



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN
GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI DI DAERAH
PEGUNUNGAN MENGGUNAKAN METODE UTD (*UNIFORM
THEORY OF DIFFRACTION*) MODIFIKASI DAN REFLEKSI
GELOMBANG**

SKRIPSI

**APUL LUTHFI
0404030113**

**FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN
GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI DI DAERAH
PEGUNUNGAN MENGGUNAKAN METODE UTD (*UNIFORM
THEORY OF DIFFRACTION*) MODIFIKASI DAN REFLEKSI
GELOMBANG**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**APUL LUTHFI
0404030113**

**FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Apul Luthfi
NPM : 0404030113
Tanda Tangan :
Tanggal : 3 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Apul Luthfi
NPM : 0404030113
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI DI DAERAH PEGUNUNGAN MENGGUNAKAN METODE UTD (*UNIFORM THEORY OF DIFFRACTION*) MODIFIKASI DAN REFLEKSI GELOMBANG

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : **Ir. H. Arifin Djauhari, M.T** ()

Penguji : **Ir. Rochmah N. Sukardi, M.Eng.Sc** ()

Penguji : **Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST, M.Sc.** ()

Ditetapkan di : Kampus UI Depok

Tanggal : 3 Juli 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Ir. H Arifin Jauhari, MT. dan Bapak Dr. Ir. Arman Djohan D., M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan seminar ini;
- (2) *Administrator* Ruang Laboratorium *Mercator*, Gedung *Engineering Center* yang telah mengizinkan penggunaan komputer yang digunakan dalam skripsi ini;
- (3) Orang tua, keluarga saya, dan Gifanadya C. Putri yang telah memberikan dukungan moral dan material selama masa kuliah; dan
- (4) Teman-teman saya di Teknik Elektro angkatan 2004, UKM Taekwondo UI, yang telah memberikan dukungan, khususnya Arif Astomo, Dwi Putri P, Anggi Purwanto, dan M. Rieza.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Apul Luthfi
NPM : 0404030113
Program Studi : Elektro
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN
GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI DI DAERAH PEGUNUNGAN
MENGUNAKAN METODE UTD (*UNIFORM THEORY OF DIFFRACTION*)
MODIFIKASI DAN REFLEKSI GELOMBANG

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 3 Juli 2009

Yang menyatakan

(Apul Luthfi)

ABSTRAK

Nama : Apul Luthfi
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI DIDERAH PEGUNUNGAN MENGGUNAKAN METODE UTD (*UNIFORM THEORY OF DIFFRACTION*) MODIFIKASI DAN REFLEKSI GELOMBANG

Dalam merencanakan *Base Tranceiver Station* (BTS) harus diperhatikan faktor *blank spot* pada jangkauan dimana BTS akan dibangun. Dengan mendeteksi secara awal jumlah *blank spot* akan diperoleh gambaran yang tepat untuk posisi pembangunan menara BTS. Simulasi pencarian *blank spot* menggunakan komputer akan sangat membantu dalam proses perencanaan pembangunan BTS di daerah pegunungan.

Skripsi ini merancang perangkat lunak untuk mencari *blank spot* sesuai dengan tinggi, daya pancar, frekuensi BTS dan sensitivitas ponsel. Simulasi dilakukan dengan menghitung besar kuat medan yang diterima penerima dengan menggunakan teori *Uniform Theory of Diffraction* (UTD) Modifikasi dan Teori Refleksi Gelombang Horizontal.

Dengan demikian dapat dilakukan perbandingan jumlah *blank spot* berdasarkan posisi dan spesifikasi menara.

Kata kunci: Komunikasi bergerak, BTS, *blank spot*, UTD Modifikasi, Refleksi, kuat medan

ABSTRACT

Name : Apul Luthfi
Study Program : Electrical Engineering
Title : DESIGN OF THREE DIMENSION RADIO WAVE
PROPAGATION IN MOUNTAIN AREA USING
MODIFIED UTD AND REFLECTION METHOD

The blank spot area among the coverage of the BTS Transmitter must be well maintained. By early detecting blank spot area, good position of BTS will be obtained. The detection of blank spot area using computer based programme will help the planning of BTS construction in mountain area.

This final project will discuss calculation of power level received by mobile phone based on height, radiated power, and frequency of BTS, and sensitivity of mobile phone. The calculation will be done using Modified Universal Theory of Diffraction and Horizontal Reflection Theory.

Moreover, the retrieved data can be compared and analyzed based on BTS position and specification.

Key words : Mobile Communication, BTS, blank spot, Modified UTD, Reflection, field power

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 DIFRAKSI DAN REFLEKSI PADA PERAMBATAN GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI.....	5
2.1. Difraksi Gelombang Radio	5
2.2 Refleksi Gelombang Radio.....	6
2.3 Perhitungan Kuat Medan Penerimaan.....	7
2.3.1 Redaman Ruang Bebas	8
2.3.2 Redaman Difraksi	8
2.3.3 Redaman Refleksi	12
2.4 <i>Ray Transformation Matrix</i>	15
BAB 3 PERANGKAT LUNAK DAN PEMBANDINGAN <i>BLANK SPOT</i>	16
3.1 Pembacaan Peta Topografi.....	18
3.1.1 <i>Scanning</i> (pemayaran) peta topografi	18
3.1.2 Pengambilan nilai ketinggian daratan	19
3.1.3 Modifikasi profil permukaan daratan	20
3.2 Perhitungan Kuat medan.....	24
3.3 Tampilan Hasil Perhitungan Kuat Medan.....	26
3.4 Proses Perbandingan.....	27
BAB 4 MEMBACA DAN MEMBANDINGKAN HASIL SIMULASI.....	29
4.1 Uji Coba Perhitungan dengan Tinggi Menara 40 Meter	30
4.1.1 Posisi 1.....	30
4.1.2 Posisi 2.....	32
4.1.3 Posisi 3.....	33
4.2 Uji Coba Perhitungan dengan Tinggi Menara 60 Meter	34
4.2.1 Posisi 1.....	34
4.2.2 Posisi 2.....	35
4.2.3 Posisi 3.....	36
4.3 Uji Coba Perhitungan dengan Tinggi Menara 72 Meter	37
4.3.1 Posisi 1.....	38

4.3.2 Posisi 2.....	39
4.3.3 Posisi 3.....	40
4.4 Analisa Perbandingan Jumlah <i>Blank Spot</i>	41
4.4.1 Perbandingan Berdasarkan Posisi Menara.....	43
4.4.1 Posisi Menara 40 meter	43
4.4.2 Posisi Menara 60 meter	44
4.4.3 Posisi Menara 72 meter	45
4.4.2 Perbandingan Berdasarkan Tinggi Menara	46
4.4.1 Posisi 1.....	46
4.4.2 Posisi 2	47
4.4.3 Posisi 3.....	48
BAB 5 KESIMPULAN	49
DAFTAR ACUAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Difraksi gelombang radio pada daerah pegunungan	6
Gambar 2.2. Ilustrasi gelombang sinyal difraksi dan refleksi yang datang di sisi penerima	7
Gambar 2.3. Penentuan sudut-sudut ϕ' dan ϕ serta L	11
Gambar 2.4. Bidang pantul horisontal.....	12
Gambar 2.5. Lokasi titik pantul pada garis lintasan lain.....	13
Gambar 2.6. Jalur Propagasi gelombang pada halangan <i>wedge</i>	15
Gambar 3.1. Diagram Alir proses pendeteksian dan perhitungan <i>blank spot</i>	17
Gambar 3.2. Proses pemayaran peta topografi	18
Gambar 3.3 Modifikasi Profil daratan menjadi <i>wedge</i> tunggal	20
Gambar 3.4 Contoh peta kontur yang terdapat 4 titik puncak	27
Gambar 4.1 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi 1	30
Gambar 4.2 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 1.....	31
Gambar 4.3 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi 2	32
Gambar 4.4 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 2	32
Gambar 4.5 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi 3	33
Gambar 4.6 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 3	33
Gambar 4.7 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi 1	34
Gambar 4.8 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 1	35
Gambar 4.9 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi 2	35
Gambar 4.10 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 2	36
Gambar 4.11 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi 3	36
Gambar 4.12 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 3.....	37
Gambar 4.13 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 1.....	38
Gambar 4.14 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 1.....	38
Gambar 4.15 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 2.....	39
Gambar 4.16 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 2	39

Gambar 4.17 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 3.....	40
Gambar 4.18 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 3	40
Gambar 4.19 Perbandingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 40 m	43
Gambar 4.20 Perbandingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 60 m	44
Gambar 4.21 Perbandingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 72 m	45
Gambar 4.22 Perbandingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 1	46
Gambar 4.23 Perbandingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 2	47
Gambar 4.24 Perbandingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 3	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berbagai nilai n untuk berbagai nilai α	10
Tabel 4.1 Tabel keluaran perangkat dalam <i>file .txt</i>	42



DAFTAR ISTILAH

UTD	<i>Uniform Theory of Diffraction</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i> , standar untuk komunikasi bergerak generasi kedua yang dimiliki oleh Eropa.
RTM	<i>Ray Transformation Matrix</i>
BTS	<i>Base Transceiver Station</i> , pusat distribusi informasi untuk semua <i>mobile station</i> dalam suatu area <i>coverage</i>
<i>Blank Spot</i>	Daerah yang tidak mendapatkan jangkauan sinyal

DAFTAR LAMPIRAN

1. 50 data pertama BTS 40 meter posisi 1.....	52
2. 50 data pertama BTS 40 meter posisi 2.....	53
3. 50 data pertama BTS 40 meter posisi 3.....	54
4. 50 data pertama BTS 60 meter posisi 1.....	55
5. 50 data pertama BTS 60 meter posisi 2.....	56
6. 50 data pertama BTS 60 meter posisi 3.....	57
7. 50 data pertama BTS 72 meter posisi 1.....	58
8. 50 data pertama BTS 72 meter posisi 2.....	59
9. 50 data pertama BTS 72 meter posisi 3.....	60

BAB 1

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi di bidang telekomunikasi saat ini mampu menawarkan berbagai kemudahan untuk mengakses segala kebutuhan dimanapun kita berada melalui teknologi telekomunikasi bergerak. Fitur-fitur seperti jejalah *internet*, *chat*, maupun aplikasi multimedia telah memperkaya teknologi yang semula hanya ditujukan untuk komunikasi suara bergerak.

Dalam pembangunan infrastruktur telekomunikasi bergerak dibutuhkan perencanaan yang matang, salah satunya infrastruktur pemancar (BTS). Sebelum menentukan titik dimana akan dibangun pemancar pada suatu daerah, dilakukan pengukuran tingkat penerimaan sinyal terlebih dahulu. Pengukuran tersebut mencakup area cakupan dan area yang tidak tercakup atau disebut *blank spot* (daerah lubang). Dengan melakukan pengukuran terhadap daerah lubang, sebuah operator penyelenggara telekomunikasi bergerak mampu menentukan letak serta spesifikasi pemancar yang mampu mencakup daerah cakupan secara optimal. Sehingga simulasi pengukuran tingkat penerimaan sinyal ini perlu dilakukan sebelum sebuah operator membangun infrastruktur pemancarnya.

Simulasi dapat dilakukan dengan menggunakan suatu perangkat lunak yang mampu memberikan gambaran sesuai dengan spesifikasi pemancar yang akan dibangun disuatu daerah. Perangkat lunak ini dimaksudkan untuk mendeteksi daerah-daerah lubang tersebut, sehingga dengan mendeteksi secara dini operator dapat menentukan dimana pemancar mereka akan dibangun. Dalam skripsi ini daerah yang di ambil sebagai simulasi adalah daerah pegunungan dimana terdapat beberapa puncak yang dipertimbangkan untuk menentukan letak pemancar dibangun.

Untuk mendeteksi daerah-daerah lubang tersebut akan dihitung kuat medan penerima dengan menggunakan metode *Universal Theory of Diffraction* (UTD), UTD Modifikasi, dan Pantulan (Refleksi). Daerah lubang di sini akan disebut dengan daerah hitam sedangkan daerah yang tercakup adalah daerah putih.

Dalam metode konvensional, tingkat penerimaan sinyal hanya terbagi atas daerah putih dan daerah hitam. Namun pada kenyataannya pada area pegunungan terdapat suatu daerah dengan tingkat penerimaan tertentu yang berada diantara tingkat hitam dan putih yang disebabkan oleh pantulan dan difraksi gelombang yang sangat mungkin terjadi.

Berdasarkan penelitian, metode Eipsten Peterson belum mampu mendeteksi *blank spot* di daerah pegunungan dengan baik[1]. Pada metode UTD, metode ini sudah mampu mendeteksi *blank spot* dengan baik namun belum dapat mengukur gelombang pantul dan difraksi pada daerah pegunungan. Selanjutnya terdapat metode UTD Modifikasi yang dapat mendeteksi *blank spot* sekaligus mengukur gelombang pantul yang mungkin terjadi pada daerah pegunungan.

Sebelumnya dalam Skripsi Dwi Putri P. (Semester Genap 2007/2008) yang berjudul RANCANG BANGUN MODEL KOMPUTASI PERAMBATAN GELOMBANG RADIO TIGA DIMENSI MENGGUNAKAN UTD MODIFIKASI, telah diuji coba pendeteksian *blank spot* di daerah pegunungan menggunakan UTD Modifikasi.

