

Perancangan Sistem Komunikasi Radio Microwave Antara Onshore Dan Offshore

Design of Microwave Radio Communication System Between Onshore and Offshore

Pompom Jubaedah* dan **Heru Abrianto****

*Design Engineer PT. Rekayasa Industri, Indonesia

**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta

Abstrak---Sistem komunikasi antara onshore dan offshore membutuhkan suatu media transmisi yang fleksibel baik dalam hal instalasi maupun performa. Dalam hal ini, media transmisi yang sesuai adalah dengan menggunakan radio microwave. Dalam Penelitian ini dibahas mengenai perancangan system komunikasi radio microwave antara onshore dan offshore. Sistem jaringan selain dapat digunakan untuk pemindahan informasi berupa suara (voice) dan data, lebih flexibel atau memungkinkan juga untuk pemindahan informasi berupa temperature, pressure dan flow dari gas yang mengalir dari onshore menuju offshore dan sebaliknya pada Proyek ORF (Onshore Receiving Facility) Muara Karang. Hasil yang hendak dicapai dalam Penelitian ini, diharapkan spesifikasi dari perangkat system komunikasi radio microwave yang diberikan oleh Owner (PT. Perusahaan Gas Negara) jika dibandingkan dengan perancangan manual (perhitunganrumus) dan perancangan dengan simulasi software (Pathloss) dapat memberikan hasil yang cukup mendekati. Hal ini diharapkan agar system komunikasi yang di-implementasikan menghasilkan performa yang cukup handal dan sesuai dengan kebutuhan real di lapangan.

Kata kunci---Radio Microwave, Pathloss, Onshore, Offshore

Abstract---Communication systems between onshore and offshore transmission medium requires a flexible both in terms of installation and performance. In this case, the appropriate transmission medium is to use microwave radio. This research concerning on the design of microwave radio communication system between the onshore and offshore. Network system used in addition to the transfer of information in the form of sound (voice) and data, more flexible oral low also for the transfer of information such as temperature, pressure and flow of gas flowing from onshore towards offshore and vice versa on ORF Project (Onshore Receiving Facility) Muara Karang. Results to be achieved in this research specification of the microwave radio communication systems provided by the Owner (PT. Perusahaan Gas Negara), the design of the manual with the formula calculation and design with simulation software (Pathloss) can provide results close enough. It is expected that the communication system is being implemented result in performance that is reliable and in accordance with their real needs on the ground.

Keyword---Radio Microwave, Pathloss, Onshore, Offshore

1. PENDAHULUAN

Jarak lintasan transmisi dari Onshore (ORF-Onshore Receiving Facility) menuju Offshore (FSRU-Floating Storage Regasification Unit) terhitung cukup jauh, sehingga memerlukan sistem transmisi yang cukup handal, dalam hal ini adalah komunikasi wireless dengan radio microwave. Dalam Penelitian ini, tema yang diambil yaitu mengenai kendala yang terjadi pada komunikasi proyek onshore dan offshore, dimana komunikasi dua arah terjadi dengan batasan kondisi yang cukup signifikan. Selain itu, ada beberapa parameter juga yang dibutuhkan agar sistem transmisi radio microwave dapat bekerja optimal sesuai dengan standar link budget transmisi dan memiliki kehandalan sistem yang maksimal.

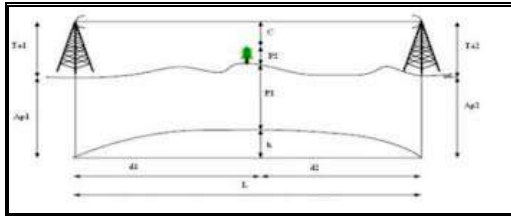
Pada Penelitian ini dilakukan perancangan sistem komunikasi radio microwave antara onshore dan

offshore dengan melakukan penghitungan link budget dan melakukan perbandingan dengan simulasi software Pathloss.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem transmisi radio microwave adalah suatu sistem transmisi dengan menggunakan gelombang radio di atas frekuensi 1 GHz. Suatu sistem transmisi radio microwave dapat berupa sebuah hop dengan jarak maksimum 50 km atau sebuah backbone yang berupa multiple hop, dengan jarak sampai ratusan atau ribuan kilometer. Secara garis besar, tujuan dari sistem komunikasi radio microwave adalah untuk mentransmisikan informasi dari suatu tempat ke tempat lain tanpa adanya gangguan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, diperlukan suatu kondisi dimana antena pengirim dan penerima dapat saling ‘melihat’ tanpa ada

halangan atau *obstacles* dalam batas-batas tertentu (*Line of sight*).



Gambar 1. *Line of sight*

- Ta1 = tinggi antenna stasiun pemancar (m)
- Ta2 = tinggi antenna stasiun penerima (m)
- Ap1 = *altitude*/ ketinggian stasiun pemancar (m)
- Ap2 = *altitude*/ ketinggian stasiun penerima (m)
- C = *clearance*/ jarak ruang (m)
- P1 = tinggi penghalang (m)
- k = faktor kelengkungan bumi
- d1 = jarak penghalang ke pemancar (m)
- d2 = jarak penghalang ke penerima (m)

Parameter yang digunakan dalam propagasi *Line of sight* antara lain: daerah Fresnel, panjang lintasan, faktor 'k' dan faktor koreksi kelengkungan bumi.

