

KAJIAN STUDI KASUS PERISTIWA PENINGKATAN ABSORPSI LAPISAN D PADA TANGGAL 7 MARET 2012 TERHADAP FREKUENSI KERJA JARINGAN KOMUNIKASI ALE

Varuliantor Dear
Peneliti Ionosfer dan Telekomunikasi
e-mail : varuliant@yahoo.com

RINGKASAN

Peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D pada tanggal 7 Maret 2012 diduga mengganggu propagasi angkasa (*skywave*) seluruh sistem komunikasi radio HF termasuk jaringan komunikasi ALE. Pada makalah ini dibahas tentang pengaruh peningkatan absorpsi lapisan D tersebut pada jaringan komunikasi ALE yang bertujuan untuk mengetahui gangguan yang terjadi. Dengan melakukan analisa dari data ALE pada waktu terjadinya peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D tersebut, diperoleh informasi bahwa frekuensi kerja pada sistem ALE juga mengalami gangguan. Selain itu juga dialami gangguan pada kualitas sinyal propagasi saat memasuki fase pemulihan dari peningkatan absorpsi lapisan D pada frekuensi kerja yang berada di sekitar nilai f_{min} . Hal ini terlihat dari perbandingan nilai amplitudo sinyal terhadap *noise* (SN) yang tercatat pada data ALE. Nilai SN berada pada level yang rendah di beberapa waktu pada saat memasuki fase pemulihan peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer.

1 PENDAHULUAN

Peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer sebagai respon dari peristiwa *X-Ray flare* di Matahari dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem komunikasi radio HF (3-30 MHz). Gangguan tersebut dapat berupa terputusnya komunikasi radio yang menggunakan frekuensi pada pita 80 meteran (3-4 MHz) akibat dari meningkatnya frekuensi minimum (f_{min}) lapisan ionosfer (McDonald, 2007). Selain itu, peristiwa peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer yang sangat ekstrim juga diduga dapat menyebabkan seluruh komunikasi radio pada spektrum HF sama sekali tidak dapat digunakan (McNamara, 1991).

Salah satu jenis aplikasi dari teknologi komunikasi radio HF yang terkini adalah sistem *Automatic Link Establishment* (ALE). Sistem ALE merupakan sistem adaptif yang mampu memilih frekuensi kerja antara 2 buah stasiun radio dengan melakukan evaluasi secara *real time* dari kondisi

propagasi yang terjadi pada semua kanal atau frekuensi yang dimiliki. Oleh karena kemudahan dan keunggulan dari prinsip kerja sistem ALE, teknologi ALE banyak digunakan di lingkungan militer dan mulai merambah di masyarakat umum.

Terjadinya peristiwa peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer pada tanggal 7 Maret 2012 diduga mengganggu propagasi angkasa (*skywave*) seluruh sistem komunikasi radio pada pita frekuensi HF (Chow, 2012). Oleh karena itu, pengaruh peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer terhadap sistem ALE, yang juga beroperasi pada spektrum komunikasi radio HF juga perlu diketahui secara pasti. Apakah sistem adaptif ALE juga mengalami gangguan seiring dengan perubahan kondisi ionosfer yang terjadi? Atau apakah sistem ALE ternyata masih dapat digunakan kendatipun terjadi peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer? Dalam makalah ini dibahas tentang pengaruh peningkatan absorpsi lapisan

