

## MODEL PROPAGASI KANAL RADIO BERGERAK PADA GSM FREKUENSI 900 MHZ DI DAERAH TALUK KUANTAN

Teddy Purnamirza<sup>1</sup>, Ilham Arifin<sup>2</sup>, Depriwana Rahmi<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Elektro<sup>1,2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika<sup>3</sup>  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
email :tptambusai.purnamirza@gmail.com

### ABSTRAK

Pemodelan propagasi merupakan bagian yang paling penting dalam merancang suatu jaringan komunikasi bergerak. Model propagasi diperlukan untuk menganalisis kondisi karakteristik propagasi pada suatu daerah tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model propagasi kanal radio bergerak pada frekuensi 900 Mhz di daerah Taluk Kuantan. Penelitian diawali dengan menentukan rute pengukuran, kemudian melakukan pengukuran daya terima, dilanjutkan dengan melakukan pengukuran jarak dari BTS ke MS, setelah mendapatkan jaraknya kemudian plot  $L$  (*loss*) terhadap  $d$  (jarak) menggunakan matlab 7.8.0 untuk mendapatkan model propagasi di daerah Taluk kuantan. Model propagasi yang didapatkan dalam penelitian ini adalah model linier  $L=13,2 d + 136$ , model kuadratik  $L= -2,81 d^2 + 19,9 d + 133$  dan model kubik  $L= 5,08 d^3 - 20 d^2 + 36,8 d + 128$ . Pada penelitian ini dapat disimpulkan semakin jauh jaraknya, maka semakin tinggi lossnya untuk rentang yang jauh. Data hasil pengukuran dan data hasil perhitungan dengan menggunakan model-model yang ada menunjukkan bahwa model cost 231 merupakan model yang paling mendekati untuk daerah Taluk Kuantan.

**Kata Kunci** : Model Propagasi, Frekuensi 900 MHz, Cost 231, Taluk Kuantan

### ABSTRACT

*Propagation modeling is the most important part in designing a mobile communication network. Propagation model is needed to analyze the characteristics of the propagation conditions in a particular area. This study aimed to obtain a model of mobile radio channel propagation at frequency of 900 MHz in Taluk Kuantan area. The study was started by specifying the measurement route, measuring received power, followed by measuring the distance from the BTS to the MS, after getting the distance then  $L$ (*loss*) is plotted against  $d$ (*distance*) using matlab7.8.0 to obtain the propagation model in Taluk Kuantan area. The obtained Propagation model are :  $L=13.2 d + 136$  for the linear model,  $L= -2,81 d^2 + 19,9 d + 133$  for the quadratic model,  $L= 5,08 d^3 - 20 d^2 + 36,8 d + 128$  for the cubic model. In this study, it is concluded that the farther the distance, the higher the loss to distant ranges. The measured data and the results of data calculations using existing models show that the model of Cost 231 is the model that comes closest to Taluk Kuantan area condition.*

**Keyword** : Propagation Models, Frequency of 900 MHz, Cost 231, Taluk Kuantan.

### PENDAHULUAN

Pemodelan propagasi merupakan bagian yang paling penting dalam merancang suatu jaringan komunikasi bergerak. Dalam sistem komunikasi bergerak, model propagasi diperlukan untuk menganalisis kondisi karakteristik propagasi, perkiraan interferensi, perkiraan parameter sel, pantulan atau halangan (*obstacle*) dan jarak. Beberapa faktor yang harus diperhitungkan pada perencanaan sebuah

jaringan komunikasi bergerak adalah tinggi antenna *Transmitter* (Tx) dan *Receiver* (Rx), daya yang dipancarkan, daerah radius sel (*urban, suburban, atau rural*) yang kesemuanya itu sangat dipengaruhi oleh besarnya redaman yang terjadi di sepanjang saluran (*pathloss*). Dengan adanya perancangan pemodelan propagasi yang akurat, maka dapat menunjang pembuatan sistem komunikasi yang mempunyai kualitas pelayanan yang efektif dan dapat mengetahui model yang

sesuai dengan karakteristik daerah tersebut, sehingga memudahkan para operator untuk membangun suatu jaringan. (Harefa, P.a, Sofyan, 2011)

Dalam pemodelan propagasi terdapat beberapa model yang sering digunakan, seperti model Okumura, model Hata, serta model Lee. Meskipun begitu, model propagasi tersebut tidak dapat digunakan untuk menentukan model propagasi pada suatu daerah tertentu, karena model-model propagasi tersebut bersifat umum, hanya membahas daerah *urban*, *suburban*, dan *rural*. Sementara setiap daerah memiliki karakteristik daerah yang berbeda-beda. Pada dasarnya model tersebut bisa digunakan, akan tetapi belum akurat untuk diterapkan. Untuk mendapatkan model yang akurat dilakukanlah pengukuran data propagasi pada daerah Taluk Kuantan. (Harefa, P.a, Sofyan, 2011).