Untuk membuat sebuah zona Fresnel, pertama kali haruslah ditentukan *RF Line of sight (RF LOS)*, yaitu suatu garis lurus antara antenna pemancar dan penerima. Zona di sekitar *RF LOS* tersebut akan menjadi zona Fresnel. Persamaan zona Fresnel pada titik P sepanjang garis lurus *RF LOS* adalah:

$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \tag{1}$$

dimana: nF_n = radius zona Fresnel urutan ke n (m), d_1 = jarak dari titik P ke salah satu antenna (m), d_2 = jarak dari titik P ke antenna yang lain (m), λ = panjang gelombang dari sinyal yang dipancarkan (m). Radius maksimal penampang melintang dari zona Fresnel yang pertama yang terletak pada titik tengah garis lurus *RF LOS* dapat dihitung:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{D}{4f}} \tag{2}$$

dimana: r = radius (m), D = jarak antara antenna pemancar dan penerima (km), f = frekuensi gelombang yang dipancarkan (GHz).

Panjang lintasan merupakan jarak antara antenna pemancar dengan antenna penerima yang dapat ditentukan dengan pengukuran pada peta topografi.

Untuk kondisi atmosfer seperti di Indonesia, digunakan faktor 'k' sebesar 4/3 atau 1.33.

Faktor koreksi terhadap kelengkungan bumi pada titik *obstacle* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$h_{\text{correction}} = \frac{0.079 d_1 d_2}{k} \tag{3}$$

2.1 Propagasi LOS

Redaman ruang bebas atau *free space loss* merupakan penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Redaman ini dipengaruhi oleh besar frekuensi dan jarak antara titik pengirim dan penerima. Besarnya redaman ruang bebas adalah :

$$\text{FSL} = 32,45 + 20\log f + 20\log d \tag{4}$$

dimana : f = frekuensi operasi (MHz), d = jarak antara pengirim dan penerima (km)

2.2 Perhitungan Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

EIRP merupakan besaran yang menyatakan kekuatan daya pancar suatu antenna di bumi, dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{EIRP} = P_{\text{tx}} + G_{\text{tx}} - L_{\text{tx}} \tag{5}$$

dimana:

- P_{tx} = daya pancar (dBm)
- G_{tx} = penguatan antenna pemancar (dB)
- L_{tx} = rugi-rugi pada pemancar (dB)

2.3 Perhitungan Received Signal Level (RSL)

Received Signal Level merupakan level sinyal yang diterima di penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat penerima ($RSL \geq R_{\text{th}}$). Sensitivitas perangkat penerima merupakan kepekaan suatu perangkat pada sisi penerima yang dijadikan ukuran threshold. Nilai RSL dapat dihitung dengan:

$$\text{RSL} = \text{EIRP} - L_{\text{propagasi}} + G_{\text{RX}} - L_{\text{RX}} \tag{6}$$

dimana: G_{RX} = penguatan antenna penerima (dB), L_{RX} = rugi-rugi pada antenna penerima (dB)

2.4 Tipe-Tipe Antena Microwave

Pemilihan tipe antenna yang tepat dalam sebuah design link transmisi sangat berpengaruh terhadap kualitas link itu sendiri. Pemilihan tipe antenna microwave yang dimaksud adalah penentuan sistem proteksi perangkat. Pada sistem antenna microwave dibagi atas dua sistem yaitu IDU (Indoor Unit) dan ODU (Outdoor Unit).

IDU biasanya terpasang dibawah (dalam shelter) dan berfungsi sebagai interface antara notebook dan perangkat. Semua software yang berkaitan dengan sistem perangkat yaitu setting frekuensi, setting Tx power, setting Rx power, remote control, kondisi alarm, dan E1 (PCM 2 Mbps) dapat diakses melalui IDU. Sedangkan ODU terpasang diluar biasanya dekat dengan antenna dan berfungsi sebagai pendistribusi semua hasil yang diproses oleh IDU. Interface yang digunakan antara IDU dan ODU adalah kabel coaxial.

Ada beberapa sistem proteksi biasa digunakan pada antenna microwave, yaitu : 1+0, 1+1 HSBY (Host Stand By), 1+1 S/D (Space Diversity), 1+1 F/D (Frequency Diversity).

2.4.1 Antena 1+ 0



Gambar 2. Antena 1+0

Antena dengan tipe 1+0 adalah sebuah sistem tanpa menggunakan proteksi. Dalam 1 hop (sisi Tx dan Rx) hanya terdiri dari satu buah antenna microwave, satu buah IDU, satu buah ODU dan hanya menggunakan kanal frekuensi yang sama. Jika terjadi perputusan (link putus) yang diakibatkan kegagalan perangkat maka BTS yang berada dalam link tersebut ikut terputus. Sehingga subscriber yang berada dalam jangkauan service area BTS tersebut tidak dapat dilayani. Hal ini dikarenakan antenna microwave tersebut tidak memiliki backup proteksi.

