

BAB II

PROSEDUR KERJA

2.1 Deskripsi Penugasan Kerja

1. unit A (Dokument Projek IOH)

Pekerjaan : Mengisi keterangan baik berupa angka atau kalimat sesuai pada gambar yang ada di folder dan mengcover gambar yang ada di web isdp serta mengecek kelengkapan gambar pada folder, untuk kelengkapan datanya biasa berupa azimuth, frekuensi, tipe antena, tipe rru, tipe bbu dan kabel serta port yang terpasang.

Pengalaman dan Keterampilan yang diperoleh : ketelitian, pemahaman terkait RTN

2. unit B (Dokumen Projek Tsel)

Pekerjaan : mengupload gambar yang berada di folder lalu disesuaikan dengan folder yang ada di web ineom dan isdp.

Pengalaman dan keterampilan yang diperoleh : Dapat mengetahui komponen yang terdapat pada tower

3. Unit C (L0 *Onsite Training*)

Pekerjaan : mengikuti poses *training Onsite* BTS baru untuk lokasi *site* name Kelaten. Membahas *case* mengenai *troubleshooting* terkait BTS baru yang akan di *running*,

Pengalaman dan keterampilan yang diperoleh : belajar tahapan untuk *Onsite* BTS.

4. Unit D (Instalasi RTN)

Pekerjaan : melakukan proses instalasi RTN untuk *site* ID baru yang akan di berjalan dan mempersiapkan komponen material untuk *Onsite*.

Pengalaman dan keterampilan yang diperoleh : belajar proses instalasi RTN

2.2 Teori Dasar Pendukung

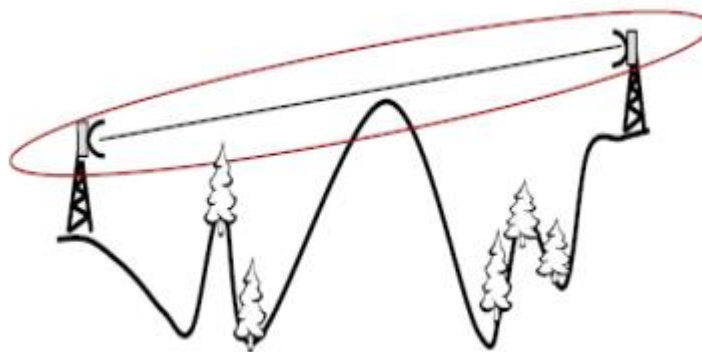
2.2.1 Sistem Komunikasi Radio Gelombang Mikro

Sistem komunikasi radio gelombang mikro merupakan sistem komunikasi yang bertujuan untuk mengirimkan informasi dari satu lokasi pengirim ke lokasi penerima tanpa terganggu kondisi daratan. Komunikasi yang dikirimkan yaitu suara, video, dan data melalui udara bebas (*air interface*) pada rentang frekuensi 2 GHz sampai 24 GHz, yang merupakan standar dari *Committee Consultative International on Radio* (CCIR)[4]

Sistem komunikasi gelombang mikro dapat dibedakan menjadi tiga:

1. Gelombang mikro tersterial
2. Gelombang mikro satelit
3. Gelombang mikro bergerak

Sistem komunikasi *microwave* terdiri atas 2 bagian pokok, yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Dalam perjalanannya dari antena pemancar ke antena penerima, gelombang radio melalui berbagai lintasan dengan beberapa mekanisme perambatan dasar. Mekanisme perambatan dasar tersebut adalah *Line of Sight* (LOS) dimana LOS merupakan lintasan gelombang radio yang mengikuti garis pandang yang berarti bahwa antara antena pemancar dan antena penerima tidak ada penghalang (*obstacle*), yang menghalangi lintasan perambatan gelombang mikro seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Propagasi Los[5]

2.2.2 Klasifikasi *Microwave Link*

Komunikasi *microwave* pada sistem seluler digunakan pada jalur transmisi antara satu *Mobile Switching Centre* (MSC) dengan MSC yang lain dalam

jaringannya, antara MSC dengan BSC, antara BSC dengan beberapa BTS maupun antar BTS, walaupun sebagai alternatifnya adalah jalur transmisi serat optik ataupun saluran sewa berbentuk *wireline*. *Link microwave* pada umumnya beroperasi antara frekuensi 2GHz-58GHz. Berdasarkan range frekuensinya, *link microwave* diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu[5]:

2.2.2.1 Long Haul

Frekuensi operasi *link* ini biasanya antara 2 GHz sampai 10 GHz. Pada kondisi iklim terbaik dan frekuensi operasi, jarak yang dapat dicakup oleh *link* ini dapat berkisar antara 45 km-80 km. *Link* ini dipengaruhi *multipath fading*. Adapun frekuensi yang termasuk *long haul* ialah sebagai berikut[5]:

1. Frekuensi *band* 2 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 80 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 370 cm dengan *gain* antena 36 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
2. Frekuensi *band* 7 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 50 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 370 cm dengan *gain* antena 46,8 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horizontal
3. Frekuensi *band* 10 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 45 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-120 cm untuk *gain* 34 dBi-40 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horizontal

2.2.2.2 Medium Haul

Frekuensi operasi *link* ini biasanya antara 11 GHz-20 GHz. Dipengaruhi oleh kondisi iklim dan frekuensi operasi. Panjang lintasan bervariasi antara 20 km - 40 km. *Link* ini juga dipengaruhi oleh *multipath fading* dan *rain fading*. Adapun frekuensi yang termasuk *medium haul* ialah sebagai berikut[5]:

1. Frekuensi *band* 13 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 40 km

- b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-120 cm untuk *gain* antena berkisar 36,4 dBi-42,4 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
2. Frekuensi *band* 15 GHz
- a) Daya jangkauan maksimal 35 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-120 cm dengan *gain* antena berkisar 38 dBi-44 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
3. Frekuensi *band* 18 GHz
- a) Daya jangkauan maksimal 20 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-180 cm dengan *gain* 39 dBi-49 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal.
 - e) Atenuasi atmosfer 0,1 dB/km
 - f) Atenuasi hujan sekitar 1 dB/km saat curah hujan 20 mm/h

2.2.2.3 Short Haul

Link ini beroperasi pada frekuensi tinggi (23 GHz-58 GHz) dan dengan demikian menjangkau jarak yang lebih pendek, pada range frekuensi yang lebih rendah di *band* ini, *link* ini dipengaruhi oleh *multipath* dan *rain fading*. Pada frekuensi yang lebih tinggi saat panjang lintasan hanya beberapa kilometer, fenomena *multipath* tidak mempunyai dampak yang signifikan tetapi walau bagaimanapun, dampak hujan berpengaruh besar pada *link* jenis ini. Adapun frekuensi yang termasuk *short haul* ialah sebagai berikut[5]:

1. Frekuensi *band* 23 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal 18 km
 - b) *Multipath fading* dan *rain fading*
 - c) Diameter antena 30 cm-120 cm untuk *gain* berkisar 35 DBi -47,3 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
 - e) Atenuasi atmosfer hujan sekitar 3 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
2. Frekuensi *band* 26 GHz dan 27 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal 15 km
 - b) *Rain fading*

- c) Diameter antenna 30 cm-60 cm
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horizontal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,1 dB/km
 - f) Atenuasi karena hujan sekitar 3 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
3. Frekuensi *band* 38 GHz
- a) Daya jangkauan maksimal 10 km
 - b) *Rain fading*
 - c) Diameter antenna 30 cm dengan *gain* 39,66 dBi
 - d) Hanya untuk polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,12 dB/km
 - f) Atenuasi akibat hujan sekitar 5 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
4. Frekuensi *band* 55 GHz
- a) Daya jangkauan maksimal hanya beberapa kilometer saja
 - b) *Rain fading*
 - c) Diameter antenna 30 cm dengan *gain* 39,66 dBi
 - d) Hanya untuk polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,12 dB/km
 - f) Atenuasi akibat hujan sekitar 5 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
5. Frekuensi *band* 58 GHz
- a) Daya jangkauan maksimal hanya 1 km-2 km
 - b) *Rain fading*
 - c) Diameter antenna 15 cm
 - d) Hanya untuk polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 12 dB/km
 - f) Atenuasi hujan sekitar 7 dB/km saat curah hujan 20 mm/h

2.2.3 Komponen Link Microwave

Terdapat dua komponen utama dalam *link microwave* yaitu *Indoor Unit* (IDU) dan *Outdoor Unit* (ODU)[5]:

2.2.3.1 Indoor Unit (IDU)

Indoor unit atau sering disebut dengan IDU. IDU berisi modem radio yang berfungsi sebagai titik terminasi untuk sinyal digital dari perangkat end user dan

kemudian mengubahnya kedalam sinyal yang berbasis sinyal radio untuk 8 dikirimkan sepanjang media transmisi gelombang mikro dengan menggunakan skema modulasi dan juga memodulasikan *carrier* ke sinyal digital pada penerima. Terlepas dari modulasi dan demodulasi sinyal, IDU juga berfungsi sebagai kanal komunikasi antara *Network Monitoring System* (NMS) dan *Outdoor Unit* (ODU). IDU biasanya ditempatkan dilokasi yang terproteksi[5].

