



Modul Front-End Sistem Informasi Geospasial Patroli Terpadu Kebakaran Hutan dan Lahan

Deny Ramdhany¹, Imas Sukaesih Sitanggang², Ikhsan Kurniawan³, Wulandari⁴

^{1,2,3,4} Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

¹ramdhany_deny@apps.ipb.ac.id*, ²imas.sitanggang@apps.ipb.ac.id, ³ikhsankurniawan.ikhwan@gmail.com,

⁴wulandari.ilkom@apps.ipb.ac.id

Abstract

To prevent and handle forest and land and forest fire (karhutla), the Ministry of Environment and Forestry assembled a patrol team that conducts a daily task to observe directly to the hotspot location as an indication for land fire. Currently, the patrol team reported the investigation result into a group chat. This method consumed many storage spaces and not suitable for formal reporting. This study aims to develop a front-end module for a web GIS application that visualizes the patrol team's daily report. The application has its data recapitulation method and able to create a formal report. The data used in this study are a set of the report that collected in 2016 by Sumatera and Kalimantan patrol team. The steps to build this application include communication, integrate with the API from the back-end system, developing functional needs, software testing, and the last is software release. The application was build using HTML and CSS for its interface and Javascript and API from the back-end module for its content management. The system uses Google Maps services and library to support the functionalities of the application. The unit testing method's test result shows that the module runs well and can afford all of the required functionality. In addition, the system testing result that the ratio between actual error and expected error is equal to 1. This result indicates the functions of the system are working properly according to the use cases of the system.

Keywords: API; Google Maps; Javascript; forest fire; visualization; web GIS

Abstrak

Untuk mencegah dan menangani kasus karhutla, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mengambil Tindakan berupa membentuk tim patroli yang setiap harinya bertugas untuk mengamati langsung ke titik lokasi yang berpotensi mengalami kebakaran dan melaporkan hasilnya. Media pelaporan yang digunakan selama ini adalah melalui WhatsApp Group. Cara tersebut mulai dinilai tidak efektif dari segi penyimpanan dan rekapitulasi data. Penelitian ini bertujuan membuat modul *front-end* untuk visualisasi hasil patroli dalam bentuk web sehingga tidak bergantung pada *group chat* dan mampu melakukan rekapitulasi data secara mandiri. Data yang digunakan adalah rekam kegiatan patroli pada tahun 2016 di wilayah Sumatera dan Kalimantan. Tahapan pada penelitian ini adalah komunikasi, perancangan antarmuka pengguna, integrasi dengan API dari *back-end system*, perancangan fungsionalitas system, uji coba system dan terakhir adalah rilis sistem. Aplikasi dibangun dengan basis HTML serta CSS sebagai antarmukanya, dan Javascript serta API dari modul *back-end* sebagai pengelola kontennya. *Service* dan *library* yang disediakan Google digunakan untuk mendukung fungsionalitas dari aplikasi. Hasil pengujian menggunakan metode unit testing menunjukkan sistem dapat bekerja baik dan sesuai dengan fungsionalitas yang dibutuhkan. Di samping itu, hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa rasio antara *actual error* dan *expected error* adalah 1. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi sistem bekerja sesuai dengan *use case* yang telah dibuat.

Kata kunci: API; Google Maps; Javascript; karhutla; visualisasi; web GIS

1. Pendahuluan

Hutan merupakan bagian paling dominan yang menutupi daratan Indonesia dengan total luas sekitar 120.6 juta hektar atau 63% dari keseluruhan luas daratan Indonesia. Area hutan ini terbagi menjadi tiga kategori, yaitu 68.8 juta hektar sebagai hutan produksi, 22.1 juta hektar

sebagai hutan konservasi, dan 29.7 juta hektar sebagai hutan lindung [1]. Dengan besarnya wilayah yang ada, permasalahan yang terjadi salah satunya adalah kebakaran hutan dan lahan. Menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemenlhk), kebakaran hutan dan lahan (karhutla) yaitu

peristiwa terbakarnya hutan atau lahan baik terjadi karena kondisi alam, maupun oleh perbuatan manusia. Karhutla mengakibatkan kerusakan lingkungan dan dapat menimbulkan dampak kerugian pada bidang ekologi, ekonomi, sosial budaya, bahkan politik [2].

Kebakaran hutan yang terjadi di wilayah Sumatera dan Kalimantan pada tahun 2015 dimulai pada bulan Juli dan terus terjadi hingga Oktober 2015. Kebakaran tersebut menyebabkan polusi kabut asap tebal yang menutupi udara hingga merambah ke Singapura, Malaysia, dan Thailand. Berdasarkan hasil analisis data citra yang diperoleh dari NASA Earth Observing System (EOS), dapat disimpulkan bahwa kasus kebakaran hutan 2015 adalah yang paling parah sejak 1997 [3].

Kasus karhutla pada 2015 mendorong Presiden mengeluarkan Instruksi Presiden Republik Indonesia No 11 tahun 2015 tentang peningkatan pengendalian kebakaran hutan. Dalam butir pertama, Presiden menginstruksikan kepada pihak berwenang yang berkaitan dengan karhutla ini agar saling berkoordinasi untuk melaksanakan pengendalian dan penanganan karhutla di seluruh wilayah Indonesia. Tidak hanya itu, Presiden juga menegaskan agar memberikan sanksi hukum yang tegas kepada pihak yang terlibat dengan kegiatan yang menyebabkan karhutla [4]. Salah satu kementerian yang mendapat instruksi tersebut adalah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kemenlhk). Sebagai bentuk aksi dari instruksi Presiden sebelumnya, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan mengambil tindakan dengan mengeluarkan peraturan Menteri Nomor 32 tahun 2016 yang salah satu butir aturannya membahas mengenai patroli untuk pencegahan dan penanganan karhutla. Butir tersebut menjelaskan bahwa patroli merupakan kegiatan pengawasan wilayah hutan atau lahan yang dilakukan oleh tim Manggala Agni dan dibantu oleh pihak-pihak terkait. Pihak terkait yang dimaksud adalah aparat kepolisian, anggota Tentara Nasional Indonesia (TNI), perangkat desa, ataupun kelompok sukarelawan dari Masyarakat Peduli Api (MPA) [2].

