

**ANALISIS INDEKS KUALITAS SINYAL PADA MANAJEMEN
FREKUENSI BERBASIS DATA AUTOMATIC LINK ESTABLISHMENT
(ALE)
[ANALYSIS OF SIGNAL QUALITY INDEX IN MANAGEMENT
FREQUENCY BASED ON AUTOMATIC LINK
ESTABLISHMENT (ALE) DATA]**

Varuliantor Dear¹ dan Gatot Wikantho
Peneliti Pusat Sains Antariksa, Lapan
¹e-mail : varuliant@yahoo.com

Diterima 8 Maret 2014; Disetujui 14 Juni 2014

ABSTRACT

Management frequency based on the ALE networks data has been done using the analysis of the signal quality index which is resulted from the ALE network. The result shows that the management frequency resulting an optimum channel that determined based on the index quality of the received signal that have been observed. For the implementations, the process are bounded by the minimum value of different probability, ($\Delta P\{F\}_{\min}$) which is based on the minimum criteria of link availability of HF radio communication plan, which is Lower Decile value. In the implementation using data from circuits Bandung-Watukosek ALE networks in 2012, with boundary $\Delta P\{F\}$ minimum is 0.033 or 3,3%, the frequency that resulted showing a different value of quality received signal index between 0.42 until 0.55 in March and April from the implementation without analyze the signal quality index. Based on these results, the determination of the working frequency based on the highest probability and reception signal quality index analysis can produce a recommended of a working frequencies with an optimal channel quality for planning the HF radio communication link.

Keyword: *Reception signal quality index, ALE, Management frequency, HF radio communication*

ABSTRAK

Manajemen frekuensi komunikasi radio HF (3-30MHz) berbasis data jaringan sistem *Automatic Link Establishment* (ALE) telah dilakukan berdasarkan analisis indeks kualitas sinyal yang diperoleh. Hasil penerapan menunjukkan bahwa manajemen frekuensi berbasis data ALE dapat memberikan informasi tambahan berupa jaminan kualitas kanal yang lebih optimal. Kanal yang optimal diperoleh berdasarkan analisis nilai indeks penerimaan sinyal untuk tiap frekuensi yang diamati pada sistem ALE. Dalam proses yang dilakukan, penentuan frekuensi kerja dibatasi oleh nilai selisih peluang minimum ($\Delta P\{F\}_{\min}$) yang merujuk pada acuan dari performa minimum perancangan *link availability* komunikasi radio HF, yakni nilai *Lower Decile*. Pembatasan nilai selisih peluang minimum dilakukan sebelum proses analisis indeks kualitas sinyal. Dalam makalah ini, data yang digunakan adalah data jaringan ALE untuk sirkuit Bandung-Wakosek pada tahun 2012. Proses penerapan yang dilakukan dengan batasan nilai selisih peluang ($\Delta P\{F\}_{\min}$) yang mencapai 0,033 atau 3,3%, menghasilkan suatu nilai frekuensi kerja yang memiliki perbedaan dengan hasil dari proses penerapan tanpa mempertimbangkan kualitas sinyal penerimaan. Perbedaan diperoleh pada bulan Maret dan April dengan selisih indeks kualitas sinyal berada

pada rentang 0,42 dan 0,55 Berdasarkan hasil yang diperoleh, frekuensi kerja yang direkomendasikan, dapat memberikan informasi kualitas kanal yang optimal dalam perencanaan komunikasi radio HF.

Kata kunci: *Indeks kualitas sinyal, ALE, Manajemen frekuensi, Komunikasi radio HF*

1 PENDAHULUAN

Salah satu metode yang digunakan dalam penentuan frekuensi kerja pada suatu *link* komunikasi radio HF (3-30 MHz) adalah metode manajemen frekuensi (Suhartini, 2006). Tidak hanya diterapkan pada komunikasi radio, sistem radar HF juga memanfaatkan metode manajemen frekuensi sebagai representasi kanal agar memiliki performa yang handal (Saverino et.al, 2013). Metode manajemen frekuensi umumnya merupakan metode penentuan suatu nilai frekuensi komunikasi berdasarkan tingkat probabilitas frekuensi yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer (McNamara, 1991^a). Pada metode tersebut, frekuensi yang dipilih diharapkan mampu menjamin keberhasilan suatu *link* komunikasi yang direncanakan berdasarkan tingkat peluang yang tertinggi dengan meminimalisir nilai dari *outage probability*.

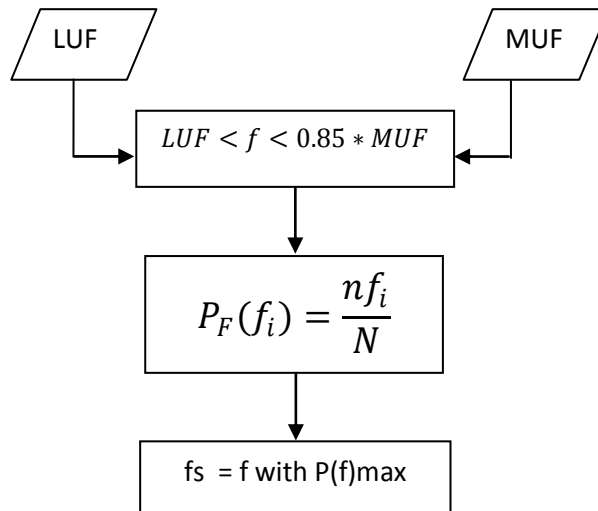
Sejak tahun 2010, Lapan telah membangun jaringan komunikasi radio HF dengan menggunakan sistem *Automatic Link Establishment* (ALE) (Dear, 2011). Salah satu hasil yang diperoleh dari jaringan sistem ALE adalah informasi nilai frekuensi kerja yang dapat digunakan pada sebuah *link* komunikasi beserta indeks kualitas sinyal yang diterima. Indeks kualitas sinyal yang diterima merepresentasikan karakteristik kanal pada aspek performa kualitas perambatan gelombang radio yang terjadi. Dengan informasi tersebut, sistem ALE dapat dimanfaatkan untuk kegiatan evaluasi kanal secara *real time* (Dear, 2012).

