

OPTIMASI JARINGAN HSDPA DI WILAYAH KOTA MALANG MENGUNAKAN *DRIVE TEST*

Agnes Estuning Tyas¹, Aisah², Mochammad Junus³

^{1,2,3}Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

Abstrak

Dengan adanya pengaruh pertumbuhan pelanggan dan pengaruh lingkungan dari sebuah jaringan HSDPA berupa *nodeB* yang berdiri di wilayah Kota Malang dapat mengalami integrasi. Sehingga menyebabkan pengukuran dilakukan terus menerus dan berkala untuk memberikan informasi lingkungan radio terbaru. Pihak *vendor* sebagai penyelenggara jaringan melakukan optimasi dalam rangka memberikan pelanggan kualitas layanan terbaik. Salah satunya berupa performansi jaringan yang bertujuan untuk menjamin sumber jaringan digunakan secara efisien.

Metode dalam mencapai optimasi jaringan yang sampai saat ini masih digunakan oleh *vendor* di Indonesia adalah dengan pengukuran kinerja jaringan kemudian analisis hasil pengukuran kinerja jaringan dan yang terakhir berupa *network tuning*. Untuk pengukuran kinerja jaringan menggunakan *drive test*.

Dari 13 *nodeB* di Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang memerlukan optimasi jaringan HSDPA dengan saran adanya *downtilt antenna* pada *nodeB* Ketawanggede sektor 3 yaitu sebesar 2°. Hasil perhitungan parameter *path loss* dari setiap 13 *nodeB* diperoleh nilai tertinggi 125,31 dB pada *nodeB* Ketawanggede dan terendah 114,29 dB pada *nodeB* Vinolia Malang sektor 3. Hasil perhitungan parameter RSCP pada 13 *nodeB* diperoleh nilai terbaik pada *nodeB* Vinolia Malang sektor 3 dengan RSCP sebesar -69,29 dBm. Sedangkan nilai terburuk pada *nodeB* Ketawanggede dengan RSCP sebesar -80,31 dBm. Hasil pengukuran pertama di 13 *nodeB* diperoleh 90% kuat sinyal sangat bagus dari parameter pengukuran RSCP dan 62% kualitas sinyal cukup bagus dari parameter pengukuran Ec/No. Sedangkan hasil pengukuran kedua diperoleh 48% kuat sinyal sangat bagus dari parameter RSCP dan 38% kualitas sinyal cukup bagus dari parameter Ec/No.

Kata Kunci : HSDPA, RSCP, EIRP, Pilot Pollution, *drive test*, Walfisch Ikegami, Ec/No, Downtilt Antenna.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi seluler yang hingga kini masih digunakan di Indonesia tepatnya di Kota Malang yaitu jaringan HSDPA yang berada di generasi ke 3,5 (3,5G). Jaringan HSDPA ini dikenalkan pada *release 5* dari 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) sebagai langkah evolusi untuk meningkatkan performansi dari jaringan sebelumnya yaitu WCDMA (*Wideband Mobile Code Division Multiple Access*) untuk *downlink* yang berada pada generasi ke 3 (3G)^[1].

Sedangkan optimasi merupakan proses yang berkesinambungan sepanjang rentang kehidupan jaringan. *NodeB* yang terintegrasi sebagai akibat dari perubahan pertumbuhan pelanggan atau karena pengaruh lingkungan, dan degradasi peralatan membuat pengukuran terus menerus untuk memberikan informasi lingkungan radio terbaru.^[11] Dan optimasi jaringan merupakan penentuan konfigurasi jaringan untuk mencapai kinerja terbaik^[3]. Optimasi jaringan dapat melalui tahapan pengukuran *drive test*.

Dengan *drive test* mampu mengevaluasi kinerja jaringan dari perspektif *user* serta memberikan informasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan kepuasan *user*.^[4] Beberapa parameter pengukuran kualitas jaringan yang diperoleh dari *drive test* seperti *Received Signal Code Power* (RSCP) dan Ec/No. Kemudian dari data hasil *drive*

test tersebut dapat dijadikan sebagai penyelesaian dengan melakukan optimasi untuk jaringan HSDPA. Selain melalui pengukuran *drive test*, parameter RSCP juga dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan *path loss*

terlebih dahulu kemudian perhitungan *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP).