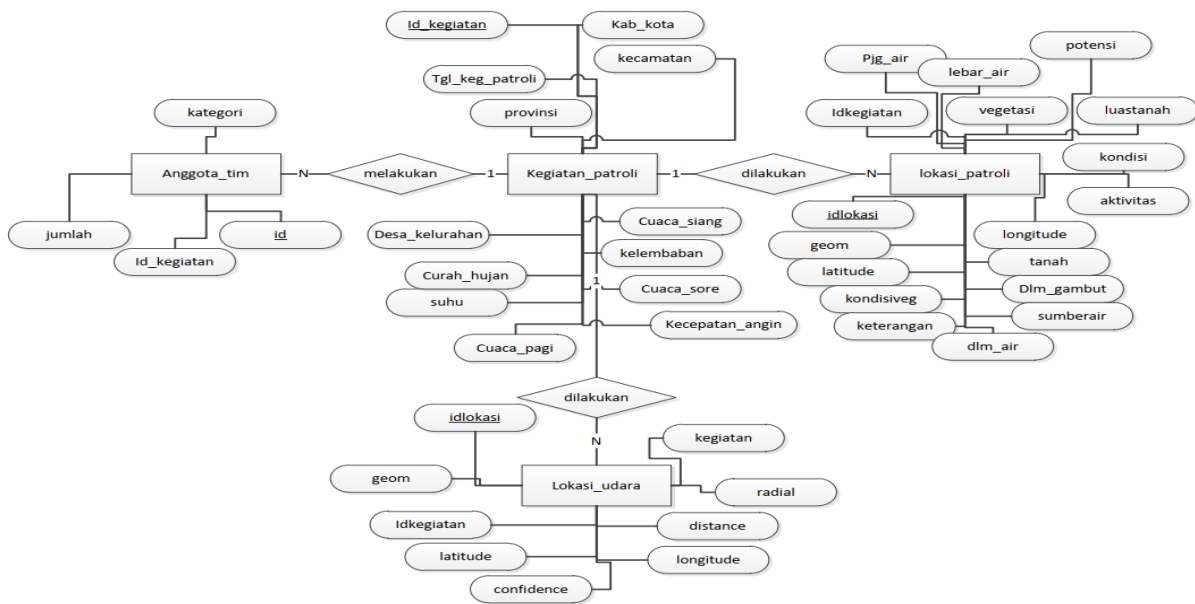
Menurut keterangan yang diberikan Kepala Balai Pengendalian perubahan Iklim dan Kebakaran Hutan dan lahan Wilayah Sumatera, pengumpulan laporan harian dari tim patrol terpadu selama ini masih melalui Whatsapp Group (WAG). Laporan tersebut wajib disampaikan oleh tim patroli setiap kali selesai memantau lokasi. Dokumentasi berupa foto dikirim langsung melalui WAG dengan menggunakan aplikasi Open Camera sehingga tercatat informasi titik koordinat saat pengambilan foto. Khusus pada wilayah Sumatera, terdapat 17 daerah operasi yang wajib melaporkan kegiatan harian melalui WAG. Laporan yang masuk tersebut kemudian dikelola oleh Direktorat Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan berdasarkan provinsi dan waktu pelaporan.

Pada penelitian sebelumnya yang terkait dengan Sistem Informasi Geospasial (SIG) [5] menggunakan Map Server untuk mengubah data spasial yang terdapat pada basis data relasional menjadi *layer* agar dapat dikirimkan ke sisi *client*. Perangkat lunak yang digunakan adalah OpenGeoSuite 3.0, Bahasa pemrograman PHP dengan CodeIgniter sebagai *framework* di sisi *back-end*, serta Proj4Js sebagai *library* untuk mengelola system koordinat. Penelitian tersebut memvisualisasikan hasil dari penerapan algoritme pohon keputusan ID3 pada data spasial untuk memprediksi terjadinya titik panas.

Aplikasi berbasis web untuk mengelola data kebakaran hutan dan lahan, yaitu titik panas telah dibangun oleh peneliti-peneliti sebelumnya. *Data warehouse* yang diintegrasikan dengan aplikasi *Online Analytical Processing* (OLAP) telah dibangun untuk mengelola data histori titik panas [6]. Selanjutnya modul *clustering* titik panas dibangun pada aplikasi *Web-Based OLAP* [7]. Data sosial ekonomi diintegrasikan pada aplikasi *Spatial OLAP* untuk titik panas [8]. Kinerja *SOLAP* untuk titik panas selanjutnya ditingkatkan dalam penelitian [9]. Aplikasi web yang menyajikan hasil penerapan teknik *data mining* pada data titik panas telah dibangun dengan mendekati deteksi *outlier* [10], klasifikasi [11], *spatial clustering* [12][13], *Incremental Spatio Temporal Clustering* [14][15], *sequential pattern mining* [16]. Aplikasi lainnya adalah sistem berbasis web untuk menghitung perubahan tutupan lahan pada area kebakaran hutan dan lahan [17], dan pemantauan titik panas dan *early warning system* [18]. Selain itu, teknologi *Wireless Sensor Network* dan *Internet of Things* [19][20] juga telah dikembangkan untuk membantu dalam pendekteksian kebakaran hutan dan lahan [21].

