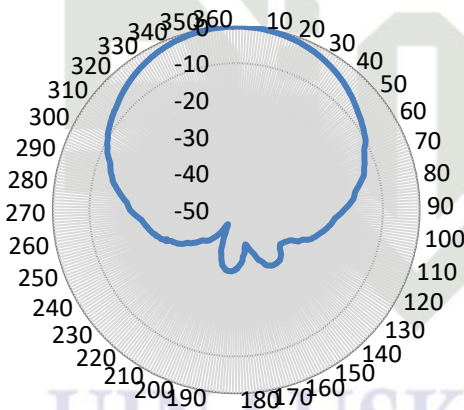
$Gain$ pada horizontal $g(\alpha)$, merupakan fungsi dari pola radiasi antena pada arah horizontal dan $gain$ pada vertikal $g(\beta)$ adalah pola radiasi antena pada arah vertikal, dengan nilai sebagaimana yang diperlihatkan oleh grafik berikut ini :

Pola Radiasi Vertikal



Gambar 3.11 Pola radiasi vertikal

Pola Radiasi Horizontal



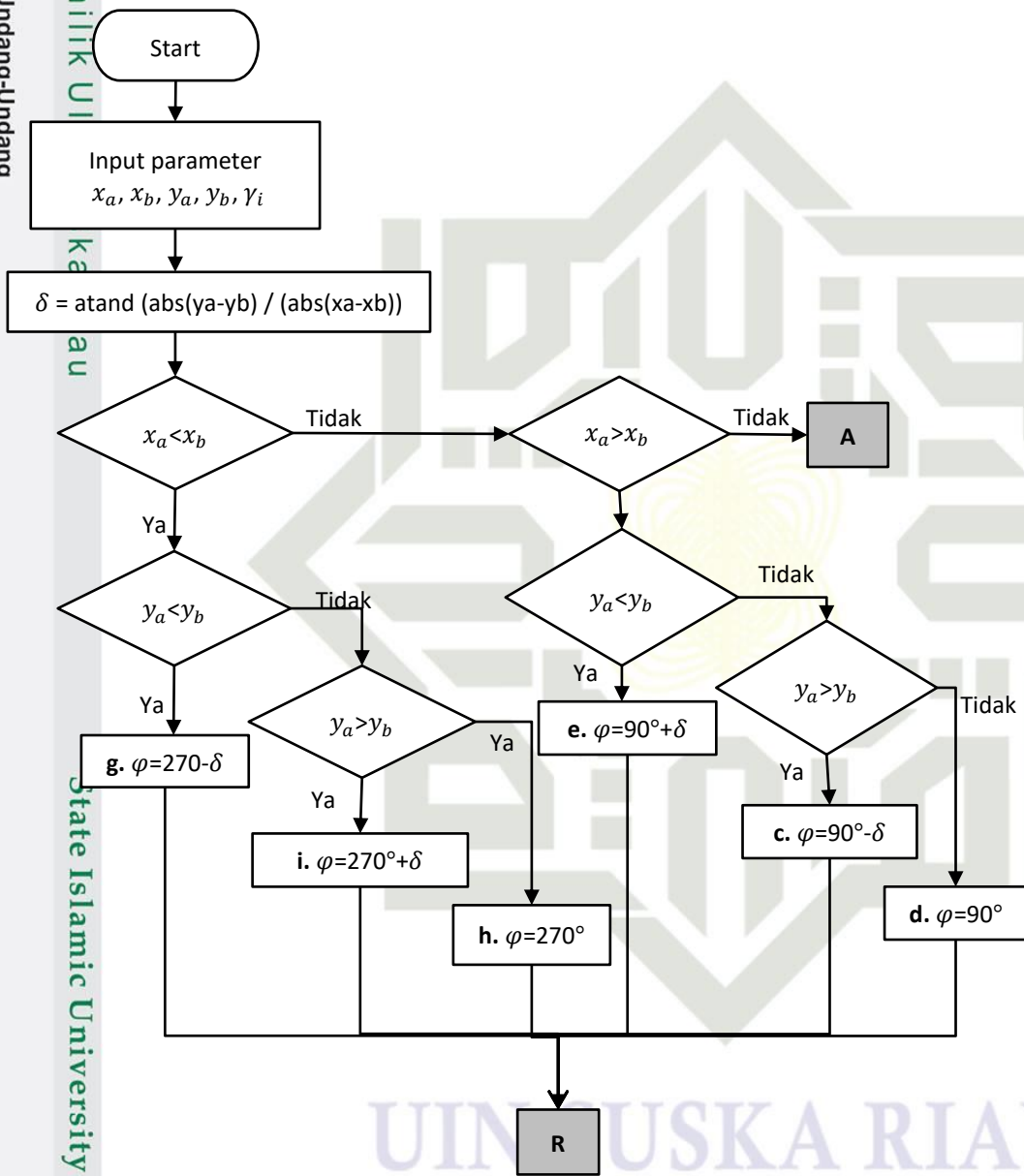
Gambar 3.12 Pola radiasi horizontal

Metoda Perhitungan $Gain$ Radiasi Horizontal

Berdasarkan kemungkinan posisi $user$ pada teori bab II, maka nilai φ merupakan fungsi dari komponen koordinat $user$ dan $site$, γ merupakan azimuth dari antena sektor, δ

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

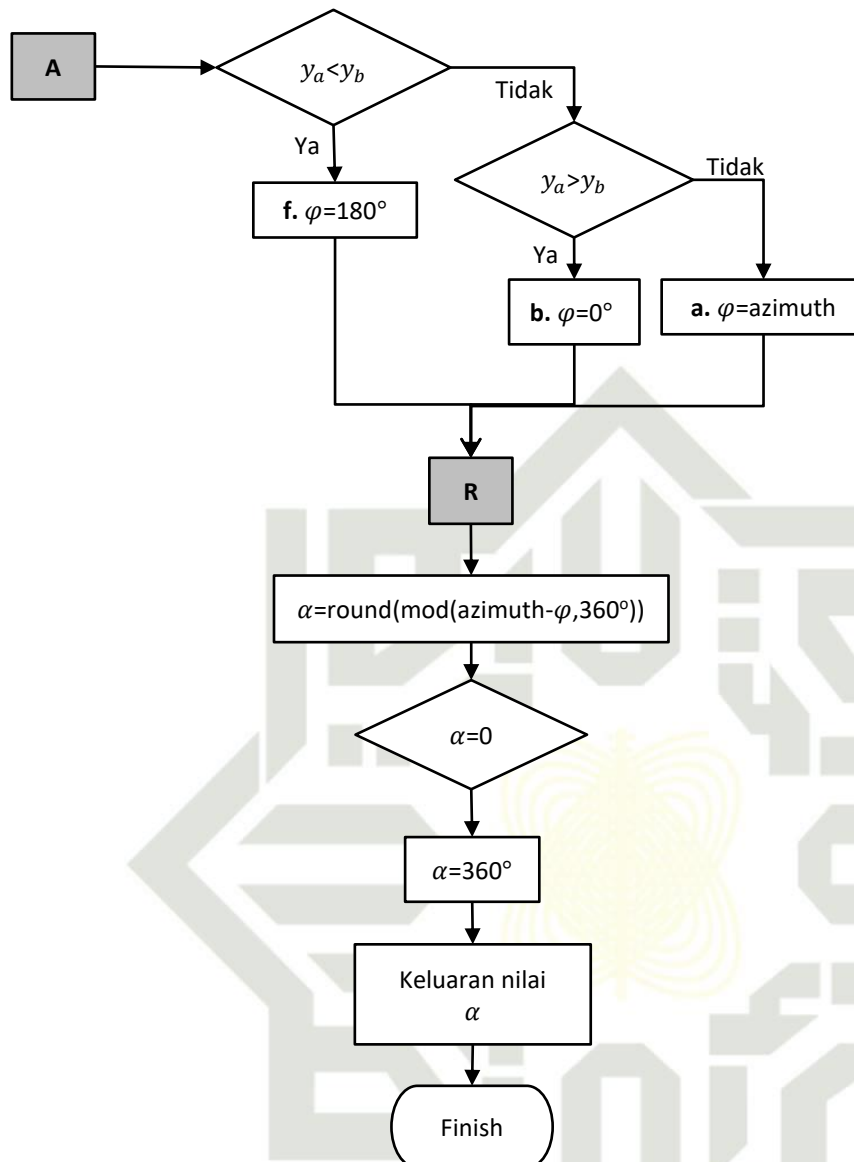
1. merupakan sudut antara *user* terhadap sumbu-x pada bidang horizontal, dan α merupakan sudut pointing horizontal. Gambar (3.13) merupakan *flowchart* dari 9 kemungkinan posisi *user* terhadap suatu *site* yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam program untuk di jalankan pada Matlab.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 - c. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.13 Flowchart perhitungan gain antena horizontal kondisi 1

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



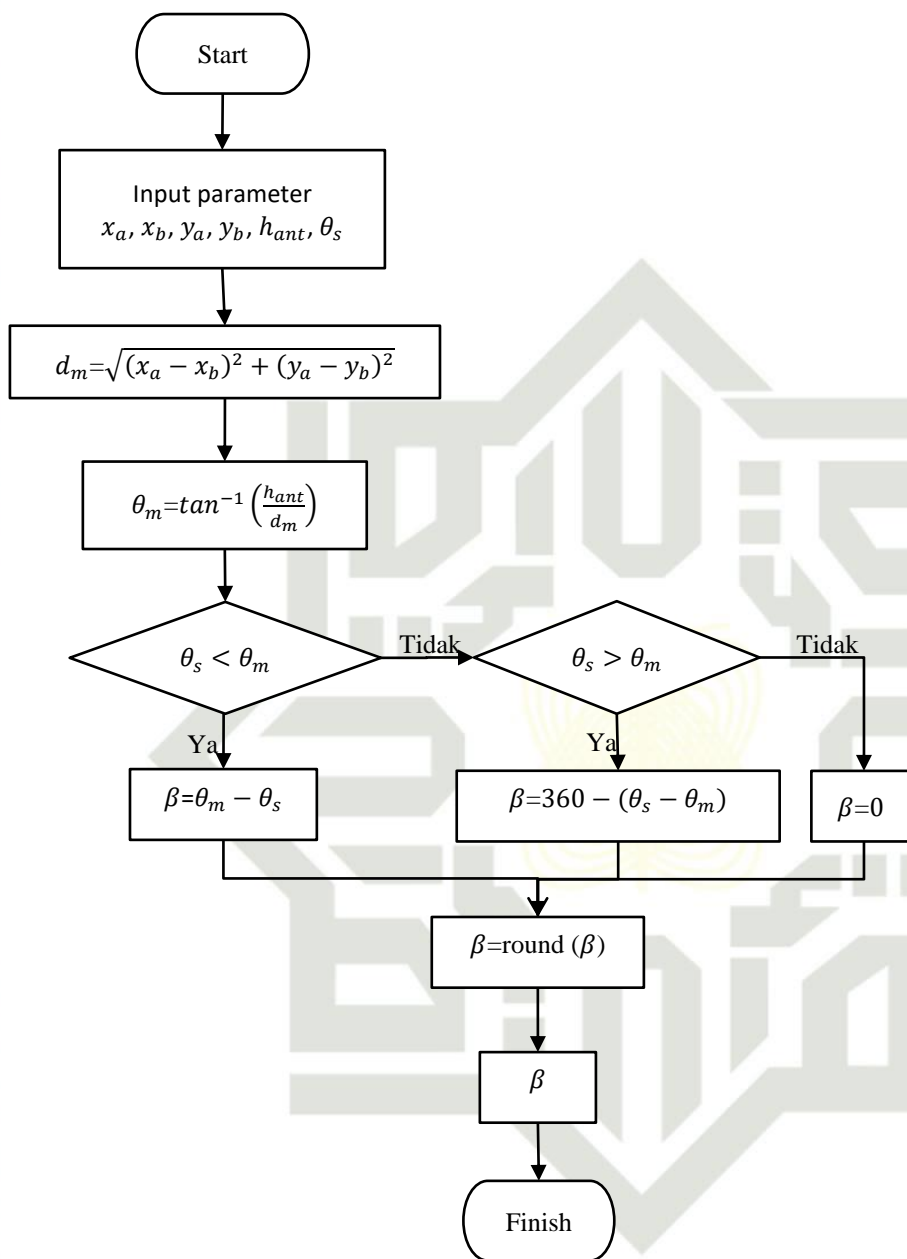
Gambar 3.14 Flowchart perhitungan gain antenna horizontal kondisi 2

Gambar (3.14) merupakan lanjutan dari flowchart perhitungan gain antena horizontal gambar (3.13), dimana keluaran dari flowchart ini adalah nilai α . Selanjutnya akan dimasukkan ke dalam program untuk di lakukan perhitungan secara otomatis, hasil perhitungannya akan di proses oleh program utama.

