

**KAJIAN TEKNIS PETA JALAN PERALATAN OPERASIONAL
METEOROLOGI DIGITAL DI BADAN METEOROLOGI,
KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**

***TECHNICAL STUDY ON THE ROADMAP FOR DIGITAL
METEOROLOGICAL OPERATIONAL EQUIPMENT AT THE
METEOROLOGY, CLIMATOLOGY, AND GEOPHYSICS AGENCY***

Maulana Putra

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

maulana.putra@bmkg.go.id

ABSTRACT

The shift from conventional to digital weather observation systems has become a key priority for Indonesia's Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) in order to improve data accuracy. This research focuses on creating a roadmap for Digital Meteorological Operational Equipment by identifying both minimum and ideal requirements and assessing equipment performance based on international benchmarks, particularly those set by the World Meteorological Organization (WMO). Using a descriptive quantitative approach, the study involves data collection, technical evaluation, and the formulation of the roadmap. Findings show that while the minimum standards have been met, fulfilling the ideal standards would require the addition of 42 more units of Digital Meteorological Operational Equipment. Based on the 2024 Service Level Agreement (SLA), the equipment has achieved an average uptime of 98–100%, supported by regular maintenance and calibration to ensure the equipment's operational reliability. The resulting roadmap offers strategic direction for future equipment procurement, aiming to enhance the quality of meteorological services to align with both national and international standards. This research is intended to serve as a reference for managing digital meteorological tools to ensure the delivery of precise and dependable weather data.

Keywords: Equipment; Operational; Meteorological; Digital, Roadmap

ABSTRAK

Transformasi sistem pengamatan cuaca dari metode konvensional ke teknologi digital menjadi salah satu prioritas utama Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam rangka meningkatkan akurasi data. Penelitian ini bertujuan merancang peta jalan untuk Peralatan Operasional Meteorologi Digital dengan cara menentukan kebutuhan minimal dan ideal, serta mengevaluasi kinerja peralatan berdasarkan standar internasional seperti yang ditetapkan oleh World Meteorological Organization (WMO). Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yang mencakup proses pengumpulan data, analisis teknis, dan penyusunan peta jalan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa kebutuhan minimal telah tercapai, namun untuk memenuhi kebutuhan ideal masih diperlukan penambahan sebanyak 42 unit peralatan. Berdasarkan Service Level Agreement (SLA) tahun 2024, rata-rata uptime alat mencapai 98–100%, yang didukung oleh kegiatan pemeliharaan dan kalibrasi secara berkala guna memastikan alat laik operasional. Peta jalan ini memberikan arahan strategis dalam proses pengadaan peralatan, sehingga mampu mendukung penyampaian layanan informasi meteorologi yang lebih berkualitas dan sesuai dengan standar nasional maupun global. Penelitian ini diharapkan menjadi pedoman dalam pengelolaan Peralatan Operasional Meteorologi Digital untuk menjawab kebutuhan akan data cuaca yang akurat dan terpercaya.

Kata Kunci : Peralatan, Operasional, Meteorologi, Digital, Peta Jalan

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang meteorologi telah mendorong berbagai negara untuk mengembangkan sistem pengamatan cuaca berbasis digital sebagai pengganti metode konvensional (Furqon et al., 2021). Di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), keberadaan peralatan operasional meteorologi digital menjadi sangat krusial guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan dalam pengamatan cuaca, sekaligus memenuhi ketentuan regulasi internasional. Digitalisasi sistem pengamatan pada dasarnya merupakan proses penggantian metode konvensional dengan sistem otomatis berbasis elektronik, yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan manusia, meningkatkan ketelitian dan resolusi data, mempercepat frekuensi pengamatan, serta menyederhanakan proses kalibrasi dan pengolahan informasi.

Beberapa regulasi internasional, seperti Konvensi Minamata dan aturan dari International Air Transport Association (IATA), telah melarang penggunaan alat yang mengandung merkuri—seperti barometer dan termometer—karena dikategorikan sebagai barang berbahaya (Sumarjono & Utamakno, 2019). Menanggapi hal tersebut, sejak tahun 2015 BMKG mulai menggantikan peralatan pengamatan konvensional dengan sistem digital melalui program pengembangan Peralatan Operasional Meteorologi Digital. Sistem ini merupakan bagian dari pengamatan otomatis yang diterapkan di taman alat Stasiun Meteorologi dan dirancang untuk menggantikan sistem lama. Selain mengikuti regulasi WMO terkait pelarangan merkuri, kebijakan ini juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan ketepatan data, serta memperbesar cakupan dan frekuensi pengamatan meteorologi.

