

# PENGUKURAN DAN ANALISA SINYAL RF PADA PENERIMA SELULER DI AREA SURABAYA

## (RF SIGNAL MEASUREMENT AND ANALYSIS ON CELLULAR RECEIVER IN SURABAYA)

Moh Oky Sadam Basri<sup>1</sup>, Achmad Mauludiyanto<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro – FTI - Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

<sup>1</sup>[mokysbi@gmail.com](mailto:mokysbi@gmail.com), <sup>2</sup>[maulud@ee.its.ac.id](mailto:maulud@ee.its.ac.id)

### Abstract

In 2006, 3G tech was first introduced to public. It become new technology that has been used by a lot of people because this technology gives them fast access and better quality. A lot of new technology based on 3G occur, from 4G until the latest technology called 5G. Continuous maintain and surveillance are needed to keep cellular network quality good. A lot of network operator and service provider still use drive test to measure signal quality on certain area. That way of planning sure take alot of time and resources. In this final project, writer do cellular signal measuring on 3G technology in dense urban, urban, and sub urban area. The writer also do some link budget calculating and signal quality modelling. In this modelling, writer use ARIMA method as a way. Cellular signal quality on Surabaya have RSL value beetwen -50 dBm and -80 dBm. And based on parameters in the modelling test, writer choose ARIMA (2,0,1) as a way to predict and calculate cellular signal quality in those area. This ARIMA (2,0,1) has accuracy above 90%.

**Kata kunci :** ARIMA Modelling, Surabaya, RSL, 3G, dense urban, urban, sub urban, drive test, forecast, link budget

### 1. Pendahuluan

Persaingan operator penyedia layanan telekomunikasi menarik untuk diperhatikan, dimana setiap operator berusaha memberikan layanan dengan kualitas terbaik. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari gangguan-gangguan dapat diketahui dengan melakukan perhitungan *link Budget*.

Data-data yang dapat menunjang perhitungan *Link Budget* bisa didapatkan dengan melakukan *drive test*. Dengan cara ini akan didapat level sinyal terima, identitas BTS dan jarak antara pemancar dengan penerima. Dalam pelaksanaan *drive test* dilapangan hanya dilakukan ketika terjadi kasus-kasus tertentu dan kelanjutan dari *drive test* hanya sampai pada optimasi jaringan. Fungsi dilakukannya peramalan dan pemodelan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan perencanaan dan optmasi. Sehingga pihak operator terkait memiliki *grand concept*.

Pada penelitian ini akan dilakukan dilakukan *drive test* untuk mengetahui kualitas sinyal seluler di berbagai area yang mewakili area *dense urban*, *sub urban* dan *urban* di wilayah Surabaya. Pengumpulan data dilakukan selama 1bulan. Selain dilakukan analisa data juga akan dilakukan pemodelan dan peramalan ketiga area tersebut. Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan referensi dalam

melakukan optimalisasi dan perancangan jaringan jaringan seluler.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.1 Antena Pemancar

Khusus di wilayah Surabaya, ketika di lapangan ditemukan bahwa TELKOMSEL Surabaya banyak menggunakan antenna jenis Katherine 742215 dan HBXX-6516DS-VTM.

Kedua jenis antenna diatas pemakaiannya disesuaikan berdasarkan kepadatan trafik, klasifikasi area dan kondisi *coverage area*. Ketika optimasi antenna menjadi faktor utama dalam melakukan langkah optimasi, baik dilihat dari *tilting*, polarisasi, *Power* dan lainnya

#### 1. Katherine 742215

Tabel 1 Spesifikasi Antena K742215 [6]

	1710 – 2200 MHz		
<b>Frequency Range</b>	1710-1880	1850-1990	1920-2200
<b>Gain</b>	17.7 dBi	17.9 dBi	18 dBi
<b>Power Transmit</b>	43 dBm		
<b>Power Input</b>	300W		

**2. HBXX-6516DS-VTM**

**Tabel 2** Spesifikasi Antena HBXX-6516DS-VTM [6]

	1710 – 2180 MHz		
<b>Frequency Range</b>	1710-1880	1850-1990	1920-2180
<b>Gain</b>	17.7 dBi	18 dBi	18 dBi
<b>Power Transmit</b>	43 dBm		
<b>Power Input</b>	350W		

Kedua jenis antenna diatas pemakaiannya disesuaikan berdasarkan kepadatan trafik, klasifikasi area dan kondisi *coverage area*. Ketika optimasi antenna menjadi faktor utama dalam melakukan langkah optimasi, baik dilihat dari *tilting*, polarisasi, *Power* dan lainnya

**2.2 Cost Hata Model**

*Cost Hata* model merupakan pengembangan model dari model *Okumura Hata*. Selain itu model ini memiliki karakteristik sendiri yaitu :

- *Range* Frekuensi 1500 MHz - 2000 MHz.
- Tinggi *Transmitter*: 30 m - 100 m.
- Jarak antar titik pengamatan: 1 - 20 km.
- Tinggi MS: 1 m - 10 m.

