

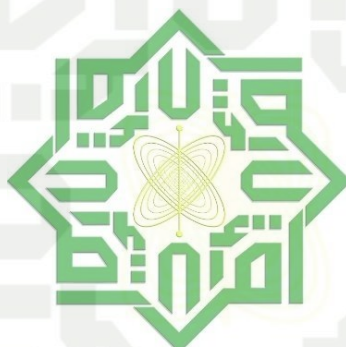
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS KEMUNCULAN *PLASMA BUBBLE* MENGGUNAKAN TIGA INSTRUMENT: *AIRGLOW IMAGER*, *IONOSONDA* DAN *GPS RECEIVER*

(Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

PRIYO ENDRO SUSENO

11755100906

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2024**



LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEMUNCULAN PLASMA BUBBLE MENGGUNAKAN TIGA INSTRUMENT: AIRGLOW IMAGER, IONOSONDA DAN GPS RECEIVER

(Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

TUGAS AKHIR

Oleh:

PRIYO ENDRO SUSENO

11755100906

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, Pada tanggal 04 Juli 2024

Petua Program Studi

Dr. Zulfarri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19771021 200604 2 001

Pembimbing I

Sutovo, S.T., M.T.
NIP. 19841202 201903 1 004

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KEMUNCULAN PLASMA BUBBLE MENGGUNAKAN TIGA INSTRUMENT: AIRGLOW IMAGER, IONOSONDA DAN GPS RECEIVER

(Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

TUGAS AKHIR

Oleh:

PRIYO ENDRO SUSENO
11755100906

Telah dipertahankan di depan sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 04 Juli 2024

Pekanbaru, 04 Juli 2024

Mengesahkan,

Ketua Program Studi

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI

- Ketua : Ahmad Faizal, S.T, M.T
- Sekretaris : Sutoyo, S.T., M.T.
- Anggota : Prof. Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng
- Anggota : Rika Susanti, S.T., M.Eng.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Dr. Harsono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau serta terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi keputusan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan yang dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

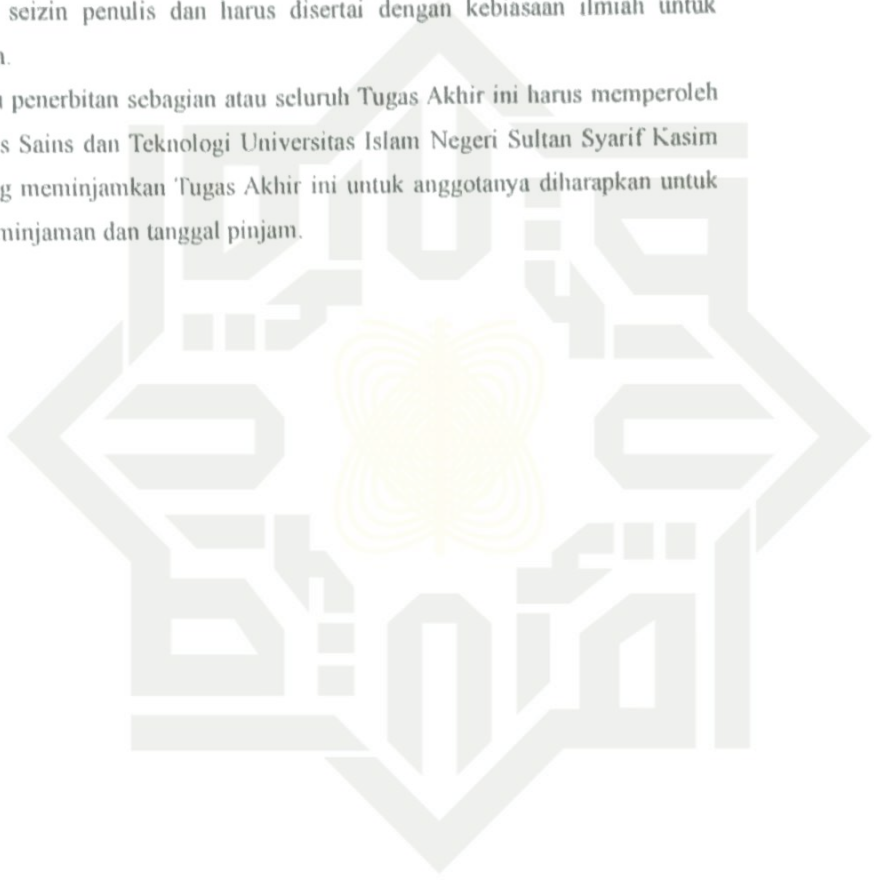
Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

- : Priyo Endro Suseno
- : 11755100906
- : Grobogan, 01 Oktober 1996
- : Sains dan Teknologi
- : Teknik Elektro
- : Analisis Kemunculan Plasma Bubble Menggunakan Tiga Instrument: Airglow Imager, Ionosonda Dan Gps Receiver (Studi Kasus: Brin Wilayah Kototabang)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Penulisan jurnal dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.

Setiap kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.

Oleh karena itu jurnal saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.

Jika di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan jurnal saya tersebut,

maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 15 Juli 2024 Yang
membuat pernyataan



Priyo Endro Suseno
NIM : 11755100906

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEMUNCULAN *PLASMA BUBBLE* MENGGUNAKAN TIGA INSTRUMENT: *AIRGLOW IMAGER, IONOSONDA* DAN *GPS RECEIVER*

(Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

TUGAS AKHIR

Oleh:

PRIYO ENDRO SUSENO

11755100906

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, Pada tanggal 04 Juli 2024

Ketua Program Studi

Pembimbing I

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

Sutoyo, S.T., M.T.
NIP. 19841202 201903 1 004

- Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEMUNCULAN *PLASMA BUBBLE* MENGGUNAKAN TIGA
INSTRUMENT: *AIRGLOW IMAGER, IONOSONDA* DAN
*GPS RECEIVER***

(Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

TUGAS AKHIR

Oleh:

PRIYO ENDRO SUSENO
11755100906

Telah dipertahankan di depan sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 04 Juli 2024

Pekanbaru, 04 Juli 2024

Mengesahkan,

Ketua Program Studi

Dekan

Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI

Ketua : Ahmad Faizal, S.T, M.T

Sekretaris : Sutoyo, S.T., M.T.

Anggota I : Prof. Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng

Anggota II : Rika Susanti, S.T., M.Eng.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau serta terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi keputusan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

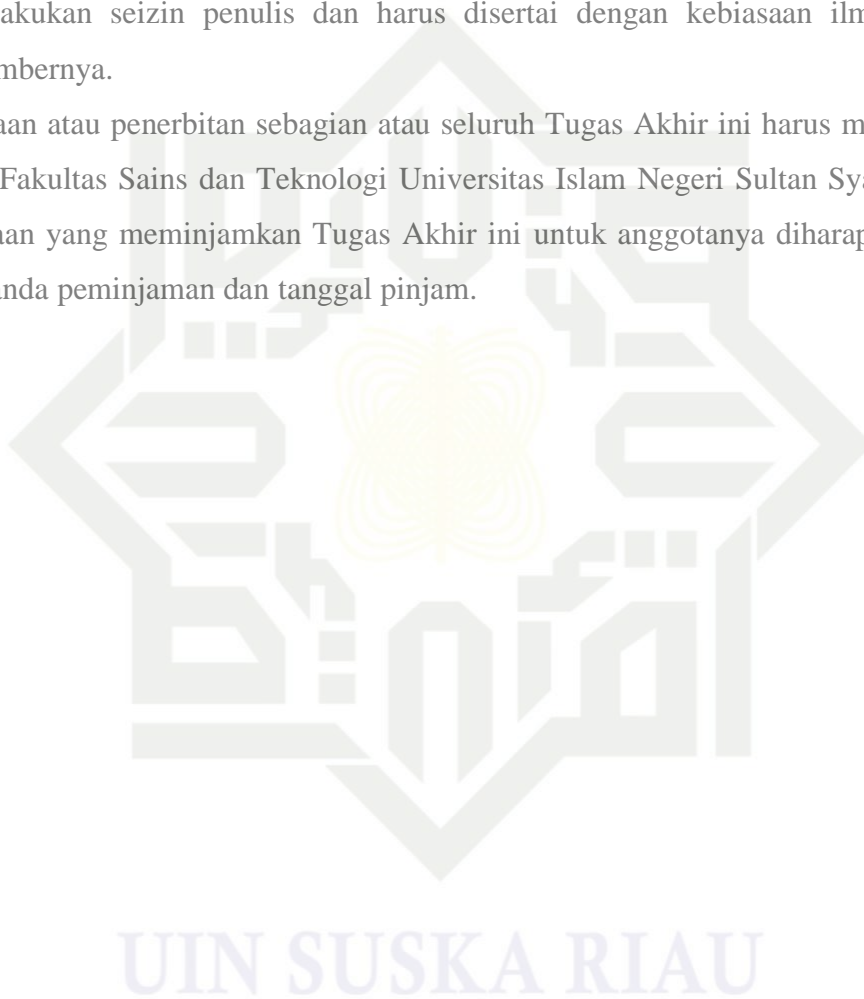
Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 04 Juli 2024
Yang membuat pernyataan,

Privo Endro Suseno
NIM. 11755100906

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Alhamdulillahirabbil 'alamin

Bersyukur hamba hanya kepada-Mu Ya Allah

Yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Mu kepada hamba

Sujud syukur hanya kepada-Mu yang melimpahkan karunia ini

Semoga ini akan menjadi karunia yang penuh Ridho-Mu dalam hidup hamba dan keluarga yang hamba cintai...

Catatan ini kupersembahkan teruntuk Bapak dan Mamak tercinta

Bapak... Mamak...

Luar biasa kesabaran dan cintamu kepada

Luar biasa pengorbanamu padaku... Luar biasa semua yang telah kau lakukan untukku

Betapa beruntungnya aku lahir darimu

Di besarkan dan dijaga olehmu.. jika bukan karenamu tak akan bisa aku seperti ini berdiri tegar samapi saat ini

Bapak... Mamak

Ya allah...

Terimakasih untuk bapak dan mamak yang telah kau beri

Terimakasih juga ku ucapkan untuk orang-orang yang selalu membantu suka dan dukaku

Motto dan Persembahan

Dalam keadaan apapun, di titik terendah sekalipun jangan sampai berburuk sangka kepada allah.

Kuncinya satu: Yakin dengan Allah dan percaya pasti badai berlalu

Intine.. awak dewe ojo kakean ngeluh..

(Priyo Endro Suseno 2024)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS KEMUNCULAN *PLASMA BUBBLE* MENGGUNAKAN TIGA INSTRUMENT: *AIRGLOW IMAGER*, *IONOSONDA* DAN *GPS RECEIVER* (Studi Kasus: BRIN Wilayah Kototabang)

PRIYO ENDRO SUSENO
11755100906

Tanggal Sidang : 04 Juli 2024

Tanggal Wisuda :

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains Dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

JL. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sistem komunikasi dikenal sebagai plasma bubble. Penelitian ini melakukan analisis penentuan kemunculan plasma bubble menggunakan metode pengukuran dengan instrumen *airglow imager*, *ionosonda*, dan *GPS scintillation*. Data yang digunakan dari periode 09 April 2013 hingga 14 Maret 2015, dan penelitian ini dilakukan di Badan Riset dan Inovasi Nasional BRIN Kototabang, Sumatra Barat. Berdasarkan hasil analisis, kemunculan plasma bubble pada tanggal 09 April 2013 dan 14 Maret 2015 menunjukkan data signifikan antara data *visual*, *ionogram*, dan indeks *scintillation* (S4). Hasil ini menunjukkan bahwa plasma bubble berdampak besar pada ionosfer, terutama dalam hal *scintillation* yang mempengaruhi sistem komunikasi. Pada 09 April 2013, peningkatan indeks S4 dimulai pukul 14 UT dan mencapai puncaknya antara pukul 14 hingga 16 UT, mengindikasikan gangguan kuat pada sinyal GPS. Pola serupa terlihat pada 14 Maret 2015. Data dari *airglow imager* dan *ionogram* menunjukkan gangguan signifikan pada lapisan F ionosfer dan ketidakteraturan dalam kepadatan elektron. *Scintillation* yang kuat akibat plasma bubble dapat menyebabkan hilangnya sinyal atau gangguan pada transmisi data, sehingga mengganggu akurasi dan keandalan sistem komunikasi.