Penyusunan peta jalan Peralatan Operasional Meteorologi Digital sangat penting bagi BMKG karena menjadi

landasan dalam merancang rencana strategis jangka panjang (Mutambo et al., 2022). Dokumen ini memberikan panduan yang jelas dalam perencanaan pemenuhan kebutuhan peralatan setiap tahunnya selama periode lima tahun, serta menjadi referensi dalam penyusunan anggaran dan pelaksanaan pengadaan. Dengan adanya peta jalan ini, BMKG dapat mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien dan melakukan pengadaan secara sistematis agar kebutuhan peralatan dapat terpenuhi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan peta jalan yang terstruktur dan menyeluruh, yang disusun dengan selaras terhadap periode rencana strategis BMKG, sehingga mendukung keterpaduan antara kebutuhan operasional dan arah visi serta misi jangka panjang lembaga.

TINJAUAN LITERATUR

Transformasi teknologi di bidang meteorologi telah mendorong berbagai negara untuk mengembangkan sistem pengamatan cuaca digital sebagai pengganti metode konvensional guna meningkatkan efisiensi dan akurasi data (Furqon et al., 2021). Di Indonesia, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) telah memulai peralihan ini sejak tahun 2015 melalui program Peralatan Operasional Meteorologi Digital yang dirancang untuk menggantikan sistem manual dengan sistem otomatis berbasis elektronik. Otomatisasi ini tidak hanya bertujuan meningkatkan akurasi, resolusi, dan frekuensi pengamatan, tetapi juga mempermudah kalibrasi dan pengolahan data. Selain itu, kebijakan ini menjadi respons terhadap regulasi internasional seperti Minamata Convention dan IATA yang melarang penggunaan alat bermaterial merkuri karena sifatnya yang berbahaya (Sumarjono & Utamakno, 2019). Dalam mendukung implementasi tersebut, BMKG menyusun peta jalan Peralatan Operasional Meteorologi Digital sebagai panduan

strategis lima tahunan dalam pengusulan anggaran dan pengadaan peralatan secara terencana dan efisien, serta untuk menyelaraskan kebutuhan operasional dengan visi dan misi jangka panjang lembaga (Mutambo et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang mencakup proses pengumpulan, analisis, dan interpretasi data untuk memberikan gambaran mengenai kondisi Peralatan Operasional Meteorologi Digital. Proses penelitian dimulai dari tahap pengumpulan data, dilanjutkan dengan analisis teknis, dan diakhiri dengan penyusunan peta jalan. Tahapan penelitian tersebut digambarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mendokumentasikan informasi mengenai Peralatan Operasional Meteorologi Digital yang dimiliki BMKG, mencakup jumlah unit, lokasi penempatan, dan koordinat geografisnya. Informasi tersebut disajikan dalam Tabel 1, yang menggambarkan sebaran peralatan yang tersedia saat ini. Data ini tidak hanya memberikan gambaran distribusi perangkat, tetapi juga digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan peralatan yang ideal. Selain itu, pengumpulan data ini

berperan sebagai dasar dalam penyusunan peta jalan pengembangan peralatan.

Kajian teknis merupakan bagian dari studi yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menganalisis kebutuhan, aspek teknis, serta kinerja peralatan (BMKG, 2024). Kajian awal difokuskan pada spesifikasi teknis, dengan cara membandingkan karakteristik peralatan operasional meteorologi digital yang digunakan dengan standar kinerja instrumen yang ditetapkan oleh World Meteorological Organization (WMO) melalui *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation* (2008). Tujuan dari kajian ini adalah memastikan bahwa perangkat yang digunakan dapat menghasilkan data akurat sesuai standar global. WMO menetapkan standar tersebut untuk menjamin keseragaman, kompatibilitas data, serta mendukung pertukaran informasi meteorologi secara internasional (Fulford et al., 2007).

