

**PERENCANAAN PEMBANGUNAN WLL
DI PERUMAHAN BUMI SEMARANG BARU MIJEN
SEMARANG**

**Oleh
Ridar Putranto Masti Kuncoro
L2F 399 431**

ABSTRAK

Teknologi wireless local loop atau jaringan lokal akses radio (jarlokar) merupakan salah satu solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan dalam penggelaran jaringan kabel lokal. Jarlokar adalah jaringan lokal yang menggunakan akses radio untuk menghubungkan pelanggan dengan sentral lokal dalam wilayah pelayanan sentral lokal tersebut.

Teknologi yang diusulkan untuk aplikasi jarlokar diantaranya adalah teknologi jarlokar berbasis DECT (Digital European Cordless Telephone). Teknologi DECT yang merupakan standart telekomunikasi antara terminal pelanggan dengan DAN site, menggunakan sistem digital akses TDMA-TDD dan bekerja pada band frekuensi 1880 – 1900 MHz.

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kebutuhan akan sarana telekomunikasi, khususnya telekomunikasi dasar semakin meningkat sebanding dengan pertumbuhan dan perkembangan penduduk. Penyedia dan pemenuhan sarana telekomunikasi menghadapi beberapa hambatan dalam penyediaan sarana telekomunikasi tersebut.

Teknologi WLL (*Wireless Local Loop*) secara prinsip adalah teknologi yang menggantikan fungsi jaringan kabel dengan medium transmisi udara kearah pelanggan dan sentral lokal dalam daerah pelayanan. Salah satu teknologi wireless yang digunakan adalah system jaringan WLL DRA (*DECT Radio Access*)- 1900 dari Ericsson,

Pada penerapan jaringan lokal akses radio sebagai pengganti jaringan local kabel diharapkan mampu mengatasi masalah yang ada di lapangan antara lain, dari segi jaringan akan didapatkan keuntungan-keuntungan yaitu :

- Waktu pembangunan akan lebih cepat, karena tidak harus menggali untuk penempatan kabel primer, sekunder dan tidak harus menunggu ijin dari DPU, Tata Kota dll. Sehingga akan mengurangi biaya perijinan.
 - Waktu instalasi perangkat WLL termasuk DAN relative lebih cepat dan murah dibanding kalau menggunakan jaringan kabel.
 - Jaringan local akses radio dapat menjangkau daerah yang cukup jauh diluar jangkauan kabel local terutama permintaan kawasan pemukiman baru dan kawasan di pinggiran kota yang berbukit-bukit.
 - Memberikan mobilitas yang lebih tinggi
- Penerapan jaringan local akses berbasis DECT (*Digital European Cordless Telecommunication*) pada jaringan local diharapkan dapat memberikan pemecahan masalah – masalah yang selama ini dihadapi dalam penyediaan sarana telekomunikasi dasar.

Tujuan

Tujuan penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran umum tentang teknologi jaringan local akses radio (jarlokar) berbasis DECT (WLL Ericsson DRA-1900) yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternative pemilihan sistem jarlokar di Indonesia
2. Merencanakan penempatan dan menghitung radius cakupan (jari-jari) DAN (*DECT Access Node*) system jarlokar berbasis DECT yang digunakan dalam perencanaan jaringan lokal akses radio

Memberikan hasil analisa berupa perencanaan teknis jarlokar berbasis DECT (WLL Ericsson DRA-1900) di daerah pelayanan Perumahan Bukit Semarang Baru Mijen.

Batasan Masalah

Jaringan local akses raio untuk diterapkan sebagai aternatif pengganti jaringan local konvensional, dapat dibangun untuk lingkungan dalam gedung (*indoor*) dan diluar gedung (*out door*). Pada proyek akhir ini pembahasan dibatasi pada perencanaan jarlokar untuk lingkungan diluar gedung dengan mengambil kasus di area pelayanan Perumahan Bukit Semarang Baru Mijen..

- a. Perencanaan konfigurasi sistem
- b. Perencanaan system transmisi
- c. Perencanaan penempatan DAN site
- d. Perkiraan Radius cakupan DAN Site

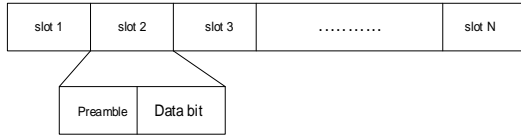
Dalam proyek akhir ini tidak dibahas mengenai proses pensinyalan.

2 Landasan teori

2.1 TDMA (*Time Division Multiple Access*)

Sistem TDMA berbasis pemakaian satu pita frekuensi oleh beberapa pengguna pada waktu yang berbeda. Masing - masing pengguna ditempatkan pada timeslot tertentu yang berbeda dengan timeslot

pengguna lain. Timeslot-timeslot tersebut digabungkan dalam satu frame. Pada sistem DECT, dialokasikan pada frekuensi sebesar 20 Mhz (1880 MHz – 1900 Mhz), dan ada 10 pembawa (frekuensi). Setiap pembawa dibagi menjadi 24 timeslot sehingga keseluruhan ada 120 kanal.



Gambar 2.1 Bentuk format bingkai TDMA dengan N slot

Bentuk format bingkai TDMA digambarkan dalam gambar 2.1. Pada metode akses TDMA terdapat sumbu waktu yang terbagi atas periode-periode waktu yang disebut bingkai (frame). Kemudian setiap frame terbagi atas slot-slot waktu (timeslot) dengan jumlah slot tergantung dari keadaan trafik yang dipancarkan atau jumlah kanal yang dikirim. Satu panggilan menggunakan 2 timeslot, untuk pengiriman dan penerimaan.

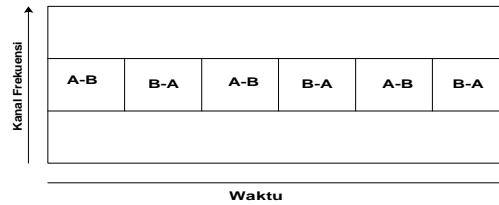
Pada sistem ini diperlukan sinkronisasi pewaktu. Akses tidak boleh saling tumpang tindih (*overlap*) karena bisa menimbulkan interferensi pada akses yang berurutan, sehingga diperlukan selang waktu (guard time) antar timeslot. Selang waktu ini harus seminimal mungkin, karena makin panjang selang waktu makin sedikit jumlah timeslot pada satu frame atau makin pendek deretan kata (burst) pada satu timeslot. Jika dalam satu jalur hubungan dibutuhkan (untuk pembicaraan) base station akan memasukkan informasi tersebut pada timeslot tertentu.

2.2 FDMA (Frekuensi Division Multiple Access)

FDMA adalah sebuah metode *multiple access* dengan sebuah kanal *bandwidth* RF yang diberikan dibagi menjadi pita frekuensi yang lebih kecil yang disebut *sub division*. Pada sistem FDMA, keseluruhan lebar pita frekuensi dibagi-bagi sehingga menjadi kanal-kanal yang terpisah, sehingga kapasitas dari sistem merupakan fungsi dari lebar pita frekuensi total yang tersedia. Untuk menambah kapasitas diperlukan penambahan lebar pita frekuensi yang lebih besar. Jumlah pemakaian frekuensi pada sistem FDMA ini lebih banyak dibandingkan sistem lain. Teknologi FDMA sudah nyata hasil dan mempunyai beberapa keuntungan dan cocok untuk teknik-teknik yang menggunakan spektrum frekuensi. Namun demikian perangkat-perangkat yang menggunakan teknik FDMA lebih mahal dan pengaturan lebih kompleks.

Sistem CT-2 di Inggris menggunakan lebar pita frekuensi sebesar 4 MHz, yang dibagi atas 40 kanal dengan lebar pita frekuensi masing-masing 100 KHz. Kanal-kanal tersebut menggunakan *time division duplexing* (TDD) yaitu metode duplexing

yang mempunyai waktu kirim dan terima yang berbeda tetapi memiliki frekuensi yang sama. Jarak waktu kirim dan terima disebut *time duplex spacing*.



