

PREDIKSI SUDUT ELEVASI DAN ALOKASI FREKUENSI UNTUK PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI RADIO HF PADA DAERAH LINTANG RENDAH

Indah Kurniawati^{1*}, Irwan Syahrir²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jalan Sutorejo 59 Surabaya

²Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jalan Sutorejo 59 Surabaya

*Email : indah.conan@gmail.com

Abstrak

Lapisan ionosfer diperlukan sebagai reflektor pada sistem komunikasi gelombang radio HF dengan jarak lebih dari 2000 km. Karena kondisi lapisan ionosfer selalu berubah-ubah, sebelum perancangan sistem komunikasi radio gelombang HF, diperlukan prediksi parameter-parameter yang diperlukan. Pada penelitian ini akan dibahas prediksi moda perambatan gelombang radio HF, sudut elevasi antena dan alokasi frekuensi yang dipergunakan. Metode prediksi yang diperlukan merupakan kombinasi antara IPS Online URSL dan VOACAP. Berdasarkan hasil prediksi, diketahui bahwa untuk lintasan Merauke – Surabaya sejauh 3040 km dipergunakan moda perambatan 2F atau dua kali pantulan dengan sudut elevasi 16-21°. Frekuensi tertinggi yang dipergunakan makin turun pada malam hingga pagi hari, dan akan naik kembali pada siang hari. Nilai maksimum frekuensi (MUF) berbeda tiap bulannya, menurut URSL, pada Bulan September 2013 jam 15.00 – 17.00 UT bisa dipergunakan frekuensi kerja maksimum 14 MHz dan 18 MHz pada bulan Maret 2013.

Kata Kunci : ionosfer, IPS online URSL, MUF, sudut elevasi, VOACAP

1. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi frekuensi tinggi (*High Frequency* (HF)) dengan alokasi frekuensi 3 – 30 MHz telah dikembangkan sejak beberapa puluh tahun yang lalu. Akhir-akhir ini sistem komunikasi HF banyak diteliti untuk dikembangkan menjadi sistem komunikasi jarak jauh antar daerah, antar pulau, peringatan dini bencana untuk cakupan wilayah yang luas dan sebagainya. Sistem komunikasi HF dengan gelombang angkasa bekerja dengan mempergunakan lapisan ionosfer sebagai media perambatan. Ionosfer terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan D dengan ketinggian 50-90 km, E dengan ketinggian 90-140 km dan F dengan ketinggian 140 km ke atas terdiri dari elektron-elektron yang menentukan cara gelombang merambat, apakah dengan satu atau banyak lompatan (Davies, 1990). Sistem komunikasi HF dengan gelombang angkasa bekerja dengan mempergunakan lapisan ionosfer sebagai media perambatan.

Prediksi frekuensi adalah salah satu bagian penting dalam aplikasi sistem komunikasi radio gelombang HF untuk menentukan frekuensi atau spektrum yang optimal dari sistem radio tersebut. Metode untuk prediksi MUF telah dikembangkan oleh ITU-*Radiocommunication Sector* (ITU-R). Metode prediksi lain yang akan dipergunakan adalah perangkat lunak VOACAP yang dikembangkan oleh NTIA/ITS untuk *Voice of America* (VOA) berdasarkan Rekomendasi ITU-R P. 533-9. Untuk mendapatkan MUF yang akurat dapat dipergunakan Ionosonda, sebuah radar yang dapat mengamati perubahan pada lapisan ionosfer. Di Indonesia, ionosonda dioperasikan oleh LAPAN.

2. METODOLOGI

Salah satu faktor yang penting dalam sistem komunikasi HF adalah frekuensi maksimum atau *Maximal Usable Frequency* (MUF), yang menyatakan frekuensi maksimum yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Frekuensi maksimum bergantung kepada dua hal, yaitu frekuensi kritis, f_c , pada titik pantul dan geometri lintasan komunikasinya (McNamara, 1991). Gambar lintasan komunikasi Merauke-Surabaya dapat dilihat pada Gambar 1 dimana pengirim (Tx) berada di Merauke (08° 30' LS 140° 27' BT) dan penerima (Rx) berada di Surabaya (07° 15' LS 112° 45' BT).



Gambar 1. Peta Indonesia yang menunjukkan letak Merauke-Surabaya

Nilai MUF didekati dengan persamaan sebagai berikut (McNamara, 1991) :

$$MUF = \frac{f_c}{\cos I} \tag{1}$$

dengan I adalah sudut datang. Karena $\cos I$ bervariasi dari 0 – 1, maka jika gelombang datang secara vertikal ($I = 0$), MUF akan sama dengan f_c . $\cos I$ disebut juga faktor kemiringan untuk suatu lintasan.

