

Makalah Seminar Tugas Akhir

ANALISA PERBANDINGAN PEMODELAN PROPAGASI PADA SISTEM DCS 1800 DI KOTA SEMARANG

Oleh :

YULIE WIRASATI

L2F097693

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
Semarang

ABSTRAK

Digital Communication System 1800 atau DCS 1800 adalah suatu standar sistem turunan GSM 900 yang dikembangkan oleh ETSI. DCS 1800 berada pada pita frekuensi 1800 MHz, serta mempunyai kapasitas trafik 3 kali lebih besar daripada jaringan GSM 900. Daya transmisi yang rendah diperlukan untuk jangkauan pendek dan kondisi propagasi pada pita 1800 MHz memungkinkan DCS 1800 mempunyai potensi *reusability* yang tinggi dari frekuensi transmisi sehingga menunjang penggunaan spektrum frekuensi yang efisien. Perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima mengalami rugi-rugi propagasi. Besarnya rugi propagasi tersebut bervariasi sesuai spektrum frekuensi dan kondisi alam serta lingkungan sekitarnya. Secara empiris, terdapat beberapa model propagasi yang dapat digunakan. Model propagasi yang secara umum dipergunakan antara lain adalah model *Okumura-Hata*, model *Walfisch-Ikegami*, serta model *W.C.Y. Lee*. Dari hasil analisa propagasi menggunakan beberapa pemodelan propagasi yang berbeda, dapat ditentukan pemodelan propagasi yang sesuai untuk kota Semarang. Data-data yang diperlukan dalam proses pembahasan dan analisa perbandingan pemodelan propagasi pada sistem DCS 1800 diperoleh dari operator selular PT. INDOSAT M-3 Area Jateng & DIY.

I. PENDAHULUAN

Dengan keterbatasan lebar pita frekuensi yang dimiliki saat ini yaitu sebesar 25 MHz sebagai teknologi GSM 900, keterbatasan kualitas dan kapasitas masih sangat dirasakan terutama pada daerah-daerah dengan trafik yang padat dan tinggi. GSM merekomendasikan DCS 1800 untuk kebutuhan *Personal Communication Services* dan mengusulkan pita frekuensi 1800 MHz, yang mempunyai lebar pita frekuensi sebesar 75 MHz dengan kapasitas trafik 3 kali lebih besar daripada kapasitas trafik GSM 900. Daya transmisi yang rendah yang diperlukan untuk jangkauan pendek dan kondisi propagasi pada pita 1800 MHz menunjang penggunaan spektrum frekuensi yang efisien karena potensi *reusability* yang tinggi dari frekuensi transmisi.

Jaringan DCS 1800 dikembangkan dengan menggunakan jaringan komunikasi bergerak yang pintar untuk menunjang tingkat keandalan dan ketersediaan yang tinggi. Selain itu sistem ini memungkinkan standar *mobile* baru dikombinasikan dengan yang sudah ada. Dengan basis GSM ini, DCS 1800 merupakan sistem yang cukup matang yang tidak hanya mengoptimalkan kekuatan awal untuk pengembangan di masa

depan, tetapi juga memudahkan fasilitas-fasilitas GSM dapat segera dipergunakan.

Dengan menganalisa kondisi karakteristik propagasi, dapat ditentukan prediksi karakteristik sel, memberikan masukan dalam pengembangan algoritma untuk pembuatan peta selular, dan pada akhirnya dapat menunjang pembuatan sistem komunikasi yang mempunyai kualitas pelayanan yang efektif. Dari hasil analisa propagasi menggunakan beberapa pemodelan propagasi yang berbeda, dapat ditentukan pemodelan propagasi yang sesuai untuk kota Semarang.

II. SISTEM KOMUNIKASI SELULAR

2.1 Konsep Selular

Pada masa awal perkembangan sistem telekomunikasi radio bergerak, pengembangan sistem lebih ditujukan untuk mendapatkan area cakupan yang luas dengan menggunakan satu buah pemancar berdaya besar dan sebuah antena yang ditempatkan pada sebuah *tower* yang tinggi^[10]. Sistem ini sukses mencapai area cakupan yang luas yang diinginkan, tetapi mempunyai kelemahan yaitu ketika suatu kanal frekuensi sedang dipergunakan oleh seorang pengguna di suatu area, kanal frekuensi tersebut tidak dapat dipergunakan oleh pengguna lain di area yang sama, karena

penggunaan kanal frekuensi yang sama dalam satu area akan menyebabkan terjadinya interferensi. Untuk mengatasi inefisiensi penggunaan spektrum frekuensi dan keterbatasan layanan, dikembangkan suatu sistem telekomunikasi radio bergerak selular.