Kata Kunci: *Plasma Bubble*, *Airglow imager*, *Ionosonda*, *GPS receiver*

ANALYSIS OF THE APPEARANCE OF PLASMA BUBBLE USING THREE INSTRUMENTS AIRGLOW IMAGER, IONOSONDA AND GPS RECEIVER (Case Study: BRIN Kototabang Region)

PRIYO ENDRO SUSENO

11755100906

Date of Final Exam : 04 July 2024

Date of Graduation Ceremony :

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Soebrantas Street No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

One factor that can influence a communication system is known as a plasma bubble. This research carries out an analysis of determining the appearance of plasma bubbles using measurement methods with airglow imager, ionosonda and GPS scintillation instruments. The data used was from the period 09 April 2013 to 14 March 2015, and this research was conducted at the National Research and Innovation Agency BRIN Kototabang, West Sumatra. Based on the analysis results, the appearance of plasma bubbles on April 9 2013 and March 14 2015 showed significant data between visual data, ionograms and scintillation index (S4). These results show that plasma bubbles have a major impact on the ionosphere, especially in terms of scintillation that affects communication systems. On April 09, 2013, an increase in the S4 index began at 14 UT and peaked between 14 and 16 UT, indicating strong interference with the GPS signal. A similar pattern was seen on March 14, 2015. Data from the airglow imager and ionogram showed significant disturbances in the F layer of the ionosphere and irregularities in electron density. Strong scintillation due to plasma bubbles can cause signal loss or interference with data transmission, thereby disrupting the accuracy and reliability of communication systems.

Keywords : *Plasma Bubble, Airglow imager, Ionosonda, GPSreceiver*

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Segala puji bagi Allah SWT, penulis panjatkan sebagai ungkapan rasa syukur atas segala karunia, rahmat, dan ilmu yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat dan salam semoga tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, Allahumma Sholli 'ala Sayyidina Muhammad Wa'ala Ali Sayyidina Muhammad, yang telah membawa kita merasakan indahnya Islam. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “**analisis kemunculan plasma bubble menggunakan tiga instrument: airglow imager, ionosonda dan gps receiver (studi kasus: brin wilayah kototabang)**”. Dalam penyusunan laporan ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik dalam bentuk materi maupun motivasi, yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya.
2. Keluarga penulis dan teristimewa Kedua Orang tua penulis, kakak dan keluarga besar yang telah mendoakan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat tawakkal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Prof. Dr. Khairunnas Rajab, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Ahmad Faizal., ST .,MT. Selaku ketua sidang yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memimpin sidang tugas akhir penulis.
7. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, sekaligus sebagai pembimbing 1 Tugas Akhir yang sudah membimbing dan memberi masukan kepada penulis dalam penulisan laporan tugas akhir.

9. Bapak Abdillah, S.Si., M.I.T. selaku dosen Pembimbing Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan kuliah.
10. Prof. Dr. Teddy Purnamirza, ST, M.Eng. Selaku penguji saya yang memberikan arahan sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Ibu Rika Susanti, S.T., M.Eng. Penguji dan juga pembimbing rangkap yang memback-up saya dan telah banyak memberikan masukan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Dr. Eng. Ednofri, ST, M.Cs. Yang telah memberikan banyak masukan selama di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sehingga mempermudah penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.
12. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
13. Sahabat yang mau diajak kerja sama, Y.M.Abdul Aziz, Rizky Wahyudi, Aidil Akbar dan Ridho ramadhan yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Seseorang yang telah jauh disana yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis agar dapat cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan ini. Karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan dan kritik yang membangun sebagai pembelajaran untuk masa depan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca dan kontributif untuk perkembangan ilmu pengetahuan ke depan. Aamiin.

Wassalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Pekanbaru, 04 Juli 2024

Priyo Endro Suseno

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Studi Literature	II-1
2.2 Sejarah Ionosfer.....	II-3
2.3 Ionosfer.....	II-4
2.4 <i>Equatorial Plasma Bubble</i>	II-5
2.5 Karakteristik <i>Equatorial Plasma Bubble</i>	II-6
2.6 Sintilasi	II-7
2.7 Gangguan yang di sebabkan sintilasi	II-8
2.8 <i>All-sky Airglow Imager (ASI)</i>	II-8
2.9 Ionosonda Frequency Modulated Wave (FMCW) Kototabang.....	II-10
2.10 <i>Global Positioning Sytem(GPS)</i>	II-13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Alur Penelitian	III-2
3.3 Kalibrasi Instrumen.....	III-4
3.4 Tahapan Pengukuran	III-5
3.5 Analisa Hasil.....	III-7

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Himpunan Ilmiah UIN Suska Riau

3.6	Publikasi	III-7
3.7	Kesimpulan.....	III-7
BAB IV HASIL DAN ANALISA		IV-1
4.1	Analisis Kemunculan Plasma Bubble di Wilayah Kototabang	IV-1
4.2	Hasil Kejadian Kemunculan Plasma Bubble	IV-1
4.2.1	Hasil Kejadian Kemunculan Plasma Bubble.....	IV-3
4.3	Hasil Data Kemunculan Sintilasi di Lapisan Ionosfer.....	IV-4
4.3.1	Hasil Data Kemunculan Sintilasi di Lapisan Ionosfer.....	IV-6
4.4	Hasil Grafik Kemunculan Sintilasi	IV-7
4.4.1	Hasil Grafik Kemunculan Sintilasi	IV-9
4.5	Analisis Nilai Kemunculan Plasma Bubble dan Sintilasi	IV-10
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR

HALAMAN

	1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:	
	a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.	
	b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.	
2.	Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.	
	1.1 Ilustrasi lapisan ionosfer pada siang hari dan malam hari.....	I-5
	1.2 Contoh EPB yang diamati menggunakan Airglow imager di empat tempat berbeda di China, Daxing, Fuke, Guiping.....	II-6
	1.3 Kondisi dari Citra Airglow Imager	II-6
	1.4 Pengaruh sintilasi ionosfer terhadap frekuensi	II-7
	1.5 Frekuensi Yang Digunakan Gps, Glonass, dan Galileo Sebagai Bagian Dari Gnss.	II-7
	1.6 Ilustrasi sinyal radio yang tidak terganggu dan yang terganggu fenomena sintilasi	II-8
	1.7 All-sky Airglow Imager (ASI)	II-9
	1.8 Lensa All-sky Airglow Imager.....	II-9
	1.9 Rangkaian alat All-sky Airglow Imager	II-10
	1.10 Sinyal Ionosonda	II-11
	1.11 Ionosonda Rx FMCW.....	II-12
	1.12 GPS Sintilasi.....	II-13
	3.1 Lokasi Penelitian	III-2
	3.2 Diagram Alir penelitian EPB	III-4
	4.1 Kejadian Kemunculan Plasma Bubble Pada Tanggal 9 April 2013.....	IV-1
	4.2 Kejadian Kemunculan Plasma Bubble Pada Tanggal 14 Maret 2015	IV-3
	4.3 Data Ionogram di Lapisan Ionosfer Pada Tanggal 9 April 2013	IV-4
	4.4 Data Ionogram di Lapisan Ionosfer Pada Tanggal 14 Maret 2015	IV-6
	4.5 Klasifikasi Aktivitas Sintilasi Ionosfer	IV-7
	4.6 Grafik Kemunculan Sintilasi Pada Tanggal 9 April 2013	IV-8
	4.7 Grafik Kemunculan Sintilasi Pada Tanggal 14 Maret 2015	IV-9
	4.8 Kejadian Kemunculan Plasma Bubble	IV-10
	4.9 Data Ionogram di Lapisan Ionosfer	IV-11
	4.10 Grafik Kemunculan Sintilasi	IV-12

DAFTAR TABEL

HALAMAN

TABEL

1.1 Spesifikasi Sistem Ionosonda.....	I-12
---------------------------------------	------



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- | | |
|------------------|--|
| HF | = high frequency |
| GPS | = Global Positioning System |
| EPBE | = Equatorial Plasma Bubble |
| C/N ₀ | = carrier-noise-ratio |
| ASI | = all-sky airglow imager |
| GNS | = Sistem Satelit Navigasi Global |
| EPB | = Equatorial Plasma Bubble |
| BRIN | = Badan Riset dan Inovasi Nasional |
| GISTM | = Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring |
| EAR | = Equatorial Atmosphere Radar |
| FAI | = Field Aligned Irregularities |
| RTI | = Rayleigh-Taylor instability |
| PRE | = pre-reversal enhancement |
| GHz | = Gigahertz |
| FMCW | = Frequency Modulated Continuous Wave |
| UT | = Waktu universal |



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak pada daerah lintang magnet rendah dan mencakup wilayah yang luas, dimana teknologi berkembang sangat pesat. Salah satu bidang teknologi yang mengalami perkembangan signifikan adalah teknologi berbasis satelit, khususnya pada bidang komunikasi yang menggunakan ionosfer sebagai media propagasinya. Salah satu contoh teknologi komunikasi ini adalah komunikasi *high frequency* (HF). Selain itu, teknologi navigasi berbasis satelit seperti *Global Positioning System* (GPS) juga menggunakan ionosfer sebagai media propagasi. Dalam teknologi navigasi dan komunikasi berbasis satelit, sebelum sinyal satelit mencapai Bumi, sinyal tersebut harus melewati ionosfer[1].

Lapisan ionosfer mengandung banyak ion dan elektron yang dapat memantulkan dan membelokkan bahkan melemahkan sinyal satelit. Hal ini dapat mengganggu keberhasilan teknologi tersebut. Misalnya, dalam teknologi GPS, gangguan sinyal dapat menyebabkan kesalahan penentuan posisi, yang sangat penting dalam aplikasi mulai dari navigasi harian hingga operasi militer. Oleh karena itu, ionosfer atau keadaan ionosfer mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberhasilan dan keandalan teknologi berbasis satelit ini[2].

Teknologi ini rentan terhadap interferensi ionosfer. Salah satu fenomena ketidakaturan pada lapisan ionosfer adalah gelembung plasma, merupakan penurunan densitas plasma pada lapisan F-ionosfer yang terjadi pada malam hari dan biasanya terjadi di daerah ekuator dan lintang rendah. Fenomena *Equatorial Plasma Bubble* (EPB) ini dapat menyebabkan sintilasi mengakibatkan hilangnya sinyal satelit (*loss of lock satelit*) dan, dalam kasus terburuk, dapat menyebabkan kesalahan penentuan posisi menggunakan GPS.

Penelitian tentang karakteristik dan variasi dan tingkat kejadian EPB telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan instrumen yang berbeda-beda seperti ionosonda, GPS receiver dan sistem satelit.

