

ANALISIS IMPLEMENTASI JARINGAN CDMA20001X EVDO REV-A

DI KOTA MALANG

Alvita Arini¹, Ir.Wahyu Adi Priyono, M.Sc.², Asri Wulandari, ST.,MT.³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: alvita.arini@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu teknologi yang menyediakan layanan data dengan kecepatan tinggi yang sedang berkembang saat ini adalah teknologi CDMA20001x EVDO. Jaringan CDMA mengalami perkembangan dimana pada umumnya dengan melakukan perubahan/ *upgrade* pada modul-modul dan *software* pada sisi *Base Station* sehingga didapatkan peningkatan *data rate* baik dari segi *forward link* maupun *reverse link*. Jaringan CDMA20001x EVDO memiliki kelebihan seperti kecepatan transfer data yang tinggi dan kapasitas sistem yang lebih besar dibandingkan dengan CDMA20001x.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai perkiraan jumlah pelanggan provider Flexi di Kota Malang tahun 2013 menggunakan perhitungan tren yang tepat. Melakukan analisis performansi kapasitas BTS pada jaringan CDMA20001x EVDO Rev-A untuk layanan data yang berlokasi di lima kecamatan di Kota Malang. Adapun parameter yang diamati antara lain kapasitas sistem, OBQ (*Offered Bit Quantity*), MAPL (*Maximum Allowable Pathloss*) dan radius sel.

Berdasarkan data yang didapatkan, teknologi EVDO Rev-A mengalami peningkatan pada OBQ dan kapasitas sistem dibandingkan dengan teknologi 1x. OBQ pada Wilayah Urban meningkat dari 109,6 kbps/km² menjadi 4720,6 kbps/km². Sedangkan untuk daerah Sub-Urban OBQ meningkat mencapai 1006,3 kbps/km². Kapasitas sistem maksimum yang disediakan pada teknologi EVDO Rev-A untuk Wilayah Urban yaitu sebesar 643 user sedangkan untuk Wilayah Sub-Urban sebesar 935 user. Nilai dari parameter *interference margin* mempengaruhi besarnya *pathloss*, radius sel dan jumlah user dalam sel. Semakin besar nilai *interference margin* maka nilai *pathloss* akan menurun dan mengakibatkan radius di dua lingkungan propagasi yang berbeda (urban dan Sub-urban) ikut menurun. Dengan berkurangnya nilai radius di suatu daerah akan mempengaruhi jumlah user yang dapat terlayani di daerah tersebut.

Kata Kunci : EVDO Rev-A, kapasitas sistem, OBQ, Interference Margin

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan sistem komunikasi baik data maupun suara, maka pengembangan implementasi teknologi terus dilakukan untuk memenuhi kepuasan masyarakat akan komunikasi yang handal. Salah satu teknologi data dengan kecepatan tinggi yang sedang berkembang saat ini adalah teknologi CDMA20001x EVDO (3G). Kendala utama untuk menerapkan jaringan nirkabel berkecepatan tinggi adalah minimnya lebar pita (*bandwidth*), yang dapat dipakai. EVDO . Jaringan CDMA mengalami perkembangan dimana perkembangan pada umumnya dengan melakukan perubahan/ *upgrade* pada modul-modul dan *software* pada sisi *Base Station* sehingga didapatkan peningkatan *data rate* baik dari segi *forward link* maupun *reverse link*-nya. Jaringan CDMA20001x EVDO memiliki kelebihan seperti kecepatan transfer data yang tinggi dan kapasitas system yang lebih besar dibandingkan dengan CDMA20001x.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai implementasi jaringan CDMA20001x EVDO di Kota Malang dan membandingkan performansi jaringan ini dengan teknologi CDMA20001x. Analisis yang dilakukan meliputi perhitungan kapasitas trafik (OBQ), kapasitas sistem, *link budget*, *pathloss* dan *radius* sel BTS. Hal yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi jaringan CDMA20001x EVDO jika dibandingkan dengan jaringan CDMA20001x pada aplikasi Flexi di Kota Malang, sehingga akan diketahui apakah dengan diterapkan jaringan CDMA20001x EVDO, kualitas layanan yang ada pada jaringan sebelumnya dapat ditingkatkan atau tidak. Selain itu untuk mengetahui apakah teknologi CDMA20001x yang telah diterapkan lebih dahulu di Kota Malang dapat dimigrasikan seluruhnya ke teknologi EVDO Rev-A.

