

PENENTUAN RENTANG FREKUENSI KERJA SIRKUIT KOMUNIKASI RADIO HF BERDASARKAN DATA JARINGAN *AUTOMATIC LINK ESTBALISHMENT* (ALE) NASIONAL

Varulliantor Dear

Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, Pusat Sains Antariksa, Lapan
e-mail: varuliant@yahoo.com

RINGKASAN

Penentuan frekuensi kerja dari sebuah sirkuit komunikasi radio HF untuk menjamin keberhasilan komunikasi erat kaitannya dengan kondisi lapisan ionosfer yang dinamis. Salah satu cara yang telah banyak digunakan hingga saat ini adalah berdasarkan hasil perhitungan nilai frekuensi kerja yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer dari variasi nilai frekuensi plasma lapisan ionosfer yang terendah (f_{min}) maupun yang tertinggi (f_oF_2). Pada makalah ini disajikan metode penentuan rentang frekuensi kerja suatu sirkuit komunikasi radio HF dengan memanfaatkan data dari jaringan *Automatic Link Establishment* (ALE) nasional. Dengan jaringan ALE yang saat ini sedang dikembangkan oleh LAPAN, penentuan rentang frekuensi kerja dari sebuah sirkuit komunikasi radio HF dapat dilakukan berdasarkan rujukan data yang diperoleh. Rujukan tersebut berupa informasi dari rentang frekuensi yang berhasil digunakan oleh suatu sirkuit komunikasi pada jaringan ALE dalam periode harian maupun bulanan. Dengan menggunakan data periode harian, rujukan dapat digunakan untuk menentukan frekuensi kerja pada hari berikutnya. Sedangkan dengan menggunakan data periode bulanan, perencanaan frekuensi kerja untuk bulan berikutnya dapat dilakukan berdasarkan data satu bulan sebelumnya. Dengan kedua jenis periode data tersebut, informasi yang diperoleh akan dapat digunakan untuk perencanaan penentuan nilai rentang frekuensi kerja suatu sirkuit komunikasi radio HF.

1 PENDAHULUAN

Propagasi yang sangat dominan terjadi pada komunikasi radio HF (3-30 MHz) adalah propagasi angkasa (*skywave propagation*) (Collin, 1995). Oleh karena itu keberhasilan komunikasi radio HF sangat erat kaitannya dengan kondisi lapisan ionosfer yang merupakan media utama dari perambatan gelombang radio propagasi angkasa.

Dikarenakan kondisi lapisan ionosfer yang sangat dinamis, penentuan frekuensi kerja komunikasi radio HF yang bertujuan untuk menjamin keberhasilan komunikasi, dilakukan berdasarkan penelitian frekuensi plasma lapisan ionosfer yang menentukan frekuensi terendah dan tertinggi dari pemantulan gelombang radio yang dapat terjadi (Mc Namara, 1991). Dari hasil penelitian yang diperoleh tersebut, rentang nilai frekuensi kerja komunikasi

radio HF yang berupa batas frekuensi terendah (LUF) dan tertinggi (MUF), serta nilai frekuensi yang optimal (OWF), diaplikasikan ke dalam bentuk perhitungan prediksi frekuensi. Parameter yang digunakan dalam perhitungan tersebut adalah jarak suatu sirkuit komunikasi dan kondisi parameter lapisan ionosfer seperti ketinggian (h) dan frekuensi kritis (f_{min} atau f_o) (Jiyo, 2005). Metoda ini dinyatakan cukup efektif digunakan secara praktek dengan tingkat keberhasilan mencapai 80% (Dear et.al, 2012^a).

Saat ini LAPAN telah membangun stasiun komunikasi radio HF di beberapa lokasi di Indonesia, yakni Bandung, Pontianak, Watukosek, Manado, dan Kototabang, yang disebut sebagai jaringan *Automatic Link Establishment* (ALE) Nasional (Dear, 2012^b). Jaringan ini dirancang untuk keperluan kegiatan

riset dinamika ionosfer yang terkait dengan kondisi propagasi komunikasi radio HF dan hal-hal lain yang terkait. Pada makalah ini dibahas tentang penentuan rentang frekuensi kerja komunikasi radio HF dengan memanfaatkan data jaringan ALE nasional tersebut. Tujuan dari makalah ini adalah untuk memperkenalkan metode awal dari salah satu pemanfaatan data jaringan ALE nasional yang dapat digunakan pada aplikasi komunikasi radio HF.