1.2 TUJUAN

Membuat perangkat lunak untuk mendeteksi *blank spot* pada daerah pegunungan berdasarkan pelenturan (difraksi) dan pemantulan (refleksi) gelombang radio 3-dimensi menggunakan metode UTD Modifikasi dan refleksi gelombang.

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam skripsi ini, masalah dibatasi pada difraksi dan refleksi gelombang radio, pemancar BTS dan ponsel bersistem GSM, frekuensi GSM 900, pendeteksian *blank spot* pada daerah pegunungan dengan metode UTD Modifikasi dan Pantulan Gelombang.

1.4 METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan skripsi ini dilakukan dengan :

1. Kepustakaan, yaitu dengan mempelajari literatur yang diperoleh dari dosen pembimbing, buku-buku bacaan, serta artikel-artikel yang diperoleh dari *internet*.
2. Diskusi dengan pembimbing skripsi yang lebih mengetahui lebih detail mengenai tema skripsi.

Sedangkan untuk rancang bangun perangkat lunak dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempelajari permukaan dataran daerah pegunungan yang menjadi daerah layanan BTS.
2. Menentukan spesifikasi BTS
3. Menentukan letak BTS
4. Menentukan jalur rambat gelombang dengan *Ray Transformation Matrix (RTM)*
5. Menghitung koefisien difraksi dengan menggunakan metode UTD Modifikasi
6. Menghitung koefisien refleksi dengan metode pantulan gelombang
7. Menghitung kuat medan total di sisi penerima.
8. Menentukan daerah memiliki nilai kuat medan kurang dari kuat medan minimum pada daerah layanan (cakupan) sebagai *blank spot*.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini terbagi menjadi 5 bab dengan sistematika seperti berikut:

BAB I : Berisi pendahuluan yang membahas latar belakang pemilihan tema, latar belakang, pemilihan metode, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Berisi dasar-dasar teori yang menjadi landasan penulisan skripsi ini seperti teori umum *Uniform Theory of Diffraction (UTD)*, UTD Modifikasi, Pantulan Gelombang, dan *Ray Transformation Matrix (RTM)*.

BAB III : Berisi pembahasan algoritma dan diagram alir pendeteksian dan penghitungan titik daerah lubang pada daerah pegunungan.

BAB IV : Berisi pengujian dan analisis hasil yang diperoleh dari perangkat lunak pendeteksi daerah lubang di berbagai letak dan spesifikasi BTS.

BAB V : Berisi kesimpulan akhir dari penulisan skripsi.



BAB 2

DIFRAKSI DAN REFLEKSI PADA PERAMBATAN GELOMBANG RADIO 3-DIMENSI

Pada skripsi ini daerah yang digunakan sebagai daerah lintasan gelombang radio adalah daerah pegunungan. Daerah pegunungan merupakan ruang bebas yang membutuhkan representasi lintasan gelombang radio 3 dimensi untuk melihat halangan-halangan yang dilalui gelombang dari pemancar sampai ke penerima.

Untuk menentukan titik mana saja yang terdapat *blank spot*, maka digunakan metode UTD (*Uniform Theory of Diffraction*) dan Pantulan Gelombang 3-dimensi untuk menghitung besar kecilnya kuat medan yang diterima. Daerah atau titik yang memiliki kuat medan yang sangat lemah dapat dikatakan sebagai *blank spot*.

2.1 DIFRAKSI GELOMBANG

Difraksi atau lenturan adalah sebuah peristiwa pembelokan cahaya atau gelombang yang disebabkan oleh suatu penghalang, misalkan tepi celah, kawat, atau benda-benda lain yang memiliki sudut yang tajam[2]. Karena gelombang yang merambat lurus berbenturan dengan suatu penghalang, sehingga hanya sebagian dari gelombang tersebut yang diteruskan, dan sebagian lain terpantulkan, atau tertahan.

Gambar 2.1 merupakan gambaran difraksi gelombang radio yang menumbuk puncak pegunungan. Setelah mengalami penumbukan terbentuk gelombang-gelombang kecil yang memiliki kuat medan yang berbeda-beda yang semakin rendah. Daerah yang mendapatkan gelombang radio dengan nilai kuat medan kurang dari nilai kuat medan minimum yang dapat diterima ponsel (sensitivitas ponsel) disebut daerah *blank spot*.



Gambar 2.1. Difraksi gelombang radio pada daerah pegunungan

2.2 UNIFORM THEORY OF DIFFRACTION

Kuat medan yang diterima penerima dari suatu propagasi gelombang dinyatakan dalam persamaan 2.1 berikut [3].

$$E(P) = E(Q)D(\varphi, \varphi')A(r, l)\phi(\varphi, \varphi', r, l) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana:

- $E(P)$ = kuat medan yang diterima ($\mu\text{V/m}$)
- $E(Q)$ = kuat medan yang dipancarkan ($\mu\text{V/m}$)
- $D(\varphi, \varphi')$ = koefisien difraksi UTD
- $A(r, l)$ = redaman ruang bebas (dB)
- $\phi(\varphi, \varphi', r, l)$ = faktor fasa
- φ = sudut difraksi UTD
- φ' = sudut datang UTD
- r = persamaan jarak dengan komponen x dan y
- l = persamaan jarak dengan komponen r dan h

Untuk mencari besar redaman ruang bebas digunakan persamaan 2.2

$$A(r, l) = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 32.44 \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana:

- d = jarak antara pemancar dengan penerima (km)
- f = rekuensi gelombang (Hz)

a) untuk x kecil ($x < 0.3$)

$$F(x) = \left[\sqrt{\pi x} - 2xe^{j\pi/4} - \left(\frac{2}{3}\right)x^2 e^{-j\pi/4} \right] e^{-j\pi/4} e^{jx} \dots\dots\dots(2.13)$$

Karena nilai $x \ll 1$, maka $F(x) \approx 0$

b) untuk x besar ($x > 5.5$)

$$F(x) \approx 1 + \frac{j}{2x} - \frac{3}{4x^2} - \frac{j15}{8x^3} + \frac{75}{16x^4} \dots\dots\dots(2.14)$$

Karena nilai $x \gg 1$, maka $F(x) \approx 1$

c) untuk $0.3 \leq x \leq 5.5$

$$F(x) \approx F(x_i) + \frac{[F(x_{i+1}) - F(x_i)]}{(x_{i+1} - x_i)} (x - x_i) \dots\dots\dots(2.15)$$

dengan nilai-nilai $x_i, F(x_i)$, dan $\frac{[F(x_{i+1}) - F(x_i)]}{(x_{i+1} - x_i)}$ tercantum dalam tabel 2.1

sebagai berikut:

Tabel 2.1, Data numerik Fungsi Transisi F(X) untuk interval $0.3 \leq x \leq 5.5$ [5]

x_i	$F(x_i)$		$\frac{[F(x_{i+1}) - F(x_i)]}{(x_{i+1} - x_i)}$	
	real	imajiner	real	imajiner
0.3	0	0	0.5729	0.2677
0.5	0.5195	0.0025	0.6768	0.2682
0.7	0.3355	-0.0665	0.7439	0.2549
1	0.2187	-0.0757	-0.8095	0.2322
1.5	0.127	-0.68	0.873	0.1982
2.3	0.0693	-0.0506	0.924	0.1577
4	0.0246	-0.0296	0.9658	0.1073
5.5	-0.0093	-0.0163	0.9797	0.0828

dimana:

$$x = kLa^\pm (\psi^\pm)$$

L = parameter jarak

Untuk fungsi $a^\pm(\psi^\pm)$ dinyatakan [3]:

$$a^\pm(\psi^\pm) = \left(\frac{2n\pi N - \psi^\pm}{2} \right) \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana nilai N adalah bilangan bulat yang besarnya mendekati persamaan

$$2n\pi N^+ - (\varphi \pm \varphi') = \pi \dots\dots\dots(2.17)$$

$$2n\pi N^- - (\varphi \pm \varphi') = -\pi \dots\dots\dots(2.18)$$

2.3 MODIFIKASI UTD

Dalam metode UTD Modifikasi, perhitungan sudut datang dan sudut difraksi dilakukan dengan mengacu pada kemiringan permukaan dan harus dihitung satu persatu sepanjang lintasan transmisi. Sehingga untuk menyederhanakan perhitungan sudut datang dan sudut difraksi ditentukan dengan acuan garis normal yang tegak lurus dengan bumi. Sehingga untuk sudut datang dan sudut difraksi modifikasi menjadi[4]:

$$\phi' = \varphi' - \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\phi = 2\pi - \varphi - \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana:

- ϕ' = sudut datang UTD modifikasi
- ϕ = sudut difraksi UTD modifikasi
- φ' = sudut datang UTD
- φ = sudut difraksi UTD
- α = sudut kemiringan / ketajaman halangan

Jika persamaan 2.19 dan 2.20 dimasukkan ke dalam persamaan 2.8 dan 2.9 maka bagian *cotangen* pada persamaan 2.4-2.7 menjadi [4]:

$$\cot \left[\frac{\pi + \psi^-}{2n} \right] = \cot \left[\frac{3\pi - (\varphi + \varphi')}{2n} \right] \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\cot \left[\frac{\pi - \psi^-}{2n} \right] = \cot \left[\frac{-\pi - (\varphi + \varphi')}{2n} \right] \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\cot \left[\frac{\pi + \psi^+}{2n} \right] = \cot \left[\frac{3\pi - (\varphi - \varphi') - \alpha}{2n} \right] \dots\dots\dots(2.23)$$

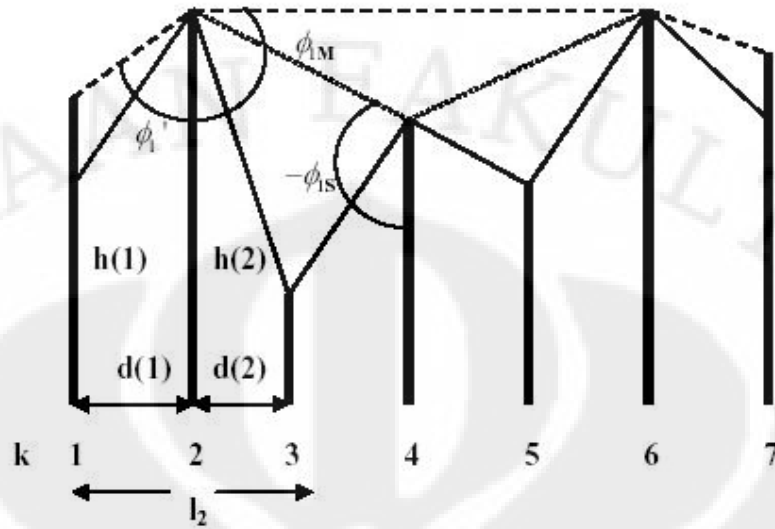
$$\cot \left[\frac{\pi - \psi^+}{2n} \right] = \cot \left[\frac{-\pi - (\varphi - \varphi') - \alpha}{2n} \right] \dots\dots\dots(2.24)$$

Sudut kemiringan α dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan klasifikasi sudut halangan, $\alpha < 90^\circ$ untuk sudut halangan tajam dan $\alpha > 90^\circ$ untuk sudut halangan tumpul. Tabel 2.2 di bawah merupakan nilai n untuk berbagai nilai α

Tabel 2.2 Berbagai nilai n untuk berbagai nilai α [4]

α	$2\pi - n$	$2n$
15	1.92	3.64
20	1.9	3.6
25	1.86	3.75
30	1.83	3.66
45	1.75	3.5
50	1.73	3.46
60	1.67	3.34
70	1.6	3.2
80	1.56	3.12
90	1.5	3
100	1.45	2.9
120	1.34	2.68
140	1.23	2.48
160	1.12	2.24

Untuk perhitungan sudut datang modifikasi ϕ' , sudut difraksi modifikasi ϕ , dan jarak lintasan L , [4]. Gambar 2.2 merupakan cara penentuan sudut-sudut ϕ' dan ϕ serta L .



