PLUVIA

TACTICAL MISSION COMMAND SYSTEM

Platform Komando Operasi Modifikasi Cuaca & Armada Udara Nasional

Sistem komprehensif terintegrasi untuk operasi Cloud Seeding, pemantauan telemetri real-time sub-detik, Ground Control Room (GCR), analisis radar cuaca Doppler, hingga kontrol cockpit pilot dengan keamanan tingkat militer.

- REAL-TIME SATCOM + 4G DATALINK
- 7-TIER RBAC GOVERNANCE
- AI DOPPLER RADAR CORRELATION
- SUB-SECOND TELEMETRY LATENCY

VERSI 2.0 ENTERPRISE SUITE • DOKUMEN PRESENTASI EKSEKUTIF RESMI • OKTOBER 2026

EXECUTIVE SUMMARY

MISSION VALUE

Tantangan Nasional & Solusi Strategis PLUVIA

Transformasi digital operasi modifikasi cuaca dari metode konvensional manual menjadi sistem komando udara berbasis IoT, Radar AI, dan Big Data Telemetri.

⚠ Tantangan Operasi Konvensional

Hambatan utama dalam mitigasi Karhutla & ketahanan air

01 **Blind-Spot Komando Udara**

Ground Control kehilangan visibilitas real-time terhadap kondisi aktual pesawat saat memasuki awan badai (Cumulonimbus).

02 **Pencatatan Bahan Semai Manual**

Sulit memverifikasi kuantitas bahan semai (NaCl / CaCl2) yang disebar secara presisi, memicu ketidakpastian efisiensi anggaran.

03 **Evaluasi Pasca Misi Lambat**

Ketiadaan data replay blackbox menyebabkan audit efektivitas curah hujan membutuhkan waktu berhari-hari.

✨ Solusi Terpadu PLUVIA

Arsitektur komando generasi baru dengan efisiensi tinggi

01 **Datalink Hybrid (Starlink + Iridium + 4G)**

Streaming live 4 kamera sudut pesawat dan 20+ parameter telemetri secara uninterrupted di seluruh pelosok nusantara.

02 **Precision Cloud Seeding Cockpit HUD**

Pilot dilengkapi interface digital EFB untuk memicu actuator katup semai & mengukur laju dispersi (L/jam) otomatis.

03 **Mission Replay & Korelasi Doppler AI**

Sistem memutar ulang lintasan terbang dan langsung membandingkannya dengan peningkatan radar reflektivitas hujan.

83.4%	< 350ms	100%
TINGKAT KEBERHASILAN HUJAN BUATAN	LATENSI TELEMETRI SATCOM	AUDIT TRAIL KEPATUHAN BAHAN KIMIA

ENTERPRISE RBAC MATRIX

SECURITY LEVEL: GOV-DEFENSE

Arsitektur Hak Akses & Peran Pengguna (7 Roles)

Setiap pemangku kepentingan memiliki workstation dan kapabilitas yang disesuaikan secara spesifik demi integritas operasi, kerahasiaan data, dan efisiensi koordinasi lintas instansi.

ROLE / PERAN	TARGET PENGGUNA	MODUL UTAMA YANG DAPAT DIAKSES	FUNGSI STRATEGIS & TANGGUNG JAWAB	TINGKAT AKSES
COMMANDER	Komandan Misi / Pimpinan Lembaga (BNPB, TNI AU)	GCR, Analytics, Mission Replay, Reports, Audit Log	Otorisasi pengerahan armada, evaluasi anggaran, tinjauan blackbox, dan persetujuan SOP taktis.	STRATEGIS
OPERATOR	Flight Operations Officer (FOO) di GCR	GCR, Live Video, Telemetri, Map Armada, Dispatch Misi	Monitoring instrumen live cockpit, pengawasan 4 multi-camera, alert engine/GPS, dan koordinasi frekuensi.	TAKTIKAL
PILOT	Penerbang / Penerbang Uji (Casa C-212 / Piper)	Pilot Control Panel HUD, Komunikasi Datalink, Weather	Penyemaian bahan kimia via katup semai, navigasi koridor awan target, pelaporan status penerbangan.	FLIGHT CREW
WEATHER ANALYST	Meteorolog / Peneliti Cuaca (BMKG / BRIN)	Radar Doppler Cuaca, Analisis Awan Cb, Seeding Viability	Identifikasi bibit awan potensial, prediksi arah angin, rekomendasi koordinat titik bakar flare.	SCIENTIFIC
MAINTENANCE	Chief Engineer & Teknisi Avionik Pesawat	Log Maintenance, Engine Hours, Starlink & Sensor Health	Pemeliharaan berkala airframe, kalibrasi dispenser kimiawi, uji konektivitas Iridium & transponder ADS-B.	TECHNICAL
ADMIN	Super Admin Sistem & Keamanan Cyber	Manajemen User, Reset Password, Audit Log, Multi-Bahasa	Penyediaan akun personel, rotasi kredensial keamanan, audit investigasi akses IP, konfigurasi lokalisasi.	SUPER ADMIN
VIEWER	Observer Pemda, Tamu VVIP & Stakeholder	Peta Armada (Read-Only), Status Misi Global, Weather Map	Transparansi publik/pemerintah daerah tanpa hak intervensi operasional penerbangan aktif.	READ-ONLY

ROLE SHOWCASE 01

ROLE: COMMANDER

COMMANDER: Komando Strategis, Replay & Analytics

Dashboard eksekutif untuk komandan operasi dalam memantau efektivitas operasi TMC, rasio keberhasilan semai, efisiensi bahan bakar, dan evaluasi pasca-misi berbasis visualisasi 3D.