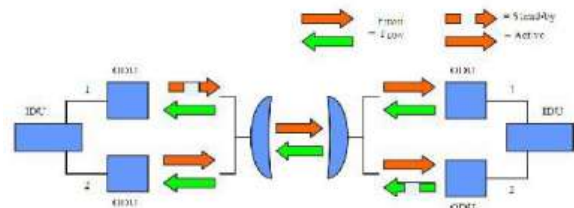
2.4.2 Antena 1+1 HSBY (Host Stand Bye)

Antena dengan tipe 1+1 HSBY adalah sebuah sistem antenna yang menggunakan proteksi. Dalam 1 hop (sisi Tx dan Rx) terdiri atas satu buah antenna microwave, satu buah IDU (1+1 HSBY), dua buah ODU (active dan standby). Dan menggunakan kanal frekuensi yang sama. Cara kerjanya adalah berdasarkan ODU 1 dipilih sebagai ODU working (main). Apabila ODU 1 mengalami gangguan yang disebabkan oleh kegagalan perangkat maka dengan otomatis ODU 2 akan bekerja. Sehingga ODU 1 menjadi standby. Demikian seterusnya cara kerja perangkat ini. Jika benar masalahnya ODU 1 tadi mengalami kerusakan perangkat maka ODU 1 harus diganti. Kerugiannya dari sistem perangkat dengan proteksi 1+1 HSBY adalah tidak bisa mengatasi gangguan propagasi. Dengan adanya sistem perangkat dengan menggunakan sistem proteksi 1+1 HSBY, diharapkan pada saat terjadi masalah pada link transmisi BTS yang berada dalam link tersebut tidak mengalami gangguan yang berarti. Sehingga BTS tersebut masih bisa melayani subscriber yang berada dalam service areanya. Cara kerjanya : Pada saat local site transmitt (mengirimkan sinyal), sinyal dikirimkan sekaligus (simultan) dan di sisi remote sinyal yang dikirim tersebut akan diseleksi berdasarkan kualitas receive level yang terbaik, sebaliknya pada saat sisi remote mengirimkan

sinyal ke local site, maka sinyal akan diterima berdasarkan kualitas receive level yang terbaik.



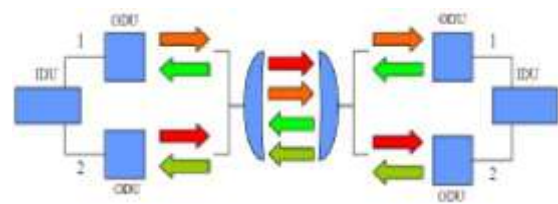
Gambar 3. Antena 1+1 HSBY (Host Stand Bye)



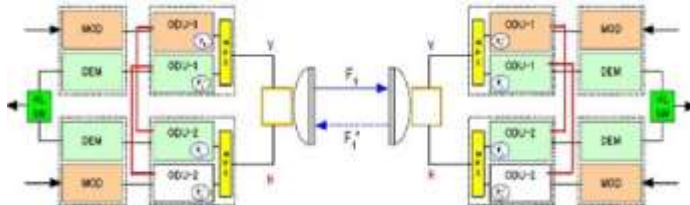
Gambar 4. Antena 1 + 1 MHSB

2.4.3 Antena 1+1 Frequency / SD (Space Diversity)

Antena dengan tipe 1+1 frekuensi S/D (Space Diversity) adalah sebuah sistem antenna yang menggunakan proteksi. Dalam 1 hop (sisi Tx dan Rx) terdiri atas dua buah antenna microwave, dua buah IDU dan masing-masing antenna terdiri atas 1 buah ODU dan menggunakan kanal frekuensi yang berbeda. Cara kerjanya adalah berdasarkan pemilihan kanal frekuensi yang secara kualitas sangat baik. Dengan kata lain masing-masing ODU bekerja bersamaan dan tidak saling mengganggu karena beda frekuensi. Frekuensi yang secara kualitas baik akan dipakai sebagai frekuensi kerja.



Gambar 5. Cara kerja radio 1 + 1 frekuensi SD



Gambar 6. Cara Kerja Radio 2 x (1+1) dengan fitur XPIC

Biasanya system 1+1 Frekuensi S/D digunakan untuk link transmisi yang jaraknya jauh dan membawa kapasitas E1 yang sangat besardan jalur link transmisi yang melalui perairan, laut karena adanya efek cermin¹, yang ditimbulkan oleh permukaan air. Antena dengan sistem 1+1 Frekuensi S/D dapat menangani gangguan perangkat dan propogasi.

Antena dengan type 2x(1+1) atau 2 x STM_1 dengan fitur XPIC (Cross Pole) adalah sebuah system yang menggunakan satu channel frekuensi dan dual polarisasi (V dan H) dengan tidak menimbulkan interferensi. Dalam satu hop terdiri atas 8 buah ODU, 2 buah antena dan 2 buah IDU.

Tujuan menggunakan fitur XPIC selain menghemat pemakaian channel frekuensi adalah untuk mengetahui seberapa besar interferensi yang diakibatkan oleh sinyal pada frekuensi yang sama tetapi dengan polarisasi (Cross Pole) yang berseberangan. Cara umum yang dilakukan adalah dengan mengirim sinyal carrier murni (tanpa pemodulasi) dengan daya pancar yang cukup, supaya sinyal dapat diterima dengan baik pada receiver. Pada polarisasi yang sama akan diperoleh levelsinyal yang besar sedangkan pada polarisasi yang berseberangan akan diperoleh level sinyal yang jauh lebih kecil. Level kedua sinyal tersebut kemudian dapat diukur perbedaannya, jika perbedaannya lebih kecil dari 30dB berarti polarisasi antena belum di kalibrasi (proses kalibrasi polarisasi sering disebut cross pole interferensi (X-pole Polarization). Untuk mengatasi kalibrasi polarisasi yang lebih kecil dari 30dB maka feedhorn dari antena harus diputar-putar sedemikian rupa sehingga diperoleh polarisasi yang tepat (perbedaan level lebih besar atau sama dengan 30dB). Nilai 30dB cukup untuk mengisolasi dua buah sinyal yang berasal dari polarisasi yang berbeda dengan frekuensi yang sama. Dengan demikian kedua sinyal tersebut tidak akan saling interferensi.

