

Analisis Pengaruh Lapisan Ionosfer Terhadap Komunikasi Radio Hf

Sutoyo¹, Andi Putra²

¹Dosen Jurusan Teknik Elektro UIN SUSKA RIAU
²Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UIN SUSKA RIAU
Jl HR Soebrantas KM 15 Panam Pekanbaru
e-mail : sutoyo@uin-suska.ac.id

Abstrak

Keberhasilan komunikasi radio HF sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi lapisan ionosfer. Perubahan yang terjadi dapat menimbulkan permasalahan bagi penggunaan frekuensi kerja di stasiun radio. Sehingga dibutuhkan analisis pengaruh lapisan ionosfer terhadap komunikasi radio HF dengan manajemen frekuensi agar mendapatkan frekuensi kerja yang optimal. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengamatan pengaruh lapisan ionosfer terhadap hasil komunikasi stasiun ALE Pekanbaru dengan stasiun Tanjung Sari, Biak, Kupang, Pontianak, dan Watukosek. Berdasarkan hasil uji komunikasi stasiun ALE Pekanbaru. Dari hasil uji komunikasi antar stasiun ALE tersebut diperoleh bahwa pada bulan Juli 2013 frekuensi kerja yang dapat digunakan berada pada rentang frekuensi 14 MHz hingga 25 MHz untuk sirkuit Pekanbaru-Watukosek dan Pekanbaru-Kupang, sedangkan sirkuit Pekanbaru-Tanjung Sari berada pada frekuensi 14 MHz hingga 25 MHz. Dari hasil yang diperoleh membuktikan bahwa satu frekuensi saja tidak dapat digunakan terus-menerus disebabkan tingkat keberhasilan pemantulan gelombang radio HF di dipengaruhi oleh lapisan ionosfer.

Kata kunci: ALE, frekuensi kerja, pengaruh lapisan ionosfer, radio HF.

1. Pendahuluan

Salah satu teknologi yang digunakan dan dikembangkan dalam lingkup komunikasi radio *High Frequency* (HF) adalah system yang dikenal dengan sebutan *Automatic Link Establishment* (ALE). Sistem *Automatic Link Establishment* (ALE) dapat digunakan untuk pengamatan propagasi gelombang radio HF (3-30MHz) secara *real time*.

Dalam komunikasi radio HF, propagasi gelombang radio yang dominan digunakan adalah propagasi angkasa (*skywave*), karena bantuan lapisan ionosfer sebagai media perambatan mampu mengirimkan informasi untuk jarak jauh. Namun keberhasilan komunikasi menggunakan propagasi angkasa sangat dipengaruhi oleh kondisi lapisan ionosfer. Kondisi lapisan ionosfer yang dinamis tersebut mempengaruhi besarnya rentang frekuensi kerja yang dapat digunakan serta waktu komunikasi pada suatu sirkuit komunikasi [7].

Meskipun lapisan ionosfer dapat dimanfaatkan sebagai media transmisi, namun komunikasi radio HF masih memiliki kelemahan. Dimana ionosfer memiliki sifat yang dinamis, yaitu sering berubah-ubah dan sangat dipengaruhi oleh variasi harian, musiman, aktifitas matahari serta lokasi. Sehingga satu frekuensi saja tidak dapat digunakan secara terus – menerus. Cara mudah yang mungkin dilakukan adalah dengan memilih frekuensi yang sesuai dengan lapisan ionosfer yang disebut prediksi komunikasi radio HF [10]. Kemudian cara selanjutnya melakukan manajemen frekuensi dalam penerapan system ALE yang menerapkan system yang adaptif, untuk menjaga kelangsungan komunikasi radio HF agar berjalan lancar dengan uji komunikasi antar stasiun ALE [2,5]

Saat ini lembaga penerbangan dan antariksa nasional atau disingkat LAPAN telah memiliki beberapa stasiun (ALE) yang berada diseluruh wilayah Indonesia. Setiap stasiun beroperasi selama 24 jam dalam satu hari dan menghasilkan informasi propagasi komunikasi radio HF (*High frequency*) antar stasiun ALE. Informasi yang dihasilkan adalah kondisi propagasi gelombang radio pita HF yang terkait dengan kondisi lapisan ionosfer. Salah satu stasiun berada di Pekanbaru tepatnya di laboratorium Telekomunikasi Universitas Islam negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA). Beberapa penelitian menggunakan data dari jaringan ALE untuk menjelaskan pengaruh dari kondisi lapisan ionosfer yang terjadi [3].