Tahapan selanjutnya dalam kajian teknis adalah evaluasi kinerja (Zhou et al., 2022), yang dilakukan untuk menilai sejauh mana perangkat dapat beroperasi sesuai spesifikasi teknis dan kebutuhan operasional. Evaluasi ini mencakup pengukuran pencapaian terhadap *Service Level Agreement* (SLA), yang berisi standar kinerja dan pelayanan. Salah satu indikator utama SLA adalah waktu operasional (*uptime*), yaitu persentase waktu alat dapat berfungsi optimal selama satu bulan (Utami et al., 2024). SLA juga mencakup rutinitas pemeliharaan serta batas waktu maksimal dalam merespons kerusakan.

Penyusunan peta jalan Peralatan Operasional Meteorologi Digital dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan ideal dan minimal untuk pelayanan informasi meteorologi di seluruh wilayah Indonesia. Setelah itu, dilakukan analisis terhadap jumlah alat yang telah dipasang dan selisihnya dibandingkan dengan kebutuhan yang ditetapkan. Berdasarkan hasil identifikasi ini, disusunlah rencana tahunan pengadaan peralatan berikut lokasinya

untuk setiap tahun selama periode peta jalan.

Tabel 1. Lokasi Peralatan Operasional Meteorologi Digital

No	Stasiun Meteorologi	Koordinat	No	Stasiun Meteorologi	Koordinat
1	Iskandar Muda Aceh	5.521 LU, 95.42 BT	43	Maritim Serang	6.114 LS, 106.133 BT
2	Kualanamu	3.642 LU, 98.89 BT	44	Dok 2 Jayapura	2.538 LS, 140.711 BT
3	Padang	0.793 LS, 100.288 BT	45	Yogyakarta	7.90 LS, 110.067 BT
4	Pekanbaru	0.455 LU, 101.443 BT	46	Sintang	0.066 LU, 111.442 BT
5	Jambi	1.634 LS, 103.64 BT	47	Maritim Lampung	5.455 LS, 105.312 BT
6	Lampung	5.27 LS, 105.18 BT	48	Tanjung Selor	2.839 LU, 117.371 BT
7	Palembang	2.90 LS, 104.7 BT	49	Putussibau	0.839 LU, 112.933 BT
8	Pangkalpinang	2.17 LS, 106.13 BT	50	Sambas Paloh	1.738 LU, 109.32 BT
9	Pontianak	0.142 LS, 109.45 BT	51	Nabire	3.398 LS, 135.396 BT
10	Curug	6.287 LS, 106.563 BT	52	Cilacap	7.719 LS, 109.012 BT
11	Semarang	6.976 LS, 110.378 BT	53	Nunukan	4.135 LU, 117.664 BT
12	Surabaya	7.37 LS, 112.77 BT	54	Kertajati	6.627 LS, 108.152 BT
13	Denpasar	8.749 LS, 115.17 BT	55	Larantuka	8.276 LS, 122.999 BT
14	Kupang	10.168 LS, 123.67 BT	56	Cengkareng	6.125 LS, 106.658 BT
15	Pangkalan Bun	2.705 LS, 111.672 BT	57	Kalianget	7.041 LS, 113.914 BT
16	Banjarmasin	3.439 LS, 114.767 BT	58	Kalimara Berau	2.144 LU, 117.43 BT
17	Palangkaraya	2.22 LS, 113.95 BT	59	GSA Kota Baru	3.299 LS, 116.167 BT
18	Bima	8.5 LS, 118.72 BT	60	Tardamu Sabu	10.49 LS, 121.845 BT
19	Mataram	8.766 LS, 116.279 BT	61	Ketapang	1.818 LS, 109.96 BT
20	Manado	1.53 LU, 124.92 BT	62	Aek Godang	1.399 LU, 99.431 BT
21	Makassar	5.07 LS, 119.55 BT	63	Nangapinoh	0.349 LS, 111.747 BT
22	Baubau	5.488 LS, 122.571 BT	64	Alor	8.141 LS, 124.587 BT
23	Labuha	0.638 LS, 127.501 BT	65	Masamba	2.555 LS, 120.322 BT
24	Majene	3.55 LS, 118.98 BT	66	Bitung	1.443 LU, 125.178 BT
25	Ambon	3.706 LS, 128.09 BT	67	Belawan	3.788 LU, 98.713 BT
26	Biak	1.191 LS, 136.1 BT	68	Komodo	8.487 LS, 119.885 BT
27	Sentani	2.578 LS, 140.521 BT	69	Kolaka	4.179 LS, 121.614 BT
28	Sorong	0.893 LS, 131.286 BT	70	Sampit	2.502 LS, 112.973 BT
29	Merauke	8.47 LS, 140.38 BT	71	Kerinci	2.091 LS, 101.459 BT
30	Timika	4.528 LS, 136.89 BT	72	Amahai	3.346 LS, 128.926 BT
31	Banyuwangi	8.215 LS, 114.353 BT	73	Longbawan	3.899 LU, 115.689 BT
32	Batam	1.119 LU, 104.114 BT	74	Bandaneira	4.522 LS, 129.902 BT
33	Ruteng	8.598 LS, 120.477 BT	75	Enarotali	3.927 LS, 136.379 BT
34	Naha	3.686 LU, 125.527 BT	76	Namlea	3.238 LS, 127.096 BT
35	Wamena	4.089 LS, 138.944 BT	77	Kendari	3.97 LS, 122.589 BT
36	Bengkulu	3.858 LS, 102.337 BT	78	Kemayoran	6.156 LS, 106.842 BT
37	Tanjung Pandan	2.753 LS, 107.753 BT	79	Silangit	2.261 LU, 98.994 BT
38	Samarinda	0.374 LS, 117.252 BT	80	Tarakan	3.327 LU, 117.57 BT
39	Tj Balai Karimun	1.047 LU, 103.393 BT	81	Gorontalo	0.639 LU, 122.853 BT
40	Tanjung Pinang	0.919 LU, 104.519 BT	82	Palu	0.906 LS, 119.837 BT
41	Tuban	6.822 LS, 111.99 BT	83	Untia Makassar	5.069 LS, 119.471 BT
42	Maritim Semarang	6.951 LS, 110.416 BT			