Model ini memiliki formula yang berbeda dengan model lain, berikut adalah formula model *Cost Hata* :

$$L = 46.3 + 33.9 \log f - 13.82 \log h_B - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_B) \log d + C \tag{1}$$

Dengan :

- f = Frekuensi kerja
- $h_B$  = Tinggi antenna BTS
- d = Jarak BTS dan MS
- $h_R$  = Tinggi antenna penerima (MS)
- L = *Path loss* (dB)
- C = 0 dB untuk *urban* dan *sub urban* , 3 dB untuk *dense urban* .
- a(hm) = faktor koreksi antenna mobile dengan nilai :

- **Untuk Urban**  
 $a(h_m) = 3.2 (\log(11.75 h_r))^2 - 4.97 \quad f > 400 \text{MHz} \tag{2}$

- **Untuk Sub Urban dan Rural**  
 $a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7) h_r - (1.56 \log f - 0.8) \tag{3}$

Dengan,  $1m \leq h_R \leq 10m$

**3. Pemodelan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)**

Pemodelan ARIMA atau biasa disebut dengan metode runtun waktu (*time series*) *Box-Jenkins* merupakan model statistik yang memiliki ketepatan peramalan yang baik untuk jangka pendek, namun tidak begitu baik untuk jangka panjang dimana akan menghasilkan peramalan yang datar. Data-data yang diperoleh pada masa yang lampau menjadi data dasar dalam pemodelan ini, sehingga dari data yang diperoleh dapat didapatkan formula untuk memodelkan data terkait. Dari formula tersebut maka dapat dilakukan peramalan data untuk beberapa waktu kedepan tanpa melakukan pengambilan data secara langsung.

**3.1 Model Autoregressive (AR)**

Merupakan model runtun waktu *stasioner* dimana memiliki variabel dependen yang nilainya dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri. Misal nilai variabel dependen  $Z_t$  dipengaruhi oleh variabel  $Z_t$  satu periode sebelumnya ( $Z_{t-1}$ ) maka model ini disebut model *autoregressive* orde satu AR(1). Penulisan model AR yaitu :

$$Z_t = \varphi_0 + \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + e_t$$

Dengan :

$Z_t$  = Variabel dependen.

$e_t$  = Residual.

$Z_{t-1}$  = Z ke 1.

$\varphi$  = Konstanta dari AR

**3.2 Model Moving Average (MA)**

Berbeda dengan model AR, model MA tidak dipengaruhi oleh variabel dependen sebelumnya melainkan dipengaruhi oleh nilai residual sebelumnya. Model AR memiliki persamaan umum :

$$Z_t = \theta_0 + \theta_1 e_t + \theta_2 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q}$$

Dengan :

$\theta$  = Konstanta MA

**3.3 Autoregressive Moving Average (ARMA)**

Model ARMA atau biasa disebut dengan model campuran merupakan model yang menggabungkan pemodelan AR dan pemodelan MA. Penulisan orde dalam model ini yaitu (2,0,1), (1,0,1) dimana diantara orde p dan q bernilai 0. Bentuk umum dari model ARMA yaitu :

$$Z_t = \varphi_0 + \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + e_t + \theta_0 - \theta_1 e_t - \theta_2 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \tag{6}$$