Fitur & Wewenang Khusus Commander:

Analitik Keberhasilan Misi Real-Time

Monitoring akumulasi jam terbang armada, rasio sukses 83%, total bahan semai tersalurkan (4.850 Liter), dan biaya rata-rata per misi.

Mission Replay & Blackbox Playback

Scrubbing linimasa detik-demi-detik seluruh riwayat penerbangan lengkap dengan korelasi trigger semai dan kondisi awan pada waktu kejadian.

Utilisasi Armada Lintas Tier (T1–T4)

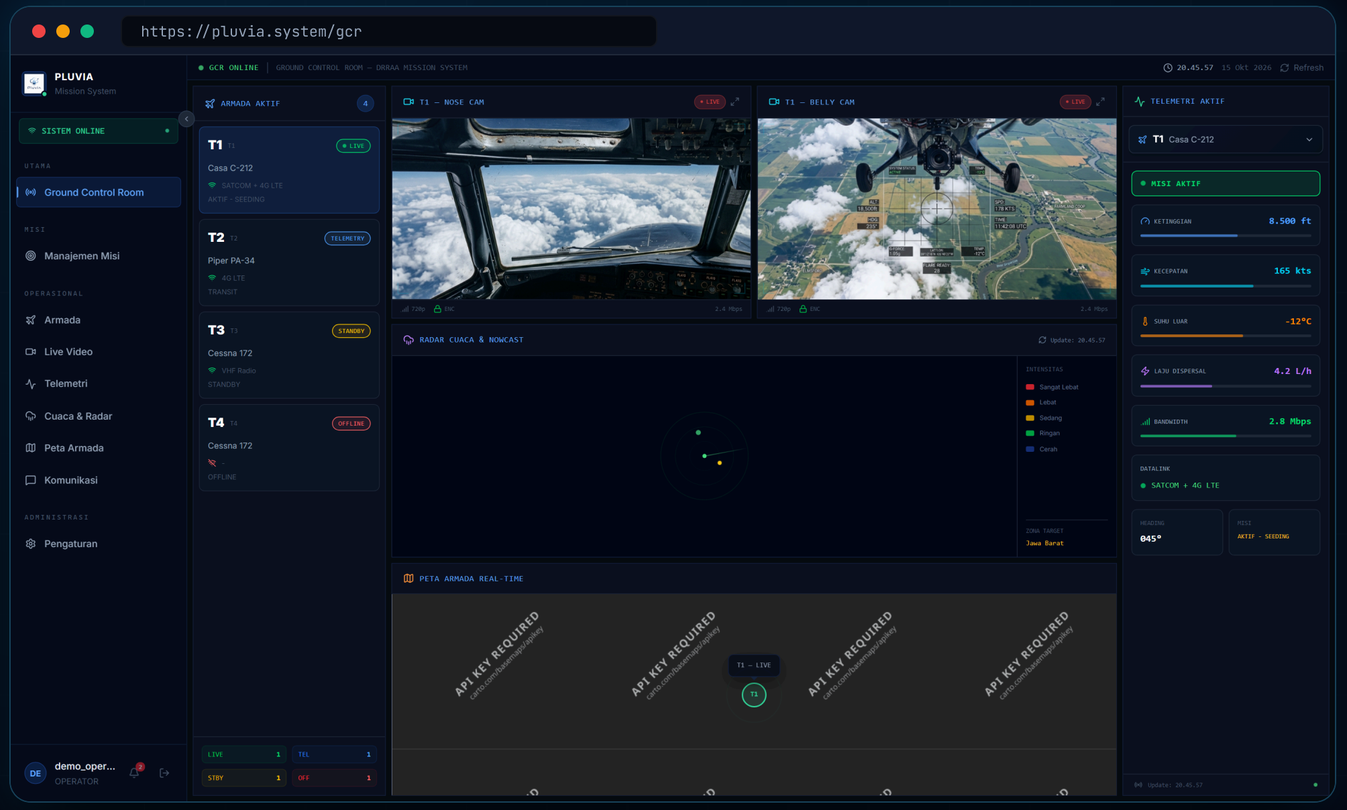
Perbandingan efisiensi pesawat Casa C-212 (T1), Piper PA-34 (T2), hingga Cessna 172 untuk penugasan berbasis kesiapan fisik alutsista.

Ekspor Laporan Audit Eksekutif

Generate laporan berkala format resmi untuk BNPB, Kementerian Keuangan, dan pimpinan TNI AU secara otomatis.

OPERATOR: Ground Control Room (GCR) & Multi-Cam

Pusat kendali darat taktis yang menyajikan multi-feed kamera avionik (Nose, Underbelly, Left Wing Flare, Right Wing Nozzle) dan telemetri penerbangan berkecepatan tinggi.