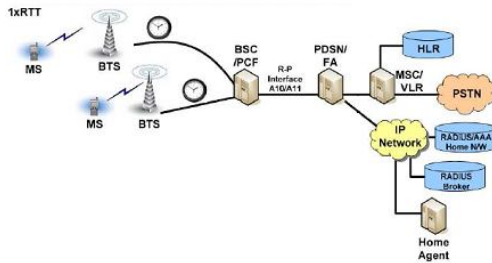
Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji performansi jaringan CDMA20001x EVDO di Area Kota Malang dan membandingkannya dengan jaringan CDMA20001x pada aplikasi Flexi di Malang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

CDMA adalah salah satu teknik akses jamak (*Multiple Access*) yang memisahkan percakapan dalam domain kode. Sistem CDMA dapat digunakan pada band frekuensi yang sama dan dalam waktu yang sama untuk masing-masing *user*. Dalam spesifikasi ini kecepatan transfer data minimum yang diharuskan adalah 144Kbps. Teknologi ini memiliki *data rate* yang cukup dan mampu menangani koneksi paket data. Layanan suara (*voice*) dan *data call* dapat dilakukan secara serentak. *Fixed Wireless* dan koneksi internet dapat disediakan juga. Dibandingkan dengan IS-95(CDMA One), jaringan CDMA2000 1x mengalami beberapa pengembangan seperti kontrol daya yang lebih baik, *uplink pilot channel*, teknik *vocoder* baru, pengembangan kode *Walsh* serta perubahan skema modulasi.

Gambar 1 Arsitektur Jaringan CDMA20001x

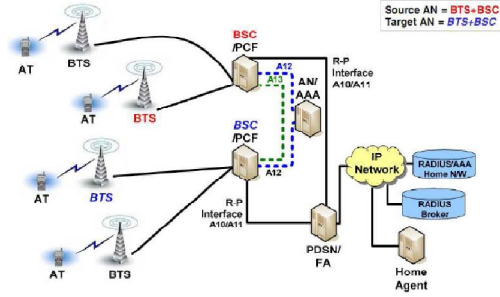


(Sumber : PT.Telkom Indonesia Tbk. PL-5 Planning & Design)

Teknologi dan Konsep Dasar Jaringan CDMA 20001x EVDO

Teknologi CDMA20001x EV-DO menawarkan peningkatan pada kecepatan di dua jalur *forward* dan *reverse* dengan cara meningkatkan kemampuan *data rate* sehingga kualitas transmisi data menjadi lebih efisien. Peningkatan juga dilakukan dengan cara mengganti *card* fungsi antena pada BTS yang semula *card* antena hanya mentransmisikan layanan suara, menjadi *card* antena yang mampu mentransmisikan layanan data dan menjadikan BTS ke IP BTS.

Gambar 2 Arsitektur Jaringan CDMA20001x EVDO



(Sumber: PT.Telkom Indonesia Tbk. PL-5 Planning & Design)

Perhitungan Jumlah Penduduk

Prediksi pertambahan jumlah penduduk hingga beberapa tahun kedepan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan jaringan karena menentukan kebijaksanaan dan strategi dalam pengembangan sistem. Metode deret berkala terdiri dari 3 jenis trend, yaitu trend linier, trend kuadrat dan trend eksponensial.

• Trend Linier

Persamaan umum trend linier :

$$Y' = a + b.X \quad (2)$$

Y' = Variabel tak bebas hasil ramalan (kepadatan pelanggan); X = Variabel bebas berupa periode waktu; a dan b = Konstanta

Nilai konstanta a dan b dapat dicari dengan mengeliminasi persamaan:

$$\Sigma Y = n.a + b.\Sigma X \quad (3)$$

$$\Sigma XY = a.\Sigma X + b.\Sigma X^2$$

X = Unit periode waktu pengamatan (1,2,3 dan seterusnya); Y = Data kepadatan pelanggan sebenarnya.