2 JARINGAN ALE NASIONAL

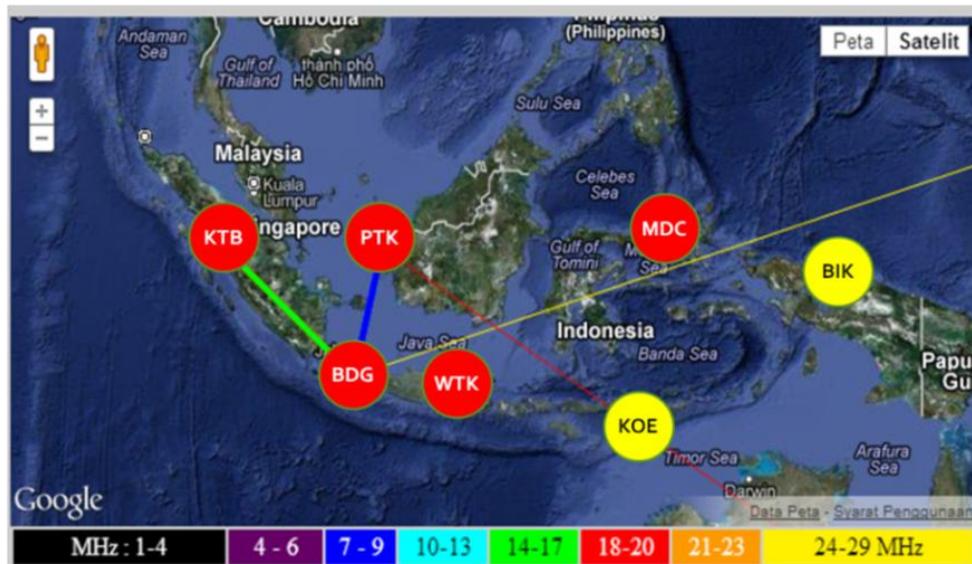
Automatic Link Establishment (ALE) merupakan salah satu teknologi terkini dari komunikasi radio HF (HFlink, 2010). ALE dirancang sebagai solusi dari adanya permasalahan perubahan frekuensi kerja akibat kondisi lapisan ionosfer yang cukup dinamis. Dengan teknologi sistem ALE yang diterapkan pada perangkat komunikasi radio, operator radio dapat lebih mudah melakukan komunikasi yang dikehendaki. Hal ini dapat terwujud dikarenakan sistem ALE mampu mengevaluasi kondisi propagasi secara *real time*.

Dikarenakan perangkat ALE masih dikategorikan relatif mahal, maka penggunaan teknologi ini sangat jarang

dimanfaatkan oleh operator radio secara umum. Hanya beberapa institusi dengan dana yang cukup besar yang mampu menyediakan perangkat ini (Basarnas, 2011). Selain harga perangkat yang cukup mahal, operasional sistem ALE ternyata juga membutuhkan keahlian dan pemahaman khusus oleh operator radio yang melakukan. Sehingga dengan kondisi tersebut perangkat ALE cukup lama untuk dapat diterapkan di masyarakat.

LAPAN saat ini telah mampu menerapkan stasiun ALE dengan menggunakan perangkat radio konvensional. Dengan stasiun-stasiun ALE tersebut, LAPAN telah membangun dan terus mengembangkan jaringan ALE nasional yang diperuntukkan untuk kegiatan penelitian dan pengamatan. Beberapa stasiun yang telah dibangun dan juga direncanakan akan diterapkan dalam waktu dekat disajikan pada Gambar 2-1.

Dari stasiun-stasiun ALE tersebut, data yang dihasilkan berupa informasi frekuensi kerja dan waktu komunikasi seperti yang disajikan pada Gambar 2-2. Data yang disajikan pada Gambar 2-2 tersebut kemudian diolah kembali untuk kepentingan penelitian yang dilakukan.