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan Operasional Meteorologi Digital dilengkapi dengan berbagai jenis sensor, antara lain sensor untuk mengukur arah dan kecepatan angin, suhu dan kelembaban udara, tekanan udara, radiasi matahari, curah hujan, tinggi permukaan air, suhu air, serta sensor untuk angin

penguapan. Rincian spesifikasi teknis dari masing-masing sensor ini disajikan dalam Tabel 2, yang mencakup informasi mengenai jenis sensor, standar kinerja yang ditetapkan oleh WMO, merek dan tipe sensor yang digunakan, serta status kepatuhan sensor terhadap standar tersebut.

Tabel 2. Spesifikasi teknis sensor Peralatan Operasional Meteorologi Digital dan Persyaratan Kinerja Instrumen sesuai dokumen WMO

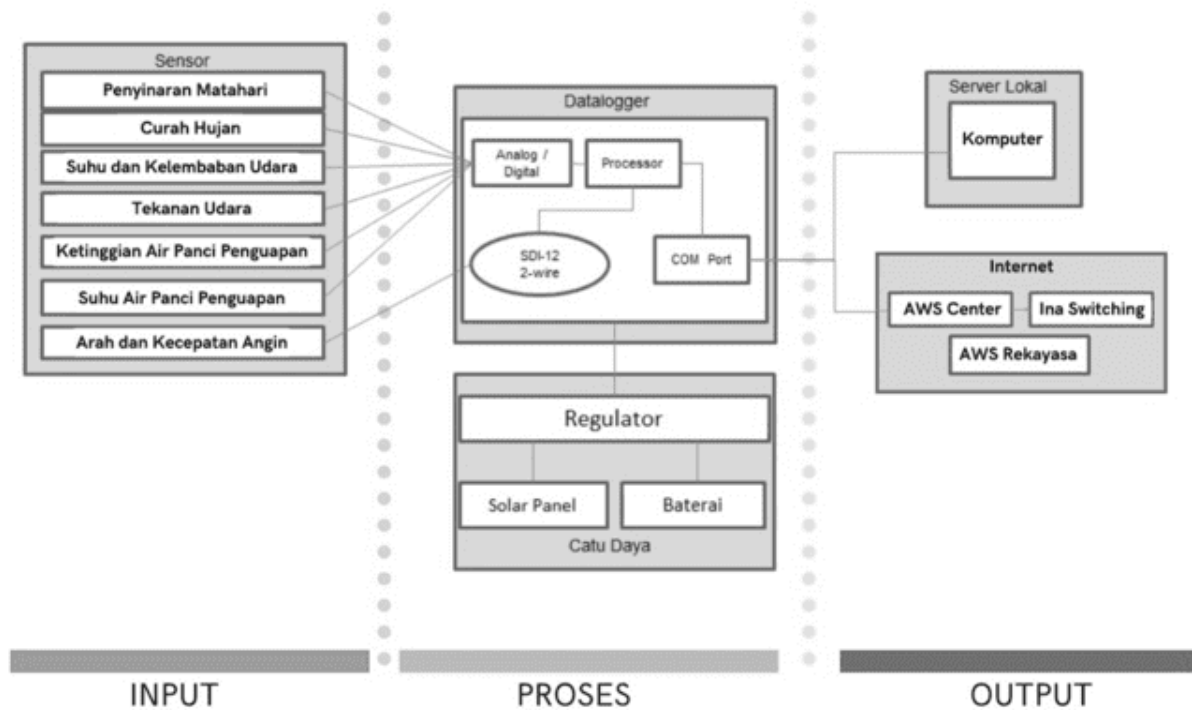
Jenis Sensor	Persyaratan Kinerja sesuai dokumen WMO	Sensor Peralatan Operasional Meteorologi Digital		Keterangan
		Merk / Type	Spesifikasi Teknis	
Temperatur Udara	Rentang ukur: -80 - 60 °C	Vaisala / HMP155A	-40 - 60 °C; 0,1K	Memenuhi persyaratan
Kelembaban Udara	Resolusi: 0,1 K Rentang ukur: 0 - 100%	Vaisala / HMP155A	0 – 100%; 1%	Memenuhi persyaratan
Tekananan Udara	Resolusi: 1% Rentang ukur: 500 - 1080 hpa	Vaisala / PTB330	500 – 1100; 0,01 hpa	Memenuhi persyaratan
Kecepatan Angin	Reolusi: 0,1 hpa Rentang ukur: 0 - 75 m/s	Gill / Windsonic 75 Opt 3	0 - 75; 0,01 m/s	Memenuhi persyaratan
		Gill / Windobserver 75	0 - 75; 0,01 m/s	
Arah Angin	Resolusi: 0,5 m/s Rentang ukur: 0° - 360°	Vaisala / WMT703	0 - 75; 0,01 m/s	Memenuhi persyaratan
		Gill / Windsonic 75 Opt 3	0° - 360°; 0,1°	
Curah Hujan	Resolusi: 1° Sebaiknya memiliki resolusi 0,2 mm, jika memungkinkan memiliki resolusi 0,1 mm	Gill / Windobserver 75	0° - 360°; 1°	Memenuhi persyaratan