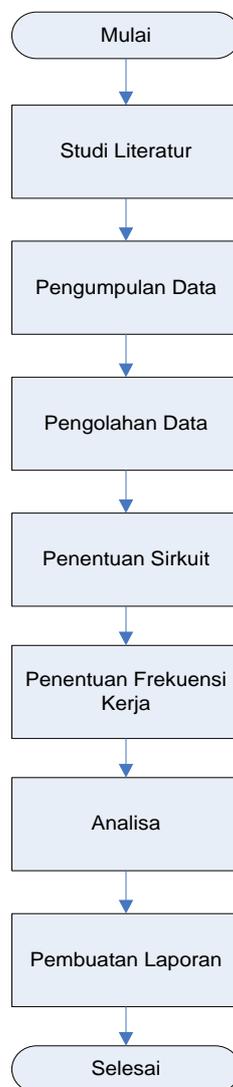
Pada penelitian sebelumnya [13], melakukan kajian awal tentang hasil pengamatan lapisan ionosfer stasiun ALE Pekanbaru. Dari hasil penelitian banyak menampilkan informasi

tentang keberhasilan komunikasi stasiun antara stasiun ALE Pekanbaru dengan stasiun lainnya, namun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak seluruh stasiun ALE yang tergabung dalam stasiun ALE Nasional yang dapat berhasil melakukan komunikasi dengan baik dengan stasiun ALE Pekanbaru yang diakibatkan oleh pengaruh lapisan ionosfer.

Untuk itu diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat seberapa besar pengaruh yang diakibatkan oleh lapisan ionosfer terhadap komunikasi radio HF untuk periode tertentu dengan rentang waktu pengamatan dan pengukuran yang lebih lama dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian akan melakukan pengolahan data hasil pengukuran stasiun ALE Pekanbaru serta melakukan analisis tentang keberhasilan komunikasi yang dapat didukung akibat pengaruh lapisan ionosfer.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengamatan terhadap data hasil pengukuran dan melakukan pengumpulan dan pengolahan data hasil pengukuran untuk mendapatkan data keberhasilan komunikasi radio HF antara stasiun ALE Pekanbaru dengan stasiun lainnya secara rinci seperti gambar 1 dibawah ini :

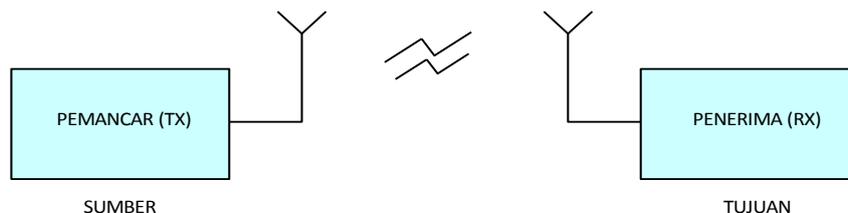


Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.1 Sistem Komunikasi Radio Hf

Sistem komunikasi radio adalah suatu teknologi komunikasi yang mentransmisikan gelombang elektromagnetik sebagai sinyal pembawa yang dilewatkan melalui media udara menuju penerima. Secara umum sistem komunikasi radio terdiri atas dua bagian utama, yaitu pemancar dan penerima. Pada bagian pemancar terdiri dari *modulator* dan antena pemancar, sedangkan di penerima terdiri dari *demodulator* dan antena penerima. *Modulator* berfungsi mengubah sinyal informasi menjadi sinyal digital yang akan dipancarkan melalui antena pemancar. Sedangkan *demodulator* berfungsi merubah sinyal digital menjadi sinyal informasi.