Gambar 2.2 Bentuk format sistem FDMA

2.3 CDMA (Code Division Multiple Access)

Teknologi CDMA sebagai solusi jarlokar telah menarik perhatian dunia karena kemampuan dalam kapasitas, kualitas suara, dan keluwesan jaringan dibanding teknik *multiple access* yang lain. Keunggulan terpenting dari sistem CDMA adalah kemampuan untuk melayani jumlah trafik yang tinggi dan diperlukan perancangan kapasitas radio yang baik. Bila infrastruktur dan peralatan pelanggan telah tersedia, teknologi ini akan menjadi pilihan utama dalam penerapan aplikasi wireless di dunia. Standar CDMA seluler maupun *fixed* yang cenderung berkembang yaitu standar EIA/TIA IS-95, 2000X

Dibanding dengan metode akses lain, CDMA mempunyai kelebihan dalam hal kapasitas sistem. Secara teoritis CDMA mempunyai kapasitas 20 kali dibanding sistem analog. Besar kapasitas ini dicapai dengan penggunaan frekuensi *reuse* yang universal. Untuk CDMA frekuensi *reuse* sama dengan satu yang berarti kelompok frekuensi pada sel tertentu dapat dipakai pada sel disebelah tanpa menurunkan kualitas sistem. Dengan sifat *reuse* seperti ini, perencanaan jaringan yang mempunyai keluwesan yang sangat tinggi.

Kualitas yang lebih baik, kapasitas yang lebih besar, dan keluwesan yang lebih tinggi dari CDMA dicapai dengan teknik khusus dan penggunaan spektrum yang efisien. Dalam hal ini CDMA menggunakan band yang relatif besar (*spread spectrum*) untuk melakukan semua sinyal. Jarlokar CDMA akan memberikan kualitas suara yang sangat baik karena pada CDMA, sinyal audio yang dihasilkan hanya berupa sinyal suara, dengan jumlah derau latar (*background noise*) yang kecil sekali.

Dalam sistem CDMA, semua kanal suara terletak pada satu daerah frekuensi. Kanal yang satu dengan kanal yang lain dipisah dengan menggunakan pengkode. Informasi dari setiap kanal akan dikodekan dulu sebelum dilewatkan pada daerah frekuensi yang disediakan, sehingga dapat diperoleh kembali walaupun telah tercampur dengan informasi dari kanal yang lain.

Berdasarkan arah kirim, kanal CDMA terdiri dari kanal balik (*reverse channel*) yang dikirim dari

terminal pelanggan menuju *base station* dan kanal maju (*forward channel*) yang dikirim dari *base station* menuju terminal pelanggan.

2.4 Pengaruh Difraksi

Difraksi merupakan sifat gelombang elektromagnetik yang terjadi saat berkas gelombang cahaya persis melewati ujung penghalang yang lebih besar dibanding panjang gelombang radio, energi gelombang radio akan dipancarkan dari permukaan penghalang tersebut terutama pada permukaan yang berbentuk ujung pisau (*knife edge*). Pada frekuensi diatas 1000 Mhz penghalang menyebabkan redaman yang cukup besar.

Pada perencanaan link radio bila keadaan bebas pandang tidak tercapai karena ada suatu halangan seperti pada gambar 2.3, maka redaman difraksi harus diperhitungkan. Besar redaman difraksi adalah sebagai berikut [LEE'90]

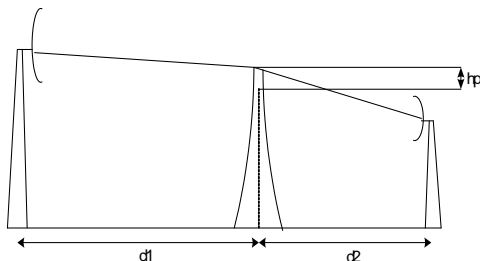
$$\begin{aligned}
 L &= 0 \text{ dB} && \text{untuk } v < -1 \\
 L &= 20 \log (0,5 + 0,02v) && \text{untuk } -1 < v < -0,4 \\
 L &= 20 \log (0,5e + 0,95v) && \text{untuk } -0,4 < v < -0,1 \\
 L &= 20 \log (0,4 - \sqrt{0,1184(0,1v + 0,38)^2}) && \text{untuk } -0,1 < v < 0 \\
 L &= 20 \log (-0,25/v) && \text{untuk } v < -0,1
 \end{aligned}$$

Parameter v didefinisikan :

$$v = -hp \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)}$$

Keterangan:

- hp = tinggi relatif penghalang (m)
- λ = panjang gelombang (m)
- d_1, d_2 = jarak masing-masing antenna ke penghalang (km)



Gambar 2.3 Redaman difraksi dan penghalang

2.5 Daerah Fresnel

Daerah fresnel adalah suatu *boundary* (bidang batas) yang terbentuk oleh energi gelombang radio yang mengakibatkan ada perbedaan fasa antara gelombang langsung dan gelombang pantul. Ilustrasi daerah fresnel antara kedua titik, T dan R, ditunjukkan pada gambar 2.4.

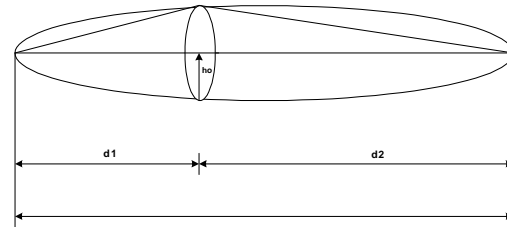
Kondisi yang yang diperlukan agar lintasan gelombang memenuhi *line of sight* (LOS) adalah tidak ada penghalang (obstacle) di dalam daerah ini. Radius daerah fresnel zone (h_o) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$h_o = \left[\frac{\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \right]^{1/2} = 17,3 \left[\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot d_1 + d_2} \right]^{1/2} \text{ m}$$

dengan: λ = panjang gelombang (meter)

d_1 = jarak ke ujung dekat dari lintasan (Km)

d_2 = jarak ke ujung jauh dari lintasan (Km)



Gambar 2.4 Daerah fresnel zone

Daerah Fresnel zone berpengaruh dalam hal memperhitungkan penghalang pada lintasan LOS (*Line Of Sight*). Untuk lintasan LOS, 60% dari daerah fresnel harus bebas hambatan atau besar hambatan yang boleh masuk pada daerah fresnel adalah 40% saja. Pada kondisi ini redaman karena penghalang adalah 0 dB. Hal ini berlaku untuk frekuensi kerja dibawah 2 GHz.

2.6 Redaman Propagasi di Ruang Bebas

Model deterministik ini untuk menentukan besar redaman propagasi apabila kondisi saling melihat antara pemancar dan penerima terpenuhi dan hanya ada satu sinyal langsung yang diterima pemancar. Hal ini terjadi di ruang bebas atau hampa, sehingga sering disebut redaman propagasi di ruang bebas.

$$P_{av} = \frac{Pt}{(4\pi d^2)}$$

Jumlah daya yang diserap oleh antenna penerima ditentukan oleh luas permukaan efektif suatu antenna (*effective appature*). Luas permukaan efektif untuk antenna isotropik adalah $\lambda^2 / 4 \pi$, dengan λ adalah panjang gelombang yang dipancarkan maka, jumlah daya yang diterima adalah:

$$Pr = Pt \left(\frac{\lambda}{4 \pi d} \right)^2$$

Redaman ruang bebas yang dialami gelombang radio dari pengirim ke penerima didefinisikan :

$$L \text{ (dB)} = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)$$

Atau dalam bentuk logaritmik lainnya adalah :

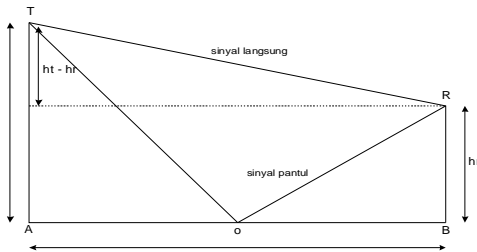
$$L \text{ (dB)} = 32,44 + 20 \log d + 20 \log f$$

dengan d = jarak antara antenna pengirim dan antenna penerima (km), f = frekuensi kerja (MHz)

2.7 Redaman Propagasi Model Deterministik Dua Signal Radio

Selain model deterministik dengan hanya satu signal langsung yang diterima (propagasi di ruang hampa) terdapat model deterministik lain yaitu lintasan diasumsikan terdiri dari dua macam sinyal lintasan langsung dan lintasan pantul pada bidang datar (*plane earth*). Ilustrasi model lintasan gelombang dua sinyal, ditunjukkan pada gambar 2.5.

Misalkan tinggi pemancar T adalah ht dan tinggi antenna penerima R adalah hr dengan jarak antara T dan R adalah d. Ada dua gelombang yang diterima di R, yaitu gelombang langsung TR dan gelombang pantul TOR.