Adapun beberapa penelitian terkait yaitu: Untuk mengetahui efek sintilasi ionosfer terhadap komunikasi satelit, yang menggunakan frekuensi L-band, dari data indeks S4 dan data *carrier-noise-ratio* (C/No). yang frekuensinya lebih rendah. Efek dispersi disebabkan oleh



Interaksi elektromagnetik antara medan bermuatan listrik dari medium dengan medan eksternal dari gelombang yang memasuki medium tersebut. Untuk mengetahui efek sintilasi ionosfer terhadap komunikasi satelit maka dilakukan perbandingan antara data indeks S4 dengan C/No ratio dari data GPS. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar indeks S4 maka C/No ratio semakin berfluktuasi. Fluktuasi sinyal tersebut merupakan sinyal satelit yang terganggu oleh sintilasi ionosfer[3]. Melihat kemungkinan penggunaan all-sky airglow imager (ASI). Dalam mengamati kejadian gelembung plasma dan sintilasi pada aplikasi Sistem Satelit Navigasi Global (GNSS) selama magnetik tenang tahun 2003-2009. Untuk mengetahui perilaku yang berbeda dari gelembung plasma yang terlihat dalam pengukuran *all-sky airglow imager* ASI dan GPS sintilasi, dan hasilnya menemukan aktivitas gelembung plasma terlihat berkurang dengan menurunnya aktivitas selama tahun 2003-2009. Kami juga mendapatkan variasi musiman yang berbeda antara kejadian gelembung plasma dengan sintilasi di atas Kototabang selama tahun 2003-2009, tingkat kejadian tertinggi diperoleh pada priode bulan Mei-Juli (june solstice)[4].

Berdasarkan hal tersebut, meskipun penelitian tentang tingkat kejadian *Equatorial Plasma Bubble* (EPB) telah dilakukan sebelumnya oleh para peneliti, penulis menambahkan dua instrumen baru dalam penelitiannya yaitu: Ionosonda dan GPS *receiver*, tujuan tambahan ini adalah untuk memperkuat dan memperdalam pemahaman kita terhadap fenomena gangguan yang ditimbulkan oleh gelembung plasma. Penulis berharap dapat memberikan kontribusi baru yang signifikan dengan melakukan perbandingan data yang lebih komprehensif terkait gangguan ini. Fokus penelitian ini hanya pada identifikasi dan analisis kemunculan *plasma bubble*. Penelitian ini dilakukan di Kototabang khususnya pada stasiun pengamat Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Agam. Stasiun ini berada pada koordinat $100,32^{\circ}$ BT dan $0,23^{\circ}$ LS dengan ketinggian 865 m dari permukaan laut. Berdasarkan pemaparan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan melihat dampak yang di sebabkan *plasma bubble*. Penelitian ini diberi judul "**analisis kemunculan *plasma bubble* menggunakan tiga instrument: *airglow imager*, *ionosonda* dan *gps receiver* (studi kasus: brin wilayah kototabang)**" dengan tujuan utama untuk menggali lebih dalam tentang gangguan yang terjadi di lapisan ionosfer, khususnya di daerah ekuator dan lintang rendah, dengan alasan ingin melihat kondisi ketika terjadinya gangguan *plasma bubble*.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini bagaimana menganalisis kemunculan *plasma bubble* menggunakan tiga *instrument: airglow imager, ionosonda* dan *gps receiver* di wilayah Kototabang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dan menganalisis kemunculan *plasma bubble* menggunakan tiga *instrument: airglow imager, ionosonda* dan *gps receiver* di wilayah Kototabang.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tujuan yang diharapkan dapat tercapai, penelitian memiliki batasan masalah. Batasan masalah ini digunakan agar pembahasan lebih fokus pada pokok permasalahan yang ada. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus pada kemunculan *plasma bubble* di wilayah Kototabang.
2. Data pengukuran yang digunakan berasal dari tahun 2013 dan 2015.
3. Menggunakan tiga instrumen, yaitu: Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS Sintilasi.
4. Pengukuran dan analisis akan dilakukan pada malam hari, saat *plasma bubble* lebih sering terjadi.
5. Lokasi penelitian adalah Kototabang, Sumatera Barat, khususnya BRIN Agam.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui, bagaimana fenomena kejadian-kejadian *plasma bubble*.
2. Dapat mengetahui dampak *plasma bubble* dan sintilasi.
3. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literature

Dalam proses penelitian tugas akhir ini, telah dilakukan studi literature dari beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi untuk mendapatkan informasi terkait penelitian yang akan dilakukan. Sumber-sumber informasi yang didapatkan berasal dari buku, jurnal dan sumber-sumber lainnya. Berikut ini beberapa penelitian sebelumnya yang merupakan referensi teori penelitian tugas akhir ini yang berhubungan dengan masalah yang akan diselesaikan oleh peneliti dari berbagai sumber:

Penelitian yang berjudul “Analisi Pengaruh Sintilasi Ionosfer Terhadap Akurasi Penentuan Posisi Absolut *Global Positioning system* (GPS)”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kemunculan sintilasi serta pengaruhnya terhadap akurasi pengukuran posisi dengan menggunakan data RINEX GPS Bako stasiun tetap Cibinong milik Badan Informasi Geospasial (BIG) priode 2013. Hasil analisis dari data tersebut digunakan untuk melihat dampak dari kejadian sintilasi terhadap ketelitian pengukuran posisi pada GPS dengan melihat data posisi dan *ground track* GPS. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar indeks sintilasi (S4) maka kesalahan pengukuran posisi yang dihasilkan semakin tinggi. Dimana penulis menggunakan metode studi kasus agar penganalisaan menjadi lebih efektif dan efisien [5].

Penelitian yang berjudul “ Studi Musiman Kemunculan Plasma Bubble Menggunakan Airglow Imager Sebelum dan Setelah Tengah Malam di Daerah Ekuatorial”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter plasma pada aplikasi *Global Navigasi Satellite System* (GNSS), dengan menganalisis kejadian gelembung plasma pada citra *All-Sky Airglow Imager* (ASDI) dari tahun 2013-2014. Dari hasil penelitian ini menunjukan aktivitas gelembung plasma terlihat berkurang dengan menurunnya aktivitas Matahari yaitu pada priode November-Desember 2013 dan 2014. Probabilitas gelembung plasma tertinggi pada bulan maret yaitu 45,49% tahun 2013, 38,10% pada bulan September tahun 2014. *All-Sky imager* yang hanya fokus pada kondisi langit cerah pada malam hari dan melihat kemunculan gelembung plasma selama priode langit cerah tersebut [6].

Penelitian yang berjudul “Perbandingan Karakteristik Aktivitas Sintilas Ionosfer di Atas Manado, Pontianak dan Bandung Berdasarkan data GISTM”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik aktivitas sintilasi S4. Data di peroleh dari pengamatan menggunakan *Ionospheric Scintillation and TEC Monitoring* (GISTM) di Mando. Pengamatan dilakukan dari bulan Juli 2014 hingga Juni 2015. Data harian diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu kondisi tenang, menengah dan kuat. Kemudian dihitung berapa persen kemunculan sintilasi kuat dari masing-masing stasiun pengamatan selama periode tersebut dan dilakukan pemetaan indeks S4 di atas Manado, Pontianak dan Bandung. Dari hasil penelitian ini menunjukkan jumlah kemunculan sintilasi kategori kuat ($S4 > 0,5$) bulanan di atas Manado selalu lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya. Sintilasi kuat yang terdeteksi di suatu stasiun belum tentu terdeteksi di stasiun lainnya. Untuk peristiwa sintilasi yang sangat intensif, kemunculan sintilasi dapat terdeteksi oleh semua stasiun pengamatan tetapi durasinya berbeda-beda. Durasi sintilasi kuat di atas Bandung merupakan yang paling lama mencapai 4 jam dibandingkan dengan Pontianak kurang dari 2 jam dan Manado kurang dari 1 jam. Berdasarkan peta kemunculan sintilasi[7].

Penelitian yang berjudul “Karakteristik *Equatorial Plasma Bubbles* (EPB) dari Pengamatan Radar Atmosfer Equator (EAR)”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dalam penelitian ini dibahas beberapa karakteristik penting yang teramati oleh sistem *Equatorial Atmosphere Radar* yang telah dioperasikan di Kototabang. Sistem antena Radar disusun sedemikian sehingga mampu mengamati gangguan lapisan ionosfer yang terjadi tegak lurus terhadap garis-garis medan magnet, teramati sebagai *Field Aligned Irregularities* (FAI). Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh dua macam gelembung plasma yaitu *Post-Sunset* dan *Post-Midnight* yang keduanya dikendalikan oleh mekanisme fisis yang berbeda. Hasilnya memberikan gambaran lebih baik tentang mekanisme kejadian EPB/ESF yang sangat bermanfaat dalam pengamatan model ketidakstabilan plasma, serta untuk melengkapi hasil pengamatan peralatan lainnya yang sudah ada[8].

Penelitian yang berjudul. “Analisis Dampak Flare Tipe X September 2014 Terhadap Sistem Navigasi dan Posisi Berbasis Satelit dari Pengamatan GISTM Kupang”. Pada penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi kerapatan elektron dan ion di lapisan ionosfer meningkat akibat adanya peningkatan aktivitas Matahari dan akan berdampak pada propagasi gelombang

radio dari satelit ke penerima, yaitu dapat menyebabkan perlambatan (delay). Delay tersebut berdampak pada pergeseran tingkat akurasi pengukuran posisi pada sistem satelit navigasi Global Navigation Satellite System (GNSS). Dari hasil penelitian ini menunjukkan analisis pengukuran posisi absolute GPS stasiun tetap Darwin Australia saat badai geomagnet fase utama tanggal 12 September 2014 menyebabkan kesalahan vertikal mencapai lebih dari 20 meter[9].

Penelitian yang berjudul. “*Low-latitude Scintillation Occurrences Around the Equatorial Anomaly Crest Over Indonesia*”. Pada penelitian ini bertujuan mempelajari ionosfer lintang rendah di sektor Indonesia selama periode 2009-2011 menggunakan GPS dipasang, Bandung dan Pontianak menganalisis klimatologi dan arah karakteristik. Analisis untuk mempelajari hubungan antara *satellite-receiver* dan spasial struktur ketidakteraturan ionosfer. Secara umum, Stasiun Bandung berada di bawah puncak selatan wilayah anomali khatulistiwa, sedangkan stasiun Pontianak berada di arah khatulistiwa dari puncak anomali khatulistiwa. Dalam penelitian ini menggunakan data sintilasi amplitudo yang diperoleh dari stasiun Bandung dan Pontianak pada bulan Januari 2009 hingga Desember 2011. Untuk Pontianak menemukan distribusi sintilasi ke arah barat yang memungkinkan besar terkait dengan struktur gelembung plasma. Hasil yang diperoleh dari analisis arah dari data Bandung dan Pontianak menunjukkan bahwa sintilasi yang lebih tinggi di langit utara Bandung dan di langit selatan pontianak[10].

Penelitian yang berjudul . “*Study on Season Variations of Plasma Bubble Occurrence over Hong Kong Area Using GNSS Observations*”. Pada penelitian bertujuan mempelajari karakteristik dan penyebab variasi musiman terjadinya gelembung plasma di wilayah Hong Kong diselidiki menggunakan jaringan *Global Navigasi Sistem Satellite* (GNSS) lokal. Secara umum, Kemunculan gelembung plasma lebih besar di dua equinoxs daripada di dua soltiss. Dari hasil penelitian ini menunjukkan terjadinya gelembung plasma umumnya lebih besar di dua equinoxs daripada di dua soltiss. Selama dua equinox, terminator surya sejajar dengan medan geomagnet, yang mengarah pada peningkatan aktivitas plasma[11].