Dalam komunikasi radio HF, kendatipun metode manajemen frekuensi menghasilkan suatu nilai frekuensi kerja dengan tingkat probabilitas keberhasilan komunikasi yang tertinggi, nilai frekuensi kerja yang direkomendasikan dari metode tersebut belum dapat menjamin kualitas sinyal yang diterima. Sinyal yang ditransmisikan dengan frekuensi rekomendasi tersebut tidak dapat dijamin kualitasnya saat diterima oleh penerima. Oleh karena itu, pemilihan frekuensi kerja yang disertai dengan analisis kualitas sinyal akan dapat menambah bobot dari penentuan frekuensi kerja yang dilakukan dalam metode manajemen frekuensi, khususnya untuk *link* komunikasi radio HF (McNamara, 1991^b). Dalam makalah ini, dibahas tentang analisis indeks kualitas sinyal dari hasil observasi sistem ALE yang diterapkan pada manajemen frekuensi komunikasi radio HF. Analisis dilakukan berdasarkan hasil observasi jaringan ALE dengan menggunakan data dari sirkuit Bandung-Watukosek pada tahun 2012. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan bobot dari hasil manajemen frekuensi dengan menambah informasi kualitas sinyal pada frekuensi yang direkomendasikan. Dengan teknik tersebut frekuensi kerja yang dipilih akan mampu memberikan informasi jaminan keberhasilan komunikasi yang dilakukan dari aspek kualitas kanal.

2 MANAJEMEN FREKUENSI DAN DATA SISTEM ALE

Manajemen frekuensi merupakan metode dari teknik penentuan frekuensi kerja sebagai fungsi waktu berdasarkan data atau informasi frekuensi pantul terendah (*Lowest Usable Frequency/LUF*) dan tertinggi (*Maximum Usable Frequency/MUF*) dari suatu perhitungan frekuensi *link* komunikasi (McNamara, 1991^c). Frekuensi kerja yang dipilih merupakan frekuensi dengan tingkat probabilitas tertinggi dari ketersediaan kanal pada rentang LUF dan 85% dari data MUF dalam satu periode rentang waktu. Periode yang digunakan dapat berupa harian, bulanan, musiman, maupun 11 tahunan (siklus matahari) dengan pertimbangan variasi dari lapisan ionosfer (Suhartini, 2012).

Selain itu penentuan frekuensi kerja juga dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan waktu operasional. Secara matematis, algoritma manajemen frekuensi disajikan pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Algoritma manajemen frekuensi

Algoritma yang disajikan pada Gambar 2-1, menunjukkan bahwa pemilihan frekuensi yang dapat digunakan sebagai frekuensi *link* komunikasi radio HF adalah frekuensi dengan tingkat probabilitas ($P_F\{f\}$) tertinggi. Nilai frekuensi tersebut dibatasi oleh nilai LUF dan MUF yang merepresentasikan rentang frekuensi yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Oleh karena itu, frekuensi yang dipilih dinyatakan sebagai frekuensi dengan tingkat keberhasilan tertinggi dalam satu periode. Umumnya periode yang digunakan dalam manajemen frekuensi adalah periode satu bulan dengan menghitung nilai median data tersebut (Hanbaba, 1998).

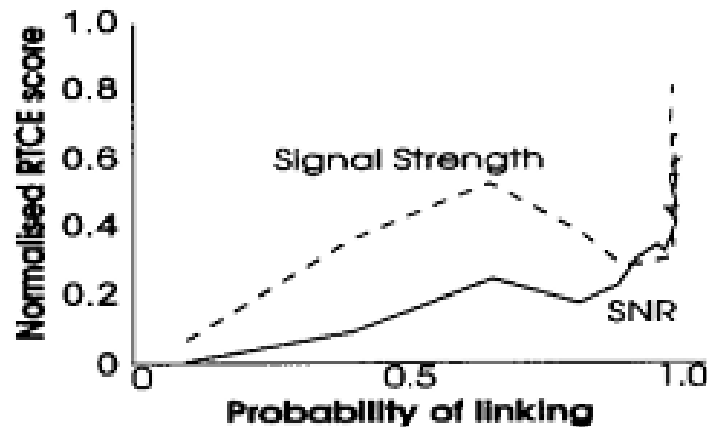
Sistem ALE merupakan sistem yang menguji tiap frekuensi yang telah ditetapkan dalam suatu *link* komunikasi radio HF secara periodik untuk dievaluasi sebagai penentu frekuensi yang akan digunakan. Sistem ALE digunakan untuk meminimalisir kegagalan komunikasi dengan melakukan penentuan frekuensi kerja secara otomatis (Hfink, 2010). Dengan menggunakan *bandwidth* 3 KHz, dan modulasi 8-FSK dengan fasa yang kontinu dan periode simbol (T_s) sebesar 0,008 detik, sistem ALE menghasilkan matriks bobot kualitas penerimaan sinyal dari *link* yang terjadi untuk tiap frekuensi yang digunakan. Kualitas penerimaan sinyal tersebut dijadikan sebagai indikator kualitas kanal atau frekuensi yang digunakan. Matriks bobot kualitas penerimaan sinyal tersebut dikenal sebagai matriks *Link Quality Analysis* (LQA) dengan contoh matriks seperti yang disajikan pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: MATRIKS KUALITAS SINYAL

