

# **INOVASI DAN HILIRISASI TEKNOLOGI OBSERVASI ATMOSFER UNTUK MEMBANGUN KEMANDIRIAN NASIONAL**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
BIDANG TEKNOLOGI  
ELEKTRONIKA UNTUK LINGKUNGAN  
ATMOSFER DAN APLIKASINYA**



**OLEH:  
ASIF AWALUDIN**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

**INOVASI DAN HILIRISASI TEKNOLOGI  
OBSERVASI ATMOSFER UNTUK MEMBANGUN  
KEMANDIRIAN NASIONAL**

Diterbitkan pertama pada 2023 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 4.0 International license (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INOVASI DAN HILIRISASI TEKNOLOGI  
OBSERVASI ATMOSFER UNTUK MEMBANGUN  
KEMANDIRIAN NASIONAL**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
TEKNOLOGI ELEKTRONIKA UNTUK  
LINGKUNGAN ATMOSFER DAN APLIKASINYA**

OLEH:  
**ASIF AWALUDIN**

Penerbit BRIN



© 2023 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Inovasi dan Hilirisasi Teknologi Observasi Atmosfer untuk Membangun Kemandirian Nasional/  
Asif Awaludin–Jakarta: Penerbit BRIN, 2023.

vii + 86 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-38-6

978-623-8372-39-3 (e-book)

1. Teknologi Observasi Atmosfer  
3. Kemandirian Nasional

2. Produk Lisensi

551.51

*Copy editor* : Risma Wahyu Hartiningsih  
*Proofreader* : Sarah Fairuz & Novia Stuti Putri Indrasari  
*Penata Isi* : Rina Kamila & S. Imam Setyawan  
*Desainer Sampul* : Meita Safitri  
  
*Cetakan* : Desember 2023



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi  
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah  
Gedung B. J. Habibie, Jl. M. H. Thamrin No.8,  
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340

Whatsapp: +62 811-1064-6770

*E-mail*: penerbit@brin.go.id

*Website*: penerbit.brin.go.id



PenerbitBRIN



Penerbit\_BRIN



penerbit.brin

## DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS .....	1
PRAKATA PENGUKUHAN .....	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. PERKEMBANGAN RISET TEKNOLOGI	
OBSERVASI ATMOSFER .....	11
A. Perkembangan Riset Teknologi Radar Cuaca .....	11
B. Perkembangan Riset Teknologi Muatan Atmosfer.....	12
C. Perkembangan Riset Teknologi Perekam Data Atmosfer.....	14
D. Perkembangan Riset Teknologi Radio Okultasi (RO).....	15
III. PENGEMBANGAN METODE DAN INSTRUMEN	
OBSERVASI ATMOSFER .....	17
A. Radar Hujan.....	17
B. Muatan Balon Atmosfer.....	23
D. Muatan Atmosfer Roketsonde.....	28
E. Perekam Data Sensor Atmosfer dan Jaringan Pengamatannya....	31
F. Sistem Penerima GNSS pada Satelit RO.....	35
IV. HILIRISASI PRODUK TEKNOLOGI ATMOSFER.....	39
V. KESIMPULAN .....	43
VI. PENUTUP .....	45
VII. UCAPAN TERIMA KASIH.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	51
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	63
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	77



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Foto Radar Hujan Santanu dan Jaringan Pengamatannya di Indonesia.....	22
Gambar 3.2 Foto Muatan Balon Atmosfer serta Perangkat Lunak Pemantau dan Perekam Data .....	26
Gambar 3.3 Foto Muatan Atmosfer Roketsonde untuk RSX-100 .....	30
Gambar 3.4 Foto Sistem Perekam Data untuk Pengamatan CO <sub>2</sub> .....	34
Gambar 3.5 Foto antena <i>equilateral triangular slot</i> dilengkapi reflektor untuk penerima GNSS.....	37



## BIODATA RINGKAS



Asif Awaludin, lahir di Rembang, pada 16 Mei 1980 adalah anak pertama dari Bapak Mustofa Sueb dan Ibu Nurul Khotimah. Menikah dengan Hesti Lina Wiraswati dan dikaruniai 4 orang anak, yaitu Ibrahim Abdullah, Muhammad Fattahillah, Rasyid Andrea Mustafa, dan Nadine Ardelia Rahmagfira.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 6/M Tahun 2023 tanggal 25 Januari 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai 21 Maret 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 294/I/HK/2023, tanggal 6 November 2023 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan dapat melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri Sendangmulyo 2, tahun 1992, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kragan, tahun 1995, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Rembang, tahun 1998. Memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro dari Universitas Brawijaya tahun 2003, gelar Magister Teknik Elektro dari Institut Teknologi Bandung tahun 2013, dan gelar Doktor bidang Information Sciences dari Chiba University tahun 2018.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: International School on Atmosphere-Ionosphere Radar di National Central University, Taiwan (2012), Workshop on MCCOE Radar Meteorology in Indonesia: Progress on Weather Radar Technology and Its Application to Social Benefits di BPPT Jakarta (2013), 7th Kyoto University Active Geosphere Investigations for the 21st Century International Spring School di Kyoto University Jepang (2013), dan ICTP School on Applications of Open Spectrum and White Space Technologies di ICTP Trieste Italia (2014).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama golongan III/a tahun 2009, Peneliti Ahli Muda golongan III/c tahun 2013, Peneliti Ahli Muda golongan III/d tahun 2018, Peneliti Ahli Madya golongan IV/a tahun 2019, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/d bidang Teknologi Elektronika untuk Lingkungan Atmosfer dan Aplikasinya tahun 2023.

Menghasilkan 49 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding, serta 17 karya intelektual berupa paten, hak cipta, dan lisensi. Sebanyak 26 KTI ditulis dalam bahasa Inggris, dan 40 dalam bahasa Indonesia.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (sekarang BRIN), pembimbing skripsi (S-1) pada Universitas Telkom dan Universitas Jendral Soedirman.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota IEEE (2013–2019), anggota IEICE (2017–2019), dan Himpenindo/PPI (2018–2023).

Menerima tanda penghargaan Satyalancana Karya Satya X Tahun (tahun 2016) dari Presiden RI.





## PRAKATA PENGUKUHAN

*Bismillaahirrahmaanirrahiim.*

*Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.*

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia, dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 14 Desember 2023 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“INOVASI DAN HILIRISASI TEKNOLOGI  
OBSERVASI ATMOSFER UNTUK MEMBANGUN  
KEMANDIRIAN NASIONAL”

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## I. PENDAHULUAN

Kawasan Indonesia dikenal sebagai Benua Maritim (Ramage, 1968) karena dianggap sebagai daerah sumber energi terpenting dalam sistem sirkulasi global. Hal ini disebabkan antara lain oleh lokasi geografis dan topografi yang strategis. Kedua faktor ini menjadikan kawasan Indonesia mendapatkan limpahan energi yang besar. Energi ini dapat menggerakkan kondisi atmosfer sehingga menjadi sangat dinamis. Selain itu, Indonesia juga berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca yang menimbulkan perubahan iklim (den Elzen *et al.*, 2013). Observasi terhadap kondisi atmosfer menjadi sangat penting untuk meneliti dan memprediksi kondisi cuaca dan iklim.

Instrumen yang digunakan untuk pengamatan kondisi atmosfer yang ada di Indonesia masih sangat bergantung pada produk luar negeri dan dana dari APBN (Tim Kementerian Keuangan, 2023). Hal ini menimbulkan beberapa masalah antara lain beban terhadap APBN yang besar untuk pengadaan, perawatan, dan perbaikan instrumen-instrumen tersebut. Oleh karena itu, Presiden Republik Indonesia telah memerintahkan agar kita berusaha untuk menghasilkan produk dalam negeri dengan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) minimal 25% dan memprioritaskan penggunaannya. Arahan ini disampaikan antara lain melalui Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 (Humas Sekretaris Kabinet, 2022; Inpres No. 2, 2022).

Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040 termaktub dalam Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 dan tertuang dalam Rencana Aksi Nasional (2023) yang tercantum dalam Peraturan BRIN tentang Rencana Strategis BRIN Tahun 2022–2024. Rencana tersebut memuat bahwa pengembangan teknologi atmosfer menjadi salah satu program dan prioritas riset dari LAPAN (kemudian tergabung dalam BRIN sejak 2021) yang dilakukan di Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (kemudian menjadi Pusat Riset Iklim dan Atmosfer) untuk membangun kemandirian nasional (Pratistha & Triharjanto, 2020). Kegiatan penelitian dan pengembangan (litbang) instrumen-instrumen observasi atmosfer tersebut antara lain litbang roket sonda dengan sensor muatan atmosfer (Awaludin *et al.*, 2015), radar hujan (Awaludin, Nugroho & Rahayu, 2012), radiosonde (Awaludin *et al.*, 2011), dan instrumen pengukur polusi udara dan gas rumah kaca (Awaludin *et al.*, 2010).

Produk-produk litbang tersebut diarahkan untuk hilirisasi ke arah komersialisasi kerja sama dengan industri melalui perjanjian lisensi yang didorong BRIN. Proses hilirisasi tersebut telah menghasilkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan lisensi untuk produk radar hujan SANTANU. Saat ini BRIN menindaklanjuti dengan mendorong produk yang telah berlisensi untuk masuk dalam e-katalog LKPP. Proses hilirisasi produk-produk tersebut diharapkan dapat menjadi substitusi produk impor dan mendorong kemandirian nasional.

Kata kunci penting dalam rekam jejak penelitian kandidat, yaitu inovasi teknologi, observasi atmosfer, dan hilirisasi

produk. Oleh karena itu, judul orasi ilmiah ini adalah “Inovasi dan Hilirisasi Teknologi Observasi Atmosfer untuk Kemandirian Bangsa”. Dalam orasi ini disampaikan 4 buah produk inovasi, yaitu radar hujan, muatan atmosfer untuk pengukuran profil vertikal, perekam data sensor atmosfer permukaan, dan sistem penerima Global Navigation Satellite System (GNSS) untuk satelit GNSS Radio Occultation. Produk-produk teknologi tersebut dibutuhkan untuk pengamatan atmosfer, terutama saat *observational campaign* untuk mendapatkan berbagai karakteristik atmosfer. Karakteristik atmosfer dibutuhkan untuk penelitian dan model prediksi atmosfer.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## II. PERKEMBANGAN RISET TEKNOLOGI OBSERVASI ATMOSFER

Litbang teknologi observasi atmosfer yang dilakukan meliputi teknologi radar cuaca, muatan observasi atmosfer, pengukuran kimia atmosfer permukaan, dan pengamatan distribusi vertikal parameter cuaca. Perkembangan masing-masing riset teknologi ini adalah sebagai berikut.

### A. Perkembangan Riset Teknologi Radar Cuaca

Radar cuaca digunakan untuk observasi presipitasi dan karakteristiknya. Selain hujan, butiran es khususnya dalam kasus hujan ekstrem juga sering terjadi di Indonesia (Nugroho *et al.*, 2016). Radar cuaca bekerja pada pita frekuensi S, C, atau X untuk mendeteksi presipitasi. Semakin rendah frekuensi, jarak jangkauan menjadi lebih jauh. Oleh karena itu, untuk menambah jangkauan, dibangun jaringan radar dengan citra mosaik. Di beberapa lokasi yang tidak terjangkau oleh pengamatan radar cuaca operasional, sering kali dioperasikan radar cuaca rendah biaya *non-doppler* yang dibuat dari radar navigasi kapal (Huuskonen *et al.*, 2014).

Informasi terkait presipitasi yang dapat diturunkan dari radar cuaca antara lain reflektivitas, kecepatan *doppler*, kecepatan radial, dan lebar spektrum. Radar cuaca dengan teknologi polarisasi ganda dapat menghasilkan beberapa informasi tambahan, seperti reflektivitas polarisasi vertikal, reflektivitas



diferensial, fase diferensial spesifik, pergeseran fase diferensial, dan koefisien korelasi *co-polar* (Bringi & Chandrasekar, 2001). Untuk keperluan peningkatan resolusi dan interval data, teknologi mekanik pada radar cuaca terkini telah diganti dengan teknologi *phased-array* dan *digital beamforming* yang menghasilkan kecepatan pemindaian yang jauh lebih cepat (Kikuchi *et al.*, 2017).

Selain untuk pengamatan cuaca, aplikasi radar cuaca lainnya adalah pengamatan cuaca jangka pendek dalam orde 1 hingga 6 jam ke depan (*nowcasting*). Aplikasi ini dapat dikembangkan menggunakan metode pembelajaran mesin untuk mengestimasi tren hujan ke depan berdasarkan data hujan sebelumnya, misalnya PySTEPS (Han *et al.*, 2022).

Terkait dengan teknologi radar cuaca tersebut, litbang yang telah dilakukan oleh kandidat adalah radar cuaca nonkoheren yang disebut radar hujan sebagai komplemen jaringan radar cuaca Indonesia yang dikelola oleh BMKG (Awaludin, Nugroho & Rahayu, 2012). Teknologi perangkat keras dan lunak radar tersebut terus dikembangkan untuk memperbaiki kekurangan dan meningkatkan kualitas pendeteksian hujan. Selain itu, juga sedang dilakukan beberapa litbang radar cuaca koheren.

## **B. Perkembangan Riset Teknologi Muatan Atmosfer**

Muatan atmosfer digunakan untuk memantau profil atau distribusi vertikal dari parameter atmosfer, antara lain temperatur,

kelembapan, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, uap air, dan ozon. Muatan tersebut dibawa dari permukaan bumi ke atas oleh wahana terbang, seperti balon meteorologi, pesawat terbang, atau *rocketsonde*.

Teknologi yang sangat penting dalam pengembangan muatan atmosfer ini adalah teknologi sensor. Pertimbangan dalam litbang sensor profil vertikal parameter atmosfer adalah kisaran pengukuran yang lebar dengan resolusi tinggi, kecepatan perpindahan sensor yang cepat, dan pengaruh dingin dari lingkungan (Jensen *et al.*, 2016). Faktor penting lainnya adalah *signal to noise ratio* (SNR) pada komunikasi data antara pemancar dan penerima. Sinyal yang diterima harus lebih tinggi dari *noise floor*. Dalam hal ini, karakteristik antena yang meliputi polarisasi, *beamwidth*, gain, dan *return loss* juga sangat menentukan. Tipe antena yang dikembangkan untuk sistem penerima muatan antara lain antena dengan kemampuan *beam switching* dan *beam steering* (Ghorbani *et al.*, 2020).

Penelitian dan pengembangan terkait teknologi muatan atmosfer yang telah dilakukan oleh kandidat adalah muatan atmosfer untuk radiosonde dan roketsonde, meliputi pembuatan sensor, sistem pemancar, sistem penerima, dan sistem separasi muatan dari wahana terbang. Teknologi sensor yang telah dikembangkan adalah sensor temperatur berbasis kawat platinum (Rahayu, Sunarya, *et al.*, 2021; Sunarya, Awaludin, & Harjupa, 2021) dan adapter selang untuk sensor tekanan (Sunarya, Artono, *et al.*, 2021).