Antena berperan sebagai pengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik. Sinyal elektromagnetik akan dipancarkan melalui udara atau ruang bebas menuju penerima.



Gambar 2. Blok diagram Komunikasi Radio sederhana

High Frekuensi (HF) merupakan gelombang radio pada frekuensi 3 – 30 MHz yang digunakan pada radio komunikasi jarak jauh. Untuk *band* frekuensi ini propagasi gelombang elektromagnetik tidak dapat menembus lapisan ionosfer, tetapi dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Sehingga atmosfer berfungsi sebagai *repeater* secara alami. Lapisan ionosfer merupakan lapisan atmosfer bumi yang memiliki sifat dapat memantulkan gelombang elektromagnetik. Dengan bantuan ionosfer maka jangkauan komunikasi radio dapat mencapai jarak yang lebih jauh.

2.2 Manajemen Frekuensi Komunikasi Radio Hf

Komunikasi radio HF jarak jauh dapat berlangsung dengan bantuan lapisan ionosfer sebagai media pantul gelombang radio. Kondisi lapisan ionosfer itu sendiri selalu bervariasi terhadap waktu ke waktu. Sedangkan alokasi frekuensi radio HF memiliki rentang 3-30 MHz yang terbatas pengoperasiannya. Ini menyebabkan frekuensi yang digunakan dalam satu hari selalu berubah-ubah. Oleh karena itu diperlukan suatu perhitungan rentang frekuensi yang dapat digunakan untuk mendukung pemakaian komunikasi radio HF [2].

Manajemen frekuensi radio HF merupakan prediksi pencarian frekuensi kerja yang terbaik. Prediksi ini merupakan panduan umum berdasar kondisi rata-rata dalam kurun waktu satu bulan atau lebih, yang memberikan informasi tentang frekuensi yang dapat digunakan [2].

2.3 Automatic Link Establishment (Ale) Radio Hf

Sistem komunikasi radio HF telah berkembang dengan mengadopsi komunikasi data digital. Penerapan ini dapat dilakukan dengan menambah perangkat utama yaitu modem radio atau *interface*. Seperti yang telah diterapkan pada jaringan *automatic link establishment* (ALE).

Sistem ALE merupakan sistem yang melakukan pengukuran terhadap pemilihan frekuensi kerja pada komunikasi radio secara otomatis. Dengan memasukkan frekuensi kerja yang dimiliki pada kanal yang disediakan, sistem ALE akan melakukan pengujian dari tiap-tiap kanal untuk mencari frekuensi yang dapat digunakan dari waktu ke waktu. Dalam pengukuran tersebut, pemilihan frekuensi kerja ditentukan dari hasil kualitas frekuensi kerja yang paling baik stasiun masing-masing [3].

3. Hasil Dan Analisa

Pada bagian ini akan menjelaskan hasil yang diperoleh dari penelitian, kemudian di analisis untuk melihat pengaruh seberapa besar pengaruh lapisan ionosfer terhadap komunikasi radio HF.

3.1 Hasil Data Uji Komunikasi Radio Hf

Sistem *Automatic Link Establishment* merupakan sebuah perangkat sistem yang digunakan untuk menentukan pemilihan frekuensi kerja secara otomatis. Sistem ALE akan melakukan *sounding* (pemancaran) secara rutin dengan periode frekuensi yang dimiliki. Selain itu, sistem ALE juga melakukan pemantauan pada tiap frekuensi dalam rangka pemetaan frekuensi kerja yang dapat digunakan.