Gambar 2.5 Model lintasan gelombang dua sinyal [LEE'90]

Beda jarak tempuh (d) antar gelombang langsung dan gelombang pantul adalah:

$$\Delta d = \text{TOR} - \text{TR}$$

dengan:

$$\text{TR} = d \left[1 + \frac{(ht - hr)^2}{d^2} \right]^{1/2}$$

$$\text{TOR} = d \left[1 + \frac{(ht + hr)^2}{d^2} \right]^{1/2}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan

$$L_p = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{\lambda d}{4\pi h_t h_r} \right)^2 = \left(\frac{d^2}{h_t h_r} \right)^2$$

Apabila d dalam kilometer dan ht, hr dalam meter maka L_p dalam bentuk logaritmik adalah:

$$L_p = 120 + 40 \log d - 20 \log (h_t) - 20 \log (h_r)$$

dengan: d = jarak antara pemancar dan penerima (km), ht = tinggi antenna pemancar (m), hr = tinggi antenna penerima (m).

Dari persamaan tampak bahwa redaman propagasi tak lagi tergantung pada frekuensi gelombang radio tetapi tergantung jarak pemancar-penerima dan tinggi antenna pemancar-penerima.

Model propagasi dua sinyal radio ini tidak berlaku pada kondisi sebagai berikut:

1. Jalur bebas pandang (LOS) mendapat halangan.
2. Jalur pantul sinyal terhalangi ketidakteraturan permukaan bumi.
3. Kurva permukaan bumi tidak datar (jarak antara pemancar dan penerima terlalu jauh).
4. Permukaan bumi pada titik pantul tidak datar.

2.8 Cadangan Fading (Fade Margin)

Pada sistem komunikasi radio, *multipath fading* dan *delay* waktu menimbulkan masalah yang cukup besar. Akibat gejala fading adalah fluktuasi kuat medan penerimaan di penerima yang berubah-ubah karena ketidakteraturan perubahan indeks bias udara sebagai daerah terjadi pantulan dan ketidakteraturan permukaan bumi sebagai bidang gelombang elektromagnetik. Sehingga fading akan menyebabkan redaman lintasan naik secara random dalam waktu yang singkat pada kondisi propagasi yang tidak normal. Hal ini jelas akan mempengaruhi unjuk kerja sistem radio tersebut.

Dalam merencanakan suatu hubungan radio, daya yang sampai ke penerima harus melebihi level ambang batas (*threshold level*), untuk mengantisipasi terjadinya fading. Kelebihan daya tersebut dikenal sebagai cadangan fading (*fading margin* Barnet-Vigant yaitu [FREE'87].

$$r = a.b.f.d^3 . 6 . 10^{-7}$$

Dengan menurunkan faktor fading Barnet-Vigant, persentase waktu dalam satu tahun dimana level sinyal berada dibawah batas level sinyal minimum adalah :

$$\text{Pmf}(\%) = 6.10^{-5} . a.b.f.d^3 . 10^{-\frac{FM}{10}}$$

dengan: $\text{Pmf}(\%) = 1 - A_v(\%)$ (A_v adalah kehandalan sistem yang diinginkan)

FM = cadangan fading efektif

f = frekuensi kerja (GHz)

d = panjang lintasan (km)

a = faktor kondisi daerah

4 untuk daerah yang sangat rata dan berair

1 untuk daerah yang rata sedikit kasar

1/4 untuk daerah pegunungan dan permukaan sangat kasar

b = faktor kondisi iklim daerah

1/2 untuk daerah kelembaban tinggi

1/4 untuk daerah rata-rata sedang

1/8 untuk daerah sangat kering

Secara umum cadangan fading dapat dituliskan sebagai:

$$\text{RSL} = \text{FM} + \text{RSL}_{\min}$$

RSL_{\min} = level sinyal terima minimum perangkat

Redaman propagasi di daerah urban menurut model COST-231 Okumura-Hata dituliskan sebagai berikut [EURO'91]:

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log h_t - a(h_r) + (44,9 - 6,55 \log h_t) \log d \text{ (dB)}$$

dengan:

L_u = Redaman propagasi di daerah urban (dB)

f = Frekuensi gelombang radio (MHz)

ht = Tinggi efektif antenna pemancar (m)

hr = Tinggi antenna penerima (m)

a(hr) = Faktor koreksi tinggi antenna penerima

Koreksi tinggi antenna penerima untuk wilayah kota kecil sampai menengah:

$$a(hr) \text{ (dB)} = (1,1 \log f - 0,7) h_r - (1,56 \log f - 0,8)$$

Koreksi tinggi antenna penerima untuk wilayah kota besar:

$$a(hr) (dB) = 8,29 (\log 1,54 hr)^2 - 1,1$$

untuk $f \leq 200$ MHz

$$a(hr) (dB) = 3,2 (\log 11,75hr)^2 - 4,97$$

untuk $f \geq 400$ MHz .

Tinggi efektif antenna dari persamaan sebagai berikut [HATA'80]:

$$h_t = h_b + h_{ob} - h_{om} \text{ untuk } h_{ob} > h_{om}$$

$$h_r = h_b \text{ untuk } h_{ob} \leq h_{om}$$

dengan, h_t = tinggi efektif antenna DAN site (m)

h_b = tinggi antenna diatas permukaan tanah (m)

h_{ob} = ketinggian tanah lokasi diatas permukaan laut (m)

h_{om} = ketinggian tanah lokasi terminal diatas permukaan laut (m)

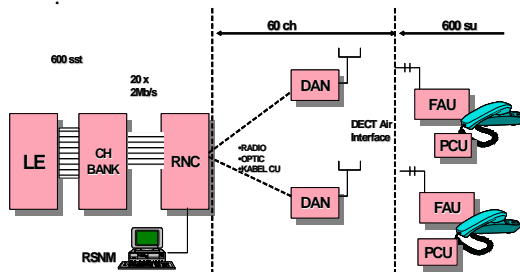
Faktor koreksi redaman propagasi di daerah sub urban dan rural terhadap redaman propagasi daerah urban adalah sebesar [HATA'80]:

$$K_{su} = 2 \left(\log \frac{f}{28} \right)^2 + 5,4 \text{ untuk daerah sub urban}$$

$$K_r = 4,78 (\log f)^2 - 18,33 \log f + 40,94 \text{ untuk daerah rural}$$

3. Teknologi Jaringan Akses

3.1 Arsitektur Jaringan WLL Ericsson DRA 190



Gambar : 3.1 Architecture WLL

Keterangan:

STO/LE Sentral Telepon Otomat/ Local Exchange

RNC : Radio Node Controller

RSNM : Radio Local Loop Sub Network Manager

DAN : DECT Access Node

DAU : DECT Access Unit

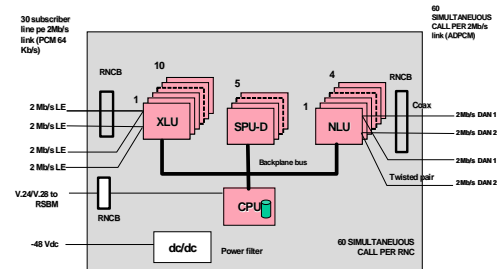
PCU : Power and Connection Unit

Radio Node Controller (RNC)

RNC adalah bagian pengontrol dari jaringan DRA 1900 yang merupakan interface network antara DAN dengan sentral lokal dan RSNM. Fungsi dasar RNC (Radio Node Controller) adalah seperti ditunjukkan pada gambar 3.6 yaitu sebagai berikut:

- Menyalurkan panggilan telepon dari sentral lokal (LE) ke satu atau beberapa DAN.
- Sebagai interface dengan RSNM

- Merubah 64 Kbps signal PCM dari LE menjadi 32 Kbps ADPCM untuk diteruskan ke DAN
- RNC dapat mengontrol sampai dengan 8 DAN
- Setiap DAN disambungkan ke RNC dengan menggunakan link 2Mbit/s.
- RSNM mengakses RNC dengan interface V.24 / V.28.



Gambar 3.5 Fungsi dasar RNC

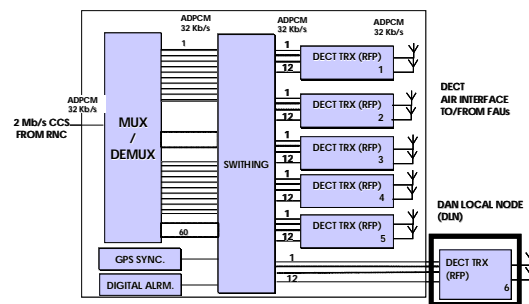
3.2 DECT Access Node (DAN)

DAN merupakan radio Base Station pada jaringan DRA 1900, yang merupakan interface antara FAU

dan RNC, DAN site didesain untuk dipasang secara outdoor dengan ketinggian sekitar 30 meter.