### C. Perkembangan Riset Teknologi Pererekam Data Atmosfer

Pengukuran atmosfer permukaan banyak dilakukan menggunakan perekam data. Hampir semua parameter kimia dan fisik atmosfer telah mempunyai sensor untuk aplikasi sistem perekam data atmosfer. Teknologi data perekam *datalogger* dikembangkan dengan sistem mikrokontroler yang dilengkapi dengan pengondisi sinyal, konverter analog ke digital, memori, dan pewaktuan (Awaludin *et al.*, 2010). Saat ini sistem mikrokontroler telah berkembang pesat dan memudahkan dalam penggunaan, antara lain modul Arduino, STM, PIC, dan ARM. Modul tersebut juga mendukung teknologi jaringan sensor nirkabel yang diperkuat dengan aplikasi *internet of things* yang memungkinkan setiap *sensor node* saling berkoordinasi. Teknologi perekam data juga berkembang menjadi sistem cerdas yang mampu membuat keputusan dan mengeksekusinya berdasarkan informasi dari tiap titik terminal sensor dalam jaringan pengukuran (Djordjević *et al.*, 2020).

Penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan oleh kandidat terkait teknologi perekam data tersebut adalah pembuatan sistem pemantau cuaca dan kimia atmosfer yang meliputi pembuatan sistem perekam data dan perangkat lunaknya untuk manajemen sensor, visualisasi, dan pengolahan data (Awaludin *et al.*, 2010; Nugroho *et al.*, 2015).

#### **D. Perkembangan Riset Teknologi Radio Okultasi (RO)**

Metode lain untuk mendapatkan profil distribusi vertikal temperatur dan kelembapan adalah menggunakan teknik RO antara satelit GNSS dan satelit penerima GNSS orbit rendah, misalnya satelit Cosmic dan Fengyun (Sun *et al.*, 2018). Misi satelit GNSS RO lainnya adalah satelit mikro GAIA-I kerja sama Universitas Chiba dengan LAPAN (Sumantyo & Imura, 2015). Satelit tersebut menerima sinyal dari satelit GNSS, kemudian menerapkan teknik radio okultasi untuk menghitung pembengkokan sinyal karena pengaruh indeks bias atmosfer.

Data yang dihasilkan dari satelit RO ini antara lain refraktivitas, tekanan udara, dan temperatur hingga ketinggian 40 km. Selain itu, juga dihasilkan profil uap air troposfer rendah dan kerapatan elektron dari ketinggian 60 km hingga ketinggian orbit satelit RO (Schreiner *et al.*, 2020). Penerima GNSS satelit ini menggunakan antena polarisasi sirkular tangan kanan (Juang *et al.*, 2016) yang bekerja pada pita frekuensi L1 (1575,42 MHz), L2 (1227,6 MHz), L5 (1176 MHz), dan E5 (1191,795).

Penelitian dan pengembangan (litbang) yang telah dilakukan oleh kandidat terkait dengan teknologi GNSS RO adalah pembuatan antena GNSS radio okultasi dengan *bandwidth* lebar dan gain tinggi yang dapat menerima sinyal dari beberapa satelit GNSS. Antena tersebut juga dilengkapi dengan reflektor untuk meningkatkan gain (Awaludin, Sumantyo, *et al.*, 2018)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

### III. PENGEMBANGAN METODE DAN INSTRUMEN OBSERVASI ATMOSFER

#### A. Radar Hujan

Radar hujan merupakan radar cuaca *non-coherent* yang dikembangkan dari radar navigasi kapal (Awaludin, Nugroho, Alam, *et al.*, 2013). Radar jenis ini masih sering digunakan karena biayanya jauh lebih rendah dibandingkan radar *coherent*. Informasi keluaran yang dapat diolah dari radar tipe ini adalah sinyal *heading*, *bearing*, *trigger*, dan video (Awaludin, Nugroho, Alam, *et al.*, 2013). Sinyal yang dipancarkan oleh radar akan dipantulkan oleh benda-benda di sekitarnya dan sinyal pantulan akan diterima oleh radar dalam bentuk sinyal video. Intensitas sinyal pantulan dapat dihitung dari amplitudo sinyal video. Informasi keluaran radar tersebut dapat diekstrak menjadi data intensitas dan jarak memerlukan alat pengondisi sinyal, konverter analog ke digital, dan perangkat lunak pengolah sinyal radar (Awaludin, Nugroho & Rahayu, 2012; Hidayatulloh *et al.*, 2022; Nugroho *et al.*, 2022; Nugroho *et al.*, 2012b, 2012a, 2012c).

Radar hujan menggunakan antena tipe *fan beam* yang mempunyai lebar berkas vertikal sebesar  $22^\circ$  dan lebar berkas horisontal sebesar  $4^\circ$ . Lebar berkas vertikal yang besar ini menyebabkan bangunan dan target di sekitarnya terdeteksi oleh

radar dan mengganggu dalam pendeteksian hujan. Informasi hujan saja tanpa *clutter* dapat diperoleh dengan metode penghilangan *clutter* berbasis peta *clutter* (Awaludin *et al.*, 2021; Awaludin *et al.*, 2012; Nugroho & Awaludin, 2013).

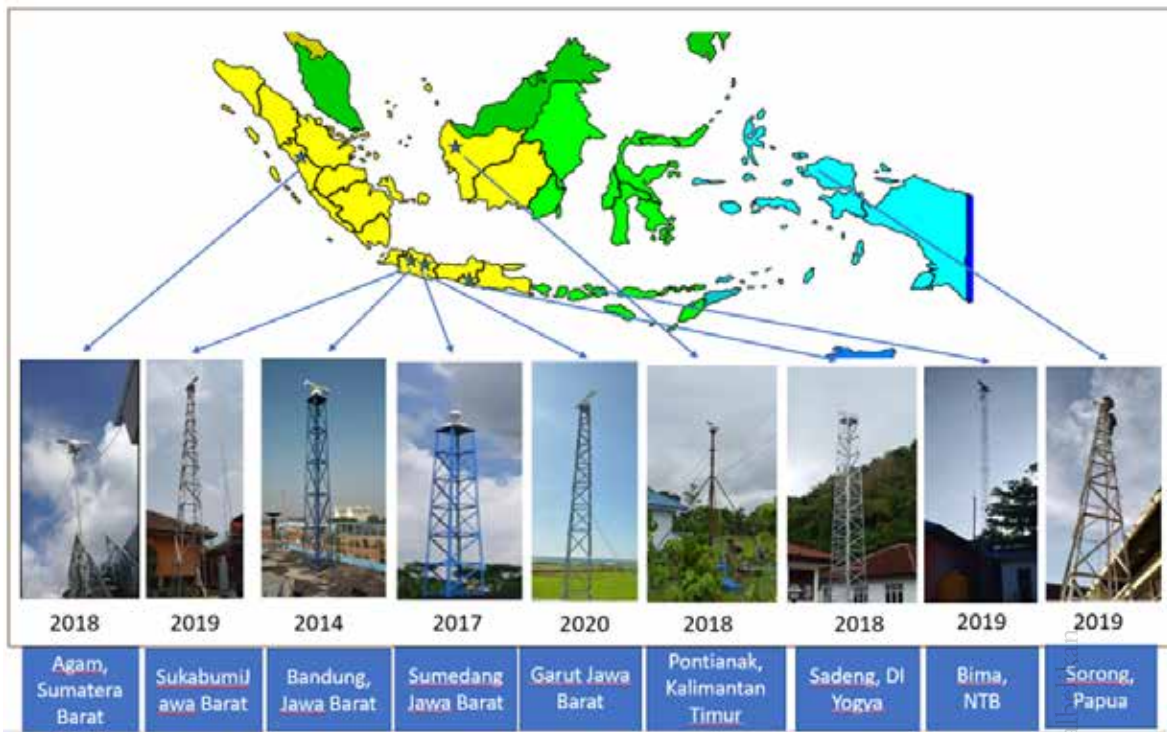
Data digital radar yang telah bersih dari *clutter* dapat dikonversi menjadi data reflektivitas radar ( $Z$ ) yang menggambarkan kuantitas distribusi butiran hujan, yaitu dengan terlebih dahulu dilakukan koreksi atenuasi sinyal dan koreksi volume lebar berkas antena (Awaludin, Nugroho & Rahayu, 2012; Nugroho *et al.*, 2020; Sinatra *et al.*, 2018). Data reflektivitas direpresentasikan dalam bentuk dBZ sehingga perlu dikonversi menjadi intensitas hujan dalam satuan mm (R) menggunakan metode estimasi presipitasi kuantitatif dengan memanfaatkan data hujan dari alat penakar hujan (Sinatra *et al.*, 2021). Sebelum dilakukan kalibrasi, data hujan dari alat penakar hujan diuji terlebih dahulu salah satunya menggunakan data satelit pemantau hujan (Nauval *et al.*, 2020, 2021). Radar cuaca yang rendah biaya, kemudian disebut dengan radar hujan ini telah dioperasikan pada beberapa kota di Indonesia. Hal ini seperti dijelaskan dalam Gambar 3.1, di antaranya adalah di Bandung dan Sumedang untuk pengamatan karakteristik hujan ekstrem (Sinatra *et al.*, 2023) dan hujan disertai es di Bandung Raya (Nugroho *et al.*, 2014, 2016). Hasil pengamatan menunjukkan radar hujan dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk pemodelan *rainfall-runoff* hidrologi dan karakterisasi kemunculan *bow echo* terkait cuaca ekstrem.

Radar hujan yang dikembangkan dari radar navigasi kapal dengan daya puncak 6 kW mempunyai daya jangkauan pengamatan hujan hingga 44 km. Jangkauan radar dapat diperluas dengan menggunakan metode jaringan radar. Dalam metode ini beberapa radar dioperasikan bersamaan untuk memantau suatu area sehingga mempunyai daerah irisan di antara area cakupannya. Citra mosaik jaringan radar dibuat menggunakan metode Cressman (Sinatra *et al.*, 2020).

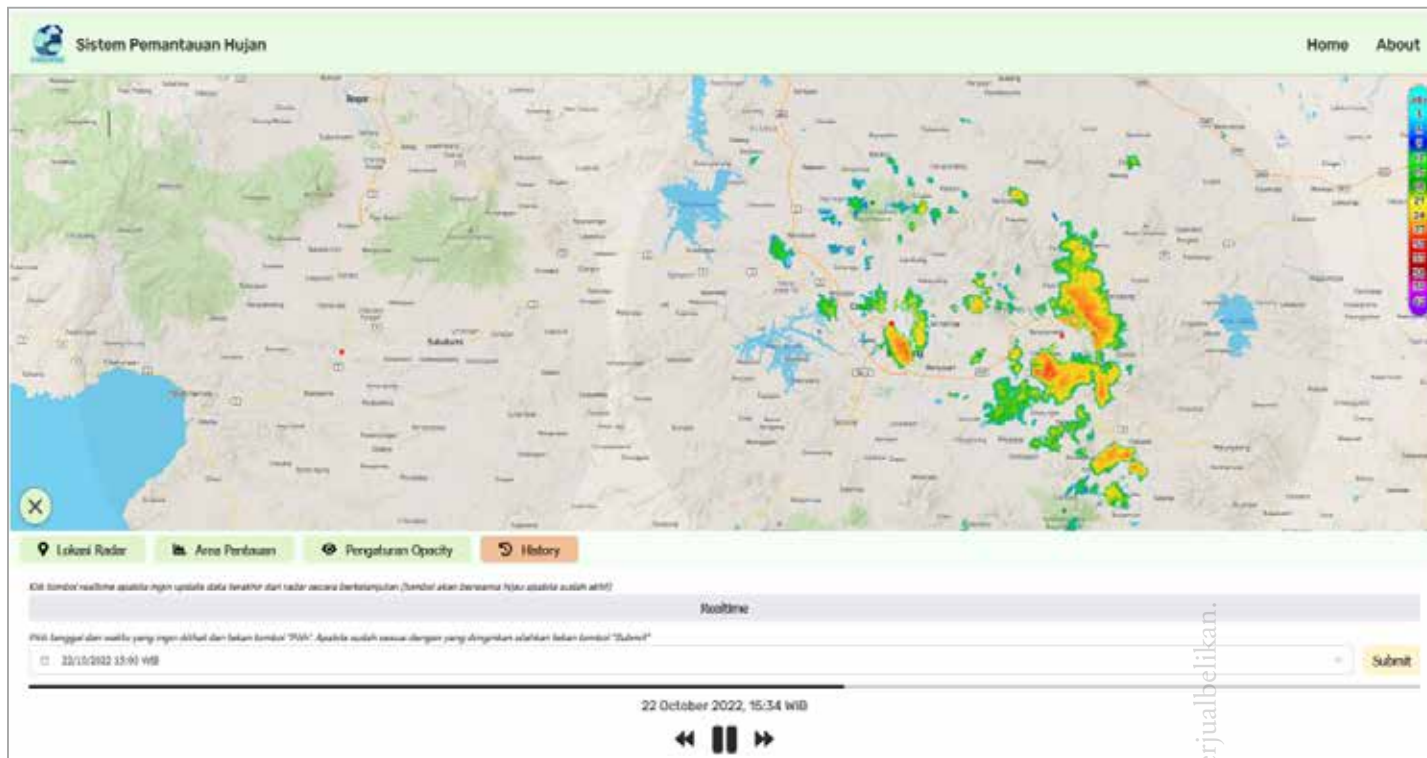


(a)



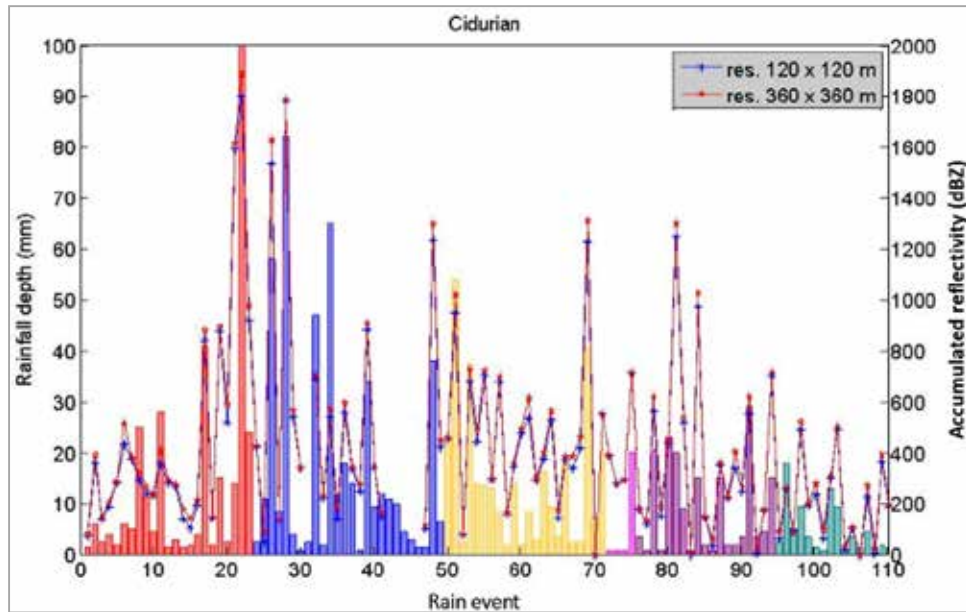


(b)



(c)

u ini tidak diperjualbelikan.