Gambar 2.2 Penentuan sudut-sudut ϕ' dan ϕ serta $L[4]$

Persamaan lain yang digunakan untuk menentukan sudut datang modifikasi $\phi'[1]$

$$\phi' = \tan^{-1} \frac{dk}{dh(k)} \dots\dots\dots(2.25)$$

dimana:

dk = jarak antara ketinggian selanjutnya, besarnya $h(k+1)$

$dh(k) = h(k) - h(k-1) - h_T$

h_T = tinggi antena pemancar

dan sudut difraksi modifikasi [1]

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{d(k+2) + d(k+1)}{dh(k+1)} \right) \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana:

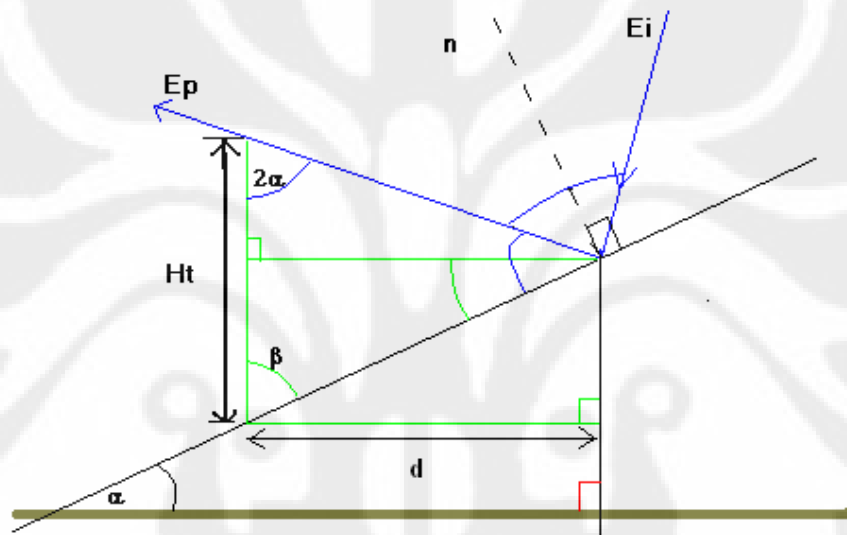
$dh(k+1) = h(k) - h(k+2)$

$d(k+1) = l(k+1) - l(k)$

$d(k+2) = l(k+2) - l(k+1)$

2.4 REFLEKSI

Permukaan pegunungan yang tidak datar menyebabkan bidang lintasan gelombang pantul menjadi tidak segaris dengan bidang lintasan gelombang awal. Untuk menentukan titik pantul gelombang yang datangnya dari bidang lintasan lain dapat ditentukan harga tegak lurus garis bidang lintasan ke bidang lintasan tetangga. Pada gambar 2.3 memperlihatkan bidang pantul horisontal [1]



Gambar 2.3 Bidang pantul horisontal[1]

Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak ke lintasan lain:[1]

$$d = h_t \sin 2\alpha \quad \dots\dots\dots(2.27)$$

dimana:

- d = jarak ke lintasan lain
- h_t = tinggi antena penerima (m)
- α = sudut kemiringan permukaan horisontal

Untuk menentukan garis lintasan dengan jarak dari pemancar yang mengalami penerimaan gelombang pantul digunakan persamaan 2.28[1]

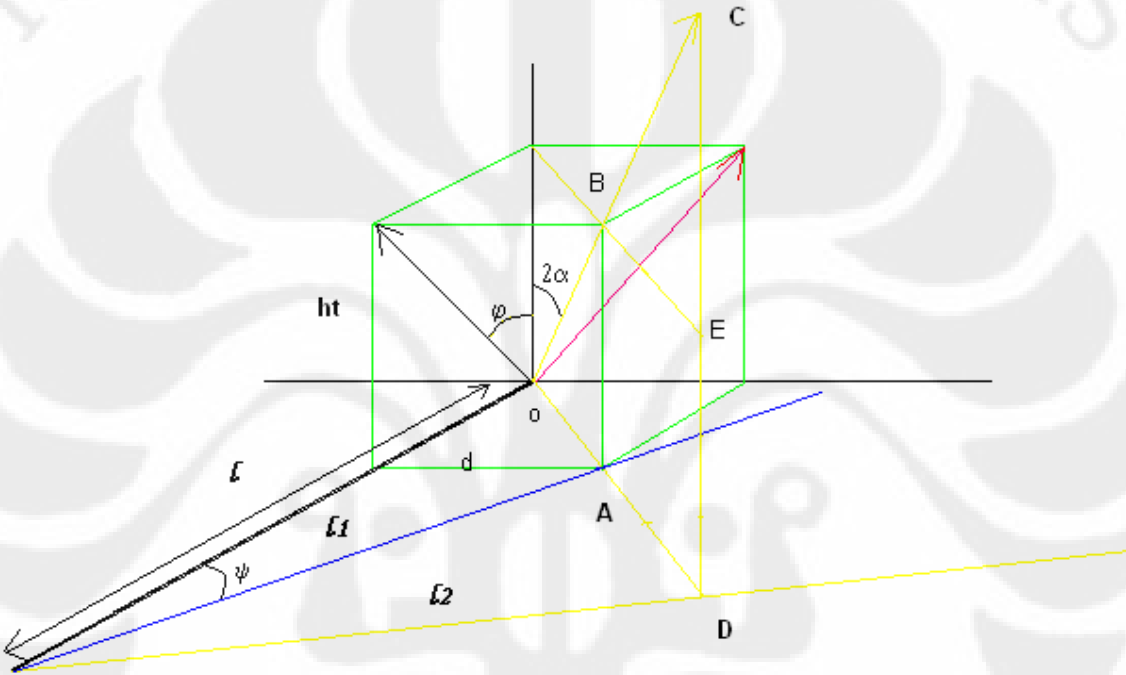
$$\psi = \sin^{-1} \frac{d}{\sqrt{d^2 + (l - h_t \tan \varphi')^2}} \quad \dots\dots\dots(2.28)$$

dimana:

d = jarak tegak lurus garis lintasan yang besarnya pada persamaan (2.27)

l = jarak pemancar ke titik pantul

Gambar 2.4 merupakan penentuan lokasi titik pantul pada garis bidang lintasan lain [1]



Gambar 2.4 Lokasi titik pantul pada garis lintasan lain[1]

Jarak penerima dari Tx yang mengalami pantulan dari lintasan lain [1]

$$l = \frac{d}{\sin \psi} \dots\dots\dots(2.29)$$

dimana:

d = jarak didapat dari persamaan (2.27)

psi = sudut penyapuan pada lintasan L2

Tinggi titik penerimaan pada lintasan lain berbeda dengan tinggi titik pantul atau tinggi penerima dari lintasan yang diamati, sehingga besar sudut penyapuan lintasan yang mempunyai perbedaan ketinggian x meter adalah [1]

$$\psi' = \sin^{-1} \frac{d(x+h)\sqrt{l^2+d^2}}{xl} \dots\dots\dots(2.30)$$

dimana:

- x = perbedaan ketinggian permukaan bidang lintasan satu dengan yang lain
- h = ketinggian antena penerima

Besarnya redaman akibat dari pantulan gelombang adalah[5]

$$P(dr, \rho, \phi) = 1 + 2R^2 - 2R \cos(\sigma + \phi - \pi) \dots\dots\dots(2.31)$$

dimana:

R = Koefisien pantulan

Sedangkan besarnya koefisien pantulan R adalah[5]

$$R = \rho.S.D \dots\dots\dots(2.32)$$

$$\rho = 360^\circ \frac{\Delta}{\lambda} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$\Delta = \frac{2h_1'h_2'}{d} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(2.34)$$

$$h_1' = h_1 - \frac{dr_1^2}{2Ka} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$h_2' = h_2 - \frac{dr_2^2}{2Ka} \dots\dots\dots(2.36)$$

dimana :

- h₁ = tinggi pemancar
- h₂ = tinggi penerima

Sedangkan besarnya koefisien pantulan R adalah[5]

$$R = \rho.S.D \dots\dots\dots(2.37)$$

Dimana:

- ρ = koefisien refleksi untuk dataran yg ideal
- S = Faktor penyebaran permukaan tergantung frekuensi

$$D = \left[1 + \frac{4p^2(1-y)}{1-p} \right] \dots\dots\dots(2.38)$$

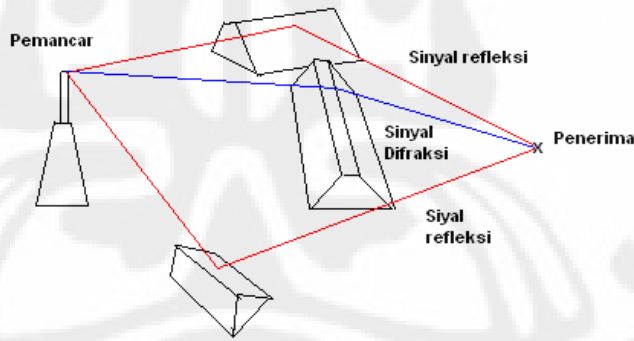
$$p^2 = \frac{(dr_1)^2}{2Ka.h_1.10^{-3}} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$y = \frac{dr_1}{dr} \dots\dots\dots(2.40)$$

dr_1 = jarak pemancar ke titik pantul

dr = jarak pemancar ke penerima

Kuat medan sinyal yang diperoleh dari pantulan yang sampai pada suatu posisi penerima yang di saat bersamaan menerima sinyal langsung atau difraksi, akan mempengaruhi kuat medan total, karena memiliki fasa yang berbeda. Sehingga perpaduan sinyal dengan fasa yang berbeda dapat menguatkan atau melemahkan kuat medan penerimaan total. Gambar 2.5 adalah ilustrasi gelombang sinyal difraksi dan refleksi yang datang di sisi penerima



Gambar 2.5 Ilustrasi gelombang sinyal difraksi dan refleksi yang datang di sisi penerima

Sehingga kuat medan total yang diterima dari suatu propagasi gelombang radio dapat ditulis dengan persamaan (2.41)

$$E(P) = E(Q)D(\varphi, \varphi')A(r, l)\phi(\varphi, \varphi', r, l)P(dr, \rho, \phi) \dots\dots\dots(2.41)$$

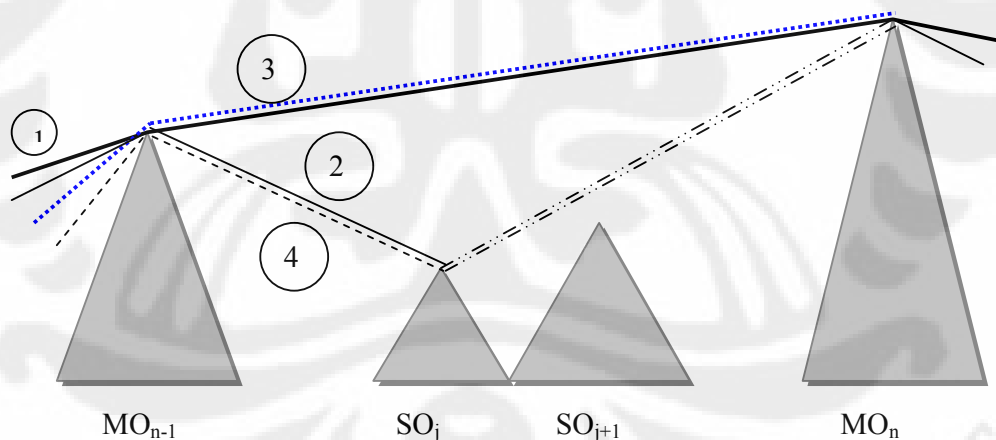
dimana:

$E(P)$ = kuat medan yang diterima ($\mu\text{V/m}$)

$E(Q)$	= kuat medan yang dipancarkan ($\mu\text{V/m}$)
$D(\varphi, \varphi')$	= koefisien difraksi UTD
$A(r, l)$	= redaman ruang bebas (dB)
$\phi(\varphi, \varphi', r, l)$	= faktor fasa
$P(dr, \rho, \phi)$	= redaman karena refleksi (pantulan)
φ	= sudut difraksi UTD
φ'	= sudut datang UTD
r	= persamaan jarak dengan komponen x dan y
l	= persamaan jarak dengan komponen r dan h

2.5 RAY TRANSFORMATION MATRIX

Untuk menentukan jalur lintasan utama dan jalur lintasan sekunder dari suatu propagasi gelombang, maka digunakan *Ray Transformation Matrix* (RTM). Hal ini dilakukan untuk mengetahui sumber sinyal penerima. Gambar 2.3 menunjukkan jalur propagasi gelombang padahalangan *wedge* melalui *Ray Transformation Matrix* (RTM).



Gambar 2.6. Jalur Propagasi gelombang pada halangan *wedge* [2]

Pada Gambar 2.5, yang menjadi halangan utama adalah MO_{n-1} dan MO_n dan halangan sekunder adalah SO_j dan SO_{j+1} . Setelah mengetahui halangan utama dan halangan sekunder, dapat di tentukan jalur utama dan jalur sekunder propagasi gelombang.

Jalur utama gelombang ditentukan dari MO – MO (jalur 1). Sedangkan jalur sekunder gelombang di antaranya adalah MO – SO – MO (jalur 2), SO – MO – MO (jalur 3), dan SO – MO – SO (jalur 4).



