



PENGEMBANGAN MODUL *BACKEND* PADA SISTEM PERINGATAN DINI KARHUTLA

NUMERO UNO ARROEFY



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Modul *Backend* pada Sistem Peringatan Dini Karhutla” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Numero Uno Arroefy
G6401221014

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

ABSTRAK

NUMERO UNO ARROEFY. Pengembangan Modul *Backend* pada Sistem Peringatan Dini Karhutla. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan permasalahan lingkungan yang berdampak signifikan terhadap aspek ekologis, sosial, dan ekonomi di Indonesia. Upaya pencegahan karhutla memerlukan sistem peringatan dini yang mampu mendeteksi potensi kebakaran secara cepat dan akurat, salah satunya melalui pemanfaatan data titik panas hasil penginderaan jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan modul *backend* sistem peringatan dini karhutla yang berfungsi sebagai pusat pengelolaan data pengguna dan laporan lapangan serta melakukan pemrosesan data titik panas. Penelitian ini dirancang untuk menggunakan data titik panas satelit yang diperoleh dari layanan SiPongi+ serta laporan lapangan, dan menyediakan layanan API bagi aplikasi *web* dan *mobile*. Sistem dilengkapi dengan mekanisme notifikasi otomatis untuk mendukung penyampaian peringatan dini secara tepat waktu. Evaluasi performa dilakukan di lingkungan lokal melalui uji beban Grafana k6 dengan 100 *virtual users* selama 10 menit hasilnya menunjukkan modul *backend* stabil dengan *throughput* 318,45 *req/s* pada *endpoint* dengan frekuensi akses tinggi dan 3,36 *req/s* pada *endpoint* I/O intensif. Meskipun fitur ekspor dokumen menghasilkan *throughput* 4,60 *req/s*, batasan memori kontainer 512 MB memicu *error rate* 12% dan lonjakan respons hingga 52.147,73 ms akibat kondisi *out of memory*. Namun, implementasi *rate limit* dan isolasi kontainer berhasil menjaga ketersediaan layanan sistem secara keseluruhan.

Kata Kunci: karhutla, modul *backend*, sistem peringatan dini, SiPongi+, titik panas.

ABSTRACT

NUMERO UNO ARROEFY. Backend Module Development for a Forest and Land Fire Early Warning System. Supervised by IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Forest and land fires pose significant ecological, social, and economic impacts in Indonesia. Effective prevention requires an early warning system capable of detecting potential fires rapidly and accurately using remote sensing hotspot data. This research designs and develops a backend module for a forest fire early warning system that manages user and field report data while processing hotspot information. The module integrates satellite hotspot data from the SiPongi+ service with field reports, providing API services for web and mobile applications. The system includes an automated notification mechanism for timely early warning delivery. Load testing in a local environment using Grafana k6 with 100 virtual users for a 10-minute duration demonstrates a reliable backend module, achieving a throughput of 318.45 *req/s* on the frequent access endpoint and 3.36 *req/s* on the I/O intensive endpoint. Although the document export feature generates a throughput of 4.60 *req/s*, limiting the container memory to 512 MB triggers a 12% error rate and a maximum response time of 52,147.73 ms due to an out-of-memory

condition. However, implementing rate limiting and container isolation successfully ensures overall system availability.

Keywords: backend module, early warning system, forest and land fires, hotspots, SiPongi+.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENGEMBANGAN MODUL *BACKEND* PADA SISTEM PERINGATAN DINI KARHUTLA

NUMERO UNO ARROEFY

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D.
- 2 Muhammad Asyhar Agmalaro, S.Si., M.Kom.