Uji komunikasi radio HF antar stasiun ALE pada jaringan nasional menghasilkan informasi yang disebut data ALE. Data ALE yang dihasilkan berisi informasi waktu komunikasi, frekuensi yang digunakan, kualitas sinyal yang diterima, serta sumber ID stasiun. Hasil data ALE dipindahkan ke dalam file *notepad* dengan format (txt) untuk memudahkan pengolahan. Tampilan dari hasil uji komunikasi yang dilakukan disajikan pada Gambar 3 berikut ini :

Tanggal	Waktu (UT +7)	Frekuensi (Hz)	ID Stasiun	BER	SN
[07/31/2013]	[07:52:54]	[FRQ 18106000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 29 SN 06
[07/31/2013]	[06:29:16]	[FRQ 18106000]	][TWS][YD00XH	][AL0]	BER 14 SN 04
[07/31/2013]	[06:27:54]	[FRQ 18106000]	][TWS][YD00XH1	][AL0]	BER 22 SN 04
[07/31/2013]	[05:11:55]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 30 SN 06
[07/31/2013]	[00:45:21]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 26 SN 05
[07/31/2013]	[00:45:08]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 29 SN 05
[07/30/2013]	[16:06:53]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 27 SN 04
[07/30/2013]	[15:26:59]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 28 SN 04
[07/30/2013]	[15:12:04]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 30 SN 06
[07/30/2013]	[14:48:00]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 23 SN 04
[07/30/2013]	[14:33:22]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 29 SN 06
[07/30/2013]	[14:33:08]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 30 SN 06
[07/30/2013]	[14:14:21]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH9A	][AL0]	BER 23 SN 03
[07/30/2013]	[14:06:52]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 28 SN 04
[07/30/2013]	[14:04:13]	[FRQ 18106000]	][TWS][YD00XH	][AL0]	BER 25 SN 04
[07/30/2013]	[12:37:52]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH9	][AL0]	BER 30 SN 05
[07/30/2013]	[12:03:50]	[FRQ 24926000]	][TWS][YD00XH3	][AL0]	BER 30 SN 06
[07/30/2013]	[11:35:11]	[FRQ 21096000]	][TWS][YD00XH	][AL0]	BER 30 SN 07

Gambar 3. Hasil data uji komunikasi radio HF

Pada Gambar 3. terlihat bahwa sistem ALE secara otomatis melakukan pancaran secara rutin dengan periode waktu tertentu. Dari hasil *sounding* tersebut berisikan informasi waktu penerimaan, stasiun pemancar, frekuensi kerja, dan kualitas sinyal yang diterima. Karena banyaknya ID stasiun sumber yang terpantau, maka akan dilakukan *filter* ID stasiun untuk mempermudah pengolahan data dalam mendapatkan sirkuit komunikasi antar stasiun.

3.2 Penentuan Sirkuit Komunikasi Radio Hf

Dalam data hasil pembacaan sistem pada satu stasiun ALE dapat menerima sinyal dari beberapa stasiun, seperti terlihat pada gambar 3 ada terdapat beberapa ID stasiun. Untuk memudahkan penganalisaan akan dilakukan *filter* setiap ID stasiun. ID stasiun menunjukkan lokasi pengamatan stasiun lainnya yang dapat terhubung dengan stasiun pekanbaru yang memiliki ID Stasiun YD0XH5A.

Hasil pengolahan data menunjukkan dari beberapa sirkuit yang ada pada peta jaringan ALE nasional yang berjumlah 7 stasiun ternyata hanya 5 sirkuit saja yang terjadi komunikasi untuk bulan Juli 2013 yaitu sirkuit Pekanbaru-Tanjung Sari, Pekanbaru-Biak, Pekanbaru-Kupang, Pekanbaru-Pontianak, dan Pekanbaru-Watukosek. Ini artinya hanya 5 stasiun yang berhasil dipantulkan oleh lapisan ionosfer yang dapat digunakan untuk komunikasi menggunakan radio HF. Sehingga penelitian hanya bisa menampilkan informasi keberhasilan 5 sirkuit komunikasi dengan stasiun ALE Pekanbaru. Penentuan sirkuit dapat dilihat secara lengkap pada gambar 4 di bawah ini. Berikut tampilan hasil *filter* untuk setiap sirkuit pada jaringan ALE Nasional:

ID Stasiun Tanjung Sari			
[07/31/2013]	[06:27:54]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/30/2013]	[09:39:54]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/30/2013]	[08:35:02]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/30/2013]	[01:18:08]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/29/2013]	[08:54:34]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/29/2013]	[08:48:32]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/24/2013]	[02:50:35]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/24/2013]	[01:43:31]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/23/2013]	[03:10:37]	[FRQ]	18106000 [SND]

(a) ID Stasiun Tanjung Sari

ID Stasiun BIAK			
[07/30/2013]	[12:37:52]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[11:33:59]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/27/2013]	[01:03:42]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/26/2013]	[06:47:47]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/26/2013]	[03:34:48]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/26/2013]	[01:26:53]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/26/2013]	[00:20:41]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/25/2013]	[05:06:48]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/24/2013]	[15:07:58]	[FRQ]	24926000 [SND]

(b) ID Stasiun Biak

ID Stasiun Kupang			
[07/31/2013]	[00:45:21]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/31/2013]	[00:45:08]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[15:12:04]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[14:33:02]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[14:33:08]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[14:14:21]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/30/2013]	[11:11:16]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/30/2013]	[10:39:12]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[10:01:12]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/30/2013]	[09:22:05]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/30/2013]	[09:21:21]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[09:21:07]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/30/2013]	[00:56:12]	[FRQ]	24926000 [SND]

(c) ID Stasiun Kupang

ID Stasiun ALE Pontianak			
[07/29/2013]	[12:17:37]	[FRQ]	07049500 [SND]
[07/27/2013]	[18:23:36]	[FRQ]	07102000 [SND]
[07/15/2013]	[07:37:15]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/15/2013]	[06:32:18]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/15/2013]	[05:33:18]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/14/2013]	[10:10:18]	[FRQ]	07102000 [SND]
[07/14/2013]	[10:08:10]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/14/2013]	[09:32:12]	[FRQ]	07102000 [SND]
[07/14/2013]	[09:29:28]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/14/2013]	[09:29:12]	[FRQ]	10145500 [SND]
[07/14/2013]	[08:27:15]	[FRQ]	10145500 [SND]

(d) ID Stasiun Pontianak

ID Stasiun Watukosek			
[07/02/2013]	[18:27:24]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[14:11:23]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[13:38:32]	[FRQ]	21096000 [SND]
[07/02/2013]	[12:51:32]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[12:19:37]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[12:19:23]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[12:12:34]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[11:01:34]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[10:38:39]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[10:22:35]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[09:59:36]	[FRQ]	18106000 [SND]
[07/02/2013]	[09:42:31]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[09:03:30]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[08:23:24]	[FRQ]	24926000 [SND]
[07/02/2013]	[07:44:40]	[FRQ]	24926000 [SND]

(e) ID Stasiun Watukosek

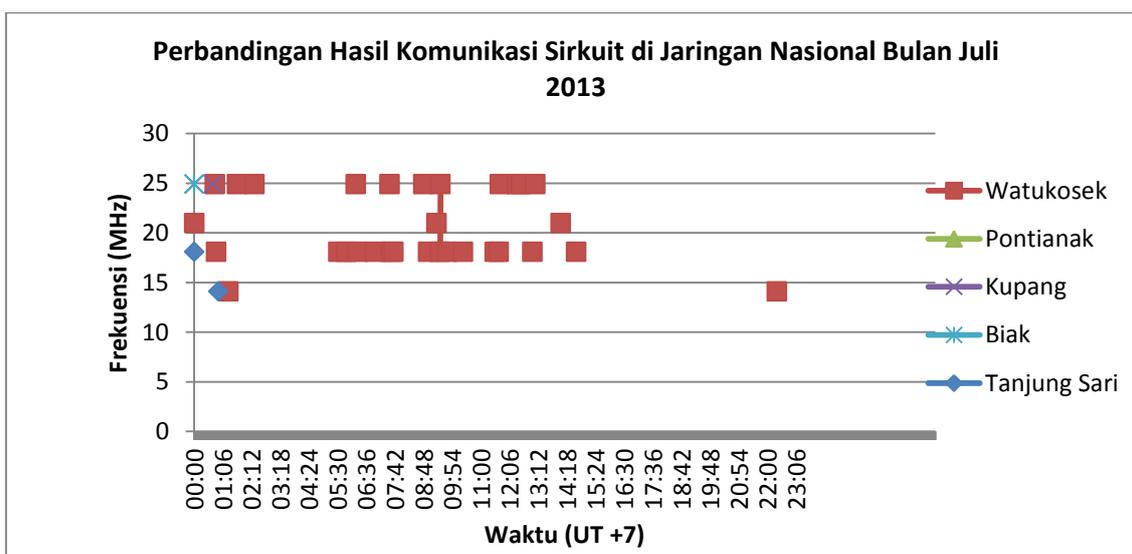
Gambar 4. Tampilan Hasil *Filter* untuk masing-masing ID Stasiun Tanjung Sari (a), Biak (b), Kupang (c), Pontianak (d), dan ID stasiun Watukosek (e).