BAB 3

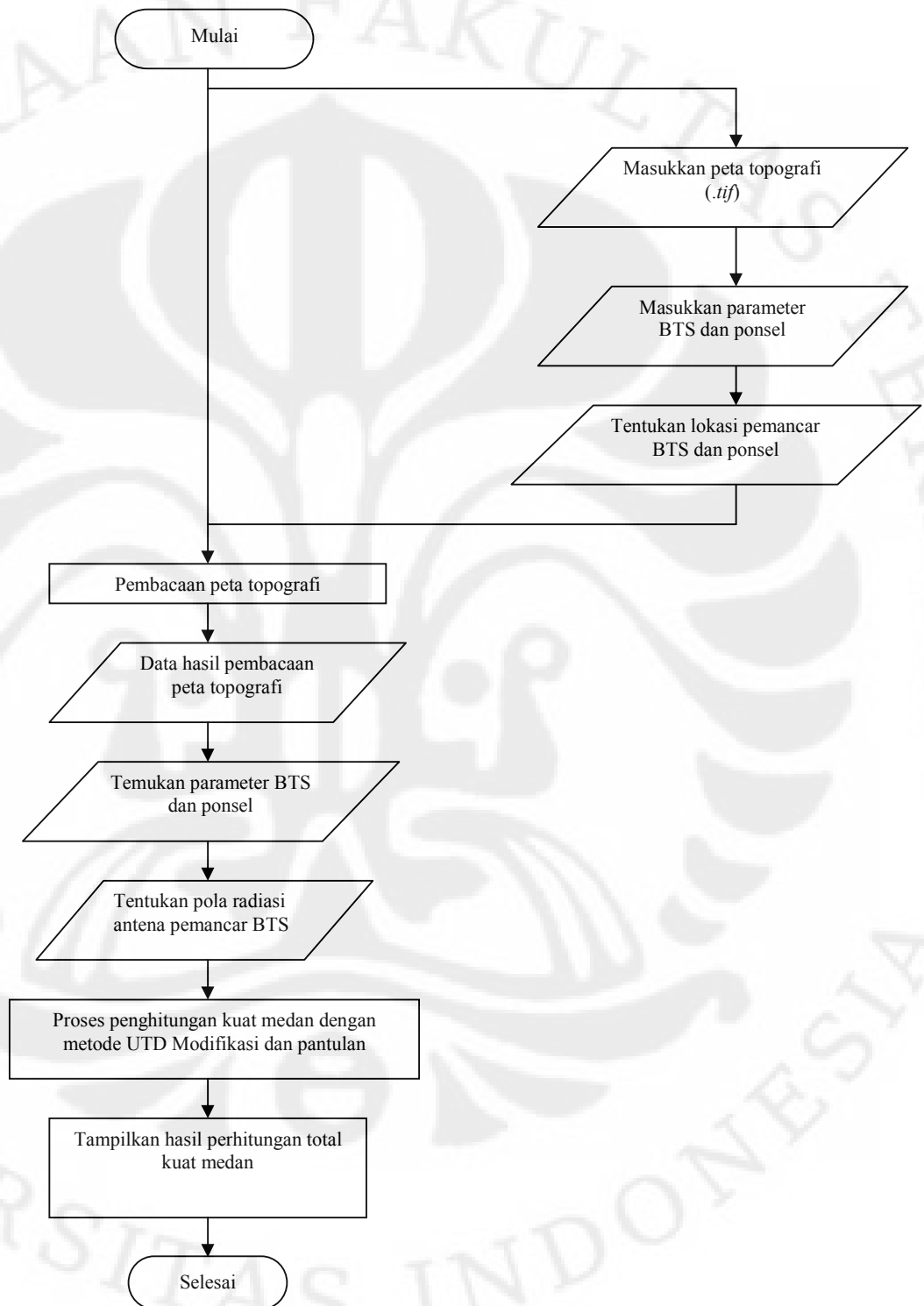
PERANGKAT LUNAK DAN PEMBANDINGAN *BLANKSPOT*

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana metode pendeteksian *blank spot* dilakukan. Pada dasarnya untuk mendeteksi *blank spot* melalui beberapa tahapan. Yang pertama adalah mendeteksi dan menentukan daerah mana saja yang dilalui perambatan gelombang radio dengan kuat medan di bawah kuat medan minimum yang disebabkan oleh kondisi alam. Tahap ini dilakukan beberapa kali dengan memvariasikan letak pemancar BTS.

Oleh karena itu digunakan peta topografi sebagai sumber data agar mendapat pendekatan hasil dengan keadaan yang sebenarnya di lapangan, sesuai dengan kondisi alam yang berpengaruh terhadap perambatan gelombang radio dari suatu pemancar.

Perangkat lunak yang digunakan melakukan perhitungan daerah lubang dimana akan didapatkan data cakupan pemancar BTS di suatu daerah.

Setelah itu dilakukan perbandingan jumlah daerah lubang di berbagai koordinat letak BTS untuk tiap spesifikasi BTS. Gambar 3.1 adalah diagram alir (*flow chart*) dari proses pendeteksian *blank spot* dengan menggunakan UTD Modifikasi dan refleksi.



Gambar 3.1. Diagram Alir proses pendeteksian dan perhitungan daerah lubang

Berikut adalah penjelasan algoritma perangkat lunak yang digunakan.

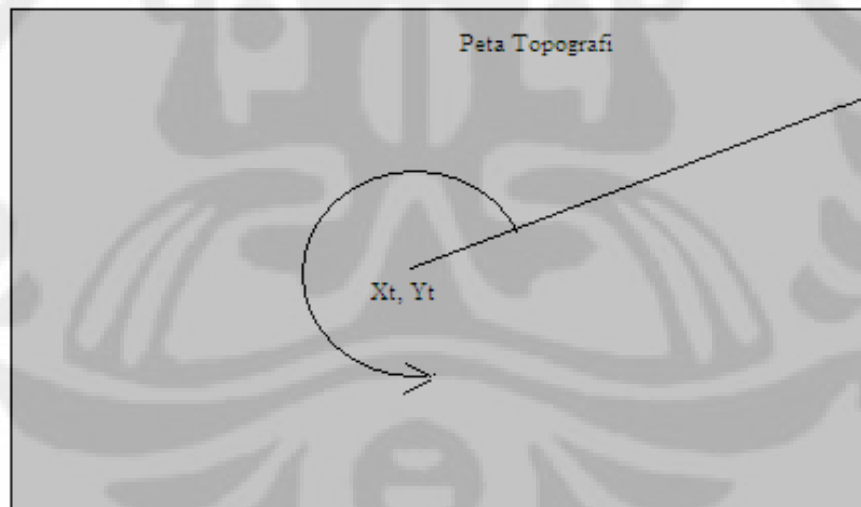
3.1 PEMBACAAN PETA TOPOGRAFI

Pada bagian ini perangkat akan meminta pengguna untuk mengunggah peta yang merepresentasikan daerah yang akan di uji. Peta yang dibutuhkan adalah peta topografi yang memuat informasi ketinggian permukaan tanah suatu daerah yang dalam hal ini direpresentasikan oleh warna.

3.1.1 *Scanning* Peta Topografi

Pada peta topografi akan dilakukan *scanning* dimulai dari titik (0.0) sejauh 360 derajat. Dalam proses ini perangkat memproses tiap piksel resolusi peta dan seluruh daratan pada peta menerima pancaran gelombang dari pemancar. Kemudian perangkat mengambil nilai-nilai ketinggian daratan pada tiap piksel resolusi peta tersebut.

Gambar 3.2 adalah gambaran proses *scanning* tersebut:



Gambar 3.2. Proses *scanning* peta topografi

Dari gambar peta topografi di atas, dilakukan *scanning* dimana titik BTS ditempatkan pada (Xt, Yt) dan dilakukan sebatas X, Y peta topografi yang dimasukkan.

Algoritma dari proses ini adalah:

```

for(x= 0; x < k; x++)
{
    Dataran(Xt, Yt, x, 0);
}
for(y = 0; y < b; y++)
{
    Dataran(Xt, Yt, k-1,y);
}
for(x = k-1; x >= 0; x--)
{
    Dataran(Xt, Yt, x, b-1);
}
for(y = b-1; y >= 0; y-- )
{
    Dataran(Xt, Yt, 0, y);
}

```

3.1.2 Pengambilan Nilai Ketinggian Daratan

Proses ini merupakan pengambilan nilai ketinggian daratan pada tiap piksel peta topografi yang dipakai. Ada beberapa tahap yang dilalui dalam proses ini.

Tahap yang pertama adalah penentuan koordinat lintasan dari titik pemancar ke titik-titik akhir *scanning*. Tahapan ini dilakukan berdasarkan sudut nilai koordinat terhadap lokasi antenna pemancar. Algoritmanya adalah:

```

TentukanKoordinat(Xt, Xr, Yr)
{
    Tentukan koordinat nilai sudut;
    Ambil nilai koordinat;
}

```

Tahap selanjutnya adalah penentuan jarak koordinat akhir *scanning* dari titik pemancar sehingga diketahui hasil yang sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya. Algoritmanya adalah sebagai berikut:

```

TentukanJarak(Xt, Xr, Yr)
{
    Hitung jarak dari lokasi transmitter ke titik penerima;
}

```

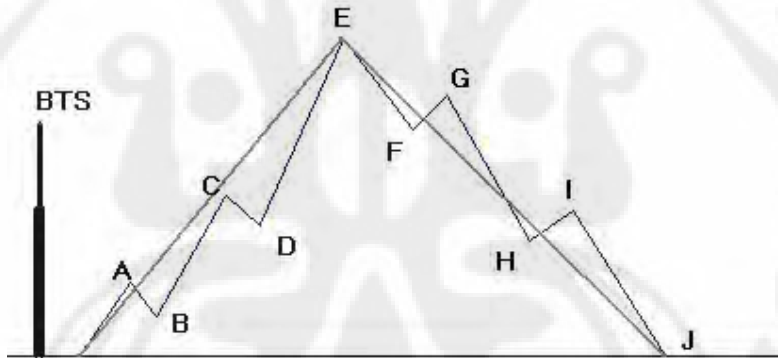
Hasil di atas digunakan sebagai faktor koreksi untuk melakukan perbaikan terhadap factor kelengkungan permukaan bumi, sehingga nilai dataran yang sesungguhnya dari tiap piksel peta topografi dapat diperoleh. Algoritmanya adalah sebagai berikut:

```
FaktorKoreksi (TentukanJarak, Xr, Yr)
{
    Hitung faktor koreksi;
    Hitung tinggi permukaan dataran yang sebenarnya;
}
```

3.1.3 Modifikasi Profil Permukaan Dataran

Bentuk permukaan dataran yang tidak rata dapat dimodifikasi menjadi sebuah profil *wedge*.

Gambar 3.3 adalah contoh modifikasi profil dataran menjadi sebuah *wedge* tunggal.



Gambar 3.3 Modifikasi Profil dataran menjadi *wedge* tunggal

Modifikasi bentuk dataran dilakukan dengan membandingkan titik-titik piksel peta topografi. Apabila suatu titik lebih rendah dari titik pembanding tertentu, maka kedua titik tersebut berada pada satu garis miring halangan tersebut. Jika terdapat titik yang sama atau lebih tinggi dari titik pembanding, titik tersebut dianggap menjadi titik tertinggi. Logika sebaliknya digunakan untuk menentukan garis miring untuk titik terendah halangan.

Pada gambar di atas, titik pembanding adalah tinggi tiang pemancar BTS. Titik A lebih rendah dari titik BTS sehingga titik A dapat diabaikan, demikian

dengan titik B, sehingga titik A dan B menjadi satu garis miring halangan. Kemudian titik C lebih tinggi dari titik D sehingga C dan D berada pada satu garis miring, C lebih tinggi dari A sehingga C sementara menjadi titik tertinggi halangan. Namun selanjutnya terdapat titik E dimana titik E lebih tinggi dari A, B, C, D, serta BTS sehingga yang menjadi titik puncak halangan pertama. Setelah itu dilakukan pengecekan kembali, karena setelah titik E tidak terdapat titik yang lebih tinggi, maka titik halang tertinggi adalah titik E, atau dapat dikatakan E adalah titik puncak halangan.

Berikut adalah algoritma dari proses modifikasi daratan *wedge* tersebut.

Algoritma Proses awal modifikasi profil dataran (*wedge*)

```

ProsesAwal ()
{
    for(t = 0)
    {
        Ambil tinggi pembanding;
        Ambil tinggi pemancar;
    }
    for(t > 0; t++)
    {
        Ambil tinggi lokasi setelah pemancar;
        Hitung beda tinggi lokasi setelah pemancar
        dengan tinggi pemancar;
    }
    If(beda <= -Tb)
    {
        Tandai sebagai titik terendah;
        Turun(t, Tb, To, beda, P);
    }
    else
    {
        if(beda >= Tb)
        {
            Tandai sebagai titik tertinggi;
            Naik(t, Tb, To, beda, P);
        }
        else
        {
            Nilai P sama dengan beda;
            Tunggu(t, Tb, To, beda, P);
        }
    }
}

```

Algoritma proses pembentukan garis naik pada modifikasi profil dataran (*wedge*)

```

Naik(t, Tb, To, beda, P)
{
    for(t > 0; t-1 < t < t+1; t++)
    {
        Ambil tinggi pembanding;
        Ambil tinggi lokasi setelah pemancar;
        Hitung beda tinggi lokasi setelah pemancar
        antara titik t dan titik t-1;
    }
    if(beda < 0 )
    {
        Bentuk garis naik sampai dengan lokasi Rx;
    }
    else
    {
        if(beda >= 0 )
        {
            Tandai sebagai titik tertinggi;
            Naik(t, Tb, To, beda, P);
        }
        else
        {
            if(beda <= -Tb)
            {
                Bentuk sisi naik;
                Turun(t, Tb, To, beda, P);
            }
            else
            {
                Nilai P sama dengan beda;
                Tunggu(t, Tb, To, beda, P);
            }
        }
    }
}

```

Algoritma proses pembentukan garis turun pada modifikasi profil daratan (wedge)

```

Turun(t, Tb, To, beda, P)
{
    for(t > 0; t-1 < t < t+1; t++)
    {
        Ambil tinggi pembanding;
        Ambil tinggi lokasi setelah pemancar;
        Hitung beda tinggi lokasi setelah pemancar
        antara titik t dan titik t-1;
    }
    if(beda > 0 )
    {
        Bentuk garis turun sampai dengan lokasi Rx;
    }
}

```

```

}
else
{
    if(beda <= 0 )
    {
        Tandai sebagai titik terendah;
        Turun(t,Tb,To,beda,P);
    }
    else
    {
        if(beda >= Tb)
        {
            Bentuk sisi turun;
            Naik(t,Tb,To,beda,P);
        }
        else
        {
            Nilai P sama dengan beda;
            Tunggu(t,Tb,To,beda,P);
        }
    }
}
}
}

```

Algoritma proses pemilihan sisi naik/turun pada modifikasi profil dataran
(*wedge*)

```

Tunggu(t,Tb,To,beda,P)
{
    for(t > 0; t-1 < t < t+1; t++)
    {
        Ambil tinggi pembanding;
        Ambil tinggi lokasi setelah pemancar;
        Hitung beda tinggi lokasi setelah pemancar
        antara titik t dan titik t-1;
        Hitung nilai P sama dengan nilai P ditambah
        dengan nilai beda;
    }
    if(beda > 0 )
    {
        Bentuk garis naik atau garis turun sampai
        dengan lokasi Rx;
    }
    else
    {
        if(P <= -Tb )
        {
            Tandai sebagai titik terendah;
            Turun(t,Tb,To,beda,P);
        }
        else
        {

```

```

        if(P >= Tb)
        {
            Tandai sebagai titik tertinggi;
            Naik(t, Tb, To, beda, P);
        }
        else
        {
            Tunggu(t, Tb, To, beda, P);
        }
    }
}

```

Algoritma untuk menentukan titik pantul horisontal dari suatu lintasan

```

Titik pantul Horizontal (x1,y1,h1,x2,y2,h2)
{
    Awal=titik pemancar
    Akhir=titik akhir lintasan
}
For(I=awal,l=akhir;I=++)
{
    Hitung jarak tegak lurus garis lintasan dl
    Hitung sudut penyapuan dan jarak dari Tx
    Hitung panjang lintasan gelombang pantul
    Simpan pada array TPH [ $\Phi$ ,l,En]
}
}
else

```

3.2. PERHITUNGAN KUAT MEDAN

Kuat medan gelombang yang dipancarkan dipengaruhi oleh banyak dan ketinggian halangan. Halangan menyebabkan difraksi dan refleksi yang menyebabkan redaman gelombang. Pada perhitungan ini digunakan metode UTD modifikasi dan refleksi *wedge* tunggal dalam *Ray Transformation Matrix*.