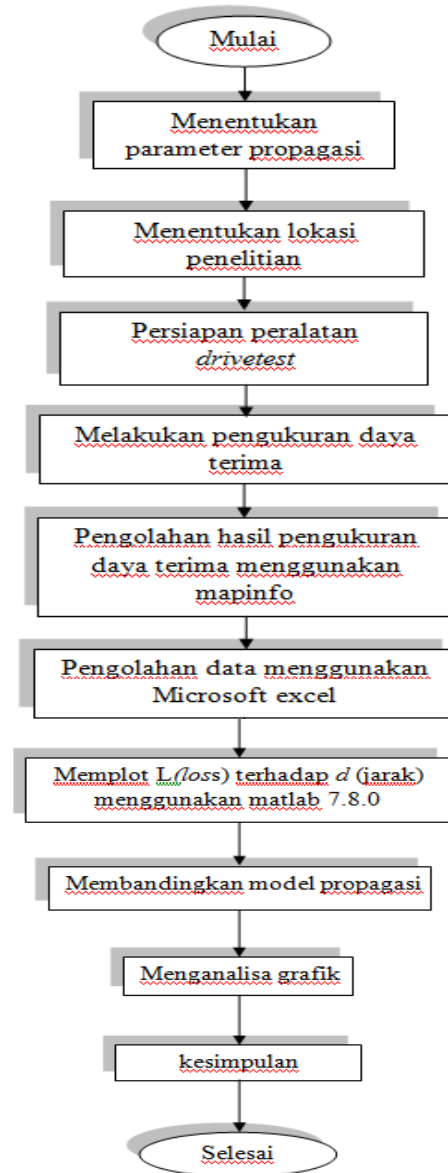
Dari pengukuran yang telah dilakukan, sebagian dari daerah Taluk Kuantan masih tergolong kedalam daerah *rural*. Daerah *rural* merupakan daerah pedesaan yang jumlah penduduknya belum terlalu padat dan belum ada pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi. Berbeda dengan daerah urban dimana terdapat bangunan-bangunan bertingkat tinggi yang padat dan penduduk dari daerah *urban* sangat ramai. Ini merupakan salah satu hal yang berpengaruh terhadap pembuatan model propagasi dengan beragam karakteristik lingkungan yang ada. Daerah *rural* ini sedikit sekali penghalang antara *transmitter* dan *receiver*, sehingga jarak jangkauan antara *transmitter* ke *receiver* lebih jauh di bandingkan dengan daerah *urban*.

Dari hasil rievew atau study literatur yang telah dilakukan, penulis tidak menemukan model propagasi untuk daerah Taluk Kuantan, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang model propagasi kanal radio bergerak pada GSM frekuensi 900 MHz di daerah Taluk Kuantan untuk mendapatkan model akurat yang sesuai dengan daerah tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini penulis menjelaskan tentang metode penelitian untuk mengkonsep alur kerja atau langkah-langkah kerja pada penelitian ini. Penelitian ini merupakan studi kasus untuk daerah Taluk Kuantan, dengan

tujuan mendapatkan model propagasi kanal radio bergerak pada frekuensi 900 MHz di daerah Taluk Kuantan. Dalam penyelesaiannya penulis melakukan pengambilan data *drivetest* untuk memperoleh nilai level daya terima dari setiap BTS, sesuai dengan rute pengukuran yang telah ditetapkan untuk daerah Taluk Kuantan.