Pengembangan aplikasi pelaporan untuk membantu petugas lapangan dalam memberikan laporan hasil pemantauan telah dikembangkan sebelumnya. [22] mengembangkan sistem pelacakan lokasi pelaporan berbasis GPS *smartphone* untuk petugas lapangan irigasi di Sumatera Barat, dan [23] mengembangkan sistem pelaporan kebakaran hutan berbasis *smartphone* berdasarkan pelaporan masyarakat. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan data titik panas dan data spasial terkait kebakaran hutan dan lahan yang diperoleh dari berbagai insitusi tetapi belum melibatkan data riil di lapangan.

Pada penelitian ini akan dibuat modul *front-end* untuk visualisasi data patrol terpadu dalam bentuk aplikasi web. Data patroli yang digunakan berupa basis data spasial. Komponen utama untuk visualisasi pada aplikasi ini dibuat menggunakan Javascript API dari Google Maps sehingga dapat diakses secara umum dan gratis. Proses *query*, perhitungan, dan pemrosesan data secara lanjut dilakukan pada modul *back-end* sehingga tidak memberatkan perangkat pengguna. Proses



Gambar 1. Skema relasi dari basis data patroli

rendering hasil *query* dilakukan pada *web browser* pada sisi *client* dengan memanfaatkan Javascript sehingga *server* tidak terbebani ketika diakses oleh banyak pengguna.

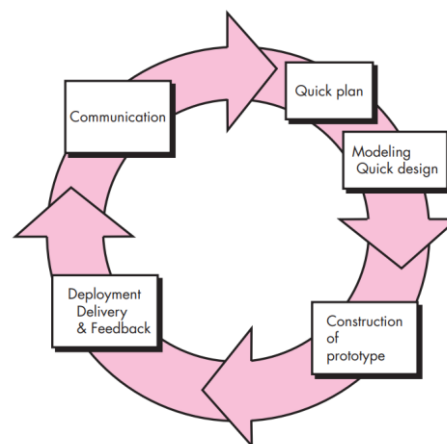
2. Metode Penelitian

Data patroli terpadu pencegahan dan penanganan karhutla di wilayah Sumatera dan Kalimantan yang dikumpulkan dari bulan Februari hingga April, lalu dilanjutkan bulan Juni hingga Desember tahun 2016 diperoleh dari Kemenlhk RI. Data ini disimpan dalam format Microsoft Excel. Selanjutnya data ini dimuat kepada basis data spasial dengan skema seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Data yang disimpan pada basis data tersebut merupakan hasil rekapitulasi laporan kegiatan patroli karhutla.

Basis data tersebut terdiri atas empat tabel yaitu tabel kegiatan patroli, tabel lokasi patroli, tabel anggota tim dan tabel lokasi udara. Tabel kegiatan patroli berisi rekam kegiatan dari tim patrol yang dilakukan pada wilayah dan waktu tertentu, tabel ini terhubung dengan ketiga tabel lainnya. Tabel lokasi patroli berisikan informasi detail mengenai kondisi lahan dari lokasi yang didatangi tim patroli. Tabel anggota tim berisi data komposisi anggota dari satu tim yang bertugas untuk patrol, dapat terdiri atas anggota Manggala Agni, anggota TNI/Polri, atau sukarelawan dari kelompok Masyarakat Peduli Api. Tabel lokasi udara berisikan informasi mengenai titik tengah patroli, cakupan patrol (radius) serta laporan singkat dalam bentuk teks mengenai hasil patrol udara. Semua data tersebut disimpan pada *database server* dalam bentuk basis data relasional. Untuk mengakses basis data tersebut, aplikasi

front-end yang dibuat pada penelitian ini harus melalui modul *back-end* yang telah ditanam pada sisi *server*.

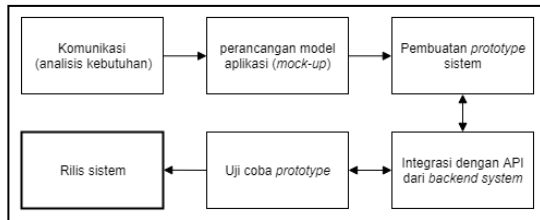
Model pengembangan sistem yang cocok dengan kondisi pengguna aplikasi ini adalah *prototyping*. *Prototyping* merupakan model pengembangan aplikasi yang kebutuhan fungsional maupun non-fungsionalnya belum diketahui secara jelas dan mendetail. *Prototyping* memiliki lima tahapan kerja yaitu, komunikasi, perencanaan, pembuatan model, pembuatan prototipe, dan terakhir adalah pemaparan hasil dan *feedback*. Alur pada *prototyping* dapat dilihat pada Gambar 2 [24].