2.2 Sejarah Ionosfer

Meskipun ionosfer terbentuk dari interaksi antara atmosfer atas dan sinar UV, penelitian tentang ionosfer tidak dimulai dari studi mengenai ionisasi molekul atmosfer oleh sinar UV. Penelitian tentang ionosfer bermula dengan penemuan teori dan perilaku gelombang



elektromagnetik serta komunikasi nirkabel menggunakan gelombang radio. Keberadaan lapisan yang memantulkan gelombang radio di atmosfer menimbulkan rasa ingin tahu di kalangan ilmuwan untuk menyelidiki lebih lanjut lapisan tersebut. Salah satunya adalah Edward Appleton, yang mengembangkan ionosonda pertama pada tahun 1924. Penemuan ini mengungkapkan adanya ionosfer. Setahun kemudian, Appleton menemukan lapisan pemantul lain yang dikenal sebagai lapisan F[12].

Penelitian tentang ionosfer sangat penting karena lapisan ini merupakan media propagasi bagi sinyal komunikasi satelit dan radio. Selain ionosonda, radar, roket, dan satelit kini digunakan untuk mendukung penelitian ionosfer karena sifatnya yang dinamis. Marconi, Oliver Heaviside, dan Arthur Kennelly melanjutkan penelitian mengenai lapisan pemantul gelombang radio di atmosfer. Pada tahun 1902, mereka berhasil membuktikannya, dan lapisan ini kemudian dikenal sebagai lapisan Kennelly-Heaviside, yang sekarang disebut sebagai lapisan E ionosfer[13].

2.3 Ionosfer

Matahari, selain memancarkan cahaya tampak, juga memancarkan sinar ultraviolet (UV) yang meningkat intensitasnya saat terjadi flare. Radiasi UV ini memicu proses fotoionisasi di atmosfer bagian atas, di mana sinar UV menyebabkan ionisasi molekul-molekul di sana, menghasilkan bagian atmosfer yang penuh dengan ion-ion positif dan elektron. Bagian ini disebut ionosfer. Terdapat dua jenis variasi pada ionosfer, yaitu variasi harian dan musiman:

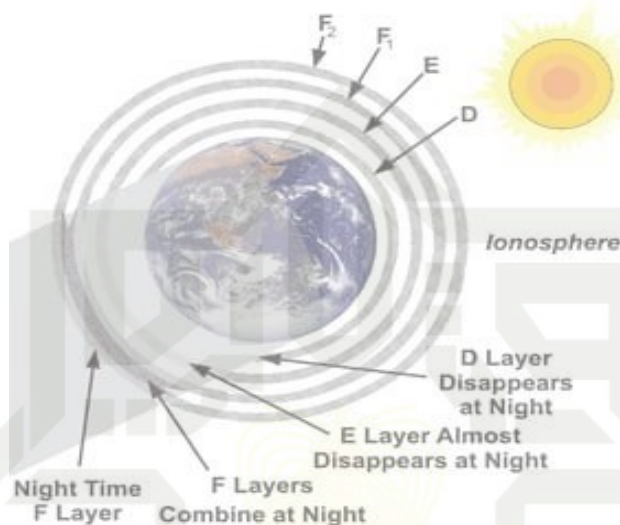
- a) Variasi harian dan lapisan ionosfer
- b) Variasi musiman dan variasi terhadap siklus Matahari.

- 1) Variasi harian dan lapisan ionosfer Variasi harian pada ionosfer dipengaruhi oleh rotasi Bumi. Pada siang hari, ketika radiasi Matahari maksimal, ionosfer terbagi menjadi empat lapisan: F2, F1, E, dan D, yang tersusun berdasarkan ketinggian. Pada malam hari, proses rekombinasi (kebalikan dari ionisasi) terjadi lebih dominan di lapisan bawah (E dan D), dan lapisan F1 bergabung dengan F2 sehingga hanya tersisa satu lapisan, yaitu F.
- 2) Variasi musiman dan siklus Matahari Selain rotasi Bumi, ionosfer juga dipengaruhi oleh perubahan musiman dan siklus Matahari. Pada musim panas, lapisan D, E, dan F1

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mencapai kerapatan elektron tertinggi, sementara lapisan F2 mencapai puncaknya pada musim dingin. Selama puncak aktivitas Matahari, semua lapisan ionosfer mengalami peningkatan kerapatan elektron. Sebaliknya, saat aktivitas Matahari menurun, kerapatan elektron di semua lapisan juga berkurang.[14]



Gambar 2.1: Ilustrasi lapisan ionosfer pada siang hari dan malam hari[15]

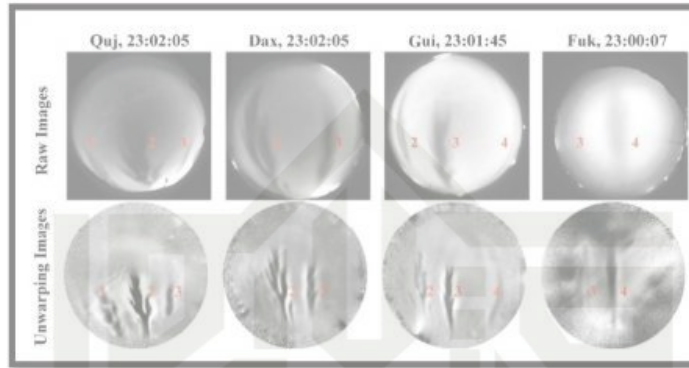
2.4 Equatorial Plasma Bubble

Plasma bubble atau yang dikenal dengan *equatorial plasma bubble* (EPB) merupakan penurunan densitas plasma di lapisan F-ionosfer yang terjadi pada malam hari dan biasanya terjadi di daerah ekuator dan lintang rendah. Disebut *plasma bubble* karena fenomena ini mirip dengan gelembung (*bubble*) pada zat cair. EPB pada umumnya berbentuk memanjang secara vertikal seperti yang terlihat pada gambar 2.2 EPB mulai tumbuh dari bagian bawah F-ionosfer dan mengalami ekstensi secara vertikal hingga mencapai lapisan atas ionosfer. EPB dibangkitkan oleh mekanisme ketidakstabilan Rayleigh-Taylor atau dikenal dengan Rayleigh-Taylor *instability* (RTI) *mechanism*. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan EPB adalah peningkatan medan listrik arah timur yang disebut dengan *pre-reversal enhancement* (PRE)[16].

EPB merupakan salah satu iregularitas ionosfer yang sangat penting untuk dipelajari karena dapat menyebabkan kesalahan atau *error* penentuan posisi GPS. Penjalaran sinyal GPS yang melewati area EPB akan mengalami sintilasi sehingga kesalahan posisi GPS akan semakin

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gambar 2.2 menunjukkan bentuk morfologi dari EPB yang diamati dengan airglow imager. Bentuk memanjang yang lebih gelap dalam gambar 2.2 yang ditunjukkan dengan angka 1,2,3,4 merupakan penurunan densitas plasma.

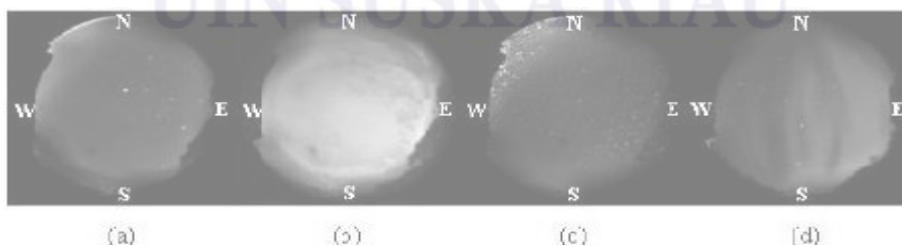


Gambar 2.2 : Contoh EPB yang diamati menggunakan Airglow imager di empat tempat berbeda di China, Daxing, Fuke, Guiping[17].

2.5 Karakteristik *Equatorial Plasma Bubble*

Equatorial plasma bubble (EPB) biasanya terjadi setelah matahari terbenam dan terus meningkat seiring bertambahnya ketinggian. Selain itu, EPB memiliki bentuk yang panjang dan mengalami ekstensi ke belahan bumi bagian utara dan selatan sepanjang garis geomagnet. Sementara itu selama periode aktivitas matahari minimum, EPB terjadi setelah tengah malam. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan contoh-contoh citra airglow imager pada panjang gelombang 630 nm dengan kondisi langit yang berbeda di atas kototabang. Bagian utara geografis adalah ke arah atas dari titik tengah dan timur geografis berada di arah sebelah kanan.

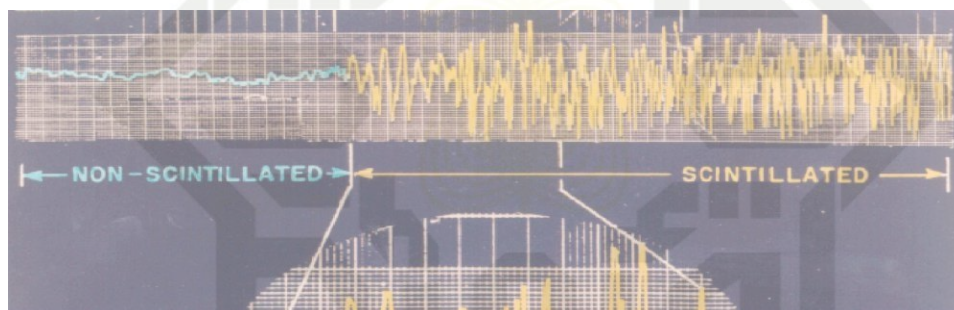
(a) langit cerah dengan banyak bintang, (b) berawan, (c) hujan (d) langit cerah dengan banyak bintang dan teramati gelembung plasma.



Gambar 2.3 : kondisi dari citra airglow imager[18]

2.7 Gangguan yang di Sebabkan Sintilasi

Sintilasi ionosfer adalah gangguan pada sinyal satelit ketika melewati plasma ionosfer, yang disebabkan oleh turbulensi plasma atau ketidakaturan densitas elektron. Gangguan ini mengakibatkan fluktuasi cepat pada amplitudo dan fase sinyal, serta fading amplitudo yang sangat cepat [Jacowski dkk., 2012]. Gambar 2.6 memperlihatkan ilustrasi sintilasi ionosfer, menampilkan perbandingan antara sinyal radio yang tidak terganggu dan yang terganggu oleh fenomena sintilasi. Fenomena sintilasi ionosfer mirip dengan kerlap-kerlip bintang pada malam hari, yang disebabkan oleh ketidakstabilan di ionosfer[23]. Sintilasi diukur dengan indeks S4, yang berkisar antara 0 hingga 1 tanpa satuan. Sintilasi ionosfer terjadi di lapisan F ionosfer, dengan ketinggian di Indonesia sekitar 250 kilometer ke atas. Fenomena ini sering terjadi di daerah kutub dan ekuator[24].



