

Pengamatan Lapisan Ionosfer Berdasarkan Amplitudo Gelombang Frekuensi 40 KHz

Achmad Aulia Akbar Anas¹, Ridwan Solihin²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung 40012
E-mail : ¹achmad1739@gmail.com , ²ridwansolihin1965@gmail.com

ABSTRAK

Ionosfer merupakan salah satu lapisan atmosfer Bumi dengan ketinggian 60 km - 600 km dari permukaan bumi yang tersusun dari atom dan molekul yang kehilangan beberapa elektron. Lapisan ini sangat berperan dalam sistem komunikasi radio jarak jauh, namun dikarenakan jaraknya yang dekat dengan Matahari dibandingkan lapisan atmosfer yang lain dapat menyebabkan komunikasi radio jarak jauh terganggu diakibatkan oleh aktivitas Matahari. Untuk meminimalisir dampak gangguan yang terjadi perlu dilakukan proses pengamatan lapisan Ionosfer. Fokus pada penelitian ini adalah merancang *device* dan melakukan pengukuran menggunakan *miniwhip active antenna* yang difungsikan untuk mengamati lapisan Ionosfer menggunakan metoda gelombang *low frequency* (LF) 40.0 kHz yang dipancarkan oleh stasiun *Mount Ootakadoya*, Fukushima Prefecture, Japan. (N 37° 22' 21.35" E 140° 50; 56.06"). Berdasarkan realisasi *device* dan pengukuran menggunakan *miniwhip active antenna* diperoleh informasi bahwa rentang *level* amplitudo pada malam hari berada pada rentang 1.7 volt – 2.2 volt, sedangkan *level* amplitudo pada siang hari disaat kondisi lapisan Ionosfer normal berada pada rentang 1.4 volt – 1.8 volt. Untuk kondisi siang hari disaat lapisan Ionosfer tidak normal dan berpotensi mengganggu komunikasi radio jarak jauh, *level* amplitudo yang diterima akan bernilai > 1.8 volt.

Kata Kunci

Ionosfer, Low Frequency, Komunikasi

1. PENDAHULUAN

Lapisan Ionosfer merupakan salah satu lapisan yang berada pada atmosfer Bumi, lapisan ini memiliki ketinggian 60 km hingga 600 km dari permukaan bumi yang tersusun dari atom dan molekul yang kehilangan beberapa elektron sehingga membentuk ion. Lapisan Ionosfer terbagi menjadi 4 bagian, yang terdiri dari lapisan D, E, F dengan pembagian ketinggian yang berbeda beda. Dasar pembagian ketinggian dilakukan berdasarkan tingkat kerapatan elektron pada masing masing lapisan yang berbeda [3] [4]. Pada bidang telekomunikasi lapisan Ionosfer sangat berperan dalam proses komunikasi radio jarak jauh dikarenakan lapisan Ionosfer dapat memantulkan gelombang pada frekuensi tertentu dengan jangkauan yang luas. Namun dikarenakan jaraknya yang dekat dengan Matahari dibandingkan lapisan atmosfer yang lain dapat menyebabkan komunikasi radio jarak jauh terganggu diakibatkan oleh aktivitas Matahari.

Gangguan komunikasi radio jarak jauh yang disebabkan oleh aktivitas Matahari dapat terjadi karena Matahari adalah bintang terbesar yang memiliki energi berupa cahaya dan panas. Energi ini berasal dari reaksi nuklir yang terjadi di inti Matahari berbentuk gelombang elektromagnetik dan partikel. Hingga akhirnya memancarkan energi

berbentuk gelombang elektromagnetik berupa sinar – X dan sinar *ultraviolet* (UV) [1][2]. Oleh karena itu proses pengamatan lapisan Ionosfer harus dilakukan untuk meminimalisir dampak yang akan ditimbulkan. Proses pengamatan dapat digunakan menggunakan metoda gelombang frekuensi VLF dan LF, metoda ini diterapkan dengan menggunakan 3 jenis antena yang terdiri dari antena pasif dipole, monopole dan orthogonal [4][5], namun *device* antena yang digunakan berdimensi besar karena menyesuaikan dengan panjang gelombang yang digunakan. Pada proses transmisi energi pancar gelombang VLF dan LF akan diserap oleh elektron-elektron yang ada pada lapisan Ionosfer. Fenomena ini akan memberikan informasi kondisi lapisan Ionosfer berdasarkan energi pancar sisa berupa *level* amplitudo yang tidak dimana. Semakin tinggi aktivitas Matahari artinya saat kondisi ini lapisan Ionosfer menyerap energi Matahari dan menyerap daya dari gelombang pancar lebih besar [5].