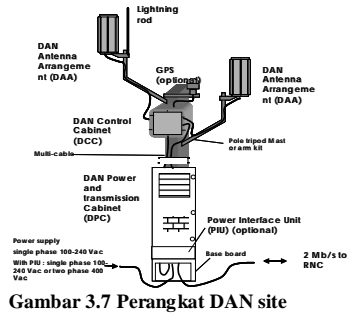
Fungsi utama DAN seperti pada gambar 3.7 antara lain:

- Menyalurkan sinyal informasi data yang berasal dari RNC ke FAU melalui koneksi wireless (DECT Air Interface)
- Disambungkan dengan RNC menggunakan link 2 Mbps yang mampu membawa sampai dengan 60 pembicaraan secara simultan. Pembicaraan tersebut di-switch ke 6 DECT transceiver (RFP), setiap RFP handle sampai dengan 12 kanal suara secara simultan.
- Terdapat GPS (Global Position System) interface untuk keperluan sinkronisasi DECT air interface dan 8 digital alarm input. Digital alarm dikirim ke RNC melalui link 2 Mbps.



Gambar 3.6 Fungsi Dasar DAN (Deect Access Node)

Perangkat DAN didesain untuk instalasi diluar ruangan, seperti ditunjukkan pada gambar 3.7 terdiri dari :



DCC (DAN Control Cabinet)

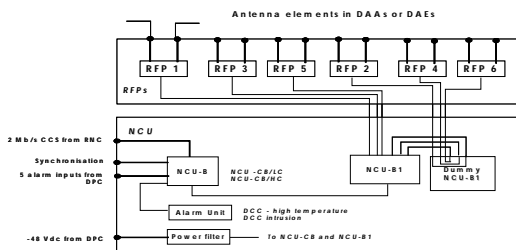
DAN terdiri dari DAN Control Cabinet seperti ditunjukkan pada gambar 3.8. DCC ini merupakan bagian elektronik *Base Station Site* yang berisi 6 RFP (*Radio Fixed Parts*), Power Filter, Alarm Unit, Node Control Unit (NCU).

Radio Fixed Part (RFP)

RFP adalah bagian radio transceiver pada DCC. Masing-masing DCC mempunyai 6 buah RFP dan ada 3 versi RFP yaitu berada pada frekuensi 1880-1900 MHz, 1900-1920 atau 1910-1930 Mhz. Pada Satu RFP dapat memancarkan dan menerima 10 frekuensi Carrier dan semuanya dalam 12 time slot sesuai standar DECT. Satu RFP dapat menghandel 12 pembicaraan secara simultan.

Fungsi utama RFP yaitu menerima atau memancarkan sinyal informasi data/signaling yang berasal dari / ke FAU dengan menggunakan air interface standar DECT. Masing-masing RFP dihubungkan pada 2 elemen antena yang terpisah sejauh 2 meter secara vertikal, satu elemen pada DAA₁ dan lainnya pada DAA₂ atau dua DAE. Komunikasi dengan FAU selalu melalui antena yang memberikan sinyal radio terbaik. Proses pencarian untuk antena terbaik disebut antena diversity.

Sebuah RFP juga dapat diposisikan pada DAN Local Node (DLN) kabinet untuk memperpanjang jangkauan DAN site. DLN dapat diposisikan sejauh 500 meter dari DCC.



Gambar 3.8 Blok Diagram DAN Control Cabinet (DCC)

Node Control Unit – Control Board (NCU-CB)

NCU-CB bersama-sama dengan NCU-BI (Node Control Unit – Base station Interface) dan Dummy NCU-BI membentuk Node Control Unit (NCU). NCU-CB menyediakan interface

komunikasi link 2 Mbps antara CCS (Common Channel Signalling) dan NCU-BI

- Fungsi utama NCU-CB adalah:
- Switching dan multiplexing ADPCM voice/data dan signalling dari RFP ke link 2 Mbps.
- Switching dan demultiplexing ADPCM voice/data dan signalling dari link 2 Mbps ke RFP (melalui NCU-BI)
 - Mengontrol sumber sinkronisasi external.
 - Mensinkronkan RFP dengan sumber sinkronisasi external atau link 2 Mbps.
 - Mengirimkan status alarm input ke RNC melalui link 2 Mbps.

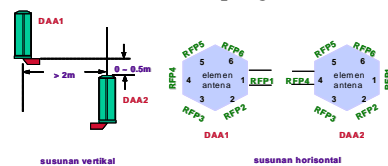
GPS (Global Position System) Receiver

GPS receiver digunakan untuk keperluan sinkronisasi yaitu jika DAN disinkronisasikan dengan DAN lain yang berdekatan atau perangkat DECT lainnya dengan tujuan untuk memelihara kapasitas trafik.

Antena

Terdapat dua macam antena: DAN Antenna Arrangement (DAA) dan DAN Antenna Element (DAE).

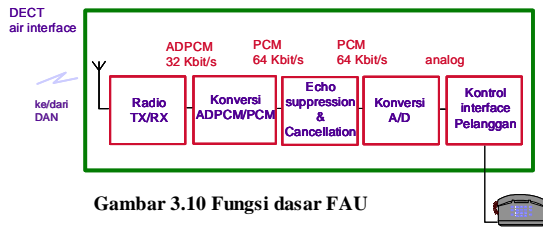
DAA adalah satu set perangkat yang tersusun atas 6 buah antena pengarah dengan struktur heksagonal, yang dipasang baik secara outdoor diatas atap atau penginstalasian metode mast. DAA termasuk jenis antena omnidireksional pada masing-masing antena dihubungkan ke RFP (*Radio Fixed Part*) di DCC (DAN control Cabinet). Antena tunggal (beberapa RFP) yang terdiri dari DAA₁ dan DAA₂ yang dikonfigurasi dalam bentuk heksagonal. DAA₁ dan DAA₂ diarahkan pada sektor yang sama dan terhubung ke RFP, yang terpisah sejauh 2 meter pada arah vertikal dalam penginstalasiannya.



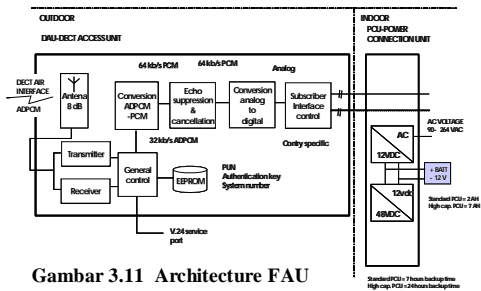
Gambar 3.9 Penempatan Antena DAA secara vertikal dan horizontal

3.3 FAU (Fixed Access Unit)

FAU berfungsi menyediakan transmisi voice atau data antara *DECT air Interface* dengan interface analog pelanggan. Konversi satu sambungan telepon *wireless DECT* dari DAN ke satu sambungan telepon tetap (*fixed*), perangkat FAU digambarkan dalam gambar 3.10. FAU merupakan *subscriber site equipment* yang terdiri dari DAU (*DECT Access Unit*) dan PCU (*Power and Connection Unit*).



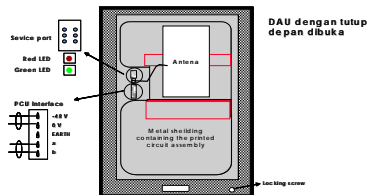
Gambar 3.10 Fungsi dasar FAU



Gambar 3.11 Architecture FAU

DAU (*Dect Access Unit*)

DAU dipasang secara outdoor dan menghadap kearah DAN, secara kontinyu akan menscaning sinyal dari satu atau beberapa DAN site. Pada gambar 3.12



Gbr. 3.12 DAU dengan tutup dibuka

menunjukkan perangkat DAU dengan tutup depan terbuka. DAU terdiri dari antena tranceiver dan sirkuit saluran (*Line circuit*). DAU dapat dipasang pada dinding atau tiang dan dicatu tegangan -48 Vdc. Dari PCU dapat dipasang dengan external antena (*non standard*) dengan panjang kabel maksimum 1 meter.

Fungsi DAU :

- Memancarkan dan menerima sinyal radio DECT.
- Penekanan dan menghilangkan echo atau gema.
- Merubah sinyal suara dari AD PCM digital ke analog dan ke arah sebaliknya.
- Mengontrol interface pelanggan (subscriber interface) termasuk membangkitkan signal bel.