2.2.3.2 Outdoor Unit (ODU)

Outdoor unit atau sering disebut dengan ODU. ODU berfungsi mengkonversikan sinyal digital berfrekuensi rendah (*Intermediate Frequency*) menjadi sinyal radio berfrekuensi tinggi (*Radio Frequency*). Ketika sinyal diterima oleh antena, sinyal dilewatkan ke *Low Noise Amplifier* (LNA) untuk dikuatkan. Kemudian dilewatkan ke *Automatic Gain Control* (AGC). ODU berisi perangkat *Radio Frequency* dan pengirim dan penerima. Dengan fitur ini, ODU juga disebut sebagai *radio transceiver*. ODU mendapat catuan listrik dan sinyal termodulasi rendah dari IDU melalui kabel koaksial[5].

2.3.4 Link budget

Faktor-faktor yang mempengaruhi komunikasi gelombang mikro antara lain:

2.3.4.1 Gain

Antena adalah suatu perangkat digunakan untuk mengirimkan dan menerima sinyal informasi dari ruang bebas yang berasal dari pemancar maupun penerima. *Gain* adalah parameter pengukur kemampuan antena untuk mengirimkan gelombang yang diinginkan ke arah tujuan. Pada antena parabola, efisiensi tidak mencapai 100% karena beberapa daya hilang. Secara komersial, efisiensi antena parabola antara 50% hingga 70%. Besarnya nilai *gain* dapat dicari menggunakan persamaan 2.5[5].

$$G = 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta + 20,4 \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana,

G = *Gain* atau penguatan antena (dBi)

d = Diameter antena (m)

f = frekuensi antena (GHz)

η = Efisiensi antena (50% - 70%)

2.3.4.2 Free Space Loss (FSL)

Pada frekuensi di atas 10 GHz, *pathloss* dapat dianggap sebagai *Free Space Loss* (FSL), *Free Space Loss* merupakan fungsi jarak dan frekuensi, karena yang mempengaruhi nilai *Free Space Loss* adalah jarak dan frekuensi. *Free Space Loss* adalah redaman yang sepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Pada ruang ini tidak di bolehkan adanya penghalang, karena transmisinya sendiri berkarakter LOS. Besarnya FSL dapat dihitung dengan persamaan 2.2.[5]

$$FSL = 92,45 + 20 \log(f_{\text{GHz}}) + 20 \log(D_{\text{km}}) \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan,

FSL = *Free Space Loss* (dB)

f = frekuensi (Ghz)

D = jarak antara antena pemancar dan penerima (km)

Apabila frekuensi yang digunakan dalam satuan Mhz, maka persamaan yang digunakan untuk mencari FSL adalah persamaan 2.3.

$$FSL = 32,45 + 20 \log(f_{\text{MHz}}) + 20 \log(D_{\text{km}}) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan,

FSL = *Free Space Loss* (dB)

f = frekuensi (MHz)

D = jarak antara antena pemancar dan penerima (km)

2.3.4.3 Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

EIRP merupakan daya maksimum gelombang sinyal mikro yang keluar dari antena pemancar atau untuk menunjukkan nilai efektif daya yang dipancarkan antena pemancar, dalam arti lain daya tersebut sudah mengalami penguatan. EIRP diperoleh dengan menjumlahkan daya output dari antena pemancar dengan *gain* antena lalu dikurangkan oleh loss atau dapat dituliskan seperti persamaan 2.4.[5]

$$EIRP = P_{Tx} + G_{antena} - L_{Tx} \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan,

$EIRP = \text{Effective Isotropic Radiated Power (dBm)}$

$P_{Tx} = \text{Daya pancar (dBm)}$.