Konsep sistem selular adalah suatu sistem yang mengganti sebuah pemancar berdaya besar untuk area cakupan yang luas dengan beberapa pemancar berdaya kecil, dengan setiap pemancar mempunyai area cakupan yang tidak begitu luas^[9]. Kapasitas yang tinggi diperoleh dengan membatasi area cakupan pemancar pada area geografis yang tidak begitu luas yang disebut sel, sehingga suatu kanal frekuensi dapat dipergunakan kembali oleh pemancar lain yang letaknya tidak jauh dari pemancar pertama. Wilayah layanan yang hendak dicakup diatur menjadi suatu jaringan yang terdiri dari susunan sel yang saling bersinggungan. Tiap sel mempunyai *radio base station* yang memiliki sekumpulan kanal-kanal radio untuk menghubungkannya dengan *mobile stations* yang berada di dalam sel tersebut.

2.2 Digital Communication System 1800 (DCS 1800)

Digital Communication System 1800 atau DCS 1800 adalah suatu standar sistem turunan GSM 900 (*Global System for Mobile 900*) yang dikembangkan oleh ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*). Karakteristik utama DCS 1800 diberikan oleh Tabel 2.1.

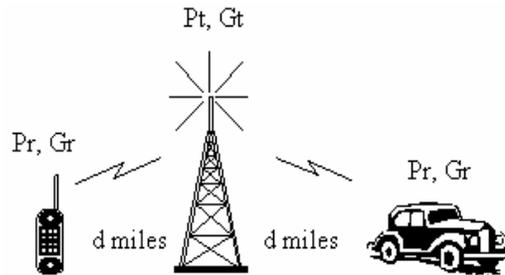
Tabel 2.1 Karakteristik utama DCS 1800

| Parameter | Nilai |
|---------------------------|---------------------------------|
| Frekuensi <i>uplink</i> | 1710 – 1785 MHz |
| Frekuensi <i>downlink</i> | 1805 – 1880 MHz |
| Metoda akses | TDMA/FDMA |
| Spasi <i>f carrier</i> | 200 KHz |
| Metoda modulasi | GMSK |
| Kecepatan transmisi | 270,83 kbps |
| Daya keluaran transmisi | 1 W / 250 mW |
| Jumlah kanal f pembawa | 374 pasang / 8 <i>time slot</i> |
| Radius sel | 0,2 – 8 Km |

III. PEMODELAN PROPAGASI

3.1 Propagasi Radio

Propagasi gelombang radio sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan operasi. Gambar 3.1 menunjukkan parameter-parameter dasar propagasi radio.



Gambar 3.1 Parameter dasar propagasi radio^[4]

Base station mentransmisikan daya sebesar P_t dari suatu antenna dengan *gain* G_t . Pada jarak d , *receiver* menerima daya sebesar P_r dari antenna dengan *gain* G_r . Daya yang diterima diberikan oleh formula berikut ini, dengan variabel berupa daya yang dipancarkan, jarak, *gain* antenna, kecepatan cahaya, dan frekuensi, yaitu^[4]:

$$P_r = (P_t / 4\pi d^2) G_t G_r (c^2 / 4\pi f^2) \quad (3.1)$$

Bagian pertama dari persamaan tersebut, $P_t / 4\pi d^2$, menunjukkan daya yang dipancarkan oleh *base station* dengan daerah sebar seluas $4\pi d^2$. Bagian kedua, $G_t G_r$, menunjukkan *gain* dari antenna pemancar dan antenna penerima. Semakin besar *gain*, semakin besar pula daya yang diterima. Bagian terakhir dari persamaan tersebut, $c^2 / 4\pi f^2$, menunjukkan bahwa daya yang diterima akan berkurang seiring dengan meningkatnya kuadrat frekuensi. Persamaan (3.1) dapat ditulis kembali dalam bentuk:

$$P_r = (P_t G_t G_r) / L_0 \quad (3.2)$$

dengan:

$$\text{Free space loss} = L_0 = (4\pi df/c)^2 \quad (3.3)$$

Dalam bentuk dB, persamaan (3.3) menjadi:

$$L_0 \text{ dB} = 32 + 20 \log f \text{ MHz} + 20 \log d \text{ Km} \quad (3.4)$$