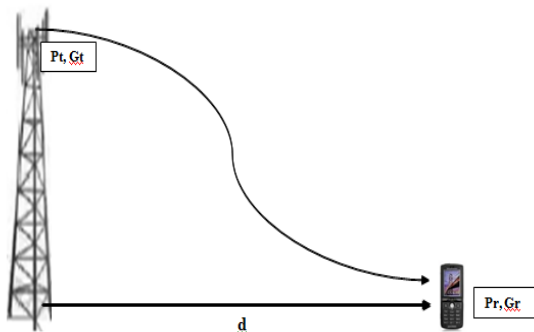


Gambar 1. Flowchart penelitian

### A. Parameter Model Propagasi Radio

Pada tahap awal ini yang harus dilakukan adalah menentukan parameter-parameter yang digunakan untuk mendapatkan model *loss propagasi*. Adapun parameter-parameter yang

digunakan untuk mendapatkan *loss* model *propagasi* terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Parameter dasar propagasi

Setelah melihat gambar diatas, maka parameter dasar propagasi yang diperlukan adalah :

- Pr = Daya terima pada receiver (Hp)
- Gr = Penguatan pada receiver (Hp)
- Pt = Daya pancar pada BTS
- Gt = Penguatan pada antena BTS
- d = Jarak antara BTS dengan receiver (Hp)

B. Menentukan lokasi penelitian

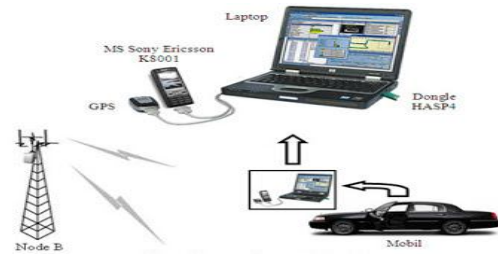
Sebelum melakukan penelitian, penulis menentukan lokasi yang akan diteliti. Adapaun tempat dilaksanakannya penelitian yaitu di daerah Taluk Kuantan. Pengukuran dilakukan di kecamatan kuantan tengah dari Jl. Kh Umar Usman - Jl. Desa Bringin - Jl. Dusun Keramat - Jl. Topan Dussun - Jl. Proklamasi - Jl. Pelajar. Pengukuran dilakukan pada hari sabtu tanggal 19 April 2014, pengukuran dilakukan jam 13.30 sampai 15.00 wib.

C. Persiapan peralatan *drivetest*

Sebelum melakukan pengukuran, yang harus dilakukan adalah mempersiapkan peralatan *drivetest* yang meliputi laptop, handphone sony ericsson, dongle, GPS dan software TEMS Investigation.

D. Melakukan pengukuran daya terima

Setelah peralatan lengkap, hubungkan komponen yang satu dengan komponen yang lainnya. Hidupkan laptop kemudian buka software TEMS investigation, hubungkan handphone sony ericsson ke laptop menggunakan kabel data, kemudian dongle dan Gps dicolokkan ke laptop. Untuk lebih jelasnya kita lihat gambar berikut ini.



Gambar 3. Skenario *drivetest*

Setelah semua peralatan terhubung, barulah dilakukan pengukuran, seperti yang terlihat pada gambar diatas pengukuran data dengan *drivetest* outdoor dimana sinyal 2G yang di pancarkan oleh BTS akan diterima oleh Mobile Station (MS) atau Handphone yang akan mengirimkan data pada laptop yang terintegrasi oleh software TEMS Investigation v9.0.3. Proses pengambilan data ini dilakukan secara mobile atau bergerak dengan menggunakan kendaraan mobil.

E. Pengolahan hasil pengukuran daya terimamenggunakan mapinfo.

Dari hasil pengukuran daya terima yang telah dilakukan, maka didapatkan datanya dalam bentuk log, agar memudahkan dalam pengolahannya maka dirubah kedalam logfile mapinfo.

F. Mengolah data menggunakan microsoft excel

Data daya terima yang telah diolah dengan menggunakan software mapinfo kemudian dipindahkan kedalam microsoft excel, kemudian data diolah dengan melakukan perhitungan untuk mendapatkan *loss propagasinya* dengan rumus  $L = Pt + Gt + Gr - Pr$ . Kemudian masukkan juga rumus-rumus model propagasi yang lain, seperti model Lee, model Hata urban, suburban, rural, model Walfisch ikagami, model Cost 231, model Egli, model Ecc-33 dan model Free space loss.

G. Memplot L(loss) terhadap d (jarak) menggunakan matlab 7.8.0

Setelah melakukan perhitungan maka dapatlah *loss propagasinya*, kemudian diplot L terhadap d dengan menggunakan matlab 7.8.0.