Berdasarkan data hasil pengukuran *drive test* dan dari hasil perhitungan maka dalam mencapai optimasi jaringan HSDPA dapat dilakukan analisis mengenai hasil pengukuran kualitas jaringan HSDPA dengan mempertimbangkan target *Key Performance Indicator* (KPI) dan perhitungan dari kualitas jaringan HSDPA di wilayah Kota Malang serta membandingkan hasil dari pengukuran dan perhitungan. Oleh karena itu penulis dapat menentukan judul yakni “Optimasi HSDPA Di Wilayah Kota Malang Menggunakan *Drive Test*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tersebut maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana optimasi jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang?
2. Bagaimana pengukuran parameter *drive test* kualitas jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang?

3. Bagaimana perhitungan parameter *drive test* kualitas jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang?
4. Bagaimana perbedaan pengukuran dan perhitungan parameter *drive test* HSDPA di wilayah Kota Malang?

Hijau Muda	-8 to -4	Bagus
Biru	-12 to -8	Cukup Bagus
Biru Muda	-16 to -12	Sedang
Kuning	-20 to -16	Buruk
Merah	-32 to -20	Sangat Buruk

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah berikut :

1. Mengetahui optimasi jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang.
2. Mengetahui hasil pengukuran parameter *drive test* kualitas jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang.
3. Mengetahui hasil perhitungan parameter *drive test* kualitas jaringan HSDPA di beberapa wilayah Kota Malang.
4. Mengetahui perbedaan pengukuran dan perhitungan parameter *drive test* HSDPA di wilayah Kota Malang.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 HSDPA

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) adalah sebagai bagian dari standarisasi 3GPP Release 5 dengan spesifikasi versi pertama pada Maret 2002. *High Speed Uplink Packet Access* (HSUPA) adalah bagian dari 3GPP Release 6 dengan versi pertama bulan Desember 2004.^[10]

2.2 Drive Test

Drive test merupakan sumber informasi yang sangat baik tentang nilai dari *signal strength*. Digunakan perangkat yang dilengkapi dengan GPS. Perangkat ini mampu mengukur kekuatan dari tiap *base station*, mengidentifikasi sumber dan menyediakan *log* dari pengukuran dengan waktu dan lokasi.

2.3 RSCP

Suatu *mobile terminal* terdapat tipe pengukuran pada *Common Pilot Channel* (CPICH) yaitu *Received Signal Code Power* (RSCP), digunakan untuk evaluasi *downlink* (DL), *uplink* (UL) dan untuk estimasi *path loss*.^[3]

$$RSCP = EIRP - \text{Path Loss} - \Sigma(\text{Handover} + \text{Fading Margin}) \quad (2.1)$$

Tabel 2.1 Rentang Nilai RSCP

Warna	Rentang Nilai (dBm)	Golongan
Hijau Tua	-75 to 0	Sangat Bagus
Hijau Muda	-85 to -75	Bagus
Kuning	-95 to -85	Buruk
Merah	-120 to -95	Sangat Buruk

2.4 Ec/No

CPICH Ec/No merupakan energi yang diterima per *chip* dibagi dengan rapat daya di *band*. Titik referensi untuk CPICH Ec/No adalah konektor antenna dari *user equipment*.

Tabel 2.2 Rentang Nilai Ec/No

Warna	Rentang Nilai (dBm)	Golongan
Hijau Tua	-4 to 0	Sangat Bagus

2.5 Walfisch Ikegami

Pada model ini dianggap penggunaannya untuk *microcell* ketika antenna pemancar lebih rendah ketinggiannya dibanding dengan bangunan disekitarnya.

$$L = L_{bf} + L_{rts} + L_{msd} \quad (2.2)$$

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log(\omega_s [m]) + 10 \log(f [MHz]) +$$

$$20 \log(\Delta h_{Rf} [m]) + L_{ori} \quad (2.3)$$

$$L_{bf} = 32,44 + 20 \log(d_{tot} [km]) + 20 \log f [MHz] \quad (2.4)$$

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d_{tot} [km]) +$$

$$k_f \log(f [MHz]) - 9 \log(d_s [m]) \quad (2.5)$$

2.6 EIRP

EIRP merupakan daya efektif yang berasal dari *base station*, setelah kenaikan variabel dan redaman, dapat dihitung dengan rumus berikut^[12] :

$$EIRP = TX \text{ Power} - (\text{Cable \& connector}) + TX \text{ Antenna Gain} \quad (2.6)$$