3.2 Pemodelan Propagasi

Perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima mengalami rugi-rugi propagasi. Besarnya rugi propagasi tersebut bervariasi sesuai spektrum frekuensi dan kondisi alam serta lingkungan sekitarnya. Secara empiris, terdapat beberapa model propagasi yang dapat digunakan. Model propagasi yang secara umum dipergunakan antara lain adalah model *Okumura-Hata*, model *Walfisch-Ikegami*, serta model *W.C.Y. Lee*.

3.2.1 Model Okumura-Hata

Model Okumura-Hata merupakan salah satu model perhitungan propagasi yang paling banyak dipergunakan. Laporan Okumura merupakan informasi *path loss* yang berbentuk grafik yang sepenuhnya berdasarkan data-data pengukuran yang dilakukan di kota Tokyo. Model Hata merupakan relasi matematis empiris dari laporan teknis Okumura, sehingga hasilnya dapat diimplementasikan pada perhitungan komputer^[2].

Formula rugi-rugi propagasi untuk daerah urban yang dipergunakan, yaitu^[2]:

$$L_{50} = 69.55 + 26.16 \log f_c - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log R \quad (3.5)$$

dengan: L_{50} = rata-rata *path loss* (dB)

f_c = frekuensi kerja (MHz)

h_b = tinggi antena *base station* (m)

h_m = tinggi antena *mobile* (m)

$a(h_m)$ = faktor korelasi untuk tinggi antena *mobile* (dB)

R = jarak *mobile* dengan *base station* (km)

3.2.2 Model Walfisch-Ikegami

Model Walfisch-Ikegami adalah kombinasi model empiris dan model deterministik yang digunakan untuk mengestimasi rugi-rugi lintasan sistem komunikasi selular di lingkungan perkotaan/urban. Model ini terdiri atas 3 elemen, yaitu: *free space loss*, *roof-to-street diffraction and scatter loss*, dan *multiscreen loss*. Secara matematis diekspresikan sebagai berikut^[2].

$$L_{50} = \begin{cases} L_{fs} + L_{rts} + L_{ms} \\ L_{fs} \end{cases} \quad \text{jika } (L_{rts} + L_{ms}) \leq 0 \quad (3.6)$$

dengan: L_{50} = rugi-rugi propagasi model Walfisch-Ikegami (dB)

L_{fs} = *free space loss* (dB)

L_{rts} = *roof-to-street diffraction and scatter loss* (dB)

L_{ms} = *multiscreen loss* (dB)

3.2.3 Model W.C.Y. Lee

Model propagasi Lee diturunkan dari data eksperimen yang dilakukan di beberapa kota besar di dunia. Parameter referensi yang digunakan yaitu pada frekuensi 900 MHz, pada tinggi antena 30.5 m, dengan daya transmisi 10 W. Persamaan matematika model Lee ini diberikan berikut ini^[2].

$$L_{50} = L_O + \gamma \log d + F_O \quad (3.7)$$

dengan: L_{50} = rugi-rugi propagasi model Lee (dB)

L_O = *loss* transmisi pada jarak 1 km (dB)

γ = *slope* dari *path loss* (dB/decade)

d = jarak dari *base station* (m)

F_O = faktor penyesuaian

Nilai L_O dan γ diperoleh dari data eksperimen, yaitu seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1^[7].