### 3.4 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

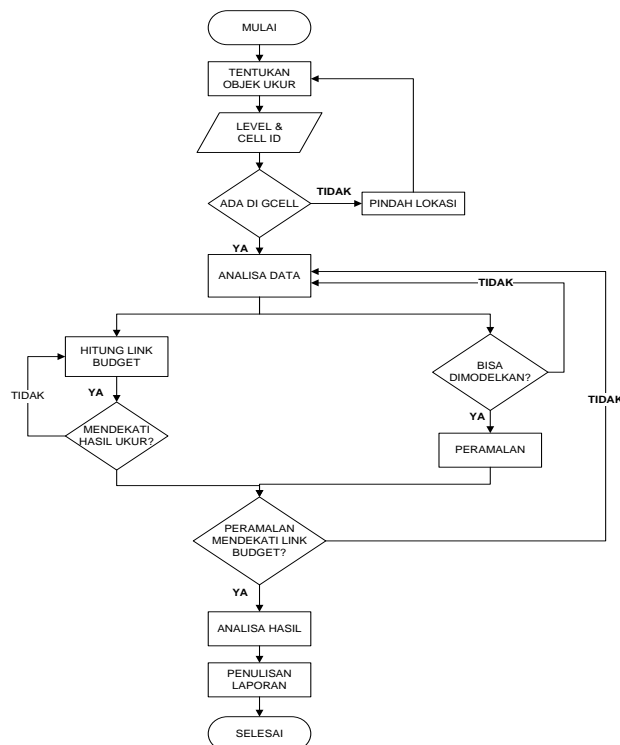
Model ARIMA adalah model yang mengintegrasikan antara AR dan MA. Pada umumnya data *time series* tidak *stasioner* sedangkan syarat utama dalam melakukan pemodelan ARIMA adalah dengan membuat data *stasioner* terlebih dahulu baik itu *stasioner* terhadap varian maupun *stasioner* terhadap rata-rata. Untuk menstasionerkan data diperlukan proses differensiasi (*difference*), dimana proses ini dilakukan dengan tujuan mencari perbedaan antara satu periode dengan periode lain. Pengolahan data melalui proses differensiasi ini disebut dengan ARIMA. Jika penulisan model ARIMA (1,1,2) berarti menunjukkan AR (1), differensiasi tingkat pertama dan MA (2). Misal ARIMA (2,1,1) maka persamaannya adalah :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \tag{7}$$

Dengan :

d = orde differencing

## 4. Metodologi Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

### 3.1 Pengukuran Kualitas Sinyal

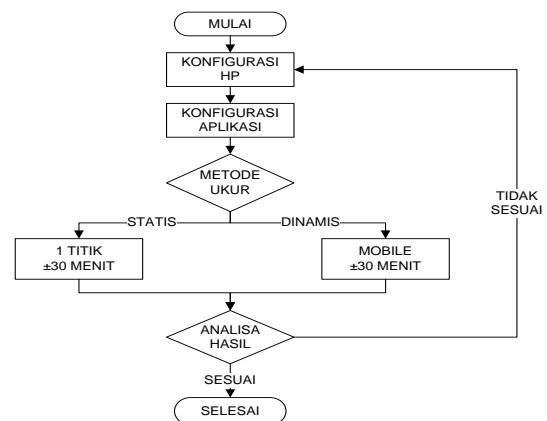
Pengukuran dilakukan dengan 2 metode, pertama pengukuran dilakukan secara dinamis, maksudnya pengukuran dilakukan secara *mobile* mengelilingi satu area. Kedua pengukuran dengan

metode statis, yaitu pengukuran dilakukan di satu titik. Dalam pengukuran ini satu area akan dilakukan 4 kali pengukuran dinamis dan 18 kali pengukuran statis. Tidak hanya sinyal data yang diukur melainkan sinyal suara juga diukur baik dalam pengukuran statis maupun dinamis.

Pengambilan data dilakukan secara langsung dengan mengukur level daya terima pada tiap-tiap area yang sudah ditentukan. Pengukuran dilakukan terhitung tanggal 27 Maret 2016 sampai tanggal 6 Mei 2016. Total pengukuran sebanyak 81 kali atau 40.5 jam. Berikut detail dari teknis pengukuran :

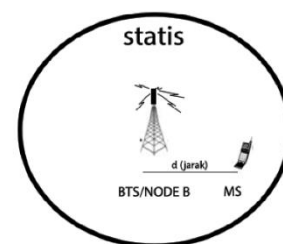
- Pengukuran dilakukan selama kurang lebih 30 menit.
- Level daya terima dicatat tiap 0.5 detik.
- Estimasi data yang didapatkan adalah 3000 data tiap pengukuran.
- Pada titik yang sama dilakukan pengukuran baik data maupun suara, sehingga satu titik dilakukan pengukuran selama 30 menit x 2 = 60 menit.

Berikut adalah diagram alir pengukuran kualitas sinyal baik menggunakan metode statis maupun dinamis.