Gambar 2.6 : Ilustrasi sinyal radio yang tidak terganggu dan yang terganggu fenomena sintilasi[20]

2.8 All-sky Airglow Imager (ASI)

Penelitian ini menggunakan All-sky Airglow Imager (ASI) yang diinstal di BRIN Kototabang, Sumatera Barat, Indonesia, sejak bulan Oktober 2002 sebagai bagian dari Optical Mesosphere Thermosphere Imager (OMTIs). Peralatan ini menggunakan lensa fisheye, sebuah cooled CCD camera, dan lima buah filter optik dengan pass-band yang sesuai dengan perbedaan proses emisinya dari ketinggian yang berbeda. Penelitian ini juga menggunakan panjang gelombang 630 nm yang dipancarkan melalui rekombinasi disosiatif ion molekul oksigen O_2^+ yang dihasilkan oleh oksigen netral O^+ [25].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7 *All-sky Airglow Imager (ASI)*

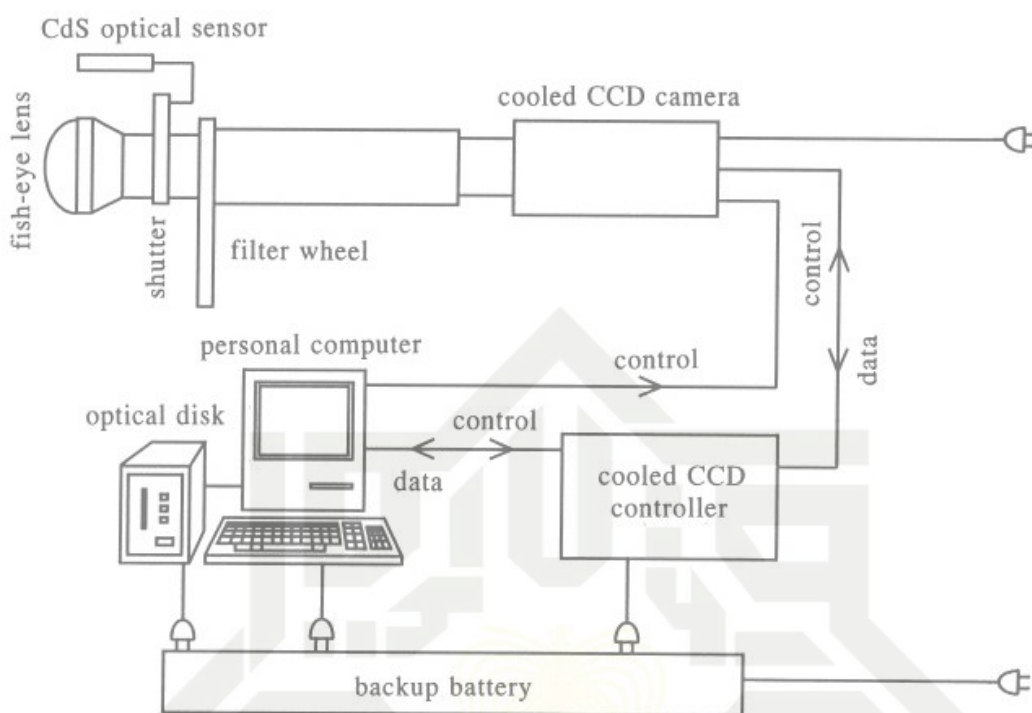


Gambar 2.8 Lensa *All-sky Airglow Imager*

Kerapatan ion netral hampir sebanding dengan kerapatan elektron di lapisan F, di mana puncak kerapatan elektron terletak pada ketinggian 400 km. Selain itu, kerapatan molekul oksigen netral meningkat ketika ketinggian menurun. Oleh karena itu, emisi 630 nm terjadi di bagian bawah lapisan F, pada ketinggian antara 200 hingga 300 km.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



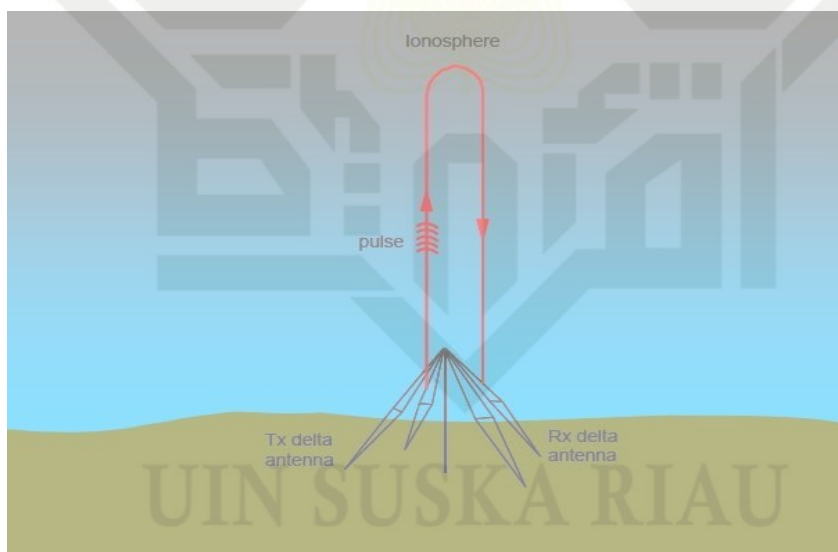
Gambar 2.9 Rangkaian alat *All-sky Airglow Imager*

Shutter dikendalikan oleh komputer pribadi yang dirancang untuk menutup saat terdeteksi siang hari oleh sensor optik CdS sebagai bagian dari sistem keamanan file. Peralatan Airglow Imager dilengkapi dengan filter wheel untuk mengubah panjang gelombang selama pengambilan foto. Data gambar dari kamera direkam pada disk optik berkapasitas 640 MB melalui komputer dan dapat diakses, beroperasi selama lebih dari 10 menit. Kamera dapat mendeteksi gambar Airglow dengan pencahayaan selama 2-3 menit untuk emisi OI, Na, dan O2-band, serta 15 detik untuk emisi OH-band.

2.9 Ionosonda Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) Kototabang

Ionosonda FMCW Kototabang adalah untuk mengamati perilaku irregularitas ketidakseragaman di lapisan Ionosfer, Ionosonda dioperasikan pada awal maret 2004 oleh NICT Jepang telah bekerja sama dengan beberapa negara di Asia Tenggara untuk memasang perangkat pengamatan ionosfer. Salah satu jaringan perangkat tersebut adalah ionosonda tipe FMCW (*Frequency Modulation Continuous Wave*) yang ditempatkan di Kototabang sebagai hasil kolaborasi antara NICT dan LAPAN.

Hasil pengamatan yang berupa citra ionogram dalam format file PNG dapat diproses menggunakan berbagai perangkat lunak seperti Microsoft Paint, Excel, dan perangkat lain yang serupa. Ionosonda berfungsi untuk mengamati perilaku yang terjadi dilapisan ionosfer. Ionosonda ini digunakan untuk frekuensi radio HF, Navigasi pesawat terbang, Orari unit Receiver Penerima dan pengirim Ionosonda yang satu TX ini berfungsi untuk mengirim sinyal gelombang dan RX model SKI-02098 RC/A sanko-sha inct untuk menerima data yang berbentuk ionogram yang terlihat pada gambar di bawah ini.



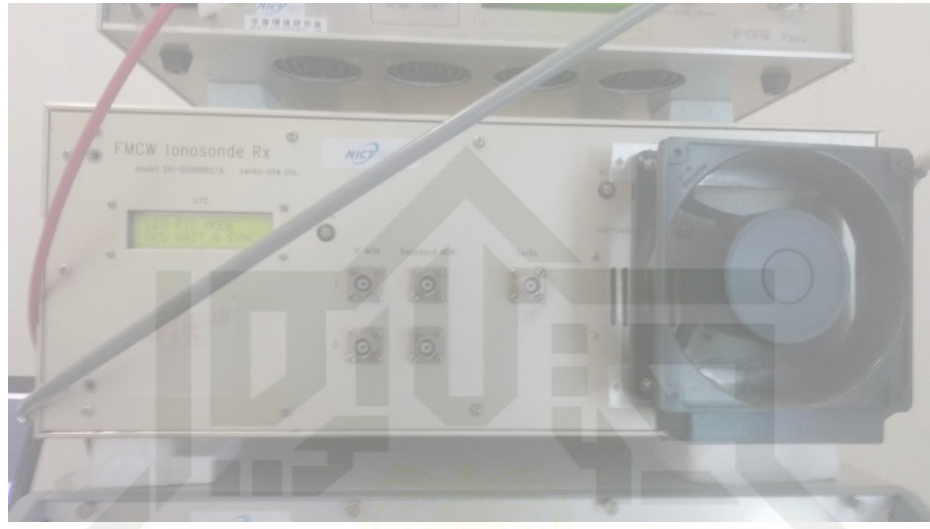
Gambar 2.10 Sinyal Ionosonda

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ionosonde Rx FMCW berfungsi sebagai kontrol Pengambilan data Ionogram di lapisan ionosfer serta memproses SKManager/SKSonde yang terdapat di Windows PC yang akan mengontrol Proses *Transmit* dan *Receive signal*.



Gambar 2.11 Ionosonda Rx FMCW

Di sini hanya akan dijelaskan pengoperasian Ionosonda tipe FMCW (*Frequency Modulation Continuous Wave*) yang sudah dimodifikasi, oleh NICT Jepang untuk mengamati perilaku di ionosfer dengan spesifikasi sistem sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Sistem Ionosonda

System	<i>Frequency Modulated-Continuous Wave (FM-CW).</i>
<i>Transmit Power</i>	20 W (puncak), 10 W (rata-rata).
<i>Frequency Range</i>	2-20 W MHz. (sistim mendukung sampai 30 MHz. Tapi di batasihanya 20 MHz. untuk mencegah interverensi dengan peralatan EAR.
<i>Sweep Rate</i>	100 KHz/sec. (Sistem mendukung 200 dan 500KHz/sec dengan baik).
<i>Sweep Time</i>	3 min (18 MHz / 100 KHz /sec).
<i>Sweep Repetition</i>	5 Min.

1.10 © *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System adalah sistem navigasi berbasis satelit yang memanfaatkan sinyal satelit untuk menentukan posisi lokasi, waktu, dan informasi lainnya di berbagai kondisi geografis di seluruh dunia. *Scintillation* merujuk pada perubahan cepat dalam intensitas sinyal yang terjadi ketika sinyal satelit GPS melewati atmosfer Bumi.

Efek scintillation biasanya terjadi ketika sinyal GPS melewati bagian atas atmosfer yang memiliki gangguan ionosfer, yang bisa disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk aktivitas matahari dan kondisi atmosfer. Pada dasarnya pengoperasian alat GPS di bawah kondisi scintillation dapat menimbulkan tantangan karena fluktuasi sinyal yang dapat memengaruhi akurasi dan keandalan penentuan lokasi. Gambar Global Positioning System (GPS) sebagai berikut



Gambar 2.12 GPS Sintilasi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, penulis menjelaskan langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam penyelesaian tugas akhir. Bagian ini menjelaskan sistem yang diimplementasikan untuk mendapatkan hasil pengolahan data kemunculan plasma bubble dengan menggunakan tiga instrumen utama, yaitu: Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS sintilasi yang disediakan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Kototabang. Masing-masing instrumen ini memiliki peran penting dalam penelitian.

Airglow Imager digunakan untuk mengamati fenomena airglow di lapisan ionosfer, yang dapat memberikan informasi tentang dinamika dan struktur ionosfer pada malam hari. Ionosonda berfungsi untuk mengukur profil elektron vertikal di ionosfer, membantu dalam mengidentifikasi lapisan ionosfer dan fenomena yang terjadi di dalamnya. GPS sintilasi, di sisi lain, digunakan untuk mendeteksi gangguan pada sinyal GPS yang disebabkan oleh variasi kecil dalam kepadatan elektron di ionosfer, yang sering terkait dengan fenomena seperti gelembung plasma (plasma bubble).