Algoritma proses ini adalah

```

KuatMedanPenerima()
{
    Tentukan halangan tinggi sebagai halangan utama;
    Tentukan halangan diantara halangan tinggi
    sebagai halangan sekunder;
    Hitung parameter perhitungan dari masing-masing
    halangan;
    Hitung koefisien difraksi;
    Hitung kuat medan penerima;
}

```



```

}
for (koefisien difraksi = Ds)
{
    KuatMedanPenerima(s);
}
for (koefisien difraksi = Dh)
{
    KuatMedanPenerima(h);
}

```

Perhitungan koefisien difraksi digunakan UTD Modifikasi

```

KoefisienDifraksi()
{
    for(R=1;R<5;R++)
    {
        Tentukan jarak antara halangan, pemancar,
        dan penerima;
        Tentukan sudut datang dan sudut difraksi;
        Tentukan nilai F(X);
    }
    if (x<0.3)
    {
        Nilai F(X) dianggap nol;
    }
    else
    {
        if (x>0.5)
        {
            Nilai F(X) dianggap satu;
        }
        else
        {
            Tentukan nilai  $x_i$  harus lebih kecil
            dari nilai  $x$ ;
            Tentukan nilai F(X) berdasarkan
            Persamaan 2.14 dan Tabel 2.1;
        }
        Hitung koefisien difraksi UTD;
    }
    for (Rs,h = -1)
    {
        KoefisienDifraksi(Ds)
    }
    for (Rs,h = 1)
    {
        KoefisienDifraksi(Dh)
    }
    Kalikan dengan faktor fasa
    Kalikan dengan free space loss
}

```

Algoritma untuk menentukan kuat medan pantul adalah sebagai berikut

```
Kuat medan pantul (v1, y1, h1, y2)
If(sisi = 1)
{
    awal = titik pemancar
    akhir = titik akhir peta
else
{
    awal = titik tertinggi
    akhir = titik terendah

For(I = awal; l = akhir;++)
{
    cari titik penerimaan pantulan dari TPH[d,l]
    if(d#0)
    {
        Hitung kuat medan pantul horisontal
        Cari kuat medan difraksi pada DIF[d,ED]
        Hitung kuat medan total
    }
}
Else
```

3.3 TAMPILAN HASIL PERHITUNGAN KUAT MEDAN

Proses ini menampilkan hasil *scanning* peta topografi. Hasil perhitungan dari proses *scanning* tersebut ditampilkan dalam kombinasi warna gelap dan terang.

Algoritmanya adalah sebagai berikut.

```
Tampilan(xTr,yTr,KuatMedanPenerima )
{
    Ambil hasil perhitungan kuat medan;
    Tampilkan nilai kuat medan pada peta topografi dalam
    degradasi warna;
}
```

Warna gelap menunjukkan bahwa di area atau titik tersebut merupakan daerah lubang yang menerima kuat medan yang besarnya kurang dari minimum.

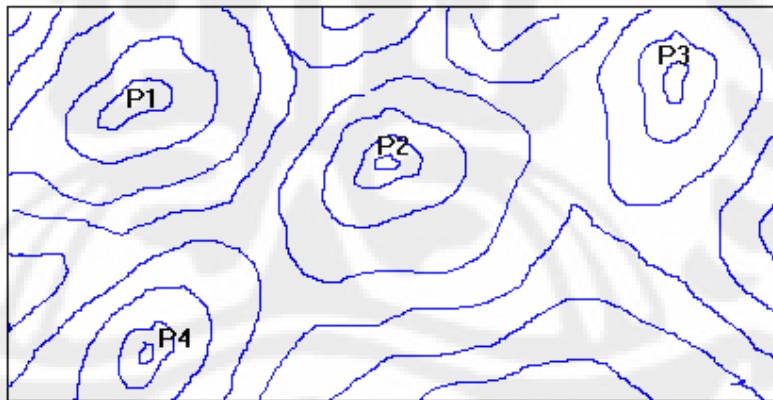
Sedangkan warna terang menunjukkan bahwa titik tersebut menerima kuat medan yang masih dapat tercakup oleh pemancar BTS.

3.4 PROSES PEMBANDINGAN

Tentu saja penempatan BTS di titik-titik puncak yang berbeda akan menghasilkan data kuat medan yang berbeda. Dalam menentukan letak pemancar dibangun, operator penyedia layanan tentu saja mensurvey titik mana saja yang tepat untuk BTS tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan adalah

1. Menentukan titik-titik mana saja yang akan dibangun BTS. Dalam hal ini daerah yang menjadi objek pengamatan adalah daerah pegunungan di Jawa Barat, sehingga titik-titik yang dipertimbangkan adalah beberapa puncak gunung-gunung yang ada di peta topografi yang diamati.

Gambar 3.4 adalah contoh penentuan 4 titik puncak (P1, P2, P3, P4) yang akan dipertimbangkan sebagai posisi menara BTS akan dibangun.



Gambar 3.4 Contoh peta kontur yang terdapat 4 titik puncak.

2. Melakukan perhitungan kuat medan terhadap daerah pengamatan dengan menggunakan perangkat lunak di setiap titik penempatan BTS secara satu persatu.

Setiap titik yang ditentukan sebagai titik puncak akan dijadikan sebagai titik pusat *scanning* (X_t , Y_t).

3. Membandingkan hasil-hasil yang diperoleh dari pengamatan jangkauan BTS di titik-titik berbeda tersebut.

Hasil data yang diperoleh adalah berupa tabel yang memberikan data koordinat-koordinat (*longitude* dan *latitude*) peta yang mengalami *scanning*, jarak dari titik pusat *scanning*, besar UTD, dan kuat medan total. Dari beberapa titik yang ditentukan, masing-masing titik akan memberikan data yang berbeda.

4. Menentukan titik yang memberikan hasil daerah lubang yang lebih sedikit sebagai lokasi penempatan pemancar BTS dibangun.

Dari data-data yang diperoleh untuk masing-masing *scanning*, maka titik puncak dengan jangkauan yang lebih luas atau yang memberikan lebih sedikit daerah lubang akan ditentukan sebagai lokasi pembangunan menara pemancar.

Dalam proses perhitungan kuat medan untuk menentukan letak pemancar BTS yang mampu menjangkau lebih banyak area, pengamatan dilakukan di beberapa titik puncak gunung dan dengan variasi tinggi menara BTS. Selain itu besar daya yang dipancarkan BTS untuk pengamatan ini digunakan besar daya pancar telepon seluler. Hal ini dilakukan untuk mengetahui daya jangkau tidak hanya BTS terhadap ponsel, namun juga ponsel terhadap BTS.

BAB 4

MEMBACA DAN MEMBANDINGKAN HASIL SIMULASI

Untuk memperoleh data jumlah daerah lubang, terlebih dahulu ditentukan spesifikasi pemancar maupun penerima. Dalam hal ini tinggi dari permukaan tanah, kuat medan yang di pancarkan (*effective isotropic radiated power*), sensitivitas, serta frekuensi dimana pemancar dan penerima bekerja. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak.

Perangkat lunak yang dimaksud adalah perangkat penghitung kuat medan di daerah pegunungan menggunakan metode UTD Modifikasi dan refleksi gelombang. Dalam skripsi ini perhitungan dilakukan dengan mengatur besar EIRP pemancar sebesar EIRP ponsel, ditentukan sebesar 36 dBm. Hal ini dilakukan untuk memperoleh gambaran tidak hanya jangkauan pemancar terhadap penerima, namun juga sebaliknya. Dalam hal ini jangkauan BTS terhadap Ponsel dan Ponsel terhadap BTS.

Parameter yang akan divariasikan adalah tinggi menara BTS dan posisi koordinat dimana BTS diletakkan. Hasil yang diperoleh nantinya adalah jumlah *blank spot* yang berbeda di tiap variasi tinggi dan posisi menara BTS.

Perangkat lunak ini hanya dapat menempatkan satu BTS pada satu daerah dalam satu kali perhitungan, sehingga tidak dapat menghitung jumlah area *blank spot* antara lebih dari satu BTS. Hasil perhitungan yang diperoleh berupa peta berwarna hitam putih, dimana warna putih adalah daerah jangkauan BTS dan warna hitam adalah daerah lubang.

Hasil uji coba akan memperlihatkan gambaran jika kita menempatkan menara BTS di suatu posisi, dengan parameter dan spesifikasi tertentu, bagaimana jangkauan BTS tersebut

4.1 UJI COBA PERHITUNGAN DENGAN TINGGI MENARA 40 METER

Uji coba pertama dilakukan perhitungan dengan menempatkan menara BTS setinggi 40 meter di 3 puncak yang berbeda. Parameter BTS dan Ponsel yang di uji coba adalah sebagai berikut:

Parameter BTS:

Tinggi : 40 meter
Frekuensi : 943 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -104 dBm

Parameter Ponsel:

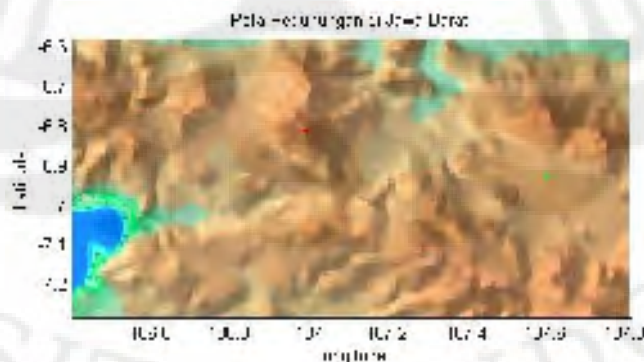
Tinggi : 1 meter
Frekuensi : 895 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -102 dBm

4.1.1 Posisi 1

Gambar 4.1 merepresentasikan area selatan Provinsi Jawa Barat (106.4° sampai 107.8° Bujur Timur dan -6.6° sampai -7.4° Lintang Selatan) yang dilihat dari atas permukaan bumi.

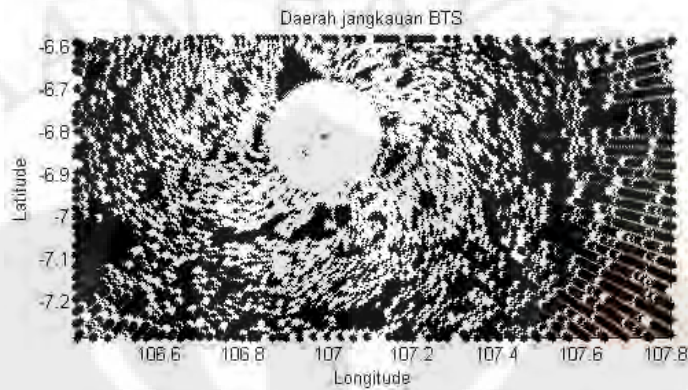
Gambar 4.1 memperlihatkan penempatan letak BTS dan Ponsel dimana titik berwarna merah menunjukkan posisi BTS, dan titik hijau menunjukkan posisi ponsel.

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 106.99° BT dan -6.81 LS.



Gambar 4.1 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi

Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari uji coba perhitungan kuat medan dengan tinggi menara BTS 40 meter.



Gambar 4.2 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 1

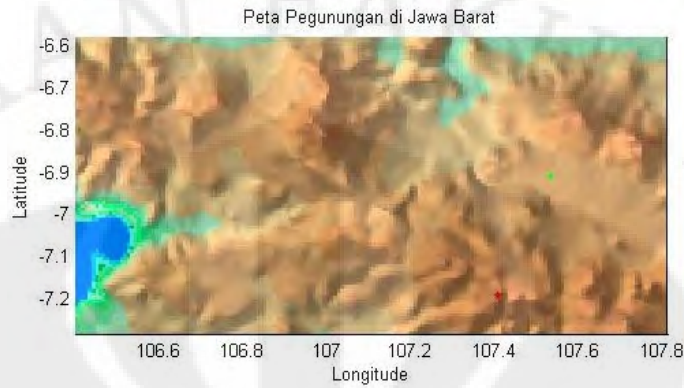
Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 106.99° longitude (bujur timur) dan -6.81 latitude (lintang selatan) dimana pada keadaan yang sebenarnya berada di sebelah utara kota Cianjur, yang memiliki penduduk cukup banyak. Sehingga dapat dikatakan memiliki banyak pengguna ponsel.