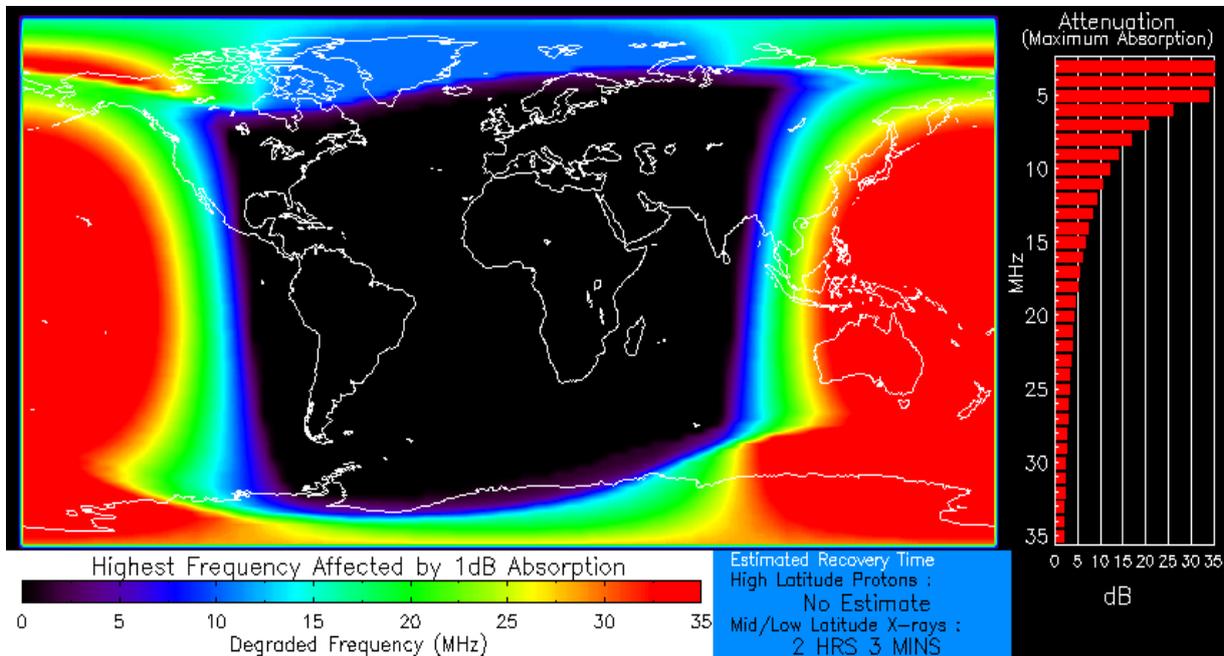
D ionosfer terhadap jaringan sistem ALE dengan mempelajarinya dari studi kasus pada tanggal 7 Maret 2012. Analisis dilakukan berdasarkan data *Link Quality Analysis* (LQA) ALE sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek yang meliputi frekuensi kerja yang digunakan beserta kualitas propagasi yang terjadi. Dengan pembahasan yang dilakukan tersebut, pengaruh dari peningkatan absorpsi pada lapisan D tersebut terhadap frekuensi kerja jaringan komunikasi ALE akan dapat diketahui secara jelas.

2 PENINGKATAN ABSORPSI LAPISAN D IONOSFER PADA TANGGAL 7 MARET 2012

Peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer pada tanggal 7 Maret 2012 di atas Indonesia dilaporkan terjadi karena adanya peristiwa flare yang mencapai kelas X 5.4 (NGDC, 2012). Hal ini dikarenakan posisi geografis Indonesia yang berada pada posisi menghadap

matahari saat peristiwa flare tersebut terjadi. Peningkatan absorpsi tersebut diakibatkan oleh proses ionisasi pada lapisan D yang meningkat cukup tajam dari biasanya. Visualisasi bentuk laporan oleh *National Geophysical Data Center* (NGDC) berupa peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer ditunjukkan pada Gambar 2-1.