Penelitian ini dilakukan pada bulan November dengan memahami karakteristik dan perilaku gelembung plasma secara lebih mendalam, penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan kapan dan di mana gangguan tersebut kemungkinan besar akan terjadi. Model ini dapat digunakan untuk memperingatkan operator sistem komunikasi satelit sehingga mereka dapat mengambil langkah-langkah mitigasi, seperti menyesuaikan frekuensi operasi atau meningkatkan daya sinyal untuk mengurangi dampak gangguan.

3.1 Lokasi Penelitian

Berikut ini adalah lokasi penelitian yang dapat dilihat melalui Google Maps.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian

3.2 Alur Penelitian

Gambar 3.2 adalah alur penelitian yang dilakukan. Bagian ini menjelaskan sistem yang diimplementasikan untuk memperoleh hasil pengolahan data sinyal satelit menggunakan tiga instrumen utama: Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS sintilasi. Ketiga instrumen ini dipasang di wilayah pengukuran Kototabang. Penelitian ini diawali dengan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan sumber-sumber yang relevan dengan topik penelitian. Studi ini melibatkan pengamatan musiman kemunculan plasma bubble yang menyebabkan gangguan pada lapisan ionosfer.

Plasma bubble adalah fenomena yang terjadi di ionosfer dan dapat menyebabkan gangguan signifikan pada sistem komunikasi satelit. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan kemunculan gelembung plasma dan dampaknya terhadap komunikasi satelit. Gelembung plasma sering muncul lebih banyak selama periode aktivitas matahari tinggi dibandingkan dengan periode aktivitas matahari rendah. Siklus aktivitas matahari ini memiliki puncak setiap sebelas tahun, dengan peningkatan aktivitas yang signifikan pada tahun 2013 dan 2015, terutama selama musim ekuinoks.

Alasan hanya melakukan pengukuran data dari 2013 dan 2015 di karenakan adanya ketersediaan data di tiap-tiap instrument. Penulis melakukan kalibrasi alat dan data yang diminta beberapa instrumen ada kekosongan data contohnya di instrumen ionosonda, ketika pengambilan data pada tahun 2013 dan 2014 di instrumen airglow imager dan GPS sintilasi ternyata di ionosonda pada tahun 2014 mengalami perbaikan alat oleh pihak BRIN. Mengambil dua tahun terakhir saja pada tahun 2013 dan 2015 Setelah itu, dilakukan identifikasi masalah yang mencakup rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta batasan-batasan penelitian.

Hak Cipta Ditanggung oleh Penulis

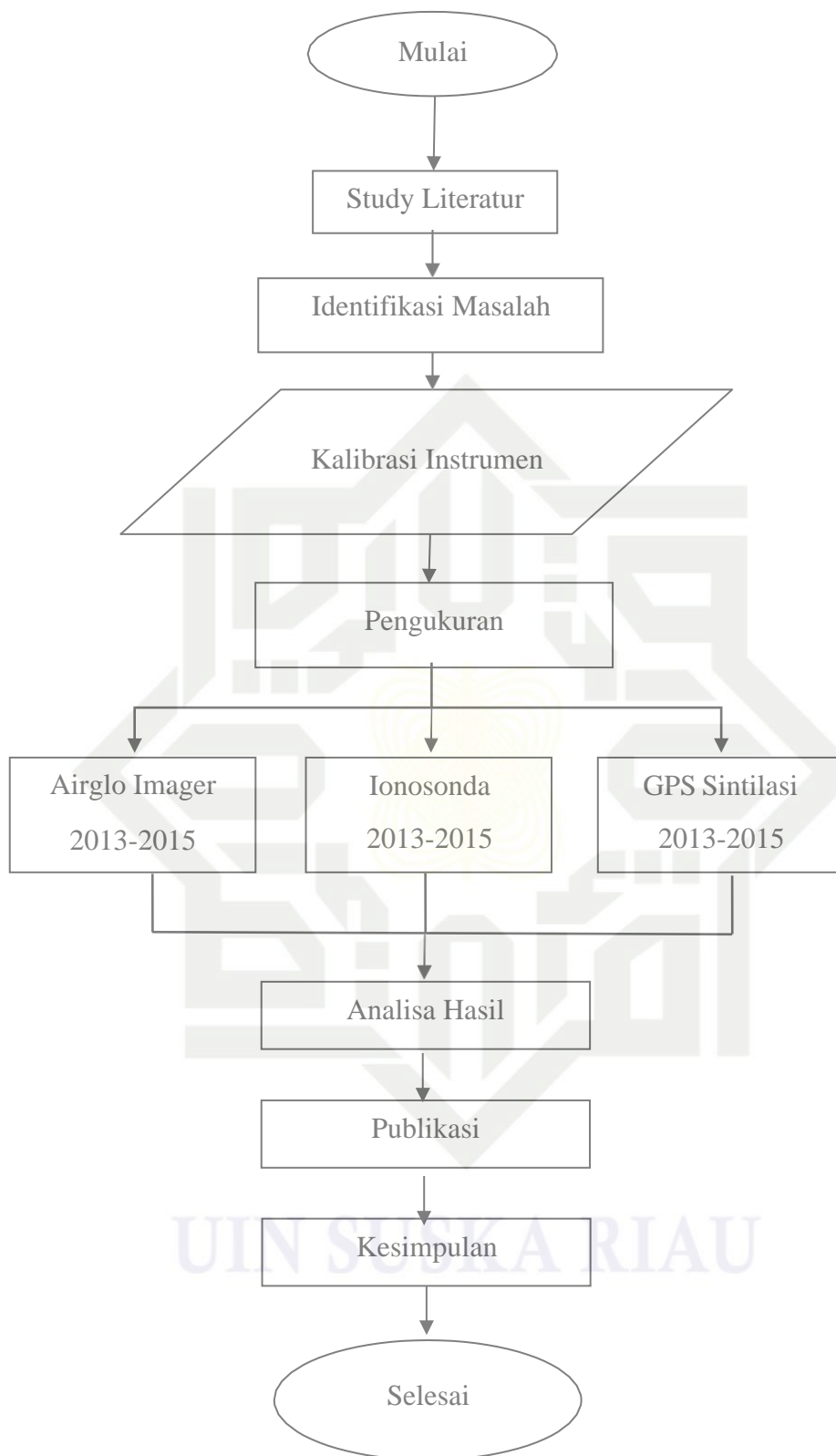
Hak Cipta dan Hak Moral dimiliki UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 : Diagram Alir penelitian EPB

3.3 Kalibrasi Instrumen

Kalibrasi instrumen adalah proses penting untuk memastikan akurasi dan reliabilitas data yang dikumpulkan selama penelitian ini. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS Sintilasi, yang masing-masing memiliki peran dalam mengumpulkan data terkait gangguan ionosfer seperti plasma bubble dan sintilasi. Tujuan utama dari kalibrasi ini adalah untuk memvalidasi dan memastikan keakuratan data yang diperoleh dari ketiga instrumen tersebut.

1. Kalibrasi Airglow Imager

Airglow Imager adalah instrumen yang digunakan untuk menangkap gambar 2 dimensi dari fenomena airglow, yang dapat menunjukkan kemunculan gelembung plasma (plasma bubble). Pada tanggal 09-04-2013 dan 14-03-2015, instrumen ini digunakan untuk mengamati distribusi emisi pada ketinggian 200-300 km di bawah lapisan F ionosfer. Kalibrasi dilakukan dengan memastikan filter optik bekerja dengan baik untuk memisahkan emisi dari ketinggian berbeda. Data yang diperoleh dari gambar 2 dimensi ini membantu mengidentifikasi frekuensi dan lokasi kemunculan plasma bubble, yang merupakan indikator utama gangguan pada sinyal komunikasi satelit.

2. Kalibrasi Ionosonda

Ionosonda digunakan untuk mengukur profil kerapatan elektron di lapisan F ionosfer dan mendapatkan data ionogram. Data ini sangat penting untuk menganalisis fenomena sintilasi yang dapat mengganggu jaringan komunikasi. Kalibrasi ionosonda dilakukan dengan memastikan respons instrumen terhadap sinyal yang dikenal sesuai dengan standar dan membandingkan data aktual dengan profil ionosfer standar. Pada tanggal 09-04-2013 dan 14-03-2015, data ionogram menunjukkan variasi ketinggian dan kepadatan di lapisan F, yang mengindikasikan adanya gangguan seperti sintilasi. Hal ini mempengaruhi transmisi sinyal satelit dan menyebabkan fluktuasi intensitas, yang berdampak pada jaringan komunikasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Kalibrasi GPS Sintilasi

GPS Sintilasi berfungsi sebagai penerima sinyal GPS dan mengukur indeks S4, yang menunjukkan intensitas fluktuasi sinyal akibat gangguan plasma bubble dan sintilasi. Kalibrasi dilakukan dengan menyesuaikan perangkat penerima agar dapat mengukur fluktuasi sinyal dengan akurat dan mengatur waktu serta frekuensi penerima sesuai dengan sumber sinyal stabil. Pada tanggal 09-04-2013 dan 14-03-2015, grafik S4 menunjukkan indeks sintilasi yang mengukur fluktuasi intensitas sinyal GPS. Data ini menunjukkan bahwa plasma bubble menyebabkan gangguan signifikan pada sinyal GPS, mengakibatkan ketidakmampuan untuk menentukan posisi koordinat dengan tepat. Indeks S4 membantu dalam mengidentifikasi tingkat dan frekuensi gangguan serta hubungannya dengan aktivitas ionosfer.

Tahapan Pengukuran

Pengukuran ini bertujuan untuk memahami analisis kemunculan plasma bubble dengan menggunakan tiga instrumen utama: Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS Sintilasi. Ketiga instrumen ini dipilih karena mampu memberikan data yang komprehensif mengenai kondisi ionosfer dan fenomena plasma bubble yang dapat mengganggu transmisi sinyal satelit. Pengukuran dilakukan di BRIN Kototabang, Sumatera Barat, selama periode penelitian dari tahun 2013 hingga 2015, dengan fokus khusus pada tanggal 9 April 2013 dan 14 Maret 2015.

Airglow Imager berperan penting dalam mendeteksi kemunculan gelembung plasma melalui data visual 2 dimensi pada panjang gelombang 630 nm. Data dari Airglow Imager memungkinkan visualisasi fenomena plasma bubble yang mempengaruhi kinerja komunikasi satelit. Ionosonda memberikan profil densitas elektron di lapisan F ionosfer melalui ionogram, yang berguna untuk mengidentifikasi fluktuasi yang dapat menyebabkan sintilasi. GPS Sintilasi, sebagai penerima sinyal, mencatat indeks S4 yang mengindikasikan tingkat gangguan pada sinyal GPS. Pengukuran yang dilakukan dengan Airglow Imager pada tanggal (9 April 2013 dan 14 Maret 2015) menunjukkan gambar 2 dimensi dari fenomena airglow pada panjang gelombang 630 nm. Melalui gambar tersebut, kemunculan plasma bubble dapat diidentifikasi dengan jelas sebagai area dengan intensitas cahaya yang rendah, yang disebabkan oleh



menurun densitas plasma di daerah tersebut. Data ini memvalidasi bahwa pada tanggal-tanggal tersebut, terjadi gangguan di ionosfer yang dapat mempengaruhi transmisi sinyal satelit.