3.3 Hasil Dan Analisis Keberhasilan Komunikasi Radio Hf Terhadap Pengaruh Lapisan Ionosfer

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa hasil komunikasi Stasiun ALE merupakan representasi dari karakteristik ionosfer, dimana perubahan secara fluktuatif dari waktu komunikasi dan frekuensi kerja yang digunakan akibat pengaruh lapisan ionosfer, artinya satu frekuensi kerja tidak dapat digunakan secara kontinu karena pengaruh dari lapisan ionosfer sebagai media pemantul.

Keberhasilan komunikasi radio HF sangat bergantung dari lapisan ionosfer. Lapisan ionosfer yang berubah-ubah sesuai variansi lapisan ionosfer membuat frekuensi kerja dapat berubah sewaktu-waktu.

Dari hasil penelitian menunjukkan pengaruh lapisan ionosfer terhadap keberhasilan komunikasi menggunakan radio HF, hal ini terlihat bahwa semua frekuensi kerja yang tersedia misalnya yang diperuntukkan untuk alokasi frekuensi kerja stasiun ALE hanya beberapa frekuensi kerja yang berhasil dilakukan komunikasi, ini artinya hanya sebagian frekuensi kerja yang dapat didukung oleh lapisan ionosfer pada saat waktu penelitian dilakukan. Kemudian juga semua sirkuit yang tersedia frekuensi kerja tidak semua waktu dapat digunakan. Misalnya sirkuit Pekanbaru-Tanjung Sari hanya menggunakan frekuensi kerja antara 14 MHz sampai 18 MHz sedangkan untuk sirkuit Pekanbaru-Watukosek terjadi antara 14 MHz sampai dengan 25 MHz. Berdasarkan hasil tersebut maka akan disajikan perbandingan komunikasi yang terjadi dari semua stasiun untuk mempermudah analisa. Dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Hasil keberhasilan komunikasi antara stasiun Pekanbaru dengan 5 stasiun lainnya

Terlihat pada gambar 5 semua sirkuit memiliki frekuensi yang berbeda setiap waktu. Dari 5 sirkuit yang diamati terlihat bahwa frekuensi dominan terjadi pada antara pukul 04:48 UT sampai dengan pukul 13:12 UT itu artinya komunikasi lebih sering terjadi pada siang hari dari pada malam hari.

Komunikasi dominan terjadi pada siang hari diakibatkan oleh intensitas cahaya matahari meningkat membuat banyaknya elektron di lapisan ionosfer. sehingga kemampuan ionosfer untuk memantulkan gelombang radio lebih tinggi dan akan makin menurun ketika hari mulai malam hingga pagi. Terlihat pada gambar 6 di atas hampir tidak ada terjadi komunikasi antara pukul 15:36 UT sampai dengan 22:48 UT, namun terlihat komunikasi tetap terjadi 1 kali pada sirkuit Pekanbaru-Watukosek sekitar pukul 21:36 UT sampai dengan 22:48 UT dengan frekuensi berkisar 14 MHz sampai 15 MHz.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data pengukuran stasiun ALE Pekanbaru yang memberikan informasi tentang keberhasilan komunikasi antara stasiun ALE Pekanbaru dengan stasiun ALE lainnya yang berada di jaringan ALE Nasional antara lain :