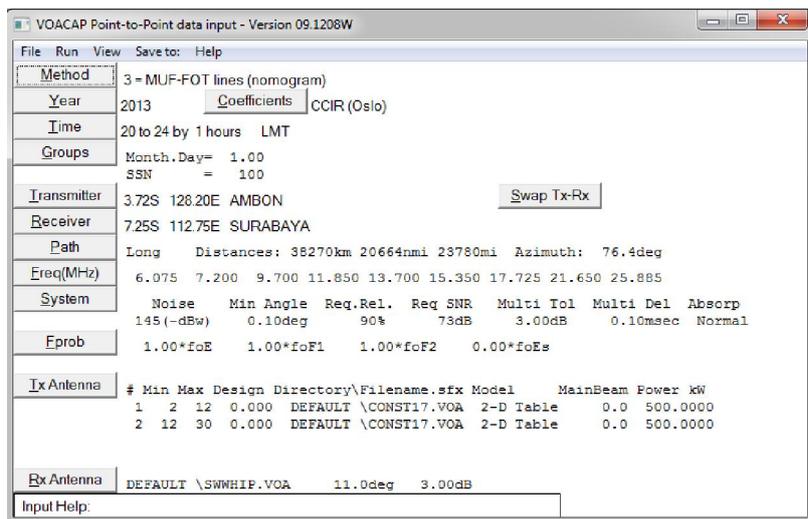
Perangkat lunak yang dapat memprediksi sudut elevasi suatu lintasan adalah *Ionosphere Predictions System (IPS) Online Upper Recommended Second Lower (URSL)* dari Australia, yang selain memprediksi sudut elevasi juga frekuensi kerja dan berapa pantulan yang diperlukan suatu gelombang untuk merambat dari Tx ke Rx. Parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan dengan *IPS Online URSL* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Perhitungan Dengan *IPS Online URSL*

Nama Parameter	Nilai
Month	Maret / September 2013
Tx Name	Merauke
Tx Lat	-8,31
Tx Long	140,3
Rx Name	Surabaya
Rx Lat	-7,5
Rx Long	112,5
T index	69 (Maret) / 62 (September)

T index adalah prediksi jumlah rata-rata titik matahari (IPS, 2013).

Selain *IPS Online URSL*, metode prediksi lain yang dipergunakan adalah *Voice of America Coverage Area Prediction (VOACAP)* yang dikembangkan oleh *Institute for Telecommunication Sciences (ITS)* berdasarkan Rekomendasi ITU-R P.533. Gambar 3 adalah tampilan perangkat lunak VOACAP.



Gambar 3. Tampilan VOACAP

Sedangkan parameter-parameter yang diperlukan untuk prediksi dengan VOACAP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Perhitungan Dengan VOACAP

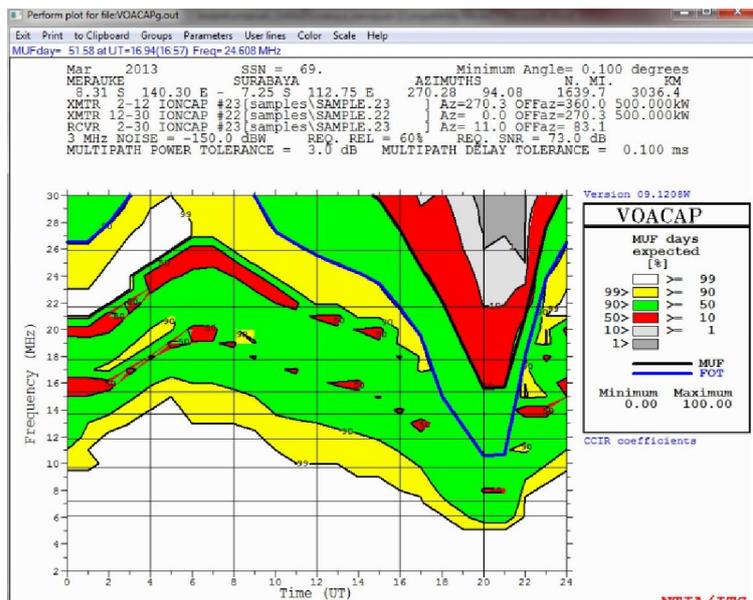
Parameter	Nilai
Jarak Frekuensi	2- 30 MHz
Noise pada daerah terpencil (remote)	-150 dBW/Hz
Kehandalan sirkuit	90 %
Antena Tx	Dipole horisontal
Antena Rx	Dipole horisontal
Penguatan Antena Rx	6 dB
Sudut elevasi Rx-Tx	20 ⁰

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada dua hasil penting yang dicapai pada penelitian kali ini, yaitu (1) hasil prediksi dengan URSL dari IPS dan (2) VOACAP. Dari URSL, diperoleh hasil untuk Bulan Maret 2013 bahwa untuk lintasan Merauke – Surabaya sejauh 3040 Km jika moda perambatannya satu kali (1F), maka sudut elevasinya adalah 2 – 6⁰, sedangkan jika moda perambatannya dua kali (2F) maka sudut elevasinya 14 - 21⁰. Frekuensi tertinggi yang bisa dipergunakan pada pukul 23.00 WITA atau 15.00 UT adalah 24 MHZ, frekuensi yang direkomendasikan adalah 18 MHZ. Pada pukul 00.00 WITA atau 16.00 UT frekuensi tertinggi adalah 24 MHZ dan direkomendasikan 18 MHZ. Dan untuk pukul 01.00 WITA atau 17.00 UT, frekuensi tertinggi 21 MHZ dan direkomendasikan 14 MHZ.