Selanjutnya, data dari Ionosonda memberikan profil densitas elektron yang lebih rinci melalui ionogram. Pada pengukuran yang sama, ionogram menunjukkan fluktuasi signifikan pada lapisan F ionosfer, yang mengindikasikan adanya fenomena sintilasi. Fluktuasi ini menyebabkan ketidakstabilan pada transmisi sinyal radio, termasuk sinyal satelit, yang sangat bergantung pada kondisi ionosfer. Dengan membandingkan data dari Airglow Imager dan Ionosonda, terlihat kemunculan plasma bubble dan peningkatan fluktuasi pada ionogram, sehingga mengonfirmasi adanya gangguan yang mempengaruhi sistem komunikasi satelit. Instrumen GPS Sintilasi memberikan data berupa indeks S4, yang mengukur intensitas sintilasi atau gangguan sinyal GPS. Pada tanggal (9 April 2013 dan 14 Maret 2015) yang sama, indeks S4 menunjukkan nilai yang tinggi, menandakan gangguan yang signifikan pada sinyal GPS.

Gangguan ini menyebabkan penerima GPS mengalami kesulitan dalam menentukan posisi yang akurat, menunjukkan efek langsung dari fenomena plasma bubble dan sintilasi terhadap sistem komunikasi satelit. Dengan demikian, data dari GPS Sintilasi, yang menunjukkan peningkatan indeks S4, mendukung temuan dari Airglow Imager dan Ionosonda, memperkuat validasi bahwa kemunculan plasma bubble dan sintilasi secara nyata mempengaruhi performa sistem komunikasi satelit.

Melalui analisa gabungan dari ketiga instrumen ini, penelitian berhasil membuktikan bahwa fenomena plasma bubble dan sintilasi di ionosfer memiliki dampak signifikan terhadap sistem komunikasi satelit. Pengukuran yang akurat dari Airglow Imager, Ionosonda, dan GPS Sintilasi memberikan bukti kuat tentang bagaimana gangguan ionosfer dapat menyebabkan masalah dalam transmisi sinyal satelit, menekankan pentingnya pemantauan terhadap fenomena ini untuk menjaga kondisi komunikasi satelit.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kemunculan plasma bubble pada tanggal 09-04-2013 dan 14-03-2015, ditemukan data signifikan antara data visual, ionogram, dan indeks scintillation (S4). Hal ini menunjukkan bahwa setiap kemunculan plasma bubble mempengaruhi berbagai parameter yang dapat diamati dan diukur.

1. Pada tanggal 09-04-2013, gelembung plasma mulai muncul pukul 14:25 UT dan berkembang hingga pukul 15:20 UT. Sementara itu, pada tanggal 14-03-2015, kemunculan plasma bubble teramati dari pukul 15:47 UT hingga 16:09 UT. Ini menunjukkan bahwa fenomena plasma bubble bisa diamati melalui perubahan visual pada citra airglow.
2. Data ionogram menunjukkan gangguan pada lapisan F ionosfer, ditandai dengan sintilasi yang mengaburkan gelombang radio pada berbagai frekuensi. Pada tanggal 09-04-2013, gangguan teramati pada frekuensi 6 MHz, 10 MHz, dan 14 MHz dengan ketinggian gelombang 250 km hingga 210 km. Pada tanggal 14-03-2015, gangguan serupa teramati pada frekuensi 6 MHz, 10 MHz, dan 13 MHz dengan ketinggian yang sama. Ini menunjukkan bahwa plasma bubble dapat mempengaruhi transmisi gelombang radio pada berbagai frekuensi.
3. Indeks scintillation (S4) meningkat signifikan bersamaan dengan kemunculan plasma bubble. Pada 09-04-2013, indeks S4 mulai naik sekitar pukul 14 UT, memuncak antara pukul 14 hingga 16 UT, lalu menurun. Pola serupa terjadi pada 14-03-2015. Peningkatan ini mengonfirmasi gangguan pada propagasi sinyal GPS yang disebabkan oleh plasma bubble.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan frekuensi pengamatan dan menggunakan instrumen tambahan untuk mendapatkan data yang lebih rinci mengenai kemunculan dan perkembangan plasma bubble dan bisa mencegah atau mengurangi dampak yang ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. “Analisis Pengaruh Sintilasi Ionosfer Terhadap Akurasi Penentuan”.
2. C. Xiong, J. Xu, K. Wu, and W. Yuan, “Longitudinal Thin Structure of Equatorial Plasma Depletions Coincidentally Observed by Swarm Constellation and all-Sky Imager,” *J Geophys Res Space Phys*, vol. 123, no. 2, pp. 1593–1602, Feb. 2018, doi: 10.1002/2017JA025091.
3. S. Ekawati, “Efek Sintilasi Ionosfer Terhadap Gangguan Komunikasi Satelit,” 2010.
4. S. Saito, Y. Otsuka, and L. Pengamatan Atmosfer Lapan Kototabang, “Studi Variasi Musiman Kemunculan Plasma Bubble Menggunakan Airglow Imager Dan Gps Sintilasi Di Atas Kototabang [Study On Seasonal Variation Of Plasma Bubble Occurrences Observed By Gps Scintillation And Airglow Measurements Over Kototabang].”
5. “Analisis Pengaruh Sintilasi Ionosfer Terhadap Akurasi Penentuan”.
6. “Studi Musiman Kemunculan Plasma Bubble”.
7. S. Ekawati, S. Anggarani, and dan Dessi Marlia Pusat Sains Antariksa, “Perbandingan Karakteristik Aktivitas Sintilasi Ionosfer Di Atas Manado, Pontianak Dan Bandung Berdasarkan Data Gism (Characteristics Comparison Of Ionospheric Scintillation Activities Over Manado, Pontianak And Bandung Based On Gism Data),” Diterbitkan, 2016.
8. J. Fisika and D. Aplikasinya, “Karakteristik Equatorial Plasma Bubbles (EPB) dari Pengamatan Radar Atmosfer Equator (EAR).”
9. A. Husin, T. Dani, and A. Warsito, “Seminar Nasional Fisika 2017 Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA,” *Universitas Negeri Jakarta Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, p. 2017, doi: 10.21009/03.SNF2017.
10. P. Abadi, S. Saito, and W. Srigutomo, “Low-latitude scintillation occurrences around the equatorial anomaly crest over Indonesia,” *Ann Geophys*, vol. 32, no. 1, pp. 7–17, Jan. 2014, doi: 10.5194/angeo-32-7-2014.
11. L. Tang, W. Chen, O. P. Louis, and M. Chen, “Study on seasonal variations of plasma bubble occurrence over Hong Kong area using GNSS observations,” *Remote Sensing*, vol. 12, no. 15. MDPI AG, Aug. 01, 2020. doi: 10.3390/RS12152423.
12. A. Santoso, P. Pusat, and S. Antariksa, “Cuaca Antariksa Ekstrim: Dampaknya Pada Operasional Dan Sinyal Satelit.”
13. M. A. Abdu, E. Alam Kherani, I. S. Batista, E. R. de Paula, D. C. Fritts, and J. H. A Sobral, “Gravity wave initiation of equatorial spread F/plasma bubble irregularities based on observational data from the SpreadFEx campaign,” 2009. [Online]. Available: www.ann-geophys.net/27/2607/2009/

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

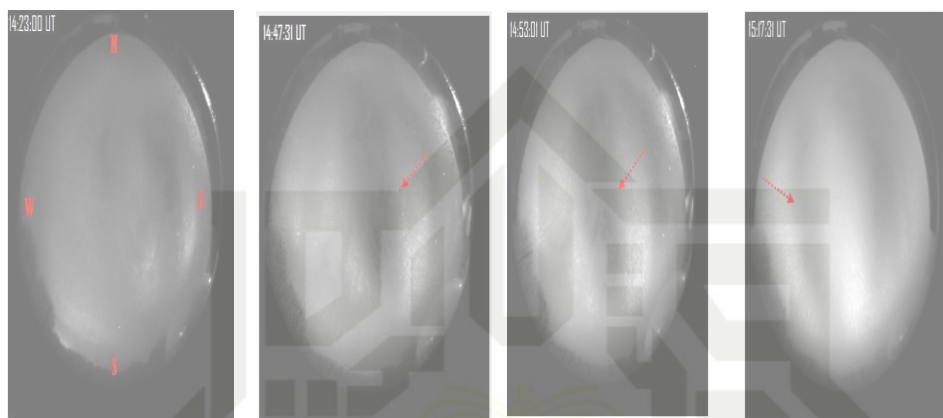
© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- 14] P. Abadi, Y. Otsuka, S. Supriadi, and A. Olla, "Probability of ionospheric plasma bubble occurrence as a function of pre-reversal enhancement deduced from ionosondes in Southeast Asia," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Apr. 2020. doi: 10.1063/5.0002321.
- 15] "Buku_Fenomena_Cuaca_Antariksa".
- 16] M. Yoon *et al.*, "Equatorial Plasma Bubble Threat Parameterization to Support GBAS Operations in the Brazilian Region." [Online]. Available: www.ion.org
- 17] L. C. Sun, J. Y. Xu, Y. J. Zhu, W. Yuan, and X. K. Zhao, "Case study of an Equatorial Plasma Bubble Event investigated by multiple ground-based instruments at low latitudes over China," *Earth and Planetary Physics*, vol. 5, no. 5, pp. 435–449, Sep. 2021, doi: 10.26464/epp2021048.
- 18] P. Abadi, Y. Otsuka, and T. Tsugawa, "Effects of pre-reversal enhancement of $E\mathbf{E} \times \mathbf{E}B$ drift on the latitudinal extension of plasma bubble in southeast asia international CAWSES-II symposium," *Earth, Planets and Space*, vol. 67, no. 1, Dec. 2015, doi: 10.1186/s40623-015-0246-7.
- 19] M. Rizal, E. Y. Handoko, and B. Muslim, "Analisa Nilai Tec (Total Electron Content) Pada Lapisan Ionosfer Dengan Menggunakan Data Pengamatan Gps Dua Frekuensi."
- 20] S. Ekawati, S. Anggarani, and dan Dessi Marlia Pusat Sains Antariksa, "Perbandingan Karakteristik Aktivitas Sintilasi Ionosfer Di Atas Manado, Pontianak Dan Bandung Berdasarkan Data Gism (Characteristics Comparison Of Ionospheric Scintillation Activities Over Manado, Pontianak And Bandung Based On Gism Data)," Diterbitkan, 2016.
- 21] "Analisis Pengaruh Sintilasi Ionosfer Terhadap Akurasi Penentuan".
- 22] "Studi Musiman Kemunculan Plasma Bubble".
- 23] S. Kumar, W. Chen, Z. Liu, and S. Ji, "Effects of solar and geomagnetic activity on the occurrence of equatorial plasma bubbles over Hong Kong," *J Geophys Res Space Phys*, vol. 121, no. 9, pp. 9164–9178, Sep. 2016, doi: 10.1002/2016JA022873.
- 24] S. Saito, Y. Otsuka, and L. Pengamatan Atmosfer Lapan Kototabang, "Studi Variasi Musiman Kemunculan Plasma Bubble Menggunakan Airglow Imager Dan Gps Sintilasi Di Atas Kototabang [Study On Seasonal Variation Of Plasma Bubble Occurrences Observed By Gps Scintillation And Airglow Measurements Over Kototabang]."
- 25] M. Abdu and E. Alam Kherani, "Annales Geofisika Inisiasi gelombang gravitasi dari penyebaran khatulistiwa F / penyimpangan gelembung plasma berdasarkan data pengamatan dari kampanye SpreadFEx," 2009. [Online]. Available: www.ann-geophys.net/27/2607/2009/

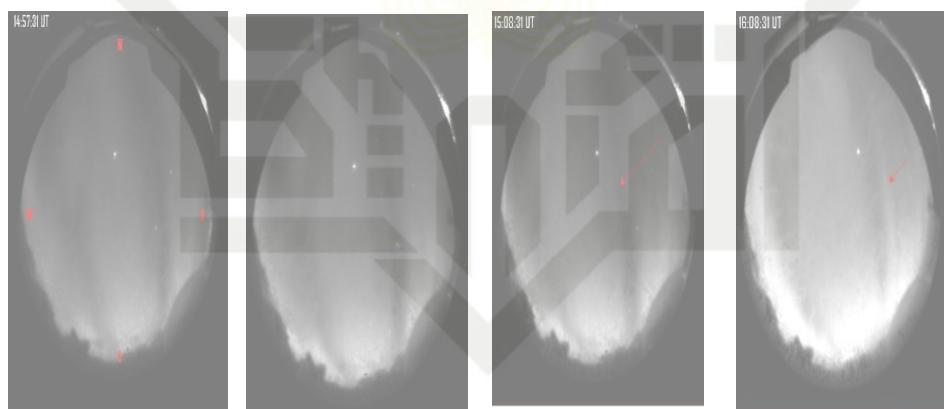
LAMPIRAN B

HASIL DATA VISUAL DAN GRAFIK

Pada lampiran B ini berisikan data visual plasma bubble, Hasil grafik ionogram dan grafik sintilasi Indeks S4.