4. Perencanaan Penempatan DAN Site WLL

4.1 Penentuan letak DAN site

Penentuan letak posisi DAN site dapat ditinjau dari dua segi yaitu segi teknis dan bisnis (demand). Sebagai bahan pertimbangan penulis dalam merencanakan letak posisi DAN site di daerah BSB

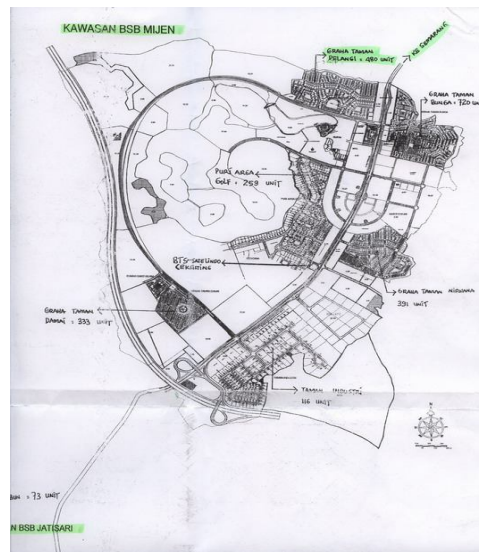
(Bumi Semarang Baru) Mijen adalah sebagai berikut:

- Pengembangan pembangunan pemukiman, arena olah raga, sentra industri dan daerah wisata beserta area penghijauan untuk daerah searapan kota Semarang.
- Prediksi pengembangan struktur ekonomi di BSB Mijen yang diperkirakan berkembang cukup pesat, seperti pengembangan bisnis penyediaan fasilitas tempat tinggal, Gudang, pabrik, pendidikan, warung makan serta toko-toko penyedia kebutuhan pokok.

Deskripsi Area

- Luas area BSB Mijen 2,5 x 2,8 km² : 7 km².
- Rencana pembangunan perumahan : 2.299 jiwa.
- Ketinggian dataran : 230 meter di APL.
- Area perumahan yang akan dibangun :

Graha Taman Pelangi	: 480 rumah
Graha Taman Bunga	: 720 rumah
Graha Taman Nirwana	: 391 rumah
Graha Taman Damai	: 333 rumah
Puri Arga Golf	: 259 rumah
Taman Industri	: 116 rumah



Gbr. 3.3 Peta BSB Mijen

4.2 Pemilihan sistem teknologi jarlokar

Teknologi yang digunakan pada perencanaan ini adalah WLL Ericsson DRA-1900 akses radio lokal loop yang berbasis DECT dan menggunakan teknologi *low-power microcell* dengan cakupan setiap sel bervariasi dari ratusan meter sampai 5 Km mampu melayani pelanggan sampai 600 sst. Pengembangan selanjutnya hanya menambah Rack RNC di sisi STO (Host) dan menambah DAN di tower DAN yang sudah ada.

Spesifikasi air interface:

- Metode Akses : TDMA
- Metode Dupleks : TDD
- Band Frekuensi : 1880 – 1900 Mhz
- Jumlah Frekuensi Pembawa : 10
- Tiap Frekuensi Pembawa : 12 timeslot.
- Bandwidth Frekuensi Pembawa : 1728 KHz
- Daya pancar DAN site : 23 dBm
- Kecepatan Bit (bit rate): 1152 Kbps
- Panjang Frame TDMA : 10 mdetik
- Panjang Slot TDMA : 0,417 mdetik
- Jumlah Kanal Total : 120
- Teknik Modulasi : GFSK
- Pengkodean suara : 32 Kbps ADPCM

terburuk yaitu untuk lokasi pelanggan yang terletak dibatas sel / coverage area.

Pilihan yang ditetapkan adalah dengan teknologi wireless local loop dengan DAN site di daerah BSB Mijen Kodya Semarang. STO (Host) yang dipilih adalah STO Simpanglima, dengan alasan *numbering* nomor telepon masuk area Semarang 024, bukan kode area Kendal 0294 dari STO Boja. Loop SDH Semarang MEA beserta jaringan kabel serat optik dari STO Simpang lima sampai STO Boja sudah diurai sampai 2 Mb, seperti gb. 3.7 konfigurasi SDH Loop 9 Semarang MEA.

4.3 Spesifikasi perangkat

4.3.1 Data teknis DAN site

Performance DAN site :

- Gain Antena = 12 dBi
- Jarak DAN – FAU = max 5 Km
- Tinggi Antena = 36 m
- Receiver Sensitivity = - 89 dBm
- Panjang Feeder = 2 m
- Koefisien Redaman = 0,19 dB/km
- Daya Pancar = 23 dBm

RFP - FAU (standar DECT) :

- Pita Frekuensi = 1880 – 1900 Mhz atau 1910 –1930 Mhz
- RF Carier = 10 carier
- Modulasi = GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Metode Access = TDMA/TDD
- Bit Rate = 1152 Kbps
- Speech Coding = 32 Kbps ADPCM

4.3.2 Data teknis terminal radio pelanggan (FAU)

DAU dan PCU

- ❖ Power Supply (PCU)
- ❖ Catu Daya : 90 –264 vac, 47 – 63 Hz
- ❖ Catu Daya ke DAU = -48 V, -40,5 sampai -54 Vdc, 250 mA
- ❖ BackupBaterai (PCU)
 - Tipe Baterai : 12 V lead acid
 - Kapasitas Baterai : Standar PCU : 2 Ah dan High PCU : 7 Ah

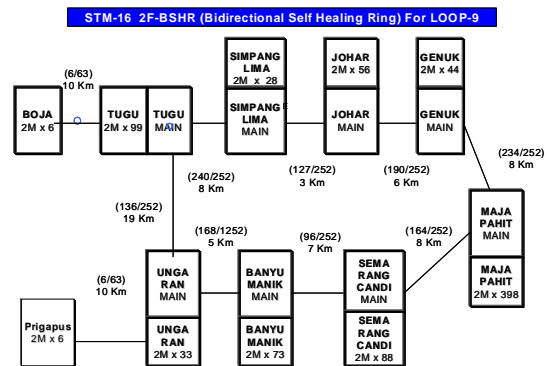
Air Interface

- ❖ Gain Antena = 8 dBi
- ❖ Receiver Sensitivity ≥ -89 dB

4.4 Perencanaan sistem transmisi

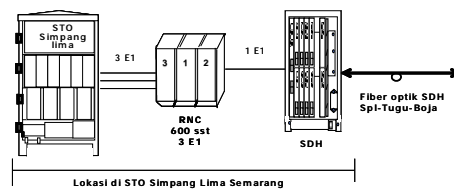
Dalam perancangan jarlok ini ada beberapa asumsi yang dipakai untuk mempermudah perencanaan. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

- a. Coverage area DAN site berbentuk lingkaran dengan radius tertentu. Dan dalam hal ini DAN site berada pada titik pusat lingkaran. Bentuk ini sangat jauh dari dari kondisi sebenarnya.
- b. Harga yang diambil dalam perhitungan-perhitungan merupakan harga untuk kondisi

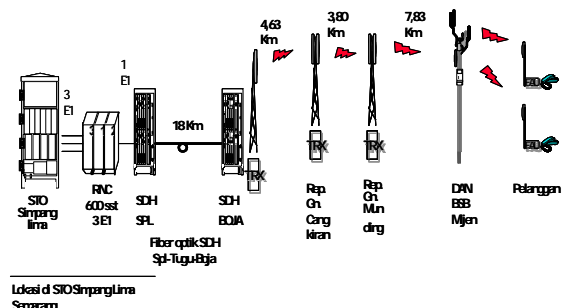


Gbr. 4.3 Konfigurasi F.O SDH Loop 9 Semarang MEA

Kebutuhan E1 (2 Mb) dari STO Simpang lima ke STO Boja adalah 1 E1 dengan interface protokol yang dipergunakan dari sentral ke RNC adalah V-52 Single Link. Konfigurasi sistem WLL V.52 di lokasi STO Simpang lima ke RNC Simpang lima dapat dilihat di gbr. 4.8 Konfigurasi STO Simpang lima – RNC.



Gbr. 4.4 Konfigurasi koneksi STO Simpanglima–RNC–SDH Fiber optic di Simpanglima

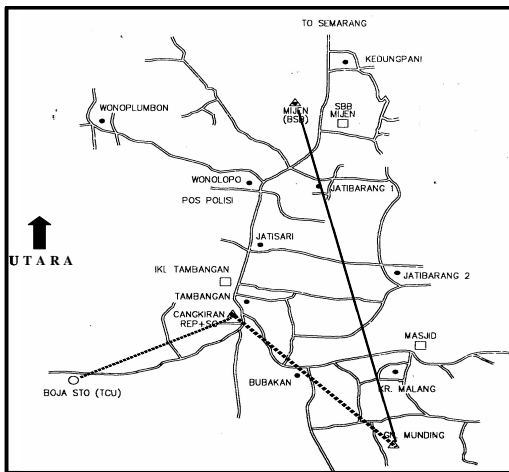


Gbr. 4.5 Konfigurasi end – end sistem WLL STO Spl – BSB Mijen

3 E1 dari STO akan dikoneversi oleh RNC menjadi 1 E1 ADPCM 60 kanal, 32 Kbps, sehingga kanal yang dapat dipakai saat bersamaan sebanyak 60 kanal. Stream bit ADPCM dalam 1 E1 akan diteruskan ke SDH Simpanglima melalui serat optik ke SDH STO Boja yang berjarak 18 Km, kemudian akan dilewatkan melalui radio microwave di STO Boja ke Gunung Cangkiran sebagai repeater sejauh 4,63 Km. Dari Gunung Cangkiran masih lewat radio microwave diteruskan ke Gunung Munding sejauh 3,80 Km yang juga sebagai repeater aktif, dan akhirnya ke DAN BSB Mijen sejauh 7,83 Km. Jalur radio dari STO Boja dilakukan dua kali pengulangan yaitu di Gn. Cangkiran dan Gn. Munding disebabkan adanya *opstacle* yang menyebabkan tidak bebas pandang.