ID Stasiun	Ch.1	Ch.2	Ch.3	Ch.4
A	10	7	8	9
B	5	8	-	7
C	7	-	8	6

Dari contoh matriks yang disajikan pada Tabel 2-1, penentuan frekuensi dilakukan berdasarkan indeks kualitas sinyal penerimaan tertinggi. Dalam aplikasinya, untuk melakukan *link* dengan sumber B, maka frekuensi pada Ch.2 merupakan frekuensi yang diprioritaskan untuk digunakan dengan cara proses evaluasi. Proses

evaluasi tersebut meliputi mekanisme *sounding* dan proses pengiriman sinyal *acknowledgement* dari stasiun yang dituju. Analisis hubungan antara kuat sinyal dengan probabilitas keberhasilan *link* komunikasi telah dilakukan oleh Street dan Darnell (1997) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2: Representasi indeks kualitas sinyal terhadap peluang link komunikasi (Street & Darnell, 1997)

Informasi yang tersaji dalam matriks LQA akan selalu diperbaharui secara periodik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai informasi yang merepresentasikan kondisi propagasi *link* komunikasi untuk aplikasi secara *real time*. Kendatipun diperbarui secara periodik, data matriks LQA tersebut dapat dikumpulkan untuk satu periode pengamatan tertentu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan seperti harian, bulanan dan tahunan. Dengan melakukan pengumpulan data pada skala waktu tertentu, maka data ALE dapat dimanfaatkan untuk keperluan analisis perencanaan komunikasi. Informasi data ALE dapat dikemas menjadi sebuah grafik yang mewakili batas frekuensi terendah dan tertinggi dari suatu *link* komunikasi sehingga dapat digunakan untuk implementasi metode manajemen frekuensi yang kemudian dapat dikombinasikan dengan analisis kualitas sinyal penerimaan yang diperoleh dari tiap frekuensi yang teramati.

3 METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan adalah penerapan manajemen frekuensi dengan menggunakan hasil pengolahan data matriks LQA sistem ALE pada *link* komunikasi antara stasiun ALE Watukosek (7°,34' LS; 112°,40' BT) dan stasiun ALE Bandung (6°,54' LS; 107°,36' BT) di tahun 2012. Frekuensi yang digunakan dalam sistem ALE terdiri dari 9 kanal yang berada pada rentang 3 MHz hingga 28 MHz seperti yang disajikan pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1: KANAL SISTEM ALE (Crystal, 2007)

Kanal	Frekuensi (MHz)
1	3,590
2	7,049
3	7,102
4	10,145
5	14,109
6	18,106
7	21,096
8	24,926
9	28,146

Data hasil jaringan sistem ALE yang berupa data matriks LQA diolah untuk mengetahui distribusi dari peluang keberhasilan frekuensi *link* komunikasi yang diamati dalam periode tertentu. Dengan pengolahan tersebut, maka dapat ditentukan batas nilai LUF dan MUF beserta nilai frekuensi dengan probabilitas tertinggi. Pengolahan distribusi peluang untuk tiap frekuensi pengamatan dilakukan dengan menggunakan persamaan 3-1.

$$P(F_i) = \frac{nF_i}{N_t} \tag{3-1}$$

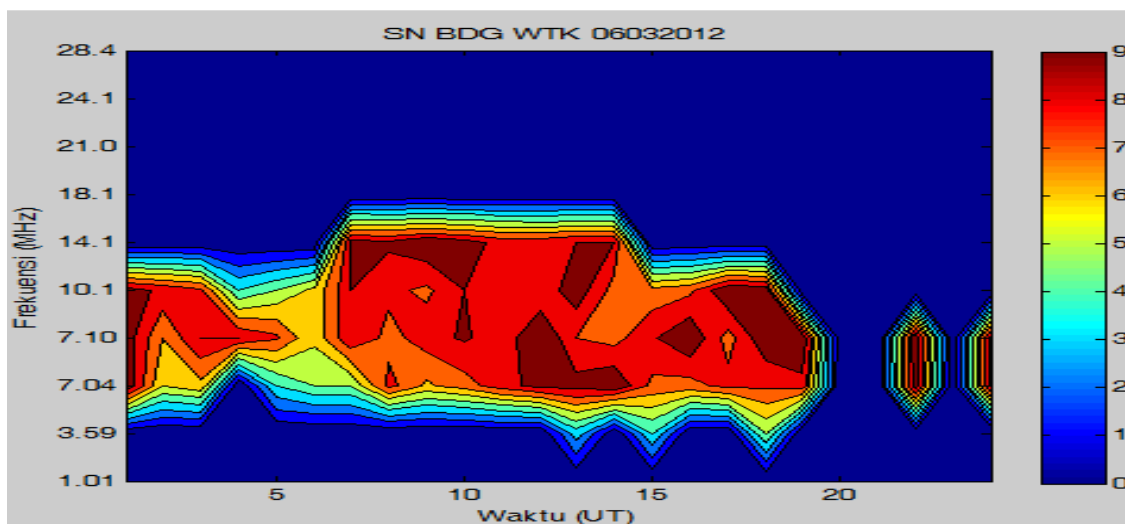
dengan F_i adalah frekuensi antara LUF dengan MUF, dan t adalah periode waktu observasi yang dilakukan. Periode t dapat berupa satu hari, satu minggu, satu bulan, maupun satu tahun. Pada proses ini konsep metode manajemen frekuensi telah dapat dilakukan, sehingga menghasilkan nilai frekuensi kerja berdasarkan peluang tertinggi. Untuk proses metode manajemen frekuensi berbasis data hasil jaringan ALE, kualitas sinyal dari tiap frekuensi yang berada pada batas LUF dan MUF diolah secara statistik untuk mengetahui indeks-nya. Pengolahan yang dilakukan merupakan proses *averaging* dengan menggunakan persamaan (3-2).