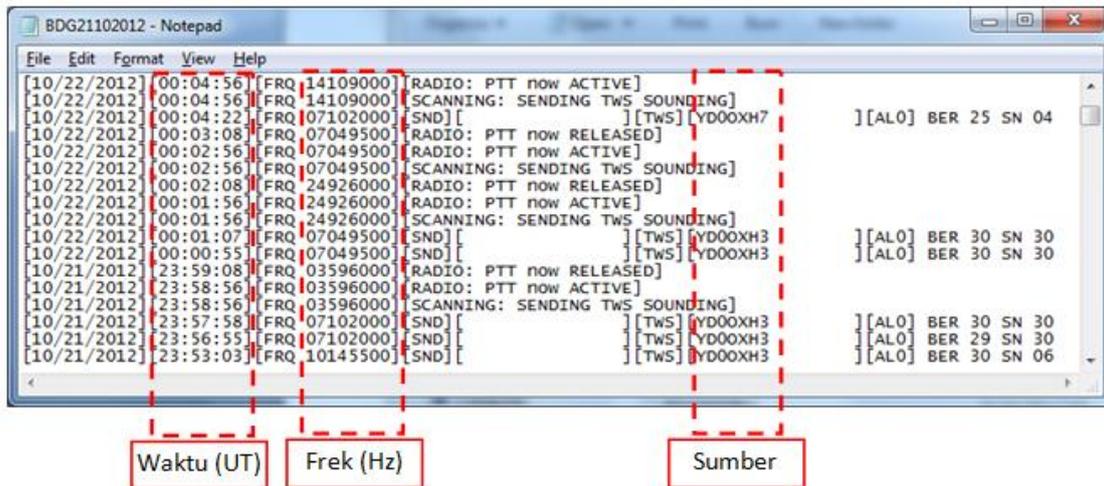
Keterangan:

- Telah dibangun
- Perencanaan
- KTB = Kototabang

- BDG = Bandung
- PTN = Pontianak
- WTK = Watukosek

- MDC = Manado
- BIK = Biak
- KOE = Kupang

Gambar 2-1: Peta stasiun ALE Lapan



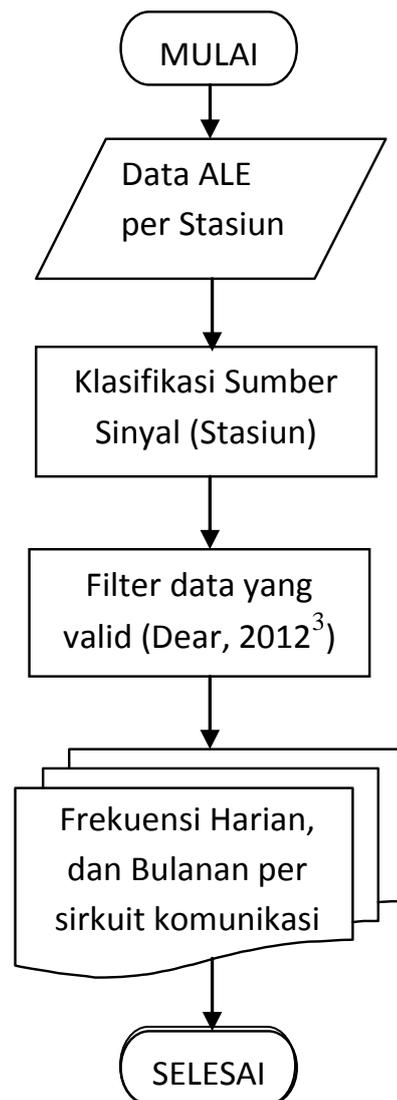
Gambar 2-2: Data yang diperoleh dari stasiun Bandung pada jaringan ALE nasional

3 PENGOLAHAN DATA JARINGAN ALE UNTUK PENENTUAN RENTANG FREKUENSI KERJA

Data yang diperoleh dari jaringan ALE dapat diolah menjadi informasi frekuensi kerja suatu sirkuit komunikasi berdasarkan waktu yang digunakan. Data ini pertama kali di kelompokkan berdasarkan sumber sinyal atau stasiun yang diterima (*Callsign ID*). Dari kelompok sumber sinyal tersebut data yang diperoleh kemudian disaring (*filter*) guna menghilangkan data yang tidak valid sesuai dengan metode verifikasi berdasarkan urutan waktu penerimaan data dan kesalahan sistem (Dear, 2012^c). Setelah data tersebut disaring (*filter*) maka data yang diperoleh dapat disajikan dalam bentuk informasi frekuensi kerja berdasarkan waktu komunikasi suatu sirkuit komunikasi dengan periode harian maupun bulanan. Pada Gambar 3-1 disajikan diagram alur pengolahan data yang dilakukan.