Metoda Perhitungan Gain Radiasi Vertikal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.15 Flowchart perhitungan gain antenna vertikal

Untuk membahas dasar dari flowchart pada gambar (3.15) dapat di lihat pada bab II. Definisi fungsi dari simbol yang di gunakan pada flowchart : β menentukan nilai gain vertikal, x_a, x_b, y_a dan y_b merupakan inputan parameter panjang, h_{ant} merupakan tinggi antenna, θ_s merupakan sudut site dan θ_m merupakan menghitung sudut mobile.

3.2.4 Model Pathloss

Pada penelitian kali ini, penulis mengasumsikan model antenna COST 231: Walfisch-Ikegami dengan kondisi dimana perhitungan nilai *pathloss* pada kondisi NLOS. Dan untuk penelitian kali ini penulis menggunakan frekuensi 2 GHz, berikut hasil perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 FSL &= 32.44 + 20\log d_{km} + 20\log F_{MHz} \\
 &= 32.44 + 20\log d_{km} + 20\log (2000) \\
 &= 98.4606 + 20\log d_{km}
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

Diketahui nilai $\varphi = 0^\circ$, maka rumus L_{ori} disederhanakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{ori} &= -10 + 0.354(\varphi) \\
 &= -10 + 0.354(0^\circ) \\
 &= -10
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Jika diketahui nilai $w=20m$, $f=2000$ MHz, $h_m = 1$ m, dengan tinggi gedung $4m \times 4$ lantai (h_{roof}) = 16 m. Maka dapat di sederhanakan menjadi :

$$\begin{aligned}
 L_{rts} &= -16.9 - 10 \log(w) + 10\log f + 20\log (h_{roof} - h_m) + L_{ori} \\
 &= -16.9 - 10 \log(20) + 10\log (2000) + 20\log (16 - 1) + L_{ori} \\
 &= 26.62183 + L_{ori}
 \end{aligned}
 \tag{3.8}$$

Sehingga hasil dari L_{rts} adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{rts} &= 26.62183 + L_{ori} \\
 &= 26.62183 - 10 \\
 &= 16.62183
 \end{aligned}
 \tag{3.9}$$

Untuk menghitung nilai L_{bsh} terdapat 2 pilihan, dimana pilihan itu berdasarkan nilai h_b dan h_{roof} . Berikut merupakan pilihan ketika menghitung nilai L_{bsh} :

- a. $h_b < h_{roof}$ maka cara menghitungnya menggunakan rumus $L_{bsh}=0$
- b. $h_b > h_{roof}$ maka digunakan rumus $L_{bsh} = -18\log [1 + (h_b - h_{roof})]$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Berikutnya untuk menghitung nilai K_a terdapat 3 pilihan sesuai dengan kondisi nilai h_b dan d , berikut 3 kondisinya:

- $h_b > h_{roof}$ maka cara menghitungnya menggunakan rumus $K_a = 54$
- $h_b \leq h_{roof}$ dan $d < 0.5 \text{ km}$ maka rumus yang digunakan adalah $K_a = 54 - 0.8(h_b - h_{roof}) \frac{d}{0.5}$
- $h_b \leq h_{roof}$ dan $d \geq 0.5 \text{ km}$ maka menghitungnya $K_a = 54 - 0.8(h_b - h_{roof})$

Sedangkan nilai K_d dapat di hitung dengan memperhatikan nilai h_b dan h_{roof} sehingga terdapat beberapa kondisi sebagai berikut :

- $h_b > h_{roof}$ maka $K_d = 18$
- $h_b \leq h_{roof}$ maka $K_d = 18 - 15 \frac{h_b - h_{roof}}{h_{roof}}$

Untuk nilai k_f dengan kondisi *medium-sized city* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 k_f &= -4 + 0.7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) \\
 &= -4 + 0.7 \left(\frac{2000}{925} - 1 \right) \\
 &= -3.18649
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Berikut ini merupakan menghitung nilai L_{msd} yang sebelumnya telah di lakukan perhitungan nilai-nilai yang ada pada komponen nilai yang di butuhkan pada rumus ini.

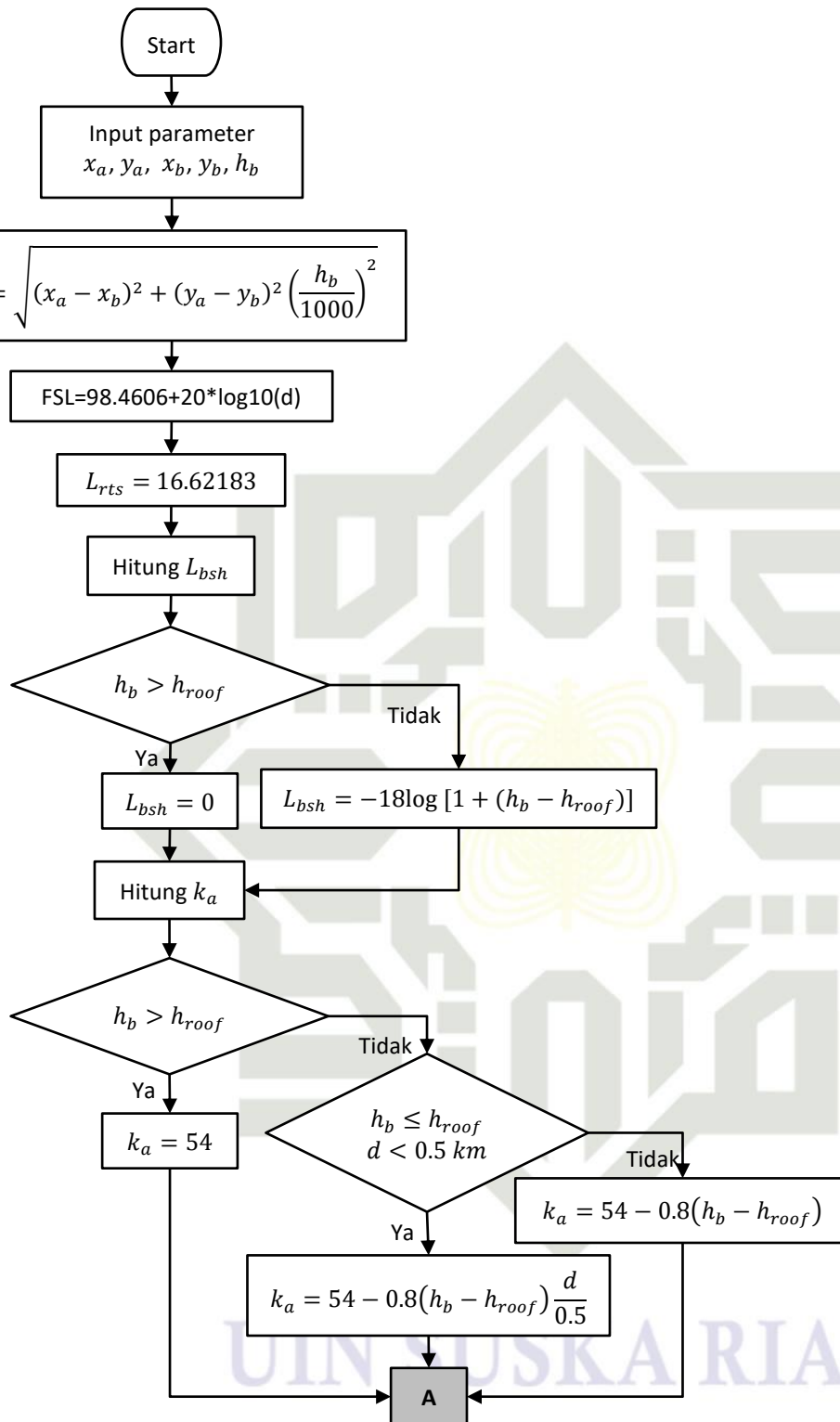
Untuk jarak antar bangunan (b) = 40 m, maka dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{msd} &= L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) - 9 \log(b) \\
 &= L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + (-3.18649) \log(2000) - 9 \log(40) \\
 &= L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) - 24.9372
 \end{aligned} \tag{3.11}$$

Berikut ini merupakan bentuk *flowchart* dari perhitungan *pathloss*, nilai yang di ketahui merupakan hasil dari perhitungan sebelumnya. Untuk rumus dan teori sebagai referensi perhitungan nilai *pathloss* dapat di lihat pada BAB II.

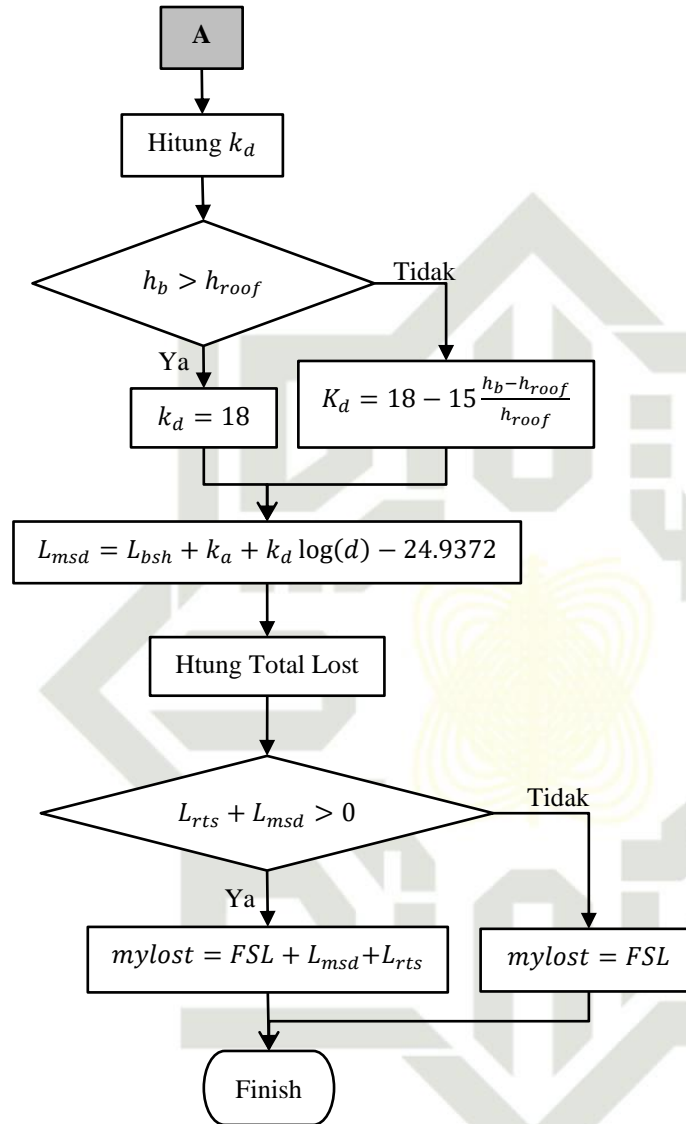
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.16 Flowchart perhitungan pathloss COST 231: Walfish-Ikegami 1

Flowchart ini merupakan lanjutan dari gambar (3.16) yaitu perhitungan *pathloss* COST 231: Walfish-Ikegami.