Penentuan diameter antena biasanya terkait dengan jarak link transmisi dalam 1 hop (komunikasi link antara Tx dan Rx) serta gain antena. Diameter antena berbanding lurus dengan jarak. Semakin jauh jarak sebuah link transmisi maka semakin besar pula diameter antena yang akan digunakan. Diameter antena juga berbanding lurus dengan gain antena. Semakin besar diameter antena maka semakin besar pula gain antenanya.

CCIR (ITU-R) merekomendasikan pemakaian band frekuensi radio yang disebut Perencanaan Alokasi Kanal RF. Rekomendasi tersebut menjelaskan tentang penggunaan band frekuensi, jumlah maksimum kanal RF yang bisa digunakan, lebarspasi antar kanal RF dan polarisasi frekuensi kanal RF. Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pengaturan kanal RF yaitu

- Untuk pemakaian multikanal dalam tiap hop, maka antar kanal tidak boleh saling mengganggu
- Hop yang satu dengan yang lainnya tidak boleh saling mengganggu
- Dua arah transmisi dalam tiap hop juga tidak boleh saling mengganggu

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka tiap-tiap vendor telekomunikasi yang beroperasi di Indonesia telah mendapat alokasi frekuensi masing-masing untuk perangkat antena MW. Biasanya kanal frekuensi yang dipakai untuk microwave adalah 2 GHz, 7 GHz, 8 GHz, 15 GHz, 18 GHz, 23 GHz. Yang membedakan kanal-kanal frekuensi yang digunakan antara masing-masing vendor terletak pada sub-band frekuensi tersebut.

Polarisasi antena yang dimaksud adalah polarisasi vertikal dan polarisasi horizontal. Polarisasi merupakan model perambatan gelombang di udara. Polarisasi terkait dengan gelombang listrik dan gelombang magnet. Jika gelombang listrik (E) merambat secara tegak lurus maka polarisasinya adalah horizontal. Tidak masalah polarisasi jenis apa yang dipilih, selama link transmisi tidak ada masalah.

Pemilihan jalur komunikasi dilakukan berdasarkan hasil dari field survey dengan study map dengan menggunakan peta topografi (contour) yang dikeluarkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL). Hasil dari field survey biasanya terdiri atas koordinat site, evaluasi permukaan tanah (altitude), kondisi topografi lintasan link apakah daerah pegunungan, dataran rendah atau perairan, tinggi tower yang akan digunakan dan sebagainya. Pada tahapan study map meliputi :

1. Pemilihan lokasi untuk new site
2. Data koodinat site yang diperoleh dari GPS (Global Positioning System).
3. Perhitungan dengan menggunakan software Pathloss.

3. METODA

Sebagai tahap awal dalam perancangan link transmisi microwave, inisialisasi data awal bertujuan untuk mengumpulkan berbagai informasi dan data yang berkaitan dengan kondisi real di lapangan. Data yang diperlukan diantaranya: posisi geografis, data koordinat, alokasi frekuensi dan jenis informasi.

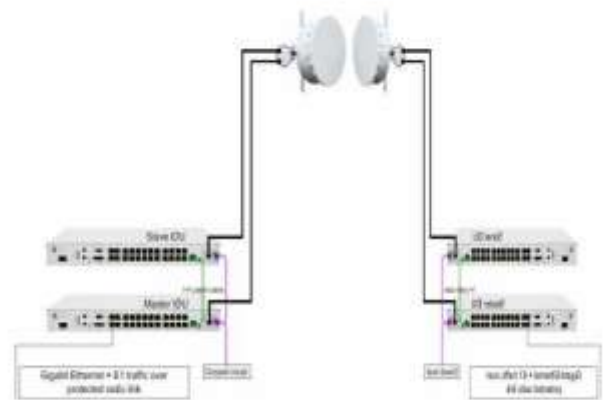
Adapun link yang akan dibahas pada Penelitian ini adalah mengenai link sistem komunikasi radio microwave *onshore* dan *offshore* pada proyek ORF (*Onshore Receiving Facility*) Muara Karang.