H. *Perbandingan model propagasi*

Setelah memplot L terhadap d kemudian diplot juga model propagasi yang lain, seperti model *free space loss*, lee, hata, *walfisch ikagami*, cost 231, egli dan ecc-33. Dari grafik model propagasi tersebut dibandingkan dengan grafik hasil pengukuran, sehingga dapat dilihat model propagasi yang sesuai dengan daerah Taluk Kuantan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai analisa data hasil pengukuran dengan menggunakan *drivetest* yang dilakukan di daerah Taluk Kuantan. Pada bab ini ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahap pertama adalah memplot L (*loss*) terhadap d (jarak) masing-masing BTS, kemudian memplot L terhadap d gabungan dari seluruh BTS, tahap selanjutnya adalah memplot L terhadap d seluruh BTS dan dilakukan pendekatan persamaan model *loss propagasi* dengan menggunakan *tools basic fitting* yang ada pada program matlab, selanjutnya memplot hasil pengukuran dengan hasil perhitungan menggunakan model *free space loss*, hata (*urban, suburban, rural*), cost 231, lee, *walfisch ikagami*, egli, dan ecc-33.

A. *Analisis grafik loss propagasi pada BTS 1*

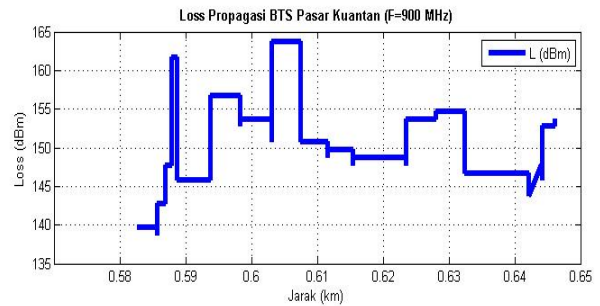


Gambar 4 Grafik *loss propagasi* BTS 1

Gambar 4 Menunjukkan grafik *loss propagasi* untuk BTS 1, pada grafik ini terlihat untuk nilai *loss propagasinya* tidak terlalu padat, hal ini dikarenakan pada daerah ini penduduknya belum terlalu ramai dan belum banyak gedung-gedung yang bertingkat, pada jarak 1,89 km dapat kita lihat nilai *loss* mengalami kenaikan, ini disebabkan pada jarak tersebut daya terima naik dari -73 ke -77. Untuk nilai *loss* minimum BTS 1 adalah 153,8 dB, nilai

*loss* maksimumnya 158,8 dB dan untuk rata-rata nilai *loss* propagasinya adalah 155,8 dB. Pada gambar 4 grafik *loss propagasi* untuk BTS 1 sudah sesuai dengan standar referensi yaitu semakin jauh jarak pengukuran maka semakin naik *loss propagasi* untuk rentang yang jauh.

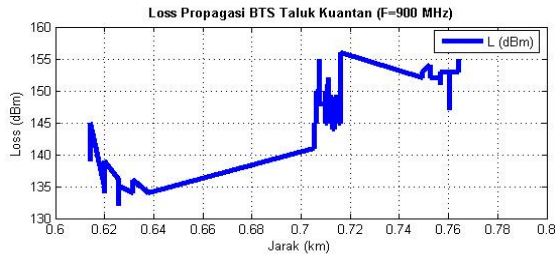
B. *Analisis grafik loss propagasi pada BTS 2*



Gambar 5. Grafik *loss propagasi* BTS 2

Gambar 5 Merupakan grafik BTS 2 yang letaknya di jalan Kh. Umar Usman, pada grafik ini terlihat lebih padat dari BTS 1, hal ini dikarenakan BTS terletak di pemukiman penduduk yang lebih ramai. Pada grafik ini nilai *loss* minimumnya adalah 138,78 dB dan nilai *loss* maksimum 163,78 dB, sedangkan rata-rata nilai *loss propagasinya* yaitu 149,78 dB. Pada gambar 5 *loss* terlihat bahwa Loss bervariasi naik turun. In disebabkan jarak pengamatan yang tidak jauh jangkauannya, yaitu hanya dari 0.58 sampai 0.65 km atau hanya sekitar 0.07 km atau 70 m. Sehingga pada daerah yang hampir berdekatan, maka *loss* tidak didominasi oleh jarak atau *free space loss*, akan tetapi *loss* didominasi oleh mekanisme propagasi acak seperti fading, dopler dan lain-lain, dimana pada keadaan ini *loss* lebih ditentukan oleh kondisi daerah (pohon, gedung, dll) disekitar penerimasehingga nilai Loss bisa tinggi atau rendah meskipun jarak semakin jauh.