Daerah yang diberi warna hitam merupakan daerah yang sudah tidak mendapat nilai kuat medan minimum (kurang dari nilai sensitivitas ponsel), sehingga dinyatakan sebagai area *blank spot*. Sedangkan daerah yang diberi warna putih merupakan daerah yang mendapat kuat medan yang masih dapat ditangkap ponsel.

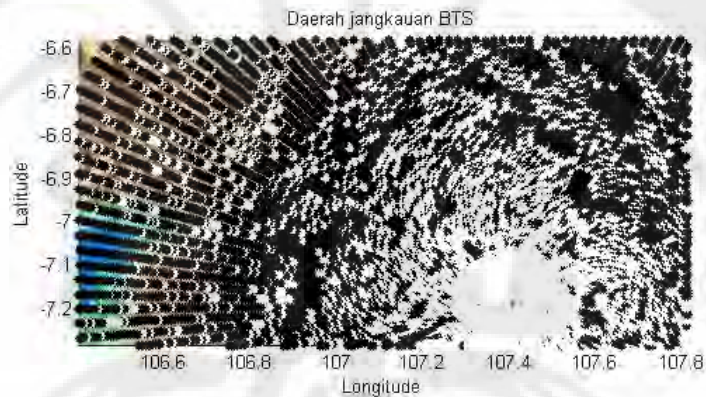
Hasil uji coba yang diperoleh dari Gambar 4.2 menunjukkan, dengan tinggi 40 meter, pemancar memiliki jangkauan radius $<0.2^\circ$ dari titik penempatan.

4.1.2 Posisi 2

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.40° BT dan -7.19 LS.



Gambar 4.3 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi 2

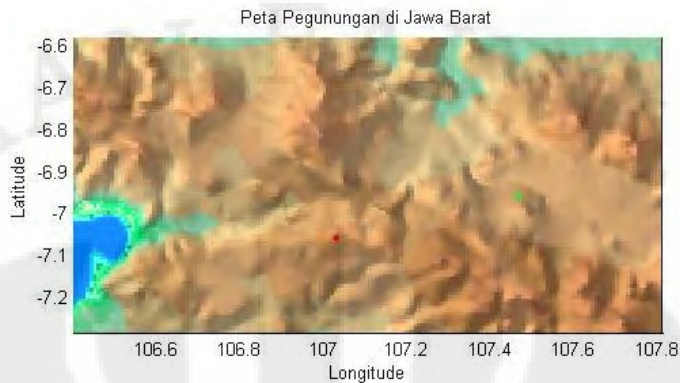


Gambar 4.4 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 2

Pada uji coba ini, BTS pada keadaan yang sebenarnya berada di sebelah selatan kota Bandung.

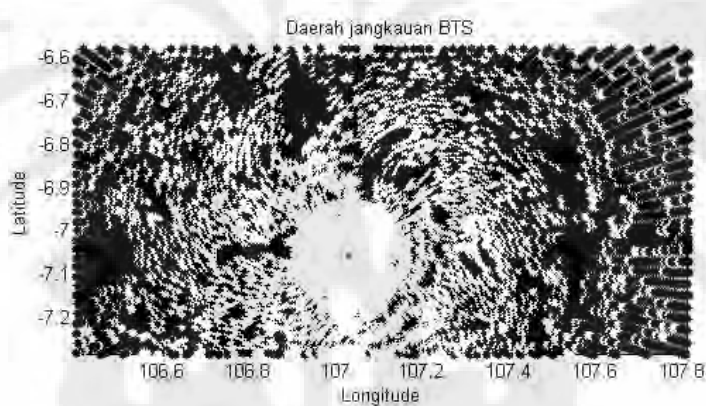
Hasil uji coba yang diperoleh dari Gambar 4.4 menunjukkan, dengan tinggi 40 meter, pemancar memiliki jangkauan radius $<0.2^{\circ}$. Hasil uji coba ini menghasilkan gambaran yang hampir sama dengan uji coba menggunakan pemancar 40 meter sebelumnya.

4.1.3 Posisi 3



Gambar 4.5 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 40 meter pada uji coba posisi

3



Gambar 4.6 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 40 meter pada uji coba posisi 3

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.03° longitude (bujur timur) dan -7.05° latitude (lintang selatan) dimana pada keadaan yang sebenarnya berada di sebelah selatan kota Cianjur dan sebelah timur kota Sukabumi.

Pada uji coba posisi 3 ini, diperoleh hasil yang sama dengan uji coba sebelumnya.

4.2 UJI COBA PERHITUNGAN DENGAN TINGGI MENARA 60 M

Uji coba kedua dilakukan perhitungan dengan menempatkan menara BTS setinggi 60 meter di 3 puncak yang berbeda dengan kombinasi letak yang sama dengan uji coba untuk menara BTS 40 meter. Parameter BTS dan Ponsel yang di uji coba adalah sebagai berikut:

Parameter BTS:

Tinggi : 60 meter
Frekuensi : 943 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -104 dBm

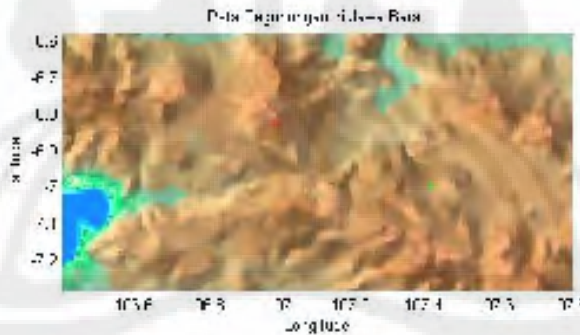
Parameter Ponsel:

Tinggi : 1 meter
Frekuensi : 895 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -102 dBm

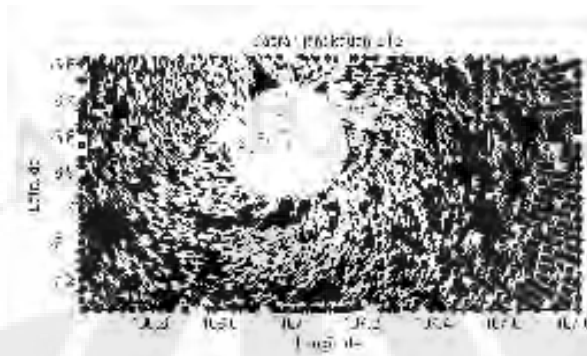
4.2.1 Posisi 1

Berikut adalah peta topografi pegunungan di wilayah Jawa Barat (106.4° s.d 107.8° BT dan -6.6° s.d -7.4° LS) dilihat dari atas permukaan bumi. Titik berwarna merah adalah penempatan dimana lokasi BTS didirikan.

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 106.99° BT dan -6.81 LS.



Gambar 4.7 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi



Gambar 4.8 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 1

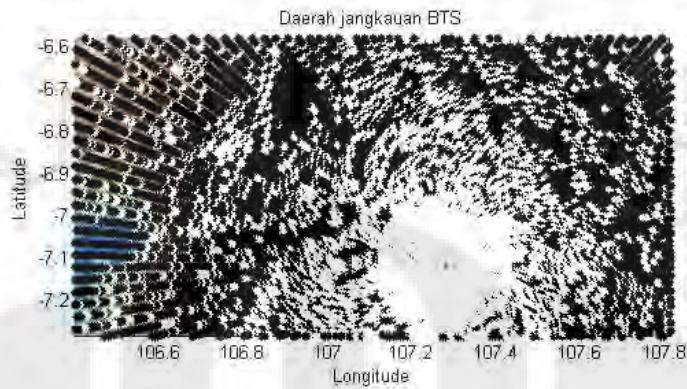
Hasil uji coba yang diperoleh dari Gambar 4.8 menunjukkan, dengan tinggi 40 meter, pemancar memiliki jangkauan radius kurang lebih 0.2° (3 KM) dari titik penempatan.

4.2.2 Posisi 2

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.28° BT dan -7.11 LS.



Gambar 4.9 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi 2

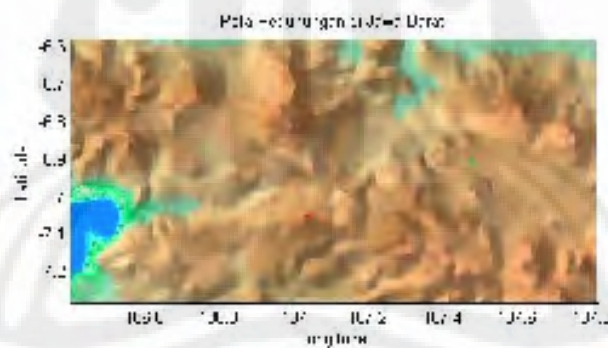


Gambar 4.10 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 2

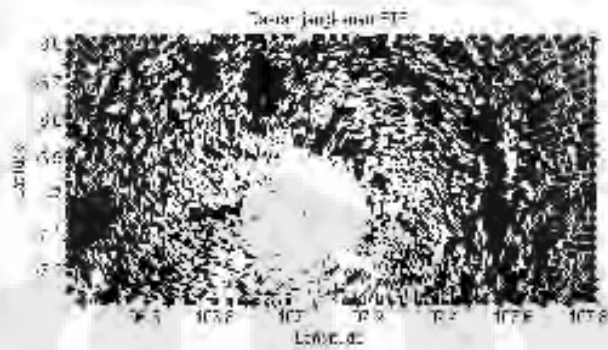
Berdasarkan hasil uji coba diperoleh jangkauan BTS sejauh radius kurang lebih 0.2^0 dari posisi penempatan BTS.

4.2.3 Posisi 3

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.04^0 BT dan -7.05 LS.



Gambar 4.11 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 60 meter pada uji coba posisi 3



Gambar 4.12 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 60 meter pada uji coba posisi 3

Berdasarkan hasil uji coba diperoleh jangkauan BTS sejauh radius kurang lebih 0.2^0 dari posisi penempatan BTS.

4.3 UJI COBA PERHITUNGAN DENGAN TINGGI MENARA 72 M

Uji coba ketiga dilakukan perhitungan dengan menempatkan menara BTS setinggi 72 meter di 3 puncak yang berbeda dengan kombinasi letak yang sama dengan uji coba sebelumnya. Parameter BTS dan Ponsel yang di uji coba adalah sebagai berikut:

Parameter BTS:

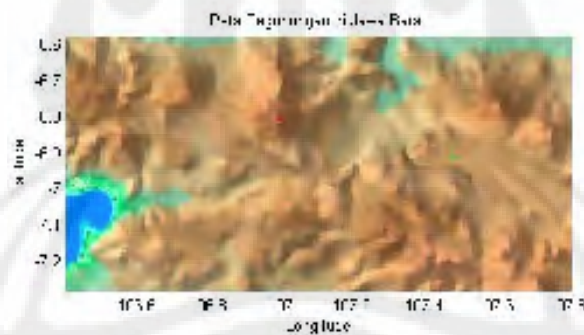
Tinggi : 72 meter
Frekuensi : 943 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -104 dBm

Parameter Ponsel:

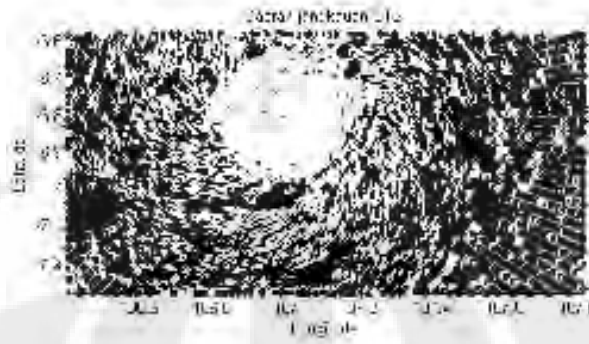
Tinggi : 1 meter
Frekuensi : 895 MHz
EIRP : 36 dBm
Sensitivitas : -102 dBm

4.3.1 POSISI 1

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 106.99° BT dan -6.80° LS.



Gambar 4.13 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 1

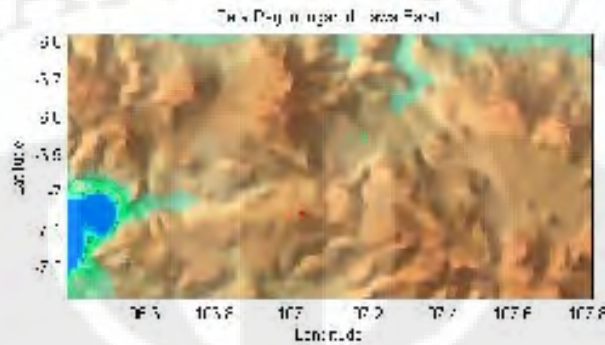


Gambar 4.14 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 1

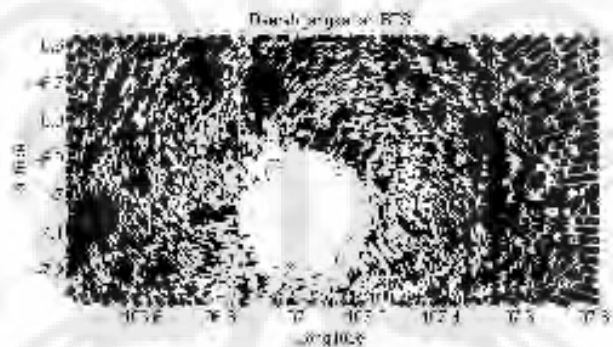
Berdasarkan hasil uji coba diperoleh jangkauan BTS sejauh radius kurang lebih 0.2^0 dari posisi penempatan BTS.