2.7 Optimasi Jaringan

Optimasi jaringan adalah proses untuk memperbaiki keseluruhan kualitas jaringan sebagai pengalaman oleh pelanggan *mobile* dan untuk menjamin sumber jaringan tersebut digunakan secara efisien. Optimasi terdiri dari pengukuran performa, analisis dari hasil pengukuran, memperbaharui konfigurasi jaringan dan parameter.^[9]

2.8 Antenna Downtilt

Metode *antenna downtilt* dapat berupa *mechanical* atau *electrical*. *Mechanical tilting* dilaksanakan pada saat instalasi antenna.

$$\theta_{geo} = \tan^{-1} \frac{(h_t - h_r)}{d} \quad (2.7)$$

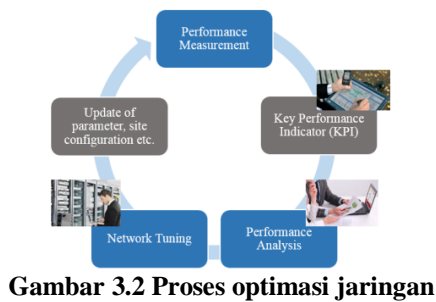
III. Metode Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

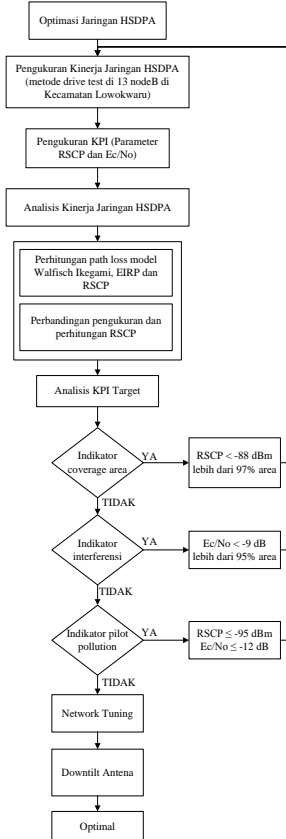


Gambar 3.1 Tahapan penelitian

3.2 Diagram Alir Pembuatan Sistem



Gambar 3.2 Proses optimasi jaringan



Gambar 3.3 Diagram alir proses optimasi jaringan HSDPA

Gambar 3.3 tentang penjelasan lebih lanjut dari Gambar 3.2 yang berupa tahapan optimasi jaringan yang digunakan. Dengan bantuan simulasi perhitungan dari software Delphi7. Dilakukan perbandingan dengan nilai RSCP yang diperoleh dari drive test.

IV. Hasil Pengujian dan Pembahasan
4.1 Pengukuran Kinerja Jaringan HSDPA
4.1.1 Penentuan Key Performance Indicator (KPI)

Maka pada penentuan Key Performance Indicator (KPI) berasal dari 3 sumber yang digunakan yaitu yang pertama dari salah satu vendor telekomunikasi di Indonesia. Yang kedua dari literatur oleh Qualcomm. Dan yang ketiga dari jurnal karya Qi Liu berjudul *The Study and Optimization of CDMA Network Pilot Pollution*.

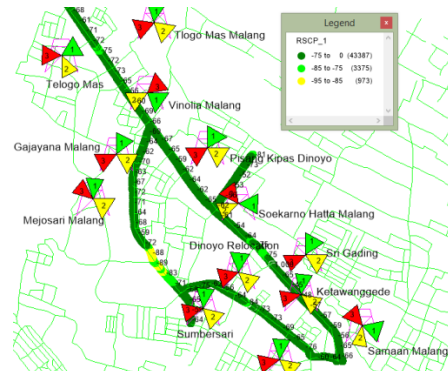
Tabel 4.1 Key performance indicator jaringan HSDPA

Indikator	KPI	KPI Target
Coverage Area	Pengukuran RSCP	> -88 dBm lebih dari 97% area