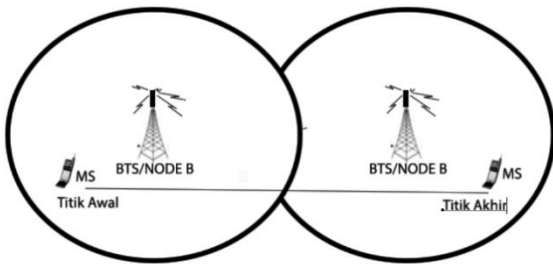


Gambar 2 Diagram Pengukuran Kualitas Sinyal

Konfigurasi pengukuran kualitas sinyal untuk tiap metode dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.



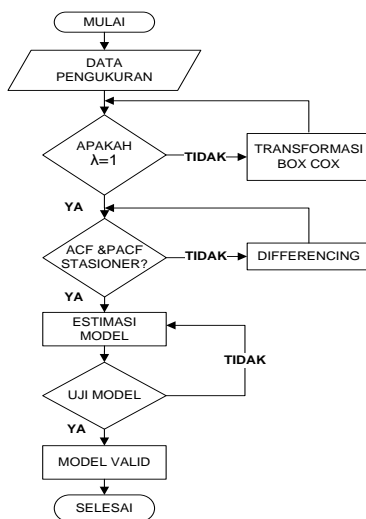
Gambar 3 Konfigurasi Pengukuran Metode Statis



Gambar 4 Konfigurasi Pengukuran Metode Dinamis

4.2 Pemodelan ARIMA Kualitas Sinyal

Untuk mendapatkan model dari suatu sistem diperlukan tahapan-tahapan yang harus dilakukan secara runtut. Berikut ini adalah alur dari pemodelan ARIMA yang akan diterapkan pada kualitas sinyal seluler



Gambar 5 Alur Pemodelan ARIMA Kualitas Sinyal

4.3 Perhitungan Link Budget

Untuk mengetahui Jarak antara MS dan BTS, dimana data tersebut diperlukan untuk menghitung *Path loss*, digunakanlah Google Earth dengan mengetahui letak geografis dari posisi MS dan BTS. Untuk GCell atau data sel dari operator Telkomsel didapatkan dari PT.NexWave. Berikut adalah ringkasan spesifikasi parameter *Link Budget* yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini.

Tabel 3 Parameter *Link Budget*

Parameter	Nilai/Satuan	Keterangan
Tx Power( $P_{TX}$ )	20 W = 43dBm	
Tinggi MS( $h_R$ )	1.5 m	

Tinggi Antena ( $h_B$ )	40, 30, 20	Sesuai GCell
Antena Gain ( $G_{TX}$ )	18dB, 16.1dB	Sesuai Antena
Frekuensi (f)	2127 MHz	
Body Loss ( $L_r$ )	3 dB	

5. Analisis Data

Dari data-data yang diperoleh dapat dilakukan tahapan-tahapan analisis lebih lanjut, analisis data mencakup :

5.1 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran kualitas sinyal merupakan data pokok yang menjadi acuan dalam mengerjakan penelitian ini. Berikut adalah hasil pengukuran kualitas sinyal seluler di tiap lokasi yang telah ditentukan.

Tabel 3 Rata-Rata Hasil Pengukuran Tiap Area

Metode Ukur	Rata-Rata Level		
	Dense Urban (dB)	Urban (dB)	Sub Urban (dB)
Statis 1	-66.0755	-59.038	-78.2449
Statis 1V	-65.7916	-61.8428	-78.9205
Statis 2	-65.5252	-54.949	-59.7384
Statis 2V	-64.7557	-54.3302	-63.6053
Statis 3	-55.7176	-64.5447	-71.3901
Statis 3V	-57.5598	-63.389	-81.2736
Statis 4	-59.8915	-71.2402	-59.1148
Statis 4V	-61.767	-70.3349	-59.3701
Statis 5	-54.7623	-64.2765	-59.6597
Statis 5V	-55.2526	-67.1946	-56.2557
Statis 6	-61.7359	-52.7314	-70.6519
Statis 6V	-60.8188	-51.4789	-68.8482
Statis 7	-56.7383	-51.8766	-74.3998
Statis 7V	-59.3788	-54.3534	-73.2075
Statis 8	-58.2239	-78.017	-73.1875
Statis 8V	-60.1807	-80.2918	-74.1863
Statis 9	-59.7898	-61.4358	-70.7665
Statis 9V	-57.7007	-62.4347	-70.5222
Dinamis 1	-59.8569	-62.1795	-67.5605
Dinamis 1V	-59.5114	-63.2926	-68.4859
Dinamis 2	-59.4694	-62.2229	-67.0849
Dinamis 2V	-61.0019	-62.3254	-70.1601

Keterangan tabel :

Statis 1 = Pengukuran sinyal data dengan metode statis

Statis 1V = Pengukuran sinyal suara dengan metode statis.