Gambar 3.17 Flowchart perhitungan *pathloss* COST 231: Walfish-Ikegami 2

3.2.5 Penerimaan Kekuatan dan Kualitas Sinyal

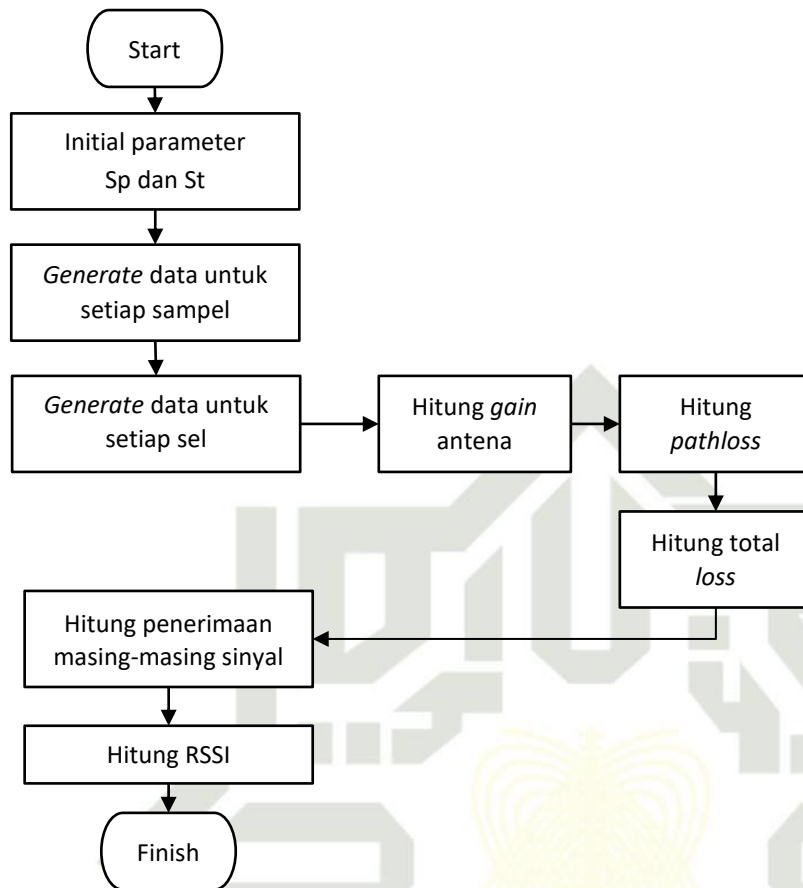
RSSI

Nilai dari RSSI ini diperlukan nantinya untuk melakukan perhitungan E_c/I_0 , untuk inputannya adalah radius (R), jumlah sampel panjang (Sp), dan jumlah sampel tinggi (St). Dari *flowchart* gambar (3.18) ini nantinya akan di sajikan dalam bentuk algoritma pada program aplikasi Matlab.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

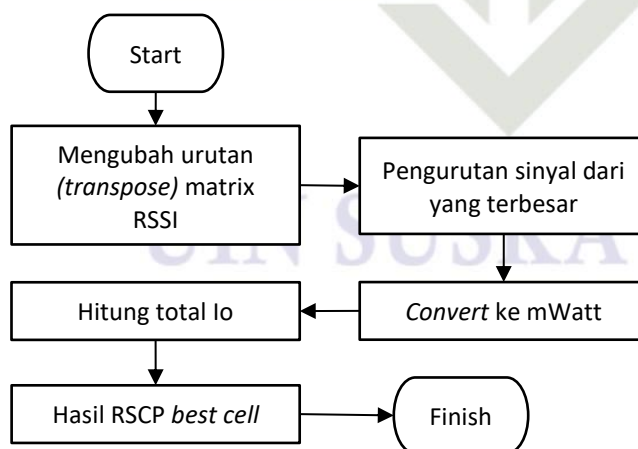


Gambar 3.18 Flowchart perhitungan RSSI

Ec / Io

Flowchart di bawah ini nantinya akan di sajikan dalam bentuk algoritma pada program utama menggunakan aplikasi Matlab. Berikut merupakan flowchart perhitungan

Ec/Io :



Gambar 3.19. Flowchart perhitungan Ec/Io

Metoda Validasi (Optimasi)

3.3.1 Target KPI

Key Performance Indikator (KPI) merupakan standar performansi jaringan yang digunakan untuk target pencapaian suatu perusahaan telekomunikasi. Biasanya target KPI ditetapkan sesuai dengan kesepakatan antara vendor dan operator telekomunikasi. Target dari proses optimasi tersebut dapat dilihat pada Tabel (3.13).

Tabel 3.13 Parameter KPI [25]

Parameter KPI	Target KPI	Target Data
RSCP	≥ -95 dBm	$\geq 95\%$
Ec/Io	≥ -12 dB	$\geq 95\%$

Berdasarkan hasil penelitian [25] diperoleh hasil Ec/Io dengan standar KPI yang telah ditetapkan pada Tabel (3.13), operator Telkomsel tidak bisa mencapai batas parameter KPI untuk target data dengan hanya memperoleh 89.48%. Sedangkan untuk operator Indosat hanya mampu mencapai parameter KPI dengan memperoleh 80.80%, dan operator Axis dengan perolehan 56.19%. Nilai ketiga operator tersebut belum mampu terpenuhi untuk parameter KPI Ec/Io yang telah ditetapkan, sehingga pada penelitian ini penulis menurunkan target KPI Ec/Io. Berdasarkan parameter KPI yang akan ditetapkan oleh penulis dengan memperhatikan standar parameter yang ada dan mempertimbangkan berbagai alasan, terutama tidak tercapainya target data yang telah ditetapkan sebelumnya sehingga menghasilkan solusi parameter KPI sebagai berikut.

Tabel 3.14 Parameter KPI

Parameter KPI	Target KPI	Target Data
RSCP	≥ -95 dBm	$\geq 95\%$
Ec/Io	≥ -14 dB	$\geq 80\%$

3.3.2 Skenario Optimasi

Setelah proses *setting* parameter pada Matlab, maka tahapan selanjutnya akan melakukan pengujian dan membuat tabel seperti skenario penelitian optimasi sebagai berikut.

Tabel 3.15 Skenario Penelitian Optimasi

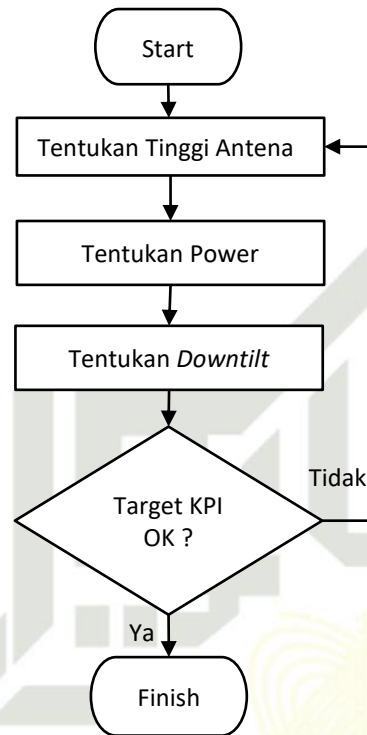
Skenario	ID Test	RF Parameter			Uji Trafik
		Tinggi Antena	Power	Downtilt	
Tinggi Antena	1	10	20000	0°	50%
	2	10	20000	0°	75%
	3	10	20000	0°	90%
	4	15	20000	0°	50%
	5	15	20000	0°	75%
	6	15	20000	0°	90%
	7	20	20000	0°	50%
	8	20	20000	0°	75%
	9	20	20000	0°	90%
Daya Pancar	10	opt	5000	0°	50%
	11	opt	5000	0°	75%
	12	opt	5000	0°	90%
	13	opt	10000	0°	50%
	14	opt	10000	0°	75%
	15	opt	10000	0°	90%
	16	opt	20000	0°	50%
	17	opt	20000	0°	75%
	18	opt	20000	0°	90%
Downtilt	19	opt	opt	0°	50%
	20	opt	opt	0°	75%
	21	opt	opt	0°	90%
	22	opt	opt	1°	50%
	23	opt	opt	1°	75%
	24	opt	opt	1°	90%
	25	opt	opt	2°	50%
	26	opt	opt	2°	75%
	27	opt	opt	2°	90%
	28	opt	opt	3°	50%
	29	opt	opt	3°	75%
	30	opt	opt	3°	90%
	31	opt	opt	4°	50%
	32	opt	opt	4°	75%
	33	opt	opt	4°	90%
	34	opt	opt	5°	50%
	35	opt	opt	5°	75%
	36	opt	opt	5°	90%
	37	opt	opt	6°	50%
	38	opt	opt	6°	75%
	39	opt	opt	6°	90%

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3 Tahapan Optimasi

3.3.3 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.20 Flowchart metoda optimasi jaringan

Flowchart ini merupakan rangkaian proses yang dilakukan ketika mengoptimasi jaringan pada algoritma melalui software Matlab, dan dilakukan proses perhitungan menggunakan *Microsoft Excel* sehingga sesuai dengan parameter KPI yang telah ditetapkan. Metoda optimasi dimulai dengan menentukan radius, *downtilt*, tinggi antena, dan power pada algoritma Matlab yang telah dibuat sebelumnya. Hasil dari proses tersebut akan dilihat nilai RSCP (Prx) dan Ec/Io sehingga mendapatkan hasil terbaik yang sesuai dengan parameter KPI yang telah ditetapkan. Jika tidak mendapatkan hasil yang diinginkan, maka akan dilakukan proses mengganti parameter radius, *downtilt*, tinggi antena, dan power begitupun seterusnya hingga tercapai hasil yang terbaik.

3.4 Metoda Penyajian Data

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan simulasi yang nantinya akan dilakukan penelitian selanjutnya. Simulasi ini menggunakan bantuan *software* Matlab

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan algoritma yang telah di buat sebelumnya. Berikut ini data yang di hasilkan pada penelitian ini.

3.4.1 Data RSCP

Data RSCP diperoleh ketika proses simulasi Matlab yang dilakukan, sehingga diperoleh keluaran data yang di inginkan. Setelah Matlab di jalankan dan muncul pada layar *workspace*, data yang dibutuhkan untuk RSCP terdapat pada file (*prx_mat_pilot*). Setelah di klik maka data yang tersedia akan di copy dan di simpan dalam bentuk Excel. Data RSCP di perlukan untuk melihat kualitas sinyal yang di hasilkan pada simulasi sehingga akan membantu dalam proses optimasi dalam penyediaan data kualitas sinyal (RSCP).

3.4.2 Data Ec/Io

Data Ec/Io diperoleh ketika melakukan proses simulasi menggunakan Matlab, pada layar *workspace* akan terdapat pada file (*ecio*). Setelah file tersebut dipindahkan dalam bentuk Excel maka akan dilakukan proses analisa untuk dilakukan pada tahap optimasi. Selain untuk optimasi, data Ec/Io akan di lihat untuk menghitung *neighbor* pada penelitian ini. Dan juga data Ec/Io digunakan untuk memvisualisasikan dengan bantuan *software* Map-Info.

3.4.3 Data Neighbor Cell

Data *neighbor* di butuhkan ketika melihat sel di sekitar *user* yang bisa untuk melakukan proses *handover*. Data ini di peroleh dengan menggunakan algoritma yang telah di buat sebelumnya menggunakan *software* Matlab. Setelah proses tersebut di lakukan maka selanjutnya akan di olah menggunakan Excel untuk melihat berapa banyak kandidat sel yang terbaik.

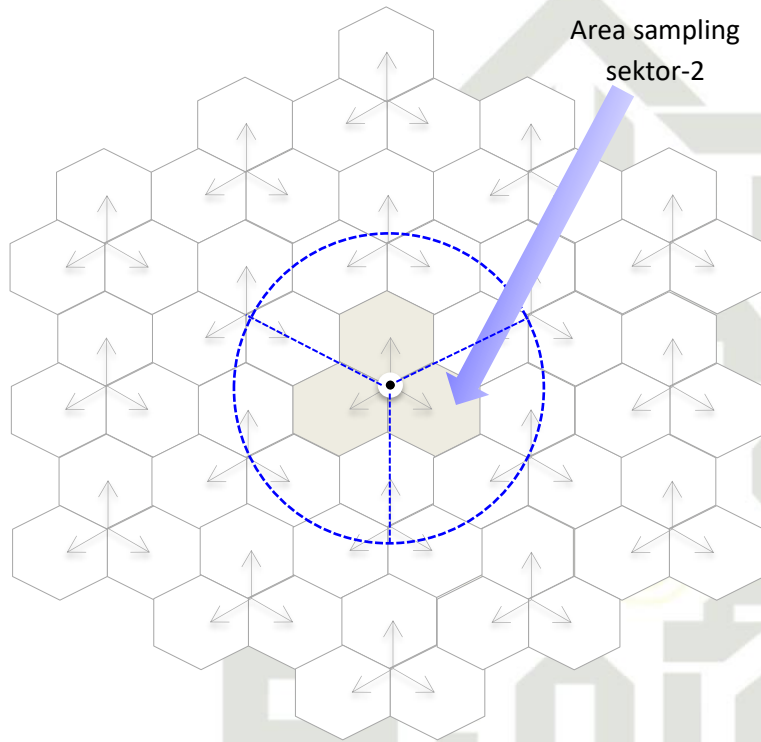
3.5 Metoda Analisa (*Neighborlist*)

Analisa dalam penelitian ini menyangkut perihal perhitungan statistik dari titik sampling yang telah ditetapkan. Untuk setiap titik sampling kemudian dilakukan simulasi berdasarkan model simulator yang telah dibangun, dimana area sampling pun ditetapkan.

Tahapan selanjutnya adalah perhitungan statistik pada masing-masing area hasil simulasi, untuk menetapkan neighbor berdasarkan jumlah yang diinginkan.