Dari proses yang dilakukan sesuai diagram alur Gambar 3-1, maka akan diperoleh data seperti pada contoh Gambar 3-2. Pada Gambar 3-2 (a) disajikan data teks yang berisikan frekuensi berdasarkan waktu komunikasi dari sebuah sumber stasiun yang kemudian dapat diubah kedalam bentuk grafik seperti yang disajikan pada Gambar 3-2(b). Pada Gambar 3-2(b)

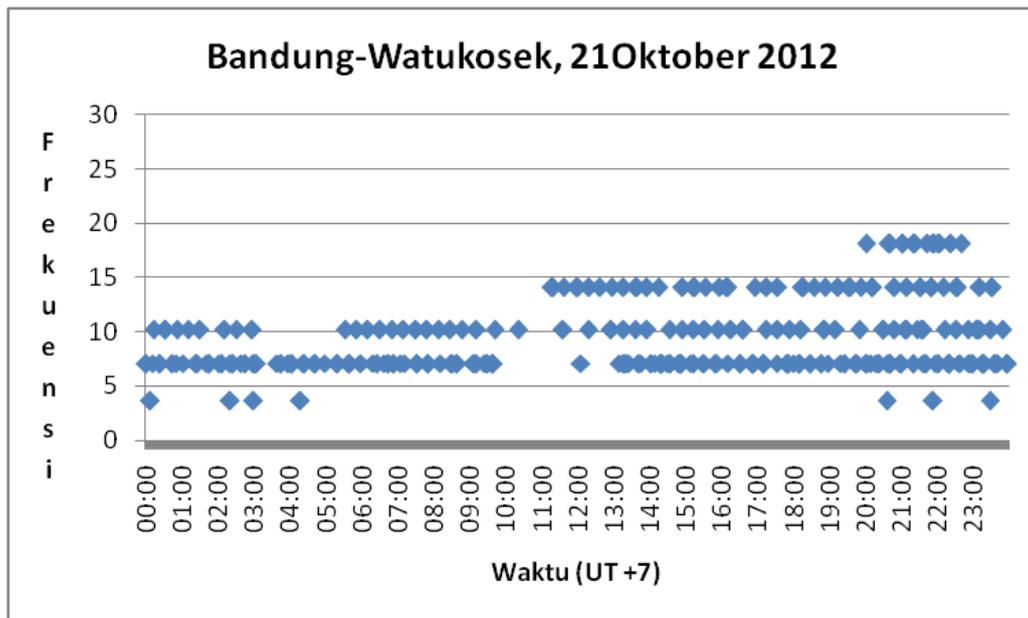
tersebut disajikan informasi frekuensi kerja rujukan sebuah sirkuit komunikasi radio HF sesuai dengan periode data yang digunakan.



Gambar 3-1: Diagram alur pengolahan data ALE

Date	Time	FRQ	SND	Station	Mode	BER	SN
[10/21/2012]	[11:53:01]	[FRQ 10145500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 29 SN 06
[10/21/2012]	[11:52:49]	[FRQ 10145500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 28 SN 06
[10/21/2012]	[11:48:57]	[FRQ 07049500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 30 SN 07
[10/21/2012]	[11:48:47]	[FRQ 07049500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 30 SN 30
[10/21/2012]	[11:35:54]	[FRQ 14109000]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 30 SN 30
[10/21/2012]	[11:29:53]	[FRQ 07049500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 27 SN 06
[10/21/2012]	[11:17:02]	[FRQ 14109000]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 30 SN 08
[10/21/2012]	[11:16:49]	[FRQ 14109000]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 30 SN 09
[10/21/2012]	[11:14:52]	[FRQ 10145500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 15 SN 05
[10/21/2012]	[11:11:03]	[FRQ 07049500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 25 SN 30
[10/21/2012]	[11:10:53]	[FRQ 07049500]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 28 SN 07
[10/21/2012]	[11:01:58]	[FRQ 07102000]	[SND]	[TWS]	[YD00XH3]	[ALO]	BER 16 SN 05

(a)



(b)

Gambar 3-2: Data hasil pengolahan dalam bentuk (a) teks, dan (b) dalam bentuk grafik