• Trend Kuadrat

Bentuk umum persamaan ini adalah :

$$Y' = a + b.X + c.X^2 \quad (4)$$

Untuk mencari hasil dari a , b dan c maka digunakan persamaan-persamaan berikut :

$$\Sigma Y = a.n + b.\Sigma X + c.\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a.\Sigma X + b.\Sigma X^2 + c.\Sigma X^3 \quad (5)$$

$$\Sigma X^2 Y = a.\Sigma X^2 + b.\Sigma X^3 + c.\Sigma X^4$$

• Trend Eksponensial

Persamaan umum trend eksponensial:

$$Y' = a.bX \quad (6)$$

Bila $\log Y' = Y_0$; $\log a = a_0$ dan $\log b = b_0$, maka persamaan trend eksponensial tersebut menjadi :

$$Y_0 = a_0 + b_0 X \quad (7)$$

Nilai konstanta a_0 dan b_0 dapat dicari dengan persamaan

$$a_0 = \frac{\sum Y_0 - b_0 \sum X}{n} \quad (8)$$

$$b_0 = \frac{\sum XY_0 - a_0 \sum X}{\sum X^2}$$

Sehingga besarnya Y' dapat dicari dengan persamaan

$$Y' = 10^{Y_0} \quad (9)$$

Kapasitas Trafik

Pada penelitian ini menggunakan OBQ untuk estimasi kebutuhan trafik total layanan.

$$OBQ = \delta \times p \times d \times BHCA \times BW \quad (\text{kbps/km}^2) \quad (10)$$

δ = Kepadatan pelanggan potensial dalam suatu daerah (user/km^2); p = Penetrasi pengguna tiap layanan; d = Durasi atau lama panggilan efektif (second); BW = *Bandwidth* tiap layanan (kbps); $BHCA$ = *Busy Hour Call Attempt* (Call/second).

Kapasitas Sistem

Kapasitas sistem pada CDMA dapat didefinisikan sebagai kanal yang dapat disediakan dalam 1 *bandwidth* sebesar 1,25 MHz.

$$M_{\max} = G_p \left[\frac{\eta_c}{\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{v_f(1+f)}} \right] \quad (11)$$

M_{\max} = Kapasitas kanal maksimum (kanal); G_p = *Processing gain* atau senilai dengan (Bw/Rb) ; E_b/N_0 = Rasio energi tiap bit terhadap total interferensi dan kerapatan daya *thermal noise* (dB); η_c = Faktor kontrol daya yang tidak sempurna ($1-10^{0,1\eta_c}$); v_f = Faktor aktivitas trafik *voice* atau data = 1; f = Faktor interferensi dari sel lain.

Efisiensi Cakupan dan Link Budget

Link budget memperhitungkan semua hal yang berhubungan dengan sistem transmisi dari BTS ke *user*, yaitu *pathloss*, daya pancar BTS, sensitivitas penerima, *gain antenna* pemancar dan penerima, rugi-rugi yang lain (rugi-rugi saluran transmisi, rugi-rugi bangunan, dan sebagainya).

Model Propagasi Okumura-Hatta

Pada pengukuran model Okumura Hatta ini daerah pengukurannya dibedakan menjadi 3 kategori, yaitu Urban, Sub Urban dan Rural.

- Untuk daerah Urban (kota) :

$$L_{U(\text{dB})} = C_1 + C_2 \log(f) - 13.82 \log(h_b) - a(h_m) + [44.9 - 6.55 \log(h_b)] \log d \quad (12)$$

L_U = Rugi propagasi daerah urban (dB); f = Frekuensi (MHz); h_b = Tinggi antenna BS (m); h_m = Tinggi antenna MS (m); d = Jarak antara MS dan BS (km); $C_1 = 69.55$ untuk $400 \leq f \leq 1500$ MHz, 46.30 untuk $1500 \leq f \leq 2000$ MHz; $C_2 = 26.16$ untuk $400 \leq f \leq 1500$ MHz, 33.90 untuk $1500 \leq f \leq 2000$ MHz

$a(h_m)$ merupakan faktor koreksi tinggi antenna penerima efektif yang nilainya sebagai berikut :