$$Q_{F_i} = \frac{\sum_{n_t}^N Q(F_i)_n}{N_t} \tag{3-2}$$

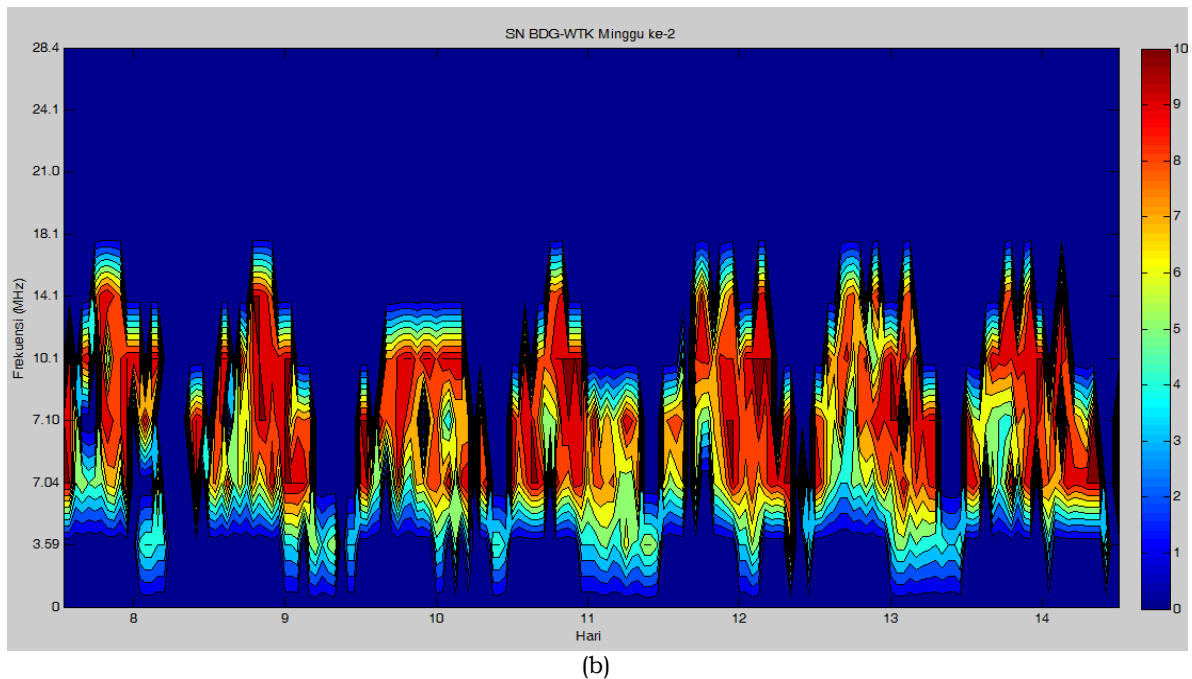
dengan Q_{F_i} merupakan kualitas sinyal untuk tiap frekuensi yang berada pada rentang LUF dan MUF. Sedangkan N_t merupakan jumlah cuplikan dalam satu periode pengamatan. Dari hasil persamaan (3-2), maka proses manajemen frekuensi dilakukan dengan membuat urutan indeks kualitas sinyal dari yang tertinggi hingga terendah. Dengan metode tersebut, maka akan dihasilkan suatu nilai frekuensi kerja terbaik yang mempertimbangkan probabilitas keberhasilan *link* komunikasi tertinggi beserta dengan indeks kualitas penerimaan sinyal.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data ALE untuk melihat batas LUF dan MUF beserta kualitas sinyal disajikan pada Gambar 4-1. Sumbu horizontal merupakan waktu (UT) atau hari, dan sumbu vertikal merupakan frekuensi yang diuji dalam sistem ALE (MHz). Sedangkan warna kontur merupakan indeks intensitas kuat sinyal.