Kemampuan Inti Workstation Operator:

4× Live Camera Feeds per Pesawat

Sudut pandang real-time: Nose View (arah terbang), Underbelly View (formasi awan bawah), Left Wing Flare (penyalaan flare garam), Right Wing Nozzle (semburan aerosol).

Sub-Second Telemetry HUD

Visualisasi live ketinggian (8.500 ft), Ground Speed (145 kts), Heading, Sisa Bahan Semai (65%), dan Suhu Udara Luar (-12°C).

Status Datalink & Alarm Kritis

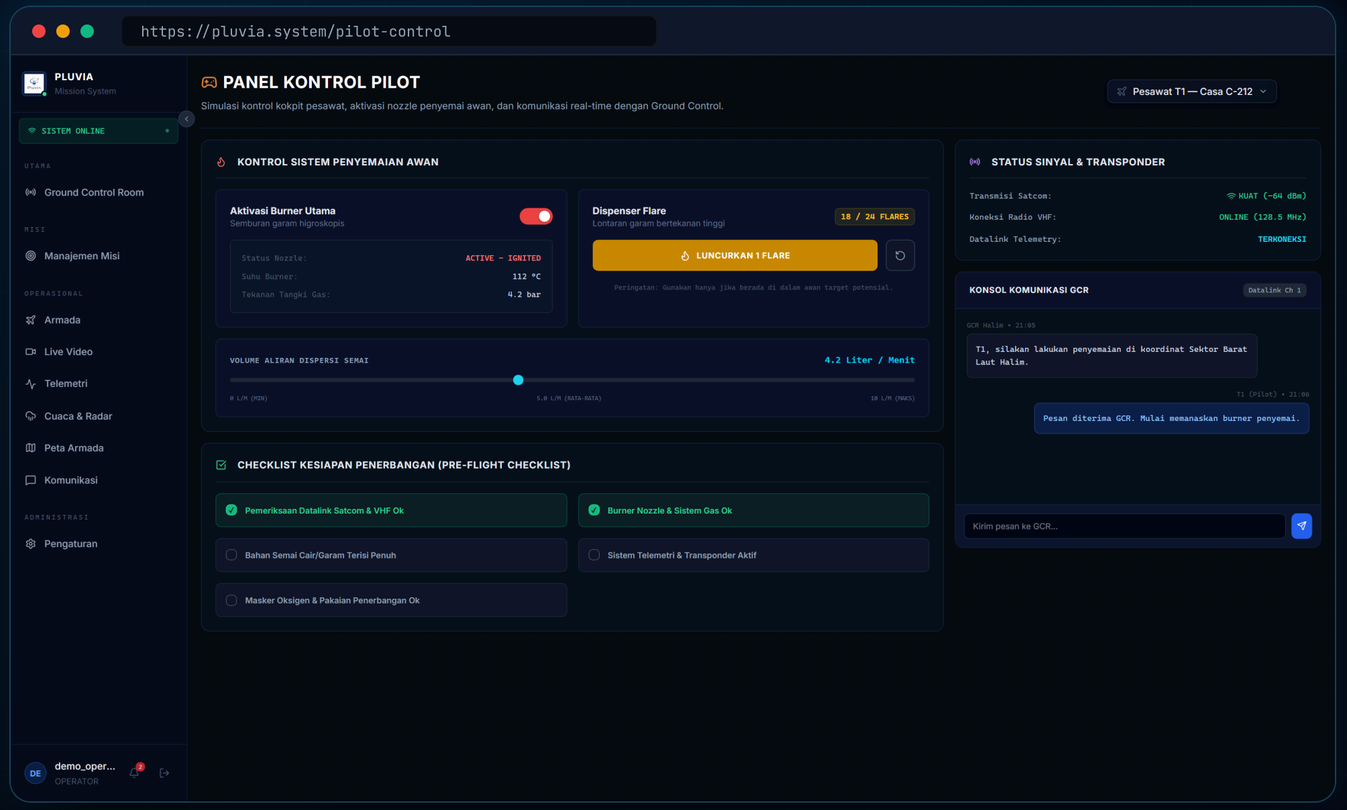
Indikator konektivitas Starlink & failover otomatis ke Iridium jika terjadi interferensi cuaca tebal, lengkap dengan peringatan audio instan.

Quick Switcher Multi-Armada (T1 – T4)

Kemampuan operator memantau lebih dari 4 pesawat operasi sekaligus dengan peralihan tab cepat tanpa kehilangan sinkronisasi telemetri.

PILOT: Cockpit Glass EFB HUD & In-Flight Controls

Antarmuka khusus kokpit pesawat yang dirancang ergonomis untuk tablet Electronic Flight Bag (EFB), tahan getaran turbulensi awan, dengan tombol pemicu katup semai instan.



Fitur Khusus Layar Kokpit Pilot:

Pemicu Katup Semai (Dispenser Valve Trigger)

Tombol taktil digital berukuran besar dengan safety interlock untuk mengaktifkan penyemprotan bahan higroskopis di dalam awan target.

Pengaturan Laju Alir Semai (Dispersal Rate)

Pengendali presisi laju liter per jam (L/jam) sesuai kepadatan awan target yang dikonfirmasi oleh radar cuaca.