Gambar 2. Tahapan kerja model *prototyping* [6]

Penelitian dilakukan dengan mengadopsi pengembangan sistem *prototyping* dengan beberapa penyesuaian. Penyesuaian tersebut diantaranya, tahap perencanaan dan tahap pembuatan model dijadikan satu

menjadi tahap perancangan model. Di antara komunikasi dan perancangan model, ditambahkan proses integrasi dengan data yang didapatkan dari *back-end system*. Tahapan *deployment* dan *feedback* dipecah menjadi uji coba sistem dan rilis sistem. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Penelitian

Pada tahapan pertama, komunikasi tidak dilakukan secara langsung, namun berdasarkan dokumen yang telah diberikan oleh calon pengguna. Kemudian dilakukan analisis akan kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari calon pengguna sistem ini. Analisis juga dapat dilakukan dengan membandingkan aplikasi web GIS yang sudah ada seperti Sipongi yang dibuat oleh Kemenlhk (<http://Sipongi.menlhk.go.id>). Fungsi atau *interface* yang ingin ditambahkan setelah melihat aplikasi web GIS yang sudah ada sebelumnya, kemudian dapat dicatat untuk digunakan pada tahap perancangan.

Tahapan kedua dimulai dengan membuat *mock-up* atau purwarupa dari tampilan situs web yang akan dibuat. Pada tahap ini, tidak ada fungsionalitas yang sudah dibuat, semuanya masih berupa gambar rancangan. Ketika gambar rancangan sudah dinilai tepat, maka dimulai proses menulis kode dengan bahasa pemrograman Hypertext Markup Language (HTML) dan didukung oleh Cascading Style Sheet (CSS) sebagai pengatur tampilan (kostumisasi) pada elemen HTML. Tahapan penulisan program tersebut masuk ke dalam tahap pembuatan *prototype system*.

Desain yang sebelumnya telah dibuat pada tahapan perancangan model kini dapat mulai dituangkan ke dalam bentuk kode program pada tahapan ketiga. Program ditulis dalam bentuk kode HTML dan dapat mulai ditambahkan fungsionalitasnya sesuai kebutuhan yang telah dianalisis, namun data yang digunakan belum berasal dari *back-end system*. Beragam fungsi seperti *zoom out*, *zoom in*, serta fungsi untuk bergeser menuju wilayah provinsi tertentu, dapat mulai dibuat dalam bahasa Javascript/ECMAScript dengan memanfaatkan *service* dan *library* yang diberikan oleh API Google Maps. Kode Javascript ditanamkan pada halaman HTML. Data yang diolah oleh fungsi-fungsi tersebut berupa *array Javascript Object Notation (JSON)*.

Data spasial dalam basis data patroli karhutla divisualisasikan ke dalam peta yang ditelaah dibuat

menggunakan *library* Google Maps. Proses visualisasi tersebut memerlukan integrasi antara *front-end* dengan *back-end* yang menggunakan *query* spasial. *Query* spasial dilakukan menggunakan bantuan PostgreSQL dengan ekstensi PostGIS.

Tahap integrasi adalah mencocokkan parameter dan data yang didapatkan dari API *back-end system*. Hal ini dilakukan untuk mencocokkan data yang didapatkan dari API dengan informasi yang ditampilkan pada halaman web. Hasil dari proses ini berupa informasi pada halaman web yang sifatnya dinamis, tergantung pada aktifitas pengguna.

Setelah fungsi-fungsi yang dibutuhkan pengguna sudah ditanamkan pada kode program, maka pengujian fungsi tersebut dapat dimulai. Pengujian dilakukan secara *black-box* dan menerapkan *unit testing*, yaitu mencoba seluruh fungsi dari API yang digunakan dengan input yang telah didefinisikan sebelumnya lalu melihat respon yang diberikan API. Skenario uji dibuat berdasarkan aktor dari hasil *use case* yang telah dibuat pada tahapan komunikasi. Setelah uji coba sistem, jika fungsionalitas masih belum terpenuhi maka tahap pengerjaan dapat kembali ke tahap perancangan fungsionalitas lalu fungsi yang belum terpenuhi tadi dapat mulai dibuat.

Tahapan terakhir dari pengembangan aplikasi web GIS untuk patroli karhutla ini adalah merilis sistem ke lingkungan daring (internet). Proses rilis juga berbarengan dengan kedua modul lain yang berhubungan dengan aplikasi ini, yaitu modul *back-end* penyedia API, dan modul dari aplikasi *mobile* yang digunakan untuk akuisisi data patroli.

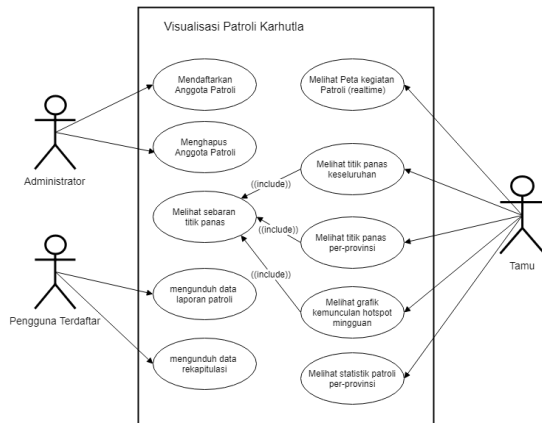
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan menampilkan data patroli ke dalam bentuk aplikasi web. Analisis kebutuhan dan fungsi aplikasi dilakukan dengan melihat fungsi-fungsi yang telah dibuat pada aplikasi yang sudah ada. Aplikasi yang menjadi referensi adalah Sipongi (<http://sipongi.menlhk.go.id/>).