4.5 Perhitungan Link Budget

4.5.1 Perhitungan link budget antar hob



Gbr 4.6 Peta jalur transmisi microwave dari STO boja ke DAN BSB Mijen

STO Boja – Gunung Cangkiran

Parameter	STO Boja	Besaran	Gn. Cangkiran
Bujur Timur	110°16'24"		110°18'36"
Lintang Selatan	07°06'20"		07°05'07"
Ketinggian	283 mtr di APL		253 mtr di APL
Azimuth	61,03°		241,03°
Jarak udara		5,02 Km	
Jarak darat		4,63 Km	
Iklim	Lembab, panas		Lembab, panas
Daerah	Pegunungan, ber pohon		Pegunungan, ber pohon
Frekuensi kerja		2,4 Ghz	
Frekuensi Tx	2,348 Ghz		2,442 Ghz
Frekuensi Rx	2,442 Ghz		2,348 Ghz
Output power Tx	31 dBm		31 dBm
Gain antenna	19 dB		19 dB
Type Antena	FLAT19		FLAT19
Panjang Feeder	30 mtr		20 mtr
Loss Feeder/mtr	0,079 dB(20D)		0,135 dB(10D)
Loss Branching TX	2,5 dB		2,5 dB
Loss Branching RX	5,0 dB		5,0 dB
Threshold level Received (BER = 10 ⁻³)	-91 dBm		-92 dBm
Konstanta K		1,33	

Menghitung Fresnel Zone dan Clearance Path

$$h_o = 17,3 \left[\frac{d_1 d_2}{f \cdot d_1 + d_2} \right]^{1/2} \text{ m}$$

d_1, d_2 jarak dalam Km, f frekuensi kerja dalam Ghz. Ketinggian *opstacle* berupa pepohonan merata sepanjang lintasan, diambil asumsi bahwa,

$$d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = \frac{5,02}{2} = 2,51 \text{ Km.}$$

Ketinggian halangan berupa pepohonan rata-rata 16,5 meter, maka minimum untuk melihat sisi lawan ketinggian harus 16,5 meter juga.

Fresnel Zone pertama (F_1) atau h_0 adalah :

$$h_o = 17,3 \times \left[\frac{2,51 \times 2,51}{24 \times (2,51 + 2,51)} \right]^{1/2} = 12510 \text{ meter.}$$

Clearance Path yang merupakan persyaratan bebas pandang adalah 60% dari Fresnel zone pertama :

$$CP = 0,6 \times 12,510 = 7,506 \text{ meter, atau } 7,5 \text{ meter.}$$

Ketinggian antena pemancar STO Boja dan antena penerima Gn. Cangkiran :

$$ht = hr = 16,5 + 7,5 = 24 \text{ meter.}$$

Arah antena (Azimuth) di STO Boja menghadap 61,03° atau Timur Laut dan arah antena di Gn. Cangkiran menghadap ke 241,03° atau Barat Daya.

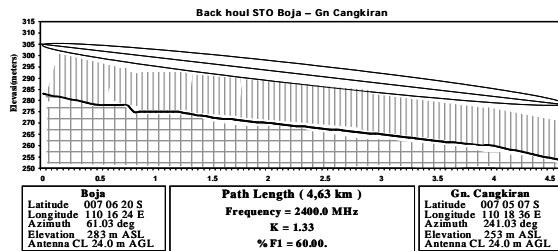
Menghitung redaman propagasi

Menghitung redaman propagasi di ruang bebas dari STO Boja ke Gn. Cangkiran sesuai data lapangan diatas, maka :

$L_f = 32,44 + 20 \log d + 20 \log f$, dengan d dalam Km, dan f dalam Mhz

$$L_f = 32,44 + 20 \log 5,02 + 20 \log 2400$$

$$L_f = 114,06 \text{ dB.}$$



Gbr. 4.7 Backhaul STO Boja-Gn. Cangkiran

Menghitung fading margin

$$FM = a.b.f.d^3 \cdot 10^{-7} \text{ (tanpa factor kehandalan)}$$

$$FM \text{ (dB)} = 30 \log d + 10 \log (6.a.b.f) - 70$$

a adalah Roughness factor, utk daerah pegunungan $a = 1/4$.

b adalah Climate factor, utk daerah lembab dan panas, $b = 1/2$.

d jarak lintasan dalam km, dan f frekuensi kerja dalam Ghz.

Dengan memasukkan data-data yang ada didapat :

$$FM = 30 \log 5,02 + 10 \log (6 \times 1/4 \times 1/2 \times 2,4) - 70$$

$$FM = -46,426 \text{ dB.}$$

$$\text{atau } FM_r = 2,2772 \cdot 10^{-5}$$

Bila factor Reliability dihitung, dan disyaratkan harus mempunyai tingkat kehandalan (Av) = 99,99977228 %, maka outage probability (Pmf) atau level sinyal berada dibawah minimum level sinyal yang diijinkan selama satu tahun :

$$Pmf (\%) = (1 - Av) = 0,00022772 \%$$

Fading margin dengan faktor kehandalan menjadi :

$$FM = 30 \log d + 10 \log (6.a.b.f) - 70 - 10 \log (1 - Av)$$

$$FM = 21,021 + 2,553 - 70 + 56,426 = 10 \text{ dB}$$

Receive Sinyal Level (RSL):

RSL = Output power TX – Loss Branching cct Tx – Loss feeder + Gain Antena Tx – Loss propagasi + Gain antenna Rx – Loss feeder – Loss Branching cct Rx

$$RSL = 31 - 2,5 - 3,16 + 19 - 114,06 + 19 - 2,70 - 5$$

$$RSL = -58,42 \text{ dBm}$$

Perangkat WLL mempunyai spesifik teknis, masih mampu merima level sinyal sampai – 92 dBm pada BER = 10⁻³, sehingga masih mempunyai margin sebesar 33,58 dB.

Jika factor fading margin dimasukkan kedalam rumus RSL menjadi :

RSL = Output power TX – Loss Branching cct Tx – Loss feeder + Gain Antena Tx – Loss propagasi – FM + Gain antenna Rx – Loss feeder – Loss Branching cct Rx

$$RSL = 31 - 2,5 - 3,16 + 19 - 114,06 - 10 + 19 - 2,7 - 5$$

$$RSL = -68,42 \text{ dBm}$$

Margin terhadap level sinyal minimum adalah :

$$-92 + 68,42 = 23,58 \text{ dB}$$

Gn. Cangkiran – Gn. Munding

Tabel 4.2 Data teknis Gn. Cangkiran dan Gn. Munding

Parameter	Gn. Cangkiran	Besaran	Gn. Munding
Bujur Timur	110°18'36"		110°20'00"
Lintang Selatan	07°05'07"		07°06'38"
Ketinggian	253 mtr di APL		425 mtr di APL
Azimuth	317,32°		137,32°
Jarak udara		3,80 Km	
Jarak darat		3,80 Km	
Iklim	Lembab, panas		Lembab, panas
Daerah	Pegunungan, ber pohon		Pegunungan, ber pohon
Frekuensi kerja		2,4 Ghz	
Frekuensi Tx	2,324 Ghz		2,418 Ghz
Frekuensi Rx	2,418 Ghz		2,324 Ghz
Output power Tx	31 dBm		31 dBm
Gain antenna	19 dB		19 dB
Type Antena	FLAT 19		FLAT 19
Panjang Feeder	20 mtr		10 mtr
Loss Feeder/mtr	0,135 dB (10D)		0,135 dB (10D)
Loss Branching TX	2,5 dB		2,5 dB
Loss Branching RX	5,0 dB		5,0 dB
Threshold level Received (BER = 10 ⁻³)	-92 dBm		-91 dBm
Konstanta K		1,33	

Fresnel Zone dan Clearance Path

$$F_1 = h_o = 17,3 \left[\frac{3 \times 1,8}{2,4 \times (3 + 1,8)} \right]^{1/2} = 11,845 \text{ meter}$$

$$CP = 0,6 \times 11,845 = 7,107 \text{ meter, atau } 7,1 \text{ meter}$$

$$ht = 19,5 + 7,1 = 26,6 \text{ mtr atau } 27 \text{ meter}$$

Arah antena menghadap 317,32° atau Timur Tenggara.

$$hr = 6,5 + 7,1 = 13,6 \text{ mtr atau } 14 \text{ meter}$$

Arah antena menghadap 137,32° atau Barat

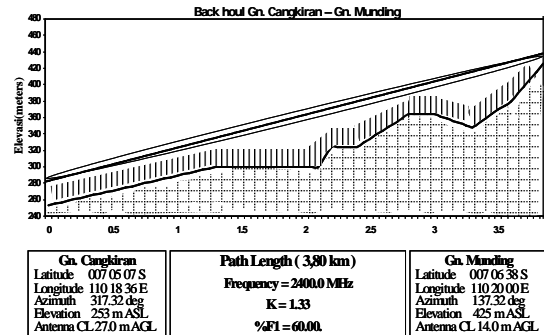
Laut.