(a)

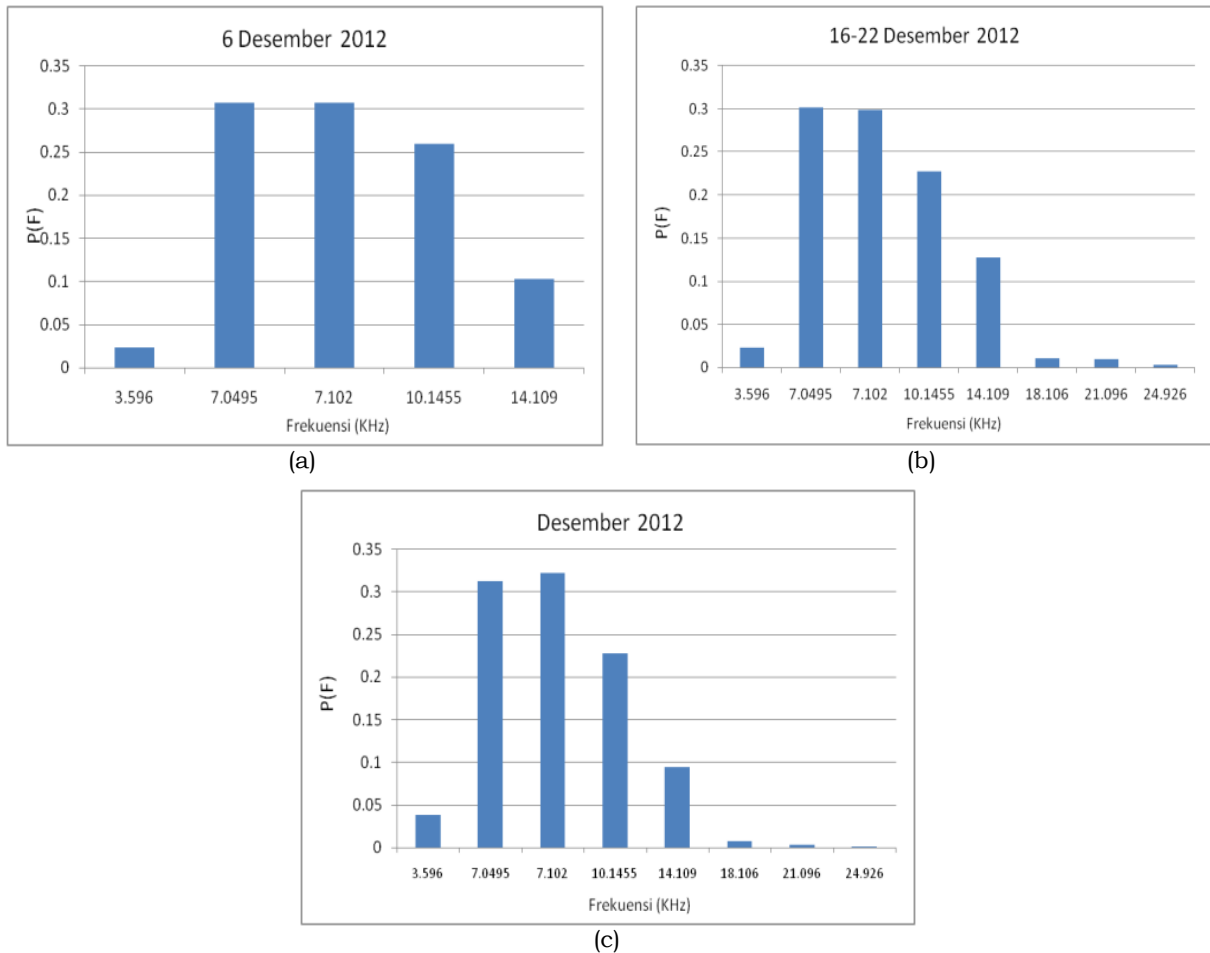


Gambar 4-1: Hasil pengolahan data matriks ALE untuk periode (a) harian, dan (b) mingguan dalam bentuk kontur

Hasil pengolahan data yang disajikan pada Gambar 4-1 menunjukkan batas nilai LUF dan MUF untuk setiap jam atau hari. Pada Gambar 4-1(a) terlihat bahwa batas frekuensi tertinggi (MUF) adalah 14,10 MHz. Sedangkan batas terendah frekuensi yang dapat digunakan (LUF) adalah 3,59 MHz. Berdasarkan kontur yang disajikan terlihat pula bahwa frekuensi 7,04 MHz merupakan frekuensi dengan kualitas sinyal yang terbaik setiap waktunya. Hal yang serupa dapat juga dilakukan untuk menginterpretasikan data satu minggu pengamatan seperti yang disajikan pada Gambar 4-1(b), maupun data satu bulan pengamatan.

Pada Gambar 4-2 disajikan contoh hasil penerapan metode manajemen frekuensi berdasarkan data ALE yang berupa nilai distribusi peluang secara diskrit (*probability mass function/pm*f) dari tiap frekuensi *link* komunikasi yang teramati pada sistem ALE untuk beberapa periode pengamatan. Pada Gambar 4-2(a) dapat diketahui bahwa frekuensi kerja yang memiliki probabilitas tertinggi untuk satu hari pengamatan, yakni pada tanggal 6 Desember 2012 adalah frekuensi 7,0495MHz dan 7,102MHz. Kedua frekuensi kerja tersebut memiliki peluang keberhasilan peluang ($P\{F\}$) sebesar 0,307 atau 30,7% waktu dalam satu hari. Sedangkan pada Gambar 4-2(b) dan 4-2(c), frekuensi yang memiliki peluang tertinggi dalam satu minggu dan satu bulan adalah frekuensi 7,0495 MHz dengan $P(F) = 0,31$ atau 31%, dan frekuensi 7,102MHz dengan $P(F)=0,322$ atau 32,2%.