4.3.2 POSISI 2

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.05° BT dan -7.05° LS.



Gambar 4.15 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 2

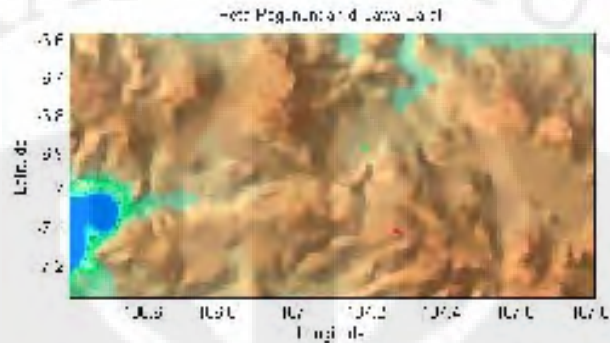


Gambar 4.16 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 2

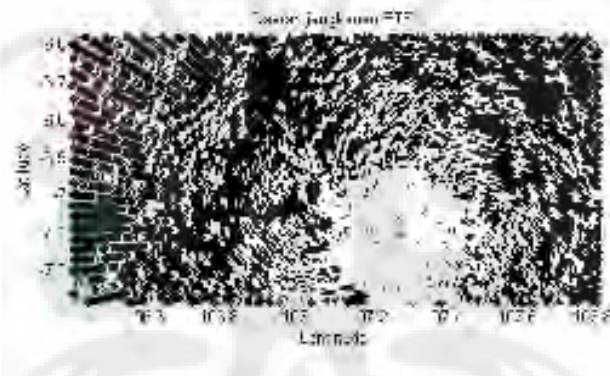
Berdasarkan hasil uji coba diperoleh jangkauan BTS sejauh radius kurang lebih 0.2° dari posisi penempatan BTS.

4.3.3 POSISI 3

Pada uji coba ini, BTS diletakkan pada posisi 107.27° BT dan -7.10° LS.



Gambar 4.17 Letak BTS dan ponsel untuk tinggi BTS 72 meter pada uji coba posisi 3



Gambar 4.18 Hasil perhitungan dengan perangkat lunak untuk tinggi menara 72 meter pada uji coba posisi 3

Berdasarkan hasil uji coba diperoleh jangkauan BTS sejauh radius kurang lebih 0.2° dari posisi penempatan BTS.

4.4 ANALISA PERBANDINGAN JUMLAH DAERAH LUBANG

Untuk memperoleh jumlah daerah lubang, perangkat melakukan pengujian terhadap kuat medan yang diterima di tiap posisi *scanning*. Untuk mengetahui jumlah daerah lubang, perangkat melakukan perbandingan kuat medan yang

diterima di suatu wilayah dengan nilai minimum kuat medan yang dapat diterima ponsel, yaitu sensitivitas antena ponsel.

Jika kuat medan gelombang yang dipancarkan di suatu wilayah lebih kecil dari sensitivitas antena telepon seluler, maka ponsel tidak akan menerima sinyal atau BTS tidak dapat menjangkau wilayah tersebut. Sehingga wilayah tersebut disebut daerah lubang (*blank spot*). Wilayah tersebut akan diberi warna hitam oleh perangkat.

Sebaliknya jika kuat medan yang diterima di suatu wilayah lebih besar dari sensitivitas antena ponsel, maka wilayah tersebut dapat dijangkau oleh menara pemancar BTS dengan baik. Pada data keluaran, perangkat akan memberikan warna putih untuk wilayah yang terjangkau oleh BTS.

Walaupun begitu, kualitas penerimaan sinyal di daerah yang terjangkau oleh BTS pun juga bervariasi, bergantung pada besarnya kuat medan yang diterima juga. Semakin kuat medan yang diterima lebih besar dari sensitivitas antena ponsel, maka kualitas penerimaan sinyal dan kualitas komunikasi 2 arah antara ponsel dan BTS akan semakin baik. Sebaliknya semakin mendekati nilai sensitivitas ponsel maka akan ada penurunan kualitas penerimaan sinyal, hingga akhirnya akan tidak mendapat sinyal saat kuat medan yang diterima kurang dari sensitivitas telepon seluler.

Dalam skripsi ini akan dilakukan analisa terhadap hasil keluaran yang diperoleh dari perangkat, berupa peta hitam-putih, dan data dalam bentuk *.txt* yang memperlihatkan *longitude*, *latitude*, jarak koordinat yang diukur dari BTS, tinggi wilayah, koefisien UTD dan Pantulan, dan terakhir kuat medan yang diterima penerima.

Gambar 4.19 memperlihatkan data keluaran dalam bentuk *.txt*

Daerah Jangkauan BTS

Sensitivitas = 0.00000000000006309573

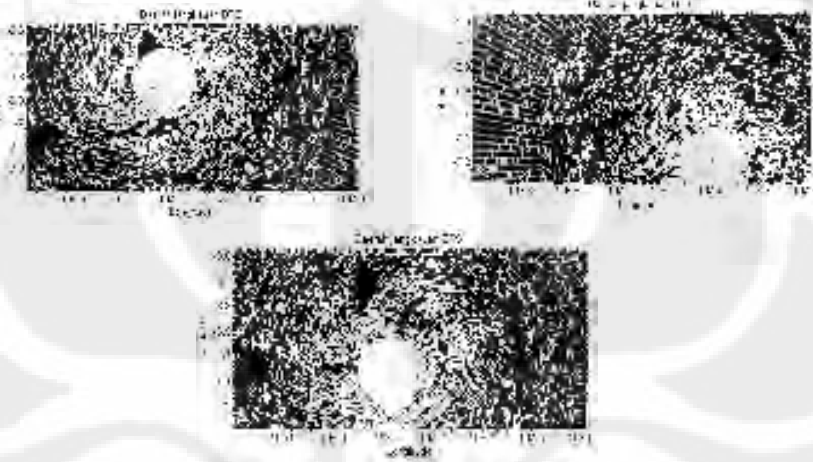
No.	Longitude	Latitude	Jarak	Tinggi	UTD	Kuat Medan
1	106.9964	-6.8101	2547.8321	2469.6184	NaN	NaN
2	107.0020	-6.8099	3542.7981	3314.2621	0.1354	0.00000000003892145850
3	107.0076	-6.8097	3808.4329	3314.1473	0.0000	0.0000000000000779172
4	107.0133	-6.8095	4151.8670	3313.9865	0.0000	0.00000000000000717080
5	107.0189	-6.8093	4555.5390	3313.7799	0.0000	0.00000000000000653052
6	107.0245	-6.8091	5004.8945	3313.5273	0.0000	0.00000000000000592567
7	107.0301	-6.8090	5488.7246	3313.2288	0.0000	0.00000000000000538007
8	107.0357	-6.8088	5998.6936	3312.8844	0.0000	0.00000000000000489924
9	107.0413	-6.8086	6528.6789	3312.4941	0.0001	0.00000000000000447989
10	107.0470	-6.8084	7074.1832	3312.0578	0.0118	0.000000000000004930783
11	107.0526	-6.8082	7631.8795	3311.5756	0.0409	0.000000000000253413695
12	107.0582	-6.8080	8122.3995	3116.1213	0.0332	0.000000000000181700246
13	107.0638	-6.8078	8702.7056	3115.5472	0.0036	0.00000000000017332136
14	107.0694	-6.8076	9288.8047	3114.9273	0.0340	0.000000000000142143949
15	107.0750	-6.8074	9859.3317	3049.2850	0.0318	0.000000000000118090050
16	107.0807	-6.8073	10455.3060	3048.5732	-6.9588	0.000000000022970880266
17	107.0863	-6.8071	11054.4797	3047.8155	2.0715	0.00000000006116724024
18	107.0919	-6.8069	11673.5638	3111.9883	1.0192	0.00000000002698898900
19	107.0975	-6.8067	12276.9045	3111.1387	0.0001	0.0000000000000230469
20	107.1031	-6.8065	12882.3046	3110.2432	0.0001	0.00000000000000219179
21	107.1087	-6.8063	13489.4869	3109.3018	0.0001	0.00000000000000208910
22	107.1144	-6.8061	14098.2212	3108.3145	0.0035	0.00000000000006400792
23	107.1200	-6.8059	14708.3146	3107.2812	0.0340	0.00000000000056670482
24	107.1256	-6.8058	15306.4993	3041.2256	0.0345	0.00000000000053070244
25	107.1312	-6.8056	15919.3528	3040.1005	0.0370	0.00000000000052752002
26	107.1368	-6.8054	16509.5840	2908.9752	0.0326	0.00000000000043124603
27	107.1424	-6.8052	17124.9943	2907.7583	0.0001	0.0000000000000163112
28	107.1481	-6.8050	17741.0708	2906.4954	4.4529	0.00000000005104986363
29	107.1537	-6.8048	18357.7464	2905.1866	0.9655	0.00000000001033824705
30	107.1593	-6.8046	18995.4366	3033.7862	0.4906	0.000000000000490640398
31	107.1649	-6.8044	19612.4977	3032.3856	0.0103	0.00000000000009701377
32	107.1705	-6.8042	20230.0424	3030.9390	0.0405	0.000000000000035704928
33	107.1761	-6.8041	20820.3468	2834.5143	0.0334	0.00000000000027808171
34	107.1818	-6.8039	21439.5332	2832.9759	0.0035	0.00000000000002760921
35	107.1874	-6.8037	22059.0441	2831.3916	0.0340	0.00000000000025197720
36	107.1930	-6.8035	22670.7475	2764.7830	0.0331	0.00000000000023272006
37	107.1986	-6.8033	23291.0460	2763.1068	0.0340	0.00000000000022603492
38	107.2042	-6.8031	23904.0757	2696.4058	0.0331	0.00000000000020933715
39	107.2098	-6.8029	24525.0293	2694.6378	0.0340	0.00000000000020387089
40	107.2155	-6.8027	25139.2067	2627.8445	0.0319	0.00000000000018210049
41	107.2211	-6.8025	25760.7091	2625.9846	0.0002	0.0000000000000107192
42	107.2267	-6.8024	26382.3740	2624.0788	0.0002	0.0000000000000104609
43	107.2323	-6.8022	27004.1899	2622.1271	0.0002	0.0000000000000102147
44	107.2379	-6.8020	27626.1468	2620.1295	0.0069	0.00000000000003259024
45	107.2435	-6.8018	28248.2353	2618.0860	0.0370	0.00000000000016745768
46	107.2492	-6.8016	28858.7370	2486.0362	0.0326	0.00000000000014134068
47	107.2548	-6.8014	29481.3111	2483.9008	0.0002	0.0000000000000093390
48	107.2604	-6.8012	30103.9833	2481.7195	0.0002	0.0000000000000091420
49	107.2660	-6.8010	30726.7474	2479.4923	0.0002	0.0000000000000089530
50	107.2716	-6.8009	31349.5981	2477.2191	0.0002	0.0000000000000087717

Gambar 4.19 Tabel keluaran perangkat dalam bentuk .txt

Gambar 4.19 memperlihatkan 50 data keluaran dari total 38000 data keluaran yang dihasilkan perangkat. Perbandingan dilakukan berdasarkan posisi BTS dan berdasarkan tinggi menara BTS untuk mengetahui posisi dan spesifikasi yang tepat dalam melakukan perencanaan menara BTS.

4.4.1 PEMBANDINGAN BERDASARKAN POSISI MENARA

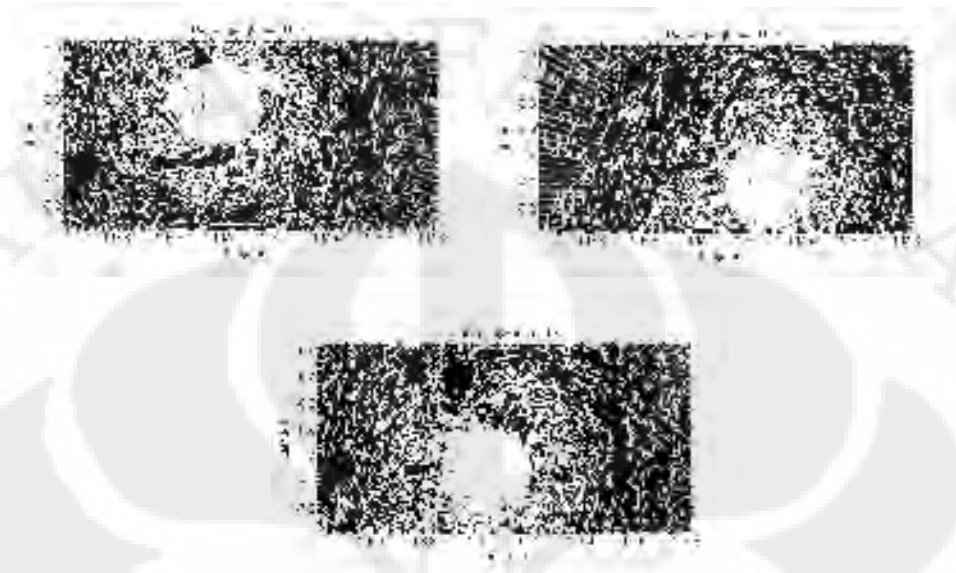
4.4.1.1 Posisi Menara 40 Meter



Gambar 4.20 Perbandingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 40 meter

Pada gambar 4.19, posisi pertama yaitu gambar kiri atas, posisi kedua yaitu gambar kanan atas, dan posisi ketiga di bawah. Berdasarkan uji coba terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan pada area jangkauan. Ketiganya memberikan gambaran, dengan spesifikasi tinggi antena 40 meter, dan sensitivitas ponsel -102 dBm atau sama dengan 6.3096×10^{-14} watt, jika diletakkan antena BTS di posisi-posisi tersebut mampu menjangkau kurang lebih radius 0.15-0.18° dari BTS secara bersih.