Fokus dari penelitian ini adalah merancang *device* yang terdiri dari gabungan sistem pengolahan sinyal pada gelombang frekuensi 40.0 kHz yang diintegrasikan dengan *miniwhip active antenna*, sehingga dapat berfungsi untuk memperoleh data waktu dan indikator lapisan Ionosfer yang berpotensi mengganggu komunikasi radio jarak jauh.

2. METODOLOGI

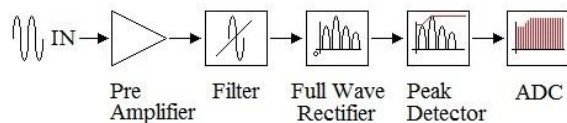
Metode yang digunakan untuk mengamati lapisan Ionosfer adalah menerima *level* sinyal amplitudo gelombang LF pada frekuensi 40.0 kHz, yang kemudian diolah sehingga hasil akhir akan berupa grafik *level* amplitudo (volt) terhadap waktu (jam : menit). Untuk menguji metode yang digunakan, maka *device* yang dirancang harus dapat berfungsi menerima gelombang frekuensi 40.0 kHz. Frekuensi ini merupakan frekuensi yang dipancarkan oleh stasiun *Mount Ootakadoya*, Fukushima Prefecture, Japan. (N 37° 22' 21.35'' E 140° 50' 56.06'').

2.1 Perancangan Device

Device yang akan difungsikan sebagai penerima sinyal frekuensi 40.0 kHz dengan spesifikasi seperti pada tabel 1. *Device* akan direalisasikan dengan cara menggabungkan berbagai sistem, yang terdiri dari sistem penguat sinyal, sistem filter sinyal, sistem pengubah polaritas sinyal, sistem konversi sinyal analog menjadi data digital dan sistem penyimpanan data dan diintegrasikan dengan *miniwhip active antenna* seperti yang ditunjukkan blok diagram sistem pada Gambar 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Antena	Miniwhip Aktif Antena
2.	Filter Frekuensi	Aktif BPF 40.0 kHz
3.	Input Tegangan <i>Device</i>	+12V DC , -12V DC
4.	Output Tegangan <i>Device</i>	0 Volt DC – 4 Volt DC
5.	Sampling Data	10 Detik / Data
6.	Totak Sampling Data	8640 Data / Hari
7.	<i>Input Data</i>	Data Numerik
8.	<i>Output Data</i>	Grafik <i>level</i> amplitudo (volt) terhadap waktu (jam : menit)



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

2.1.1 Perancangan Sistem Penguat Sinyal

Sistem penguat sinyal akan direalisasikan menggunakan *inverting operational amplifier* TL084 yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan spesifikasi besar penguatan sebesar 100x yang dapat diatur. *Operational amplifier* merupakan jenis kompone aktif yang membutuhkan supply tegangan pada kaki positif dan kaki negatif agar dapat bekerja. Sehingga pasa sistem yang akan direalisasikan akan menggunakan supply tegangan +12 volt DC dan -12 volt DC. Untuk nilai komponen

yang akan digunakan dipilih berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (1).

$$V_{OUT} = -\left(\frac{R_{feedback}}{R_{input}}\right) \times V_{IN} \quad (1)$$

Jika sudah ditentukan nilai R_{input} sebesar 1 k Ω dengan $V_{OUT} = -100 V_{IN}$ maka akan diperoleh nilai $R_{feedback}$ variabel sebesar 100 k Ω . *Output* yang akan dihasilkan dari sistem penguat sinyal akan membalikan polaritas sinyal awal, sehingga harus dilakukan pembalikan polaritas kembali dengan menggunakan *inverting operational amplifier* dengan besar penguatan sebesar -1x. Nilai komponen yang akan digunakan dipilih berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (1). Jika sudah ditentukan nilai R_{input} sebesar 10 k Ω dengan $V_{OUT} = -V_{IN}$ maka akan diperoleh nilai $R_{feedback}$ variabel sebesar 10 k Ω .