(d)

Keterangan: (a) Radar hujan Santanu, (b) Jaringan pemantau hujan di Indonesia berbasis radar Santanu, (c) Sistem informasi pemantau hujan spasial berbasis radar Santanu (d) Perbandingan reflektivitas radar hujan Santanu dengan alat penakar hujan

Sumber: Sinatra et al. (2021)

**Gambar 3.1** Foto Radar Hujan Santanu dan Jaringan Pengamatannya di Indonesia

Pemantauan radar hujan telah dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Hal ini karena telah dikembangkan sebuah sistem informasi yang menampilkan hasil pemantauan secara waktu nyata dan arsip data sebelumnya, baik dalam bentuk aplikasi web (Ihsan *et al.*, 2018), maupun perangkat bergerak (Sugirman *et al.*, 2023). Aplikasi tersebut juga menampilkan informasi kondisi hujan di daerah rawan banjir sebagai masukan bagi pengguna untuk tanggap terhadap bencana banjir. Prediksi jangka pendek hujan berbasis data radar hujan menggunakan metode pembelajaran mesin juga dikembangkan untuk memberikan informasi lebih lengkap bagi pengguna (Darmawan *et al.*, 2021).

## **B. Muatan Balon Atmosfer**

Muatan balon atmosfer dikembangkan untuk mengukur profil distribusi vertikal parameter kimia dan fisika atmosfer. Muatan tersebut terdiri atas sensor temperatur, kelembapan, tekanan, arah, dan kecepatan angin (Awaludin *et al.*, 2011). Pada misi tertentu, seperti pemantauan gas rumah kaca, sensor CO<sub>2</sub> ditambahkan ke muatan (Awaludin, 2010). Selain sensor-sensor, muatan didukung juga oleh modul sistem mikrokontroler, radio modem GFSK, dan penerima GPS dengan antena tertanam. Sementara itu, sistem penerima terdiri atas antena omnidirectional dan yagi yang dijalankan bergantian, *low noise amplifier* (LNA), radio modem GFSK, dan komputer dengan *software* pemantauan.

Penggunaan sensor temperatur dan kelembapan permukaan menunjukkan bahwa sensor tersebut belum mempunyai waktu tanggap yang cukup untuk aplikasi muatan balon atmosfer. Akibatnya data yang dihasilkan tidak dapat mengikuti pola profil data dari sensor radiosonde buatan Vaisala yang digunakan sebagai referensi (Gambar 3.2) (Awaludin *et al.*, 2011). Demikian pula sensor kecepatan angin permukaan juga tidak menghasilkan pola yang seharusnya ketika digunakan pada muatan balon atmosfer (Sartika *et al.*, 2016).

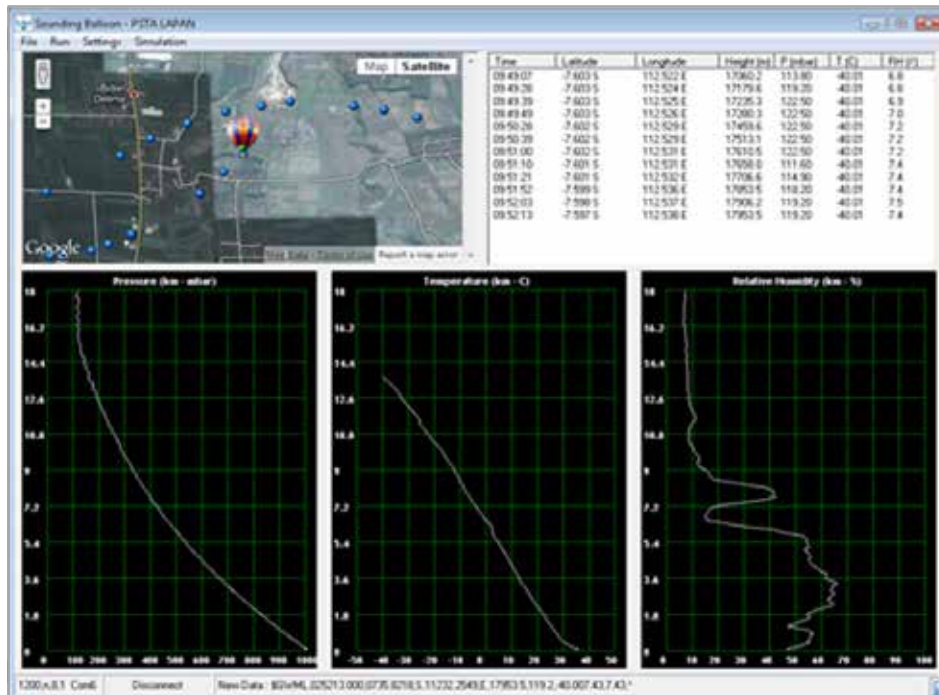
Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, telah dikembangkan sensor temperatur menggunakan kawat platinum (Rahayu, Sunarya, *et al.*, 2021). Hasil uji coba sensor tersebut pada muatan balon atmosfer menunjukkan bahwa sensor mempunyai data profil temperatur yang menyerupai data sensor radiosonde Vaisala yang digunakan sebagai pembanding (Awaludin *et al.*, 2011). Sensor radiosonde pembanding tersebut juga digunakan untuk kalibrasi sensor yang dikembangkan dengan cara diluncurkan beriringan menggunakan balon atmosfer. Proses kalibrasi dilakukan dengan menerapkan metode *piecewise* linier yang membagi data menjadi 3 bagian rentang temperatur (Sunarya, Awaludin, *et al.*, 2021). Sementara itu, untuk sensor kelembapan, telah dilakukan pengembangan prototipe awal dengan menggunakan teknologi *thick film* (Hasanah *et al.*, 2022). Kemudian, pengembangan akan dilanjutkan dengan menggunakan teknologi *thin film* (Smit *et al.*, 2013) yang banyak digunakan oleh sensor kelembapan radiosonde komersial.



(a)



(b)



(c)

Keterangan: (a) Muatan radiosonde, (b) Peluncuran muatan radiosonde pengembangan sendiri dan radiosonde Vaisala sebagai pembandingan menggunakan balon atmosfer, (c) Perangkat lunak visualisasi hasil penerimaan data muatan radiosonde.

Sumber: Awaludin et al. (2013)

**Gambar 3.2** Foto Muatan Balon Atmosfer serta Perangkat Lunak Pemantau dan perekam Data

Sementara untuk mendapatkan data tekanan udara, arah angin, dan kecepatan angin, digunakan penurunan dari data GPS sebagaimana dilakukan oleh radiosonde komersial (Noersomadi *et al.*, 2012). Muatan yang telah dikembangkan diuji tekanan udara skala laboratorium dan juga untuk mengetahui respons alat terhadap perubahan tekanan. Oleh karena itu, telah dikembangkan pula alat pengujian tekanan muatan balon atmosfer (Sunarya *et al.*, 2020). Selain itu, juga dilakukan kalibrasi sistem sensor di *environmental chamber*.

Muatan balon atmosfer memerlukan sistem penerima yang dilengkapi dengan perangkat lunak yang mampu merekam data, menampilkan grafik waktu nyata semua profil parameter atmosfer yang dipantau, dan menampilkan posisi terkini muatan balon atmosfer. Untuk keperluan analisis data hasil peluncuran muatan, perangkat lunak tersebut juga dilengkapi menu visualisasi histori data dan pengolahan data. Pengembangan perangkat lunak tersebut menggunakan pemrograman visual berorientasi obyek (Awaludin, 2010; Awaludin, Halimurrahman, Maryadi, *et al.*, 2013; Awaludin, Nugroho, Sinatra, *et al.*, 2012). Dalam praktiknya, perangkat lunak ini sangat berguna pula untuk proses *recovery* muatan balon atmosfer.

Muatan balon sering kali membutuhkan sistem pemutus untuk membatasi ruang kerjanya, misalnya pada misi pengukuran *ascending* dan *descending* hanya mencapai ketinggian tertentu karena keterbatasan kemampuan GPS atau sensor



(Awaludin, Sunarya, Maryadi, *et al.*, 2014). Sistem pemutus tali dikembangkan dengan menggunakan kawat pemanas yang dihubungkan dengan tali senar. Kawat pemanas tersebut diprogram akan teraliri arus besar apabila syarat ketinggian yang ditentukan telah tercapai (Rahayu, Nugroho, *et al.*, 2021; Sunarya, Latief, *et al.*, 2017). Dalam beberapa kejadian, tali senar tidak dapat putus kemungkinan karena temperatur yang dingin dan atau embusan angin yang kencang. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi agar muatan dapat turun, dikembangkan pula sistem pemecah balon dengan menggunakan penusuk (Sunarya *et al.*, 2018). Parasut untuk mendukung pergerakan turun muatan balon atmosfer dikembangkan dengan menggunakan bahan parasut bantal yang lebih tebal sehingga lebih kuat menahan angin (Sunarya, Rahayu, *et al.*, 2021).

### **C. Muatan Atmosfer Roketsonde**

Roketsonde merupakan salah satu program unggulan BRIN. Roket ini membawa beberapa muatan dengan misi tertentu, salah satunya adalah muatan atmosfer untuk pengamatan profil distribusi vertikal parameter atmosfer. Muatan atmosfer pada roketsonde diterbangkan hingga ketinggian tertentu sesuai dengan kisaran ketinggian yang ingin dipantau. Kemudian, muatan dilepaskan bersama parasut untuk turun ke permukaan dan dilakukan pengukuran selama perjalanan. Misi roketsonde yang telah dilakukan oleh BRIN antara lain adalah RSX-100 yang mempunyai diameter 100 mm, panjang 195 mm, serta jangkauan vertikal dan horisontal untuk elevasi 70° adalah

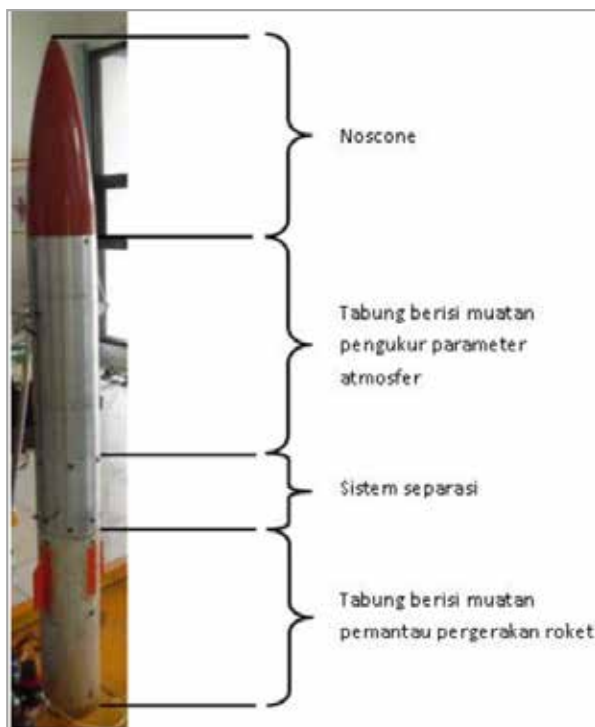
masing-masing 6,83 km dan 8,77 km (Gambar 3.3) (Awaludin *et al.*, 2015).

Muatan roketsonde hampir sama dengan muatan balon atmosfer. Perbedaannya adalah muatan ini harus melewati uji ketahanan meliputi getaran, hentakan, dan percepatan tinggi yang diperkirakan akan dialami saat muatan diterbangkan oleh roket (Awaludin *et al.*, 2015). Selain itu, ada jenis muatan yang didesain untuk tetap bekerja selama roket terbang, muatan ini dilengkapi sensor tekanan udara dengan adapter selang yang memungkinkan untuk mengukur tanpa mengganggu performa terbang roket (Sunarya, Artono, *et al.*, 2021).



(a)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



(b)

Keterangan: (a) Muatan atmosfer roketsonde dan sistem penerima datanya, (b) Roketsonde RSX-100

Sumber: Awaludin et al. (2015)

**Gambar 3.3** Foto Muatan Atmosfer Roketsonde untuk RSX-100

Misi muatan atmosfer dapat terakomodasi dengan menyiapkan kompartemen di dalam roketsonde sehingga dapat berisi muatan dan parasut. Selain itu, untuk mempermudah pelepasan muatan, terdapat sambungan pada tubuh roketsonde yang akan dilepas menggunakan ledakan kecil ketika roket mencapai ketinggian maksimum (Awaludin *et al.*, 2015). Oleh karena itu, desain dan berat muatan akan menentukan kemudahannya untuk keluar dari dalam badan roket. Setelah keluar, muatan akan turun perlahan menggunakan parasut dan mengukur hingga jatuh di permukaan (Awaludin *et al.*, 2015; Awaludin, Halimurrahman, Sunarya, *et al.*, 2013; Awaludin, Nugroho, Sunarya, *et al.*, 2013; Sunarya, Halimurrahman, *et al.*, 2017).

#### **D. Perekam Data Sensor Atmosfer dan Jaringan Pengamatannya**

Perekam data sensor atmosfer permukaan yang telah dikembangkan antara lain diaplikasikan dalam bentuk stasiun cuaca otomatis (AWS), sistem pemantau kualitas udara, dan sistem pemantau gas rumah kaca. Perekam data sensor atmosfer dapat dikembangkan menggunakan modul mikrokontroler Arduino dan modul sensor pendukungnya, antara lain sensor seri SHT1x atau SHT3x untuk pengukuran temperatur dan kelembapan (Nugroho & Awaludin, 2012; Ulhaq *et al.*, 2022). Sebaliknya, sensor CO<sub>2</sub> yang digunakan adalah seri GMM220

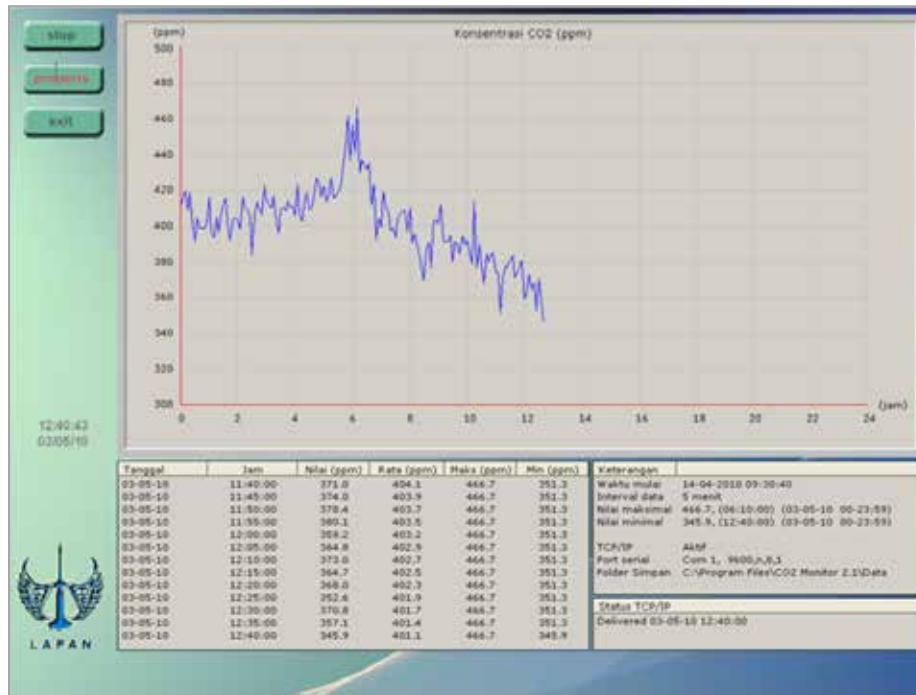
Vaisala yang telah terkalibrasi oleh perusahaan (Awaludin *et al.*, 2010). Sementara itu, untuk sensor polusi udara digunakan sensor berbasis elektrokimia (Nugroho *et al.*, 2011). Perekam data terbaru telah dikembangkan menggunakan mini PC berupa Raspberry Pi sehingga tidak memerlukan perangkat lunak berbasis PC (Ulhaq *et al.*, 2022).