Datalink Telemetri Otomatis

Pilot tidak perlu melakukan input manual berulang; setiap flare yang dinyalakan atau katup yang dibuka terkirim langsung ke GCR via SATCOM.

Saluran Komunikasi Taktis GCR-Pilot

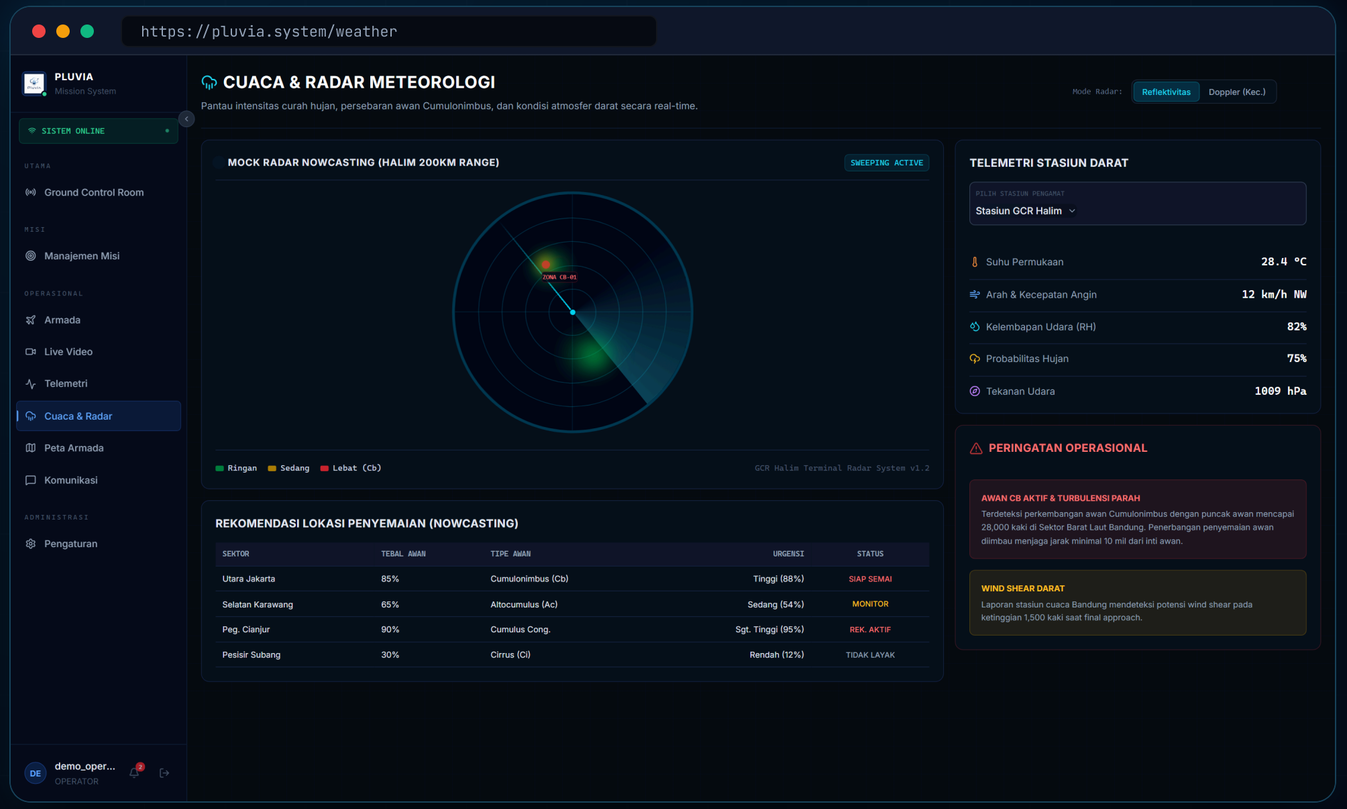
Pesan instruksi instan untuk koordinat titik semai baru, peringatan turbulensi ekstrem, dan perintah abort darurat.

ROLE SHOWCASE 04

ROLE: WEATHER ANALYST

WEATHER ANALYST: Radar Doppler & AI Cloud Radar

Pusat analisis meteorologi yang mengintegrasikan radar reflektivitas Doppler, lapisan satelit Himawari, dan deteksi awan Cumulonimbus (Cb) potensial untuk keputusan penyemaian.



Fitur Analisis Meteorologi Lanjut:

Layer Reflektivitas Doppler (dBZ)

Gradasi warna ilmiah (hijau hingga merah/ungu >55 dBZ) untuk memetakan inti konsentrasi uap air dan potensi terbentuknya sel badai.

Klasifikasi & Cloud Top Height

Pendeteksian ketinggian puncak awan dan isotherm level 0°C untuk menentukan apakah awan membutuhkan NaCl (garam hangat) atau CaCl2.