2.1.2 Perancangan Sistem Filter Sinyal

Sistem filter sinyal akan direalisasikan menggunakan *active band pass filter* TL084 dengan frekuensi resonansi 40.0 kHz. *Active band pass filter* digunakan karena karakteristik bentuk respons frekuensinya akan menyerupai respons frekuensi resonansi. Filter yang direalisasikan akan memiliki faktor kualitas filter (Q) sebesar 0.7071. Berdasarkan nilai faktor kualitas, maka akan diperoleh nilai penguat sinyal (A_v) untuk filter sinyal sebesar $V_{OUT} = |1|V_{IN}$, nilai penguat ini akan digunakan untuk memperoleh nilai komponen R_{input} dan $R_{feedback}$ menggunakan persamaan (2) sehingga diperoleh $R_{input} = 100$ k Ω dan $R_{feedback} = 200$ k Ω .

$$A_v = -\frac{R_{feedback}}{2 \times R_{in}} \quad (2)$$

Sedangkan untuk memperoleh nilai kapasitor (C) yang akan digunakan dipilih berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (3).

$$f = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{R_{input} \times R_{feedback} \times C_{input} \times C_{feedback}}} \quad (3)$$

Jika sudah ditentukan nilai frekuensi resonansi (f_r) sebesar 40.0 kHz dan nilai C_{input} dan $C_{feedback}$ akan dibuat sama, sehingga diperoleh nilai komponen C_{input} dan $C_{feedback}$ sebesar 28.1 pF.

2.1.3 Perancangan Sistem Pengubah Polaritas Sinyal

Sistem pengubah polaritas sinyal akan difungsikan untuk mengubah sinyal berpolaritas negatif menjadi berpolaritas positif menggunakan rangkaian *diode full wave rectifier*. Dioda berfungsi untuk melewatkan sinyal berpolaritas positif ataupun negatif, sehingga diperlukan 4 buah dioda, dimana 2

dioda untuk melewatkan sinyal berpolaritas positif dan 2 dioda yang lain digunakan untuk melewatkan sinyal berpolaritas negatif, yang kemudian dipertemukan sehingga membentuk sinyal berpolaritas positif.

2.1.4 Perancangan Sistem Konversi Sinyal dan Sistem Penyimpanan Data

Sistem konversi sinyal akan difungsikan untuk mengubah sinyal analog berpolaritas positif menjadi data digital menggunakan pin ADC IC Atmega328 yang diproduksi oleh ATMEL, sinyal digital berupa data akan tersimpan setiap 10 detik pada *microSD Card*. Perhitungan waktu secara *real time* akan dilakukan menggunakan IC DS1307 yang diintegrasikan dengan *crystal oscillator* 32.768 kHz. Waktu pengukuran akan dimulai pada pukul 00:00:00 dan diakhiri pada pukul 23:59:50 untuk satu hari pengukuran. Waktu pengukuran akan diulang kembali dengan waktu pengukuran di hari berikutnya.

2.2 Realisasi

Relisasi *device* penerima sinyal frekuensi 40.0 kHz akan menggunakan PCB Epoxy *single layer* berukuran 143.0 mm x 40.0 mm seperti pada gambar 2 dan realisasi filter BPF aktif akan menggunakan PCB Epoxy *single layer* berukuran 15.0 mm x 40.0 mm seperti pada gambar 3.



Gambar 2. Realisasi *Device*



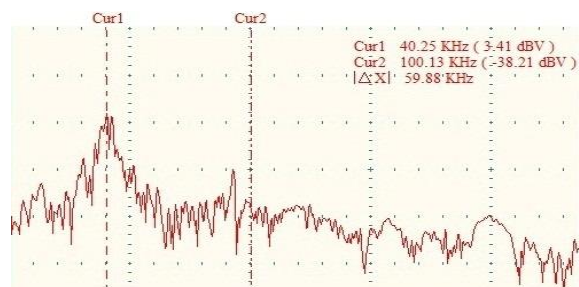
Gambar 3. Realisasi 40.0 kHz *Active Band Pass Filter*

2.3 Pengukuran dan Analisa

Proses pengukuran dilakukan untuk mengetahui apakah metode yang digunakan dapat berfungsi. Pengukuran dilakukan beberapa tahap, dimana tahap pertama adalah pengukuran terhadap filter frekuensi yang bertujuan agar frekuensi kerja berada pada frekuensi 40.0 kHz, tahap kedua adalah pengukuran *level* sinyal selama 24 jam yang bertujuan untuk mengetahui kondisi lapisan Ionosfer terhadap aktivitas Matahari selama 24 jam.