Gambar B.1 Hasil Visual Plasma Bubble 09-04-2013



Gambar B.2 Hasil Visual Plasma Bubble 14-03-2015

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

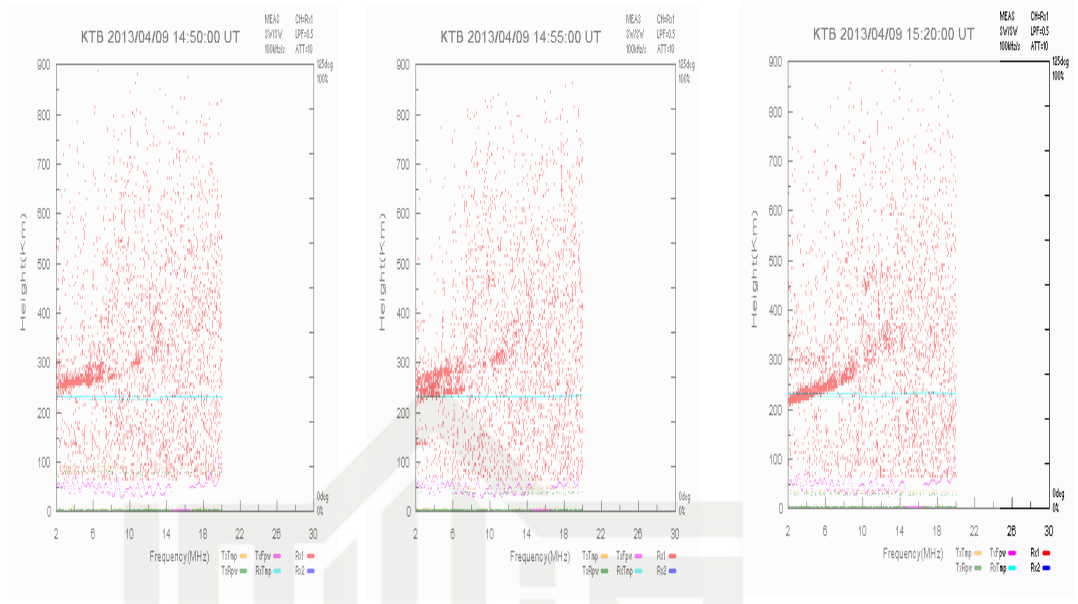


KTB 2013/04/09 14:25:00 UT

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

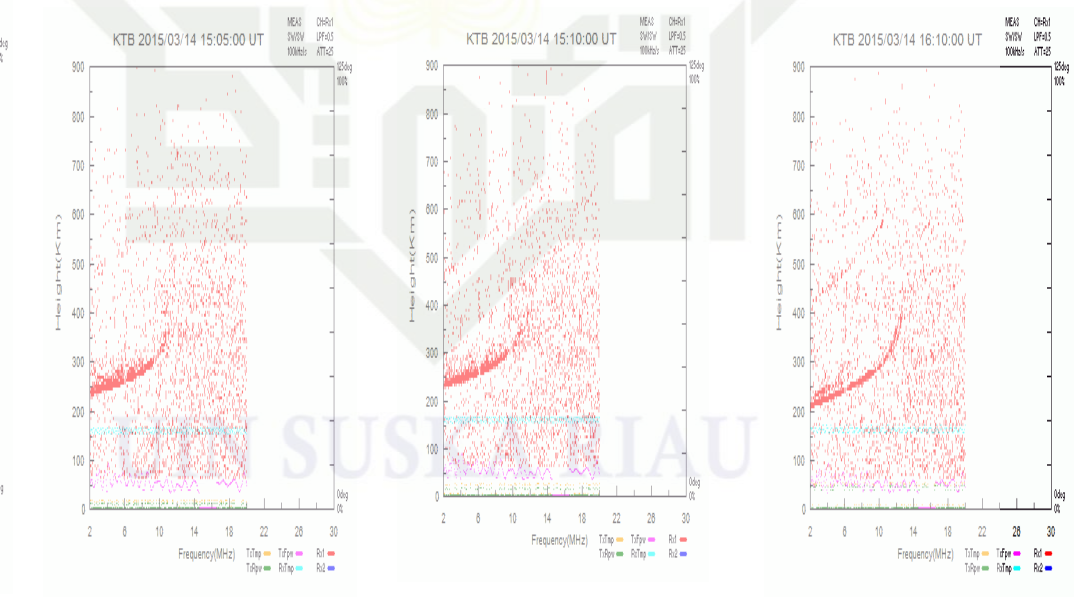
- 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
- 2. Dilarang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar B.3 Data ionogram di lapisan F 09-04-2013

KTB 2015/03/14 15:00:00 UT

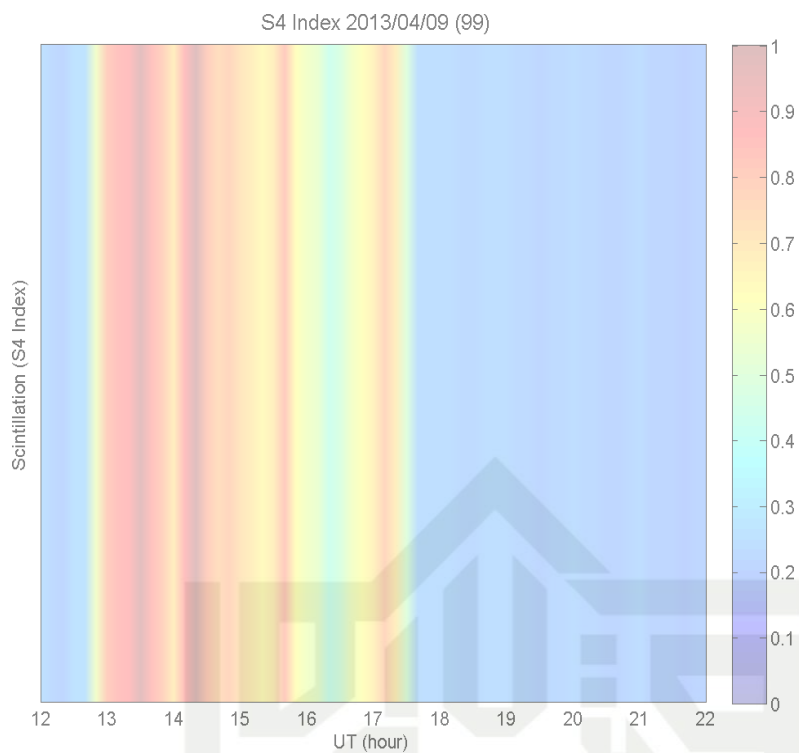
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



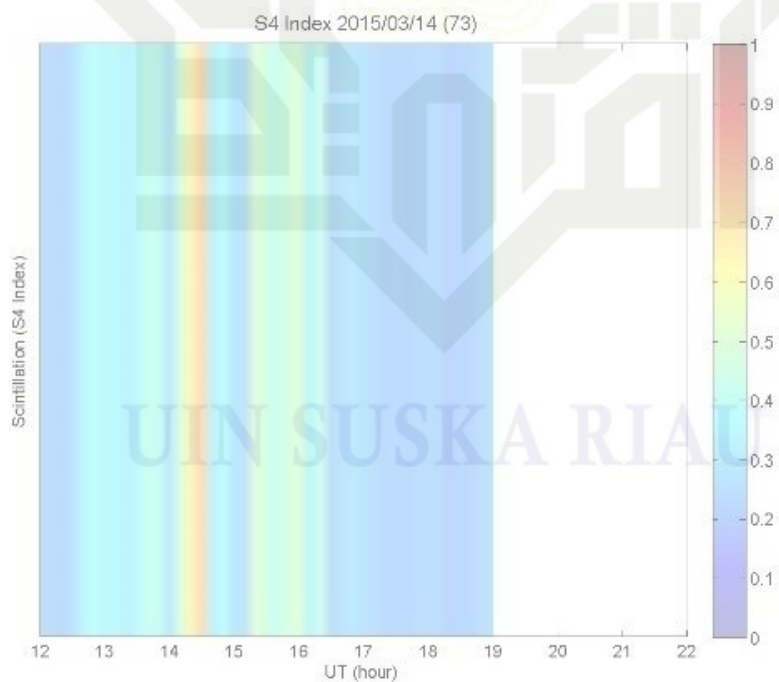
Gambar B.4 Data ionogram di lapisan F 14-03-2015

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar B.5 Grafik kemunculan sintilasi 09-04-2013



Gambar B.5 Grafik kemunculan sintilasi 14-03-2015

LAMPIRAN C
SERTIFIKAT PENELITIAN DI BADAN RISET DAN INOVASI
NASIONAL (BRIN) AGAM



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

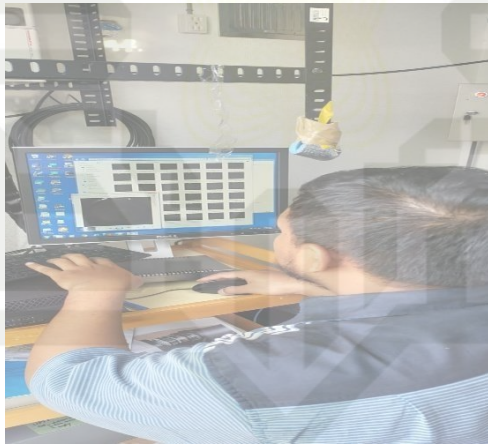
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN D

KEGIATAN DI BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL (BRIN) AGAM



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama saya Priyo Endro Suseno, biasanya teman-teman saya memanggil Priyo. Lahir di Grobogan 10 Oktober 1996. Buah kelahiran dari Bapak Nyaman dan Ibuk Markini. Saya adalah anak bungsu dari 3 bersaudara yang mana saya memiliki 2 saudara perempuan. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis diawali pada tahun 2005 di SDN 014 Sialang dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 2 Pkl Kuras lulus pada tahun 2014. Setelah itu, penulis melanjutkan ke SMKN 2 Pekanbaru dengan Jurusan Teknik Geomatika, lulus pada tahun 2017. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan studi ke Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulis juga melakukan sebuah penelitian pada bulan November 2021 dengan judul “Pengaruh Plasma Bubble Terhadap System Komunikasi Satellite (Studi Kasus: Brin Wilayah Kototabang)”.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.