1. Tidak semua sirkuit komunikasi yang dapat didukung oleh lapisan ionosfer, sehingga lapisan ionosfer sangat mempengaruhi keberhasilan komunikasi radio HF.
2. Keberhasilan komunikasi terdapat 5 sirkuit stasiun tujuan yaitu sirkuit Pekanbaru-Tanjung Sari, Pekanbaru-Biak, Pekanbaru-Kupang, Pekanbaru-Pontianak, dan Pekanbaru-Watukosek.

3. Hasil dari pengujian diperoleh bahwa setiap sirkuit memiliki perbedaan *range* frekuensi yang dominan seperti pada sirkuit Pekanbaru-Tanjung Sari berada pada 14 MHz sampai dengan 18 MHz sedangkan Pekanbaru-Watukosek berkisar dari 14 MHz sampai dengan 25 MHz. Pada sirkuit Pekanbaru-Biak dan Pekanbaru-Kupang memiliki kesamaan yaitu berkisar 25 MHz, sedangkan untuk Sirkuit Pekanbaru-Pontianak tidak terjadi komunikasi yang dominan.
4. Perbedaan *range* frekuensi setiap sirkuit membuktikan bahwa satu frekuensi saja tidak bisa digunakan secara terus-menerus. Perbedaan ini diakibatkan oleh pengaruh lapisan ionosfer yang berfungsi memantulkan gelombang radio..
5. Untuk pemilihan frekuensi kerja dari semua sirkuit di jaringan nasional, komunikasi yang baik bisa dilakukan hampir setiap hari untuk sirkuit Pekanbaru-Watukosek selama bulan Juli 2013, sedangkan untuk komunikasi yang tidak direkomendasikan yaitu sirkuit Pekanbaru-Pontianak,

Referensi

- [1] Abadi, P., Dear, V., Ekawati, S., Mardiani, A.N., Nurmali, D., Ristanti, N., Syidik, I.F., Wikanto, G, *Ionosfer Managemen Frekuensi dan Sistem Komunikasi Data Digital menggunakan Radio*, edisi 2, LAPAN, Bandung., 2013.
- [2] Dear, V., *Jaringan Stasiun ALE LAPAN Untuk Mendukung Komunikasi Darurat di Indonesia*, Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, 2012.
- [3] Dear, V. *Telaah Perbandingan Hasil Uji Komunikasi Menggunakan Sistem Automatic Link Establishment (ALE) Dengan Data Isonda Tanjungsari Untuk Sirkuit Komunikasi Bandung-Watukosek*. Bandung., 2013.
- [4] Finch, S., C, *Near Vertical Incident Skywave Antenna The Emergency communication Antenna*.
- [5] Jiyo., 2012, *Dinamika Ionosfer Regional dan Mitigasi Dampaknya terhadap Komunikasi Radio Dan Navigasi Berbasis Satelit*
- [6] Menold, R.E., *TheComing Of Automatic Link Establishment*, Volume 79, Nomor 2, Sterling, Amerika Serikat, 1995.
- [7] Mc. Namara,L., “ *The ionosfer : Communications, surveillance, and direction finding*”, Kreiger publishing company, 1991.
- [8] Martiningrum, Dyah., R; Ristanti, Nancy; Wikanto, G; Syidik, I., F; Abadi, P. *Pemanfaatan Data Ionosfer Untuk Identifikasi Laporan Pemancar HF*. Riset LAPAN. Jakarta, , 2011.
- [9] Sutoyo, Lilliana“Frequency Channel Management Of HF Radio In Initial Implementation of ALE Stations Network Riau”., International Conference on Science and Technology For Sustainability, Batam, 2014
- [10] Suhartini, S.,Pemanfaatan Prediksi Frekuensi Komunikasi Radi HF untuk Manajemen Frekuensi peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN, 2005.