Frekuensi tertinggi yang bisa dipergunakan untuk Bulan September 2013 pada pukul 00.00 WITA atau 16.00 UT adalah 18 MHZ, frekuensi yang direkomendasikan adalah 14 MHZ. Pada pukul 01.00 WITA atau 17.00 UT frekuensi tertinggi adalah 14 MHZ dan direkomendasikan 10 MHZ. Dan untuk pukul 02.00 WITA atau 18.00 UT, frekuensi tertinggi 10 MHZ dan direkomendasikan 7 MHZ.

Berdasarkan prediksi URSL, desain sistem komunikasi HF dengan jarak 3040 km dipergunakan moda 2F atau dua kali pantulan. Jika dipergunakan moda 1F, sudut elevasinya terlalu kecil, sehingga sulit untuk diaplikasikan. Gambar 4 adalah hasil prediksi Bulan Maret 2013 dengan VOACAP. Dari hasil prediksi VOACAP, dapat diketahui bahwa frekuensi tertinggi (MUF) untuk jam 23.00 WITA atau 15.00 UT adalah 29 MHZ, sedangkan *Frequency Optimum for Transmission* (FOT) 22 MHZ, pada pukul 00.00 WITA atau 17.00 UT adalah 27 MHZ, FOT 22 MHZ dan pada pukul 01.00 WITA atau 18.00 UT adalah 24 MHZ, FOT 18 MHZ.



Gambar 4. Hasil prediksi VOACAP untuk Bulan Maret 2013

Perbandingan antara prediksi IPS *Online* URSL dengan VOACAP dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa baik dengan IPS *Online* URSL maupun VOACAP MUF semakin turun dari jam 15.00 hingga 17.00 UT. Dan jika dilihat pada hasil keseluruhan, pada jam-jam tersebut merupakan jam dengan frekuensi terendah. Hasil prediksi untuk Bulan Maret dan September juga menunjukkan perbedaan, dimana Maret memiliki alokasi frekuensi yang lebih tinggi daripada September, walaupun secara teoritis keduanya masuk dalam bulan *equinox*. Hal ini patut menjadi perhatian sebelum melakukan desain sistem komunikasi HF. Hasil URSL atau VOACAP yang lebih sesuai dengan Indonesia masih harus dibandingkan dengan pengukuran ionosonde dari LAPAN.

4. KESIMPULAN

Kondisi ionosfer yang diperlukan oleh komunikasi HF sebagai reflektor bagi sinyal yang dikirimkan, selalu berubah-ubah. Oleh karena itu, riset tentang kondisi ionosfer perlu dilakukan sebelum merancang suatu sistem komunikasi HF. Ada dua parameter penting dalam sistem komunikasi HF yang dibahas kali ini, yaitu sudut elevasi dan MUF. Sedangkan metode yang dipakai adalah IPS *Online* URSL dari Biro Meteorologi Australia dan VOACAP yang dikembangkan oleh ITS, Amerika. Dari hasil prediksi diketahui bahwa untuk lintasan Merauke-Surabaya diperlukan dua kali pantulan dengan sudut elevasi 14 -21°. Sedangkan untuk frekuensi maksimum terdapat perbedaan antara IPS *Online* URSL dan VOACAP, sehingga diperlukan perhitungan dengan data hasil pengukuran ionosonda yang di Indonesia dioperasikan oleh LAPAN.

Tabel 4.1. Perbandingan Hasil Prediksi IPS Online URSL dengan VOACAP

Metode	Maret 2013						September 2013					
	MUF (MHz)			FOT (MHz)			MUF (MHz)			FOT (MHz)		
	15.00	16.00	17.00	15.00	16.00	17.00	15.00	16.00	17.00	15.00	16.00	17.00
URSL	24	24	21	18	18	14	20	20	14	14	14	14
VOACAP	29	27	24	24	22	18	25,2	22	20	20	18	16

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Skema Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, C., Wu, Z.S., dkk (2008), "MUF Variability At Haikou, China", *Proceeding of International Symposium On Antenna, Propagation And Electromagnetic Theory*, 2-5 November, Kunming, China, hal. 400 – 403
- IPS *Observed And Predicted Solar Indices For Cycle 24* diunduh dari <http://www.ips.gov.au/Solar/1/6>
- Davies, Kenneth (1990), *Ionspheric Radio*, Peter Peregrinus Ltd, London, United Kingdom, hal 160
- McNamara, Leo (1991), *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Krieger Publishing Company, Malabar Florida, hal. 42-43
- Wang, Jian., Feng, Xiaozhe, Cheng, Li. (2010), "Basic MUF Observation And Comparison of HF Radio Frequency Prediction Based on Different Ionospheric Models", *Proceeding of 9th International Symposium on Antenna, Propagation And Electromagnetic Theory (ISAPE)*, 29 Nopember – 2 Desember, Guangzhou, Cina, hal. 403-406