3.5.1 Area sampling

Area sampling untuk proses validasi diberikan oleh coverage sebagaimana yang telah ditentukan pada gambar (3.3). Hasil visualisasi dari titik-titik sampling ini diperlihatkan oleh gambar (3.21) berikut ini.



Gambar 3.21 Area sampling untuk proses analisis

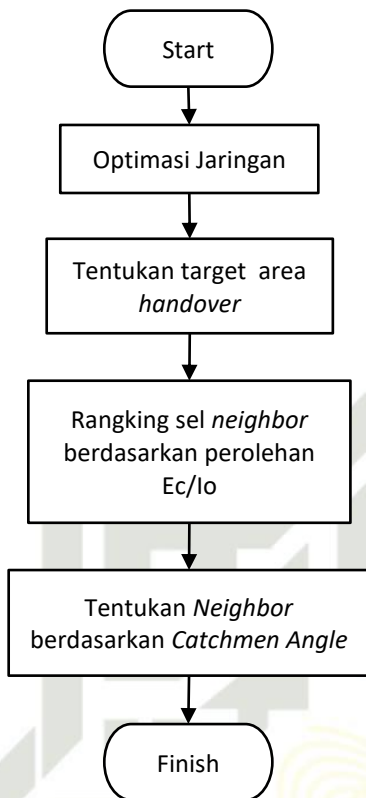
3.5.2 Skenario Analisis

Pada penelitian ini, penulis melakukan analisa berdasarkan gambar (3.21) sesuai *flowchart* metoda analisa. Langkah pertama dimulai dengan optimasi jaringan, hal ini di perlukan sebelum melakukan perhitungan *neighbor* di karenakan adanya target parameter KPI yang telah ditentukan. Setelah proses optimasi telah tercapai, maka langkah selanjutnya adalah menentukan target sel untuk *user* melakukan *handover*, dalam target sel ada beberapa skenario yang nantinya akan di lakukan. Kemudian, hasil yang diperoleh dari matlab akan dilakukan perangkingan sel *neighbor* berdasarkan perolehan E_c/I_o .

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.22 *Flowchart* metoda analisa

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model *layout uniformly distributed Cell* dengan konfigurasi 2 tier yang berjumlah 5 sel membutuhkan proses optimasi sebelum melakukan analisis optimalisasi kebutuhan *neighbor*-nya. Proses optimasi pada model *picocell* tersebut (radius 500m) melihat trafik 90% dengan memperoleh hasil konfigurasi tinggi antenna 25 meter, dengan daya transmit sebesar 20 watt serta *downtilt* hingga 6°. Target KPI yang diinginkan adalah RSCP >-95 dBm dengan target data >95%, dan EC/IO >-14 dB dengan target data >80%. Hasil perolehan RSCP dan Ec/Io berdasarkan konfigurasi ini telah berhasil mencapai target KPI yang diinginkan dalam mengurangi dampak *interferensi* yang parah pada jaringan WCDMA tersebut.

Hasil perhitungan kebutuhan *neighbor* menunjukkan bahwa penggunaan *neighbor* optimal hanya berjumlah 7 – 9 slot pada NCL sel yang diamati. Hasil tersebut dianalisis berdasarkan penggunaan sudut *Catchment Angle* 120°, 150° dan 180°, di mana *overshooting* tidak terdeteksi dari sel-sel pada tier-2. Dengan kata-lain, kebutuhan *neighbor* dapat dilakukan berdasarkan sel-sel yang berhadapan langsung dengan *coverage area* sel yang sedang diamati dalam lingkup tier-1, selama *overshooting* dapat diatasi pada proses optimasinya.

5.2 Saran

Untuk penelitian ini, sangatlah banyak potensi yang bisa di kembangkan atau bisa di lanjutkan. Mulai dari menyempurnakan proses optimasi antenna, menghitung jumlah *neighbor* dengan *catchmen angel* 270° hingga 360°. Selain itu, penelitian ini dapat di kembangkan dengan skenario pergerakan *user* sehingga dapat melihat jumlah *neighbor* yang terbaik ketika *user* bergerak.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 4119/2016/PTU-RI
 State Islamic University of Sultan Saifudin
 Sim Riau

- Toril, Wille, dan Barco. “*Identification of missing neighbor cells in GERAN*”. Telecommunicacion, Campus Teatinos, Malaga, Spain. 2007.
- Nguyen dan Claussen. “*Efficient Self-optimization of Neighbour Cell Lists in Macrocellular Networks*”. IEEE. 2010.
- Watanabe, dkk. “*Dynamic Neighbor Cell List Management for Handover Optimization in LTE*”. Japan. IEEE. 2011.
- Checco, Lancia dan Leith. “*Updating Neighbour Cell List via Crowdsourced User Reports: A Framework for Measuring Time Performance*”. Research Article. 2018.
- Vondra dan Becvar. “*Distance-based Neighborhood Scanning for Handover Purposes in Network with Small Cells*”. IEEE. 2016.
- Propragation Models. Tersedia : <https://www.scribd.com/document/98046649/03-propmodel> [8 Juli 2019].
- Becvar, Vondra, dan Pavel. “*Dynamic Optimization of Neighbor Cell List for Femtocells*”. Prague, Czech Republic. 2013.
- Chowdhury, Trung and Yeong. “*Neighbor Cell List Optimization for Femtocell-to-Femtocell Handover in Dense Femtocellular Networks*”. Department of Electronics Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea. 2015.
- Duarte, dkk. “*Neighbour List Optimization for Real LTE Radio Networks*”. Instituto Superior Técnico (IST), Lisbon, Portugal. IEEE. 2014.
- Luluk, Imam dan Yuli. “*Analisis Perpindahan Kanal Komunikasi Dalam Satu BSC Pada Sistem GSM Berdasarkan Data Drive Test Menggunakan Tems Investigation 4.1.1*”. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro. 2011.
- Wael, dkk. “*Managing BTSs to Solve Handover Problem in Mobile Network*”. Al-Balqa’ Applied University, Al-Salt, Jordan. 2016.
- Patista, Hayu. “*Mekanisme Handover Pada Sistem Telekomunikasi CDMA*”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Telecom. “*Alokasi Power di WCDMA*”. Tersedia: <http://catatanengineer.blogspot.com/2015/10/alokasi-power-di-wcdma.html>. [10 Agustus 2019].
- UMTS Channels. Tersedia : <http://www.umtsworld.com/technology/UMTSChannels.htm>. [10 Oktober 2019].

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Syaban, Fuad Rizaldi. *“Optimasi Tinggi Antena, Downtilt Dan Daya Pancar Base Station Pada Microcell - WCDMA”*. Tugas Akhir, Teknik Elektro, UIN Suska Riau. 2018.
 2. GSM (Global System for Mobile Communications). *“3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Radio transmission and reception (Release 8)”*. Tersedia : <http://www.3gpp.org> [2 Juli 2019].
 3. Ningsih, Fitri dan Trias. *“Analisis Jaringan Base Transceiver Station (BTS) Sidomulyo Terhadap Performansi Jaringan PT. Indosat Sintang”*. Jurusan Teknik Elektro, Unversitas Tanjungpura Pontianak. 2014.
 4. TELETOPIX.ORG. *“Calculation for Body Loss and Feeder Loss for LTE”*. Tersedia: <http://www.teletopix.org/4g-lte/calculation-for-body-loss-and-feeder-loss-for-lte/>. [5 Juli 2019].
 5. The Friis Equation. www.antenna-theory.com/basics/friss.php. [5 Juli 2019].
 6. Kathrein 742215 Gain Pattern. Tersedia: http://www.raymaps.com/index.php/antenna-radiation-pattern-and-antenna-tilt/radiation_pattern-2/. [7 Juli 2019].
 7. LS telcom. *“Radio Network Planning Tools Basics, Practical Examples & Demonstration on NGN Network Planning Part I”* . [1 Juli 2019].
 8. COST 231 Walfisch- Ikegami Model. Tersedia : <http://kilyos.ee.bilkent.edu.tr/~microwave/programs/wireless/prop/costWI.htm>. [12 November 2019].
 9. Defti, Fitri dan Dedy. *“Analisis Uji Kuat Sinyal Terhadap Jarak Jangkai Maksimal Sistem Penerimaan Sinyal Internet Berbasis EDIMAX Hp-510lack”*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura. 2017.
 10. Research Gate. Tersedia : https://www.researchgate.net/figure/Hexagonal-cell-layout-a-and-idealized-circular-coverage-areas-b-c_fig2_221912601. [20 Juli 2019].
 11. Etna dan Arifin. *“Pengukuran Langsung (Drive Test) Jaringan 3G Dengan Metode Benchmark di Area Tebet”*. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. 2013.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

LAMPIRAN A-1

SCRIPT MATLAB PROGRAM MENGHITUNG NEIGHBOR

© Hak cipta

Hak Cipta Dilir

```

%----- SIMULATOR -----
clear
clc

%-----SETTING SKENARIO SIMULASI-----
Pmax=20000; % setting daya maksimum bts dalam mwatt
Trafik=0.9; % Skenario trafik 50%, 75%, 90%
Ptx=10*log10(Pmax*(Trafik+0.1));% daya total skenario,satuan dBm, 0.1=10%
Ppilot=10*log10(Pmax/10); % daya pilot 10% dari daya total maksimum
r=0.5; % setting skenario radius dalam km
gmax=18; % gain maksimum antena kathrein
othloss=4.57588; % loss feeder + body loss dalm dBm (3)
pn=-106.65; % daya noise thermal
sp=50; % jumlah kolom sampel pada dimensi panjang layout
st=50; % jumlah baris sampel pada dimensi tinggi layout
%=====

%-----HITUNG KOORDINAT BTS-----
EngPar=rad_par(r); %memanggil engineering parameter

%-----HITUNG JUMLAH SAMPLE-----
n=235; % n=jumlah sampel
mat_samp=skan_samp(); % membangkitkan koordinat sample dalam x,y

%-----MULAI ITERASI PER SAMPLE-----
for c=1:n % untuk setiap sampel dgn no urut n
    xa=mat_samp(c,1); % koord.x sample
    ya=mat_samp(c,2); % koord. y sample
    prx_mat_rssi(c,1)=xa*0.008983; % 0.008983=longitude
    prx_mat_pilot(c,1)=prx_mat_rssi(c,1);
    prx_mat_rssi(c,2)=ya*0.008998; % 0.008998=lattitude
    prx_mat_pilot(c,2)=prx_mat_rssi(c,2);
    %*****hitung penerimaan dari setiap sel*****
    for s=1:57 % karena total sel ada 19x3
        xb=EngPar(s,2); % koord. x bts
        yb=EngPar(s,3); % koord. y bts

        %***** hitung gain per sel untuk setiap sample *****
        alfa=anghor(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,7)); % menghitung sudut alfa
        beta=angver(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,6),EngPar(s,8)); % sudut betha
        rel_gain=gain_ab(alfa,beta); % menghitung gain relatif
        gain_ant=gmax+rel_gain(1,1)+rel_gain(1,2); % kelar deh
        mat_gain(c,s)=rel_gain(1,1);

        %***** hitung pathloss *****
        loss_path=pathloss(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,6));
        prx_pilot=Ppilot+gain_ant-(othloss+loss_path);
        prx_rssi=Ptx+gain_ant-(othloss+loss_path);
        prx_mat_pilot(c,2+s)=prx_pilot; % rekam dalam desibel
        prx_mat_rssi(c,2+s)=prx_rssi; % rekam dalam desibel
        prx_num_pilot(c,s)=10^(prx_pilot/10); % rekam dalam numerik
        prx_num_rssi(c,s)=10^(prx_rssi/10); % rekam dalam numerik
    end

    % ulangi looping untuk hitung ec/io
    for s=1:57
        itot=sum(prx_num_rssi(c,:)+10^(pn/10)-prx_num_pilot(c,s);
        ecio(c,s)=10*log10(prx_num_pilot(c,s)/itot);
    end
    a=round(ecio(c,1:57)*-10000);
    for b=1:57
        a(1,b)=a(1,b)*100+b;
    end
    for d=1:30
        cin=min(a);
        best=rem(cin,100);
        ecio(c,57+d)=best;
        elementToFind=cin; %ismember=elemen dari matrik
        [tf,fg]=ismember(elementToFind(1,1),a(1,:));
        a(:,fg)=[];
    end
end
end