Redaman Propagasi

$L_f = 32,44 + 20 \log d + 20 \log f$, dengan d dalam Km, dan f dalam Mhz

$$L_f = 32,44 + 20 \log 3,80 + 20 \log 2400$$

$$L_f = 111,64 \text{ dB}$$



Gbr. 4.8 Backhoul Gn. Cangkiran-Gn. Munding

Fading Margin

$$FM = 30 \log d + 10 \log (6.a.b.f) - 70$$

$$FM = 30 \log 3,80 + 10 \log (6 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 2,4) - 70$$

$$FM = -50,053 \text{ dB}$$

$$\text{atau } FM_r = 9,87696 \cdot 10^{-6}$$

Av = 99,9999112 %, maka outage probability

$$Pmf (\%) = (1 - Av) = 0,0000988 \%$$

Fading margin dengan memasukkan tingkat kehandalan menjadi :

$$FM = 30 \log d + 10 \log (6.a.b.f) - 70 - 10 \log (1 - Av)$$

$$FM = 21,021 + 2,553 - 70 + 60,053 = 10 \text{ dB}$$

Receive Sinyal Level (RSL)

$$RSL = 31 - 2,5 - 2,7 + 19 - 111,64 + 19 - 1,35 - 5$$

$$RSL = -54,19 \text{ dBm}$$

Perangkat WLL mempunyai spesifik teknis, masih mampu merima level sinyal sampai – 91 dBm pada BER = 10⁻³, sehingga masih mempunyai margin sebesar :

$$-54,19 - (-91) = 36,81 \text{ dB}$$

$$RSL = 31 - 2,5 - 3,16 + 19 - 111,64 - 10 + 19 - 2,70 - 5$$

$$RSL = -64,19 \text{ dBm}$$

Margin terhadap level sinyal minimum adalah : -91 + 64,19 = 26,81 dB.

Gn. Munding – DAN BSB Mijen

Tabel 4.3 Data teknis Gn. Munding dan DAN BSB Mijen

Parameter	Gn. Munding	Besaran	BSB Mijen
Bujur Timur	110°20'00"		110°20'36"
Lintang Selatan	07°06'38"		07°02'17"
Ketinggian	425 mtr di APL		230 mtr di APL
Azimuth	82,15°		277,84°
Jarak udara		7,86 Km	
Jarak darat		7,83 Km	
Iklim	Lembab, panas		Lembab, panas
Daerah	Pegunungan, ber pohon		Pegunungan, ber pohon
Frekuensi kerja		2,4 Ghz	
Frekuensi Tx	2,434 Ghz		2,340 Ghz
Frekuensi Rx	2,340 Ghz		2,434 Ghz
Output power Tx	31 dBm		31 dBm
Gain antenna	13 dB		19 dB
Type Antena	FLAT 19		FLAT 19
Panjang Feeder	10 mtr		30 mtr
Loss Feeder/mtr	0,135 dB (10D)		0,135 dB (10D)
Loss Branching TX	2,5 dB		2,5 dB
Loss Branching RX	5,0 dB		5,0 dB
Threshold level Received (BER = 10 ⁻³)	-92 dBm		-94 dBm
Konstanta K		1,33	

Fresnel Zone dan Clearance Path

Gn. Munding saja berupa pepohonan $d_1 = 0,5$ Km, dan $d_2 = 7,36$ Km, ketinggian halangan = 6 m.

$$F_1 = h_o = 17,3 \left[\frac{0,5 \times 7,36}{2,4 \times (0,5 + 7,36)} \right]^{1/2} = 7,641 \text{ meter.}$$

CP = $0,6 \times 7,641 = 4,585$ meter, atau 4,6 meter.

Ketinggian antenna pemancar Gn. Munding dan antenna penerima BSB Mijen dapat dihitung dengan mempertimbangkan lokasi Repeater di Gn. Munding berada pada ketinggian 425 mtr APL sedangkan Repeater di BSB Mijen pada ketinggian 230 mtr APL, ketinggian pepohonan di sekitar Gn. Munding adalah 12 meter, sehingga tinggi antenna : $ht = 12 + 4,6 = 16,6$ meter atau 17 meter.

Arah antenna menghadap 82,15 atau Utara.

Ketinggian antenna di BSB Mijen lebih tinggi, hal ini untuk mengantisipasi pembangunan gedung, rumah dan Gapura atau Tugu :

$$hr = 30 + 4,6 = 34,6 \text{ meter atau } 35 \text{ meter.}$$

Arah antenna menghadap 277,84° atau Selatan.

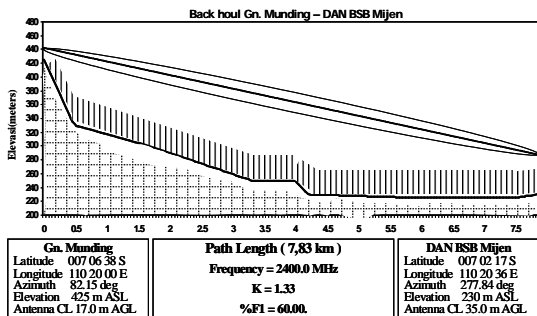
Redaman Propagasi

Menghitung redaman propagasi di ruang bebas dari Gn. Munding ke BSB Mijen sesuai data lapangan diatas, maka :

$L_f = 32,44 + 20 \log d + 20 \log f$, dengan d dalam Km, dan f dalam Mhz

$$L_f = 32,44 + 20 \log 7,86 + 20 \log 2400$$

$$L_f = 117,953 \text{ dB.}$$



Gbr. 4.9 Backhoul Gn. Munding – DAN BB Mijen

Fading Margin

$$FM = 30 \log 7,86 + 10 \log (6 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 2,4) - 70$$

$$FM = - 40,634 \text{ dB.}$$

$$\text{atau } FM_r = 8,640876 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Reliability } A_v = 99,9991383 \%,$$

$$P_{mf} (\%) = (1 - A_v) = 0,00086417 \%$$

Fading margin dengan memasukkan tingkat kehandalan menjadi :

$$FM = 26,813 + 2,553 - 70 + 50.634 = 10 \text{ dB}$$

Receive Signal Level (RSL)

Kita menghitung level sinyal di penerima BSB Mijen, dengan rumus RSL adalah :

$$RSL = 31 - 2,5 - 1,35 + 13 - 117,953 + 19 - 4,05 - 5$$

$$RSL = - 67,853 \text{ dBm.}$$

Perangkat WLL mempunyai spesifik teknis, masih mampu merima level sinyal sampai $- 94$ dBm pada BER = 10^{-3} , sehingga masih mempunyai margin sebesar : $- 67,853 - (-94) = 26,147$ dB.