3.1 Inisialisasi Data Site dan Link budget

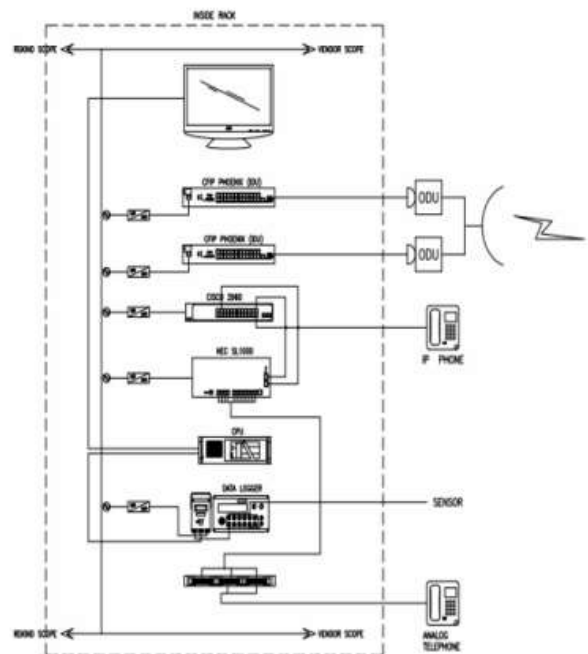
Tabel 1. di bawah ini merupakan tabel yang berisi informasi mengenai data site dan link budget yang ditentukan Owner, dalam hal ini adalah PT. Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk.

Tabel 1. Inisialisasi Data Site dan Link Budget (Owner)

Parameter	ORF	FSRU
Elevation (m)	1.44	0.00
Latitude	06° 06' 30.71" S	05° 58' 24.80" S
Longitude	106° 46' 53.22" E	106° 47' 58.95" E
True azimuth (°)	7.71	187.71
Vertical angle (°)	-0.06	-0.05
Antenna model	HAA0706	HAA0706
Antenna height (m)	25.00	25.00
Antenna gain (dBi)	30.20	30.20
TX line type	CP606936	CP606936
TX line length (m)	100.00	100.00
TX line unit loss (dB/100 m)	2.70	2.70
TX line loss (dB)	2.70	2.70
Connector loss (dB)	1.00	1.00
Frequency (MHz)	7500	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	15.06	
Free Space Loss (dB)	133.53	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.15	
Net path loss (dB)	80.68	80.68
Radio model	LUM7_35M_285_HP	LUM7_35M_285_HP
TX power (watt)	0.50	0.50
TX power (dBm)	27.00	27.00
EIRP (dBm)	53.50	53.50
Emission designator	28M0F7W	28M0F7W
RX threshold criteria	BER 10 ⁻⁴	BER 10 ⁻⁴
RX threshold level (dBm)	-89.50	-89.50
RX signal (dBm)	-53.68	
Thermal fade margin (dB)	35.82	
Geoclimatic factor	4.26E-04	
Path inclination (mr)	0.10	
Fade occurrence factor (Po)	3.72E-02	
Average annual temperature (°C)	10.00	
Rainfall rate (mm/hr)	180	
Worst month-multipath (%)	99.99902	99.99902
Annual-multipath (%)	99.99976	99.99976
(%-sec)	99.99951	-153.87



Gambar 7. Blok Arsitektur Antara Onshore dan Offshore



Gambar 8. Blok Perangkat Tx (Onshore)

3.2 Spesifikasi Perangkat Transmisi

Perangkat utama radio transmisi yang digunakan pada link ini diinginkan dapat memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Frekuensi : 7.5 GHz
- Rx Signal : -53.68 dBm
- Konfigurasi : 1+0
- Bit rate : 1,080kbps
- Kapasitas : 1 STM-1
- Tx power maximum : +27 dBm
- EIRP : 53.5 dBm
- Model antenna : HAA0706
- Polarisasi : Vertikal

Spesifikasi Owner menitikberatkan bahwa dengan frekuensi kerja 7.5 GHz dan Tx Power maximum sebesar +27 dBm diharapkan dapat diperoleh *Free Space Loss* (FSL), Rx signal (RSL) dan *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) seperti yang tampak pada Tabel 1.

3.3 Perancangan Secara Manual

Dari data spesifikasi Owner, maka dilakukan perhitungan secara manual untuk sistem komunikasi radio microwave dengan rumus-rumus yang lazim digunakan.

3.3.1. Menentukan Jarak Lintasan Transmisi

Jarak antara kedua titik site dapat dihitung dengan cara menentukan posisi nominal dua titik pada garis bumi dan menghitung jarak antara keduanya. Letak nominal titik biasanya dinyatakan dalam garis lintang dan garis bujur yang dinyatakan dalam derajat, menit dan detik. Untuk menentukan jarak antara kedua titik adalah dengan menggunakan rumus jarak sederhana, dimana untuk garis lintang per satuan derajat dikalikan dengan 110.33 km dan untuk garis bujur dikalikan dengan 111.32 km per derajat. Dengan ini dapat dihitung jarak antara dua titik A (06° 06' 30.71" S, 106° 46' 53.22" E) dan titik B (05° 58' 24.80" S, 106° 47' 58.95" E).