Hasil rekapitulasi laporan kegiatan patroli terpadu pencegahan dan penanganan karhutla di wilayah Sumatera dan Kalimantan bulan Februari hingga April disimpan dalam format Microsoft Excel. Selanjutnya rekapitulasi tersebut dimuat ke dalam basis data yang terdiri dari empat tabel yaitu tabel kegiatan patroli, tabel lokasi patroli, tabel anggota tim dan tabel lokasi udara. *Query* pada basis data dilakukan untuk menghasilkan informasi yang diperlukan sesuai kebutuhan pengguna. Hasil *query* divisualisasikan secara spasial berdasarkan lokasi patroli karhutla.

Berdasarkan analisis kebutuhan, dapat diambil sebuah asumsi bahwa pengguna dalam sistem ini terbagi menjadi tiga, yaitu administrator, pengguna terdaftar,

dan pengguna umum (tamu). Administrator bertugas untuk mengelola keanggotaan tim patroli pada suatu daerah operasi. Pengguna terdaftar adalah koordinator patroli, pejabat daerah setempat, atau pihak kementerian yang memiliki akses untuk dapat mengunduh laporan hasil patroli. Pengguna umum atau tamu adalah pengunjung situs web secara umum. Berdasarkan hasil analisis fungsi tersebut, dapat dibuat daftar kebutuhan fungsi dalam bentuk *use case diagram* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Use case diagram sistem visualisasi terpadu

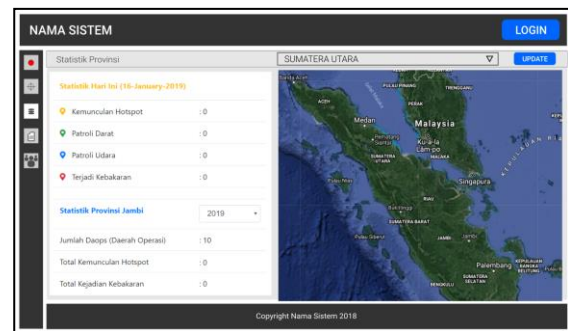
Aplikasi yang dibuat harus mampu mengakomodir kebutuhan untuk melihat sebaran titik panas, melihat sebaran kegiatan patroli dan mengelola daftar anggota tim patroli. Aplikasi yang dibuat tidak berdiri sendiri karena seluruh data yang ditampilkan diambil dari modul *back-end*.

Model aplikasi yang dibuat adalah mengikuti desain halaman web sipongi, yaitu dominan pada peta yang ditampilkan pada halaman utama. Sebelum mulai merancang aplikasi keseluruhan, *layout* atau penempatan konten perlu terlebih dahulu dibuat agar konsisten ketika telah diisi oleh konten. *Layout* tersebut memiliki *panel* untuk menu pada sisi sebelah kiri. Pada bagian atas ditempatkan untuk nama sistem (kiri atas) serta beberapa tombol (kanan atas). Bagian bawah hanya berupa *footer* yang berisikan nama sistem dan identitas pengembang. Semua halaman yang diakses dibuat dengan *layout* yang serupa agar aplikasi terkesan konsisten.

Setelah *layout* dan perancangan *menu* selesai dibuat, perancangan penempatan konten menggunakan konten asli perlu dilakukan. Hal tersebut diperlukan untuk memastikan bahwa konten yang disimpan pada *layout* tersebut benar benar cocok dan tidak terjadi penyimpangan desain atau informasi. Contoh penempatan konten untuk halaman utama dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Konten halaman utama



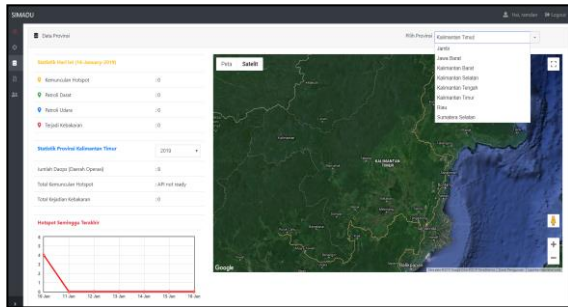
Gambar 6. Konten halaman statistik provinsi

Selain halaman utama, halaman berikutnya yang perlu dibuat adalah halaman untuk menu statistik provinsi. Menu tersebut menampilkan data yang berkaitan dengan provinsi tertentu. Halaman ini memiliki acuan pada halaman "titik panas provinsi" yang dimiliki oleh Sipongi. Informasi yang ditampilkan pada halaman ini mencakup kegiatan patroli harian, hingga total kejadian kebakaran yang pernah terjadi pada kurun waktu (tahun) tertentu. Desain halaman statistik tingkat provinsi dapat dilihat pada Gambar 6.

Pembuatan *prototype* aplikasi ini diurutkan berdasarkan halaman yang paling awal tampil ketika aplikasi dibuka, hingga halaman. Aplikasi ini diberi nama Sistem Informasi Monitoring Patroli Terpadu (SIMADU). Berdasarkan hasil analisis dan kebutuhan, halaman yang perlu dibuat yaitu halaman *home*, halaman statistik provinsi, halaman manajemen anggota patroli, halaman laporan patroli, dan halaman Sipongi *live update*.

Halaman *home*, menampilkan peta kegiatan patroli secara *real time*. Kegiatan patroli yang dimaksud adalah kegiatan patroli terpadu yang dilaksanakan oleh tim patroli pada daerah operasi tertentu. Ketika tim patroli sudah menginputkan kegiatan patroli pada aplikasi *mobile* akuisisi, maka informasi tersebut tampil pada halaman ini. Informasi yang tampil adalah yang terjadi secara aktual (*realtime - current day*) dan disediakan tombol dalam bentuk *datepicker* untuk melihat kegiatan patroli pada tanggal lain di bagian kanan atas halaman.