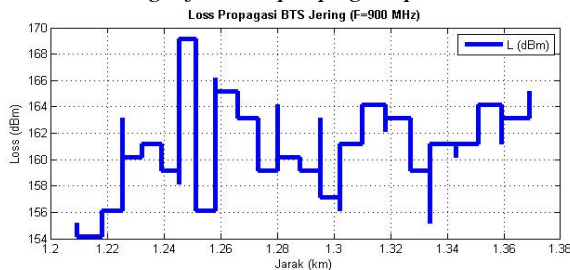
C. Analisis grafik loss propagasi pada BTS 3



Gambar 6. Grafik loss propagasi BTS 3

Gambar 6 Menunjukkan *loss propagasi* untuk BTS 3, pada grafik ini terlihat *loss propagasinya* tidak merata, ada yang padat dan ada yang datar, hal ini dikarenakan pada pengukuran di lapangan untuk gsm terbagi menjadi dua frekuensi yaitu frekuensi 900 MHz dan frekuensi 1800 MHz, sehingga pada grafik ini terlihat untuk jarak 0,6 sampai 0,64 km *loss propagasi* padat, hal ini dikarenakan pada jarak tersebut yang mengcover adalah frekuensi 900 MHz, sedangkan pada jarak 0,64 sampai 0,71 km *loss propagasi* terlihat datar, ini dikarenakan pada jarak tersebut yang mengcover adalah frekuensi 1800 MHz, sehingga tidak ada nilai daya terimanya karena pada penelitian ini menggunakan GSM frekuensi 900 MHz, begitu juga pada jarak 0,72 sampai 0,75 km tidak terdapat nilai daya terima untuk frekuensi 900 MHz. Nilai *loss* minimum pada BTS ini adalah 131,99 dB, sedangkan untuk nilai *loss* maksimum adalah 155,99 dB dan untuk nilai *loss* rata-rata adalah 146,99 dB. Pada gambar 6 ini sudah sesuai dengan standar referensi yaitu semakin jauh jaraknya maka semakin naik *loss propagasinya* untuk rentang yang jauh.

D. Analisis grafik loss propagasi pada BTS 4

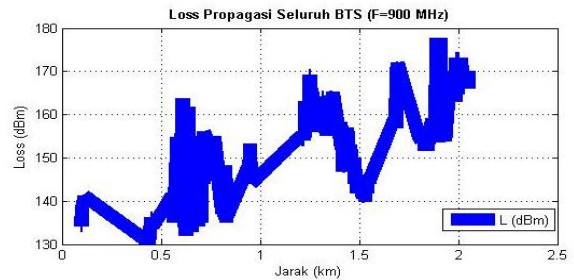


Gambar 7 Grafik loss propagasi BTS 4

Gambar 7 Menunjukkan grafik BTS 4 yang terletak di jalan Proklamasi, pada grafik ini nilai

*loss* minimumnya adalah 154,159 dB dan *loss* maksimum adalah 169,159 dB, sedangkan rata-rata nilai *lossnya* adalah 160,159 dB. Secara keseluruhan dapat kita lihat pada gambar 7 nilai *loss propagasi* akan semakin meningkat dengan bertambahnya jarak untuk rentang yang jauh antara MS dan BTS saat melakukan pengukuran level daya terima di lapangan sehingga dari standar referensi yang ada sudah sesuai.

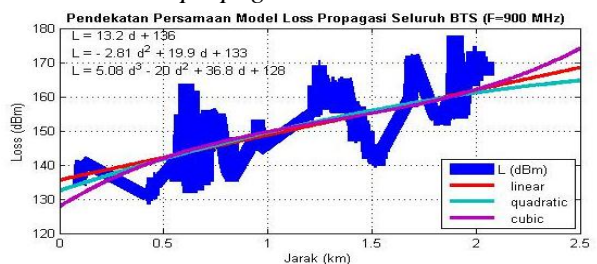
E. Analisis grafik loss propagasi semua BTS



Gambar 8 Grafik loss propagasi semua BTS

Gambar 8 Merupakan grafik model *loss propagasi* untuk semua BTS yang dihasilkan dari penggabungan delapan model *loss propagasi* untuk daerah Taluk Kuantan. Dari penggabungan semua model *loss propagasi* didapatkan nilai *loss* minimum adalah 130,16 dB dan untuk nilai *loss* maksimum adalah 177,8 dB sedangkan rata-rata nilai *loss* adalah 151,5 dB. Pada grafik 8 terlihat tidak terlalu padat, hal ini disebabkan kondisi karakteristik daerahnya.