Tabel 3.1 Parameter Model Propagasi Lee

| ENVIRONMENT | L_O (dB) | γ |
|--------------|------------|----------|
| Free space | 91.3 | 20.0 |
| Open (rural) | 91.3 | 43.5 |
| Suburban | 104.0 | 38.0 |
| Urban : | | |
| Tokyo | 128.0 | 30.0 |
| Philadelphia | 112.8 | 36.8 |
| Newark | 106.3 | 43.1 |

Sedangkan nilai F_O diberikan oleh persamaan:

$$F_O = F_1 F_2 F_3 F_4 F_5$$

dengan:

$$F_1 = \frac{[\text{Actual base station antenna height (m)}]^2}{(30.5 \text{ m})^2}$$

$$F_2 = \frac{[\text{Actual transmitter power (W)}]}{10 \text{ W}}$$

$$F_3 = \frac{[\text{Actual gain of base station antenna}]}{4}$$

$$F_4 = \frac{[\text{Actual mobile antenna height (m)}]^2}{(3 \text{ m})^2}$$

$$F_5 = \frac{[f_c]^2}{[f_0]^2} \quad \text{di mana } f_0 = 1800 \text{ MHz}$$

IV. ANALISA PERBANDINGAN PEMODELAN PROPAGASI

Pengambilan data pada pembahasan dan analisa perbandingan pemodelan propagasi pada sistem DCS 1800 pada daerah urban terbuka di kota Semarang ini dilaksanakan pada operator selular PT. INDOSAT M-3 Area Jateng & DIY dengan mengambil beberapa lokasi BTS yang berada di kota Semarang. Lokasi BTS yang akan dihitung rugi-rugi propagasinya berada di:

1. BTS Puspowarno
2. BTS Simpang Lima
3. BTS Bon Agung
4. BTS Sultan Agung

Analisa Model Okumura-Hata

Perhitungan rugi-rugi propagasi dengan menggunakan pemodelan Hata ini, diasumsikan bahwa frekuensi yang digunakan adalah sama untuk setiap lokasi BTS, yaitu frekuensi kerja DCS 1800 yang digunakan pada PT. INDOSAT M-3 Area Jateng & DIY (1845 MHz).

Perbandingan antara hasil pengukuran RSL di lapangan dengan hasil perhitungan RSL menggunakan pemodelan Okumura-Hata, baik untuk daerah urban, suburban, maupun rural/open, pada keempat lokasi BTS dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1 tersebut, selisih nilai RSL untuk keempat lokasi BTS di Semarang antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan Okumura-Hata menunjukkan nilai sekitar -73 dBm untuk daerah urban, -74 dBm untuk daerah suburban, dan -59 dBm untuk daerah rural/open.

Analisa Model Walfisch-Ikegami

Pada perhitungan rugi-rugi propagasi dengan menggunakan model Walfisch-Ikegami ini, frekuensi kerja yang digunakan untuk tiap BTS adalah sama, yaitu 1845 MHz, yang merupakan frekuensi kerja DCS 1800 yang digunakan oleh PT. INDOSAT M-3 Area Jateng & DIY. Diasumsikan besarnya ϕ atau sudut relatif antena *mobile* terhadap jalan untuk tiap BTS adalah sama, yaitu 90^0 . Sedangkan jarak *mobile* dengan BTS adalah 1 km.

Perbandingan antara hasil pengukuran RSL di lapangan dengan hasil perhitungan RSL menggunakan pemodelan Walfisch-Ikegami, baik untuk daerah urban maupun suburban, pada keempat lokasi BTS dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan Tabel 4.2 tersebut, selisih nilai RSL untuk keempat lokasi BTS di Semarang antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan Walfisch-Ikegami menunjukkan nilai sekitar -73 dBm, baik untuk daerah urban maupun daerah suburban.

