

Data Pencipta:

1. Nama : Ir. Dwi Oktavianto Wahyu Nughroho, S.T., M.T.
Alamat : Jl. Medokan Sawah Timur 2D/No.4, Surabaya
E-mail : oktavianto@instrum-eng.its.ac.id
No. Telepon :081233946404
Kode Pos 60295

2. Nama : Mahendra Dwi Fahreza
Alamat : Jl. Keputih Perintis 1A No. 7, Keputih, Sukolilo
E-mail : mahendrafhrz1202@gmail.com
No. Telepon : 081268193214
Kode Pos 60111

Lampiran I
Peraturan Menteri Kehakiman R.I
Nomor : M.01-HC.03.01 Tahun
1987

Kepada Yth. :
Direktur Jenderal HKI
Melalui Direktur Hak Cipta,
Desain Industri, Desain Tata Letak,
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Di Jakarta

PERMOHONAN PENDAFTARAN CIPTAAN

I. Pencipta :

- | | | |
|--------------------|---|--|
| 1. Nama | : | Ir. Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T |
| 2. | : | Mahendra Dwi Fahreza |
| 3. | : | |
| 4. Kewarganegaraan | : | Indonesia |
| 5. Alamat | : | Jl. Medokan Sawah Timur 2D/No.4, Surabaya |
| | : | Jl. Keputih Perintis 1A No. 7, Keputih, Sukolilo |
| | : | |
| 6. Telepon | : | - |
| 7. No. HP & E-mail | : | 081233946404 / oktavianto@instrum-eng.its.ac.id |
| | : | 081268193214/mahendrafhrz1202@gmail.com |
| | : | |
| | : | |

II. Pemegang Hak Cipta :

- | | | |
|--------------------|---|---|
| 1. Nama | : | Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) |
| 2. Kewarganegaraan | : | Indonesia |
| 3. Alamat | : | Kantor Transfer Teknologi, DIKST, Gedung |
| | : | Pascasarjana, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya |
| | : | 60111 |
| 4. Telepon | : | 031-5923458 |
| 5. No. HP & E-mail | : | 085850079107; man.sktt@its.ac.id |

III. Kuasa :

- | | | |
|--------------------|---|--|
| 1. Nama | : | |
| 2. Kewarganegaraan | : | |
| 3. Alamat | : | |
| 4. Telepon | : | |
| 5. No. HP & E-mail | : | |

- IV. Jenis dari judul ciptaan yang dimohonkan : Autonomous Drone MedEvac Coordination Using Multi-Sensor Cyber-Physical System With FSM-Based Safety Control
- V. Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : Surabaya, 30 November 2025
- VI. Uraian Ciptaan : Tertulis dilembar terpisah

Surabaya, 30 November 2025

Tanda Tangan :

Nama Lengkap : Agus Muhamad Hatta S.T., M.Si., Ph.D.
Direktur Inovasi dan Kawasan Sains Teknologi – ITS

Uraian Ciptaan :

Karya ini merepresentasikan suatu sistem kendali cerdas yang terintegrasi dalam kerangka *cyber-physical system* (CPS), dengan spesialisasi dalam mendukung misi evakuasi medis udara (*Medical Evacuation* atau *MedEvac*) melalui pemanfaatan teknologi drone. Sistem ini memadukan berbagai teknologi utama, seperti pemrosesan sinyal dari berbagai jenis sensor, algoritma pengambilan keputusan berbasis *Finite State Machine* (FSM), serta kendali aktuator otomatis untuk menjamin kestabilan kondisi fisiologis dan lingkungan pasien selama proses evakuasi berlangsung. Sistem ini dirancang agar mampu beroperasi secara otonom dan tidak memerlukan intervensi manusia dalam pengoperasiannya, serta dibekali dengan kemampuan adaptif terhadap fluktuasi parameter lingkungan maupun perubahan indikator medis pasien yang bersifat dinamis.