Sistem perekam data dilengkapi perangkat lunak sistem berbasis komputer sebagai penerima data untuk visualisasi hasil pengamatan sensor, pengaturan (*setting*) konfigurasi perekam data, dan pengunduhan data. Perangkat lunak tersebut telah dikembangkan menggunakan pemrograman visual berorientasi obyek, antara lain untuk AWS (Awaludin, Sinatra, *et al.*, 2017) dan sistem pemantau CO<sub>2</sub> (Awaludin *et al.*, 2008) seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.4. Pengamatan jarak jauh menggunakan aplikasi berbasis web untuk pemantauan perekam data tersebut (Awaludin *et al.*, 2010; Nugroho *et al.*, 2015).

Komunikasi antara perekam dan perangkat lunak sistem penerima data sangat penting untuk kelancaran visualisasi dan pengunduhan data. Beberapa model komunikasi data yang telah dikembangkan antara lain berbasis radio digital UHF (Awaludin, Sunarya, & Komarudin, 2014), internet dengan modem GPRS, dan jalur kabel RS485 (Awaludin *et al.*, 2010).



(a)



(b)

Keterangan: (a) Perekam Data CO<sub>2</sub>, (b) Perangkat Lunak Visualisasi dan Pengunduh Data  
 Sumber: Awaludin et al. (2010)

**Gambar 3.4** Foto Sistem Perekam Data untuk Pengamatan CO<sub>2</sub>

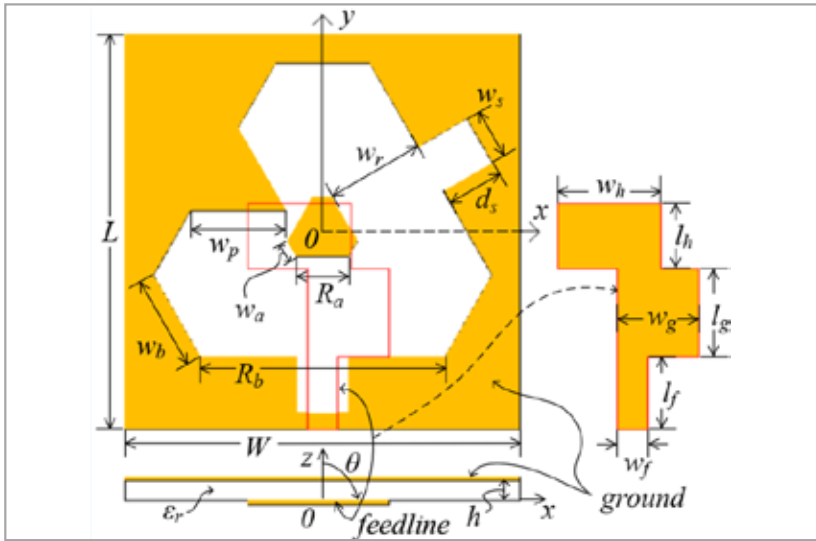
Perekam data CO<sub>2</sub> telah digunakan untuk pemantau konsentrasi CO<sub>2</sub> di Bandung pada 2008–2009 (Latief, Awaludin, *et al.*, 2011). Hasil pengamatan menunjukkan terjadi kenaikan konsentrasi sebesar 1,5 ppm dalam waktu setahun, salah satunya karena pembakaran bahan bakar minyak. Karakteristik harian CO<sub>2</sub> memperlihatkan nilai maksimal sekitar pukul 6 pagi, dan minimal sekitar pukul 14.00 siang. Hal ini berkebalikan dengan karakteristik kecepatan angin harian yang menunjukkan nilai minimal dan maksimal pada waktu yang sama berturut-turut (Latief, Nugroho, *et al.*, 2011).

### **E. Sistem Penerima GNSS pada Satelit RO**

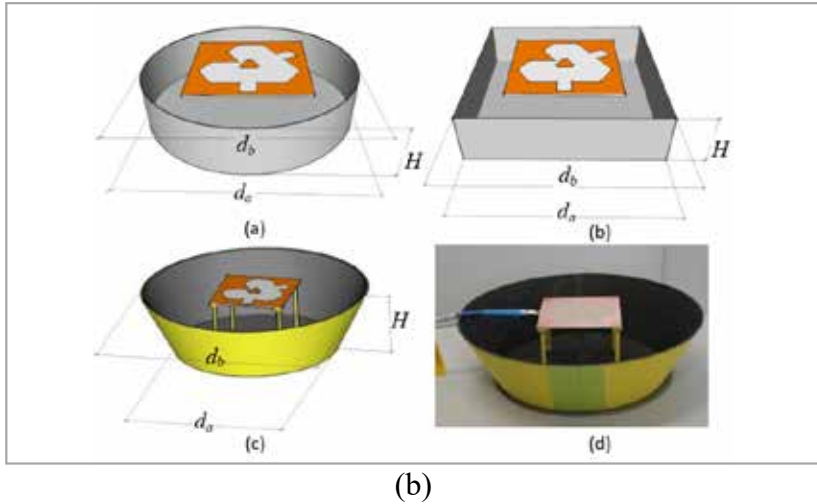
Chiba University bekerja sama dengan BRIN untuk pengembangan satelit mikro GAIA-I dengan misi GNSS RO (Sumantyo & Imura, 2015). Salah satu komponen penting sistem penerima GNSS pada satelit RO tersebut adalah antena yang mampu menerima sinyal di pita frekuensi L1 (1575,42 MHz), L2 (1227,6 MHz), L5 (1176 MHz), dan E5 (1191,795). Polarisasi dari antena tersebut adalah sirkular tangan kanan dengan gain sekitar 10 dBi. Antena pita lebar telah dikembangkan untuk mampu menerima sinyal pada semua frekuensi, yaitu antena *equilateral triangular-ring slot* yang dikopel oleh *diagonal line slots* (Awaludin *et al.*, 2016; Awaludin & Sumantyo, 2018) dan *equilateral triangular slot antenna* (Awaludin, Sumantyo, *et al.*, 2018; Awaludin, Sumantyo, *et al.*, 2017) seperti ditunjukkan



dalam Gambar 3.5. Antena pita lebar yang mampu menjangkau semua frekuensi tersebut umumnya mempunyai gain yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan teknik peningkatan gain antara lain dengan menggunakan reflektor yang diletakkan di bagian bawah antena. Reflektor tersebut mampu meningkatkan gain, tetapi mengurangi *bandwidth* dari antena (Awaludin, Santosa, *et al.*, 2018).



(a)



Keterangan: (a) Desain Antena Equilateral Triangular Slot untuk Penerima GNSS, (b) Realisasi Antena yang Dilengkapi dengan Reflektor untuk Peningkatan Gain

Sumber: Awaludin, Sumantyo, et al. (2018)

**Gambar 3.5** Foto antena *equilateral triangular slot* dilengkapi reflektor untuk penerima GNSS.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## IV. HILIRISASI PRODUK TEKNOLOGI ATMOSFER

Hilirisasi produk yang telah dilakukan adalah terhadap produk radar hujan yang kemudian disebut Santanu (Nugroho *et al.*, 2020). Proses hilirisasi tersebut ditandai dengan perjanjian kerja sama, perjanjian larangan pengungkapan informasi rahasia, dan perjanjian lisensi antara Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer BRIN dan PT Industri Telekomunikasi Indonesia (INTI) tentang komersialisasi sistem pemantau hujan (Halimurrahman *et al.*, 2019). Perjanjian lisensi tersebut berlaku dari tahun 2019 hingga 2024. Selain itu, kerja sama juga telah dilakukan antara Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer BRIN dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pengembangan radar hujan Santanu pada tiga lokasi di Indonesia.

Untuk mendukung proses komersialisasi tersebut telah dibuat Standar Nasional Indonesia (SNI) 8829:2019 Radar Hujan melalui surat keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional (BSN) Nomor 638/KEP/BSN/12/2019 (Budiyono *et al.*, 2019). SNI tersebut telah dilengkapi dengan skema penilaian kesesuaian terhadap SNI sektor keantariksaan untuk radar hujan melalui peraturan BSN Nomor 5 Tahun 2020 (Peraturan

BSN No. 5, 2020). Tahapan selanjutnya yang saat ini sedang berlangsung adalah pengajuan pembentukan lembaga sertifikasi produk (LSPro) dan pendaftaran *e*-katalog LKPP untuk produk radar hujan.

Radar hujan Santanu telah dioperasionalkan pada beberapa kota, yaitu Bandung, Sumedang, Sukabumi, Pameungpeuk Garut, Pontianak, Agam, Bima, dan Sorong (<https://santanu.brin.go.id/>). Penelitian terhadap aspek keberterimaan produk radar hujan oleh pengguna di kota-kota tersebut telah dilakukan melalui 4 dimensi penerimaan, yaitu nilai ekonomi (evaluasi harga), karakteristik teknologi (manfaat yang dirasakan, persepsi kemudahan pengguna, kualitas produk, dan persepsi risiko), karakteristik pengguna (kepercayaan, sikap untuk menggunakan, imaji, dan kebiasaan penggunaan), dan karakteristik lingkungan (pengaruh sosial dan kondisi yang memfasilitasi). Berdasarkan indeks penerimaan menurut *best worst method* (BWM) menunjukkan bahwa konsumen menerima teknologi atau produk radar hujan Santanu (Prasetio *et al.*, 2021).

Di Bandung sendiri, sudah terdapat komunitas masyarakat, salah satunya Garda Caah, yang memanfaatkan informasi hujan waktu nyata dari Santanu untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya banjir. Komunitas tersebut aktif memberikan masukan terhadap Santanu agar informasi lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna, khususnya dalam rangka kesiapsiagaan

bencana. Selain itu, data hasil observasi produk ini juga telah banyak digunakan untuk penelitian, baik di lingkungan lembaga penelitian maupun perguruan tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## V. KESIMPULAN

Selama ini teknologi observasi atmosfer yang dioperasionalkan di Indonesia adalah produk impor. Pemerintah mendorong pengembangan produk teknologi dalam negeri untuk mengurangi kebutuhan produk impor yang besar dan disertai biaya perawatan yang besar pula. Untuk mendukung kemandirian teknologi nasional, telah dikembangkan beberapa produk teknologi observasi atmosfer antara lain radar hujan, radiosonde, muatan atmosfer roket sonde, sistem perekam data kualitas udara dan gas rumah kaca, AWS, dan sistem penerima GNSS untuk satelit GNSS RO.

Salah satu produk tersebut, yaitu produk radar hujan telah melalui proses hilirisasi ke industri dengan dibuatnya perjanjian lisensi antara BRIN dengan PT INTI. Selain itu, juga telah dibuat SNI dan skema penilaian kesesuaian terhadap SNI untuk produk radar hujan. Saat ini sedang diajukan pembentukan lembaga sertifikasi produk untuk radar hujan sehingga proses pengajuan ke e-katalog LKPP dapat dilakukan. Produk ini telah diuji coba operasional di beberapa kota dan hasil penelitian menunjukkan masyarakat menerima dengan baik produk radar hujan.

Produk teknologi atmosfer lain yang telah dikembangkan akan terus ditingkatkan kualitas sehingga dapat dilakukan hilirisasi ke industri. Produk-produk teknologi tersebut sangat



dibutuhkan untuk pengamatan atmosfer, khususnya saat kampanye observasi atmosfer yang membutuhkan berbagai jenis alat ukur untuk mendapatkan berbagai jenis dan karakteristik data. Data yang dihasilkan sangat dibutuhkan, baik untuk penelitian maupun untuk masukan model prediksi atmosfer.

## VI. PENUTUP

Beberapa teknologi pengamatan atmosfer telah dikembangkan. Namun, kemajuan teknologi yang sangat pesat menjadi tantangan untuk menyesuaikan produk-produk tersebut agar dapat mengadopsi teknologi terkini dan menyesuaikannya dengan kebutuhan dan daya beli pengguna di Indonesia. Kendala yang muncul adalah belum siapnya laboratorium di Indonesia untuk pembuatan produk teknologi terkini yang berkualitas, misalnya laboratorium pembuatan sensor *thin film* dan *micro-electromechanical systems* (MEMS), serta laboratorium pembuatan perangkat keras dan antena radar. Selain itu, pengujian laboratorium di Indonesia juga masih terbatas, misalnya belum ada *environmental chamber* yang sesuai untuk produk radiosonde, fasilitas pengujian antena *near field*, peralatan pengujian sinyal radar, dan seterusnya. Sebagai solusi, kandidat sedang mengembangkan sistem pengujian antena *near field*.

Tantangan lain setelah produk siap adalah hilirisasi ke industri yang sering terkendala, yaitu belum siapnya lembaga sertifikasi produk teknologi, misalnya produk radar yang belum mempunyai lembaga sertifikasi produk. Selain itu, juga diperlukan pengenalan produk ke para calon pengguna agar

diterima dengan baik. Pengenalan ini dapat berupa demonstrasi hasil pengukuran ataupun dalam bentuk publikasi ilmiah di jurnal bereputasi. Untuk itu, diperlukan kolaborasi dengan berbagai pihak dari lembaga penelitian, lembaga operasional pengamatan atmosfer, perguruan tinggi, dan industri di dalam dan luar negeri.

## VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Swt., dan selawat serta salam bagi Nabi dan Rasul-Nya, atas anugerah dan rahmat yang telah diberikan sehingga naskah orasi ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi observasi atmosfer.

Dalam kesempatan kali ini tak lupa saya sampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. Joko Widodo atas amanat dan penugasan sebagai peneliti ahli utama di BRIN; Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc., atas dukungannya dalam penyelesaian naskah orasi ilmiah ini; Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng.; Ketua dan Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani, dan Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar M.S.C.E., Ph.D.; serta Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, yaitu Prof. Dr. Thomas Djamaluddin, Prof. Dr. Sri Yudawati Cahyarini, dan Prof. Dr. Wahyu Widada.