		Vaisala / WMT703	0° - 360°; 0,01°	
Radiasi Matahari	Resolusi: 1 J/m ²	Hyquest / TB4	Resolusi 0,2 mm	Memenuhi persyaratan
Water Level	Rentang ukur: 0 - 100 mm	Kipp and Zonen / SP-Lite 2	1 J/m ²	Memenuhi persyaratan
		Thies Climma / 6.1432.10.073	(0 - 100 mm; 0,1 mm)	
Temperatur Air	Resolusi: 0,1 mm Rentang ukur: -2 – 40 °C	GTEK	(0 – 250 mm; 0,1 mm)	Memenuhi persyaratan
		Vaisala / QMT110	-25 – 80 °C; 0,1 K	
Angin Penguapan	Resolusi: 0,1 K Tidak dipersyaratkan	RM Young / 03102	-	Memenuhi persyaratan
Thies Climma / 6.3519.00.173				

Seluruh sensor terhubung melalui port input analog/digital (A/D), yang berfungsi mengkonversi sinyal analog—seperti tegangan, frekuensi, atau arus listrik—menjadi sinyal digital (Sagita et al., 2013). Selain sensor, sistem ini juga

dilengkapi dengan *data logger*, yang memiliki peran utama dalam merekam, memproses, dan menyimpan data hasil pengamatan secara sementara (Ade Wahyu et al., 2024). Untuk mendukung operasionalnya, sistem menggunakan

sumber daya listrik mandiri yang terdiri dari panel surya, regulator, dan baterai sebagai penyimpan energi (Citarsa et al., 2019). Berdasarkan blok diagram digitalisasi pada Gambar 2, data yang ditangkap oleh sensor diproses terlebih dahulu oleh *data logger*, lalu diteruskan ke berbagai komponen keluaran. Data tersebut

didistribusikan ke Server AWS Center, AWS Rekayasa, dan sistem Ina Switching untuk pemantauan terpusat. Sebagai cadangan, data juga disimpan di memori eksternal. Informasi yang telah diproses dapat ditampilkan melalui antarmuka lokal (GUI) atau diakses secara daring melalui web server pada perangkat komputer