Interferensi	Pengukuran Ec/No	> -9 dB lebih dari 95% area
Pilot Pollution	Pengukuran RSCP	≥ -95 dBm
	Pengukuran Ec/No	≥ -12 dB

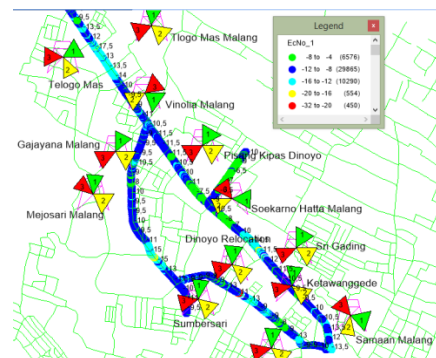
4.2 Analisis Kinerja Jaringan HSDPA
4.2.1 Hasil Pengukuran Drive Test

Pengukuran pertama mengidentifikasi 13 nodeB di Kecamatan Lowokwaru. Dan pengukuran kedua mengidentifikasi 11 nodeB di Kecamatan Lowokwaru. Hasil pengukuran drive test tersebut di analisa menggunakan software MapInfo dan dikelompokkan berdasarkan parameter RSCP dan Ec/No.



Gambar 4.1 Plotting drive test pengukuran pertama parameter RSCP

Hasil pengukuran pertama untuk parameter RSCP menunjukkan persentase sebesar 90 % mendominasi pengukuran pertama dengan kuat sinyal sangat bagus. Dan hanya sebesar 2% dari pengukuran dengan kuat sinyal buruk.



Gambar 4.2 Plotting drive test pengukuran pertama parameter Ec/No

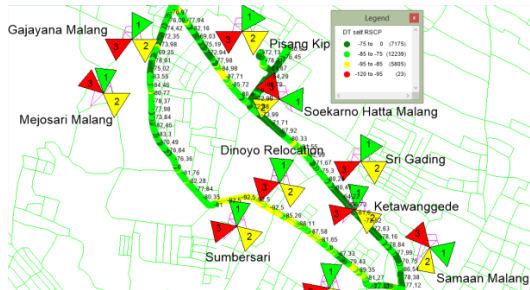
Hasil pengukuran pertama untuk parameter Ec/No menunjukkan persentase sebesar 62 % mendominasi pengukuran pertama dengan kualitas sinyal cukup bagus. Sedangkan hanya 1% dari pengukuran pertama dengan kualitas sinyal sangat buruk.

Tabel 4.1 Rata - rata RSCP dari pengukuran pertama

No	Kelurahan	Rata - Rata RSCP (dBm)	Kategori
1	Jatimulyo	-73	Sangat Bagus
2	Dinoyo	-73	Sangat Bagus
3	Penanggungan	-77,5	Bagus
4	Ketawanggede	-67	Sangat Bagus
5	Samaan	-73	Sangat Bagus

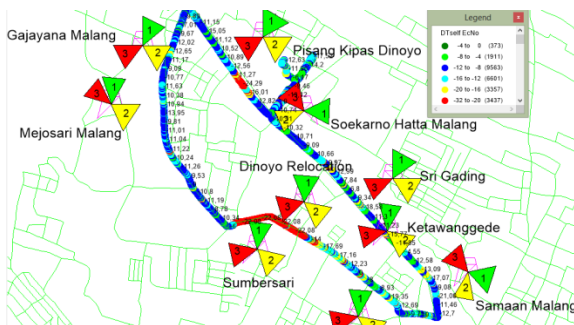
6	Sumbersari	-77,5	Bagus
7	Tlogomas	-73	Sangat Bagus

Tabel 4.1 menunjukkan level sinyal terbaik berada di 5 kelurahan yaitu Jatimulyo, Dinoyo, Ketawanggede, Samaan dan Tlogomas sebesar -73 dBm. Sedangkan untuk kelurahan Penanggungan dan Summersari masuk dalam kategori level sinyal bagus yaitu sebesar -77,5 dBm.



Gambar 4.3 Plotting drive test pengukuran kedua parameter RSCP

Hasil pengukuran kedua untuk parameter RSCP menunjukkan persentase sebesar 48% mendominasi pengukuran kedua dari 25.242 titik pengukuran dengan kuat sinyal sangat bagus. Sedangkan persentase 23% dalam kuat sinyal buruk.