Ucapan terima kasih kepada Plt. Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala BOSDM-

BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si, serta Panitia Pelaksana Orasi Pengukuhan Profesor Riset.

Dalam menjalani pendidikan tak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada guru-guru SD, SMP, dan SMA yang telah membimbing dalam menempuh pendidikan dasar. Ucapan terima kasih kepada Ir. Nanang Sulistyanto, Agung Darmawansyah, S.T. (alm.), Dr. Joko Suryana, Dr. Ahmad Munir, dan Prof. Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, yang telah membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan S-1 di Universitas Brawijaya, S-2 di Institut Teknologi Bandung, dan S-3 di Chiba University.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para pembimbing di BRIN, Drs. Bambang Tejasukmana, Dipl.Ing.; Prof. Dr. Thomas Djamaludin, M.Sc.; Drs. Afif Budiyo, M.T.; Ir. Halimurrahman, M.T.; Dr. Didi Satiadi; Dr. Laras Toersilowati; Prof. Chunaeni Latief; atas dukungan dan bimbingan selama ini dalam meniti karier di BRIN. Untuk Dr. Ginaldi Ari Nugroho, Tiin Sinatra, Rachmat Sunarya, Soni Aulia Rahayu, Rudi Komarudin, Heri Suherman, dan teman-teman di Grup Teknologi Atmosfer, saya ucapkan terima kasih atas diskusi-diskusi selama ini. Selain itu, saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pegawai yang dulu tergabung dalam Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN atas bantuan dan dukungannya selama ini.

Saya menghaturkan sungkem dan terima kasih kepada kedua orang tua, Bapak Mustofa Sueb (alm.) dan Nurul Khotimah yang telah membimbing, mendidik, dan memberikan doa atas pencapaian saya selama ini. Untuk istriku, Hasti Lina Wiraswati, dan anak-anakku, Ibrahim Abdullah, Muhammad Fattahillah, Rasyid Andrea Mustafa, dan Nadine Ardelia Rahmagfira, terima kasih atas kesabaran, dukungan, dan doanya untuk Ayah dalam meniti karier sebagai peneliti. Untuk adik-adikku, Anton Abdurrahman, Sahirul Alam, dan Imaduddin Ardiansyah, terima kasih atas dukungan dan doanya.

Terakhir diucapkan terima kasih kepada semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, A.** (2010). Rancang bangun software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal data CO<sub>2</sub> sonda. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer I 2010: Kontribusi Sains Atmosfer dalam menghadapi Perubahan Iklim Indonesia* (132–141). [https://karya.brin.go.id/id/eprint/19772/1/Prosiding\\_Asif\\_LAPAN\\_2010.pdf](https://karya.brin.go.id/id/eprint/19772/1/Prosiding_Asif_LAPAN_2010.pdf).
- Awaludin, A., Halimurrahman, Maryadi, E., & Noersomadi.** (2013). Pengembangan metode penjejukan posisi berbasis google maps pada OOPL untuk aplikasi pemantauan radiosonda balon atmosfer. Dalam E. Hermawan, N. Komala, B. Siswanto, T. Samiaji, & W. W. Cahyo (Ed.), *Sains atmosfer: Teknologi dan aplikasinya* (1–12). CV Andira.
- Awaludin, A., Halimurrahman, Sunarya, R., & Rahayu, S. A.** (2013, 28 Agustus). Desain muatan roket sonda eksperimen berbasis roket RX-100 untuk pengukuran profil vertikal parameter atmosfer. *Prosiding Seminar Sains Atmosfer (SSA) 2013* (46–54).
- Awaludin, A., Halimurrahman, Sunarya, R., Tursilowati, L., Wibowo, B. S., & Artono, E.** (2015). Muatan pengukur parameter atmosfer Roket Sonda Rxs-100 dan metode pengujiannya. *Jurnal Sains Dirgantara*, 12(2), 61–76.
- Awaludin, A., Nugroho, G. A., Alam, S., Kurniawan, D. F., & Yuwono, R.** (2013, 7–8Oktober). Development of marine radar signal acquisition and processing system. *2013 International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (97–100). <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2013.6676219>
- Awaludin, A., Nugroho, G. A., Latief, C., & Budiyono, A.** (2010). Rancang bangun alat pengukur dan sistem jaringan data CO<sub>2</sub> di Indonesia berbasis web. *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(1), 79–101. <http://dx.doi.org/10.30536/j.jsd.2010.v8.a1534>



- Awaludin, A.,** Nugroho, G. A., Manik, T., Latief, C., & Halimurrahman. (2011, November). Pembuatan radiosonda untuk mengukur profil parameter atmosfer dan validasinya menggunakan RS92-SGH. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011* (26–34).
- Awaludin, A.,** Nugroho, G. A., & Rahayu, S. A. (2012). Analisis kemampuan radar navigasi Laut Furuno 1932 Mark-2 untuk pemantauan intensitas hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*, 10(2), 90–103.
- Awaludin, A.,** Nugroho, G. A., Sinatra, T., & Budiyo, A. (2008). *Software pemantau konsentrasi CO<sub>2</sub> permukaan* (Nomor Hak Cipta 000206568). DJKI.
- Awaludin, A.,** Nugroho, G. A., Sinatra, T., & Radiana, A. (2012). *Software Pemantau Muatan Balon Atmosfer* (Nomor Hak Cipta 000206567). DJKI.
- Awaludin, A.,** Nugroho, G. A., Sunarya, R., & Halimurrahman. (2013). Preliminary results of low altitude rocketsonde meteorological payload development. *Proceedings International Seminar of Aerospace Science and Technology 17th SIPTEKGAN* (275–280).
- Awaludin, A.,** Santosa, C. E., & Sumantyo, J. T. S. (2018). Unidirectional radiation and gain enhancement of circularly polarized printed slot antenna by several shapes of reflector. *Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama)* (872–875). <https://doi.org/10.23919/PIERS.2018.8598188>
- Awaludin, A.,** Sinatra, T., Budiyo, A., & Halimurrahman. (2017). *Perangkat lunak automatic weather station (AWS) view 4* (Nomor Hak Cipta 000353974). DJKI.
- Awaludin, A.,** Sinatra, T., Noersomadi, & Hashiguchi, H. (2020). Analysis of the acoustic chirp signal of EAR-RASS for improving its temperature profile data retrieval. *AIP Conference Proceedings*, 2226(1), 060012. <https://doi.org/10.1063/5.0002325>
- Awaludin, A.,** Sinatra, T., Nugroho, G. A., & Nauval, F. (2021). Clutter removal improvement of marine radar for weather observation.

*AIP Conference Proceedings*, 2366(1), 060023. <https://doi.org/10.1063/5.0060062>

- Awaludin, A., & Sumantyo, J. T. S.** (2018). Wideband circularly polarized printed slot antenna with a pair of slant line slots. *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (64–67). <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2018.8534806>
- Awaludin, A., Sumantyo, J. T. S., Santosa, C. E., & Baharuddin, M. Z.** (2016). Axial ratio enhancement of equilateral triangular-ring slot antenna using coupled diagonal line slots. *Progress in Electromagnetics Research C*, 70, 99–109. <https://doi.org/10.2528/PIERC16102508>
- Awaludin, A., Sumantyo, J. T. S., Gao, S., Santosa, C. E., & Baharuddin, M. Z.** (2017). Wideband circularly polarized triangular-ring slot antenna for GAIA-I microsatellite. *2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)* (2277–2280). <https://doi.org/10.23919/EuCAP.2017.7928040>
- Awaludin, A., Sunarya, R., Maryadi, E., Halimurrahman, Nugroho, G. A., & Tursilowati, L.** (2014). Wireless weather instrument for multi-altitude monitoring of skydiving landing area. Dalam M. Wahab, Y. Radiansah, S. Ismail, Y. Wahyu, P. Adhi, & G. Wiranto (Ed.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) 2014* (11–14). Research Center for Electronics and Telecommunication Indonesian Institute of Sciences.
- Awaludin, A., Sunarya, R., & Komarudin, R.** (2014). Rancang bangun sistem komunikasi nirkabel dan panel surya untuk MAWS. *Seminar Sains Atmosfer 2014*.
- Awaludin, A., Sunarya, R., Radiana, A., Toersilowati, L., Sinatra, T., Rahayu, S. A., Nugroho, G. A., & Triani, L. R.** (2020). *Antena pencil beam dan dilengkapi radome untuk radar hujan X-band* (Nomor Paten IDS000003194). DJKI.
- Awaludin, A., Sumantyo, J. T. S., Ito, K., Gao, S., Munir, A., Baharuddin, M. Z., & Santosa, C. E.** (2018). Equilateral

triangular slot antenna for communication system and GNSS RO sensor of GAIA-I microsatellite. *IEICE Transactions on Communications*, *E101.B(3)*, 835–846. <https://doi.org/10.1587/transcom.2017EBP3183>

Bringi, V. N., & Chandrasekar, V. (2001). *Polarimetric doppler weather radar: Principles and applications*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541094>

Budiyono, A., Halimurrahman, Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Sinatra, T., Mahmud, Toersilowati, L., Radiana, A., Nauval, F., Yasik, Y. L., Krisno, U. Y., & Parmono. (2019). Penetapan Standar Nasional Indonesia 8829:2019 Radar Hujan. Dalam *Surat Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 638/KEP/BSN/12/2019*.

Chua, M. Y., Sumantyo, J. T. S., Santosa, C. E., Panggabean, G. F., Sumantyo, F. D. S., Watanabe, T., Ji, Y. Q., Sitompul, P. P., Nasucha, M., Kurniawan, F., Purbantoro, B., **Awaludin, A.**, Sasmita, K., Rahardjo, E. T., Wibisono, G., Jatmiko, R. H., Sudaryatno, S., Purwanto, T. H., Widartono, B. S., & Kamal, M. (2019). The maiden flight of Hinotori-C: The first C band full polarimetric circularly polarized synthetic aperture radar in the world. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, *34(2)*, 24–35. <https://doi.org/10.1109/MAES.2019.180120>

Darmawan, S., Maryadi, E., Rahmawati, A., Nauval, F., Sinatra, T., & **Awaludin, A.** (2021). Penggunaan long short-term memory (LSTM) untuk prediksi curah hujan jangka pendek pada radar hujan SANTANU di Bandung. Dalam *Peranan Riset dan Teknologi Atmosfer dalam Mewujudkan Ketahanan Iklim* (23–32). CV Prima Estu Utama.

den Elzen, M. G. J., Olivier, J. G. J., Höhne, N., & Janssens-Maenhout, G. (2013). Countries' contributions to climate change: Effect of accounting for all greenhouse gases, recent trends, basic needs and technological progress. *Climatic Change*, *121(2)*, 397–412. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0865-6>

Djordjević, M., Jovičić, B., Marković, S., Paunović, V., & Danković, D. (2020). A smart data logger system based on sensor and

- Internet of Things technology as part of the smart faculty. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 12(4), 359–373. <https://doi.org/10.3233/AIS-200569>
- Fukao, S., Hashiguchi, H., Yamamoto, M., Tsuda, T., Nakamura, T., Yamamoto, M. K., Sato, T., Hagio, M., & Yabugaki, Y. (2003). Equatorial Atmosphere Radar (EAR): System description and first results. *Radio Science*, 38(3), 19/1–19/16. <https://doi.org/10.1029/2002RS002767>
- Ghorbani, F., Abdi, A., Sahraei, A., Fallahzadeh, M., Aliakbarian, H., & Radiom, S. (2020). Beam switchable radiosonde receiver antennas. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 127, 153442. <https://doi.org/10.1016/j.aeue.2020.153442>
- Halimurrahman, Satiadi, D., Budiyono, A., Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Sunarya, R., Sinatra, T., Rahayu, S. A., Ihsan, C. N., Sartika, & Zulharman, A. (2019). Komersialisasi sistem pemantau hujan. Dalam *Perjanjian Lisensi antara Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Perusahaan Perseroan PT Industri Telekomunikasi Indonesia*. Nomor 4724/HK.03/010600/2019 dan Nomor 74/KS.00/12/2019.
- Han, L., Zhang, J., Chen, H., Zhang, W., & Yao, S. (2022). Toward the predictability of a radar-based nowcasting system for different precipitation systems. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 19(1005705) (1–5). doi: 10.1109/LGRS.2022.3185031.
- Hasanah, N., Azmi, A. I., Hidayatulloh, P., Syahrul, S., Amirullah, M., Wiranto, G., Rahmawati, A., & Hermida, I. D. P. (2022). Design, fabrication, and characterization of PVA-SnO<sub>2</sub> based humidity sensor. *2022 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (10–15). <https://doi.org/10.1109/ICRAMET56917.2022.9991187>
- Hidayatulloh, P., Wicaksana, B. B. S., Darmawan, S., Rahmawati, A., Sinatra, T., & **Awaludin, A.** (2022). An improved rainfall detection of rain radar using high-precision circuit and speckle filtering. *2022 International Conference on Radar, Antenna, Microwave,*

*Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (123–127).  
<https://doi.org/10.1109/ICRAMET56917.2022.9991226>

Humas Sekretaris Kabinet. (2022, 9 April). *Presiden keluarkan inpres percepatan peningkatan penggunaan produk dalam negeri pada pengadaan barang/jasa pemerintah*. <https://setkab.go.id/presiden-keluarkan-inpres-percepatan-peningkatan-penggunaan-produk-dalam-negeri-pada-pengadaan-barang-jasa-pemerintah/>

Huuskonen, A., Saltikoff, E., & Holleman, I. (2014). The operational weather radar network in Europe. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(6), 897–907. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00216.1>

Ihsan, C. N., Nugroho, G. A., Sinatra, T., & **Awaludin, A.** (2018). *Sistem informasi hujan spasial berbasis radar X-band* (Nomor Hak Cipta 000206569). DJKI.

Instruksi Presiden (INPRES) Nomor 2 Tahun 2022 tentang Percepatan Peningkatan Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Produk Usaha Mikro, Usaha Kecil, dan Koperasi Dalam Rangka Menyukkseskan Gerakan Nasional Bangga Buatan Indonesia pada Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. (2022). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/204320/inpres-no-2-tahun-2022>

Jensen, M. P., Holdridge, D. J., Survo, P., Lehtinen, R., Baxter, S., Toto, T., & Johnson, K. L. (2016). Comparison of Vaisala radiosondes RS41 and RS92 at the ARM Southern Great Plains site. *Atmospheric Measurement Techniques*, 9(7), 3115–3129. <https://doi.org/10.5194/amt-9-3115-2016>

Juang, J. -C., Ma, S. -H., & Lin, C. -T. (2016). Study of GNSS-R techniques for FORMOSAT mission. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(10), 4582–4592. doi: 10.1109/JSTARS.2016.2575069.

Kikuchi, H., Yoshikawa, E., Ushio, T., Mizutani, F., & Wada, M. (2017). Application of adaptive digital beamforming to Osaka University phased array weather radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(7), 3875–3884. doi: 10.1109/TGRS.2017.2682886.