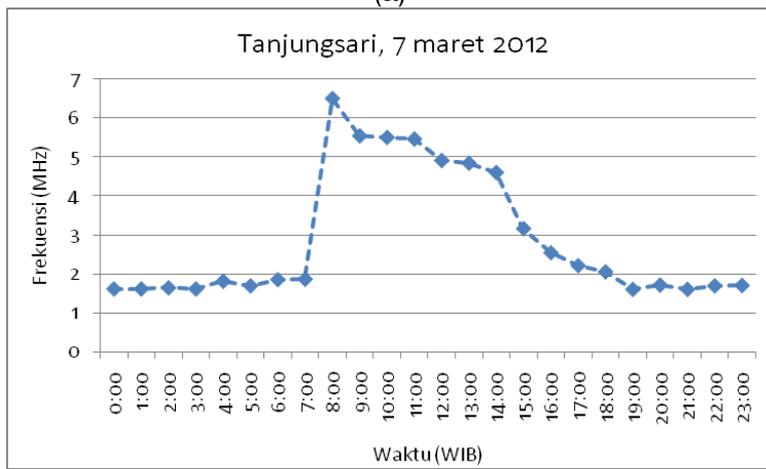
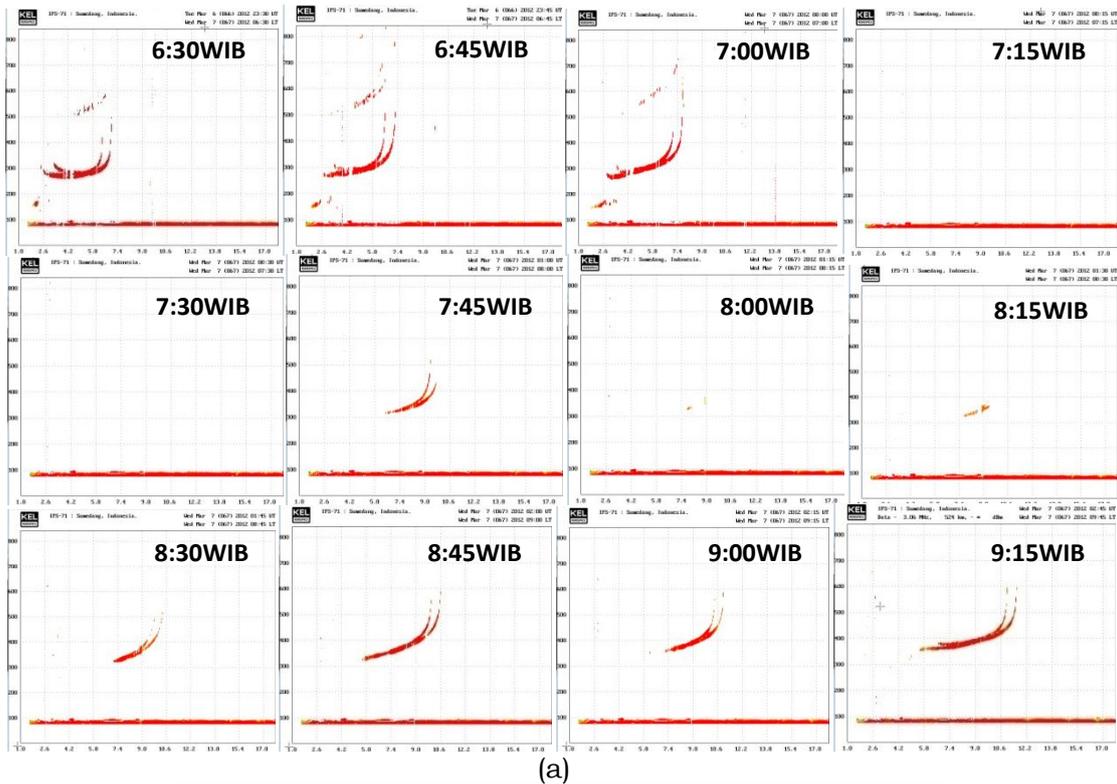
Selain berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh NGDC, peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer juga tercatat pada data ionosonda di atas Loka Pengamatan Dirgantara (LPD) Sumedang. Berdasarkan data tersebut terlihat cukup jelas adanya perubahan drastis dari nilai frekuensi minimum (*fmin*) lapisan ionosfer yang merupakan indikasi adanya peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer. Gambar data ionogram yang menunjukkan adanya peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer dijelaskan pada Gambar 2-2.



Strong X-ray flux
Product Valid At : 2012-03-07 00:24 UTC

Normal Proton Background
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Gambar 2-1: Laporan prediksi peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer pada tanggal 7 Maret 2012 oleh NGDC-NOAA



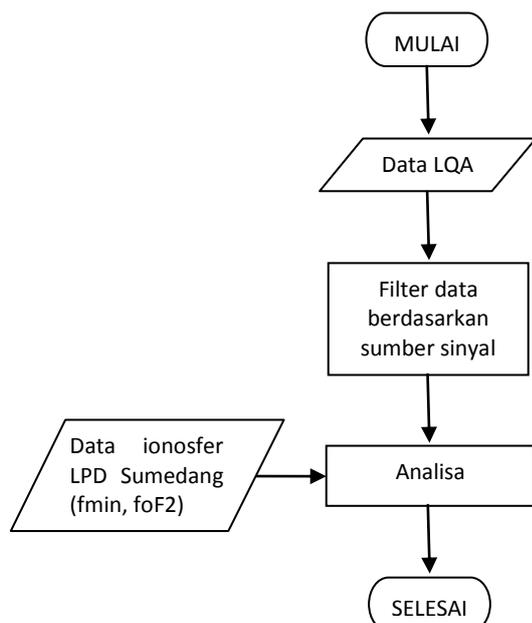
Gambar 2-2: (a) Cuplikan data ionogram saat terjadinya peningkatan absorpsi lapisan D, dan (b) Grafik nilai f_{min} berdasarkan data ionogram pada tanggal 7 Maret 2012

Pada Gambar 2-2 (a) disajikan cuplikan dari rangkaian data ionogram saat terjadinya peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer. Sedangkan pada Gambar 2-2 (b) disajikan plot grafik nilai f_{min} pada tanggal 7 Maret 2012. Berdasarkan kedua gambar tersebut terlihat bahwa peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer terjadi antara pukul 07:00–09:00 WIB. Peristiwa peningkatan absorpsi tersebut diduga berdampak pada gangguan komunikasi radio HF yang memanfaatkan propagasi angkasa (*skywave*).