Gambar 4.4 Plotting drive test pengukuran kedua parameter Ec/No

Hasil pengukuran kedua untuk parameter Ec/No menunjukkan persentase sebesar 38% mendominasi hasil pengukuran kedua dengan kualitas sinyal cukup bagus. Sedangkan persentase terendah sebesar 1% dengan kualitas sinyal sangat bagus.

4.2.2 Perhitungan CPICH RSCP Jaringan HSDPA

Perhitungan CPICH RSCP untuk jaringan HSDPA terdiri dari perhitungan *path loss* menggunakan model Walfisch Ikegami, perhitungan *effective isotropic radiated power* (EIRP) dan perhitungan CPICH RSCP. Dalam tahap perhitungan penulis menggunakan bantuan simulasi perhitungan yang dibuat oleh penulis menggunakan pemrograman bahasa C dengan *software* Delphi7 Enterprise.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan *path loss* di 13 *nodeB*

Nama NodeB	Path Loss (dB)
Vinolia Malang sektor 3	114,29
Telogo Mas	117,65
Mejosari Malang	118,53
Pisang Kipas Dinoyo	118,85

Vinolia Malang sektor 1	119,18
Vinolia Malang sektor 2	119,18
Dinoyo Relocation	119,18
Sri Gading	119,18
Soekarno Hatta Malang	119,18
Tlogo Mas Malang	119,90
Gajayana Malang	120,67
Gadingkasri	120,67
Samaan Malang	121,54
Sumbersari	122,02
Ketawanggede	125,31

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil perhitungan *path loss* menggunakan simulasi perhitungan dengan nilai tertinggi 125,31 dB pada *nodeB* Ketawanggede dan nilai terendah 114,29 pada *nodeB* Vinolia Malang di sektor 3.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan EIRP

Nama NodeB	EIRP (dBm)
Ketawanggede	57
Sumbersari	
Samaan Malang	
Gadingkasri	
Gajayana Malang	
Tlogo Mas Malang	
Dinoyo Relocation	58
Sri Gading	
Soekarno Hatta Malang	57
Pisang Kipas Dinoyo	
Mejosari Malang	
Telogo Mas	
Vinolia Malang	

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa *gain* antenna sektoral yang digunakan oleh setiap *nodeB* mempengaruhi nilai daya efektif yang berasal dari *nodeB* yang kemudian dipancarkan ke *user*. Dengan *gain* antenna 18 dBi, daya efektif yang dipancarkan sebesar 58 dBm.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan CPICH RSCP

Nama NodeB	RSCP (dBm)
Ketawanggede	-80,31
Sumbersari	-77,02
Samaan Malang	-76,54
Gadingkasri	-75,67
Gajayana Malang	-75,67
Tlogo Mas Malang	-74,89
Vinolia Malang sektor 1	-74,18
Vinolia Malang sektor 2	-74,18
Dinoyo Relocation	-74,18
Soekarno Hatta Malang	-74,18
Pisang Kipas Dinoyo	-73,85
Mejosari Malang	-73,53
Sri Gading	-73,18
Telogo Mas	-72,64
Vinolia Malang sektor 3	-69,29

Dari hasil perhitungan CPICH RSCP diperoleh nilai terendah pada *nodeB* Vinolia Malang sektor 3 dengan -69,29 dBm kategori RSCP sangat bagus, Sedangkan nilai tertinggi pada *nodeB* Ketawanggede dengan -80,31dBm kategori RSCP bagus. Kemudian dilakukan perhitungan rata – rata RSCP berdasar tiap kelurahan. Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan rata – rata RSCP.

Tabel 4.5 Rata – rata perhitungan RSCP dari 13 *nodeB*

Nama NodeB	Kelurahan	Rata – Rata RSCP (dBm)
Sri Gading	Jatimulyo	-74,02

Tlogo Mas Malang		
Pisang Kipas Dinoyo		
Soekarno Hatta Malang		
Mejosari Malang	Dinoyo	-73,37
Gajayana Malang		
Vinolia Malang		
Dinoyo Relocation	Penanggungan	-74,92
Gadingkasri		
Sumbersari	Sumbersari	-77,01
Samaan Malang	Samaan	-76,54
Ketawanggede	Ketawanggede	-80,31
Telogo Mas	Tlogomas	-72,64

4.2.3 Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan RSCP

Pada Tabel 4.6 menunjukkan perbandingan antara perhitungan RSCP dengan pengukuran RSCP. Terdapat selisih antara perhitungan dan pengukuran.