Analisa Model W.C.Y. Lee

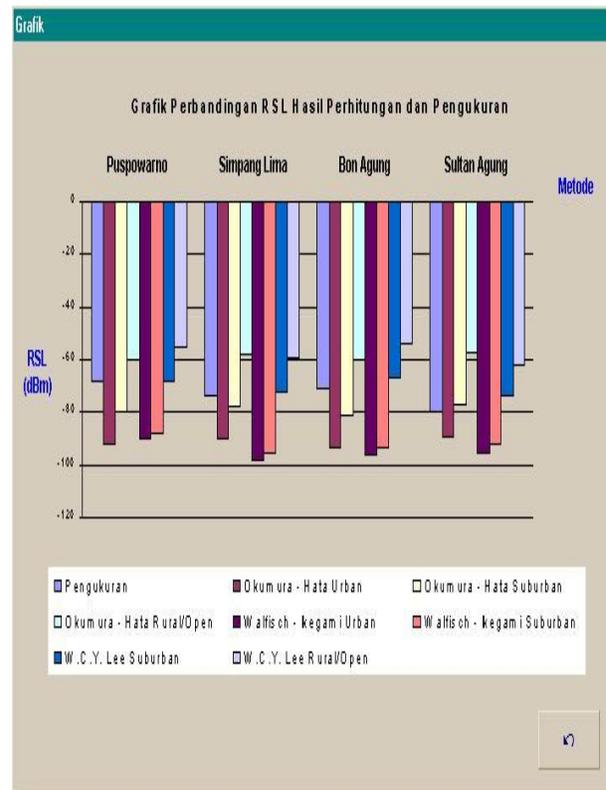
Perhitungan rugi-rugi propagasi dengan menggunakan model W.C.Y. Lee ini dilakukan berdasarkan persamaan 3.12, di mana nilai dari variabel L_0 (loss transmisi pada jarak 1 km) dan γ (slope dari path loss) diperoleh berdasarkan data eksperimen yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Perbandingan antara hasil pengukuran RSL di lapangan dengan hasil perhitungan RSL menggunakan pemodelan W.C.Y. Lee, baik untuk daerah suburban maupun rural/open, pada keempat lokasi BTS dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan Tabel 4.3 tersebut, selisih nilai RSL

untuk keempat lokasi BTS di Semarang antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan W.C.Y. Lee menunjukkan nilai sekitar -77 dBm untuk daerah suburban, dan -57 dBm untuk daerah rural/open.

4.4 Tinjauan Analisa Perbandingan Hasil Perhitungan dan Pengukuran

Gambar 4.1 menunjukkan grafik perbandingan nilai RSL yang diperoleh untuk keempat lokasi BTS, baik dengan menggunakan perhitungan beberapa model propagasi maupun dari hasil pengukuran di lapangan.



Gambar 4.1 Grafik perbandingan RSL hasil perhitungan dan pengukuran

Untuk keempat lokasi BTS yang menjadi obyek penelitian, terdapat setidaknya 2 model propagasi yang memberikan hasil perhitungan nilai RSL mendekati hasil pengukuran di lapangan, yaitu model Okumura-Hata suburban dan model Lee suburban. Walaupun model propagasi Okumura-Hata merupakan salah satu pemodelan propagasi yang paling sering digunakan, model ini mempunyai beberapa kelemahan. Model Okumura cenderung merata-ratakan situasi yang ekstrim sehingga tidak cukup tanggap untuk merespon perubahan yang terjadi dengan cepat dalam lintasan

propagasi. Model Okumura juga hanya berlaku pada tipe-tipe gedung seperti di Tokyo. Perbandingan pengukuran di Amerika Serikat menunjukkan bahwa daerah suburban di Amerika Serikat lebih sering memperlihatkan tipe daerah antara suburban dan daerah terbuka pada model Okumura^[2].

Model W.C.Y. Lee memasukkan perhitungan faktor penyesuaian yang diperlukan sebagai kompensasi digunakannya nilai-nilai yang berbeda dari nilai-nilai parameter ketika eksperimen dilakukan, sehingga model ini lebih fleksibel digunakan untuk berbagai karakter lingkungan. Secara keseluruhan, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengukuran RSL untuk kota Semarang mendekati hasil perhitungan RSL menggunakan model propagasi W.C.Y. Lee untuk daerah suburban.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dikemukakan berdasarkan hasil perhitungan, pengukuran, dan analisa perbandingan pemodelan propagasi pada sistem DCS 1800 di kota Semarang dengan menggunakan model Okumura-Hata, model Walfisch-Ikegami, dan model W.C.Y. Lee, adalah:

1. Selisih nilai RSL (*Received Signal Level*) hasil pengukuran dan RSL hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan Okumura-Hata menunjukkan nilai sekitar -73 dBm untuk daerah urban, -74 dBm untuk daerah suburban, dan -59 dBm untuk daerah rural/open.
2. Selisih nilai RSL yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan Walfisch-Ikegami menunjukkan nilai sekitar -73 dBm, baik untuk daerah urban maupun daerah suburban.
3. Selisih nilai RSL untuk keempat lokasi BTS di Semarang antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan dengan menggunakan pemodelan W.C.Y. Lee menunjukkan nilai sekitar -77 dBm untuk daerah suburban, dan -57 dBm untuk daerah rural/open.
4. Hasil pengukuran RSL untuk kota Semarang mendekati hasil perhitungan RSL menggunakan model propagasi W.C.Y. Lee untuk daerah suburban.