3 METODOLOGI

Analisa studi kasus pengaruh peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer terhadap frekuensi kerja jaringan komunikasi ALE pada tanggal 7 Maret 2012 dilakukan dengan menggunakan data *Link Quality Analysis* (LQA) dari jaringan ALE sirkuit Bandung-Watukosek. Data LQA yang digunakan merupakan data nilai frekuensi kerja yang dapat diterima, dan data *Signal to Noise Ratio* (SN) yang menunjukkan kualitas propagasi yang terjadi (Hlink, 2010).

Data LQA yang diperoleh pada stasiun ALE Bandung dan Watukosek akan diolah berdasarkan sumber sinyal dari data tersebut. Untuk stasiun Bandung, data LQA dipilih berdasarkan data yang memiliki identitas sumber atau *callsign* berupa YD00XH3. Sedangkan untuk stasiun Watukosek, data LQA yang digunakan merupakan data dengan identitas sumber YD00XH. Data LQA yang telah diolah tersebut kemudian dibandingkan dengan data kondisi lapisan ionosfer di atas LPD Sumedang. Pemilihan data ionosfer LPD Sumedang dikarenakan data tersebut dapat mewakili kondisi lapisan ionosfer yang berada ditengah-tengah sirkuit Bandung dan Watukosek (Dear, 2012). Secara rinci langkah-langkah yang dilakukan dijelaskan pada diagram alur Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Diagram alur langkah-langkah kegiatan yang dilakukan

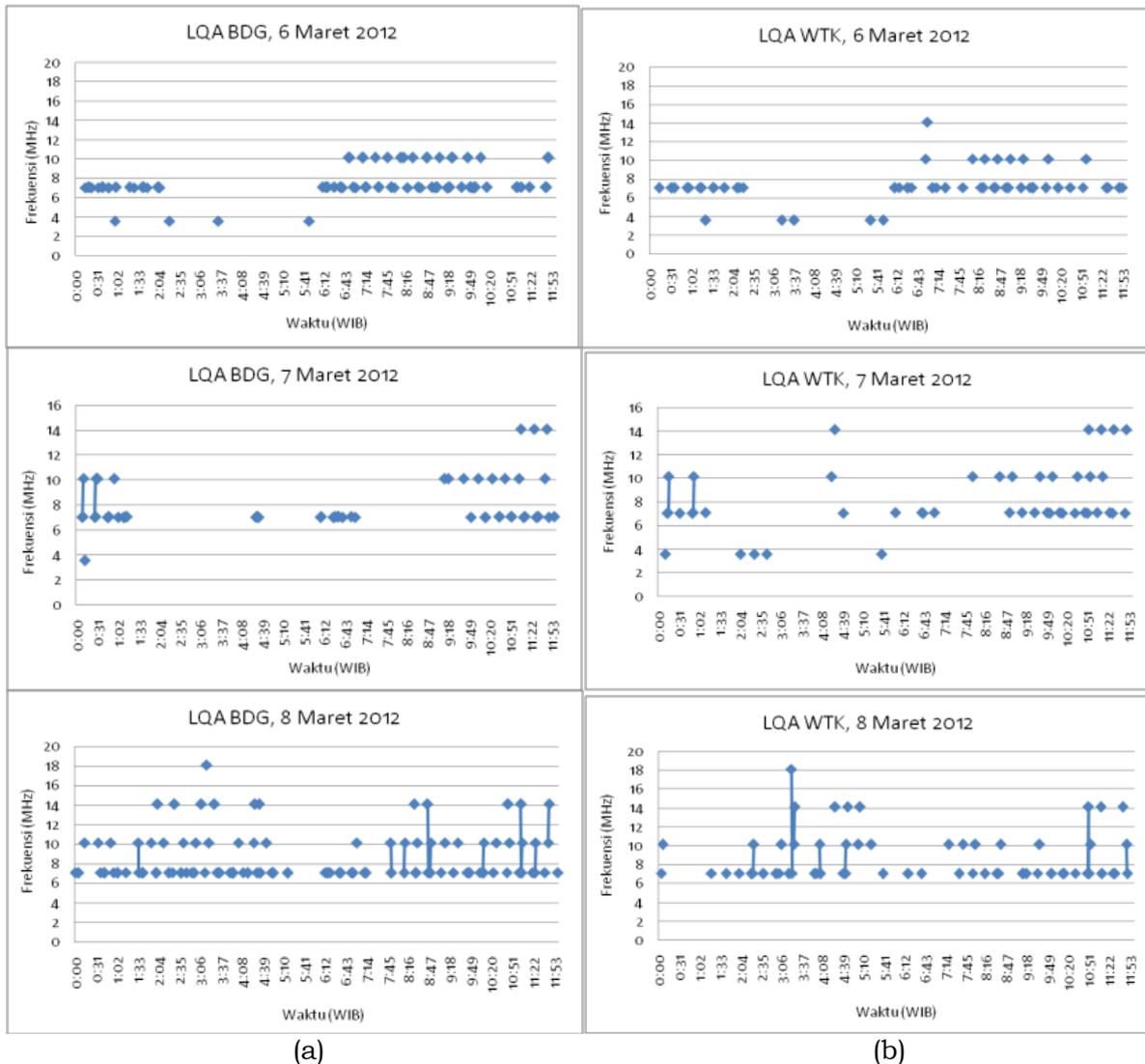
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4-1 disajikan hasil penerimaan frekuensi ALE pada tanggal 6 hingga 8 Maret 2012 masing-masing untuk stasiun Bandung dan Watukosek. Berdasarkan data yang diperoleh tersebut dapat terlihat frekuensi-frekuensi yang dapat digunakan dalam