Judul Skripsi : Pengembangan Modul *Backend* pada Sistem Peringatan Dini
Karhutla

Nama : Numero Uno Arroefy

NIM : G6401221014

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.
19750130 199802 2 001

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
1981080 9200812 1 002

Tanggal Ujian:
17 Juni 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2025 sampai bulan Mei 2026 dengan judul “Pengembangan Modul *Backend* pada Sistem Peringatan Dini Karhutla”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si, M.Kom yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa, serta kepada tim pengembang yang bersama-sama membangun sistem peringatan dini karhutla.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Numero Uno Arroefy

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kebakaran Hutan dan Lahan	4
2.2 Sistem Peringatan Dini	4
2.3 Data Titik Panas	5
2.4 Pengembangan <i>Backend</i> Sistem Informasi	6
III METODE	9
3.1 Data Penelitian	9
3.2 Peralatan Penelitian	9
3.3 Tahapan Penelitian	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Komunikasi	13
4.2 Perencanaan Secara Cepat	14
4.3 Pemodelan Perancangan Secara Cepat	15
4.4 Pembentukan Prototipe	22
4.5 Penyebaran, Penyampaian, dan Umpan Balik	42
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	59

DAFTAR TABEL

1	Indikator titik panas prioritas	13
2	Definisi kategori pengguna	14
3	Acuan penggunaan metode dalam perancangan API	18
4	Daftar <i>endpoint</i> titik panas	19
5	Daftar <i>endpoint user</i>	20
6	Daftar <i>endpoint</i> laporan	20
7	Daftar <i>endpoint</i> cuaca	20
8	Daftar <i>endpoint</i> notifikasi	21
9	Daftar <i>endpoint</i> dengan <i>rate limit</i>	21
10	Daftar <i>endpoint</i> pengujian	22
11	Struktur aplikasi	23
12	Deskripsi fungsi tabel basis data	24
13	Logika implementasi akun dan akses sistem	36
14	Konfigurasi parameter operasional Gotenberg	41
15	Hasil pengujian beban	43

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi fungsi <i>ST_Within</i> pada berbagai tipe data spasial	6
2	Ilustrasi fungsi <i>ST_DWithin</i> dengan hasil <i>true</i> dan <i>false</i>	7
3	Ilustrasi mekanisme pengelompokan fungsi <i>ST_ClusterDBSCAN</i>	8
4	Alur metode <i>prototyping</i>	10
5	Profil beban pengujian	12
6	<i>Use case diagram</i> sistem peringatan dini karhutla	15
7	<i>Activity diagram</i> pembuatan laporan oleh pengguna lapang	16
8	<i>Activity diagram</i> pemrosesan data titik panas oleh worker	17
9	ERD basis data sistem peringatan dini karhutla	18
10	Gambaran arsitektur sistem peringatan dini karhutla	22
11	Contoh respons data JSON dari layanan SiPongi+	26
12	Implementasi fungsi <i>ST_Within</i> untuk identifikasi status lahan titik panas	28
13	Contoh data hasil pengelompokan titik panas oleh fungsi <i>ST_ClusterDBSCAN</i>	29
14	Hasil visualisasi data pengelompokan <i>ST_ClusterDBSCAN</i> dengan parameter <i>epsilon</i> 0,01° dan <i>minpoints</i> 3	30
15	Hasil visualisasi data pengelompokan <i>ST_ClusterDBSCAN</i> dengan parameter <i>epsilon</i> 0,01° dan <i>minpoints</i> 4	30
16	Detail hasil pengelompokan titik panas	31
17	Contoh data notifikasi yang dikirimkan ke layanan FCM	32
18	<i>Log</i> aktivitas kontainer <i>worker</i> pada proses pemeliharaan sistem dan sinkronisasi data	33
19	Diagram aliran data titik panas pada sistem	33
20	Implementasi fungsi generik untuk standardisasi eksekusi kueri titik panas	34



21	Penerapan fungsi generik pada <i>handler</i> untuk pengambilan daftar titik panas	34
22	Struktur respons JSON data daftar titik panas	35
23	Fungsi manajemen autentikasi dan otorisasi JWT	36
24	Struktur <i>struct</i> untuk validasi input titik panas manual	38
25	Respons kegagalan validasi input data pelaporan	38
26	Respons berhasil ketika membuat laporan	38
27	Visualisasi <i>sliding windows log</i> dengan <i>timeframe</i> 1 menit	40
28	Alur koordinasi antarkomponen pada proses pembentukan laporan PDF	42

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data laporan kejadian karhutla atau rawan karhutla	48
2	Daftar skenario pengujian <i>blackbox testing</i>	51
3	Skrip pengujian beban menggunakan Grafana k6	56