Tabel 4.6 Perbandingan RSCP perhitungan dan pengukuran pertama

Kelurahan	Rata - Rata RSCP ukur (dBm)	Rata - Rata RSCP 2 hitung (dBm)	Kategori
Jatimulyo	-73	-74,02	Sangat Bagus
Dinoyo	-73	-72,82	
Penanggungan	-77,5	-74,92	
Ketawanggede	-67	-80,31	Bagus
Samaan	-73	-76,54	
Sumbersari	-77,5	-77,01	
Tlogomas	-73	-72,64	

Selisih antara perhitungan dengan pengukuran disebabkan oleh hasil pengukuran pertama pada titik pengukuran di sekitar *nodeB* Ketawanggede dalam kondisi *user* ter-cover oleh *nodeB* lainnya yaitu SB3G45211 dan SB3G45212. Sehingga penerima hanya memperoleh RSCP sebesar -80,31 dBm.

Sedangkan padaperhitungan *path loss*, EIRP hingga RSCP perbedaan pada nilai pengukuran dengan perhitungan disebabkan nilai perhitungan tanpa memperhitungkan adanya *pilot pollution*. Sehingga nilai perhitungan merupakan nilai ideal dari 13 *nodeB* di Kecamatan Lowokwaru.

4.2.4 Analisis KPI

a Indikator Coverage Area

Dimana prediksi *coverage area* mempertimbangkan kanal pilot (CPICH). Untuk *downlink coverage* CPICH harus diverifikasi dengan mempertimbangkan RSCP dari CPICH.

Tabel 4.7 Penentuan indikator *coverage area*

	Indikator Coverage Area	Capaian
Pengukuran pertama	Lebih besar dari -88 dBm di 97% area pengukuran	90% area < -75 dBm 7% area < -85 dBm
Pengukuran kedua		28% area < -75 dBm 48% area < -85 dBm

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa untuk indikator *coverage area* pada pengukuran pertama dan kedua menunjukkan kualitas layanan yang diberikan kepada *user* telah terpenuhi dengan baik.

b Indikator Interferensi

Interferensi biasanya diukur dengan CPICH *energy per chip to total received power* (Ec/No). Penurunan nilai Ec/No mengindikasikan kenaikan

interferensi di *cell* lain dimana juga meningkatkan kebutuhan akan trafik daya *downlink*.

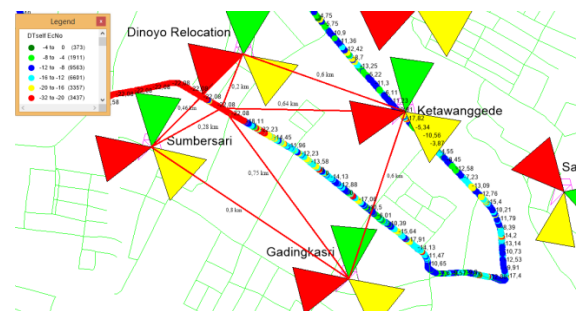
Tabel 4.8 Penentuan indikator interferensi

	Indikator Interferensi	Capaian
Pengukuran Pertama	Lebih besar dari -9 dB di 95% area pengukuran	76 % area < -9 dB
Pengukuran Kedua		47 % area < -9 dB

Dari Tabel 4.8 menunjukkan untuk interferensi dikatakan tidak memenuhi target karena KPI target untuk Ec/No >-9 dB sebesar 95% dari keseluruhan area pengukuran. Menunjukkan kualitas layanan yang diberikan kepada *user* telah terpenuhi dengan baik.