F. Model loss propagasi untuk seluruh BTS



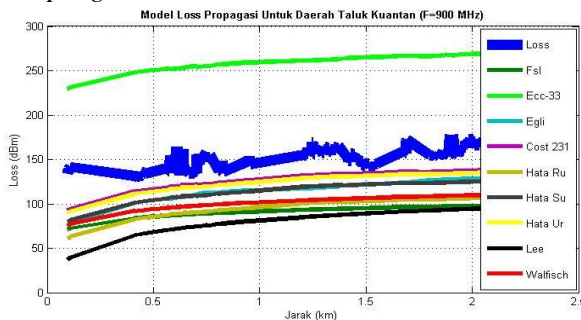
Gambar 9 Pendekatan persamaan model *loss propagasi* untuk daerah Taluk Kuantan

Gambar 9 Merupakan grafik hasil plot penggabungan dari 8 sel yang ada di daerah Taluk Kuantan, kemudian dilanjutkan dengan mencari persamaan model matematika yang menggambarkan hubungan antara L (*loss*)



dengan  $d$  (jarak) menggunakan bantuan *tools basic fitting* yang ada pada program matlab. Pada *tools* tersebut terdapat beberapa model persamaan yang disajikan, akan tetapi untuk proses ini penulis hanya menggunakan tiga pendekatan persamaan model propagasi untuk daerah Taluk Kuantan adalah model linier, model kuadratik dan model kubik. Karena ketiga model tersebut sudah mempresentasikan keadaan daerah Taluk Kuantan. Dari hasil pemodelan menggunakan bantuan *tools basic fitting* maka didapatkan persamaan model propagasi untuk daerah Taluk Kuantan yaitu model linier  $L = 13,2 d + 136$ , model kuadratik  $L = -2,81 d^2 + 19,9 d + 133$  dan model kubik  $L = 5,08 d^3 - 20 d^2 + 36,8 d + 128$ .

#### G. Perbandingan model loss propagasi dengan pengukuran



Gambar 10 Perbandingan model *loss propagasi*

Perbandingan model *loss propagasi* merupakan hasil perhitungan dari pengukuran *loss propagasi* dengan model-model yang sudah ada seperti model hata, model lee dan model yang lain. Pada penelitian ini penulis menggunakan model *free space loss*, model Hata (*urban, suburban, rural*), model Cost 231, model Walfisch ikegami, model Egli, model Ecc-33 dan model Lee. Model ini dibuat untuk mendapatkan model yang cocok untuk menggambarkan model propagasi di daerah Taluk Kuantan. Dari hasil perbandingan beberapa model dengan pengukuran maka didapatkan model yang mendekati untuk daerah Taluk Kuantan adalah model cost 231. Pada model cost 231 memiliki nilai yang paling mendekati dengan model propagasi hasil pengukuran dibandingkan dengan model yang lainnya.

Dari hasil perhitungan model-model *loss propagasi* maka didapatkan untuk nilai *loss*