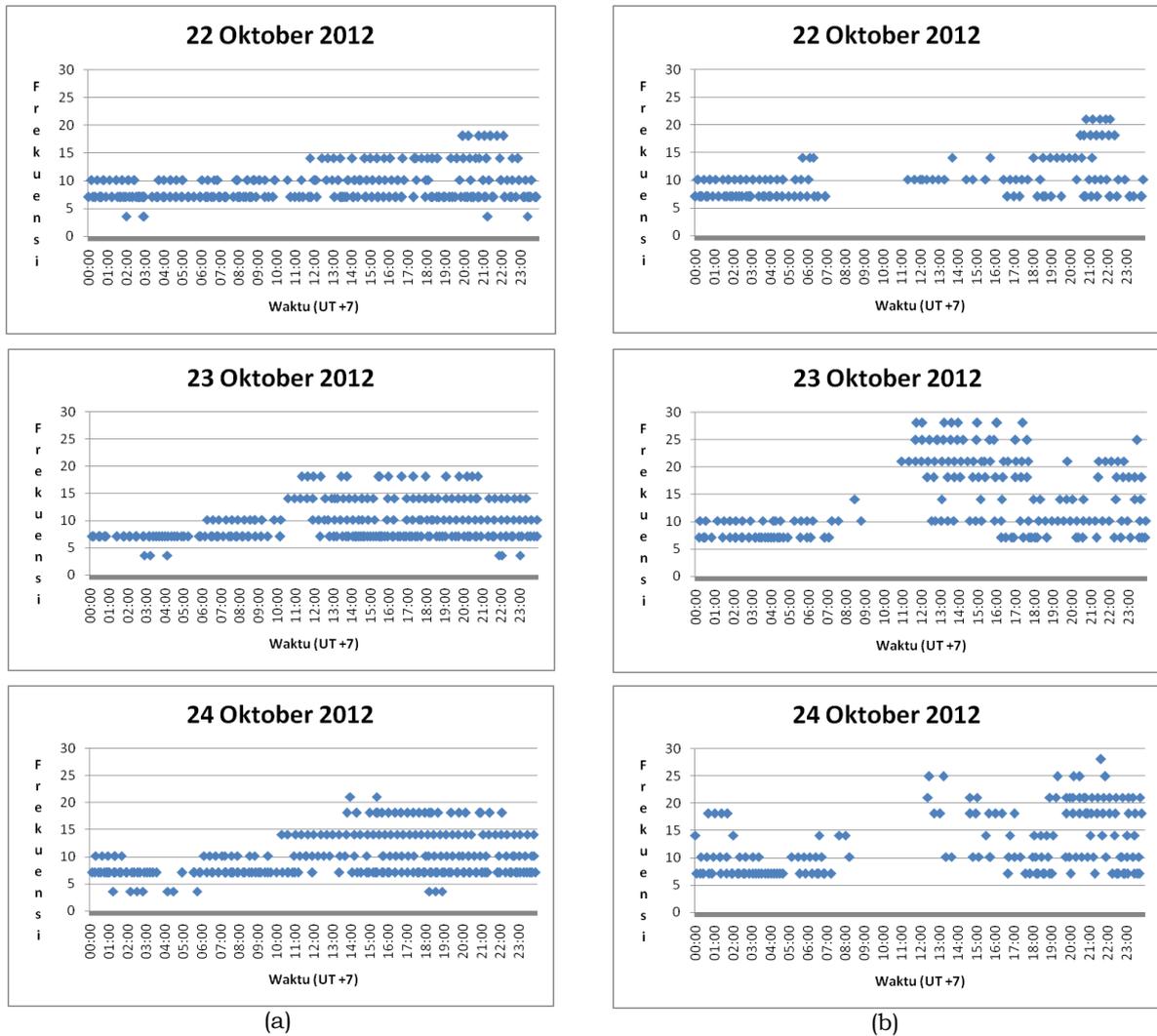
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4-1 disajikan contoh hasil pengolahan data ALE selama 3 hari untuk sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek, dan Pontianak-Watukosek yang menunjukkan data dalam periode harian. Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa perbedaan frekuensi kerja yang dapat digunakan setiap harinya tidak terlalu jauh berbeda. Terlihat kemiripan pola keberhasilan penggunaan frekuensi antara hari yang satu dengan hari lainnya dengan batas nilai frekuensi tertinggi dan terendah yang tidak jauh berbeda.

Pada Gambar 4-1(a) terlihat bahwa rentang frekuensi yang dapat digunakan antara pukul 13 hingga 23 WIB untuk sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek adalah antara 7 hingga 18 MHz. Data tersebut terlihat pada tanggal 22, 23,

dan 24 Oktober 2012. Dari hasil yang disajikan, terdapat beberapa plot data disekitar frekuensi 18 MHz. Kendatipun demikian dalam rentang waktu tersebut frekuensi yang dominan dapat digunakan adalah frekuensi 18 MHz.

Dari Gambar 4-1(a) terlihat bahwa antara pukul 00 hingga 06 WIB pada tanggal 22 dan 24 Oktober 2012, frekuensi yang dominan tercatat berada pada rentang frekuensi 7 hingga 10 MHz. Namun, pada tanggal 23 Oktober 2012 diperoleh hasil yang berbeda, dimana frekuensi yang dominan tercatat adalah pada rentang 7 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa data harian dapat digunakan, akan tetapi cukup signifikan untuk mengalami fluktuasi perubahan yang terjadi secara seketika. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh adanya fenomena kondisi cuaca antariksa yang mempengaruhi ionosfer (McNamara,1991).