Halaman statistik provinsi, menampilkan statistik titik panas, kegiatan patroli, dan grafik titik panas mingguan dari provinsi tersebut. Halaman ini dapat juga disebut sebagai halaman detail provinsi. Informasi yang ditampilkan hanya informasi yang berkaitan dengan provinsi tertentu. Tidak semua informasi patroli tampil pada halaman ini, informasi yang ditampilkan merupakan ringkasan dari kegiatan patroli harian. Grafik yang ditampilkan adalah grafik kemunculan titik panas yang terlihat selama 7 hari terakhir. Tampilan dari halaman ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman statistik provinsi

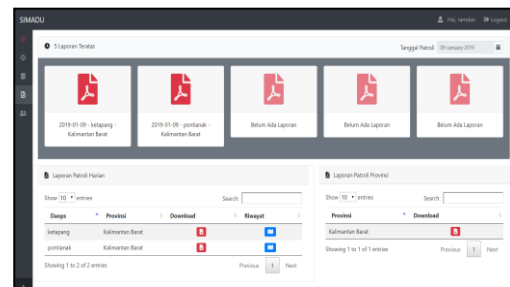
Daftar Anggota Tim Patroli			
Nama	Posisi	Email	Aktif
Alimudin	Mayorant		
Kal Nadi	Manggis	kalnadi@gmail.com	
PA	PA		
PA	PA		
SIA	Mayorant		
Yan Setiandarmas	Manggis	yan@gmail.com	
	Agan		

Daftar Daerah-Operasi		
Nama	Posisi	Aktif
Alger	Kalimantan Selatan	
Benjar	Kalimantan Selatan	
Barapada	Kalimantan Selatan	
Sampayan	Sulawesi Selatan	
Barito Kanan	Kalimantan Tengah	
Barito Selatan	Kalimantan Tengah	
Barito Timur	Kalimantan Tengah	
Barito Utara	Kalimantan Tengah	
Barito Utara	Kalimantan Tengah	
Subanghau	Sentral	

Gambar 8. Halaman manajemen anggota patroli

Halaman manajemen anggota patroli, hanya dapat diakses oleh administrator, berisi daftar anggota patroli dan daerah operasi. Pada halaman ini, administrator yang sudah login memiliki hak akses untuk menambah, mengurangi dan mengubah informasi dari anggota patroli dan daerah operasi yang ada. Informasi yang ada pada halaman ini disajikan dalam bentuk tabel. Nama anggota dan daops yang sudah didaftarkan nantinya akan tampil pada aplikasi mobile akuisisi ketika aplikasi tersebut digunakan. Tampilan dari halaman ini dapat dilihat pada Gambar 8.

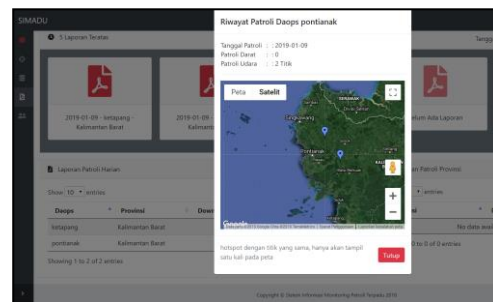
Halaman laporan patroli, hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki otoritas seperti anggota kementerian, kepala balai atau pejabat terkait. Halaman ini dibuat untuk pejabat kementerian atau pihak terkait yang memerlukan informasi mengenai hasil patroli. Terdapat dua jenis laporan pada halaman ini, yaitu laporan dari tiap daops, dan ringkasan laporan harian provinsi dari seluruh daops. Tampilan dari halaman ini dapat dilihat pada Gambar 9. Pada halaman ini juga



Gambar 9. Halaman laporan patroli

pihak balai atau kementerian dapat melihat riwayat perjalanan dari tiap daops-nya pada tombol riwayat yang ada pada tabel “Laporan Patroli Harian”. Tampilan dari riwayat perjalanan daops tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.

Halaman Sipongi live update, merupakan fitur tambahan yang dapat menampilkan titik panas seperti yang tampil pada halaman depan web Sipongi. Informasi mengenai titik panas didapatkan dari halaman web Sipongi dan di-render ulang menggunakan Google Maps JavaScript



Gambar 10. Fitur riwayat patroli perdaops

API. Titik merah (pin) pada peta menandakan titik panas yang terdeteksi oleh Sipongi. Halaman ini dapat menampilkan kejadian titik panas pada hari ini, 7 hari ke belakang, 30 hari ke belakang dan satu bulan ini (current month). Tampilan dari halaman ini dapat dilihat pada Gambar 11.

Selain tampilan dari halaman web, SIMADU juga memiliki beberapa fitur lainnya seperti export laporan patroli harian tiap daops, dan ringkasan hasil patroli harian dari provinsi tertentu. Laporan tersebut dapat diunduh pada menu “laporan patroli”. Bentuk laporan yang diunduh adalah pdf untuk laporan tiap daops dan untuk laporan ringkasan provinsi. Kedua laporan yang diunduh tersebut mengacu pada layout dari laporan yang dibuat oleh tim patroli terpadu.