*propagasi* maksimum model *free space loss* adalah 97,78 dB sedangkan nilai *loss* minimum adalah 71,29 dB dan nilai *loss* rata-rata sebesar 91,86 dB. Kemudian untuk model Hata *urban* nilai *loss* maksimum sebesar 135,182 dB, nilai *loss* minimum sebesar 89,580 dB dan rata-rata nilai *loss* adalah 125,391 dB. Untuk model Hata *suburban* nilai *loss* maksimum yaitu 125,239 dB, nilai *loss* minimum sebesar 79,638 dB, rata-rata nilai *loss* adalah 115,448 dB. Untuk nilai *loss* maksimum model Hata *rural* adalah 106,636 dB sedangkan untuk nilai *loss* minimum 61,034 dB dan untuk nilai *loss* rata-rata adalah 96,845 dB. Model Cost 231 mempunyai nilai *loss* maksimum sebesar 137,798 dB, untuk nilai *loss* minimum sebesar 92,196 dB dan untuk rata-rata nilai *loss* sebesar 128,007 dB. Pada model Walfisch ikegami nilai *loss* maksimumnya adalah 109,812 dB, sedangkan untuk nilai *loss* minimumnya adalah 75,353 dB dan untuk nilai *loss* rata-ratanya adalah 102,114 dB. Model Lee mempunyai nilai *loss* maksimum sebesar 94,87 dB, sedangkan untuk nilai minimum sebesar 37,21 dB dan untuk rata-rata nilai *loss* sebesar 82,00 dB. Model Egli mempunyai nilai *loss* maksimum 128,787 dB, nilai *loss* minimum 75,772 dB dan untuk nilai *loss* rata-rata sebesar 116.398 dB. Pada model Ecc-33 nilai *loss* maksimumnya adalah 268,976 dB, sedangkan untuk nilai *loss* minimumnya adalah 229,440 dB dan untuk nilai *loss* rata-rata 259,620 dB.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Semakin jauh jarak pengukuran maka nilai *loss* akan semakin tinggi untuk rentang yang jauh, sedangkan untuk rentang jarak yang dekat, maka nilai *loss* akan naik turun.
2. Model propagasi yang didapatkan dalam penelitian ini adalah : model linier  $L = 13,2 d + 136$ , model kuadratik  $L = -2,81 d^2 + 19,9 d + 133$  dan model kubik  $L = 5,08 d^3 - 20 d^2 + 36,8 d + 128$ .
3. Data hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan model-model propagasi yang ada seperti model *free space loss*, Hata (*urban, suburban, rural*), Cost 231, Lee, Egli, Ecc-33 dan Walfisch Ikegami. Model

propagasi yang mendekati dengan propagasi daerah Taluk Kuantan adalah model cost 231.

### Saran

Demi penyempurnaan dan kemajuan dari masalah yang telah dianalisis, berikut beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya :

1. Dalam penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mengambil sampel BTS yang diukur menjadi lebih banyak sehingga dapat ditentukan model propagasi secara umum yang mendekati suatu daerah yang lebih luas lagi.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan bisa menggunakan frekuensi yang berbeda seperti frekuensi 1800 MHz dan 2100 MHz.
3. Pemodelan propagasi W.C.Y. Lee dapat diperluas dengan menggunakan metoda *point to point*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ardhita, Reza,(2012), "Metodologi drivetest gsm pt nexwave regional jawa tengah – yogyakarta divisi hcpt (three) semarang", *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. Vol 1
- Akinwole, B.O.H,(2013),"Comparative Analysis Of Empirical Path Loss Model For Cellular Transmission In Rivers State", *Jurnal Ilmiah Electrical/Electronic Engineering*, Vol: 2.
- Chebil, Jalel. (2013),Comparison Between Measured and Predicted Path Loss for Mobile Communication in Malaysia.Engineering", *Jurnal Ilmiah Engineering*.Vol 12
- Harefa, P.a, Sofyan,(2011),Analisis perbandingan model propagasi untuk komunikasi bergerak pada system gsm 900, *Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro*, Universitas Sumatra Utara.
- Kumar, Mukesh,(2012),"Performance And Analysis Of Propagation Models For Predicting Rss For Efficient Handoff", *Jurnal Ilmiah.Electronics and Communication*,Vol: 1.
- K.A, Akpado,(2013)."Pathloss Prediction for a typical mobile communication system in Nigeria using empirical models", *Jurnal Ilmiah. Electronics and Computer Engineering*, Vol: 3.
- Nadir, Zia, (2011). "Seasonal Pathloss Modeling at 900MHz for OMAN", *Jurnal Ilmiah Electrical and Computer Engineering*, Vol: 5.
- O, Shoewu Dan A, Adedipe,(2010), "Investigation of radio waves propagation models in Nigerian rural and sub-urban areas".*Jurnal Ilmiah Electronic and Computer Engineering*. Vol 11.
- Ogungbayi, P. R,(2013),"Propagation Path Loss Characteristics at 900 MHz in Ilorin, Nigeria".*Jurnal IlmiahElectrical and Electronics Engineering*, Vol: 2.
- Purba, D, Binsar, (2011),"Simulasi Prediksi Cakupan Antena pada BTS".*Jurnal IlmiahTeknik Elektro*.Vol 1.
- Rakesh, N,(2013),"A study on path loss analysis for gsm Mobile networks for urban, rural and Suburban regions of Karnataka state". *Jurnal Ilmiah Centre for Research and Development*, Vol: 4.
- Wirasati, Yulie,(2009). "Analisa Perbandingan Pemodelan Propagasi Pada Sistem Dcs 1800 Di Kota Semarang".*Jurnal IlmiahTeknik Elektro*.Vol 1.