Gambar 4-1: Hasil pengolahan data ALE selama 3 hari dari sirkuit (a) Bandung-Watukosek, dan (b) Pontianak-Watukosek

Hal yang serupa juga ditunjukkan pada data dari sirkuit Pontianak-Watukosek seperti yang disajikan pada Gambar 4-1(b). Pada rentang waktu antara pukul 00 hingga 07 WIB, frekuensi kerja yang berhasil digunakan dominan berada pada rentang 7-10 MHz baik pada tanggal 22, 23, maupun 24 Oktober 2012. Sedangkan pada pukul 14 sampai 23 WIB, rentang frekuensi yang dominan tercatat berada pada frekuensi 7 – 21 MHz hanya terjadi pada tanggal 23 dan 24 Oktober 2012 saja. Pada tanggal 22 Oktober 2012 terlihat bahwa rentang frekuensi yang dominan tercatat hanya berada pada kisaran yang lebih rendah, yakni 7-15 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara

tanggal 22 apabila digunakan sebagai rujukan untuk tanggal 23. Frekuensi yang dapat digunakan pada hari berikutnya ternyata memiliki rentang frekuensi kerja yang lebih luas untuk dapat digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa peluang penggunaan frekuensi kerja yang dirujuk pada tanggal 22 tidak 100% sesuai untuk digunakan pada tanggal 23 Oktober 2012 namun masih bisa untuk digunakan.

Penggunaan hasil pengamatan frekuensi kerja dalam periode harian untuk digunakan pada hari berikutnya perlu untuk selalu mempertimbangkan kondisi cuaca antariksa seperti fenomena tertentu pada matahari atau fenomena cuaca antariksa lainnya. Salah satu contoh yang terjadi adalah

pada rentang waktu antara pukul 09-12 WIB untuk tanggal 22 hingga 24 Oktober 2012. Terlihat tidak diperolehnya suatu nilai frekuensi kerja yang dapat digunakan pada rentang waktu tersebut yang kemungkinan disebabkan oleh adanya kemunculan lapisan E Sporadis. Lapisan E Sporadis dapat memiliki sifat sebagai efek *screening* (penghalang) dari propagasi yang terjadi (Suhartini, 2010).

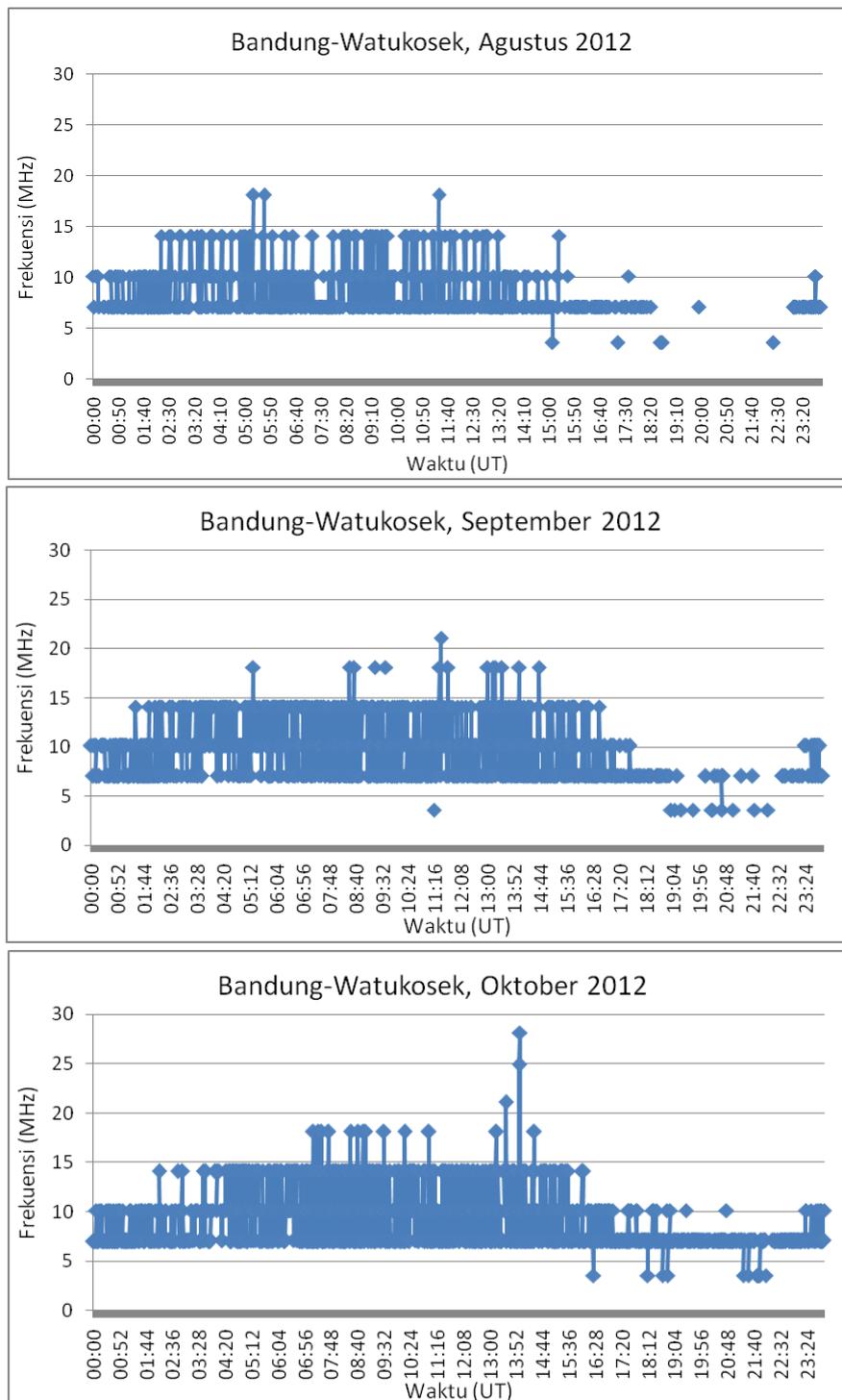
Berdasarkan hasil tersebut, rentang frekuensi kerja yang dapat digunakan pada hari berikutnya tidak akan jauh berbeda dengan kondisi pada hari sebelumnya. Pola dan nilai dari rentang frekuensi kerja yang dapat digunakan untuk sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek maupun Watukosek-Pontianak pada hari berikutnya memiliki pola dan nilai yang hampir sama dengan hari sebelumnya. Namun untuk penggunaan informasi frekuensi kerja tersebut perlu memperhatikan kondisi cuaca antariksa yang mempengaruhi ionosfer di hari berikutnya. Salah satu informasi cuaca antariksa yang paling dominan adalah kondisi aktifitas Matahari.