Titik Onshore/ ORF:

$$\text{Lintang Selatan} = 06 + (06/60) + (30.71/3600) = 6.1085$$

$$\text{Bujur Timur} = 106 + (46/60) + (53.22/3600) = 106.781$$

Titik Offshore/ FSRU:

$$\text{Lintang Selatan} = 05 + (58/60) + (24.80/3600) = 5.9738$$

$$\text{Bujur Timur} = 106 + (47/60) + (58.95/3600) = 106.799$$

Maka jarak Lintang ORF dan FSRU = |Lintang ORF –

$$+ \text{Lintang FSRU}| * 110.33 \text{ km}$$

$$= |6.1085 - 5.9738| * 110.3 \text{ km} = 14.86 \text{ km}$$

Jarak Bujur ORF dan FSRU = |Bujur ORF –

$$+ \text{Bujur FSRU}| * 111.32 \text{ km}$$

$$= |106.781 - 106.799| * 111.32 \text{ km} = 2 \text{ km}$$

Jarak ORF ke FSRU

$$= \sqrt{\text{Jarak Lintang}^2 + \text{Jarak Bujur}^2}$$

$$= \sqrt{(14.86^2 + (2)^2)}$$

$$= 14.99 \text{ km} \approx 15 \text{ km}$$

3.3.2. Menentukan Ketinggian Antena

Berikut adalah beberapa parameter untuk menentukan tinggi antena pada pemancar dan penerima :

- Jarak pemancar ke penerima (d) : 15 km
- Tinggi Penghalang (hm) : 1 m
- Jarak Penghalang ke Pemancar (d₁) : 7.5 km
- Jarak Penghalang ke Penerima (d₂) : 7.5 km
- Tetapan kelengkungan bumi (K) : 4/3
- Jari-Jari Bumi (a) : 6,387 km

Dari data-data tersebut bisa di hitung tinggi antena,

Kedalaman Zona Fresnel (t);

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{7.5 \text{ GHz}} = 0.04 \text{ m}$$

$$t = \frac{\sqrt{\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}}{d} = 12.25 \text{ m}$$

$$t = h_1 \frac{d_1}{(h_1 - h_2) \cdot d} - \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot K \cdot a} - h_m$$

$$12.25 \text{ m} = h_1 - \frac{7500}{(h_1 - h_2) \cdot 15000} - \frac{7500 \text{ m} \times 7500 \text{ m}}{2 \left(\frac{4}{3}\right) 6387000 \text{ m}} - 1 \text{ m}$$

$$12.25 \text{ m} = h_1 - \frac{7.5 \text{ m}}{(h_1 - h_2) \cdot 15.00 \text{ m}} - \frac{56250 \text{ m}}{17032 \text{ m}} - 1 \text{ m}$$

$$= 12.25 \text{ m} = h_1 - \frac{7.5 \text{ m}}{(h_1 - h_2) \cdot 15.00 \text{ m}} - 3.30 - 1 \text{ m}$$

$$-h_1 = - \frac{7.5 \text{ m}}{(38 - h_2) \cdot 15.00 \text{ m}} - 3.30 - 1 \text{ m} - 12.25 \text{ m}$$

Apabila ditentukan tinggi antena h₁ antena (Tx di onshore) adalah 25 m maka h₂ (antena Rx) bisa di peroleh :

$$-25 = - \frac{7.5 \text{ m}}{(25 - h_2) \cdot 15.00 \text{ m}} - 16.55$$

$$-126.75 \text{ m} (25 - h_2) = -7.5 \text{ m}$$

$$-3,168.75 \text{ m} + 126.75 \text{ m} h_2 = -7.5 \text{ m}$$

$$3,161.25 \text{ m} = 126.75 \text{ m} h_2$$

$$h_2 = 24.94 \text{ m} \approx 25 \text{ m}$$

3.3.3. Perhitungan Link Budget Transmisi

Salah satu bagian desain yang paling penting dari sebuah link microwave adalah *Link Budget*. Dalam beberapa tahun terakhir beberapa perangkat lunak yang telah dihasilkan sangat menyederhanakan proses ini. Dalam proses perencanaan *Link Budget* ini ada beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *Free Space Loss* (FSL)
2. Menentukan nilai *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP)
3. Menentukan nilai *Received Signal Level* (RSL)

3.3.3.1. Free Space Loss (FSL)

Free Space Loss adalah suatu nilai yang menunjukkan rugi-rugi jalur transmisi yang dikarenakan penggunaan media udara sebagai pemandu, jarak jalur transmisi dan penggunaan frekuensi radio.

$$\begin{aligned} \text{FSL}_{\text{dB}} &= 92.45 + 20 \log d_{\text{km}} + 20 \log f_{\text{GHz}} \\ \text{FSL} &= 92.45 + 20 \log 15.00 \text{ km} + 20 \log 7.5 \text{ GHz} \\ &= 92.45 + 23.52 + 17.50 \\ &= \mathbf{133.47 \text{ dB}} \end{aligned}$$

Adapun besarnya redaman pada feeder adalah 2.70 dB/100m

$$\begin{aligned} L_{\text{feedTx}} &= 2.70 \text{ dB} \times (100/100 \text{ m}) \\ &= 2.70 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{feedRx}} &= 2.70 \text{ dB} \times (100/100 \text{ m}) \\ &= 2.70 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk redaman pada *connector/ branching* bisa dilihat berdasarkan spesifikasi perangkat radio microwave LUM7 35M 28S HP, yaitu sebesar:

$$L_{brTx} = 1.00 \text{ dB}$$

$$L_{brRx} = 1.00 \text{ dB}$$

3.3.3.2. Menentukan Nilai EIRP

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) menunjukkan nilai efektif daya yang dipancarkan antenna pemancar. Nilai ini dipengaruhi oleh level keluaran pemancar, kemungkinan rugi-rugi feeder dan gain antenna.