2.3.1 Pengukuran Respons Frekuensi

Berikut adalah hasil pengukuran respons frekuensi untuk filter sinyal 40 kHz seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Respons Frekuensi

Pada gambar 4 terdapat informasi bahwa kursor 1 (Cur1) berada pada frekuensi 40.25 kHz dengan *level* 3.41 dBV. Terdapat pergeseran frekuensi sebesar 0.25 kHz dimana seharusnya filter frekuensi bekerja pada frekuensi 40.0 kHz, namun filter tetap dapat digunakan dikarenakan nilai toleransi berada pada 0.625%.

2.3.2 Pengukuran Level Sinyal

Berikut adalah data hasil pengukuran *level* sinyal untuk pengukuran pada tanggal 12 Juli 2020 yang ditunjukkan pada tabel 2 dan data pada tanggal 13 Juli 2020 yang ditunjukkan pada tabel 3.

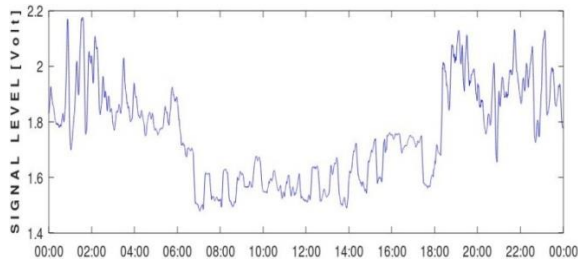
Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Tanggal 12 Juli 2020

Waktu Pengukuran	Data Pengukuran
12-07-2020 00:00:00	1,881
12-07-2020 00:00:10	1,943
12-07-2020 00:00:20	1,916
12-07-2020 00:00:30	1,896
12-07-2020 00:00:40	1,877
12-07-2020 00:00:50	1,849
:	:
:	:
12-07-2020 23:59:30	1,799
12-07-2020 23:59:40	1,734
12-07-2020 23:59:50	1,854

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Tanggal 13 Juli 2020

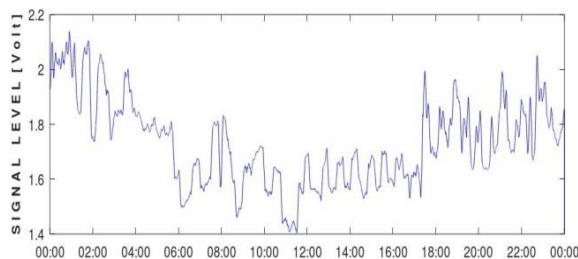
Waktu Pengukuran	Data Pengukuran
13-07-2020 00:00:00	1,822
13-07-2020 00:00:10	1,881
13-07-2020 00:00:20	1,912
13-07-2020 00:00:30	1,904
13-07-2020 00:00:40	1,864
13-07-2020 00:00:50	1,849
:	:
:	:
13-07-2020 23:59:30	1,803
13-07-2020 23:59:40	1,795
13-07-2020 23:59:50	1,795

Sesudah memperoleh data numerik untuk dua hari pengukuran, selanjutnya data diubah kedalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengukuran Kondisi Lapisan Ionosfer Tanggal 12 Juli 2020

Pada gambar 5 dapat diperhatikan kurva kondisi lapisan Ionosfer pada tanggal 12 Juli 2020, pada pukul 00:00 WIB - 07:00 WIB dan 18:00 WIB - 00:00 WIB, *level* amplitudo sinyal yang diterima *device* berada pada rentang 1.7 volt - 2.2 volt, kondisi ini terjadi pada malam hari ketika lapisan Ionosfer berada pada kondisi tidak terpapar energi Matahari secara langsung, artinya gangguan komunikasi radio jarak jauh akan minim terjadi. Selanjutnya pada pukul 07:00 WIB - 18:00 WIB, yang merupakan waktu siang hari, dimana lapisan Ionosfer berada pada kondisi terpapar energi Matahari secara langsung, artinya potensi gangguan komunikasi radio jarak jauh dapat terjadi. Jika ditinjau berdasarkan *level* amplitudo pada siang hari yang berada pada rentang 1.5 volt - 1.7 volt, *level* amplitudo yang diterima menunjukkan lapisan Ionosfer berada pada kondisi normal.