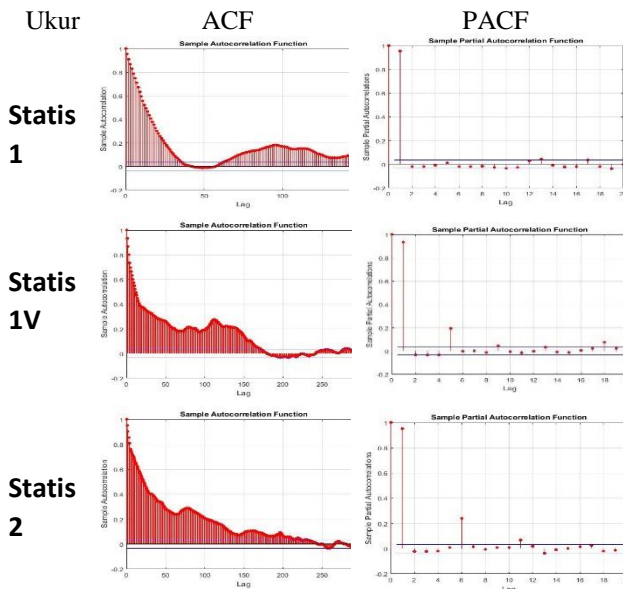
Dinamis 1 = Pengukuran sinyal data dengan metode dinamis.

Dinamis 1V= Pengukuran sinyal suara dengan metode dinamis.

### 5.2 Pemodelan ARIMA Kualitas Sinyal Seluler

Pemodelan ARIMA akan menghasilkan formula untuk melakukan peramalan kualitas sinyal. Namun sebelumnya harus mengetahui pola dari ACF dan PACF.

Tabel 4 ACF dan PACF Wilayah Dense Urban



### 5.3 Estimasi Model

Pengecekan pola ACF dan PACF menggunakan data yang telah ditransformasi Box Cox. Pada tabel pola ACF dan PACF menunjukkan tiap data baik dense urban, urban maupun sub urban menunjukkan pola ACF turun cepat secara eksponensial menuju ke titik 0 maka dengan pola tersebut menunjukkan pola model dari (1,0,0). Sedangkan pola PACF terpotong setelah lag ke 2 ini menunjukkan model ber orde 2 (2,0,0), sehingga estimasi awal dari model adalah ARIMA (1,0,0), (1,0,1), (1,1,1), (2,0,0), (2,0,1) dan (2,1,1).

### 5.4 Pengujian Estimasi Model

Hasil pengujian estimasi model yang digunakan ditunjukkan dalam tabel 5

Tabel 5 Hasil Uji Estimasi Model Wilayah Dense Urban

Pengukuran	FIT %					
	1, 0, 0	1, 0, 1	1, 1, 1	2, 0, 0	2, 0, 1	2, 1, 1
Statis 1	70.58	70.58	57.59	70.58	70.90	57.58
Statis 2	69.25	69.25	64.07	69.25	69.66	64.15
Statis 3	76.41	76.41	62.83	76.41	76.59	63.21
Statis 4	65.36	65.36	57.12	65.36	65.90	57.44
Statis 5	60.25	60.25	55.21	60.25	60.25	55.21
Statis 6	81.44	81.44	74.86	81.44	81.44	74.97
Statis 7	65.00	65.00	58.77	65.00	65.28	58.75
Statis 8	68.11	68.11	58.48	68.11	68.52	58.49
Statis 9	74.91	74.91	67.07	74.91	74.91	66.27
Statis 1V	63.61	63.61	57.13	63.61	64.27	57.19
Statis 2V	63.41	63.41	56.36	63.41	63.46	51.37
Statis 3V	66.92	66.92	42.77	66.92	67.37	44.48
Statis 4V	65.36	65.36	57.12	65.36	65.90	57.44
Statis 5V	67.88	67.88	63.45	67.88	67.88	62.53

Statis 6V	74.79	74.79	68.34	74.80	75.10	68.38
Statis 7V	74.70	74.70	61.41	74.70	74.90	62.12
Statis 8V	63.90	63.90	52.98	63.90	64.53	53.22
Statis 9V	62.92	62.92	58.16	62.92	63.71	58.20
Dinamis 1	57.88	57.88	50.70	57.88	58.83	51.60
Dinamis 2	54.95	54.95	47.45	54.95	56.09	51.20
Dinamis 1V	52.86	52.86	49.12	52.86	54.17	50.60
Dinamis 2V	54.72	54.72	51.12	54.72	55.86	52.06

### 5.5 Penerapan Model

Dengan model ARIMA (2,0,1) maka diperlukan 2 koefisien AR dan 1 koefisien MA.