Setelah semua halaman selesai dibuat dalam bentuk kode HTML, tahapan berikutnya adalah mengintegrasikan halaman tersebut dengan konten yang terdapat pada sistem back-end. Pengintegrasian halaman dimaksudkan agar data yang tampil dapat bersifat

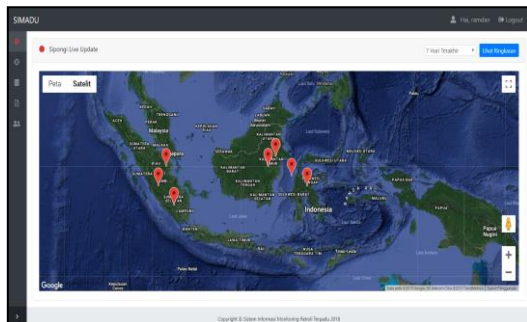
dinamis dan *real-time*. Proses integrasi ini memanfaatkan library JQuery yang berbasis javascript.

Data yang diolah pada tahapan ini adalah data JSON yang berisikan atribut dan parameter untuk ditampilkan pada SIMADU. Visualisasi informasi patroli karhutla dilakukan berdasarkan hasil *query* spasial pada basis data yang dikelola oleh PostgreSQL dengan ekstensi PostGIS. Data hasil *query* berupa relasi yang menggandung *field longitude* dan *latitude*. Hasil *query* tersebut diubah menjadi *layer* di sisi *front end* menggunakan Java script dengan library Google Maps.

Setiap halaman dari SIMADU menggunakan API yang berbeda. Secara garis besar, *endpoint* atau layanan API yang digunakan pada aplikasi SIMADU dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis dan kebutuhan, telah ditentukan bahwa pengguna dari sistem ini terbagi menjadi tiga hak akses, yaitu penguji biasa, pengguna sistem dan administrator sistem. Untuk menerapkan pembatasan tersebut, diperlukan proses autentikasi. Proses autentikasi melibatkan modul *backend* yang berkaitan dengan fungsi *login*. Sistem *backend* mengirim dan menerima permintaan dalam bentuk JSON, sehingga setiap parameter yang dikirimkan harus dalam bentuk JSON. Setiap prosedur pemanggilan fungsi pada API perlu mendefinisikan parameter *dataType* dengan bentuk json. Untuk memastikan bahwa

Tabel 1. Layanan API yang digunakan

Method	Request	Response	Dependency
POST	Autentikasi	Token	-
GET	Data patroli harian	JSON Array	-
GET	Data Statistik Provinsi	JSON Array	-
GET	Laporan Patroli	JSON Array	Autentikasi
GET	Data Anggota Patroli	JSON Array	Autentikasi
POST	CRUD Anggota Patroli	-	Autentikasi
POST	CRUD Daerah Operasi	-	Autentikasi



Gambar 11. Halaman Sipongi *Live update*

Tabel 2. Aktor untuk uji coba API login

Aktor	Input	# Expected Error	# Expected Success
Tamu	{ }	6	7
Pengguna Terdaftar	email:rudi@gmail.com', password:'123'	5	8
Administrator	email:ramdan@gmail.com', password:'123'	3	10

prosedur autentikasi ini dijalankan dengan utuh sebelum menjalankan prosedur lainnya, dapat menggunakan parameter *async* yang diberi nilai *false*.

Uji coba dilakukan berdasarkan skenario yang telah dibuat dengan memperhatikan aktor dari *use case* pada tahap komunikasi. Tiap aktor yang berbeda akan diperlakukan berbeda oleh sistem. Aktor yang digunakan dalam uji coba disematkan pada API login dengan detail dapat dilihat pada Tabel 2.

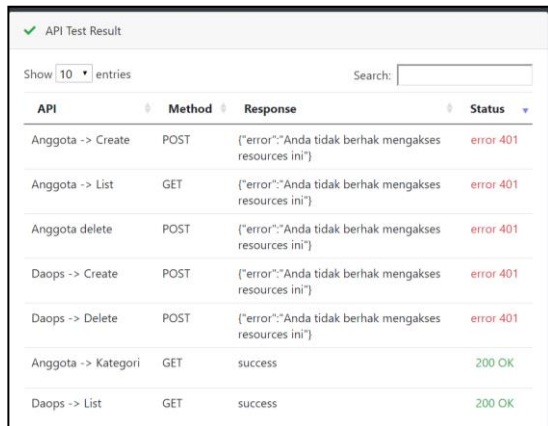
Uji coba dilakukan sebanyak tiga tahap, tahap pertama yaitu uji coba tanpa *dependency* atau menggunakan aktor “Tamu”. Tahap kedua yaitu mengakses *endpoint* dengan terlebih dahulu memprioritaskan *dependency*-nya menggunakan aktor “Pengguna Terdaftar”. Tahap ketiga uji coba menggunakan aktor “Administrator”.

Uji tahap pertama menghasilkan keluaran seperti yang terlihat pada Gambar 12. Pada hasil pengujian terdapat beberapa *error 400* yang memberikan pesan “*token_not_provided*”, yang artinya untuk mengakses *endpoint* tersebut memerlukan *token* atau fungsi API tersebut memiliki *dependency* dengan fungsi *Login*. *Error* yang muncul menandakan bahwa *dependency* pada sistem berhasil diterapkan sehingga tidak memungkinkan adanya akses untuk pengguna yang tidak berhak. Berdasarkan pengujian pada aktor Tamu diperoleh jumlah *actual error* yang sesuai dengan *expected error* yaitu 6.