Gambar 6. Grafik Pengukuran Kondisi Lapisan Ionosfer Tanggal 13 Juli 2020

Pada gambar 6 dapat diperhatikan kurva kondisi lapisan Ionosfer pada tanggal 13 Juli 2020, pada pukul 00:00 WIB - 05:00 WIB dan 18:00 WIB - 00:00 WIB, *level* amplitudo sinyal yang diterima *device* berada pada rentang 1.7 volt - 2.2 volt, kondisi ini terjadi pada malam hari ketika lapisan Ionosfer berada pada kondisi tidak terpapar energi Matahari secara langsung, artinya gangguan komunikasi radio jarak jauh akan minim terjadi. Selanjutnya pada pukul 05:00 WIB - 18:00 WIB, yang merupakan waktu siang hari, dimana lapisan Ionosfer berada pada kondisi terpapar energi

Matahari secara langsung, artinya potensi gangguan komunikasi radio jarak jauh dapat terjadi. Jika ditinjau berdasarkan *level* amplitudo pada siang hari yang berada pada rentang 1.4 volt - 1.8 volt, *level* amplitudo yang diterima menunjukkan lapisan Ionosfer berada pada kondisi normal. Berdasarkan penjelasan kurva hasil pengukuran tanggal 12 Juli 2020 dan 13 Juli 2020, pada penggunaan frekuensi 40.0 kHz, *level* amplitudo pada malam hari berada pada rentang 1.7 volt - 2.2 volt, sedangkan *level* amplitudo pada siang hari disaat kondisi lapisan Ionosfer normal berada pada rentang 1.4 - 1.8 volt. Untuk kondisi siang hari disaat lapisan Ionosfer tidak normal, *level* amplitudo yang diterima akan > 1.8 volt.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan realisasi *device* yang sudah dilakukan dan pengukuran menggunakan *miniwhip active antenna* dapat disimpulkan bahwa *device* dapat bekerja pada frekuensi 40.25 kHz dengan toleransi 0.625 %. Kemudian metoda yang digunakan dapat bekerja dan menghasilkan informasi bahwa rentang *level* amplitudo pada malam hari berada pada rentang 1.7 volt - 2.2 volt, sedangkan *level* amplitudo pada siang hari disaat kondisi lapisan Ionosfer normal berada pada rentang 1.4 - 1.8 volt. Untuk kondisi siang hari disaat lapisan Ionosfer tidak normal dan berpotensi mengganggu komunikasi jarak jauh, *level* amplitudo yang diterima akan bernilai > 1.8 volt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] LAPAN, Buletin Cuaca Antariksa - PUNCAK AKTIVITAS MATAHARI, 1st ed., Johan Muhamad S.Si, Varulianto Dear S.T, Annis Siradj Mardiani A.Md Irvan Fajar Syidik S.T, Ed. Bandung, Indonesia: Pusat Sains Antariksa (Pussainsa) LAPAN, 2012
- [2] Mardina Abdullah, Alina Marie Hasbi, Siti Aminah Bahari Wong Pik Wah, "Development of A VLF Receiver System for Sudden Ionosphere Disturbances (SID) Detection," APACE 2012, no. Super SID, VLF Remote Sensing, Solar Flare, VLF Receiver, pp. 98-103, Desember 2012.
- [3] Jean-Pierre Raulin, Cao Jinbin Jorge Samanes, "Estimation of The Nighttime Height of The Lower Ionsphere Using VLF Waves Propagation," URSI Asia-Pacific Radio Science Conference, no. VLF Signals, Lower Ionosphere, VLF Modal Interference Interface, pp. 1310-1312, Agustus 2016.
- [4] Timbul Manik, "Asia VLF Receiver Observation Network (AVON) Stasiun Pontianak," Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa, no. AVON, VLF Receiver, Petir, Ionosfer, 2012.

- [5] Prayitno Abadi, "Studi Perubahan Kerapatan Elektron Lapisan D Ionosfer Menggunakan Pengamatan Amplitudo Sinyal VLF," *Berita Dirgantara*, vol. 11, no. VLF Signals, Lapisan D Ionosfer, pp. 80-86, September 2012.