$G_{antena} = \text{Gain antenna (dBi)}$

$L_{Tx} = \text{Transmitter loss (dB)}$

2.3.4.4 Isotropic Received Level (IRL)

Isotropic Received Level (IRL) adalah nilai level daya isotropik yang diterima oleh *receiver*. Nilai IRL bukan merupakan nilai daya yang diterima oleh sistem atau rangkaian decoding, tetapi merupakan nilai level daya terima antena *receiver*. Besaran nilai IRL harus didapatkan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai daya terima pada antena penerima. [9] Besar nilai IRL didapatkan dari persamaan 2.5.

$$IRL = EIRP - FSL \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan,

$IRL = \text{Isotropic Received Level (dBW)}$

$EIRP = \text{Effective Isotropic Radiated Power (dBW)}$

$FSL = \text{Free Space Loss (dB)}$

2.3.4.5 Received Signal Level (RSL)

Received Signal Level (RSL) adalah level daya yang diterima oleh piranti pengolah decoding. Rugi-rugi pada jalur di sisi antena penerima serta *gain* pada antena penerima memperoleh besar nilai RSL. [5] Nilai RSL pada piranti pengolah decoding dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$RSL = IRL - G_{Rx} - L_{Rx} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan,

RSL = *Received Signal Level* (dBm)

IRL = *Isotropic Received Level* (dBm)

G_{Rx} = *Gain antenna Rx* (dBi)

L_{Rx} = *Receiver Loss* (dB)

2.3.4.6 Hop Loss

Hop loss adalah perbedaan atau selisih antara *gain* dan *loss* pada *link microwave*. *Gain* merupakan penguatan pada sisi lain, sedangkan *loss* merupakan jumlah dari redaman ruang bebas dan redaman seperti atenuasi ekstra dan atmosfer (uap air dan oksigen). [5]Besarnya Hoploss dinyatakan dengan persamaan 2.7.

$$L_h = FSL + L_{ex} + L_{Atm} - (G_{Tx} + G_{Rx}) \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan,

L_h = *Hop loss* (dB)

FSL = *Free Space Loss* (dB)

L_{ex} = *Loss tambahan* (dB) ; *loss* sisi tx-rx tanpa pengaruh atmosfer

L_{Atm} = *Atmosphere loss* (dB)

G_{Tx} = *Gain receive antenna* (dBi)

G_{Rx} = *Gain transmit antenna* (dBi)

2.3.4.7 Fading Margin

Untuk mengatasi adanya *fading*, maka diperlukan cadangan daya yang digunakan agar dapat mempertahankan level daya terima di atas level batas ambang (*threshold*). Cadangan daya tersebut sering disebut dengan *fading margin*. Terdapat 3 jenis *fade margin*, diantaranya: *thermal fade margin*, *flat fade margin*, *effective fade margin*. [5]

Besarnya thermal fade margin dihitung dari selisih antara daya terima dan daya terima minimum (Rx Threshold). Adapun hubungan antara fading margin dengan Received Signal Level ditunjukkan pada persamaan 2.8.

$$FM_{thermal} = RSL - Rx_{TH} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan,

$$FM_{thermal} = \text{Fading Margin Thermal (dB)}$$

$$RSL = \text{Receive Signal Level (dBm)}$$

$$Rx_{TH} = \text{Rx Threshold Level (dBm)}$$

Selanjutnya *flat fade margin*, yaitu fade margin yang dipengaruhi thermal *fade margin* dan *interference fade margin*. Namun jika *interference fade margin* tidak tersedia, maka dapat diabaikan atau dianggap bernilai nol. Seperti pada persamaan 2.9.

$$FM_{flat} = -10\log(10^{\frac{-FM_{thermal}}{10}} + 10^{\frac{-FM_{ac}}{10}} + 10^{\frac{-FM_{ex}}{10}}) \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan,

$$FM_{thermal} = \text{Thermal fade margin (dB)}$$

$$FM_{ac} = \text{Adjacent channel interference fade margin (dB)}$$

$$FM_{ex} = \text{External interference fade margin (dBm)}$$

Setelah flat fade margin diketahui, selanjutnya dapat dihitung *effective fade margin*. *Fade margin* ini dipengaruhi oleh *flat fade margin*, *fade occurrence factor*, dan *dispersive fade margin*. Sehingga didapatkan perhitungan seperti pada persamaan 2.10.

$$FM_{effective} = -10\log(10^{\frac{-FM_{flat}}{10}} + R \times 10^{\frac{-FM_{dispersive}}{10}}) \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan,