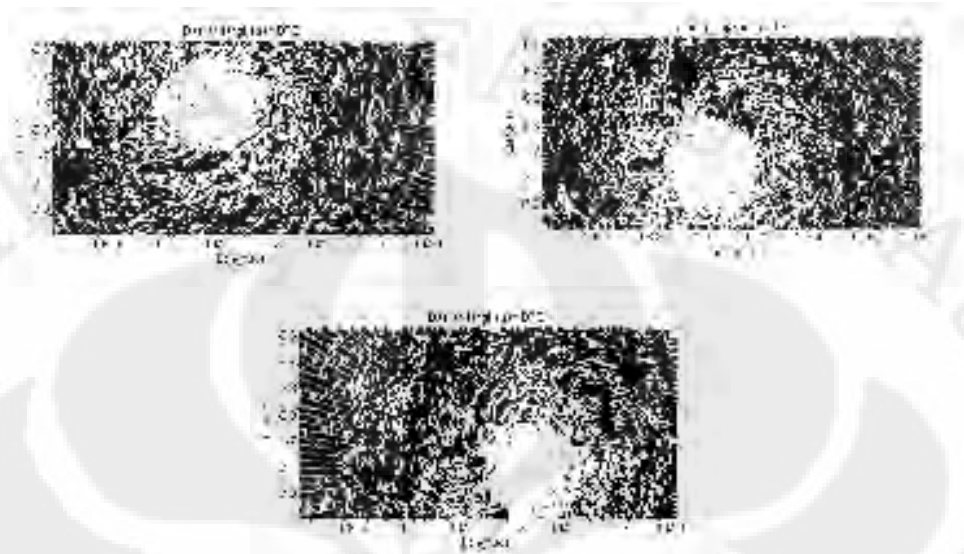
4.4.1.2 Posisi Menara 60 Meter



Gambar 4.21 Perbandingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 60 meter

Pada gambar 4.20, berdasarkan uji coba terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan pada area jangkauan. Ketiganya memberikan gambaran, dengan spesifikasi tinggi antena 60 meter, dan sensitivitas ponsel -102 dBm, jika diletakkan antena BTS di posisi-posisi tersebut mampu menjangkau kurang lebih radius 0.15-0.2° dari BTS secara bersih.

4.4.1.3 Posisi Menara 72 Meter

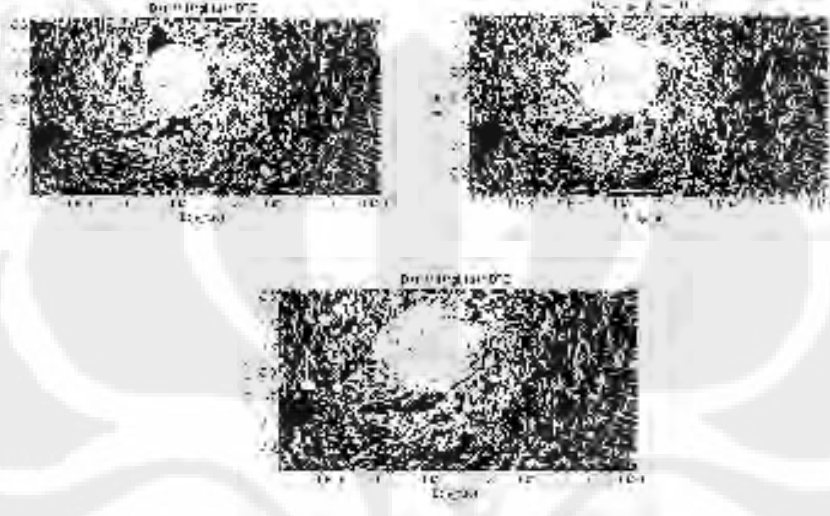


Gambar 4.22 Pembedingan terhadap posisi BTS untuk tinggi menara 72 meter

Pada gambar 4.21, berdasarkan uji coba terlihat ada perbedaan pada area jangkauan. Dengan spesifikasi tinggi antena 60 meter, dan sensitivitas ponsel -102 dBm, terlihat posisi antena BTS untuk gambar kiri atas memiliki jangkauan yang lebih luas, yaitu mampu menjangkau radius 0.2° dari posisi BTS. Sedangkan dua posisi lainnya memiliki radius jangkauan 0.18° dari posisi BTS. Hal itu disebabkan posisi ketinggian BTS dari permukaan laut yang lebih tinggi.

4.4.2 BERDASARKAN TINGGI MENARA

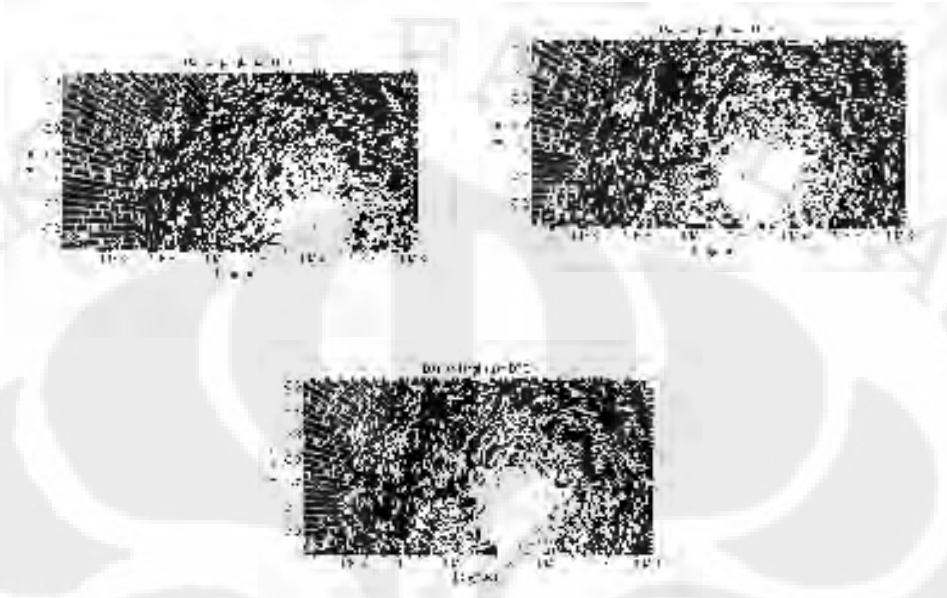
4.4.2.1 Posisi 1



Gambar 4.23 Pembandingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 1

Pada gambar 4.22 berturut-turut gambar kiri atas, kanan atas, dan bawah, yaitu menara dengan ketinggian 40, 60, dan 72 meter. Terlihat untuk tinggi menara 60 dan 72 meter tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga kemungkinan besar, untuk pertimbangan efisiensi pembangunan dan perawatan BTS, operator penyedia akan cenderung memilih membangun menara dengan tinggi 60 meter di posisi tersebut.

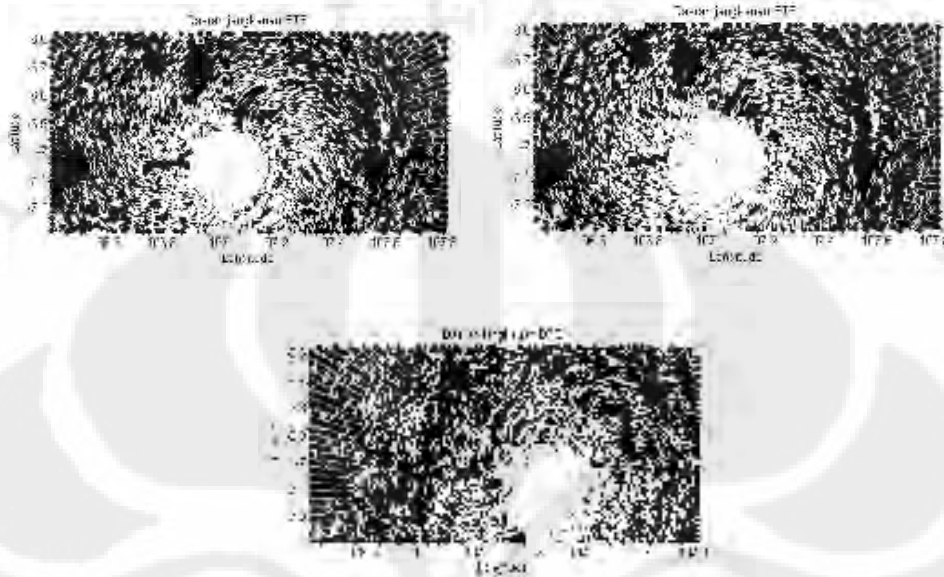
4.4.2.2 Posisi 2



Gambar 4.24 Perbandingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 2

Pada Gambar 4.23 terlihat untuk tinggi menara 60 dan 72 meter juga tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga kemungkinan besar, untuk pertimbangan efisiensi pembangunan dan perawatan BTS, operator penyedia akan cenderung memilih membangun menara dengan tinggi 60 meter di posisi tersebut.

4.4.2.3 Posisi 3



Gambar 4.25 Pembedingan terhadap tinggi BTS untuk posisi 3

Pada Gambar 4.24 juga memperlihatkan untuk tinggi menara 60 dan 72 meter juga tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga untuk pertimbangan efisiensi pembangunan dan perawatan BTS, operator penyedia akan cenderung memilih membangun menara dengan tinggi 60 meter di posisi tersebut, karena biaya pembangunan menara setinggi 60 meter akan lebih rendah dari pada pembangunan menara setinggi 72 meter.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian simulasi pendeteksian daerah lubang menggunakan metode UTD modifikasi dan refleksi gelombang, maka di dapat kesimpulan:

1. Posisi pemancar di pegunungan sangat menentukan, berdasarkan simulasi hasil uji coba yang terbaik diperoleh dengan menempatkan BTS dipuncak gunung atau bukit, yaitu posisi yang memiliki ketinggian dataran lebih tinggi dari sekitarnya.
2. Tinggi pemancar sangat berpengaruh terhadap kualitas jangkauan BTS. Namun harus diperhatikan efisiensi pembangunan BTS karena untuk tinggi tertentu misalnya 60 meter dan 72 meter, perbedaan jangkauan tidak terlalu signifikan. Sehingga berdasarkan hasil simulasi akan dipilih mendirikan BTS setinggi 60 meter.

DAFTAR ACUAN

- [1] Djohan D., Arman, “Model Komputasi Perambatan Gelombang Radio Tiga Dimensi untuk Perencanaan Sistim Pemancar Televisi dalam Mengatasi Masalah *Blank-Spot* Gelombang Pantul dan *Multi Coverage* di Indonesia,” Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 1995, hal. 4-8, 27-28.
- [2] A.S., Ganiyanti, “Seri Fisika Dasar Gelombang dan Optika Edisi III,” Jurusan Fisika, FIPIA UI, Jakarta, 1981.
- [3] D.A., McNamara, Pistorius C.W.I. and Malherbe J.A.G. *Introduction to The Uniform Geometrical Theory of Diffraction* (Boston, London: Arte House, 1990)
- [4] Djohan D., Arman, “The Implementation of UTD Calculation Modification on The Computing of Diffraction Loss in The UHF Radio Propagation”. *IEEE International Conference on Jakarta Asia Pacific Communication Conference 1995 Linking Asia-Pacific to The World* (Jakarta, Indonesia: Hotel Horison, Jakarta’s Ocean Front Hotel, Taman Impian Jaya Ancol, November, 1995), hal. 13.3.1
- [5] W.D. Burnside, R.J. Marhefka, and N. Wang, “*Computer Programs, Subroutines and Functions for the Short Course on the Modern Geometrical Theory of Diffraction*,” dalam “*Notes for the Short Course on Modern Geometrical Theory of Diffraction*,” Ohio State University.

DAFTAR PUSTAKA

_____. "Radio Survey". Diakses 28 Desember 2007, dari Electrical Engineering Institut teknologi Bandung.
http://radar.ee.itb.ac.id/kuliah_wireless/bab14/content.html

D.A., McNamara, Pistorius C.W.I. and Malherbe J.A.G.. *Introduction to The Uniform Geometrical Theory of Diffraction* (Boston, London: Arte House, 1990)

Jenn, David. *Geometrical Optics and The Geometrical Theory of Diffraction*, (Monterey, California: Dept. of Electrical and Computer Engineering, Naval Post Graduate School)

Djohan D., Arman, "Model Komputasi Perambatan Gelombang Radio Tiga Dimensi untuk Perencanaan Sistim Pemancar Televisi dalam Mengatasi Masalah *Blank-Spot* Gelombang Pantul dan *Multi Coverage* di Indonesia," Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 1995