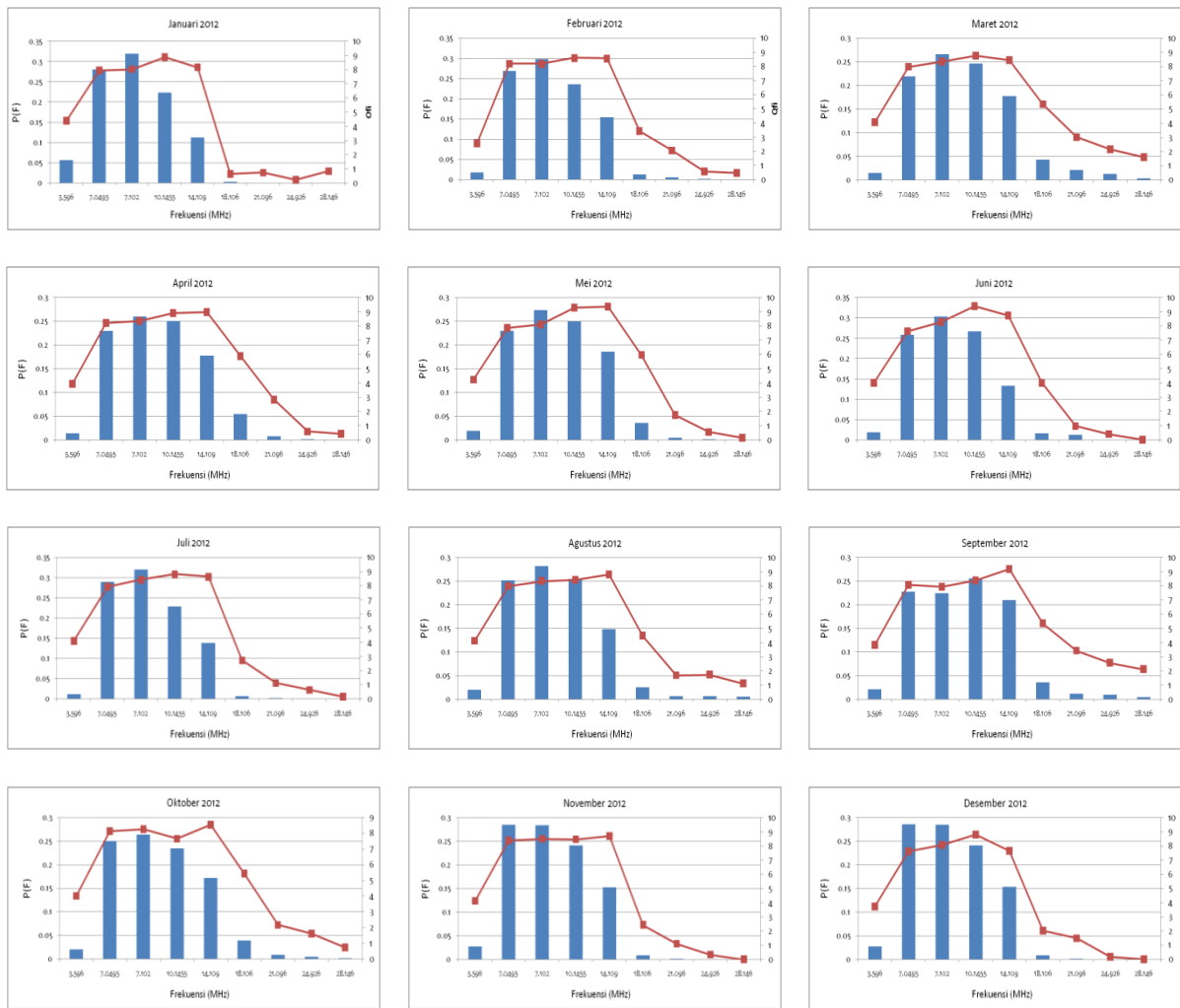
Dari hasil yang disajikan pada Gambar 4-2 tersebut terlihat bahwa frekuensi yang tercatat pada hasil data jaringan sistem ALE antara Bandung-Watukosek pada bulan Desember 2012 berada pada rentang 7,0495MHz dan 7,102MHz. Nilai tersebut juga terlihat pada periode harian maupun mingguan. Pada konsep manajemen frekuensi kedua nilai frekuensi tersebut dapat diprioritaskan sebagai frekuensi yang direkomendasikan untuk dipilih sebagai frekuensi kerja dari *link* komunikasi yang direncanakan. Namun, untuk penerapan metode manajemen frekuensi menggunakan data hasil jaringan sistem ALE, analisis yang dilakukan perlu melibatkan informasi kualitas sinyal dari tiap frekuensi yang memiliki probabilitas tertinggi dari tiap periode waktu pengamatan.



Gambar 4-2: Distribusi peluang frekuensi *link* komunikasi yang teramati berdasarkan data ALE untuk periode (a) satu hari, (b) satu minggu, dan (c) satu bulan

Pada Gambar 4-3 disajikan hasil implementasi metode manajemen frekuensi dengan menggunakan data ALE untuk *link* komunikasi Bandung-Watukosek pada tahun 2012 yang menunjukkan tingkat probabilitas *link* komunikasi beserta nilai indeks kualitas sinyal. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai frekuensi dengan probabilitas keberhasilan komunikasi yang tertinggi cukup bervariasi setiap bulannya. Frekuensi dengan peluang tertinggi yang tercatat untuk setiap bulannya berada pada rentang 7,04 MHz hingga 10,12 MHz. Dengan informasi tersebut, dapat dinyatakan bahwa untuk menentukan sebuah frekuensi kerja, masih diperlukan seleksi lain akibat masih terdapat beberapa frekuensi pilihan. Oleh karena itu, penentuan sebuah frekuensi tunggal yang meliputi kualitas sinyal yang diterima dapat ditambahkan sebagai kriteria penentuan frekuensi kerja yang cukup obyektif.