$$EIRP_{dBm} = T_{X_{out}} + G_{T_{X_{out}}} - L_1$$

$$EIRP_{dBm} = 27 - 30.20 + 3.70 = \mathbf{60.90 \text{ dBm}}$$

3.3.3.3. Menentukan Nilai RSL

Received Signal Level (RSL) merupakan level daya yang diterima oleh receiver. Nilai receiver ini dipengaruhi oleh rugi-rugi jalur dan gain antenna penerima. RSL tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RSL_{dBm} = EIRP - FSL + G_{Rx} - L_{IRX}$$

G_{Rx} merupakan gain dari antenna penerima. Nilai dari gain antenna ini berdasarkan spesifikasi antenna yang digunakan adalah antenna model HAA0706 yang memiliki penguatan top band nya sebesar:

$$G_{Tx} = G_{Rx} = 30.20 \text{ dB}$$

L_{IRX} merupakan rugi – rugi saluran pada penerima, yaitu redaman pada feeder ditambah dengan redaman connector & branching sebesar 3.70 dB.

Maka RSL, bisa dihitung sebagai berikut:

$$RSL_{dBm} = 60.90 - 133.47 + 30.20 - 3.70 = \mathbf{-46.07 \text{ dBm}}$$

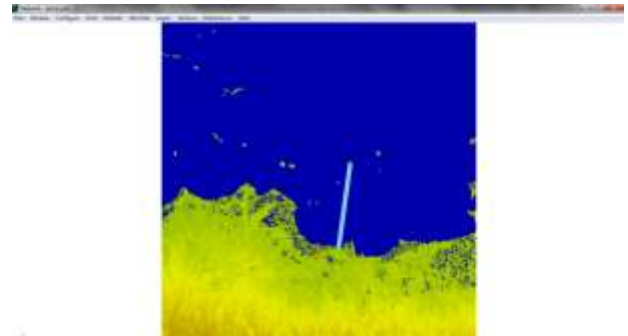
3.3.3.4. Menentukan Model Antena

Dari perhitungan manual, diperoleh nilai yang mendekati dengan spesifikasi link budget yang sudah ditentukan Owner. Akan tetapi, performa suatu sistem komunikasi radio microwave dapat dilihat juga dari parameter lainnya yaitu model antenna yang digunakan. Selain dilakukan perhitungan manual untuk masing-masing parameter, dilakukan juga simulasi dengan menggunakan software Pathloss. Dengan software ini maka akan lebih mudah mengetahui model antenna mana yang lebih sesuai untuk kondisi real lapangan dengan parameter-parameter tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perancangan juga harus ditentukan model antenna yang sesuai untuk digunakan, maka perlu disimulasikan model antenna dengan spesifikasi link budget yang mendekati spesifikasi owner dan lebih sesuai untuk aplikasi di lapangan.

4.1 Penentuan Jarak Transmisi



Gambar 9. Koordinat Latitude dan Longitude

Pathloss 4.0 - Pathloss	
File Models Configure Equipment 3DB Applications Report Help	
Site Name	B
Cell Sign	
Station Code	
State	
Owner Code	
Latitude	05 08 30.71 S 05 58 24.80 S
Longitude	106 46 53.23 E 106 47 58.95 E
True azimuth (°)	7.71 187.71
Calculated Distance (km)	15.06
Profile Distance (km)	15.06
Datum	WGS 1984
Elevation (m)	1.44 0.00
Tower Height (m)	
TR Antenna Height (m)	20.00 20.00
Code	A2860 A2860
TX loss (dB)	1.50 1.50
RX loss (dB)	1.50 1.50
OR Antenna Height (m)	15.00 15.00
Code	A2860 A2860
RX loss (dB)	1.50 1.50

Gambar 10. Letak Geografis Onshore ke Offshore

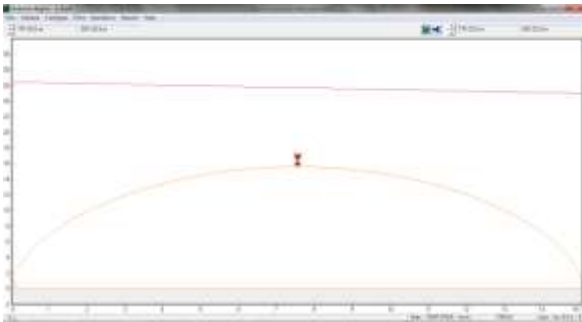
Dari simulasi yang tampak pada gambar 10., dengan memasukkan koordinat longitude dan latitude, maka diperoleh jarak antara onshore dan offshore adalah 15.06 km.

4.2 Generate Profile

Generate profile pada Gambar 11. memperlihatkan generate permukaan tanah dari A-B