Tabel 6 Parameter Statistik (2,0,1) Dense Urban

No	Pengukuran	Koefisien AR			Koefisien MA	
		$\phi(0)$	$\phi(1)$	$\phi(2)$	$\theta(0)$	$\theta(1)$
1	Statis 1	1.00	-1.955	0.955	1.00	-0.999
2	Statis 2	1.00	-1.929	0.929	1.00	-0.989
3	Statis 3	1.00	-1.948	0.948	1.00	-0.987
4	Statis 4	1.00	-1.925	0.925	1.00	-0.993
5	Statis 5	1.00	-1.083	0.083	1.00	-0.083
6	Statis 6	1.00	-0.911	-0.088	1.00	0.087
7	Statis 7	1.00	-0.118	-0.881	1.00	0.942
8	Statis 8	1.00	-1.947	0.947	1.00	-0.999
9	Statis 9	1.00	-1.567	0.567	1.00	-0.568
10	Statis 1V	1.00	-1.919	0.919	1.00	-0.995
11	Statis 2V	1.00	-0.054	-0.944	1.00	0.962
12	Statis 3V	1.00	-1.945	0.945	1.00	-0.999
13	Statis 4V	1.00	-1.925	0.925	1.00	-0.993
14	Statis 5V	1.00	-1.492	0.492	1.00	-0.492
15	Statis 6V	1.00	-1.915	0.915	1.00	-0.978
16	Statis 7V	1.00	-1.966	0.966	1.00	-0.999
17	Statis 8V	1.00	-1.913	0.913	1.00	-0.991
18	Statis 9V	1.00	-1.909	0.909	1.00	-0.999
19	Dinamis 1	1.00	-1.907	0.907	1.00	-0.999
20	Dinamis 2	1.00	-1.899	0.899	1.00	-1.000
21	Dinamis 1V	1.00	-1.863	0.864	1.00	-0.985
22	Dinamis 2V	1.00	-1.896	0.896	1.00	-0.999

Keterangan Tabel :

- $\phi(0)$  = Koefisien AR orde 0
- $\theta(1)$  = Koefisien MA orde 1

### 5.6 Peramalan

Tabel 7 adalah hasil peramalan sinyal terima pada tiap-tiap lokasinya. Kolom ukur maksudnya nilai kualitas sinyal dari hasil pengukuran, sedangkan kolom model merupakan nilai kualitas sinyal dari hasil peramalan dengan menggunakan formula hasil model

Tabel 7 Rata-Rata Hasil Pengukuran dan Peramalan Model

Metode	Ukur (dBm)	Dense Urban		Urban		Sub Urban	
		Ukur (dBm)	Model (dBm)	Ukur (dBm)	Model (dBm)	Ukur (dBm)	Model (dBm)
Statis 1	D	-66.075	-66.035	-59.038	-58.399	-77.869	-77.869
1	V	-65.792	-65.689	-61.842	-61.783	-78.972	-78.972
Statis 2	D	-65.525	-65.754	-54.949	-54.456	-59.473	-59.473
2	V	-64.756	-64.326	-54.330	-54.476	-63.681	-63.681
Statis 3	D	-55.717	-55.746	-64.545	-64.698	-70.774	-70.774
3	V	-57.56	-57.470	-63.389	-63.477	-81.015	-81.015
Statis 4	D	-59.891	-59.931	-71.240	-66.197	-59.387	-59.387
4	V	-61.767	-61.61	-70.335	-70.630	-59.136	-59.136
Statis 5	D	-54.762	-54.518	-64.276	-64.271	-59.674	-59.674
5	V	-55.252	-55.284	-67.195	-66.621	-55.987	-55.987
Statis 6	D	-61.736	-61.567	-52.731	-52.818	-70.236	-70.236
6	V	-60.819	-60.809	-51.479	-62.998	-70.236	-70.236
Statis 7	D	-56.738	-56.472	-59	-51.953	-74.404	-74.404
7	V	-59.379	-59.311	-61	-54.328	-73.220	-73.220
Statis 8	D	-58.224	-58.153	-78.017	-77.886	-73.386	-73.386
8	V	-60.181	-60.106	-80.278	-78.782	-74.176	-74.176
Statis 9	D	-59.789	-59.390	-61.436	-61.368	-70.772	-70.772
9	V	-57.701	-57.896	-62.434	-62.248	-70.412	-70.412