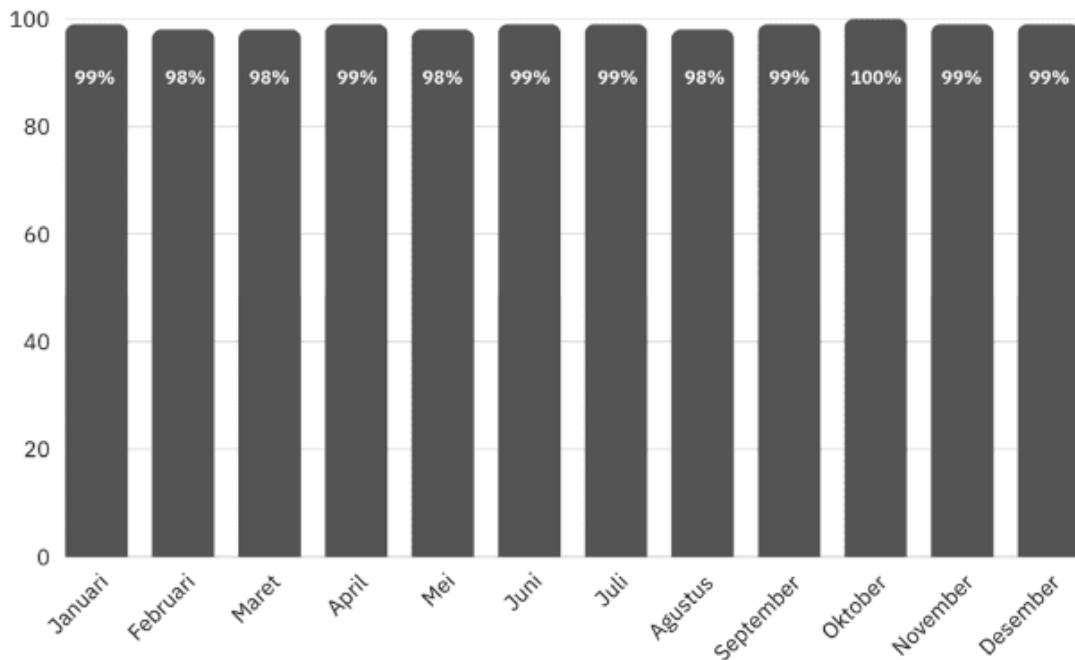
dikirim ke server lokal untuk dianalisis dan disimpan sebagai basis data, serta

maupun ponsel.

Gambar 2. Blok diagram Peralatan Operasional Meteorologi Digital

Hasil analisis data *Service Level Agreement* (SLA) Peralatan Operasional Meteorologi Digital tahun 2024, yang dihitung harian dan dirata-ratakan secara bulanan, menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan kinerja yang baik. Penerapan SLA digunakan sebagai tolok ukur performa berdasarkan indikator *uptime* perangkat, dengan tujuan menjamin layanan yang stabil dan konsisten. Nilai SLA untuk peralatan ini melampaui target minimum yang ditetapkan BMKG, yaitu 97%. Seperti ditampilkan pada Gambar 3, rata-rata SLA bulanan berada dalam kisaran 98% hingga 100%, dengan performa

tertinggi tercatat pada bulan Oktober sebesar 100%. Gangguan kecil sebesar 1% hingga 2% disebabkan oleh kegiatan pemeliharaan rutin atau masalah teknis sementara, seperti gangguan perangkat lunak atau jaringan, yang tidak berdampak signifikan terhadap keseluruhan kinerja. Seluruh perangkat juga telah menjalani proses kalibrasi dengan acuan standar yang dapat ditelusuri ke laboratorium terakreditasi, sehingga menjamin keandalan dan ketepatan hasil pengukuran sesuai standar nasional maupun internasional. Kalibrasi lapangan dilakukan secara rutin setiap tahun.