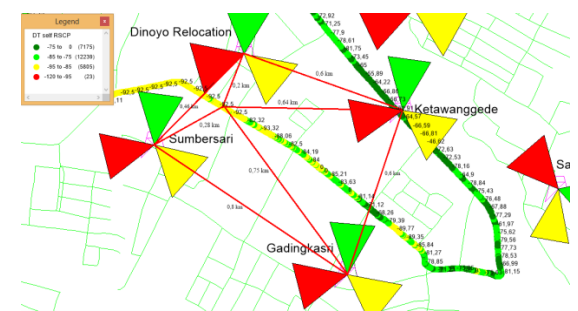
c Indikator Pilot Pollution

Kejadian *pilot pollution* tidak hanya disebabkan oleh 1 alasan, dimungkinkan gabungan dari beberapa faktor. Biasanya lokasi *nodeB*, kondisi lingkungan geografi sekitar, efek pembangunan bangunan yang tinggi dan sudut azimuth antena yang salah.



Gambar 4.5 Plotting pengukuran kedua parameter Ec/No

Gambar 4.5 menunjukkan hasil pengukuran kedua *drive test* untuk parameter Ec/No. Ditemukan pengukuran kedua titik berwarna merah di dekat *nodeB* Sumbarsari, Dinoyo Relocation, Gadingkasri dan Ketawanggede dengan nilai Ec/No -22,08 dB.



Gambar 4.6 Plotting pengukuran kedua parameter RSCP

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengukuran kedua *drive test* untuk parameter RSCP. Sebelumnya ditemukan pengukuran kedua titik berwarna merah di dekat *nodeB* Sumbarsari, Dinoyo Relocation, Gadingkasri dan Ketawanggede dengan nilai Ec/No -22,08 dB. Di titik yang sama diperoleh nilai RSCP -92,5 dBm.

Tabel 4.9 Penentuan indikator *pilot pollution*

	Indikator Pilot Pollution	Capaian
--	---------------------------	---------

Pengukuran Pertama	RSCP \geq -95 dBm	RSCP = -83 dBm
Pengukuran Kedua	Ec/No \geq -12 dB	Ec/No = -22 dB
		RSCP = -92,5 dBm
		Ec/No = -22,08 dB

Berdasar pada jurnal karya Qi Liu untuk parameter RSCP $>$ -90 dBm dan Ec/No $>$ -12 dB maka kondisi *pilot pollution* terpenuhi. Sehingga KPI target untuk *pilot pollution* pengukuran pertama tidak terpenuhi dan tidak muncul *pilot pollution*. Pada KPI target untuk *pilot pollution* pengukuran kedua terpenuhi dan muncul *pilot pollution*.

4.3 Network Tuning Jaringan HSDPA

4.3.1 Penentuan Downtilt Antenna

Agar tidak terjadi *pilot pollution* maka salah satu cara pada *network tuning* yaitu melakukan *downtilting antenna*. NodeB Ketawanggede dipilih pada sektor 3 dilakukan *downtilting antenna* sebesar 2°. Sektor 3 nodeB Ketawanggede dipilih karena berdasarkan pemetaan di MapInfo kondisi *pilot pollution* terjadi di cakupan wilayah sektor 3. Berikut penjabaran untuk *downtilting antenna* nodeB Ketawanggede sektor 3. Menentukan *mechanical tilting antenna* menggunakan persamaan (2.7).