Keterangan Tabel :

- D = Sinyal data
- V = Sinyal Suara (Voice)

**Tabel 8** Koefisien dan Residu Tiap Area

Area	$\phi(0)$	$\phi(1)$	$\phi(2)$	$\theta(0)$	$\theta(1)$	Residu I	Residu (t)
Dense Urban	1	-1.5793	0.5795	1	-0.6152	0.1195	0.1173
Urban	1	-1.736	0.736	1	-0.807	0.114	0.110
Sub Urban	1	-1.7385	0.7385	1	-0.7950	0.1184	0.1148

Dengan melakukan peramalan menggunakan nilai koefisien dan residu pada tabel 8 (model umum) dan dibandingkan dengan parameter model khusus tiap titik pengamatan (model khusus) sehingga :

**Tabel 9** Perbandingan Data Pemodelan Khusus dan Umum

Metode Ukur	Model Dense Urban		Model Urban		Model Sub Urban		
	Khusus (dBm)	Umum (dBm)	Khusus (dBm)	Umum (dBm)	Khusus (dBm)	Umum (dBm)	
1	D	-66.035	-65.989	-58.399	-58.38	-77.869	-77.847
	V	-65.689	-65.628	-61.783	-61.753	-78.972	-78.946
2	D	-65.754	-65.696	-54.456	-54.621	-59.473	-59.467
	V	-64.326	-64.594	-54.476	-54.457	-63.681	-63.655
3	D	-55.746	-55.691	-64.698	-64.679	-70.774	-70.872
	V	-57.470	-57.413	-63.477	-63.452	-81.015	-81.11
4	D	-59.931	-59.873	-66.197	-70.964	-59.387	-59.366
	V	-61.61	-61.554	-70.630	-70.607	-59.136	-59.295
5	D	-54.518	-54.884	-64.271	-64.252	-59.674	-59.643
	V	-55.284	-55.331	-66.621	-66.605	-55.987	-55.963
6	D	-61.567	-61.606	-52.818	-52.799	-70.236	-70.216
	V	-60.809	-60.754	-62.998	-51.490	-70.236	-68.688
7	D	-56.472	-56.724	-51.953	-51.926	-74.404	-74.382
	V	-59.311	-59.255	-54.328	-54.308	-73.220	-73.196
8	D	-58.153	-58.097	-77.886	-77.865	-73.386	-73.364
	V	-60.106	-60.049	-78.782	-78.765	-74.176	-74.153
9	D	-59.390	-59.365	-61.368	-61.346	-70.772	-70.747
	V	-57.896	-57.831	-62.248	-62.22	-70.412	-70.387

### 5.7 Path Loss

Dengan menggunakan model propagasi cost hata dan dengan tinggi antenna yang sama yaitu 40 meter maka didapatkan nilai a(hm) sebesar -0.000919. Setelah diketahui nilai ahm barulah dapat dicari nilai path loss berdasarkan model Cost Hata, dengan menerapkan rumus model Cost Hata diperoleh nilai path loss sebesar 83.734 dB. Hasil tersebut merupakan nilai untuk *dense urban* pada titik *longitude* : 112.7419 dan *altitude* : -7.2661.

### 5.8 RSL

Nilai RSL dari tiap-tiap titik pengamatan adalah.

$$RSL = EIRP - \text{Wall Loss} - \text{Path Loss (L)} - \text{Body Loss} + \text{GRX} - (\text{handover} + \text{fading margin})$$

$$= 57.46 - 0 - 89.3219 - 3 + 0 - (0 + 10.3)$$

$$= -45.162 \text{ dBm}$$

Perhitungan diatas adalah perhitungan RSL untuk area *dense urban* dengan titik pengamatan *longitude* : 112.7419 dan *altitude* : -7.2661.