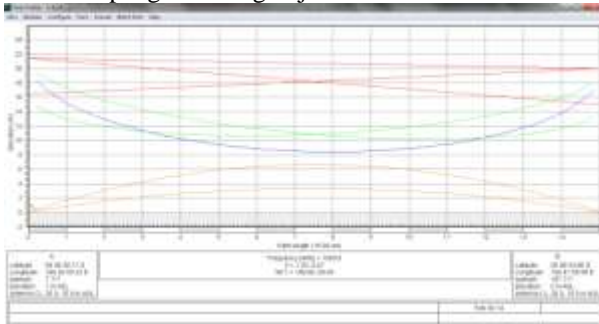


Gambar 11. Permukaan tanah dari onshore ke offshore



Gambar 12. Lengkung Permukaan Bumi dari Onshore ke Offshore

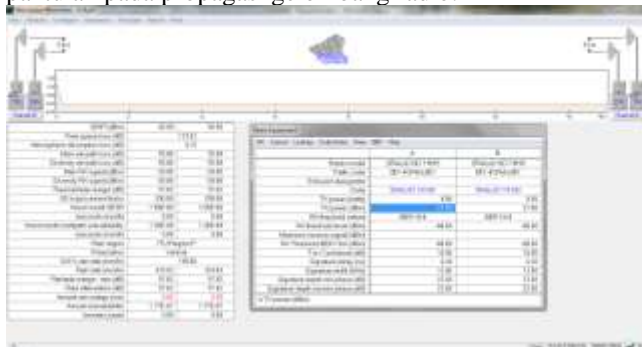
Dikarenakan permukaan adalah air, maka tidak ada structure hanya ada air/ flat. Faktor kelengkungan bumi sedikit berpengaruh dengan jarak 15 km



Gambar 13. Kelengkungan Permukaan Bumi

4.3 Menentukan Ketinggian Antena

Dari Gambar 12 dan Gambar 13, maka didapat ketinggian antena di onshore dirancang 25 meter dan di offshore juga 25 meter untuk main antenna-nya, sedangkan untuk diversity-nya digunakan antena dengan ketinggian 20 meter masing-masing di Tx dan Rx seperti tampak pada Gambar 14. Penggunaan space diversity antenna ini diperlukan karena melihat kondisi contour onshore dan offshore yang berupa permukaan air laut. Space diversity antenna dapat meminimalisir terjadinya pantulan pada propagasi gelombang radio.



Gambar 14. Ketinggian Antena

4.4 Penentuan Model Antena

Dengan penyesuaian dari Tx power, frekuensi kerja dan Rx Signal Level yang diinginkan, maka didapatkan spesifikasi antena yang sesuai dengan kondisi real di lapangan adalah sebagai berikut:

Merek Antena : ANDREW
 Antenna Model : HPX6-71W
 EIRP : 65.90 dBm
 FSL : 133.53 dB
 RSL : -28.88 dBm



Gambar 4.7 Model Antena

Dari perancangan sistem komunikasi ini, dapat disimpulkan analisa seperti tampak pada Tabel 2. dengan catatan bahwa pada simulasi Pathloss digunakan model antena HPX6-71W, dimana model ini lebih sesuai dengan kondisi real di lapangan.

Tabel 2. Analisa Link Budget

No	Link Budget	Analisa Spesifikasi		
		Owner	Perhitungan	Simulasi Pathloss
1	Jarak (km)	15.06	14.86	15.06
2	RSL (dBm)	-53.68	-46.07	-28.88
3	FSL (dB)	133.53	133.47	133.53
4	EIRP (dBm)	53.50	60.90	65.90

Dari Tabel 2. diperoleh hasil antara data Owner, perhitungan manual dan simulasi Pathloss yang relatif mendekati. Hasil yang terbaik untuk diaplikasikan di lapangan adalah dari perolehan simulasi Pathloss karena setiap parameternya merupakan parameter ideal yang tentu saja diharapkan dapat ideal juga pada pengaplikasiannya.

5. SIMPULAN

Sistem komunikasi radio microwave dipilih pada komunikasi *onshore* menuju *offshore* karena merupakan sistem transmisi yang paling *flexible* dalam hal instalasi maupun aplikasi jika dibandingkan dengan sistem lainnya. Jalur transmisi dari *onshore* menuju *offshore* ini

Line of Sight dan *free of obstacles* dengan jarak sepanjang ± 15 km.

Sistem komunikasi radio microwave pada komunikasi *onshore* dan *offshore* ini diaplikasikan untuk pengukuran temperature, pressure dan flow gas yang mengalir antara *onshore* dan *offshore* pada ORF Muara Karang Project.

Model antenna terbaik yang dipilih adalah yang diperoleh dari simulasi Pathloss yaitu HPX6-71W karena antenna ini merupakan antenna space diversity, dimana model ini sangat sesuai dengan kontur lintasan transmisi yang cenderung berupa permukaan air laut karena dapat meminimalisir terjadinya pantulan pada saat terjadinya propagasi gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths. ITU-T Recommendation G.827 , Genewa.
- Anonim, 1996. Error Performance Parameter and Objectives for International, Constant Bit rate Digital Paths at or above the Primary rate. ITU-T Recommendation G.826 , Genewa.
- Henne, Ingvar and Per Thorvaldsen, 1999. Planning of Line-of-Sight Radio Relay Systems, .NERA AS, Bergen Norway.
- Herrawati Diyah, 2012. Studi Perbandingan Penggunaan Transmisi Fiber Optic dan Microwave Antara Onshore dan Offshore Terhadap Aspek Teknis dan Ekonomis. Tugas Akhir, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta :
- Johari Mansur Hary, 2007. Analisa Link Budget dan Path Realibility Pada Sistem Transmisi Radio Synchronous Digital Hierarchy Gayungan – Beji. Tugas Akhir, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta :
- Nachtono, 2005. Studi Perencanaan Teknologi SDH pada Link Sarloji ke Pasir Randu. Tugas Akhir, Institut Sains dan Tenologi Nasional, Jakarta.
- Pozar, David M. 2003. Microwave Engineering : second edition, John Wiley and Sons inc, Toronto.