- Latief, C., **Awaludin**, A., & Budiyo, A. (2011). Karakteristik CO<sub>2</sub> permukaan di Bandung Tahun 2008-2009 (Pengukuran tetap di wilayah Pasteur). *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(1), 62–78. <http://dx.doi.org/10.30536/j.jsd.2010.v8.a1533>
- Latief, C., Nugroho, G. A., & **Awaludin**, A. (2011). Karakterisasi CO<sub>2</sub> pada daerah dominan rosotan dengan ruang terbuka. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer I 2010: Kontribusi Sains Atmosfer dalam menghadapi Perubahan Iklim Indonesia* (50–63).
- Nauval, F., Sinatra, T., **Awaludin**, A., & Fatria, D. (2021). Performance evaluation of high-resolution satellite products in estimating rainfall condition over West Borneo. *AIP Conference Proceedings* 2366(1), 020009. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0060153>
- Nauval, F., Sinatra, T., **Awaludin**, A., & Nurlatifah, A. (2020). Performa satelit presipitasi GSMaP dalam mengestimasi curah hujan di Kalimantan Barat. Dalam A. Nurlatifah, D. F. Andarini, E. P. Wulandari, H. Latifah, I. Susanti, & M. Suhermat (Ed.), *Seminar Nasional Sains Atmosfer 2020: Sinergi Nasional dalam Sains dan Teknologi Atmosfer serta Aplikasinya untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan* (120–127). Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer (PSTA) LAPAN.
- Noersomadi, Nugroho, G. A., **Awaludin**, A., Manik, T., Latief, C., Sinatra, T., Halimurrahman, & Budiyo, A. (2012). Pengembangan sensor rawinsonde untuk pengukuran profil angin horizontal atmosfer. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2012* (235–240).
- Nugroho, A., Halimurrahman, Budiyo, A., Satiadi, D., **Awaludin**, A., Sinatra, T., Rahayu, S. A., Sartika, Sunarya, R., Zulharman, A., & Ihsan, C. N. (2022). *Sistem pengkondisian sinyal radar sistem pemantau hujan* (Nomor Paten IDP000082904). DJKI.
- Nugroho, G. A., & **Awaludin**, A. (2012). Optimalisasi sensor suhu (SHT 11) sebagai data meteorologi pada sistem pemantau polusi udara berbasis internet. *Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011*.

- Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2013). Mapping method development using digital image processing to calibrate rainfall radar image. *International Proceeding of 17<sup>th</sup> SIPTEKGAN 2013*. LAPAN.
- Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012a). Pemanfaatan noise radar kapal untuk pemantauan curah hujan wilayah lokal. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 3(1), 43–48.
- Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012b). Studi awal teknik pemisahan sinyal echo hujan dari sinyal video radar kapal menggunakan matlab. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2012* (468–475).
- Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012c). Metode reduksi noise internal sinyal echo radar presipitasi dengan low pass filter. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2012: Memperkuat Sains Atmosfer dan Sains Antariksa serta Teknologinya untuk Mendukung Kemandirian Kedirgantaraan Nasional* (107–111). <https://karya.brin.go.id/id/eprint/19989/>
- Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Sinatra, T., Ihsan, C. N., Rahayu, S. A., & Halimurrahman. (2020). *Metode untuk mengukur estimasi curah hujan dengan radar kapal* (Nomor Paten IDP000070571). DJKI.
- Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Suherman, H., Latief, C., Sinatra, T., & Sofiati, I. (2015). Web based air pollution instrumentation monitoring system. *Teknologi Indonesia*, 36(1), 35–44.
- Nugroho, G. A., Latief, C., & **Awaludin, A.** (2011). Optimalization of electrochemical CO sensor for continuous environmental air measurement application. *Proceedings of International Symposium on the 10th Anniversary of the Equatorial Atmosphere Radar (EAR)*.
- Nugroho, G. A., Rahayu, S. A., & **Awaludin, A.** (2014). Hasil pengamatan scanner hujan dan AWS pada kejadian hujan tanggal 2–3 Maret 2014 di daerah Bandung dan sekitarnya. *Variabilitas Cuaca dan Iklim di Indonesia* (112–124). CV Andira. [https:// karya.brin.go.id/id/eprint/13673](https://karya.brin.go.id/id/eprint/13673)

- Nugroho, G. A., Sinatra, T., **Awaludin, A.**, Halimurrahman, & Handiana, D. (2016). Hail detection by a low cost local weather radar operated for disaster early warning system. *The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJS)* (33–39). <https://karya.brin.go.id/id/eprint/11287/>
- Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 5 Tahun 2020 tentang Skema Penilaian Kesesuaian terhadap Standar Nasional Indonesia Sektor Keantariksaan. (2020). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/171025/peraturan-bsn-no-5-tahun-2020>
- Prasetyo, W., **Awaludin, A.**, Haryanto, I., & Kusnanto. (2021). Analisis keberterimaan teknologi radar hujan. *Jurnal Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa (KKPA)*, 2(1), 1–26. <http://dx.doi.org/10.30536/jkkpa.v2n1.1>
- Pratistha, B., & Triharjanto, R. H. (2020). Evaluasi on going rencana induk penyelenggaraan keantariksaan tahun 2016–2040. *Jurnal Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa (KKPA)*, 1(1), 36–49. <http://dx.doi.org/10.30536/jkkpa.v1n1.3>
- Rahayu, S. A., Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Maryadi, E., Sunarya, R., & Zulharman, A. (2021). *Modul pemutus senar parasut pada sistem balon sonda* (Nomor Paten IDP000075108). DJKI.
- Rahayu, S. A., Sunarya, R., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Triani, L. R., & Toersilowati, L. (2021). *Sensor suhu berbasis kawat platinum* (Nomor Paten IDS000003648). DJKI.
- Ramage, C. S. (1968). Role of a tropical “Maritime Continent” in the atmospheric circulation. *Monthly Weather Review*, 96(6), 365–370. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1968\)096<0365:ROATMC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1968)096<0365:ROATMC>2.0.CO;2)
- Sartika, & **Awaludin, A.** (2014). Pemanfaatan SDR untuk pengembangan teknologi kedirgantaraan. *Media Dirgantara* 9(2), 30–34). LAPAN.
- Sartika, Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2016). Pengembangan radiosonda berbasis sensor kecepatan angin modern device. *Prosiding Seminar Nasional Iptek Penerbangan dan Antariksa*



(SIPTEKGAN) *XX-2016* (117–126). Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN.

Schreiner, W. S., Weiss, J. P., Anthes, R. A., Braun, J., Chu, V., Fong, J., Hunt, D., Kuo, Y. -H., Meehan, T., Serafino, W., Sjoberg, J., Sokolovskiy, S., Talaat, E., Wee, T. K., & Zeng, Z. (2020). COSMIC-2 Radio occultation constellation: First results. *Geophysical Research Letters*, *47*(4), e2019GL086841. <https://doi.org/10.1029/2019GL086841>

Sinatra, T., **Awaludin**, A., Nauval, F., & Purnomo, C. (2021). Calibration of spatial rain scanner using rainfall depth of rain gauges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *893*(1), 012064. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012064>

Sinatra, T., Nugroho, G. A., & **Awaludin**, A. (2018). Kuantifikasi variasi curah hujan spasial pada radar pemantau hujan di Bandung. *Sains dan Teknologi Atmosfer serta Aplikasinya di Benua Maritim Indonesia* (115–123). Media Akselerasi.

Sinatra, T., Nugroho, G. A., & **Awaludin**, A. (2020). Optimasi data radar hujan dan perluasan jangkauannya menggunakan jaringan radar. *Jurnal Sains Dirgantara*, *18*(1), 43–45.

Sinatra, T., Nugroho, G. A., Halimurrahman, Cholianawati, N., Indrawati, A., Renggono, F., Yulihastin, E., Lestari, S., Ahmad, U. A., Widada, W., & **Awaludin**, A. (2023). Extreme precipitation over complex terrain using multiple remote sensing observation: A case study in the Great Bandung, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *32*, 101058. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101058>.

Smit, H., Kivi, R., Vömel, H., Paukkunen, A. (2013). Thin film capacitive sensors. Dalam Kämpfer, N. (Ed.), *Monitoring Atmospheric Water Vapour: Ground-Based Remote Sensing and In-situ Methods* (11–38), ISSI Scientific Report Series 10. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3909-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3909-7_2)

Sugirman, G. N., Ahmad, U. A., & **Awaludin**, A. (2023). Aplikasi mobile android pemantauan hujan dan peringatan potensi banjir

berbasis radar hujan. *e-Proceeding of Engineering*, 10(1), 229–235.

- Sumantvo, J. T. S., Chua, M. Y., Santosa, C. E., Pariguabean, G. F., Taushima, K., Watanabe, T., Sasmita, K., Mardiyanto, A., Sumantyo, F. D. S., Rahardjo, E. T., Wibisono, G., Supartono, E., Gao, S., Parulian, S. P., Nasucha, M., Kurniawan, F., **Awaludin, A.**, Purbantoro, B., Ji, Y. Q., & Imura, N. (2018). Hinotori-C: A full polarimetric C band airborne circularly polarized synthetic aperture radar for disaster monitoring. *2018 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama)* (1466–1473). IEEE. <https://doi.org/10.23919/PIERS.2018.8597722>
- Sumantyo, J. T. S., & Imura, N. (2015). Development of GNSS-RO and EDTP sensors onboard microsatellite for ionosphere monitoring. *2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)* (4886–4889). <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2015.7326926>
- Sun, Y., Bai, W., Liu, C., Liu, Y., Du, Q., Wang, X., Yang, G., Liao, M., Yang, Z., Zhang, X., Meng, X., Zhao, D., Xia, J., Cai, Y., & Kirchengast, G. (2018). The FengYun-3C radio occultation sounder GNOS: a review of the mission and its early results and science applications. *Atmospheric Measurement Techniques*, 11(10), 5797–5811. <https://doi.org/10.5194/amt-11-5797-2018>
- Sunarya, R., Artono, E., Gantina, H., Pasadena, W., Halimurrahman, Mariani, L., Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Zulherman, A. (2021). *Adapter selang untuk sensor aliran udara* (Nomor Paten IDP000074851). DJKI.
- Sunarya, R., **Awaludin, A.**, & Harjupa, W. (2021). A software improvement method for radiosonde platinum sensor. *Proceedings of International Conference on Industrial, Enterprise, and System Engineering 2021* (240–248). Tel-U Press.
- Sunarya, R., Halimurrahman, **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., & Rahayu, S. A. (2020). *Alat uji tekanan atmosfer untuk modul radiosonda* (Nomor Paten IDP000070570). DJKI.

- Sunarya, R., Halimurrahman, **Awaludin, A.**, Wibowo, B. S., Artono, E., Tursilowati, L., Mariani, L., Irianto, H. Y., Riyadi, A., Komarudin, R., & Suherman, H. (2017). *Muatan roket sonda pengukur parameter atmosfer* (Nomor Paten IDP000047170). DJKI.
- Sunarya, R., Latief, C., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., & Suherman, H. (2017). *Alat pemutus senar parasut pada sistem balon sonda* (Nomor Paten IDP000047167). DJKI.
- Sunarya, R., Rahayu, S. A., **Awaludin, A.**, & Triani, L. R. (2021). *Parasut bantal untuk gondola dropsonda* (Nomor Paten IDS000003649). DJKI.
- Sunarya, R., Toersilowati, R., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Rahayu, S. A., & Zulharman, A. (2018). *Pemutus tali dan peletus balon atmosfer berbasis mikrokontroler yang terprogram* (Nomor Paten IDP000071525). DJKI.
- Tim Kementerian Keuangan. (2023). *Informasi APBN 2023: Peningkatan produktivitas untuk transformasi ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan*. Direktorat Jenderal Anggaran Kementerian Keuangan. <https://media.kemenkeu.go.id/getmedia/6439fa59-b28e-412d-adf5-e02fdd9e7f68/Informasi-APBN-TA-2023.pdf?ext=.pdf>
- Tsuda, T., Miyamoto, M., & Furumoto, J. (2001). Estimation of a humidity profile using turbulence echo characteristics. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 18(7), 1214–1222. [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(2001\)018<1214:EOAHPU>2.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(2001)018<1214:EOAHPU>2.CO;2)
- Ulhaq, M. Z., Sumaryo, S., Prihatiningrum, N., & **Awaludin, A.** (2022). Rancang bangun sistem pemantau perubahan cuaca menggunakan sensor GMM220 Vaisala dan SHT30 dengan Data Logger Raspberry Pi. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, 9(1), 1162–1173. <https://doi.org/10.25124/jett.v9i1.4662>

## DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

### Bagian dari Buku Nasional

1. Darmawan, S., Maryadi, E., Rahmawati, A., Nauval, F., Sinatra, T., & **Awaludin, A.** (2021). Penggunaan long short-term memory (LSTM) untuk prediksi curah hujan jangka pendek pada radar hujan SANTANU di Bandung. Dalam *Peranan Riset dan Teknologi Atmosfer dalam Mewujudkan Ketahanan Iklim* (23–32). CV Prima Estu Utama.
2. Sinatra, T., Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2018). Kuantifikasi variasi curah hujan spasial pada radar pemantau hujan di Bandung. Dalam *Sains dan Teknologi Atmosfer serta Aplikasinya di Benua Maritim Indonesia* (115–123). Media Akselerasi.
3. Nugroho, G. A., Rahayu, S. A., & **Awaludin, A.** (2014). Hasil pengamatan scanner hujan dan AWS pada kejadian hujan tanggal 2–3 Maret 2014 di daerah Bandung dan sekitarnya. Dalam *Variabilitas Cuaca dan Iklim di Indonesia* (112–124). CV Andira. <https://karya.brin.go.id/id/eprint/13673>
4. **Awaludin, A.**, & Wirahman, T. (2014). Rancang bangun FMCW wind profiling radar berbasis USRP N210 dan GNU radio: Hasil awal. Dalam *Variabilitas cuaca dan iklim di Indonesia* (125–140). CV Andira. <https://karya.brin.go.id/id/eprint/13674/>

### Jurnal Internasional

5. Wiraswati, H. L., Ma'ruf, I. F., Ekawardhani, S., Faridah, L., Laelalugina, A., Septanto, H., Djati, I. D., Gaffar, S., & **Awaludin, A.** (2023). Optimization of nucleic acid extraction methods for rapid detection in pandemic situations or diseases with high prevalence. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2023.08.005>