Untuk antisipasi serta berdasarkan pertimbangan teknis perencanaan komunikasi yang umum digunakan dalam komunikasi radio HF, penentuan suatu frekuensi kerja umumnya dapat dilakukan untuk skala periode bulanan. Hal ini ditunjukkan seperti hasil yang disajikan dari keluaran prediksi frekuensi yang menyatakan bahwa nilai-nilai frekuensi tersebut merupakan nilai median bulanan dengan tingkat keberhasilan mencapai 90% dalam satu bulan (Lianne, 2010). Oleh karena itu, dalam pemanfaatan data jaringan ALE yang digunakan, nilai rentang frekuensi kerja rujukan suatu sirkuit komunikasi juga dapat dibuat dalam skala bulanan. Data frekuensi harian dapat dikompilasi ke dalam data frekuensi bulanan yang akan menunjukkan frekuensi kerja yang dapat digunakan setiap jamnya dalam periode bulanan.

Pada Gambar 4-2 disajikan hasil pengolahan data ALE untuk sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek pada

bulan Agustus, September, dan Oktober 2012. Data yang dipilih untuk disajikan merupakan data modus setiap waktunya dalam satu bulan. Hal ini dilakukan agar data yang mewakili data bulanan merupakan data yang sering muncul sesuai dengan interpretasi dari modus suatu data statistik.

Berdasarkan Gambar 4-2 terlihat bahwa pola yang serupa dominan terjadi setiap jamnya dalam ketiga bulan data yang diperoleh. Batas frekuensi tertinggi tercatat dominan berada pada rentang 15 MHz. Sedangkan batas frekuensi terendah yang dominan tercatat berada pada nilai 7 MHz. Dari data yang diperoleh tersebut, hanya terdapat beberapa waktu dengan nilai frekuensi yang lebih tinggi (18-28 MHz) dan rendah (3 MHz) dalam setiap bulannya. Fenomena ini dapat terjadi dikarenakan pada beberapa hari dalam satu bulan, tercatat keberhasilan menggunakan frekuensi-frekuensi tersebut dan dikategorikan sebagai suatu hal yang wajar. Keberhasilan tersebut dapat terjadi karena adanya faktor kemunculan lapisan E sporadis ionosfer dan juga meningkatnya nilai foF2 pada beberapa waktu maupun adanya fluktuasi ketinggian lapisan ionosfer. Dengan kondisi tersebut, dari ketiga bulan data yang diperoleh, data yang diperoleh menunjukkan bahwa rentang frekuensi kerja yang dapat digunakan selama tiga bulan tersebut adalah sama, yakni berada pada rentang 7 hingga 15 MHz. Informasi ini memiliki makna bahwa rujukan rentang frekuensi kerja dari data satu bulan sebelumnya juga dapat digunakan untuk penentuan frekuensi kerja di bulan berikutnya. Kendatipun demikian, apabila periode bulanan digunakan untuk periode lebih dari 3 bulan ke depan, maka informasi aktifitas matahari khususnya tren dari siklus matahari perlu diperhatikan sebagai informasi tambahan. Hal ini terkait dengan proses ionisasi yang memiliki kesesuaian dengan pola bilangan bintik hitam matahari sebagai indikasi dari siklus aktifitas matahari (McNamara, 1991).