### 5.9 Penyajian Data

Dari setiap hasil yang diperoleh baik melalui pengukuran secara langsung, perhitungan link budget serta hasil dari pemodelan kualitas sinyal didapatkan hasil yang berbeda tiap metodenya, perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11** Perbandingan Data

Longitud e	Altitud e	Hitun g (dBm)	Metode	
			Model (dBm)	Ukur (dBm)
112.7419	-	-	-	-
	7.2661	45.162	55.7716	55.7702
112.7448	-	-	-	-
	7.26737	-56.15	60.743	60.736
112.7622	-	-	-	-
	7.2745	50.004	54.8352	55.06,2
112.7653	-	-	-	-
	7.27982	-47.68	64.4057	64.4058
	-	-	-55.7	-55.72
112.8001	-	-	-	-
	7.30044	63.408	-	-
112.8009	-	-	-	-
	7.29081	73.215	74.4037	74.3998

Tabel 11 merupakan tabel perbandingan dari tiap-tiap data dengan metode yang berbeda. Untuk metode pemodelan dan pengukuran disesuaikan dengan metode perhitungan dimana perhitungan hanya menghitung satu Cell Id saja. Sedangkan untuk pengukuran menggunakan data hasil seleksi berdasarkan Cell Id yang disesuaikan dengan Cell Id yang digunakan dalam perhitungan secara teoritis.

## 6. Kesimpulan

1. Pemodelan yang cocok untuk meramalkan kualitas sinyal seluler baik pada area dense urban, urban dan sub urban yaitu pemodelan ARIMA (2,0,1) dengan FIT bernilai 50% sampai 80%.

2. Formula untuk mengetahui kualitas sinyal seluler :

#### Dense Urban

$$Z_t = (1 - 0.6152 * 0.1195) + 0.1173 - (1 - 1.5793 Z_{t-1} + 0.5795 * Z_{t-2})$$

#### Urban

$$Z_t = (1 - 0.807 * 0.114) + 0.110 - (1 - 1.736 Z_{t-1} + 0.736 * Z_{t-2})$$

#### Sub Urban

$$Z_t = (1 - 0.7385 * 0.1184) + 0.1148 - (1 - 1.7385 * Z_{t-1} + 0.7385 * Z_{t-2})$$

3. Penggunaan model ARIMA (2,0,1) untuk meramalkan kualitas sinyal seluler memiliki rata-rata error relative kurang dari 1%.
4. Untuk perhitungan RSL melalui link budget harus diperhatikan kondisi objek pengamatan, dimana dengan memperhitungkan semua kemungkinan loss sehingga dapat menghasilkan nilai RSL yang mendekati kondisi nyata

#### DAFTAR PUSTAKA :

- Black Peter J, Wu Qiang. (2001) : Link Budget Of cdma 2000 1 x Ev-Do Wireless Internet AccessSystem, San Diego, Qualcomm Inc
- Chaya Dalela, M V S N Prasad, P K Dalela,” Tuning of Cost-231 Hata Model for Radio Wave Propagation Predictions”, New Delhi, India
- Ilham, Muhammad. (2009) : *Analisis Nilai Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) Tiga Sistem Jaringan (2G, 3G, CDMA) Pada Perangkat Multi Network*. Depok, Universitas Indonesia
- Jadhav A.N, Kale S. Sachin (2014) : *Sub urban Area Path Loss Propagation Prediction and Optimisation Using Hata Model at 2375 MHz*, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 3
- Khan Imranullah, Eng Chon Tan, Kamboh Ahmed Ahakeel. (2012) : *Performance Analysis of Various Path Loss Models for Wireless Network in Different Environments*, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)
- Makridakis, Spyros, Whright C.Steven, McGee, E. Victor. (1999) : *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Diterjemahkan oleh Basith A dan Untung Sus Andriyanto, Erlangga, Jakarta
- Mauludiyanto Achmad. (2006) : *Pemodelan Runtun Waktu Intensitas Dan Redaman Hujan Tropis Terhadap Gelombang Radio Pada Pita 30GHz*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Mollet S. Michael, Dr. Kisangiri Michael. (2014) : *Comparison of Empirical Propagation Path Loss Models for Mobile Communication*
- Nur Annisa, Fadhilah. (2013) : *Forecasting China's Exchange Rate Using ARIMA (Box-Jenkins) Model*, Jakarta, Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
- Popoola Isaiiah Segun, Oseni Fatai Olasunkanmi (2014) : *Empirical Path Loss Models for GSM Network Deployment in Makurdi, Nigeria*, International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)
- . (2013) : *Professional Antennas & Filters for Mobile Communications 700-3800 MHz*, USA, Kathrein Scala Division
- . (2008) : *Teknologi Jaringan Nirkabel*, Bandung, Institut Teknologi Telkom Bandung