- Untuk Kota Kecil dan Menengah (Suburban)

$$a(h_m)_{(\text{dB})} = (1.1 \log f_c - 0.7) h_m - (1.56 \log f_c - 0.8) \quad (13)$$

- Untuk Kota Besar (Urban)

$$a(h_m) = 8.29 (\log 1.54 h_m)^2 - 1.1 \quad ; \text{ untuk } f_c \leq 300 \text{ MHz}$$

$$a(h_m) = 3.2 (\log 11.75 h_m)^2 - 4.97 \quad ; \text{ untuk } f_c > 300 \text{ MHz} \quad (14)$$

- Untuk Daerah Sub Urban

$$L_{SU(\text{dB})} = L_{U(\text{dB})} - 2 [\log f_c / 28]^2 - 5.4 \quad (15)$$

- Untuk Daerah Open Rural

$$L_{OR(\text{dB})} = L_{U(\text{dB})} - 4.78 (\log f_c)^2 + 18.33 \log f_c - 40.94 \quad (16)$$

h_b = Tinggi antenna BS (30m – 200m); h_m = Tinggi MS (1 - 10 m); f_c = Frekuensi Carrier (150-2000 MHz); d = Jarak antara BS dengan MS (km).

Model Cost 231

Persamaan *Loss Propagation* untuk Model Cost 231 sebagai berikut :

$$L_U = 46.3 + 33.9 \log f_c - 13.82 \log h_T - a(h_R) + (44.9 - 6.55 \log h_T) \log d + C_m \quad (17)$$

L_U = Rugi propagasi (dB); f_c = Frekuensi (MHz); h_T = Tinggi antenna BS (m); h_R = Tinggi antenna MS (m); d = Jarak antara MS dan BS (km); $a(h_R)$ = Faktor koreksi tinggi antenna MS (dB); C_m = Faktor koreksi, dimana $C_m = 0$ dB untuk daerah kota menengah (suburban); $C_m = 3$ dB untuk daerah pusat kota (urban)

- Untuk Daerah Sub Urban

$$L_{SU(\text{dB})} = L_{U(\text{dB})} - 2 [\log f_c / 28]^2 - 5.4 \quad (18)$$

- Untuk Daerah Open Rural

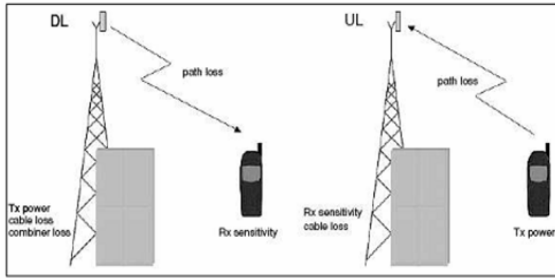
$$L_{OR} (dB) = L_U (dB) - 4.78 (\log f_c)^2 + 18.33 \log f_c - 40.94 \quad (19)$$

h_b = Tinggi antenna BS (30m – 200m); h_R = Tinggi MS (1 - 10 m); f_c = Frekuensi Carrier (150-2000 MHz); d = Jarak antara BS dengan MS (km).

Link Budget

Link budget merupakan perhitungan daya pada lintasan transmisi, dibandingkan dengan rugi-rugi/redaman yang dialami sepanjang lintasan, dalam hal ini yaitu lintasan dari BTS ke *user*.

Gambar 3 *Link budget* untuk *Non line of sight*



(Sumber :Usman,Uke Kurniawan. Sistem Komunikasi Seluler CDMA 20001x)

Jarak antara BTS dengan mobile station dapat diketahui dengan rumus pythagoras segitiga siku-siku dan dapat diformulakan sebagai berikut :

$$r = \sqrt{d^2 - (h_{BTS} - h_{MS})^2} \quad (20)$$

d = Jarak antara antena BTS dengan *Mobile Station* (km); r = Jarak antara BTS dengan *Mobile Station* (km); h_{BTS} = Ketinggian antena BTS dari tanah (km); h_{MS} = Ketinggian *Mobile Station* dari tanah (km)

Sedangkan untuk menghitung luas area sel dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_{Area} = 2,6 \times r^2 \quad (21)$$