Gambar 4-2: Hasil pengolahan data ALE untuk sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek pada bulan Agustus, September, dan Oktober 2012

5 PENUTUP

Penentuan rentang frekuensi kerja komunikasi radio HF dapat dilakukan dengan memanfaatkan data dari jaringan ALE nasional. Penentuan dilakukan dengan merujuk pada data pencatatan frekuensi kerja sistem ALE dalam periode harian maupun bulanan. Berdasarkan analisa dari contoh data

yang diperoleh, penggunaan data pada skala periode harian memungkinkan untuk digunakan sebagai rujukan penentuan rentang frekuensi kerja pada hari berikutnya. Sedangkan data periode bulanan memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam perencanaan penggunaan rentang frekuensi kerja pada satu bulan berikutnya. Namun,

berdasarkan hasil yang diperoleh, penentuan dengan menggunakan data harian masih harus disertai dengan catatan bahwa nilai tersebut dapat digunakan pada saat kondisi cuaca antariksa berada pada kondisi normal. Hal ini dikarenakan kondisi cuaca antariksa dapat mempengaruhi respon ionosfer secara seketika yang juga mempengaruhi propagasi komunikasi radio HF. Dengan kondisi tersebut, solusi penggunaan data periode bulanan untuk merujuk perencanaan rentang frekuensi kerja dalam satu bulan ke depan merupakan pilihan yang dapat dilakukan. Data periode bulanan yang digunakan juga perlu memperhatikan kondisi aktifitas matahari terutama dari aspek tren siklus aktifitas matahari. Hal ini juga sesuai dengan aplikasi secara nyata dalam suatu perencanaan komunikasi radio HF yang juga dilakukan pada layanan prediksi frekuensi komunikasi radio HF secara umum.

DAFTAR RUJUKAN

- BASARNAS, 2011. *Kunjungan dan Diskusi dalam Rapat Kerja BASARNAS April 2011*, Ciloto, Bogor, 2011).
- Collin, R.E, 1995. *Antennas & Radiowave Propagation*. Mc Graww Hill, 1985, ISBN 0-0711808-6.
- Dear, V., Syamsudin, S., Syidik, I.,F., Nurmali, D., Siradj, A.,M., 2012^a. *Laporan Triwulan 2 Kegiatan Penelitian Tahun 2012 Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi Pusat Sains Antariksa*, LAPAN, 2012.
- Dear, V., 2012^b. *Pengamatan Propagasi Komunikasi Radio HF Menggunakan jaringan Automatic Link Establishment (ALE) Nasional dan Pemanfaatannya*. Workshop Kerjasama LAPAN-UNSRAT, Manado 22 November 2012.
- Dear, V., 2012^c. *Hasil Awal Uji Indeks T Ionosfer Regional Menggunakan Jaringan Stasiun Automatic Link Establishment (ALE)*, Berita Dirgantara, Vol.13 No.3 halaman 102-111.
- Hflink, 2010. *ALE Handbook for Government Chapter 3*. <http://hflink.com/standards/download> April 2011.
- Jiyo, Yatini, C. 2005. *Pengaruh Badai Antariksa Oktober-November 2003 Terhadap Lapisan Ionosfer dan Komunikasi Radio*, Warta LAPAN Vol 7 No.3.
- Lianne, 2010. WASAPS Version 5.3 Tutorial, IPS Radio and Space Services, 2010.
- McNamara, L.F. 1991. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Krieger Publishing Company.
- Suhartini S, 2007. *Komunikasi Jarak Jauh menggunakan 2 Meteran*, Berita Dirgantara, Vol. 8 No. 3, halaman 68-71.