$$\theta_{geo} = \tan^{-1} \left(\frac{h_t - h_r}{d} \right)$$

$$\theta_{geo} = \tan^{-1} \left(\frac{17,5 - 1,5}{450} \right)$$

$$\theta_{geo} = \tan^{-1} (0,0355)$$

$$\theta_{geo} = 2^\circ$$

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

- Jumlah nodeB yang berada di Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang sejumlah 13 nodeB, dari hasil optimasi diperoleh bahwa nodeB Ketawanggede sektor 3 disarankan untuk *downtilt antenna* sebesar 2°. Karena hasil pengukuran di titik cakupan nodeB Ketawanggede, Sumpalsari, Gadingkasri dan Dinoyo Relocation ditemukan adanya *pilot pollution*.
- Kualitas jaringan HSDPA dari 13 nodeB yang berada di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang menunjukkan hasil pengukuran pertama menggunakan *drive test* untuk parameter RSCP sebesar 90 % kuat sinyal sangat bagus dan untuk parameter Ec/No sebesar 62 % kualitas sinyal cukup bagus. Sedangkan hasil pengukuran kedua untuk parameter RSCP sebesar 48 % kuat sinyal sangat bagus dan untuk parameter Ec/No sebesar 38 % kualitas sinyal cukup bagus.
- Kualitas jaringan HSDPA dari 13 nodeB yang berada di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang menunjukkan 3 hasil perhitungan meliputi *path loss*, EIRP dan RSCP. Untuk hasil perhitungan *path loss* nilai tertinggi 125,31 dB pada nodeB Ketawanggede dan nilai terendah 114,29 pada nodeB Vinolia Malang di sektor 3. Untuk hasil perhitungan EIRP nilai tertinggi 58 dBm pada nodeB Sri Gading. Untuk hasil perhitungan

RSCP nilai terendah pada nodeB Vinolia Malang sektor 3 dengan -69,29 dBm kategori RSCP sangat bagus dan nilai tertinggi pada nodeB Ketawanggede dengan -80,31dBm kategori RSCP bagus.

- Perbedaan RSCP pengukuran dan perhitungan disebabkan pada titik pengukuran di sekitar nodeB Ketawanggede dalam kondisi *user ter-cover* oleh nodeB lainnya dan nilai parameter perhitungan tanpa memperhitungkan adanya *pilot pollution*. Sehingga nilai hasil perhitungan *path loss*, EIRP dan RSCP merupakan nilai ideal dari 13 nodeB di Kecamatan Lowokwaru.

5.2 Saran

- Penelitian dapat dikembangkan dengan menambah parameter *drive test* yang lain seperti *scrambling code*, *throughput*, sehingga prediksi kualitas jaringan dapat semakin diperjelas.
- Simulasi perhitungan dapat menggunakan *software* selain Delphi7, contohnya seperti Matlab dengan keunggulan bahasa pemrograman yang lebih mudah dipahami.
- Simulasi perhitungan dapat dikembangkan dengan penambahan *database*. Karena dengan bentuk *database* maka data perhitungan dapat di simpan dan diolah kembali.

Daftar Pustaka

- A. Wacker and J. Laiho, editors. 2006. *Radio Network Planning and Optimisation for UMTS 2nd Edition*. England: John Wiley & Sons. Ltd.
- 3GPP. 2003. Overview of 3GPP Release 5. Finland: ETSI.
- Siomina, I. 2007. *Radio Network Planning and Resource Optimization*. Sweden:LiU-Tryck.
- Ascom.2012.*TEMS Investigation 14.1 Technical Product Description*.
- Halim dan Muayyadi. 2011. Analisis Performansi dan Optimasi HSDPA Studi Kasus Bandung Selatan. (<https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/92035/analisis-performansi-dan-optimasi-hsdpa-studi-kasus-bandung-selatan.html>) diakses 2 Desember 2015.
- Siswandari, Syaikhuddin dan Wijayanti. 2012. Analisa Unjuk Kerja Layanan 3G di Surabaya. (repo.pens.ac.id/2405/) diakses 29 November 2015.
- Khan, Saeed, Shah, dan Yasin. 2014. *Capacity Dimensioning of HSDPA Urban Network*. (<http://www.ijcnis.org/index.php/ijcnis/article/viewFile/651/143>) diakses 28 Maret 2016.
- H.Holma dan A.Toskala. 2004. *WCDMA for UMTS Radio Access for Third Generation Mobile Communications*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- H.Holma dan A.Toskala. 2006. *HSDPA/HSUPA for UMTS High Speed Radio Access for Mobile Communications*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Jukka dan Matti. 2004. *UMTS Radio Network Planning, Optimization and QoS Management for Practical Engineering Task*. USA: Kluwer Academic Publishers.

- [11] Niemela, Isotalo dan Lempiainen. J. 2005. *Optimum Antenna Downtilt Angles for Macrocellular WCDMA Network*.
(http://www.cs.tut.fi/tlt/RNG/publications/docs/topology/antenna_downtilt.pdf) di akses 2 Mei 2016.
- [12] Tanaka, Ishii, Sao, Iizuka dan Nakamori. *HSDPA Throughput Performances Using an Experimental HSDPA Transmission System*. (NTT DoCoMo Technical Journal Vol. 6 No.4)