```

Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN A-2

SCRIPT MATLAB PROGRAM UTAMA

© Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

%----- SIMULATOR -----
clear
clc

%-----SETTING SKENARIO SIMULASI-----
Pmax=20000; % setting daya maksimum bts dalam mwatt
Trafik=0.9; % Skenario trafik 50%, 75%, 90%
Ptx=10*log10(Pmax*(Trafik+0.1)); % daya total skenario, satuan dBm, 0.1=10%
Ppilot=10*log10(Pmax/10); % daya pilot 10% dari daya total maksimum
r=0.5; % setting skenario radius dalam km
gmax=18; % gain maksimum antena kathrein
othloss=4.57588; % loss feeder + body loss dalm dBm (3)
pn=-106.65; % daya noise thermal
sp=50; % jumlah kolom sampel pada dimensi panjang layout
st=50; % jumlah baris sampel pada dimensi tinggi layout
%=====

%-----HITUNG KOORDINAT BTS-----
EngPar=rad_par(r); %memanggil engineering parameter

%-----HITUNG JUMLAH SAMPLE-----
n=sp*st; % n=jumlah sampel
mat_samp=gen_samp(r,sp,st); % membangkitkan koordinat sample dalam x,y

%-----MULAI ITERASI PER SAMPLE-----
for c=1:n % untuk setiap sampel dgn no urut n
    xa=mat_samp(c,1); % koord.x sample
    ya=mat_samp(c,2); % koord. y sample
    prx_mat_rssi(c,1)=xa*0.008983; % 0.008983=longitude
    prx_mat_pilot(c,1)=prx_mat_rssi(c,1);
    prx_mat_rssi(c,2)=ya*0.008998; % 0.008998=lattitude
    prx_mat_pilot(c,2)=prx_mat_rssi(c,2);
    %*****hitung penerimaan dari setiap sel*****
    for s=1:57 % karena total sel ada 19x3
        xb=EngPar(s,2); % koord. x bts
        yb=EngPar(s,3); % koord. y bts

        %***** hitung gain per sel untuk setiap sample *****
        alpa=anghor(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,7)); % menghitung sudut alpa
        beta=angver(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,6),EngPar(s,8)); % sudut betha
        rel_gain=gain_ab(alpa,beta); % menghitung gain relatif
        gain_ant=gmax+rel_gain(1,1)+rel_gain(1,2); % kelar deh
        mat_gain(c,s)=rel_gain(1,1);

        %***** hitung pathloss *****
        loss_path=pathloss(xa,ya,xb,yb,EngPar(s,6));
        prx_pilot=Ppilot+gain_ant-(othloss+loss_path);
        prx_rssi=Ptx+gain_ant-(othloss+loss_path);
        prx_mat_pilot(c,2+s)=prx_pilot; % rekam dalam desibel
        prx_mat_rssi(c,2+s)=prx_rssi; % rekam dalam desibel
        prx_num_pilot(c,s)=10^(prx_pilot/10); % rekam dalam numerik
        prx_num_rssi(c,s)=10^(prx_rssi/10); % rekam dalam numerik
    end
    % ulangi looping untuk hitung ec/io
    for s=1:57
        itot=sum(prx_num_rssi(c,:))+10^(pn/10)-prx_num_pilot(c,s);
        ecio(c,s)=10*log10(prx_num_pilot(c,s)/itot);
    end
    dirga(1,:)=ecio(c,1:57);
    dirga(2,:)=1:57;
    elementToFind=max(dirga,[],2); % mencari posisi data
    [tf,fg]=ismember(elementToFind(1,1),dirga(1,:));
    ecio(c,58)=dirga(2,fg);
end

```

n Syarif Kasim Riau

LAMPIRAN A-3

SCRIPT MATLAB SKENARIO SAMPEL 120⁰

© Hak C

Hak Cipta Dil

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

function [ mat_samp ] = sken_samp()
%UNTITLED4 Summary of this function goes here
% Detailed explanation goes here

mat_samp=[
0.060621778 -1.485
0.181865335 -1.485
0.060621778 -1.395
0.181865335 -1.395
0.303108891 -1.395
0.424352448 -1.395
0.545596004 -1.395
0.060621778 -1.305
0.181865335 -1.305
0.303108891 -1.305
0.424352448 -1.305
0.545596004 -1.305
0.666839561 -1.305
0.060621778 -1.215
0.181865335 -1.215
0.303108891 -1.215
0.424352448 -1.215
0.545596004 -1.215
0.666839561 -1.215
0.788083117 -1.215
0.060621778 -1.125
0.181865335 -1.125
0.303108891 -1.125
0.424352448 -1.125
0.545596004 -1.125
0.666839561 -1.125
0.788083117 -1.125
0.909326674 -1.125
0.060621778 -1.035
0.181865335 -1.035
0.303108891 -1.035
0.424352448 -1.035
0.545596004 -1.035
0.666839561 -1.035
0.788083117 -1.035
0.909326674 -1.035
1.030570231 -1.035
0.060621778 -0.945
0.181865335 -0.945
0.303108891 -0.945
0.424352448 -0.945
0.545596004 -0.945
0.666839561 -0.945
0.788083117 -0.945
0.909326674 -0.945
1.030570231 -0.945
1.151813787 -0.945
0.060621778 -0.855
0.181865335 -0.855
0.303108891 -0.855
0.424352448 -0.855
0.545596004 -0.855
0.666839561 -0.855
0.788083117 -0.855
0.909326674 -0.855
1.030570231 -0.855
63 1.151813787 -0.855
64 0.060621778 -0.765
65 0.181865335 -0.765
66 0.303108891 -0.765
67 0.424352448 -0.765
68 0.545596004 -0.765
69 0.666839561 -0.765
70 0.788083117 -0.765
71 0.909326674 -0.765
72 1.030570231 -0.765
73 1.151813787 -0.765
74 1.273057344 -0.765
75 0.060621778 -0.675
76 0.181865335 -0.675
77 0.303108891 -0.675
78 0.424352448 -0.675
79 0.545596004 -0.675
80 0.666839561 -0.675
81 0.788083117 -0.675
82 0.909326674 -0.675
83 1.030570231 -0.675
84 1.151813787 -0.675
85 1.273057344 -0.675
86 0.060621778 -0.585
87 0.181865335 -0.585
88 0.303108891 -0.585
89 0.424352448 -0.585
90 0.545596004 -0.585
91 0.666839561 -0.585
92 0.788083117 -0.585
93 0.909326674 -0.585
94 1.030570231 -0.585
95 1.151813787 -0.585
96 1.273057344 -0.585
97 1.3943009 -0.585
98 0.060621778 -0.495
99 0.181865335 -0.495
100 0.303108891 -0.495
101 0.424352448 -0.495
102 0.545596004 -0.495
103 0.666839561 -0.495
104 0.788083117 -0.495
105 0.909326674 -0.495
106 1.030570231 -0.495
107 1.151813787 -0.495
108 1.273057344 -0.495
109 1.3943009 -0.495
110 0.060621778 -0.405
111 0.181865335 -0.405
112 0.303108891 -0.405
113 0.424352448 -0.405
114 0.545596004 -0.405
115 0.666839561 -0.405
116 0.788083117 -0.405
117 0.909326674 -0.405
118 1.030570231 -0.405
119 1.151813787 -0.405
120 1.273057344 -0.405
121 1.3943009 -0.405
122 0.060621778 -0.315

```



sim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

123 0.181865335 -0.315
 124 0.303108891 -0.315
 125 0.424352448 -0.315
 126 0.545596004 -0.315
 127 0.666839561 -0.315
 128 0.788083117 -0.315
 129 0.909326674 -0.315
 130 1.030570231 -0.315
 131 1.151813787 -0.315
 132 1.273057344 -0.315
 133 1.3943009 -0.315
 134 0.060621778 -0.225
 135 0.060621778 -0.225
 136 0.181865335 -0.225
 137 0.181865335 -0.225
 138 0.303108891 -0.225
 139 0.303108891 -0.225
 140 0.424352448 -0.225
 141 0.424352448 -0.225
 142 0.545596004 -0.225
 143 0.545596004 -0.225
 144 0.666839561 -0.225
 145 0.666839561 -0.225
 146 0.788083117 -0.225
 147 0.788083117 -0.225
 148 0.909326674 -0.225
 149 0.909326674 -0.225
 150 1.030570231 -0.225
 151 1.030570231 -0.225
 152 1.151813787 -0.225
 153 1.151813787 -0.225
 154 1.273057344 -0.225
 155 1.273057344 -0.225
 156 1.3943009 -0.225
 157 1.3943009 -0.225
 158 0.060621778 -0.135
 159 0.181865335 -0.135
 160 0.303108891 -0.135
 161 0.424352448 -0.135
 162 0.545596004 -0.135
 163 0.666839561 -0.135
 164 0.788083117 -0.135
 165 0.909326674 -0.135
 166 1.030570231 -0.135
 167 1.151813787 -0.135
 168 1.273057344 -0.135
 169 1.3943009 -0.135
 170 1.515544457 -0.135
 171 0.060621778 -0.045
 172 0.181865335 -0.045
 173 0.303108891 -0.045
 174 0.424352448 -0.045
 175 0.545596004 -0.045
 176 0.666839561 -0.045
 177 0.788083117 -0.045
 178 0.909326674 -0.045
 179 1.030570231 -0.045
 180 1.151813787 -0.045
 181 1.273057344 -0.045
 182 1.3943009 -0.045

183 1.515544457 -0.045
 184 0.060621778 0.045
 185 0.181865335 0.045
 186 0.303108891 0.045
 187 0.424352448 0.045
 188 0.545596004 0.045
 189 0.666839561 0.045
 190 0.788083117 0.045
 191 0.909326674 0.045
 192 1.030570231 0.045
 193 1.151813787 0.045
 194 1.273057344 0.045
 195 1.3943009 0.045
 196 1.515544457 0.045
 197 0.303108891 0.135
 198 0.424352448 0.135
 199 0.545596004 0.135
 200 0.666839561 0.135
 201 0.788083117 0.135
 202 0.909326674 0.135
 203 1.030570231 0.135
 204 1.151813787 0.135
 205 1.273057344 0.135
 206 1.3943009 0.135
 207 1.515544457 0.135
 208 0.424352448 0.225
 209 0.545596004 0.225
 210 0.666839561 0.225
 211 0.788083117 0.225
 212 0.909326674 0.225
 213 1.030570231 0.225
 214 1.151813787 0.225
 215 1.273057344 0.225
 216 1.3943009 0.225
 217 0.545596004 0.315
 218 0.666839561 0.315
 219 0.788083117 0.315
 220 0.909326674 0.315
 221 1.030570231 0.315
 222 1.151813787 0.315
 223 1.273057344 0.315
 224 1.3943009 0.315
 225 0.788083117 0.405
 226 0.909326674 0.405
 227 1.030570231 0.405
 228 1.151813787 0.405
 229 1.273057344 0.405
 230 1.3943009 0.405
 231 0.909326674 0.495
 232 1.030570231 0.495
 233 1.151813787 0.495
 234 1.273057344 0.495
 235 1.3943009 0.495
 236 1.030570231 0.585
 237 1.151813787 0.585
 238 1.273057344 0.585
 239 1.3943009 0.585
 240 1.151813787 0.675
 241 1.273057344 0.675
 242
 243];
 244 end