Pada Gambar 4-3, grafik batang merupakan distribusi peluang dari frekuensi yang diamati dalam sistem ALE untuk tiap bulan selama tahun 2012. Sedangkan grafik garis merupakan nilai rata-rata indeks kualitas sinyal yang diterima. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa untuk tiap bulan pengamatan, nilai frekuensi dengan probabilitas tertinggi tidak selalu disertai dengan nilai rata-rata indeks kualitas sinyal penerimaan yang lebih tinggi dari frekuensi lainnya. Frekuensi dengan distribusi peluang tertinggi kedua, ketiga, dan keempat kadangkala memiliki tingkat indeks kualitas sinyal rata-rata yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun frekuensi tersebut memiliki peluang tertinggi, frekuensi tersebut bukanlah frekuensi yang dapat menjamin penerimaan sinyal yang paling baik. Masih diperlukan pemilihan frekuensi kerja berdasarkan rujukan indeks kualitas sinyal yang diterima.



Gambar 4-3: Hasil penerapan metode manajemen frekuensi menggunakan data ALE pada sirkuit Bandung-Watukosek

Kendatipun nilai indeks rata-rata kuat sinyal sebagai faktor penentu frekuensi kerja yang direncanakan dapat digunakan sebagai rujukan, penentuan tersebut perlu dibatasi oleh nilai selisih peluang keberhasilan *link* komunikasi dari tiap frekuensi. Hal ini dikarenakan nilai peluang keberhasilan *link* komunikasi dari tiap frekuensi merupakan nilai dasar yang menentukan terjadinya keberhasilan komunikasi. Batas selisih nilai peluang tersebut harus merujuk pada performa *link availability* dalam periode yang digunakan. Dalam komunikasi radio HF, persentase yang selalu dijadikan acuan merupakan nilai *Lower Decile* dari data statistik peluang *link* komunikasi yang digunakan, yakni dengan nilai minimum 90%. Oleh karena itu batas selisih distribusi peluang *link* komunikasi minimum dapat dianggap sebagai distribusi *uniform*, dan karena merupakan suatu pengamatan yang bersifat diskrit, maka dapat dinyatakan dalam persamaan (4-1).

$$\Delta P(F)_{min} = \frac{1}{N} \tag{4-1}$$

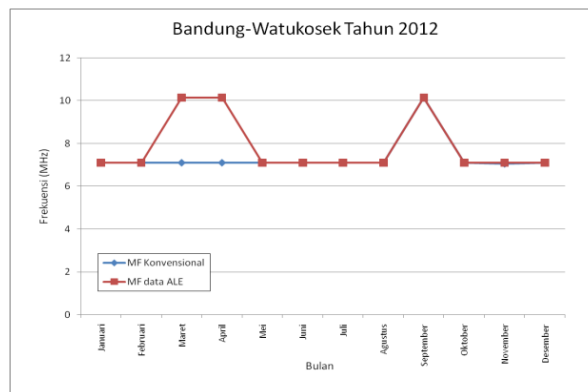
Nilai N merupakan jumlah cuplikan pada periode yang digunakan sehingga untuk periode satu hari, N adalah jumlah jam. Sedangkan untuk periode satu bulan, N adalah jumlah hari. Dalam kegiatan penelitian ini nilai $\Delta P(F)$ minimum yang digunakan adalah 0,033 atau 3,3% yang diperoleh dari N = 30 hari yang merepresentasikan periode satu bulan.

Dengan nilai $\Delta P(F)$ yang digunakan sebagai batas bawah selisih peluang frekuensi, maka dapat dibuat urutan dari frekuensi yang memiliki nilai peluang tertinggi setiap bulannya. Pada Tabel 4-1 disajikan hasil seleksi metode manajemen frekuensi yang berisi informasi dari dua nilai frekuensi dengan peluang keberhasilan komunikasi tertinggi setiap bulannya. Selain itu, kedua nilai frekuensi tersebut juga disertai dengan nilai indeks nilai rata-rata kualitas sinyal.

Tabel 4-1: FREKUENSI DENGAN PROBABILITAS TERTINGGI DARI HASIL MANAJEMEN FREKUENSI MENGGUNAKAN DATA ALE

Bulan	LUF	MUF	F(MHz)	P(F)	Q _f
Januari	3.59	28.146	7.102	0.32	8.01
			7.049	0.28	7.94
Februari	3.59	28.146	7.102	0.29	8.17
			7.049	0.26	8.18
Maret	3.59	28.146	7.102	0.26	8.35
			10.145	0.24	8.77
April	3.59	28.146	7.102	0.26	8.35
			10.14	0.25	8.90
Mei	3.59	28.146	7.102	0.27	8.09
			10.14	0.24	9.28
Juni	3.59	24.926	7.102	0.30	8.27
			10.14	0.26	9.39
Juli	3.59	28.146	7.102	0.31	8.42
			7.049	0.28	7.92
Agustus	3.59	28.146	7.102	0.28	8.35
			10.14	0.25	8.43
September	3.59	28.146	10.14	0.25	8.37
			7.049	0.22	8.06
Oktober	3.59	28.146	7.102	0.26	8.24
			7.049	0.25	8.12
November	3.59	24.926	7.049	0.28	8.40
			7.102	0.28	8.52
Desember	3.59	24.926	7.102	0.32	8.05
			7.049	0.31	7.60