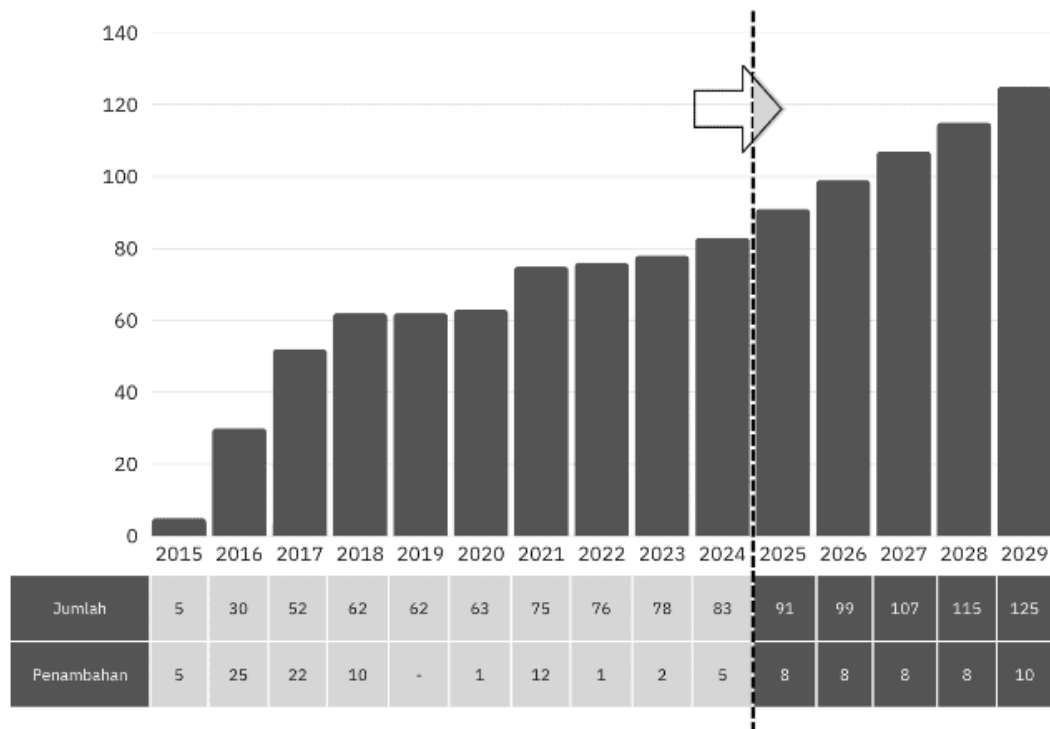


Gambar 3. Grafik *Service Level Agreement* (SLA) Peralatan Operasional Meteorologi Digital tahun 2024.

Dalam pelaksanaan operasional Peralatan Operasional Meteorologi Digital, Direktorat Instrumentasi dan Kalibrasi memiliki tanggung jawab untuk memastikan ketersediaan suku cadang, baik untuk komponen utama maupun pendukung. Pengadaan suku cadang dilakukan oleh BMKG Pusat, sedangkan pendistribusiannya disesuaikan secara proporsional berdasarkan tingkat kerusakan yang terjadi di masing-masing Unit Pelaksana Teknis (UPT). Apabila perbaikan memerlukan waktu yang menimbulkan keterlambatan dalam proses pengamatan, maka solusi sementara yang diambil adalah memanfaatkan peralatan lain yang masih dalam kondisi baik dan telah terkalibrasi di UPT terkait. Dalam kondisi darurat, prioritas pertama adalah penggunaan perangkat observasi digital lain seperti *Automatic Weather Station* (AWS) dan *Automated Weather Observing System* (AWOS), sedangkan perangkat observasi konvensional digunakan sebagai alternatif kedua. Prosedur ini juga sejalan dengan draf Rancangan Peraturan BMKG

mengenai Pelaksanaan Pengamatan dan Pengelolaan Data Meteorologi Permukaan.