LAMPIRAN A-4

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG SEL PARAMETER

© Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
function [ sel_par ] = rad_par(r)
% fungsi membangkitkan tabel engineering parameter dalam meter koordinat
% kartesius
% [cellname - x - y - long - lat - ant_hight - azimuth - downtilt]
% butuh masukan berapakah radius sel dalam km
sel_par=[];
1.1      r*0          r*0          r*0          r*0          25  0  6
1.2      r*0          r*0          r*0          r*0          25 120 6
1.3      r*0          r*0          r*0          r*0          25 240 6
2.1      r*0          r*3          r*0          r*0.026994  25  0  6
2.2      r*0          r*3          r*0          r*0.026994  25 120 6
2.3      r*0          r*3          r*0          r*0.026994  25 240 6
3.1      r*2.59807621135332 r*1.5 r*0.0233385186065868 r*0.013497  25  0  6
3.2      r*2.59807621135332 r*1.5 r*0.0233385186065868 r*0.013497  25 120 6
3.3      r*2.59807621135332 r*1.5 r*0.0233385186065868 r*0.013497  25 240 6
4.1      r*2.59807621135332 r*-1.5 r*0.0233385186065868 r*-0.013497  25  0  6
4.2      r*2.59807621135332 r*-1.5 r*0.0233385186065868 r*-0.013497  25 120 6
4.3      r*2.59807621135332 r*-1.5 r*0.0233385186065868 r*-0.013497  25 240 6
5.1      r*0          r*-3          r*0          r*-0.026994  25  0  6
5.2      r*0          r*-3          r*0          r*-0.026994  25 120 6
5.3      r*0          r*-3          r*0          r*-0.026994  25 240 6
6.1      r*-2.59807621135332 r*-1.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.013497  25  0  6
6.2      r*-2.59807621135332 r*-1.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.013497  25 120 6
6.3      r*-2.59807621135332 r*-1.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.013497  25 240 6
7.1      r*-2.59807621135332 r*1.5 r*-0.0233385186065868 r*0.013497  25  0  6
7.2      r*-2.59807621135332 r*1.5 r*-0.0233385186065868 r*0.013497  25 120 6
7.3      r*-2.59807621135332 r*1.5 r*-0.0233385186065868 r*0.013497  25 240 6
8.1      r*0          r*6          r*0          r*0.053988  25  0  6
8.2      r*0          r*6          r*0          r*0.053988  25 120 6
8.3      r*0          r*6          r*0          r*0.053988  25 240 6
9.1      r*2.59807621135332 r*4.5 r*0.0233385186065868 r*0.040491  25  0  6
9.2      r*2.59807621135332 r*4.5 r*0.0233385186065868 r*0.040491  25 120 6
9.3      r*2.59807621135332 r*4.5 r*0.0233385186065868 r*0.040491  25 240 6
10.1     r*5.19615242270663 r*3      r*0.0466770372131737 r*0.026994  25  0  6
10.2     r*5.19615242270663 r*3      r*0.0466770372131737 r*0.026994  25 120 6
10.3     r*5.19615242270663 r*3      r*0.0466770372131737 r*0.026994  25 240 6
11.1     r*5.19615242270663 r*0      r*0.0466770372131737 r*0          25  0  6
11.2     r*5.19615242270663 r*0      r*0.0466770372131737 r*0          25 120 6
11.3     r*5.19615242270663 r*0      r*0.0466770372131737 r*0          25 240 6
12.1     r*5.19615242270663 r*-3     r*0.0466770372131737 r*-0.026994  25  0  6
12.2     r*5.19615242270663 r*-3     r*0.0466770372131737 r*-0.026994  25 120 6
12.3     r*5.19615242270663 r*-3     r*0.0466770372131737 r*-0.026994  25 240 6
13.1     r*2.59807621135332 r*-4.5 r*0.0233385186065868 r*-0.040491  25  0  6
13.2     r*2.59807621135332 r*-4.5 r*0.0233385186065868 r*-0.040491  25 120 6
13.3     r*2.59807621135332 r*-4.5 r*0.0233385186065868 r*-0.040491  25 240 6
14.1     r*0          r*-6     r*0          r*-0.053988  25  0  6
14.2     r*0          r*-6     r*0          r*-0.053988  25 120 6
14.3     r*0          r*-6     r*0          r*-0.053988  25 240 6
15.1     r*-2.59807621135332 r*-4.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.040491  25  0  6
15.2     r*-2.59807621135332 r*-4.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.040491  25 120 6
15.3     r*-2.59807621135332 r*-4.5 r*-0.0233385186065868 r*-0.040491  25 240 6
16.1     r*-5.19615242270663 r*-3     r*-0.0466770372131737 r*-0.026994  25  0  6
16.2     r*-5.19615242270663 r*-3     r*-0.0466770372131737 r*-0.026994  25 120 6
16.3     r*-5.19615242270663 r*-3     r*-0.0466770372131737 r*-0.026994  25 240 6
17.1     r*-5.19615242270663 r*0      r*-0.0466770372131737 r*0          25  0  6
17.2     r*-5.19615242270663 r*0      r*-0.0466770372131737 r*0          25 120 6
17.3     r*-5.19615242270663 r*0      r*-0.0466770372131737 r*0          25 240 6
18.1     r*-5.19615242270663 r*3      r*-0.0466770372131737 r*0.026994  25  0  6
18.2     r*-5.19615242270663 r*3      r*-0.0466770372131737 r*0.026994  25 120 6
18.3     r*-5.19615242270663 r*3      r*-0.0466770372131737 r*0.026994  25 240 6
19.1     r*-2.59807621135332 r*4.5 r*-0.0233385186065868 r*0.040491  25  0  6
19.2     r*-2.59807621135332 r*4.5 r*-0.0233385186065868 r*0.040491  25 120 6
19.3     r*-2.59807621135332 r*4.5 r*-0.0233385186065868 r*0.040491  25 240 6
];
end
```

rif Kasim Riau

LAMPIRAN A-5

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG ANGLE HORIZONTAL

```
function [ alpa ] = anghor(xa,ya,xb,yb,azimuth)
%fungsi ini menghitung sudut alpha berdasarkan user relative terhadap site
% Detailed explanation goes here
delta=atand(abs(ya-yb)/abs(xa-xb));
%Mencari azimuth user (si)dulu berdasarkan kuadran
if xa<xb
    if ya<yb % kuadran III (barat daya)
        si=270-delta;
    elseif ya>yb % kuadran II (barat laut)
        si=270+delta;
    else % barat
        si=270;
    end
elseif xa>xb
    if ya<yb % kuadran IV (tenggara)
        si=90+delta;
    elseif ya>yb % kuadran I (timur laut)
        si=90-delta;
    else % timur
        si=90;
    end
else
    if ya<yb % selatan
        si=180;
    elseif ya>yb % utara
        si=0;
    else % sentral
        si=azimuth;
    end
end

alpa=round(mod(azimuth-si,360)); % round=pembulatan ke bilangan bulat terdekat
if alpa==0;
    alpa =360;
end
end
```

- Hak Cipta Dilind**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN A-6

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG ANGLE VERTIKAL

© Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi

```
function [ betha ] = angver( xa, ya, xb, yb, hant, tetas )  
% fungsi ini menghitung sudut vertikal  
% satuan dalam m  
dm=1000*sqrt((xa-xb)^2+(ya-yb)^2); % sqrt=akar  
tetam=90+atand(hant/dm); %atand=invers tangen, abs=nilai positif  
if tetas<tetam  
    betha=tetam-tetas;  
elseif tetas>tetam  
    betha=360-(tetas-tetam);  
else  
    betha=0;  
end  
betha=round(betha); % round=pembulatan ke bilangan bulat terdekat  
end
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN A-7

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG GAIN

© Hak cipta

Hak Cipta Dilir

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

rif Kasim Riau

```

1 function [ gain_i ] = gain_ab(alpha,betha)
2 % Menentukan gain
3 % Detailed explanation goes here
4 %--Untuk antisipasi jika input bukan integer dan kelipatan 360
5 alpha=round(mod(alpha,360));
6 betha=round(mod(betha,360));
7
8 if alpha==0
9     alpha=360;
10 end
11
12 if betha==0
13     betha=360;
14 end
15 %-----
16 gain_mat=[]
17     -0.002840237    -28.00
18     -0.011360947    -27.75
19     -0.025562130    -27.80
20     -0.045443787    -27.50
21     -0.071005917    -27.50
22     -0.102248521    -27.60
23     -0.139171598    -27.70
24     -0.181775148    -27.80
25     -0.230059172    -27.90
26     -0.284023669    -28.00
27     -0.343668639    -28.25
28     -0.408994083    -28.50
29     -0.480000000    -28.75
30     -0.556686391    -29.00
31     -0.639053254    -29.50
32     -0.727100592    -30.00
33     -0.820828402    -31.00
34     -0.920236686    -32.00
35     -1.025325444    -34.00
36     -1.136094675    -35.00
37     -1.252544379    -36.00
38     -1.374674556    -37.00
39     -1.502485207    -37.00
40     -1.635976331    -36.00
41     -1.775147929    -35.00
42     -1.920000000    -34.00
43     -2.070532544    -33.00
44     -2.226745562    -32.00
45     -2.388639053    -31.00
46     -2.556213018    -30.75
47     -2.729467456    -30.50
48     -2.908402367    -31.00
49     -3.093017751    -33.00
50     -3.283313609    -35.00
51     -3.479289941    -37.00
52     -3.680946746    -38.00
53     -3.888284024    -39.00
54     -4.101301775    -38.00
55     -4.320000000    -37.00
56     -4.544378698    -33.00
57     -4.774437870    -30.00
58     -5.010177515    -28.00
59     -5.251597633    -25.00
60     -5.498698225    -22.00
61     -5.751479290    -20.00
62     -6.009940828    -18.00
63     -6.274082840    -16.00
64     -6.543905325    -15.00
65     -6.819408284    -14.50
66     -7.100591716    -14.25
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
-7.400000000    -14.20
-7.600000000    -14.60
-7.800000000    -15.50
-8.000000000    -17.00
-8.300000000    -18.00
-8.500000000    -21.50
-8.700000000    -24.00
-9.000000000    -27.00
-9.300000000    -29.50
-9.500000000    -29.25
-9.700000000    -27.00
-10.000000000    -26.00
-10.500000000    -24.00
-11.000000000    -23.00
-11.500000000    -22.00
-11.700000000    -21.50
-12.000000000    -22.00
-12.300000000    -24.00
-12.500000000    -31.00
-12.700000000    -32.50
-13.000000000    -30.00
-13.300000000    -25.00
-13.500000000    -23.50
-13.700000000    -22.50
-14.000000000    -22.75
-14.500000000    -28.00
-15.000000000    -34.00
-15.500000000    -35.00
-16.000000000    -37.00
-16.500000000    -35.00
-17.000000000    -30.00
-17.300000000    -22.00
-17.500000000    -14.00
-17.700000000    -11.00
-18.000000000    -8.00
-18.500000000    -5.00
-19.000000000    -2.75
-19.500000000    -1.00
-20.000000000    -0.25
-20.500000000    0.00
-21.000000000    -0.25
-21.500000000    -1.00
-22.000000000    -2.75
-22.500000000    -5.00
-23.000000000    -9.00
-23.200000000    -16.00
-23.500000000    -26.00
-23.700000000    -20.00
-24.000000000    -15.50
-24.300000000    -14.50
-24.600000000    -15.50
-25.000000000    -17.50
-25.300000000    -20.50
-25.600000000    -25.00
-26.000000000    -29.00
-26.300000000    -23.00
-26.700000000    -20.00
-27.000000000    -19.00
-27.300000000    -19.25
-27.700000000    -20.00
-28.000000000    -25.00
-28.500000000    -38.00
-29.000000000    -37.00
-30.000000000    -36.00
-30.400000000    -35.00
-30.700000000    -32.50

```



- 133
 - 134
 - 135
 - 136
 - 137
 - 138
 - 139
 - 140
 - 141
 - 142
 - 143
 - 144
 - 145
 - 146
 - 147
 - 148
 - 149
 - 150
 - 151
 - 152
 - 153
 - 154
 - 155
 - 156
 - 157
 - 158
 - 159
 - 160
 - 161
 - 162
 - 163
 - 164
 - 165
 - 166
 - 167
 - 168
 - 169
 - 170
 - 171
 - 172
 - 173
 - 174
 - 175
 - 176
 - 177
 - 178
 - 179
 - 180
 - 181
 - 182
 - 183
 - 184
 - 185
 - 186
 - 187
 - 188
 - 189
 - 190
 - 191
 - 192
 - 193
 - 194
 - 195
 - 196
 - 197
 - 198
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sultan Syarif Kasim Riau

-31.00000000	-31.00
-32.00000000	-22.00
-33.00000000	-19.00
-33.30000000	-17.00
-33.50000000	-15.50
-33.70000000	-14.25
-34.00000000	-13.75
-34.20000000	-14.00
-34.40000000	-14.50
-34.50000000	-16.00
-34.60000000	-17.00
-34.80000000	-20.00
-34.60000000	-22.00
-34.40000000	-25.00
-34.20000000	-37.00
-34.00000000	-36.00
-33.50000000	-35.00
-33.00000000	-34.00
-32.70000000	-32.00
-32.50000000	-30.00
-32.30000000	-29.50
-32.00000000	-29.00
-31.80000000	-28.75
-31.80000000	-28.50
-31.70000000	-28.25
-31.70000000	-28.50
-31.80000000	-29.00
-31.80000000	-30.00
-31.80000000	-32.00
-31.90000000	-33.00
-32.00000000	-33.25
-32.30000000	-33.10
-32.50000000	-33.00
-32.70000000	-32.75
-33.00000000	-32.50
-34.00000000	-32.25
-34.40000000	-32.00
-34.80000000	-31.50
-35.00000000	-31.00
-36.00000000	-30.50
-37.00000000	-30.40
-37.50000000	-30.60
-38.00000000	-31.00
-38.50000000	-32.00
-39.00000000	-32.00
-39.50000000	-32.00
-40.00000000	-32.00
-40.30000000	-32.10
-40.00000000	-32.10
-39.50000000	-33.00
-39.00000000	-33.50
-38.00000000	-34.00
-37.70000000	-35.00
-37.40000000	-35.50
-37.00000000	-35.75
-36.00000000	-36.00
-35.70000000	-36.26
-35.20000000	-36.50
-35.00000000	-37.00
-34.70000000	-37.50
-34.40000000	-38.00
-34.00000000	-39.00
-34.00000000	-40.00
-33.50000000	-40.00
-33.40000000	-40.00