sistem ALE sebagai fungsi dari waktu. Secara jelas terlihat bahwa pada pukul 07:30-09:00 WIB, sistem ALE stasiun Bandung mengalami gangguan seiring dengan peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer yang terjadi pada pukul 07:00-09:00 WIB yang ditunjukkan pada Gambar 2-2(a). Gangguan yang dialami oleh sistem ALE terindikasi berdasarkan tidak tercatatnya frekuensi kerja yang diterima baik itu data dari stasiun Bandung maupun Watukosek.

Berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 4-1, terlihat bahwa grafik yang disajikan pada 3 hari tersebut memiliki pola yang hampir sama antara data LQA Bandung dengan LQA Watukosek. Berbeda dengan data pada tanggal 6 Maret 2012, perbedaan yang terjadi cenderung terlihat jelas tersajikan pada data tanggal 7 dan 8 Maret 2012. Pada tanggal 6 Maret 2012, baik itu data LQA Bandung dan Watukosek menunjukkan kesamaan pola tidak berhasilnya komunikasi dengan menggunakan frekuensi-frekuensi yang dimiliki. Sedangkan pada tanggal 7 Maret 2012 secara jelas terlihat data LQA yang berbeda antara Watukosek dengan Bandung, terjadi pada pukul 07:14-08:16 WIB. Begitu pula pada tanggal 8 Maret 2012, data LQA yang berbeda terjadi pada pukul 00:00 – 01:02 WIB.

Perbedaan yang terjadi pada kedua tanggal tersebut dapat disebabkan oleh faktor dari mekanisme komunikasi sistem ALE yang bersifat dua arah dan saling bergantian (Marine Corps, 2003). Pada rentang waktu tersebut sangat memungkinkan salah satu dari kedua stasiun tersebut berada pada kondisi memancar sedangkan stasiun lain berada pada kondisi menerima. Dengan adanya perubahan kondisi ionosfer sebagai media pematul gelombang radio yang terjadi beserta mekanisme sistem ALE yang bergantian tersebut, maka perbedaan pola yang tercatat sangatlah mungkin terjadi.



Gambar 4-1: Grafik frekuensi yang dapat diterima antara pukul 00:00 – 12:00 WIB pada tanggal 6-8 Maret 2012 untuk stasiun (a) Bandung, dan (b) Watukosek

Kondisi yang terkait dengan pengaruh peningkatan absorpsi lapisan D dapat dikaji berdasarkan waktu peningkatan absorpsi yakni pada pukul 07:00 WIB hingga 09:00 WIB pada tanggal 7 Maret 2012. Dari rentang waktu tersebut dapat terlihat bahwa terdapat sebuah frekuensi kerja yang tercatat dapat digunakan pada sistem ALE. Pada sekitar pukul 07:45 WIB, tercatat sebuah sinyal dari Bandung dengan frekuensi kerja 10,145 MHz dapat diterima di stasiun Watukosek, sedangkan data LQA di stasiun Bandung tidak mencatat sinyal dari Watukosek. Hal ini dapat terjadi dikarenakan stasiun Bandung berada pada kondisi memancar sedangkan stasiun Watukosek berada pada kondisi