Dari hasil yang disajikan pada Tabel 4-1 yang berupa urutan 2 buah frekuensi dengan peluang tertinggi setiap bulannya beserta indeks kualitas sinyal yang diterima, maka penerapan ranking kualitas sinyal dengan batasan nilai $\Delta P(F)$ dapat dilakukan dan menghasilkan suatu nilai frekuensi kerja yang mempertimbangkan indeks kualitas sinyal yang diterima. Pada Gambar 4-4 disajikan hasil perbandingan antara nilai frekuensi kerja yang ditentukan tanpa memperhatikan indeks kualitas sinyal dengan frekuensi yang dipilih berdasarkan indeks kualitas sinyal.



Gambar 4-4: Hasil manajemen frekuensi antara penerapan analisis indeks kualitas sinyal dan tanpa analisis indeks kualitas sinyal

Dari Gambar 4-4 terlihat bahwa terdapat perbedaan nilai frekuensi pada 2 bulan data, yakni bulan Maret dan April. Frekuensi dengan indeks kualitas sinyal tertinggi ternyata berada pada nilai yang lebih tinggi, yakni pada frekuensi 10, 14MHz. Apabila melihat selisih indeks kualitas sinyal penerimaan yang disajikan pada Tabel 4-1, terlihat bahwa pada bulan Maret selisih indeks kualitas sinyal mencapai 0,42. Sedangkan di bulan April selisih indeks kualitas sinyal mencapai 0,55. Dengan selisih tersebut, maka apabila penentuan frekuensi yang dipilih hanya merujuk pada tingkat probabilitas yang tertinggi, akan berdampak pada kualitas penerimaan sinyal yang tidak optimal.

5 KESIMPULAN

Analisis indeks kualitas sinyal untuk diterapkan pada manajemen frekuensi dapat menambah jaminan keberhasilan komunikasi dari frekuensi kerja yang direkomendasikan. Dengan menggunakan data hasil observasi jaringan ALE, analisis dilakukan dengan batasan nilai selisih peluang minimum yang merujuk pada batasan *link availability* perencanaan komunikasi radio HF yakni nilai *Lower Decile*.

Penerapan pada data jaringan ALE sirkuit Bandung-Watukosek pada tahun 2012 dengan batasan nilai selisih peluang minimum ($\Delta P\{F\}_{\min}$) sebesar 0,033 atau 3,3% menghasilkan frekuensi kerja rekomendasi yang memiliki perbedaan dengan hasil metode manajemen frekuensi tanpa analisis kualitas sinyal pada bulan Maret dan April. Perbedaan tersebut memiliki selisih indeks kualitas sinyal penerimaan yang berada pada rentang 0,42 hingga 0,55. Dengan penentuan yang memperhatikan indeks kualitas sinyal tersebut, maka frekuensi kerja yang direkomendasikan untuk *link* komunikasi radio HF dapat dinyatakan memiliki kualitas kanal yang optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Crystal, B., 2007. *ALE Channel List - Ham Radio*, <http://hflink.com/channels/>, Akses September 2013.
- Dear, V., 2011. *Jaringan Stasiun ALE LAPAN untuk Mendukung Komunikasi Darurat di Indonesia*, Prosiding EECCiS 2012, Vol. I Hal. C2-1-C2-5. ISBN 978-602-8692-27-4.
- Dear, V., 2012. *Evaluasi Kanal Real Time LAPAN-BASARNAS*, Sosialisasi Software EKRT hasil kegiatan penelitian PKPP-LAPAN Tahun 2012.
- Hanbaba, R., 1998. *Performance Prediction Methods of HF Radio Systems*, *Annali Di Geofisica*, Vol. 41 N. 5-6 November-December 1998. page 715-742.
- Hflink, 2010. *ALE Handbook for Government Chapter 3*, <http://hflink.com/standards/download> April 2011.
- McNamara, L.,F., 1991^a. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Chapter 6; Prediction for HF Communications, page 75-90, Krieger Publishing Company.
- McNamara, L.,F., 1991^b. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Chapter 10; Real-Time Channel Evaluation of HF Circuit, page 135-147, Krieger Publishing Company.
- McNamara, L.,F., 1991^c. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Chapter 4; HF Radio Propagation, page 39-49, Krieger Publishing Company.
- Saverino, A., L., Capria, A., Berizzi, F., Martorella, M., and Mese, E., D., 2013. *Frequency Management in HF-OTH Skywave Radar: Ionosphere Channel Representation*, *Progress in Electromagnetics Research B*; 2013, Vol. 50, p.97. May 2013.
- Street, M., D., and Darnell, M., 1997. *Result of New Automatic Link Establishment and Maintenance Techniques for HF Radio Systems*, IEEE-MILCOM 97 Proceedings Vol.2 , 2-5 nov 1997, ISBN 0-7803-4249-6.

- Suhartini S., 2012. *Lapisan Ionosfer dan Perambatan Gelombang Radio*, Diseminasi Manajemen Frekuensi dan Teknis Komunikasi Radio Tingkat Lanjut Tahun 2012, Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN, Bandung.
- Suhartini, S., 2006. *Prediksi dan Manajemen Frekuensi Komunikasi Radio HF Publikasi Ilmiah LAPAN*, ISBN 978-979-14.