L_{area} = Luas area sel (Km²); r = Jari-jari sel (Km)

➤ Reverse Link Budget

Sebelum dilakukan perhitungan *path loss* harus diketahui dulu besarnya MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) atau *path loss* maksimum yang diizinkan. Nilai MAPL dihitung dengan menggunakan persamaan (22) dengan menggunakan parameter-parameter yang sesuai.

$$L_{max} = EIRP - \text{Sensitivitas} + G_{BTS} - L_{cable} - FM + G_{SHO} - L_{penetration} \quad (22)$$

Dengan :

$$EIRP = P_{MS} + G_{MS} - L_{body}$$

$$\text{Sensitivitas} = E_b/N_o + N_o + I_m + \text{Information Rate} + NF_{BTS}$$

L_{max} = *Loss maksimum* yang diizinkan (dB); EIRP = EIRP MS (dBm); Sensitivitas = Sensitivitas BTS (dBm); P_{MS} = Daya pancar MS (dBm); G_{BTS} = *Gain* BTS (dBi); FM = *Fading Margin* (dB); G_{SHO} = *Gain soft handover* (dB); $L_{penetration}$ = *Loss penetrasi* (dB); G_{MS} = *Gain* MS (dBi); L_{body} = *Loss body* (dB); E_b/N_o = Kualitas kanal trafik (dB); N_o = *Thermal Noise Density* (dBm/Hz); I_m = *Receiver interference Margin* (dB); NF_{BTS} = *Noise Figure* BTS (dB).

➤ Forward Link Budget

Sama halnya dengan *reverse link budget*, sebelum dilakukan perhitungan *path loss* harus diketahui dulu besarnya MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) atau *path loss* maksimum yang diizinkan. Nilai MAPL dihitung dengan menggunakan persamaan (23) dengan menggunakan parameter-parameter yang sesuai.

$$L_{max} = EIRP - \text{Sensitivitas} + G_{BTS} - L_{cable} - FM + G_{SHO} - L_{penetration} \quad (23)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian yang bersifat penelitian dan analisis mengenai implementasi jaringan CDMA20001x EVDO Rev-A yang mengacu pada studi literatur. Metodologi yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini meliputi pengambilan data, pengkajian data, pengolahan data, pembahasan dan hasil, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui jumlah penduduk usia produktif, digunakan persamaan di bawah ini :

$$\text{Jumlah_Usia_Pr oduktif} = 70\% \times \text{Jumlah_Penduduk_Total} \quad (24)$$

Dalam kasus ini, penduduk usia produktif diasumsikan sebagai penduduk yang menggunakan layanan CDMA. [Nurfitrony Y.P, 2011]

Untuk perhitungan masing-masing kecamatan di Kota Malang, dapat diperlihatkan di tabel 4.1

Tabel 4.1 Perhitungan jumlah penduduk usia produktif di Kota Malang tahun 2013

No	Kecamatan	Jumlah total penduduk tahun 2013 (jiwa)	Jumlah penduduk produktif (jiwa)
1	Kedungkandang	179473	125631
2	Sukun	180717	126502
3	Klojen	112668	78868
4	Blimbing	176035	123225
5	Lowokwaru	182684	127879

Faktor penetrasi merupakan faktor yang menunjukkan tingkat kebutuhan telepon. Faktor penetrasi dihitung berdasarkan persamaan [Andre Poupart, 1997] :

$$FP = \frac{\text{Existing_Subscriber} + \text{Waiting_List} + \text{Suspressed_Demand}}{\text{Sbangunan}} \quad (24)$$

Tabel 4.2 Nilai Faktor Penetrasi Kota Malang

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk 2013 (jiwa)	Jumlah Penduduk Usia Produktif (jiwa)	Faktor Penetrasi
1	Kedungkandang	179473	125631	0.08
2	Sukun	180717	126502	0.12
3	Klojen	112668	78868	0.13
4	Blimbing	176035	123225	0.1
5	Lowokwaru	182684	127879	0.09
Jumlah		831577	582105	-