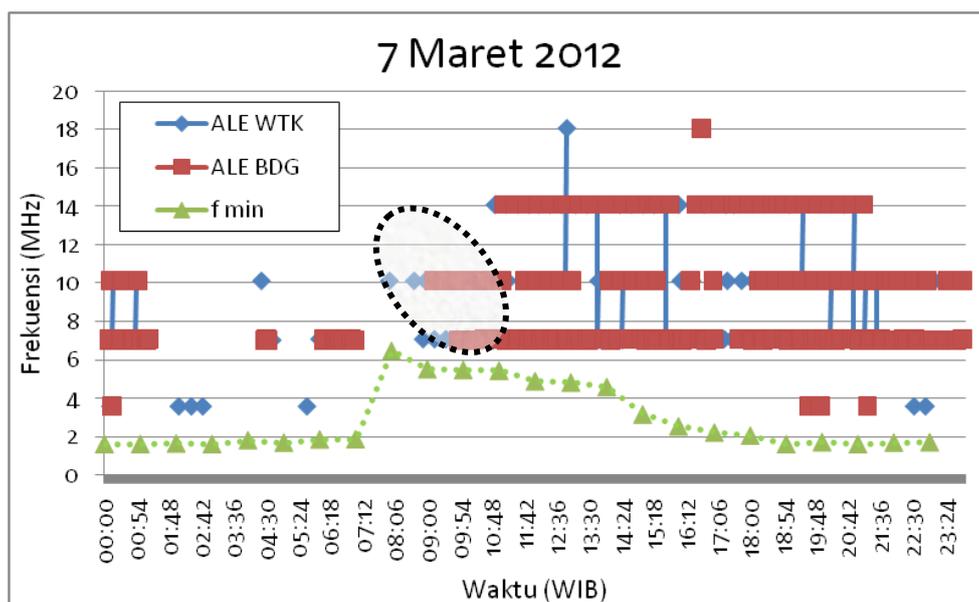
menerima. Selain itu kondisi ini sangat memungkinkan terjadi karena adanya kemunculan jejak ionogram sesaat yang sangat jelas terjadi pada pukul 07:45 WIB seperti yang disajikan pada Gambar 2-1(a). Kemunculan jejak ionogram sesaat tersebut sangat memungkinkan sebagai penyebab keberhasilan propagasi yang tercatat pada data LQA Watukosek. Apabila merujuk dari aspek peningkatan absorpsi di lapisan D, peristiwa kemunculan jejak ionogram sesaat tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan absorpsi pada lapisan D menurun atau pulih secara drastis untuk beberapa waktu sehingga menyebabkan propagasi gelombang radio yang terjadi masih dapat memanfaatkan lapisan ionosfer di atas lapisan D.

Berdasarkan data LQA dan penjelasan yang disajikan melalui Gambar 4-1, terlihat bahwa sistem ALE terpengaruh oleh peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer. Sistem ALE tidak mampu mencatat adanya frekuensi yang dapat digunakan pada saat terjadinya peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D yang cukup besar yang dapat diindikasikan dari jejak ionogram yang terekam. Pada saat lapisan D seolah-olah bertindak menutupi lapisan ionosfer lainnya (lapisan E dan F), sistem ALE tidak dapat menggunakan frekuensi-frekuensi yang dimiliki sebagai frekuensi kerja pada jaringan sistem ALE. Namun, pada saat lapisan D tidak menutupi lapisan ionosfer di atasnya, kendatipun sesaat seperti yang disajikan pada data ionogram pada pukul 07:45 WIB (Gambar 2-2(a)) dan data LQA Watukosek pada pukul 7:57 WIB (Gambar 4-1 (b)) pada tanggal 7 Maret 2012, propagasi yang terjadi sangat mungkin berhasil dilakukan. Dari penjelasan tersebut terlihat bahwa peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D sangat jelas mempengaruhi pemilihan frekuensi kerja pada sistem ALE.

Proses peningkatan absorpsi yang terjadi pada lapisan D ionosfer tentu akan mengalami fase pemulihan.

Fase pemulihan tersebut terjadi disaat pemicu utama peristiwa peningkatan absorpsi, yakni *X-Ray flare*, sudah mulai menghilang atau berkurang kekuatannya. Fase pemulihan peningkatan lapisan D ionosfer tersebut dapat terlihat dari mulai menurunnya nilai frekuensi minimum (*fmin*) yang tercatat pada data ionogram seperti yang disajikan pada Gambar 2-2(b) antara pukul 08:15-08:45 WIB. Namun, pengaruh dari proses pemulihan peningkatan absorpsi lapisan D pada sistem ALE juga perlu diketahui berdasarkan data LQA yang diperoleh.