Vektor Arah Angin & Wind Shear

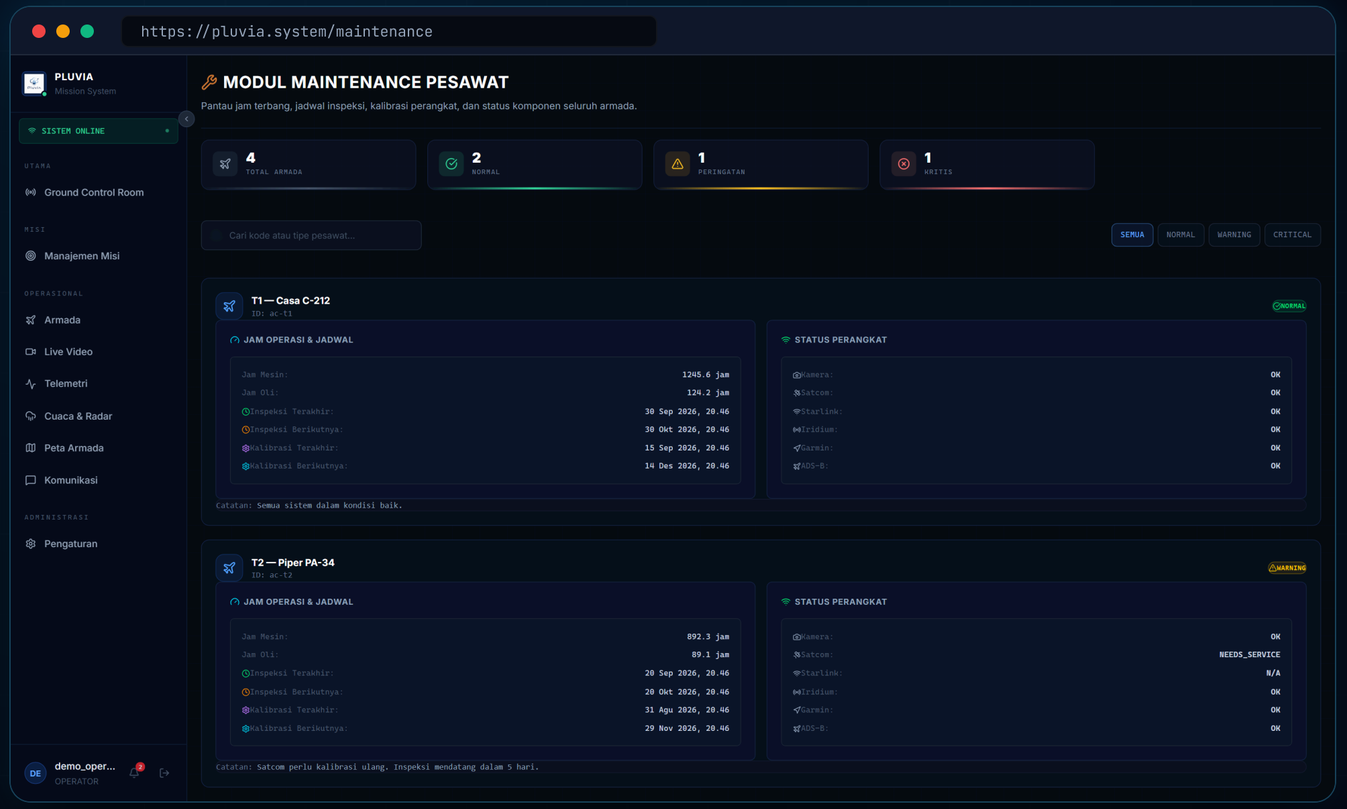
Analisis aliran angin troposfer untuk memastikan bahan semai terbawa arus updraft masuk ke inti awan secara optimal.

Verifikasi Curah Hujan Pasca Semai

Pencatatan lonjakan presipitasi di wilayah target dalam 30–60 menit setelah pesawat melakukan rute seeding.

MAINTENANCE: Kesehatan Avionik, Mesin & SATCOM

Sistem manajemen kelaikan udara armada secara preventif. Mengawasi jam operasional mesin (engine hours), kalibrasi nosel semai, kesehatan terminal Starlink, dan sensor ADS-B.



Instrumen Kelaikan Armada & Perangkat:

Pelacak Engine & Oil Hours Otomatis

Sinkronisasi otomatis durasi terbang pesawat ke logbook mesin. Menampilkan countdown menuju jadwal inspeksi 50–jam dan 100–jam.

Diagnostik Modul Komunikasi Satelit

Pengecekan live status antena Starlink Aviation, transceiver Iridium, radio VHF, dan transponder ADS-B Out secara terisolasi.

Kalibrasi Tangki & Katup Bahan Semai

Jadwal berkala uji tekanan nosel flare dan nosel semprot cairan klorida agar tidak terjadi penyumbatan di suhu beku udara tinggi.