Komponen sensorik dalam sistem ini mencakup sejumlah parameter vital, di antaranya: sensor suhu kulit (*Skin Temperature Sensor*), sensor kelembapan udara (*Humidity Sensor*), sensor konsentrasi oksigen lingkungan (*Oxygen Concentration Sensor*), sensor deteksi karbon dioksida (*CO₂ Sensor*), sensor gerak berbasis inersia pasien (*Inertial Measurement Unit/IMU*), serta sensor distribusi beban atau perubahan posisi tubuh pasien (*Weight Shift Sensor*). Sinyal yang dihasilkan oleh sensor-sensor tersebut diproses melalui modul Sensor Processing yang bertugas melakukan normalisasi data, pengaturan batas ambang, serta konversi sinyal analog ke format digital menggunakan ADC. Output dari proses ini berupa status kesehatan pasien yang dikategorikan ke dalam tiga tingkatan: normal, peringatan (*warning*), dan kritis (*critical*), yang kemudian menjadi input utama dalam sistem logika FSM untuk menentukan tindakan lebih lanjut.

Sistem FSM yang digunakan bersifat deterministik dan dirancang menggunakan dua buah D Flip-Flop sebagai *state register*, yang memungkinkan sistem untuk berada dalam salah satu dari empat status: NORMAL, WARNING, CRITICAL, dan ACKED. Transisi antar status tersebut dikendalikan oleh logika Boolean yang memproses status gabungan dari seluruh sensor. Arsitektur FSM ini dibangun untuk menjamin kepastian jalannya sistem (*predictable*), bebas dari kondisi tak terdefinisi (*undefined states*), dan mampu beroperasi secara tahan terhadap gangguan sinyal (*noise-tolerant*). Rancangan logika tersebut kemudian diimplementasikan ke dalam bahasa *Hardware Description Language* (Verilog HDL), dan melalui simulasi menggunakan *VCD/GTKWave*, seluruh sinyal transisi serta output kendali aktuator telah diverifikasi bekerja secara sinkron dan stabil.

Komponen aktuator dalam sistem meliputi beberapa elemen pengendali penting: pengaturan kecepatan kipas ventilasi (*Fan Speed Control*), kontrol elemen pemanas (*Heating Element*), sistem pelembapan udara (*Humidifier Valve*), pencampuran oksigen (*O₂ Mixer*), serta mekanisme *Auto-Tilt* yang secara otomatis menyesuaikan kemiringan tempat tidur pasien ketika terjadi pergeseran beban tubuh. Seluruh aktuator ini dikendalikan secara langsung oleh keluaran FSM berdasarkan prioritas medis yang telah ditetapkan. Dengan pendekatan ini, perubahan status fisiologis pasien dapat direspons secara otomatis tanpa jeda waktu. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan modul *Fail-Safe* dengan (*Alarm*) untuk mengantisipasi kondisi abnormal seperti kegagalan sensor, data yang tidak valid, melebihi durasi operasional, maupun ketidaksesuaian data masukan. Jika kondisi tersebut terdeteksi, sistem akan segera masuk ke status CRITICAL sebagai bentuk proteksi keselamatan pasien.

Sebagai pelengkap implementasi perangkat keras, sistem ini juga menyediakan model

perangkat lunak berbasis bahasa C# yang merepresentasikan perilaku FSM, pola transisi status, dan reaksi aktuator dalam format visual. Model simulasi ini memungkinkan pengujian dan validasi konsep dalam lingkungan virtual sebelum diimplementasikan pada level FPGA atau mikrokontroler. Seluruh proses pengembangan mencakup tahapan sistematis, mulai dari perancangan arsitektur sensor, integrasi logika, pemrograman FSM, hingga pemodelan aktuator, yang keseluruhannya membentuk pipeline validasi berlapis. Proses ini mencakup analisis teori digital, verifikasi HDL, simulasi perilaku, dan pengujian konsistensi logika.

Karya inovatif ini memberikan kontribusi substansial dalam bidang evakuasi medis berbasis drone dengan menghadirkan solusi kendali otomatis yang mampu memantau dan menjaga parameter vital pasien secara real-time sepanjang proses transportasi. Kombinasi sistem multisensor, FSM deterministik, aktuator yang responsif, serta mekanisme Fail-Safe menjadikan sistem ini sangat sesuai untuk diterapkan dalam situasi darurat, khususnya di lokasi yang minim tenaga medis, daerah bencana yang sulit dijangkau, atau skenario penyelamatan di wilayah terpencil. Seluruh desain dirancang secara modular, sehingga memudahkan ekspansi sistem untuk diintegrasikan dengan teknologi UAV otonom, sistem navigasi cerdas, maupun platform telemedis. Dengan pendekatan berbasis robotika dan CPS, sistem ini menghadirkan nilai kebaruan sekaligus utilitas tinggi sebagai solusi pengendalian medis otonom di ranah dukungan medis udara (*airborne medical support*).