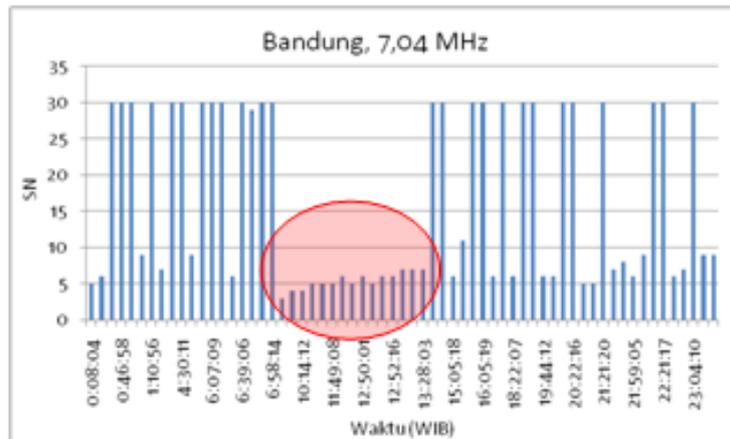
Pada Gambar 4-2 disajikan grafik perbandingan antara data ALE stasiun Bandung dan Watukosek dengan data nilai *fmin*. Dari gambar tersebut terlihat secara jelas bahwa pada saat nilai *fmin* mulai menurun (fase pemulihan), nilai frekuensi yang dapat digunakan juga mulai menurun secara bertahap seperti yang terlihat pada data LQA kedua stasiun. Frekuensi kerja yang tercatat pada data LQA menunjukkan bahwa frekuensi pada rentang 10,1 MHz terlebih dahulu tercatat dapat digunakan sebelum sistem ALE dapat menggunakan frekuensi rendah yang berada di bawahnya, yakni 7,1 MHz.



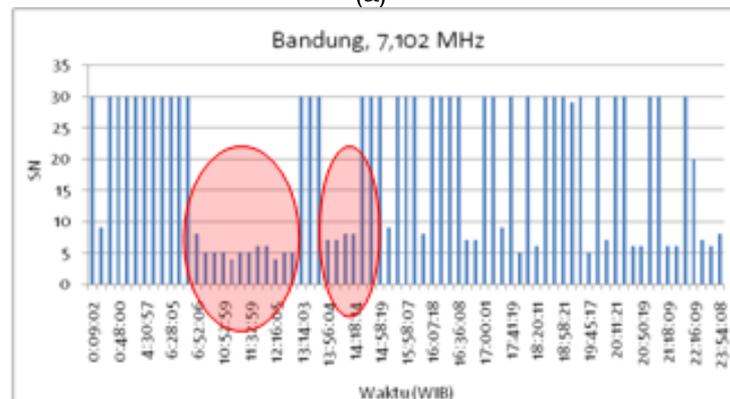
Gambar 4-2: Perbandingan grafik antara data ALE dengan data *fmin* saat proses pemulihan peningkatan absorpsi lapisan D

Proses pemulihan dari peningkatan absorpsi lapisan D tersebut dapat pula dianalisa berdasarkan kualitas propagasi yang terjadi. Hal ini dikarenakan peningkatan absorpsi yang terjadi semata-mata bukan hanya menyebabkan terbuka atau tertutupnya kanal frekuensi yang dapat digunakan pada sistem ALE. Peristiwa peningkatan absorpsi lapisan D terhadap komunikasi radio juga

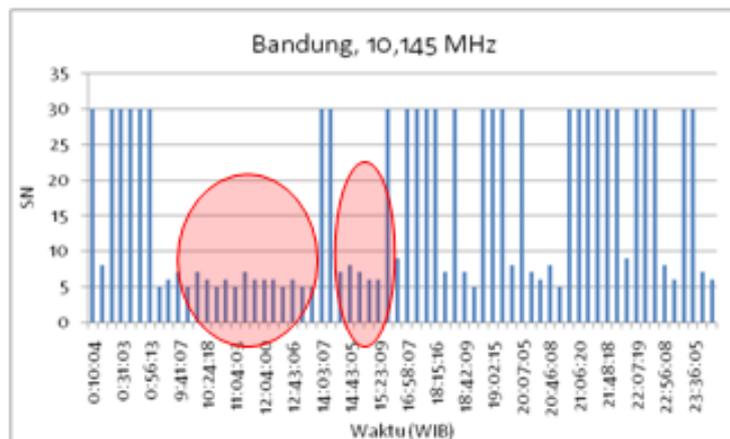
merupakan suatu proses dari peningkatan pelemahan energi gelombang radio yang berdampak terhadap kualitas sinyal dari propagasi. Pada Gambar 4-3 disajikan grafik kualitas sinyal yang diwakili oleh perbandingan nilai amplitudo sinyal terhadap *noise* (SN) pada beberapa frekuensi yang berada disekitar f_{min} pada saat terjadinya peningkatan Absorpsi lapisan D ionosfer.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4-3: Grafik nilai SN pada frekuensi (a) 7,04 MHz, (b) 7,14 MHz, dan (c) 10,145 MHz) untuk stasiun Bandung pada saat terjadinya peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer

Pada Gambar 4-3 terlihat bahwa pada beberapa frekuensi sistem ALE yang berada dekat rentang nilai f_{min} memiliki nilai SN yang cukup rendah (antara 5 hingga 8) pada saat terjadinya peningkatan absorpsi lapisan D ionosfer. Tidak terlihat kualitas sinyal yang optimal yang diwakili dengan nilai SN sebesar 30. Secara rinci terlihat bahwa pada frekuensi 7,04 MHz, nilai SN yang rendah terjadi pada rentang waktu pukul 06:58-13:28 WIB dan mulai dapat memperoleh kualitas sinyal pada 13:30 WIB. Sedangkan pada frekuensi 7,102 MHz dan 10,145 MHz, nilai SN yang rendah berada pada 2 kelompok rentang waktu. Untuk frekuensi 7,102 nilai SN yang rendah berada pada rentang waktu 6:52 WIB -13:14 WIB dan 13:56 WIB-14:18 WIB. Sedangkan untuk frekuensi 10,145 MHz, nilai SN yang rendah berada pada rentang waktu 09:41 WIB-14:03 WIB dan 14:43 WIB -15:23 WIB.

Nilai SN yang rendah dari frekuensi-frekuensi tersebut diduga terjadi karena proses pemulihan peningkatan absorpsi lapisan D yang masih belum sempurna. Masih terjadi proses absorpsi yang menyebabkan pelemahan dari kuat sinyal sumber gelombang radio yang dipancarkan. Kuat sinyal gelombang radio mengalami pelemahan energi yang cukup signifikan sehingga tercatat bahwa perbandingannya terhadap nilai *noise* masih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan absorpsi lapisan D beserta proses pemulihannya berdampak pada sistem komunikasi radio baik berupa pemilihan frekuensi kerja maupun kualitas dari frekuensi kerja yang dapat digunakan.

5 PENUTUP

Peningkatan absorpsi lapisan D akan mempengaruhi frekuensi kerja jaringan komunikasi ALE. Dari hasil kajian studi kasus tanggal 7 Maret 2012 dengan menggunakan data LQA sirkuit komunikasi Bandung-Watukosek, terlihat bahwa sistem ALE mengalami gangguan

akibat meningkatnya absorpsi lapisan D. Sistem ALE tidak dapat menggunakan frekuensi kerja yang dimiliki pada saat lapisan E dan F ionosfer tertutup oleh dampak dari proses peningkatan absorpsi lapisan D. Namun, pada saat absorpsi lapisan D pulih atau kembali normal, jaringan ALE tercatat dapat kembali menggunakan salah satu frekuensi kerja yang dimiliki.

Selain tidak dapat digunakannya frekuensi kerja yang dimiliki oleh sistem ALE pada saat peningkatan absorpsi lapisan D, proses pemulihan dari peningkatan absorpsi pada lapisan D juga masih mempengaruhi kualitas dari propagasi yang terjadi. Terlihat bahwa kualitas sinyal yang diukur dari nilai SN yang diperoleh menunjukkan bahwa propagasi pada frekuensi kerja yang berada disekitar f_{min} memiliki perbandingan sinyal dengan *noise* yang cukup rendah pada beberapa waktu. Perbandingan antara amplitudo sinyal dengan *noise* yang rendah tersebut mengindikasikan bahwa kuat sinyal yang diterima masih belum optimal. Dengan hasil kajian dari studi kasus ini terlihat bahwa peningkatan absorpsi pada lapisan D ionosfer juga mempengaruhi jaringan komunikasi sistem ALE.

DAFTAR RUJUKAN

- Chow, D., 2012. *Huge Solar Flare's Magnetic Storm May Disrupt Satellites, Power Grids*. <http://www.space.com/14818-solar-flare-magnetic-storm-satellites.html>, akses April 2012.
- Dear, V., 2012. *Telaah Perbandingan Hasil uji komunikasi Menggunakan Sistem Automatic Link Establishment (ALE) Dengan Data Ionosonda Sumedang Untuk Sirkuit Komunikasi Bandung-Watukosek*, Berita Dirgantara Vol.13 No.1. hal 28-37, LAPAN, 2012.

Hflink, 2010. *ALE Handbook for Government Chapter 3*. <http://hflink.com/standards/download> April 2011.

Marine Corps, 2003. *HF-ALE; Multi-Service Procedures for High Frequency-Automatic Link Establishment (HF-ALE) Radios*, www.us.army.mil. akses Februari 2011.

Mc Namara, L., 1991. *The Ionosphere: Communications, Surveillance,*

and Direction Finding, Kreiger Publishing Company. McDonald, A., 2007. *Communications and Space Weather*, <http://www.ips.gov.au/Educational/1/3/4>, IPS Educational Page, IPS, 2007.

NGDC, 2012. NOAA-NGDC D Region Absorption Predictions (D-RAP) at 7 March 2012, <http://www.ngdc.noaa.gov/stp/drap/data/2012/03/07/00.html>, NOAA, 2012.