5.2 Saran

Mengingat berbagai keterbatasan yang ada, maka saran yang dapat penulis berikan, antara lain:

1. Analisa dapat dilakukan pada lebih banyak lokasi BTS yang tersebar pada berbagai kondisi geografis kota Semarang.

2. Pemodelan propagasi Okumura-Hata dapat diperluas dengan menggunakan formula Hata COST-231.
3. Pemodelan propagasi W.C.Y. Lee dapat diperluas dengan menggunakan metoda *point-to-point*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bates. Regis J, *Wireless Networked Communications : Concepts, Technology, And Implementation*, McGraw-Hill Inc., 1995.
2. Blaunstien. Nathan, *Radio Propagation In Cellular Networks*, Artech House, 2000.
3. Boucher. Neil J, *The Cellular Radio Handbook*, Quantum Publishing Inc., 1990.
4. Dayem. Rifaat A, *PCS & Digital Cellular Technologies : Assessing Your Options*, Prentice Hall PTR, 1997.
5. Freeman. Roger L, *Telecommunications Transmission Handbook*, John Wiley & Sons Inc., 1998.
6. Garg. Vijay K. and Joseph E. Wilkes, *Wireless And Personal Communications Systems*, Prentice Hall PTR, 1996.
7. Lee. William C.Y, *Mobile Communications Design Fundamentals 2nd Ed.*, John Wiley & Sons Inc., 1993
8. Mehrotra. Asha, *GSM System Engineering*, Artech House, 1997.
9. Rappaport. Theodore S, *Wireless Communications : Principles & Practice*, Prentice Hall PTR, 1996.
10. Rappaport. Theodore S, *Cellular Radio And Personal Communications*, IEEE.
11. Walker. John, *Mobile Information Systems*, Artech House, 1990.

Mengetahui,
Pembimbing I

Wahyudi, ST, MT
NIP. 132086662

Pembimbing II

Achmad Hidayatno, ST, MT
NIP. 132137933

Analisa Perbandingan Pemodelan Propagasi pada Sistem DCS 1800 di Kota Semarang



Nama : Yulie Wirasati
NIM : L2F097693
Tempat/Tgl Lahir : Semarang, 01 Juli 1979
Mahasiswa Teknik Elektro
Universitas Diponegoro Semarang
Konsentrasi Telekomunikasi

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai RSL antara Perhitungan Model Okumura-Hata dengan Pengukuran

| Lokasi Base Station | Hata Urban (dBm) | Hata Suburban (dBm) | Hata Rural/Open (dBm) | Hasil Pengukuran (dBm) |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Puspowarno | - 92,17 | - 80,15 | - 60,07 | - 67,61 |
| Simpang Lima | - 90,37 | - 78,35 | - 58,27 | - 73,62 |
| Bon Agung | - 92,59 | -80,57 | - 60,49 | - 70,87 |
| Sultan Agung | - 89,54 | -77,52 | - 57,44 | - 79,84 |

Tabel 4.2 Perbandingan Nilai RSL antara Perhitungan Model Walfisch-Ikegami dengan Pengukuran

| Lokasi Base Station | Walfisch-Ikegami Urban (dBm) | Walfisch-Ikegami Suburban (dBm) | Hasil Pengukuran (dBm) |
|----------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| Puspowarno | - 90,63 | - 88,02 | - 67,61 |
| Simpang Lima | - 97,72 | - 95,11 | - 73,62 |
| Bon Agung | - 95,85 | - 93,24 | - 70,87 |
| Sultan Agung | - 95,15 | - 92,54 | - 79,84 |

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai RSL antara Perhitungan Model W.C.Y. Lee dengan Pengukuran

| Lokasi Base Station | Lee Suburban (dBm) | Lee Rural/Open (dBm) | Hasil Pengukuran (dBm) |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Puspowarno | - 67,57 | - 54,87 | - 67,61 |
| Simpang Lima | - 71,65 | - 58,95 | - 73,62 |
| Bon Agung | - 67,03 | - 54,33 | - 70,87 |
| Sultan Agung | - 74,18 | - 61,48 | - 79,84 |