Sistem Peringatan Dini Status Alutsista

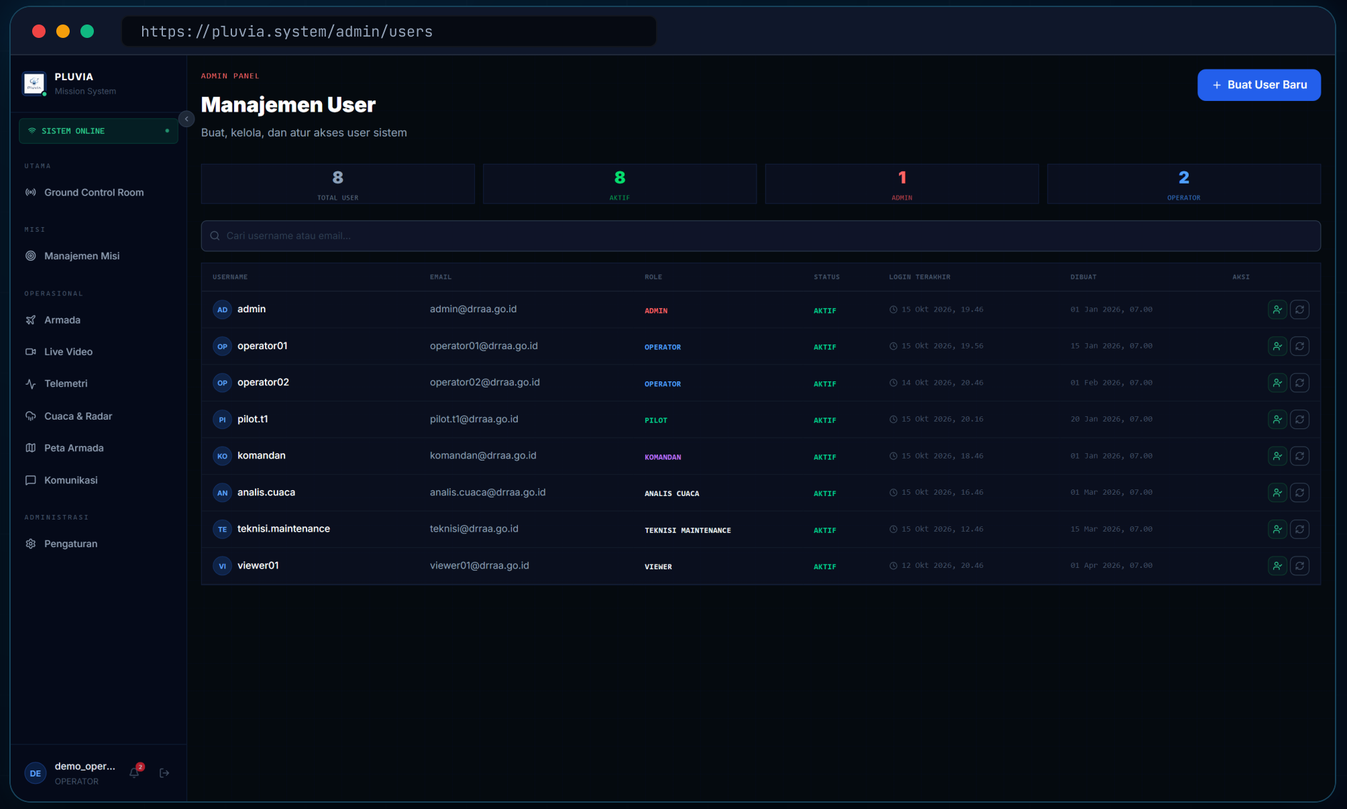
Klasifikasi status pesawat otomatis: OK, NEEDS SERVICE, atau CRITICAL FAILED untuk mencegah pesawat tidak laik lepas landas.

ROLE SHOWCASE 06 & 07

ROLE: ADMIN & AUDIT

ADMIN & VIEWER: Tata Kelola, Keamanan & Audit Log

Manajemen pengguna berstandar enterprise dengan log aktivitas tidak dapat diubah (immutable audit trail) dan kemampuan lokalisasi multi-bahasa sistem (Bahasa Indonesia, Inggris, Thailand).



Keamanan Sistem & Akuntabilitas Publik:

Manajemen Kredensial & RBAC Granular

Pembuatan akun personel, pembatasan hak akses berbasis peran, penonaktifan darurat akun, dan reset kata sandi terenkripsi.

Log Audit Forensik Menyeluruh

Setiap aksi (Login, Akses GCR, Trigger Semai Pilot, Perubahan Konfigurasi) terekam permanen dengan cap waktu dan alamat IP.

Arsitektur Multi-Bahasa Dinamis (ID / EN / TH)

Sistem dapat disesuaikan untuk operasi gabungan regional ASEAN (misal: koordinasi penanganan kabut asap lintas batas negara).