199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264

-33.30000000	-40.00
-33.20000000	-40.00
-33.20000000	-40.00
-33.20000000	-40.00
-33.20000000	-40.00
-33.20000000	-40.00
-33.30000000	-40.00
-33.40000000	-40.00
-33.70000000	-40.00
-34.00000000	-40.00
-34.20000000	-40.00
-34.50000000	-40.00
-35.00000000	-40.00
-35.50000000	-40.00
-36.00000000	-40.00
-37.00000000	-40.00
-37.50000000	-40.00
-38.00000000	-40.00
-39.00000000	-40.00
-40.00000000	-40.00
-41.00000000	-40.00
-42.00000000	-40.00
-43.00000000	-40.00
-44.00000000	-40.00
-44.50000000	-40.00
-45.00000000	-37.50
-45.30000000	-38.00
-45.50000000	-39.00
-45.30000000	-40.00
-45.00000000	-40.00
-44.00000000	-40.00
-43.00000000	-40.00
-42.00000000	-40.00
-41.50000000	-40.00
-41.00000000	-40.00
-40.50000000	-40.00
-40.00000000	-40.00
-39.50000000	-40.00
-39.00000000	-40.00
-38.70000000	-40.00
-38.50000000	-40.00
-38.30000000	-40.00
-38.10000000	-40.00
-38.00000000	-40.00
-37.80000000	-40.00
-37.50000000	-40.00
-37.00000000	-38.00
-36.30000000	-40.00
-35.70000000	-40.00
-35.40000000	-40.00
-35.00000000	-40.00
-34.50000000	-40.00
-34.20000000	-40.00
-34.00000000	-40.00
-33.00000000	-40.00
-32.50000000	-40.00
-32.00000000	-40.00
-31.50000000	-40.00
-31.40000000	-40.00
-31.00000000	-40.00
-30.70000000	-39.00
-30.50000000	-38.00
-30.00000000	-37.00
-29.00000000	-35.00
-29.50000000	-34.00
-28.50000000	-33.00



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

265	-28.000000000	-32.50
266	-27.800000000	-32.00
267	-27.500000000	-32.00
268	-27.000000000	-32.00
269	-27.000000000	-32.00
270	-26.500000000	-33.00
271	-26.300000000	-40.00
272	-26.000000000	-40.00
273	-25.800000000	-40.00
274	-25.500000000	-40.00
275	-25.300000000	-40.00
276	-25.000000000	-40.00
277	-24.800000000	-40.00
278	-24.500000000	-40.00
279	-24.300000000	-40.00
280	-24.000000000	-39.00
281	-23.500000000	-38.00
282	-23.000000000	-37.00
283	-22.500000000	-36.00
284	-22.000000000	-35.00
285	-21.500000000	-34.00
286	-21.000000000	-33.00
287	-20.800000000	-33.00
288	-20.500000000	-33.50
289	-20.300000000	-33.75
290	-20.000000000	-34.00
291	-19.500000000	-35.00
292	-19.000000000	-36.00
293	-18.500000000	-37.00
294	-18.000000000	-38.00
295	-17.500000000	-39.00
296	-17.000000000	-40.00
297	-16.500000000	-40.00
298	-16.000000000	-40.00
299	-15.500000000	-40.00
300	-15.200000000	-40.00
301	-15.000000000	-40.00
302	-14.500000000	-40.00
303	-14.200000000	-40.00
304	-14.000000000	-40.00
305	-13.700000000	-39.00
306	-13.500000000	-38.00
307	-13.000000000	-37.00
308	-12.500000000	-36.00
309	-12.000000000	-35.00
310	-11.500000000	-35.00
311	-11.200000000	-35.00
312	-11.000000000	-35.00
313	-10.500000000	-36.00
314	-10.200000000	-40.00
315	-10.000000000	-40.00
316	-9.500000000	-40.00
317	-9.200000000	-40.00
318	-9.000000000	-40.00
319	-8.700000000	-40.00
320	-8.500000000	-40.00
321	-8.200000000	-40.00
322	-8.000000000	-40.00
323	-7.700000000	-40.00
324	-7.500000000	-40.00
325	-7.200000000	-40.00
326	-7.100591716	-40.00
327	-6.819408284	-40.00
328	-6.543905325	-40.00
329	-6.274082840	-40.00
330	-6.009940828	-40.00

Sultan Syarif Kasim Riau

```

331 -5.751479290 -40.00
332 -5.498698225 -40.00
333 -5.251597633 -40.00
334 -5.010177515 -40.00
335 -4.774437870 -40.00
336 -4.544378698 -40.00
337 -4.320000000 -40.00
338 -4.101301775 -40.00
339 -3.888284024 -39.00
340 -3.680946746 -38.00
341 -3.479289941 -37.00
342 -3.283313609 -36.00
343 -3.093017751 -34.00
344 -2.908402367 -33.00
345 -2.729467456 -32.00
346 -2.556213018 -31.00
347 -2.388639053 -30.00
348 -2.226745562 -30.00
349 -2.070532544 -32.00
350 -1.920000000 -35.00
351 -1.775147929 -40.00
352 -1.635976331 -40.00
353 -1.502485207 -40.00
354 -1.374674556 -39.00
355 -1.252544379 -38.00
356 -1.136094675 -37.00
357 -1.025325444 -36.00
358 -0.920236686 -34.50
359 -0.820828402 -34.50
360 -0.727100592 -34.50
361 -0.639053254 -34.50
362 -0.556686391 -34.50
363 -0.480000000 -34.50
364 -0.408994083 -34.50
365 -0.343668639 -34.50
366 -0.284023669 -34.00
367 -0.230059172 -33.00
368 -0.181775148 -32.00
369 -0.139171598 -31.00
370 -0.102248521 -30.00
371 -0.071005917 -29.50
372 -0.045443787 -29.25
373 -0.025562130 -29.00
374 -0.011360947 -28.75
375 -0.002840237 -28.50
376 0.000000000 -28.25
377 ];
378 - gain_i(1,1)=gain_mat(alpa,1);
379 - gain_i(1,2)=gain_mat(betha,2);
380 - end
381

```

LAMPIRAN A-8

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG *PATHLOSS*

```
function [ mylost ] = pathloss( xa, ya, xb, yb, hb)
%Perhitungan pathloss pada antena walfisch ikegami
%=====LOST COST 231: WALFISCH-IKEGAMI=====
hroof=16; % dalam satuan meter, tinggi gedung=4m x 4 lantai

%---Hitung d-----
d=sqrt( (xa-xb)^2+(ya-yb)^2+(hb/1000)^2); % dalam satuan km

%---Hitung FSL-----
FSL=98.4606+20*log10(d);

%---Hitung rts-----
rts=16.62183;

%---Hitung bsh-----
if hb<hroof
    bsh=0;
else
    bsh=-18*log10(1+(hb-hroof));
end

%---Hitung ka-----
if hb>hroof
    ka=54;
else
    if d<0.5
        ka=54-0.8*(hb-hroof)*d/0.5;
    else
        ka=54-0.8*(hb-hroof);
    end
end

%---Hitung kd-----
if hb>hroof
    kd=18;
else
    kd=18-15*(hb-hroof)/hroof;
end

%---Hitung MSD-----
msd=bsh+ka+kd*log10(d)-24.9372;

%---Hitung total lost-----
if rts+msd>0
    mylost=FSL+msd+rts;
else
    mylost=FSL;
end
end
```

- Hak Cipta Dilind**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN A-9

SCRIPT MATLAB MENGHITUNG SAMPLING

```
function [ samp_mat ] = gen_samp( R,sp,st )
%Menentukan teknik sampling
% p1, p2, t1, t2 dalam satuan koordinat kartesian (km)

p1=-3.5*sqrt(3)*R; % p1=sampel panjang 1
p2=3.5*sqrt(3)*R; % p2=sampel panjang 2
t1=-4.5*R; % t1=sampel tinggi 1
t2=4.5*R; % t2=sampel tinggi 2

rx=(p2-p1)/sp; %jarak antar sample dimensi x, sp=jumlah sampel panjang
ry=(t2-t1)/st; %jarak antar sample dimensi y, st=jumlah sampel tinggi
N=sp*st; %N=jumlah sampel tabel
for n=1:N
    samp_mat(n,1)=p1+rem(n-1,sp)*rx+0.5*rx;
    samp_mat(n,2)=t1+floor((n-1)/sp)*ry+0.5*ry;
end
end
```

Hak Cipta Dilindungi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN B

POLA RADIASI HORIZONTAL DAN VERTIKAL

Pola Radiasi Vertikal	Pola Radiasi Horizontal
-0.0028402370	-28.00
-0.0113609470	-27.75
-0.0255621300	-27.80
-0.0454437870	-27.50
-0.0710059170	-27.50
-0.1022485210	-27.60
-0.1391715980	-27.70
-0.1817751480	-27.80
-0.2300591720	-27.90
-0.2840236690	-28.00
-0.3436686390	-28.25
-0.4089940830	-28.50
-0.4800000000	-28.75
-0.5566863910	-29.00
-0.6390532540	-29.50
-0.7271005920	-30.00
-0.8208284020	-31.00
-0.9202366860	-32.00
-1.0253254440	-34.00
-1.1360946750	-35.00
-1.2525443790	-36.00
-1.3746745560	-37.00
-1.5024852070	-37.00
-1.6359763310	-36.00
-1.7751479290	-35.00
-1.9200000000	-34.00
-2.0705325440	-33.00
-2.2267455620	-32.00
-2.3886390530	-31.00
-2.5562130180	-30.75
-2.7294674560	-30.50
-2.9084023670	-31.00
-3.0930177510	-33.00
-3.2833136090	-35.00
-3.4792899410	-37.00
-3.6809467460	-38.00
-3.8882840240	-39.00

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dilindungi undang-undang. UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta	-4.1013017750	-38.00
Dilindungi Undang-Undang	-4.3200000000	-37.00
	-4.5443786980	-33.00
	-4.7744378700	-30.00
	-5.01101775150	-28.00
	-5.2515976330	-25.00
	-5.4986982250	-22.00
	-5.7514792900	-20.00
	-6.0099408280	-18.00
	-6.2740828400	-16.00
	-6.5439053250	-15.00
	-6.8194082840	-14.50
	-7.1005917160	-14.25
	-7.4000000000	-14.20
	-7.6000000000	-14.60
	-7.8000000000	-15.50
	-8.0000000000	-17.00
	-8.3000000000	-18.00
	-8.5000000000	-21.50
	-8.7000000000	-24.00
	-9.0000000000	-27.00
	-9.3000000000	-29.50
	-9.5000000000	-29.25
	-9.7000000000	-27.00
	-10.0000000000	-26.00
	-10.5000000000	-24.00
	-11.0000000000	-23.00
	-11.5000000000	-22.00
	-11.7000000000	-21.50
	-12.0000000000	-22.00
	-12.3000000000	-24.00
	-12.5000000000	-31.00
	-12.7000000000	-32.50
	-13.0000000000	-30.00
	-13.3000000000	-25.00
	-13.5000000000	-23.50
	-13.7000000000	-22.50
	-14.0000000000	-22.75
	-14.5000000000	-28.00
	-15.0000000000	-34.00
	-15.5000000000	-35.00
	-16.0000000000	-37.00
	-16.5000000000	-35.00
	-17.0000000000	-30.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-17.3000000000	-22.00
-17.5000000000	-14.00
-17.7000000000	-11.00
-18.0000000000	-8.00
-18.5000000000	-5.00
-19.0000000000	-2.75
-19.5000000000	-1.00
-20.0000000000	-0.25
-20.5000000000	0.00
-21.0000000000	-0.25
-21.5000000000	-1.00
-22.0000000000	-2.75
-22.5000000000	-5.00
-23.0000000000	-9.00
-23.2000000000	-16.00
-23.5000000000	-26.00
-23.7000000000	-20.00
-24.0000000000	-15.50
-24.3000000000	-14.50
-24.6000000000	-15.50
-25.0000000000	-17.50
-25.3000000000	-20.50
-25.6000000000	-25.00
-26.0000000000	-29.00
-26.3000000000	-23.00
-26.7000000000	-20.00
-27.0000000000	-19.00
-27.3000000000	-19.25
-27.7000000000	-20.00
-28.0000000000	-25.00
-28.5000000000	-38.00
-29.0000000000	-37.00
-30.0000000000	-36.00
-30.4000000000	-35.00
-30.8000000000	-32.50
-31.0000000000	-31.00
-32.0000000000	-22.00
-33.0000000000	-19.00
-33.3000000000	-17.00
-33.6000000000	-15.50
-33.7000000000	-14.25
-34.0000000000	-13.75
-34.2000000000	-14.00
-34.4000000000	-14.50