Setelah diketahui faktor penetrasi di masing-masing kecamatan, maka jumlah pelanggan CDMA20001x EVDO Rev-A pada tahun 2013 dapat dilihat pada tabel 4.3

$$\text{Pelanggan_CDMA20001xEVDO} = \text{Calon_pelanggan} \times \text{FaktorPenetrasi} \quad (25)$$

Tabel 4.3 Jumlah Pelanggan CDMA20001x EVDO Operator Flexi Tahun 2013

No	Kecamatan	User Operator	Faktor Penetrasi	Pelanggan CDMA20001x EVDO
1	Kedungkandang	23367	0.08	1869
2	Sukun	23529	0.12	2823
3	Klojen	14669	0.13	1907
4	Blimbing	22920	0.1	2292
5	Lowokwaru	23785	0.09	2141

Perhitungan Kebutuhan Trafik

Tabel 4.4 Perbandingan OBQ pada teknologi 1x dan EVDO Rev-A

Kecamatan	1x		EVDO Rev-A	
	Data Rate (kbps)	OBQ (kbps/km ²)	Data Rate (kbps)	OBQ (kbps/km ²)
Kedungkandang	144	24,6	3100	1006.3
Sukun	144	67,3	3100	2000.0
Klojen	144	109,6	3100	4720.6
Blimbing	144	69,6	3100	2848.8
Lowokwaru	144	50,5	3100	2066.2

Besarnya OBQ yang tertera pada tabel 4.4 baik teknologi 1x maupun EDO Rev-A merupakan kapasitas trafik maksimum yang dapat diberikan setiap BTS di Kota Malang. Dari tabel 4.4 dapat diketahui bahwa teknologi EVDO Rev-A mampu memberikan kecepatan data yang lebih tinggi dibandingkan pada teknologi 1x.

Perhitungan Kapasitas Sistem

Tabel 4.5 Perbedaan kanal per-BTS Kota Malang pada teknologi 1x dan EVDO Rev-A

Kecamatan	Kanal per-BTS teknologi	
	1x (user)	EVDO Rev-A (user)
Kedungkandang	160	643
Sukun	233	935
Klojen	160	643
Blimbing	214	857
Lowokwaru	184	734

Ditinjau dari tabel 4.4 dan 4.5, besarnya OBQ dan kapasitas sistem yang dimiliki teknologi EVDO Rev-A membuat teknologi ini mampu *handle* semua layanan-layanan *High Multimedia* seperti *file transfer*.

- Analisis Lingkungan Propagasi Terhadap *PathLoss* dan Radius Sel

Lingkungan propagasi yang berbeda mengakibatkan perbedaan radius sel seperti yang terlihat pada perhitungan radius sel arah *reverse* dan *forward*.

Tabel 4.6 Hubungan Lingkungan Propagasi terhadap Radius Sel

Lingkungan Propagasi	Reverse Link		Forward Link	
	Radius Sel (km)	Luas Area (km ²)	Radius Sel (km)	Luas Area (km ²)
Urban	2.4	14.9	3.04	24.03
Sub-Urban	4.99	64.7	6.45	108.2

- Analisis Jumlah User dan Radius Sel
 Hubungan antara pertambahan jumlah user terhadap radius sel dapat dilihat pada tabel 4.7. Perbandingan ini dilakukan dengan merubah besarnya *interference margin* yang nantinya akan mempengaruhi nilai MAPL, radius sel dan jumlah user.

Tabel 4.7 Hubungan Jumlah User Terhadap Radius Sel

<i>Interference Margin</i>	MAPL (dB)	Radius Sel Urban (km)	Radius Sel Sub-Urban (km)	Jumlah User
0	134.5	2.38	3.47	0
1	133.5	2.23	3.25	2
2	132.5	2.09	3.05	5
3	131.5	1.96	2.86	6
4	130.5	1.83	2.68	7
5	129.5	1.72	2.51	8

Tabel 4.7 menyatakan hubungan antara kapasitas sistem dalam jumlah user dengan radius sel. Berdasarkan tabel, meningkatnya jumlah user akan berdampak pada menurunnya radius sel pada dua buah lingkungan propagasi radio.