Viewer Mode untuk Stakeholder Eksternal

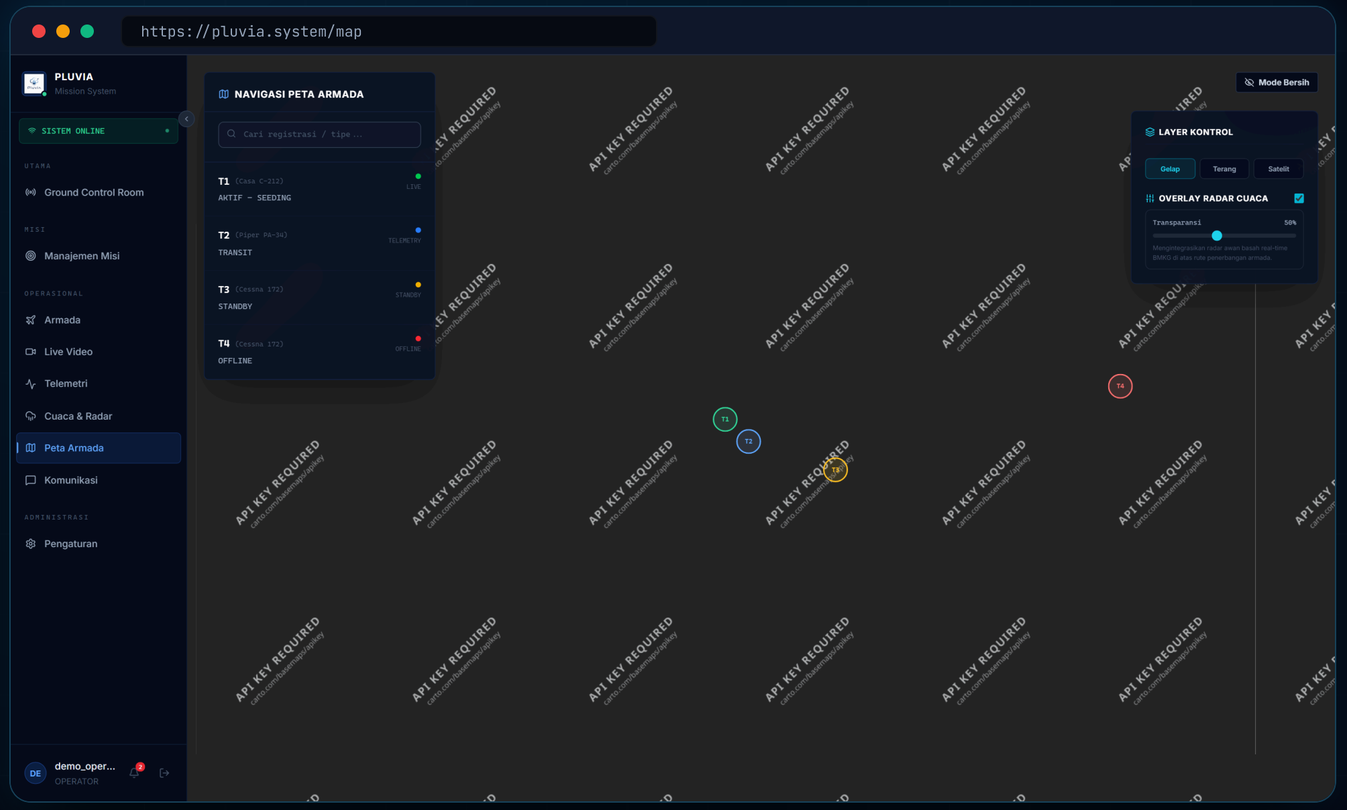
Akses pantau real-time aman tanpa resiko salah tekan tombol operasional bagi kepala daerah, jurnalis, atau peninjau internasional.

CORE MODULE 01

GIS ENGINE

Peta Taktis Armada Udara (GIS Airspace Fleet Map)

Pelacakan posisi seluruh pesawat secara serentak di atas peta geospatial beresolusi tinggi, dilengkapi batas poligon sektor misi, koordinat target seeding, dan heading vector.



Fitur Geospasial Militer & Sipil:

Pelacakan Vektor Posisi Real-Time

Visualisasi ikon pesawat bergerak dengan arah haluan (heading), kecepatan aktual (ground speed), dan ketinggian penerbangan (altitude).

Poligon Sektor Misi & Waypoint Awan

Pemberian batas area operasi (misal: Sektor Karhutla Kalsel, DAS Waduk Jatiluhur) untuk memastikan pesawat tetap di koridor yang diizinkan ATC.

Indikator Kualitas Datalink Geospasial

Warna sinyal visual pada setiap pesawat (Hijau: Starlink Online, Biru: 4G LTE, Kuning: Iridium Fallback, Merah: Offline).

Dua Mode Peta: Tactical Dark & Satellite Terrain

Fleksibilitas tampilan kontras tinggi untuk ruang GCR yang temaram atau mode satelit untuk inspeksi topografi pegunungan.

Telemetri Penerbangan Sub-Detik (Aviation Telemetry)

Streaming data instrumentasi kokpit dan mikrometeorologi udara ambien pesawat langsung ke pusat komando darat dengan latensi sub-detik melalui enkripsi jaringan militer.



20+ Parameter Telemetri yang Dipantau:

Dinamika Penerbangan (Flight Dynamics)

Ketinggian Barometrik (ft), Kecepatan Udara (Airspeed kts), Kecepatan Darat (Ground Speed), Laju Vertikal Naik/Turun (ft/min).

Atmosfer & Kerapatan Awan (In-Cloud Sensor)

Suhu Udara Luar (OAT °C), Kelembapan Relatif (RH %), Tekanan Udara (hPa), dan Kerapatan Partikel Awan (Cloud Density %).

Sensor Aliran Semai Kimiawi

Sisa kapasitas tangki (%), Volume bahan yang telah dilepaskan (L), dan debit laju dispersi aktual saat katup terbuka.

Status Daya & Kesehatan Datalink Pesawat

RPM Mesin, Tegangan Bus DC (28V), Arus (Ampere), Kekuatan Sinyal Satelit (-64 dBm), dan Utilisasi Bandwidth (Mbps).