$FM_{\text{effective}}$ = *Effective fade margin* (dB)

R = *Fade occurrence factor* (dB)

$FM_{\text{dispersive}}$ = *External interference fade margin* (dBm)

Nilai *fade occurrence factor* ditentukan oleh kondisi propagasi sinyal yang dapat dilalui. Keterangannya sebagai berikut:

$R = 0,5$ sampai 1 ; untuk kondisi propagasi baik

$R = 3$; untuk kondisi propagasi rata-rata

$R = 5$ sampai 7 ; untuk kondisi propagasi sulit

$R = 9$; untuk kondisi propagasi sangat sulit

2.3.4.8 C Factor

Nilai *C factor* dipengaruhi oleh *climatic factor* dan *terrain roughness*. Nilai *C factor* digunakan dalam perhitungan *unavailability* pada persamaan 2.11.

$$C = cf \times \left(\frac{S}{15,2}\right)^{-1,3} \dots\dots\dots(2.11)$$

cf = *Climatic factor*

$cf = 0,5$; untuk lokasi pegunungan dan beriklim kering

$cf = 1$; untuk daerah dengan ketinggian rata-rata

$cf = 2$; untuk daerah pesisir laut dan di atas perairan

S = *Terrain Roughness* (m)

2.3.4.9 Availability

Availability merupakan ukuran kehandalan sistem. Secara ideal semua sistem harus memiliki *availability* 100%. Namun keadaan tersebut tidak mungkin

terpenuhi karena di dalam suatu sistem pasti terdapat kegagalan sistem dalam memberikan pelayanan. Kegagalan sistem dalam memberikan pelayanan disebut sebagai *unavailability*. Maka untuk mencari besarnya nilai *unavailability* dan *availability* dapat digunakan Persamaan 2.12 dan Persamaan 2.13[5].

$$UnAv_{path} = a \times b \times 2.5 \times f \times D^3 \times 10^{-6} \times 10^{-FM/10} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$Av_{path} = (1 - UnAv_{path}) \times 100\% \dots \dots \dots (2.13)$$

dengan,

- a) FM = *Fading Margin* (dB)
- b) D = panjang lintasan (km)
- c) F = frekuensi kerja (GHz)
- d) *UnAvpath* = ketidakhandalan sistem
- e) *Avpath* = kehandalan system
- f) A = faktor kekasaran bumi
- g) a : 4 = untuk daerah halus, laut, danau, dangurun
- h) a : 1 = untuk daerah kekasaran rata-rata, dataran
- i) a : ¼ = untuk pegunungan dan dataran tinggi
- j) b = faktor iklim
- k) b : ½ = untuk daerah panas dan lembab
- l) b : ¼ = untuk daerah normal
- m) b : 1/8 = untuk daerah pegunungan (sangat kering)

Adapun curah hujan juga akan mempengaruhi *availability* jaringan yang dihasilkan. Curah hujan di setiap negara / zona bisa berbeda-beda tergantung pada kondisi dan letak geografisnya. Pembagian zona curah hujan menurut rekomendasi ITU-R Pn.837-1 terbagi menjadi zona A sampai dengan zona Q. Ditinjau dari rekomendasi tersebut, Indonesia dikategorikan ke dalam zona P yang memiliki curah hujan termasuk besar, termasuk negara tropis lainnya.

2.2.5 Pathloss 5.0

Dalam perancangan jaringan radio gelombang mikro dibutuhkan *software Pathloss*. *Pathloss* merupakan perangkat lunak untuk menghitung *link budget*. Aplikasi ini dapat menampilkan simulasi untuk perancangan jaringan komunikasi *microwave* secara cukup akurat dari segi perangkat dan juga lingkungan yang disimulasikan. Dimulai dengan Versi 1.4 pada akhir 1980-an, *Pathloss* dengan cepat diadopsi oleh Penyedia Layanan Manufaktur, Telekomunikasi, Koordinasi dan Teknik di seluruh dunia. Versi saat ini, *Pathloss 5*, berlanjut sebagai alat propagasi radio yang paling banyak digunakan[6].

2.2.6 Google Earth

Google Earth merupakan sebuah program *globe virtual* yang awalnya dikenal sebagai *Earth Viewer* yang dibuat oleh Keyhole, Inc.. *Google Earth* memberikan gambaran bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D[7].