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-34.5000000000	-16.00
-34.6000000000	-17.00
-34.8000000000	-20.00
-34.6000000000	-22.00
-34.4000000000	-25.00
-34.2000000000	-37.00
-34.0000000000	-36.00
-33.5000000000	-35.00
-33.0000000000	-34.00
-32.7000000000	-32.00
-32.5000000000	-30.00
-32.3000000000	-29.50
-32.0000000000	-29.00
-31.8000000000	-28.75
-31.8000000000	-28.50
-31.7000000000	-28.25
-31.7000000000	-28.50
-31.7000000000	-28.75
-31.8000000000	-29.00
-31.8000000000	-30.00
-31.8000000000	-32.00
-31.9000000000	-33.00
-32.0000000000	-33.25
-32.3000000000	-33.10
-32.5000000000	-33.00
-32.7000000000	-32.75
-33.0000000000	-32.50
-34.0000000000	-32.25
-34.4000000000	-32.00
-34.8000000000	-31.50
-35.0000000000	-31.00
-36.0000000000	-30.50
-37.0000000000	-30.40
-37.5000000000	-30.60
-38.0000000000	-31.00
-38.5000000000	-32.00
-39.0000000000	-32.00
-39.5000000000	-32.00
-40.0000000000	-32.00
-40.0000000000	-32.10
-40.0000000000	-32.10
-39.5000000000	-33.00
-39.0000000000	-33.50
-38.0000000000	-34.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-37.7000000000	-35.00
-37.4000000000	-35.50
-37.0000000000	-35.75
-36.6000000000	-36.00
-35.7000000000	-36.26
-35.2000000000	-36.50
-35.0000000000	-37.00
-34.7000000000	-37.50
-34.4000000000	-38.00
-34.0000000000	-39.00
-34.0000000000	-40.00
-33.5000000000	-40.00
-33.4000000000	-40.00
-33.3000000000	-40.00
-33.2000000000	-40.00
-33.2000000000	-40.00
-33.2000000000	-40.00
-33.2000000000	-40.00
-33.2000000000	-40.00
-33.3000000000	-40.00
-33.4000000000	-40.00
-33.7000000000	-40.00
-34.0000000000	-40.00
-34.2000000000	-40.00
-34.5000000000	-40.00
-35.0000000000	-40.00
-35.5000000000	-40.00
-36.0000000000	-40.00
-37.0000000000	-40.00
-37.0000000000	-40.00
-38.0000000000	-40.00
-39.0000000000	-40.00
-40.0000000000	-40.00
-41.0000000000	-40.00
-42.0000000000	-40.00
-43.0000000000	-40.00
-44.0000000000	-40.00
-44.5000000000	-40.00
-45.0000000000	-37.50
-45.0000000000	-38.00
-45.5000000000	-39.00
-45.3000000000	-40.00
-45.0000000000	-40.00
-44.0000000000	-40.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-43.0000000000	-40.00
-42.0000000000	-40.00
-41.5000000000	-40.00
-41.0000000000	-40.00
-40.5000000000	-40.00
-40.0000000000	-40.00
-39.5000000000	-40.00
-39.0000000000	-40.00
-38.7000000000	-40.00
-38.5000000000	-40.00
-38.3000000000	-40.00
-38.1000000000	-40.00
-38.0000000000	-40.00
-37.8000000000	-40.00
-37.5000000000	-40.00
-37.0000000000	-38.00
-36.3000000000	-40.00
-35.7000000000	-40.00
-35.4000000000	-40.00
-35.0000000000	-40.00
-34.5000000000	-40.00
-34.2000000000	-40.00
-34.0000000000	-40.00
-33.0000000000	-40.00
-32.5000000000	-40.00
-32.0000000000	-40.00
-31.5000000000	-40.00
-31.4000000000	-40.00
-31.0000000000	-40.00
-30.0000000000	-39.00
-30.5000000000	-38.00
-30.0000000000	-37.00
-29.0000000000	-35.00
-29.5000000000	-34.00
-28.0000000000	-33.00
-28.0000000000	-32.50
-27.8000000000	-32.00
-27.5000000000	-32.00
-27.0000000000	-32.00
-27.0000000000	-32.00
-26.5000000000	-33.00
-26.3000000000	-40.00
-26.0000000000	-40.00
-25.8000000000	-40.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-25.5000000000	-40.00
-25.3000000000	-40.00
-25.0000000000	-40.00
-24.8000000000	-40.00
-24.5000000000	-40.00
-24.3000000000	-40.00
-24.0000000000	-39.00
-23.5000000000	-38.00
-23.0000000000	-37.00
-22.5000000000	-36.00
-22.0000000000	-35.00
-21.5000000000	-34.00
-21.0000000000	-33.00
-20.8000000000	-33.00
-20.5000000000	-33.50
-20.3000000000	-33.75
-20.0000000000	-34.00
-19.5000000000	-35.00
-19.0000000000	-36.00
-18.5000000000	-37.00
-18.0000000000	-38.00
-17.5000000000	-39.00
-17.0000000000	-40.00
-16.5000000000	-40.00
-16.0000000000	-40.00
-15.5000000000	-40.00
-15.2000000000	-40.00
-15.0000000000	-40.00
-14.5000000000	-40.00
-14.2000000000	-40.00
-14.0000000000	-40.00
-13.7000000000	-39.00
-13.5000000000	-38.00
-13.0000000000	-37.00
-12.0000000000	-36.00
-12.0000000000	-35.00
-11.5000000000	-35.00
-11.2000000000	-35.00
-11.0000000000	-35.00
-10.0000000000	-36.00
-10.2000000000	-40.00
-10.0000000000	-40.00
-9.5000000000	-40.00
-9.2000000000	-40.00

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-9.0000000000	-40.00
-8.7000000000	-40.00
-8.5000000000	-40.00
-8.2000000000	-40.00
-8.0000000000	-40.00
-7.7000000000	-40.00
-7.5000000000	-40.00
-7.2000000000	-40.00
-7.1005917160	-40.00
-6.8194082840	-40.00
-6.5439053250	-40.00
-6.2740828400	-40.00
-6.0099408280	-40.00
-5.7514792900	-40.00
-5.4986982250	-40.00
-5.2515976330	-40.00
-5.0101775150	-40.00
-4.7744378700	-40.00
-4.5443786980	-40.00
-4.3200000000	-40.00
-4.1013017750	-40.00
-3.8882840240	-39.00
-3.6809467460	-38.00
-3.4792899410	-37.00
-3.2833136090	-36.00
-3.0930177510	-34.00
-2.9084023670	-33.00
-2.7294674560	-32.00
-2.5562130180	-31.00
-2.3886390530	-30.00
-2.2267455620	-30.00
-2.0705325440	-32.00
-1.9200000000	-35.00
-1.7751479290	-40.00
-1.6859763310	-40.00
-1.5024852070	-40.00
-1.3746745560	-39.00
-1.2525443790	-38.00
-1.1360946750	-37.00
-1.0253254440	-36.00
-0.9202366860	-34.50
-0.8208284020	-34.50
-0.7271005920	-34.50
-0.6390532540	-34.50

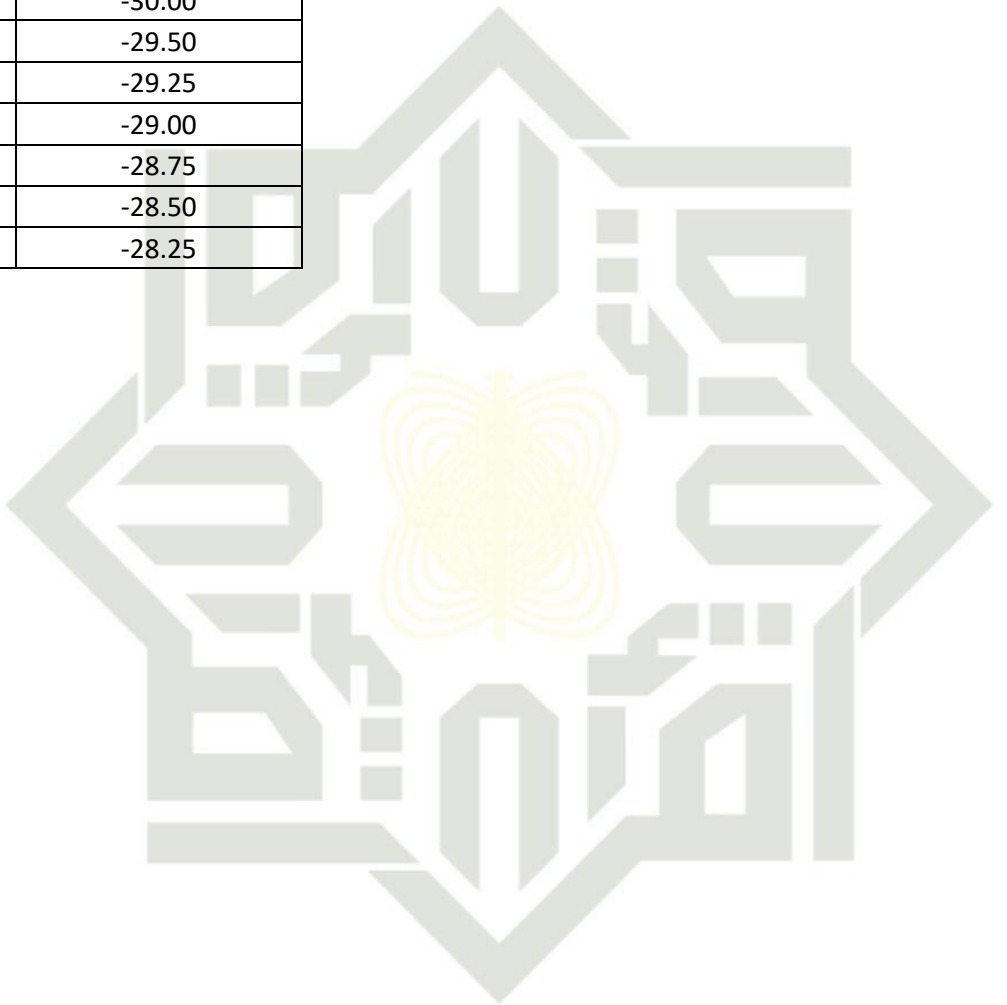
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

-0.5566863910	-34.50
-0.4800000000	-34.50
-0.4089940830	-34.50
-0.3436686390	-34.50
-0.2840236690	-34.00
-0.2300591720	-33.00
-0.1817751480	-32.00
-0.1391715980	-31.00
-0.1022485210	-30.00
-0.0710059170	-29.50
-0.0454437870	-29.25
-0.0255621300	-29.00
-0.0113609470	-28.75
-0.0028402370	-28.50
0.0000000000	-28.25

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Brilian Dirgayansa, lahir di Kabupaten Kampar tepatnya di Desa Pulau Gadang pada hari Jum'at tanggal 29 Agustus 1997. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan almarhum Slamet Hariadi dan Saljunas yang beralamat di Jl. Poros Desa Koto Mesjid, Kec. XIII Koto Kampar, Kab. Kampar, Riau.

E-Mail : briliandirgayansa@gmail.com

Hp : 0852-7884-6851

Pengalaman pendidikan yang dilalui dimulai pada TK Kasih Ibu

Desa Koto Mesjid tahun 2002-2003, selanjutnya menempuh pendidikan di SDN 006 Pulau Gadang pada tahun 2003-2009, setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 3 XIII Koto Kampar tahun 2009-2012, dan melanjutkan pendidikan selanjutnya di SMAN 2 XIII Koto Kampar tahun 2012-2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri, tepatnya di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro dengan pilihan Konsentrasi Telekomunikasi. Penulis dinyatakan lulus dalam Sidang Tugas Akhir pada tanggal 19 Desember 2019, dengan penelitian Tugas Akhir berjudul **“Optimasi Jumlah Neighbor-Cell Pada Jaringan WCDMA Berdasarkan Ec/Io dan Catchmen Angle”**. Maka, penulis berhak menyanggah gelar Sarjana Teknik (ST).