Siklus Misi Operasi Modifikasi Cuaca (9 Tahapan SOP)

Alur kerja digital dari perencanaan, eksekusi penerbangan semai, hingga evaluasi pasca-misi yang terintegrasi secara mulus di seluruh instansi.

01

PLANNED

Analisis bibit awan oleh Weather Analyst, kalkulasi alokasi bahan semai (NaCl/CaCl2), dan penugasan kode pesawat (T1/T2).

02

BRIEFING

Sinkronisasi kru pilot dengan operator GCR mengenai arah angin, koridor penerbangan aman, dan batas waktu operasi.

03

TAXI & TAKEOFF

Aktivasi transponder datalink Starlink/4G di landasan pacu. Verifikasi live video dan handshake telemetri pertama ke GCR.

04

ENROUTE

Pesawat mengudara menuju waypoint sektor target. Monitoring parameter mesin dan koneksi datalink oleh operator GCR.

05

CLOUD SEARCH

Penerbang bersama analis cuaca mengidentifikasi sel awan Cumulus Congestus dengan updraft kuat di ketinggian 8.000–10.000 ft.

06

SEEDING (PENYEMAIAN)

Pilot menekan trigger valve semai. Kamera Left/Right Wing merekam penyalaan flare/aerosol. Kuantitas bahan kimia terpotong otomatis.

07

RETURN & LANDING

Pesawat kembali ke pangkalan udara setelah bahan semai habis. Pengecekan sisa avtur dan pembongkaran flare canister.

08

COMPLETED

Radar BMKG mengonfirmasi presipitasi hujan di darat. Seluruh log misi terkunci secara digital dan ditandatangani oleh Komandan.

09

AUDIT & REPLAY

Rekaman penerbangan diarsipkan ke modul Mission Replay untuk bahan riset cuaca dan pertanggungjawaban anggaran negara.

ENTERPRISE INFRASTRUCTURE

MIL-SPEC SECURITY • AIR-GAPPED READY

Spesifikasi Teknologi & Keamanan Tingkat Militer

Dibangun dengan fondasi teknologi komputasi awan modern berperforma tinggi yang sanggup beroperasi secara mandiri baik di jaringan internet publik maupun Tactical Mobile Command Unit (TMCU).



Next-Gen Web Architecture

Ditenagai oleh **Next.js 16 (Turbopack Engine)** dan TypeScript murni untuk waktu respon instan tanpa lag di layar multi-monitor GCR.

- ✓ Turbopack Sub-Second Hot Reload
- ✓ Tailwind CSS Native Dark UI Tokens
- ✓ React Server Components Performance
- ✓ Responsive Touch EFB Cockpit Mode



High-Availability Database

Dual connection architecture menggunakan **Prisma ORM** dan **PostgreSQL Enterprise** (Direct + Connection Pooler).

- ✓ Connection Pooling Transaction Mode
- ✓ Strict Foreign-Key Cascading Rules
- ✓ Automated Time-Series Telemetry Table
- ✓ Zero-Downtime Migration Pipeline



Cybersecurity & Datalink

Enkripsi data hulu-ke-hilir untuk mencegah penyadapan posisi penerbangan alutsista dan manipulasi log bahan semai kimia.

- ✓ AES-256 Video Stream Encryption
- ✓ Dual-Failover Starlink to Iridium
- ✓ Hardware Security Module (HSM) Support
- ✓ Air-Gapped Local Deployment Support

STRATEGIC PROPOSAL & ROADMAP

READY FOR DEPLOYMENT

Mengapa PLUVIA Layak Menjadi Standar Nasional

Solusi teruji yang siap meningkatkan efektivitas operasi TMC Indonesia, menekan kerugian negara akibat bencana karhutla dan kekeringan air, serta mewujudkan kedaulatan teknologi kedirgantaraan.

Nilai Tambah Investasi Sistem:

Efisiensi Anggaran Semai Hingga 35%

Presisi penentuan titik sebar awan mencegah pemborosan ratusan ton garam higroskopis pada awan yang tidak potensial.

Keselamatan Penerbang & Pesawat Maksimal

Operator GCR memandu pilot keluar dari sel awan berbahaya (wind shear/microburst) sebelum turbulensi struktural terjadi.

Kemandirian Teknologi Nasional (100% Karya Anak Bangsa)

Tidak bergantung pada lisensi perangkat lunak asing, kode sumber dapat diaudit penuh oleh instansi pertahanan dan persandian negara.

Rencana Implementasi 3 Fase:

FASE 1 **Integrasi Armada Pilot (Bulan 1–2)**
Pemasangan avionik gateway & pelatihan workstation GCR untuk 4 armada pertama.

FASE 2 **Penyebaran Pangkalan Udara Nasional (Bulan 3–4)**
Ekspansi ke Lanud Halim, Lanud Roesmin Nurjadin (Riau), dan Lanud Supadio (Pontianak).

FASE 3 **AI Autonomous Cloud Seeding (Bulan 5+)**
Implementasi model kecerdasan buatan untuk rekomendasi jalur terbang semai otomatis.

KONSULTASI & DEMO SISTEM LIVE
contact@pluvia.system • +62 812-XXXX-XXXX