Sejak 2015 hingga 2024, pembangunan Peralatan Operasional Meteorologi Digital di Indonesia telah mencapai 83 unit, dengan penambahan yang bervariasi tiap tahunnya. Jumlah ini telah melampaui ambang kebutuhan minimal, yakni sebanyak 60 unit, yang dihitung berdasarkan jumlah stasiun yang digunakan dalam pertukaran data meteorologi global. Namun, untuk mencapai standar layanan informasi maksimal, Indonesia memerlukan 125 unit, yang mencakup seluruh Stasiun Meteorologi di wilayah nasional. Dengan demikian, masih terdapat kekurangan sebanyak 42 lokasi stasiun yang belum dilengkapi perangkat digital ini. Kekosongan tersebut menunjukkan pentingnya strategi percepatan pembangunan guna menjamin distribusi sistem pengamatan cuaca digital secara merata. Peta jalan pengembangannya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Jalan Peralatan Operasional Meteorologi Digital

KESIMPULAN

Penelitian ini menekankan pentingnya peralihan dari sistem pengamatan konvensional ke sistem digital untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keandalan data meteorologi di Indonesia. BMKG telah berhasil memenuhi kebutuhan minimum Peralatan Operasional Meteorologi Digital dengan pemasangan 83 unit hingga tahun 2024. Namun, untuk memenuhi kebutuhan ideal sebanyak 125 unit, masih diperlukan penambahan 42 unit. Analisis kinerja perangkat menunjukkan hasil SLA yang sangat baik, yaitu antara 98-100%, yang didukung oleh pemeliharaan rutin dan kalibrasi yang memastikan keakuratan alat. Peta jalan yang disusun berfungsi sebagai panduan strategis bagi BMKG dalam mengoptimalkan pengadaan dan distribusi perangkat di seluruh Indonesia. Untuk mencapai kebutuhan ideal, evaluasi secara berkala terhadap implementasi peta jalan perlu dilakukan. Langkah ini diharapkan dapat mendukung peningkatan kualitas

layanan informasi meteorologi nasional yang akurat, dapat diandalkan, dan memenuhi standar internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Wahyu, A., Nur Atika, C., Abd Halik Lateko, A., & Nasri, A. (2024). DESAIN DATA LOGGER UNTUK OUTPUT PANEL SURYA MENGGUNAKAN MYSQL DATABASE. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 16, 10–23.
- BMKG. (2024). *Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2024 Tentang Pedoman Penyusunan Peta Jalan Alat Operasional Utama*.
- Citarsa, I. B. F., Satiawan, I. N. W., Supriono, Suksmadana, B., & Ramadhani, C. (2019). CATU DAYA LISTRIK PANEL SURYA UNTUK CADANGAN TENAGA LISTRIK DI DUSUN BUANI.

- Jurnal Karya Pengabdian*, 1(3), 149–155.
- Fulford, J. M., Pilon, P. J., Kopaliani, Z., Mccurry, P. J., & Caponi, C. (2007). Call for Collaboration in WMO Project for the Assessment of the Performance of Flow Measurement Instruments and Techniques. *JOURNAL OF HYDRAULIC ENGINEERING*, 1439–1440. <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/Flow/index.html>.
- Furqon, A., Putra, M., & Pramagusta, A. P. (2021). Implementasi Sistem Digitalisasi Pengamatan Cuaca di Stasiun Meteorologi Sultan Badaruddin II Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6.
- Guide to meteorological instruments and methods of observation. (2008). *World Meteorological Organization*.
- Mutambo, N., Mwange, A., Manda, R., Chiseyengi, J., Mashiri, G., & Muza. (2022). The Management of a Business Strategic Plan: A Systematic Literature Review. *Journal of Economics, Finance And Management Studies*, 05(06). <https://doi.org/10.47191/jefms/v5-i6-29>
- Sagita, S. M., Khotijah, S., & Amalia, R. (2013). PENGKONVERSIAN DATA ANALOG MENJADI DATA DIGITAL DAN DATA DIGITAL MENJADI DATA ANALOG MENGGUNAKAN INTERFACE PPI 8255 DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN BORLAND DELPHI 5.0. 6(2), 168–179.
- Sumarjono, E., & Utamakno, L. (2019). UNDANG-UNDANG NOMOR 11 TAHUN 2017 SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN DAN PENYELAMATAN LINGKUNGAN TERHADAP BAHAYA MERKURI. *Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan I*, 119–124.
- Utami, R. P., Widjajarto, A., & Budiyono, A. (2024). Evaluasi Layanan Infrastruktur: MTBF, MTTR, ITIL Pada PT. XYZP. *JURNAL TEKNIKA*, 19, 95–106.
- Zhou, X., Zhou, Z., Hu, G., Han, X., & Chen, L. (2022). Performance Evaluation of Complex Equipment Considering Resume Information. *Entropy*, 24(12). <https://doi.org/10.3390/e24121811>.