6. Sinatra, T., Nugroho, G. A., Halimurrahman, Cholianawati, N., Indrawati, A., Renggono, F., Yulihastin, E., Lestari, S., Ahmad, U. A., Widada, W., & **Awaludin, A.** (2023). Extreme precipitation over complex terrain using multiple remote sensing observation: A case study in the Great Bandung, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32, 2023, 101058. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101058>
7. Yohandri, Asrizal, **Awaludin, A.**, & Sumantyo, J. T. S. (2022). Low Sidelobe and Tilted Beam Microstrip Antenna for Circularly-Polarized SAR Onboard UAV. *Progress in Electromagnetics Research Letters*, 104, 95–103. <https://doi.org/10.2528/PIERL22032803>
8. Chua, M. Y., Sumantyo, J. T. S., Santosa, C. E., Panggabean, G. F., Sumantyo, F. D. S., Watanabe, T., Ji, Y. Q., Sitompul, P. P., Nasucha, M., Kurniawan, F., Purbantoro, B., **Awaludin, A.**, Sasmita, K., Rahardjo, E. T., Wibisono, G., Jatmiko, R. H., Sudaryatno, S., Purwanto, T. H., Widartono, B. S., & Kamal, M. (2019). The maiden flight of Hinotori-C: The first C band full polarimetric circularly polarized synthetic aperture radar in the world. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 34(2), 24–35. <https://doi.org/10.1109/MAES.2019.180120>
9. **Awaludin, A.**, Sumantyo, J. T. S., Ito, K., Gao, S., Munir, A., Baharuddin, M. Z., & Santosa, C. E. (2018). Equilateral triangular slot antenna for communication system and GNSS RO sensor of GAIA-I microsatellite. *IEICE Transactions on Communications*, E101.B(3), 835–846. <https://doi.org/10.1587/transcom.2017EBP3183>
10. **Awaludin, A.**, Sumantyo, J. T. S., Santosa, C. E., & Baharuddin, M. Z. (2016). Axial ratio enhancement of equilateral triangular-ring slot antenna using coupled diagonal line slots. *Progress in Electromagnetics Research C*, 70, 99–109. <https://doi.org/10.2528/PIERC16102508>

## Jurnal Nasional

11. Ulhaq, M. Z., Sumaryo, S., Prihatiningrum, N., & **Awaludin, A.** (2022). Rancang bangun sistem pemantau perubahan cuaca menggunakan sensor GMM220 Vaisala dan SHT30 dengan Data Logger Raspberry Pi. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, 9(1), 1162–1173. <https://doi.org/10.25124/jett.v9i1.4662>; <https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/4662>
12. Prasetyo, W., **Awaludin, A.**, Haryanto, I., & Kusnanto. (2021). Analisis keberterimaan teknologi radar hujan. *Jurnal Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa (KKPA)*, 2(1), 1–26. <http://dx.doi.org/10.30536/jkkpa.v2n1.1>
13. Sinatra, T., Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2020). Optimasi data radar hujan dan perluasan jangkauannya menggunakan jaringan radar. *Jurnal Sains Dirgantara*, 18(1), 43–45. <https://doi.org/10.30536/j.jsd.2020.v18.a3255>
14. Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Suherman, H., Latief, C., Sinatra, T., & Sofiati, I. (2015). Web based air pollution instrumentation monitoring system. *Teknologi Indonesia*, 36(1), 35–44. <http://dx.doi.org/10.14203/jti.v36i1.197>
15. **Awaludin, A.**, Halimurrahman, Sunarya, R., Tursilowati, L., Wibowo, B. S., & Artono, E. (2015). Muatan pengukur parameter atmosfer Roket Sonda Rxs-100 dan metode pengujiannya. *Jurnal Sains Dirgantara*, 12(2), 61–76.
16. **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., & Rahayu, S. A. (2012). Analisis kemampuan radar navigasi Laut Furuno 1932 Mark-2 untuk pemantauan intensitas hujan. *Jurnal Sains Dirgantara*, 10(2), 90–103.
17. Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012). Pemanfaatan noise radar kapal untuk pemantauan curah hujan wilayah lokal. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 3(1), 43–48.

18. Latief, C., **Awaludin, A.**, & Budiyo, A. (2011). Karakteristik CO<sub>2</sub> permukaan di Bandung Tahun 2008-2009 (Pengukuran tetap di wilayah Pasteur). *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(1), 62–78. <http://dx.doi.org/10.30536/j.jsd.2010.v8.a1533>
19. **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Latief, C., & Budiyo, A. (2010). Rancang bangun alat pengukur dan sistem jaringan data CO<sub>2</sub> di Indonesia berbasis web. *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(1), 79–101. <http://dx.doi.org/10.30536/j.jsd.2010.v8.a1534>

### **Prosiding Internasional**

20. Hidayatulloh, P., Wicaksana, B. B. S., Darmawan, S., Rahmawati, A., Sinatra, T., & Awaludin, A. (2022). An improved rainfall detection of rain radar using high-precision circuit and speckle filtering. *2022 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (123–127). <https://doi.org/10.1109/ICRAMET56917.2022.9991226>
21. Nauval, F., Sinatra, T., Awaludin, A., & Fatria, D. (2021). Performance evaluation of high-resolution satellite products in estimating rainfall condition over West Borneo. *AIP Conference Proceedings* 2366(1), 020009. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0060153>
22. Awaludin, A., Sinatra, T., Nugroho, G. A., & Nauval, F. (2021). Clutter removal improvement of marine radar for weather observation. *AIP Conference Proceedings*, 2366(1), 060023. <https://doi.org/10.1063/5.0060062>
23. Sinatra, T., Awaludin, A., Nauval, F., & Purnomo, C. (2021). Calibration of spatial rain scanner using rainfall depth of rain gauges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 893(1), 012064. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012064>

24. Awaludin, A., Sunarya, R., Satiadi, D., Wiraswati, H. L., Ekawardhani, S., & Faridah, L. (2021). Development of Viral Genome Extraction Machine. *IEEE Proceedings: 2021 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (131–135). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET53537.2021.9650497>
25. Sunarya, R., Awaludin, A., & Harjupa, W. (2021). A software improvement method for radiosonde platinum sensor. *Proceedings of International Conference on Industrial, Enterprise, and System Engineering 2021* (240–248). Tel-U Press.
26. Awaludin, A., Sinatra, T., Noersomadi, & Hashiguchi, H. (2020). Analysis of the acoustic chirp signal of EAR-RASS for improving its temperature profile data retrieval. *AIP Conference Proceedings*, 2226(1), 060012. <https://doi.org/10.1063/5.0002325>
27. Awaludin, A., & Sumantyo, J. T. S. (2018). Wideband circularly polarized printed slot antenna with a pair of slant line slots. *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (64–67). <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2018.8534806>
28. Sitompul, P. P., Sumantyo, J. T. S., Kurniawan, F., Santosa, C. E., Manik, T., Awaludin, A., Chua, M. Y. (2018). Dual-band circularly-polarized microstrip antenna for nano satellite. *2018 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama)* (864–867). IEEE. <https://doi.org/10.23919/PIERS.2018.8598044>
29. Sumantvo, J. T. S., Chua, M. Y., Santosa, C. E., Pariguabean, G. F., Taushima, K., Watanabe, T., Sasmita, K., Mardiyanto, A., Sumantyo, F. D. S., Rahardjo, E. T., Wibisono, G., Supartono, E., Gao, S., Parulian, S. P., Nasucha, M., Kurniawan, F., Awaludin, A., Purbantoro, B., Ji, Y. Q., & Imura, N. (2018). Hinotori-C: A full polarimetric C band airborne circularly polarized synthetic aperture radar for disaster monitoring. *2018 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama)* (1466–1473). <https://doi.org/10.23919/PIERS.2018.8597722>



30. Awaludin, A., Santosa, C. E., & Sumantyo, J. T. S. (2018). Unidirectional radiation and gain enhancement of circularly polarized printed slot antenna by several shapes of reflector. *2018 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS-Toyama)* (872–875). <https://doi.org/10.23919/PIERS.2018.8598188>
31. Awaludin, A., Sumantyo, J. T. S., Gao, S., Santosa, C. E., & Baharuddin, M. Z. (2017). Wideband circularly polarized triangular-ring slot antenna for GAIA-I microsatellite. *2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)* (2277–2280). <https://doi.org/10.23919/EuCAP.2017.7928040>
32. Nugroho, G. A., Sinatra, T., Awaludin, A., Halimurrahman, & Handiana, D. (2016). Hail detection by a low cost local weather radar operated for disaster early warning system. *The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJS)* (33–39). <https://karya.brin.go.id/id/eprint/11287/>
33. Santosa, C. E., Baharuddin, M. Z., Awaludin, A., & Sumantyo, J. T. S. (2016). Circularly polarized microstrip patch antenna with Eye-slot for X-band Synthetic Aperture Radar Application. *The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJS)* (33–39).
34. Awaludin, A., Sunarya, R., Maryadi, E., Halimurrahman, Nugroho, G. A., & Tursilowati, L. (2014). Wireless weather instrument for multi-altitude monitoring of skydiving landing area. Dalam M. Wahab, Y. Radiansah, S. Ismail, Y. Wahyu, P. Adhi, & G. Wiranto (Ed.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics and Telecommunications (ICRAMET) 2014* (11–14). Research Center for Electronics and Telecommunication Indonesian Institute of Sciences.
35. Awaludin, A., Nugroho, G. A., Alam, S., Kurniawan, D. F., & Yuwono, R. (2013, 7–8 Oktober). Development of marine radar signal acquisition and processing system. *2013 International Conference on Information Technology and Electrical*

*Engineering* (ICITEE) (97–100). <https://doi.org/10.1109/ICITEED.2013.6676219>

36. Nugroho, G. A., & Awaludin, A. (2013). Mapping method development using digital image processing to calibrate rainfall radar image. *International Proceeding of 17<sup>th</sup> SIPTEKGAN 2013*, LAPAN.
37. Awaludin, A., Nugroho, G. A., Sunarya, R., & Halimurrahman. (2013). Preliminary results of low altitude rocketsonde meteorological payload development. *Proceedings International Seminar of Aerospace Science and Technology 17th SIPTEKGAN* (275–280).
38. Nugroho, G. A., Latief, C., & Awaludin, A. (2011). Optimalization of electrochemical CO sensor for continuous environmental air measurement application. *Proceedings of International Symposium on the 10th Anniversary of the Equatorial Atmosphere Radar (EAR)*.

### **Prosiding Nasional**

39. Sartika, Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2016). Pengembangan radiosonda berbasis sensor kecepatan angin modern device. *Prosiding Seminar Nasional Iptek Penerbangan dan Antariksa (SIPTEKGAN) XX-2016* (117–126). Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN.
40. **Awaludin, A.**, Sunarya, R., & Komarudin, R. (2014). Rancang bangun sistem komunikasi nirkabel dan panel surya untuk MAWS. *Prosiding Seminar Sains Atmosfer (SSA) 2014: Mengembangkan Sains dan Teknologi Atmosfer dalam rangka Pelaksanaan Undang-Undang Keantariksaan* (55–63).
41. **Awaludin, A.**, Halimurrahman, Sunarya, R., & Rahayu, S. A. (2013, 28 Agustus). Desain muatan roket sonda eksperimen

- berbasis roket RX-100 untuk pengukuran profil vertikal parameter atmosfer. *Prosiding Seminar Sains Atmosfer (SSA) 2013* (46–54).
42. **Awaludin, A.**, Halimurrahman, Maryadi, E., & Noersomadi. (2013). Pengembangan metode penjejakan posisi berbasis Google Maps pada OOPL untuk aplikasi pemantauan radiosonda balon atmosfer. Dalam E. Hermawan, N. Komala, B. Siswanto, T. Samiaji, & W. W. Cahyo (Ed.), *Sains atmosfer: Teknologi dan aplikasinya* (1–12). CV Andira.
  43. Nugroho, G. A., & **Awaludin, A.** (2012). Optimalisasi sensor suhu (SHT 11) sebagai data meteorologi pada sistem pemantau polusi udara berbasis internet. *Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011*.
  44. Noersomadi, Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Manik, T., Latief, C., Sinatra, T., Halimurrahman, & Budiyo, A. (2012). Pengembangan sensor rawinsonde untuk pengukuran profil angin horizontal atmosfer. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2012* (235–240).
  45. Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012). Studi awal teknik pemisahan sinyal echo hujan dari sinyal video radar kapal menggunakan matlab. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 2012*, (468–475).
  46. Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Rahayu, S. A. (2012). Metode reduksi noise internal sinyal echo radar presipitasi dengan low pass filter. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2012: Memperkuat Sains Atmosfer dan Sains Antariksa serta Teknologinya untuk Mendukung Kemandirian Kedirgantaraan Nasional* (107–111). <https://karya.brin.go.id/id/eprint/19989/>
  47. **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Manik, T., Latief, C., & Halimurrahman. (2011, November). Pembuatan radiosonda untuk mengukur profil parameter atmosfer dan validasinya menggunakan RS92-SGH. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011* (26–34).
  48. Latief, C., Nugroho, G.A., & **Awaludin, A.** (2010). Karakterisasi CO<sub>2</sub> pada daerah dominan rosotan dengan ruang terbuka.

*Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer I 2010: Kontribusi Sains Atmosfer dalam Menghadapi Perubahan Iklim Indonesia (50–63).*

49. **Awaludin, A.** (2010). Rancang bangun software penjejak posisi dan pemantau profil vertikal data CO<sub>2</sub> sonda. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer I 2010: Kontribusi Sains Atmosfer dalam menghadapi Perubahan Iklim Indonesia (132–141)*. [https://karya.brin.go.id/id/eprint/19772/1/Prosiding\\_Asif\\_LAPAN\\_2010.pdf](https://karya.brin.go.id/id/eprint/19772/1/Prosiding_Asif_LAPAN_2010.pdf)

### **Paten dan Hak Cipta**

50. Nugroho, G. A., Halimurrahman, Sunarya, R., Tursilowati, L., Satiadi, D., Krismianto, Latief, Ch., Rahayu, S. A., Adetya, E., Sartika, Suherman, H., Ihsan, C. N., Zulharman, A., Budiyo, A., **Awaludin, A.**, & Sinatra, T. (2022). *Sistem pengkondisian sinyal radar sistem pemantau hujan* (Nomor Paten IDP000082904). Tanggal pemberian 13 September 2022. DJKI.
51. Sunarya, R., Rahayu, S. A., **Awaludin, A.**, & Triani, L. R. (2021). *Parasut bantal untuk gondola dropsonda* (Nomor Paten IDS000003649). Tanggal pemberian 16 Februari 2021. DJKI.
52. Rahayu, S. A., Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Maryadi, E., Sunarya, R., & Zulharman, A. (2021). *Modul pemutus senar parasut pada sistem balon sonda* (Nomor Paten IDP000075108). Tanggal pemberian 16 Februari 2021. DJKI.
53. Rahayu, S. A., Sunarya, R., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Triani, L. R., & Toersilowati, L. (2021). *Sensor suhu berbasis kawat platinum* (Nomor Paten IDS000003648). Tanggal pemberian 16 Februari 2021. DJKI.
54. Sunarya, R., Artono, E., Gantina, H., Pasadena, W., Halimurrahman, Mariani, L., Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, & Zulharman, A. (2021). *Adapter selang untuk sensor aliran udara* (Nomor Paten IDP000074851). Tanggal pemberian 8 Februari 2021. DJKI.

55. Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Sinatra, T., Ihsan, C. N., Rahayu, S. A., & Halimurrahman. (2020). *Metode untuk mengukur estimasi curah hujan dengan radar kapal* (Nomor Paten IDP000070571). Tanggal pemberian 13 Agustus 2020. DJKI.
56. Sunarya, R., Toersilowati, R., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Rahayu, S. A., & Zulharman, A. (2020). *Pemutus tali dan peletus balon atmosfer berbasis mikrokontroler yang terprogram* (Nomor Paten IDP000071525). Tanggal pemberian 18 September 2020. DJKI.
57. Sunarya, R., Rahayu, S. A., **Awaludin, A.**, & Triani, L. R. (2020). *Modifikasi tiang stasiun cuaca otomatis yang mencakup wadah yang disusun dari beberapa bagian* (Nomor Paten IDS000003309). Tanggal pemberian 22 Oktober 2020. DJKI.
58. Sunarya, R., Halimurrahman, **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., & Rahayu, S. A. (2020). *Alat uji tekanan atmosfer untuk modul radiosonda* (Nomor Paten IDP000070570). Tanggal pemberian 13 Agustus 2020. DJKI.
59. **Awaludin, A.**, Sunarya, R., Radiana, A., Toersilowati, L., Sinatra, T., Rahayu, S. A., Nugroho, G. A., & Triani, L. R. (2020). *Antena pencil beam dan dilengkapi radome untuk radar hujan X-band* (Nomor Paten IDS000003194). Tanggal pemberian 15 September 2020. DJKI.
60. Ihsan, C. N., Nugroho, G.A., Sinatra, T., **Awaludin, A.** (2018). *Sistem informasi hujan spasial berbasis radar X-band* (Nomor Sertifikat Hak Cipta 000206569). Tanggal Pencatatan 1 Agustus 2018. DJKI.
61. Sunarya, R., Latief, C., **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., & Suherman, H. (2017). *Alat pemutus senar parasut pada sistem balon sonda* (Nomor Paten IDP000047167). Tanggal pemberian 7 Agustus 2017. DJKI.

62. Sunarya, R., Halimurrahman, **Awaludin, A.**, Wibowo, B. S., Artono, E., Tursilowati, L., Mariani, L., Irianto, H. Y., Riyadi, A., Komarudin, R., & Suherman, H. (2017). *Muatan roket sonda pengukur parameter atmosfer* (Nomor Paten IDP000047170). Tanggal pemberian 7 Agustus 2017. DJKI.
63. **Awaludin, A.**, Sinatra, T., Budiyo, A., & Halimurrahman. (2017). *Perangkat lunak automatic weather station (AWS) view 4* (Nomor Sertifikat Hak Cipta 000353974). Tanggal Pencatatan 3 April 2017. DJKI.
64. **Awaludin, A.**, Nugroho, G. A., Sinatra, T., Radiana, A. (2012). *Software pemantau muatan balon atmosfer* (Nomor Sertifikat Hak Cipta 000206567). Tanggal Pencatatan 1 November 2012. DJKI.
65. **Awaludin, A.**, Nugroho, G.A., Sinatra, T., Budiyo, A. (2008). *Software pemantau konsentrasi CO2 permukaan* (Nomor Sertifikat Hak Cipta 000206568). Tanggal Pencatatan 1 Oktober 2008. DJKI.

## Lisensi

66. Halimurrahman, Satiadi, D., Budiyo, A., Nugroho, G.A., **Awaludin, A.**, Sunarya, R., Sinatra, T., Rahayu, S.A., Ihsan, C.N., Sartika, Zulharman, A. (2019). Perjanjian Lisensi antara Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Perusahaan Perseroan PT Industri Telekomunikasi Indonesia tentang Komersialisasi Sistem Pemantau Hujan. Nomor 4724/HK.03/010600/2019 dan Nomor 74/KS.00/12/2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. Budiyo, A., Halimurrahman, Nugroho, G. A., **Awaludin, A.**, Sinatra, T., Mahmud, Toersilowati, L., Radiana, A., Nauval, F., Yasik, Y. L., Krisno, U. Y., Parmono. (2019). Standar Nasional Indonesia 8829:2019 Radar Hujan. Surat Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 638/KEP/BSN/12/2019 tentang Penetapan Standar Nasional Indonesia 8829:2019 Radar Hujan.
2. Sartika, & **Awaludin, A.** (2014). Pemanfaatan SDR untuk pengembangan teknologi kedirgantaraan. *Media Dirgantara*, 9(2), 30–34.
3. Sugirman, G. N., Ahmad, U. A., & **Awaludin, A.** (2023). Aplikasi mobile android pemantauan hujan dan peringatan potensi banjir berbasis radar hujan. *e-Proceeding of Engineering*, 10(1), 229–235. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19319>
4. **Awaludin, A.** (2003). *Aplikasi remote control untuk menjalankan hotkey keyboard* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Brawijaya.
5. **Awaludin, A.** (2013). *Pengembangan sistem pengolah sinyal radar cuaca berbasis radar navigasi* [Tesis tidak diterbitkan]. Institut Teknologi Bandung.
6. **Awaludin, A.** (2018). *Development of wideband microstrip antenna for GNSS microsatellite* [Disertasi tidak diterbitkan]. Chiba University.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Data Pribadi

Nama Lengkap	: Dr. Asif Awaludin, S.T., M.T.
Tempat, Tanggal Lahir	: Rembang, 16 Mei 1980
Anak ke	: 1 dari 4 Bersaudara
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Nama Ayah Kandung	: Mustofa Sueb
Nama Ibu Kandung	: Nurul Khotimah
Nama Istri	: Hesti Lina Wiraswati
Jumlah Anak	: 4 orang
Nama Anak	: 1. Ibrahim Abdullah 2. Muhammad Fattahillah 3. Rasyid Andrea Mustafa 4. Nadine Ardelia R
Nama Instansi	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Inovasi dan Hilirisasi Teknologi Observasi Atmosfer untuk Membangun Kemandirian Nasional
Bidang Kepekararan	: Teknologi Elektronika untuk Lingkungan Atmosfer dan Aplikasinya
No. SK Pangkat Terakhir	: 4307/I/KP/2023, tanggal 25 Agustus 2023
No. SK Peneliti Ahli Utama	: KEPRES RI No 6/M Tahun 2023, tanggal 25 Januari 2023

## B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/PT/ Universitas	Tempat/ Kota	Tahun Lulus
1.	SD	SDN Sendangmulyo 2	Rembang/ Indonesia	1992
2.	SMP	SMPN 1 Kragan	Rembang/ Indonesia	1995
3.	SMA	SMAN 1 Rembang	Rembang/ Indonesia	1998
4.	S-1	Universitas Brawijaya	Malang/ Indonesia	2003
5.	S-2	Institut Teknologi Bandung	Bandung/ Indonesia	2013
6.	S-3	Chiba University	Chiba/ Jepang	2018

## C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Pengelolaan Instrumen dan Akuisisi data Observasi Parameter Atmosfer tanggal 20–26 Juni 2012	Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN, Bandung	2012

<b>No.</b>	<b>Nama Pelatihan/ Pendidikan</b>	<b>Tempat/Kota/ Negara</b>	<b>Tahun</b>
2.	Penulisan Karya Ilmiah Bagi Pejabat Fungsional Peneliti, 4–5 September 2012	LAPAN, Jakarta	2012
3.	International School on Atmosphere-Ionosphere Radar, 12–17 November 2012	National Central University, Taiwan	2012
4.	Workshop on MCCOE Radar Meteorology in Indonesia: Progress on Weather Radar Technology and Its Application to Social Benefits, 28 Februari 2013	BPPT, Jakarta	2013
5.	Tutorial and Demonstration: Multi Parameter Radar Application for the Extreme Rainfall Studies: Modelling and Observation, 1 Maret 2013	BPPT, Jakarta	2013
6.	7th KAGI21 International Spring School, 3–13 Maret 2013	Kyoto University, Jepang	2013
7.	ICTP School on Applications of Open Spectrum and White Space Technologies, 3–14 Maret 2014	ICTP Trieste - Italia	2014

#### **D. Jabatan Fungsional**

<b>No.</b>	<b>Jenjang Jabatan</b>	<b>TMT Jabatan</b>
1.	Peneliti Pertama - III/a	1 Oktober 2009
2.	Peneliti Muda - III/c	1 Oktober 2013
3.	Peneliti Muda - III/d	30 November 2018
4.	Peneliti Madya - IV/a	2 Desember 2019
5.	Peneliti Utama - IV/d	25 Januari 2023

#### **E. Penugasan Khusus Nasional/Internasional**

<b>No.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Pemberi Tugas</b>	<b>Tahun</b>
1.	Tim Pereviu Proposal Kegiatan Litbangjirap di Lingkup OR PA 2021	OR PA - BRIN	2021
2.	Narasumber Kongres Memanen Air Hujan Indonesia IV	Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada	2022
3.	Narasumber Pengembara Diseminasi Inovasi dan Teknologi	Balitbangda Jawa Barat	2022
4.	Tim Pereviu Proposal Riset Inovasi Indonesia Maju	DFRI - BRIN	2022–sekarang

## F. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Ta- hun
1.	2013 International Conference on Information Technology and Electrical Engineering	Pemakalah	Yogyakarta	2013
2.	International Seminar of Aerospace Science and Technology 17th SIPTEKGAN	Pemakalah	Serpong Tangerang	2013
3.	3rd International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Telecommunications (ICRAMET)	Pemakalah	Batam	2014
4.	The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium	Pemakalah dan Editor	Chiba, Jepang	2016
5.	11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP)	Pemakalah	Paris, France	2017
6.	10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)	Pemakalah	Kuta, Bali	2018

<b>No.</b>	<b>Nama Kegiatan</b>	<b>Peran/ Tugas</b>	<b>Penyelenggara (Kota, Negara)</b>	<b>Tahun</b>
7.	7th International Seminar on Aerospace Science and Technology – ISAST 2019	Pemakalah	Jakarta	2019
8.	The 8th International Seminar on Aerospace Science and Technology – ISAST 2020	Pemakalah	Bogor	2020
9.	International Conference on Industrial, Enterprise, and System Engineering 2021	Pemakalah	Bandung	2021

### **G. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah**

<b>No.</b>	<b>Nama Jurnal</b>	<b>Penerbit</b>	<b>Peran/ Tugas</b>	<b>Tahun</b>
1.	Microwave and Optical Technology Letters	Wiley-Blackwell	Mitra Bestari	2020
2.	Jurnal Teknologi Dirgantara	LAPAN	Mitra Bestari	2019–2020

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/ Tugas	Tahun
3.	Jurnal Meteorologi dan Geofisika	BMKG	Mitra Bestari	2022
4.	Journal Of Computer Engineering : Progress, Application And Technology (Cepat)	Universitas Telkom	Mitra Bestari	2022–sekarang

## H. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	1
2.	Bersama Penulis Lainnya	65
	<b>Total</b>	<b>66</b>

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	40
2.	Bahasa Inggris	26
	<b>Total</b>	<b>66</b>

## I. Pembinaan Kader Ilmiah

### Post Doctoral

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Dr. Ilma Fauziah Ma'ruf	ITB	Pembimbing	2023–2024



## Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Sartika	BRIN	Pembimbing	2014– 2016
2.	Tiin Sinatra	BRIN	Pembimbing	2018– 2023
3.	Listi Restu Triani	BRIN	Pembimbing	2019– 2021
4.	Rachmat Sunarya	BRIN	Pembimbing	2019– 2022
5.	Fadli Nauval	BRIN	Pembimbing	2020– 2021
6.	Papat Hidayatulloh	BRIN	Pembimbing	2021– 2022
7.	B. Berlian Surya Wicaksana	BRIN	Pembimbing	2021– 2022
8.	Syukri Darmawan	BRIN	Pembimbing	2021– 2022
9.	Annida Rahmawati	BRIN	Pembimbing	2021– 2022

## Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Muhammad Zia Ulhaq	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2021
2.	Gian Nugraha Sugirman	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2022

<b>No.</b>	<b>Nama</b>	<b>Instansi</b>	<b>Peran/Tugas</b>	<b>Tahun</b>
3.	TM Alvian Syafril	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2022
4.	Agung Riyanto	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2022
5.	Erliana Isti Qomah	Universitas Jendral Soedirman	Pembimbing Skripsi S1	2023
6.	Rezky Aliffa Widiyanantoputri	Universitas Jendral Soedirman	Pembimbing Skripsi S1	2023
7.	Meuthia Salsabila	Universitas Negeri Jakarta	Pembimbing Skripsi S1	2023
8.	Muhammad Faisal Hidayatullah	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2023
9.	Rama Pratama	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2023
10.	Taufiq Salman Sya'bani	Universitas Telkom	Pembimbing Skripsi S1	2023
11.	Tesalonika Angela Putri M	ITB	Pembimbing Asisten Riset	2023–2024
12.	Salsabila Safa Ramadhani	Universitas Jendral Soedirman	Pembimbing Skripsi S1	2023

## **J. Organisasi Profesi Ilmiah**

<b>No.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Nama Organisasi</b>	<b>Tahun</b>
1.	Student Member	IEEE	2013–2019
2.	Student Member	IEICE	2017–2019
3.	Anggota	Himpenindo / PPI	2018–2023

## **K. Tanda Penghargaan**

<b>No.</b>	<b>Nama Penghargaan</b>	<b>Pemberi Penghargaan</b>	<b>Tahun</b>
1.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden Republik Indonesia	2016

Selama ini teknologi observasi atmosfer yang dioperasikan di Indonesia adalah produk impor. Pemerintah mendorong pengembangan produk teknologi dalam negeri untuk mengurangi kebutuhan produk impor yang besar yang disertai biaya perawatan yang besar pula. Pada naskah orasi *Inovasi dan Hilirisasi Teknologi Observasi Atmosfer untuk Membangun Kemandirian Nasional* dipaparkan dukungan yang dilakukan dengan mengembangkan beberapa produk teknologi observasi atmosfer, antara lain radar hujan, radiosonde, muatan atmosfer roket sonda, sistem perekam data kualitas udara dan gas rumah kaca, AWS, dan sistem penerima GNSS untuk satelit GNSS RO. Salah satu produk tersebut, yaitu produk radar hujan telah melalui proses hilirisasi ke industri dengan dibuatnya perjanjian lisensi. Selain itu juga telah dibuat SNI dan skema penilaian kesesuaian terhadap SNI untuk produk radar hujan. Produk teknologi atmosfer lain yang telah dikembangkan akan terus ditingkatkan kualitas sehingga dapat dilakukan hilirisasi ke industri. Produk-produk teknologi tersebut sangat dibutuhkan untuk pengamatan atmosfer, khususnya saat kampanye observasi atmosfer yang membutuhkan berbagai jenis alat ukur untuk mendapatkan berbagai jenis dan karakteristik data. Data yang dihasilkan sangat dibutuhkan untuk penelitian maupun untuk masukan model prediksi atmosfer.

BRIN Publishing  
*The Legacy of Knowledge*

Diterbitkan oleh:  
**Penerbit BRIN**, anggota Ikapi  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,  
Jln. M.H. Thamrin No. 8,  
Kota Jakarta Pusat 10340  
E-mail: [penerbit@brin.go.id](mailto:penerbit@brin.go.id)  
Website: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)

DOI: 10.55981/brin.923



ISBN 978-623-8372-38-6



9 786238 372386