Jika factor fading margin dimasukkan kedalam rumus RSL menjadi :

$$RSL = \text{Output power TX} - \text{Loss Branching cct Tx} - \text{Loss feeder} + \text{Gain Antena Tx} - \text{Loss propagasi} - \text{FM} + \text{Gain antenna Rx} - \text{Loss feeder} - \text{Loss Branching cct Rx}$$

$$RSL = 31 - 2,5 - 1,35 + 13 - 117,953 - 10 + 19 - 4,05 - 5$$

$$RSL = - 77,853 \text{ dBm.}$$

Margin terhadap level sinyal minimum adalah :

$$- 77,853 - (-94) = 16,147 \text{ dB.}$$

4.52. Perhitungan link budget DAN – FAU

Level Sinyal Terima Minimum (RSL minimum)

$RSL_{min} (\text{dB}) = E_b/N_o (\text{dB}) + 10 \log (k \cdot T_o \cdot B \cdot N \cdot F)$ dB, sehingga

$$RSL_{min} (\text{dB}) = E_b/N_o (\text{dB}) + 10 \log BR - 204 (\text{dB}) + NF (\text{dB})$$

dengan: $k = 1,3806 \cdot 10^{-23}$ joule/K

$$T_o = 273 \text{ K}$$

NF = Noise Figure

E_b/N_o = Energi/Bit per daya noise

BR = Laju Bit Transmisi

Pada spesifikasi teknik sistem ini mempunyai laju bit (BR) 1152 Kbps dan Noise Figure (NF) = 10 dB, dengan memasukkan $E_b/N_o = 0,5$ dB maka diperoleh RSL minimum tanpa cadangan fading yaitu:

$$RSL_{min} = E_b/N_o + 10 \log BR - 204 + NF$$

$$= 0,5 + 10 \log 1152 \cdot 10^3 - 204 + 10$$

$$= - 132,89 \text{ dBw}$$

$$= - 102,89 \text{ dBm}$$

Untuk mengantisipasi terjadi fading dalam sistem transmisi radio perlu ditambahkan cadangan fading. Pada perencanaan ini agar diperoleh kehandalan 99,9999% diperlukan cadangan fading sebesar 18 dB, besarnya cadangan fading ini diperoleh dari spesifikasi teknik yang ada pada sistem ini. Dan untuk perhitungan cadangan fading dapat diuraikan pada sub-bab 2.2.5.3, sehingga RSLmin dengan tambahan fading adalah sebesar -84,89 dBm. Harga ini merupakan harga level sinyal terima di sisi pelanggan

Redaman sistem

Redaman propagasi untuk daerah sub urban:

$$L_p = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log ht - (1,1 \log f - 0,7) hr + (1,56 \log f - 0,8) + (44,9 - 6,55 \log ht) \log d - K_{su}$$

Faktor koreksi redaman di daerah sub urban:

$K_{su} = 2 [\log (f/28)]^2 - 5,4$
 dengan memasukkan harga variabel f, ht dan hr dengan nilai sebagai berikut:

Frekuensi (f) = 1888.704 MHz

Tinggi antenna DAN site(ht)= 36 meter

Tinggi antenna penerima (hr)= 6 meter

Sehingga diperoleh,

$L_p = 111,7457495 + 35,22485574 \log d$

Redaman oleh hujan dari perhitungan pada bagian fungsi jarak adalah:

$L_{hujan} = 0,0314. d.90 / (90 + 4d)$

Untuk menghitung besarnya radius cakupan DAN site digunakan persamaan :

$IRL \text{ (dBm)} = EIRP \text{ (dBm)} - \text{Redaman}$

Dengan menurunkan persamaan seperti pada bagian 2.3.3 untuk batas level sinyal terima:

$RSL = (P_t + G_t + G_r) - \text{Redaman total sistem}$

Redaman total sistem = $L_p + L_h + L_t + L_r + L_{ta}$ dengan,

L_p = redaman propagasi model Okumura-Hata (dB)

L_h = redaman hujan (dB)

L_t = redaman saluran pemancar (dB)

L_r = redaman saluran terminal pelanggan (dB)

L_{ta} = redaman tambahan yaitu redaman percabangan, redaman RF hybrid, dan redaman jumper. Besar redaman feeder dan redaman tambahan sesuai dengan spesifikasi system, sehingga dapat mensubsitusikan daya output (P_t) sebesar 23 dBm, Gain antenna pemancar (G_t) = 19 dB, Gain antenna terminal pelanggan (DAU) = 8 dBi sesuai spesifikasi sistem dan level sinyal terima (RSL) yang telah ditambah cadangan *fading* adalah - 84,89 dBm sehingga diperoleh radius cakupan DAN site untuk daerah BSB Mijen (daerah sub urban) :

$$- 84,89 = (23 + 12 + 8) - [(111,7457495 + 35,22485574 \log d) + 0,38.10^{-3} 10 + 0 + 0 + (0.0314. 90 / (90 + 4d))] - 16,1446305 = 35,22485574 \log d + 0,0314. 90 / (90 + 4d)$$

$$d = 2,909117 \text{ Km}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh perkiraan radius cakupan DAN site yang ditempatkan di BSB Mijen (daerah sub urban) yaitu: 2,909117 Km.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penulisan akhir ini adalah:

1. Jaringan lokal akses radio merupakan salah satu alternatif sistem telekomunikasi yang dapat diterapkan untuk daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan kabel karena berbagai alasan seperti: topografi, waktu instalasi yang lama, dan investasi jaringan kabel yang besar.

2. Dalam perencanaan ini, radius cakupan DAN site dianalisa dengan metode prediksi redaman COST-231 Okumura-Hata. Dengan metode ini jangkauan sinyal dari DAN site yang

tegantung tinggi antenna DAN, tinggi antenna pelanggan, status kondisi lingkungan daerah perencanaan dan spesifikasi perangkat jarlokar DECT.

3. Simulasi perencanaan penempatan DAN site Ericsson ini dapat memvisualisasikan coverage area dengan radius jangkauan 2, 909117 Km dari DAN site yang di rencanakan yang berlokasi di Perumahan BSB Mijen.

4. Simulasi ini dapat menghasilkan output berupa besar level sinyal terima (RSL) pada titik subgrid dalam coverage area DAN site tersebut. Dengan mengikutsertakan kondisi hujan atau kemarau maka diperoleh level sinyal yang berbeda.

5. Penggunaan WLL sebaiknya hanya untuk keperluan dasar telephony yaitu voice dan facsimile, mengingat kecepatan menyalurkan data maksimum 9,600 Bps atau 9,6 Kbps..

5.2 Saran

1. Teknologi cordless digital berbasis DECT merupakan sistem yang masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

2. Dengan kelebihan yang dimiliki, sistem WLL Ericsson patut dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif pemilihan sistem jarlokar di perumahan BSB Mijen sebelum fasilitas telekomunikasi ber pita lebar ada.

3. Sifat flexiblelitas dan instalasi yang relatif lebih cepat di banding jenis kable, maka fasilitas telekomunikasi jarlokar dengan teknologi WLL dapat digunakan sebagai sarana telekomunikasi pemancing, sebelum fixed wireline tersedia, dan dapat dipindahkan ke daerah urban jika jaringan fix wireline sudah tersedia.

Daftar Pustaka

- [CAL'92], Calhoun, George, "Wireless Access and The Local Telephone Network ", "Artech House.Inc, 1992
- [DRA'98],, "DRA 1900 System Manual," Ericsson, 1998
- [FREE'87], Freeman, R.L., "Radio System Design for Telecommunications (1 - 100 Ghz)", Jonh Willey & Son, New York,1987
- [FREE '91], Freeman, R.L., "Telecommunications Transsmision Hand Book", Jonh Willey & Son, New York,1991
- [Gill'85], Gilles Y.D, " Propagation Loss Prediction :A Comparative Study with Aplication to the Mobile Radio Channel", IEEE Trans, On Vehicular Technologi, Volume VT - 34, No 2, Mei 1985
- [HATA '80], Hata, Masaharu, "Empirical Formula for Propagation Loss in Lan Mobile Service", IEEE Trans. On Vehicular Technologi. Vol VT - 29, No.3, Agustus 1980
- [HESS'93], Hess, C.Garry, "Land Mobile Radio System Engineering", Artech House, London, 1993

8. [DCA'95] Afiandi, Dicky,"Perencanaan Penerapan Jarlokar CDMA", STTTelkom Bandung 1995

9. [KUR'95], Kurniawan, Adit, 'Penentuan Kebutuhan Daya Pancar pada System Telepon Radio Diam dengan Pengukuran Sampel", Majalah Teknik Elektro Bandung, Vol. 1, No.2, 1995

10. [LEE'90], Lee, William C.Y,"Mobile Cellular Telecommunication System, 2nd Edition, Mc Graw – Hill Book Company, Singapore, 1990

11. [THEO'96], Rappaport,S,Theodore,"Wireless Communication Principles and Practice",Prentice Hall PTR, New Jersey 0745, New York, 1996

12. [WLL'01],," WLL Ericsson DRA-1900", Divisi pelatihan Semarang, 2001

13. [YOSH'93],Yoshihiko, Aikawa & Hidehiro Andoh,"Channel Segretion Aself Organized Dynamic Allocation Method ;

Application to TDMA / FDMA Microcellular System", IEEE Journal on Selected Area In Communication Vol.11, No.6, Agustus 1993

Menyetujui
Pembimbing I

Ir. Sudjadi, MT
NIP. 131 558 569

Pembimbing II

Ajub Ajulian, ST, MT
NIP. 132 205 684