- Analisa MAPL Terhadap Kapasitas User
Dari tabel 4.7, didapatkan bahwa peningkatan jumlah user akan berdampak pada menurunnya MAPL, dimana keadaan ini mengakibatkan menurunnya cakupan sel. Peningkatan kapasitas terjadi akibat bertambahnya beban sel di dalam sistem, beban sel yang bertambah akan berdampak pada meningkatnya *interference margin* pada BTS. Sehingga dengan meningkatnya *interference margin* akan berdampak pada berkurangnya *path loss*. Dan pada akhirnya dengan semakin bertambahnya jumlah *user* maka akan mengakibatkan menurunnya cakupan suatu sel.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai kapasitas sistem teknologi EVDO Rev-A mengalami peningkatan baik di Wilayah Sub-Urban maupun Urban.
Wilayah Sub-Urban Kecamatan Sukun:
- Teknologi 1x : Kapasitas sistem sebesar 233 user.
- Teknologi EVDO Rev-A : Kapasitas yang disediakan sebesar 935 user.
Wilayah Urban Kecamatan Klojen :
- Teknologi 1x : kapasitas sistem sebesar 160 user.
- Teknologi EVDO Rev-A : Kapasitas yang disediakan sebesar 643 user.
2. Nilai OBQ (*Offered Bit Quantity*) teknologi EVDO Rev-A mengalami peningkatan karena adanya peningkatan *data rate* baik di Wilayah Sub-Urban maupun Urban.
Wilayah Sub-Urban Kecamatan Kedungkandang:
- Teknologi 1x : Nilai OBQ yang disediakan yaitu 24,6 kbps/km².

- Teknologi EVDO Rev-A : Nilai OBQ meningkat menjadi 1006,3 kbps/km².
Wilayah Urban Kecamatan Klojen :
 - Teknologi 1x :Nilai OBQ yang disediakan yaitu 109,6kbps/km².
 - Teknologi EVDO Rev-A : Nilai OBQ meningkat menjadi 4720,6 kbps/km².
3. Lingkungan propagasi yang berbeda pada teknologi EVDO Rev-A mengakibatkan perbedaan radius sel baik dari arah *forward* maupun arah *reverse*.
Wilayah Urban dengan tinggi antenna 30m, besarnya radius sel pada :
- Arah *reverse* yaitu sebesar 2,4 km.
- Arah *forward* yaitu sebesar 3,04 km.
Wilayah Sub-Urban dengan tinggi antenna 60m, besarnya radius sel pada:
- Arah *reverse* yaitu sebesar 4,99 km.
- Arah *forward* yaitu sebesar 6,45 km.
Dapat disimpulkan bahwa radius pada daerah urban lebih kecil jika dibandingkan dengan daerah Sub-Urban dan radius pada arah *reverse* lebih kecil dibandingkan arah *forward*.
 4. Nilai dari parameter *interference margin* mempengaruhi besarnya *pathloss*, radius sel dan jumlah user dalam sel.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. PT.Telkom Indonesia Tbk. PL-5 Planning & Design.
2. Anonymous. *Basic Concept CDMA 20001X ZTE-STTTelkom Asian Pacific Training*.
3. Irawan, I Putu Dody. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009 (SNATI), Yogyakarta, 2009.
4. Lee, William C.Y. *Mobile Communication Design Fundamental*, John Willy-Interscience Publication, Singapura, 1993.
5. Motorola. *CDMA/CDMA20001x RF Planning Guide*, 2002.
6. Masyitha. *Studi Implementasi Jaringan CDMA20001x EVDO di PT. Smart Telecom Jakarta*, IT Telkom, 2008.
7. P.J Black and Q.Wu. *Link Budget of cdma2000 Wireless Internet Access System*.
8. Qualcomm. *Standart Teknologi Selular CDMA 2000 1xEV-DO*
9. Rappaport, T.S. *Wireless Communication*, Prentice Hall, Amerika, 1996.
10. Usman, Uke Kurniawan. *Sistem Komunikasi Selular CDMA 20001x*
11. tewe.wordpress.com/2008/05/29/spread-spectrum/ (di akses 29 Mei 2008)
12. www.bisnis-kti.com (di akses 6 Mei 2012)
13. www.Electronicdesign.com