API	Method	Response	Status
Anggota -> Create	POST	["error": "token_not_provided"]	error 400
Anggota -> List	GET	["error": "token_not_provided"]	error 400
Anggota delete	POST	["error": "token_not_provided"]	error 400
Daops -> Create	POST	["error": "token_not_provided"]	error 400
Daops -> Delete	POST	["error": "token_not_provided"]	error 400
Patroli -> Laporan	GET	["error": "token_not_provided"]	error 400
Anggota -> Kategori	GET	success	200 OK

Gambar 12. Hasil pengujian tahap pertama (Aktor Tamu)

Uji coba tahap kedua adalah dengan memperhatikan *dependency* menggunakan aktor Pengguna Terdaftar. Fungsi yang memerlukan *dependency* antara lain adalah

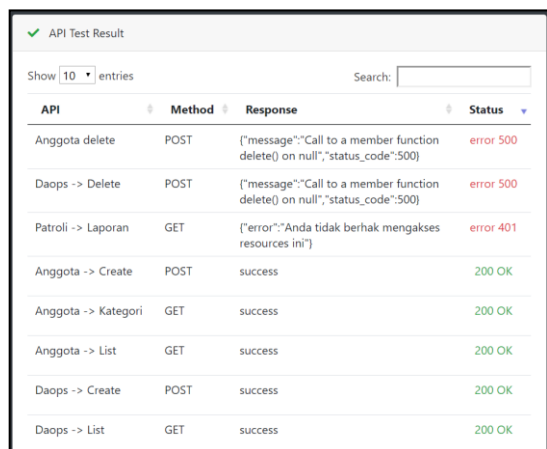


API	Method	Response	Status
Anggota -> Create	POST	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Anggota -> List	GET	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Anggota delete	POST	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Daops -> Create	POST	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Daops -> Delete	POST	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Anggota -> Kategori	GET	success	200 OK
Daops -> List	GET	success	200 OK

Gambar 13. Hasil pengujian tahap kedua (aktor Pengguna Terdaftar)

Anggota → Create, Anggota → List, Anggota → Delete, Daops → Create, Daops → Delete dan Patroli → Laporan. Sebelum menjalankan fungsi-fungsi tersebut, fungsi Login untuk Pengguna Terdaftar harus terlebih dahulu dijalankan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 13. Terlihat masih terdapat *error* yaitu pada fungsi Anggota → Create, Anggota → List, Anggota → Delete, Daops → Create, dan Daops → Delete. *Error* tersebut memang diharapkan terjadi karena berdasarkan *use case* yang dibuat, aktor yangizinkan untuk mengakses API tersebut hanya administrator. Munculnya *error* tersebut menandakan bahwa *dependency* berhasil diterapkan dan fungsi berjalan dengan baik. Berdasarkan pengujian pada aktor Pengguna Terdaftar diperoleh jumlah *actual error* yang sesuai dengan *expected error* yaitu 5.

Uji coba tahap ketiga adalah dengan memperhatikan *dependency* menggunakan aktor Administrator.



API	Method	Response	Status
Anggota delete	POST	("message":"Call to a member function delete() on null","status_code":500)	error 500
Daops -> Delete	POST	("message":"Call to a member function delete() on null","status_code":500)	error 500
Patroli -> Laporan	GET	("error":"Anda tidak berhak mengakses resources ini")	error 401
Anggota -> Create	POST	success	200 OK
Anggota -> Kategori	GET	success	200 OK
Anggota -> List	GET	success	200 OK
Daops -> Create	POST	success	200 OK
Daops -> List	GET	success	200 OK

Gambar 14. Hasil pengujian tahap ketiga (aktor Administrator)

Sebelum menjalankan fungsi-fungsi seperti pada tahap kedua, fungsi Login untuk Administrator perlu dijalankan terlebih dahulu. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 14. Terlihat masih terdapat *error* yaitu pada fungsi Anggota → Delete, Daops → Delete dan Patroli → Laporan. Berdasarkan skenario, *error* yang terdapat pada fungsi Anggota → Delete dan Daops → Delete memang diharapkan terjadi, karena input parameter yang diberikan adalah '0'. Dengan munculnya *error* 500 pada Anggota → Delete dan Daops → Delete menandakan bahwa *dependency* berhasil diterapkan dan fungsi berjalan dengan baik. *Error* yang terjadi pada fungsi Patroli → Laporan tidak diharapkan terjadi pada skenario pengujian, namun hal tersebut dapat dianggap wajar karena berdasarkan *use case* yang dibuat, administrator memang tidak memiliki hak untuk mengakses laporan patroli. Laporan hanya boleh diunduh oleh pengguna terdaftar, yaitu pihak yang terkait penanganan karhutla. Berdasarkan pengujian pada aktor Pengguna Administrator diperoleh jumlah *actual error* yang sesuai dengan *expected error* yaitu 3.

Hasil pengujian pada 3 skenario menunjukkan bahwa nilai *actual error* sama dengan nilai *expected error*, atau rasio antara *actual error* dan *expected error* adalah 1. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi bekerja sesuai dengan *use case* yang telah dibuat.

4. Kesimpulan

Pengembangan modul *front-end* system informasi geospasial untuk visualisasi data patrol terpadu karhutla untuk wilayah Sumatera dan Kalimantan telah berhasil dilakukan. Aplikasi diberi nama Sistem Informasi Monitoring Patroli (SIMADU) dan mampu menampilkan data patrol secara *real time*. Aplikasi SIMADU juga berhasil mengakses basis data yang telah ditanamkan pada modul *back-end* melalui API yang diakses dengan Bahasa pemrograman Javascript. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *dependency* berhasil diterapkan dan fungsi yang dibuat bekerja dengan baik sesuai dengan kebutuhan fungsionalitas sistem. Fungsi sistem telah bekerja sesuai dengan *use case* yang ditetapkan, hal ini ditunjukkan dengan nilai rasio antara *actual error* dan *expected error* sebesar 1.

Daftar Rujukan

- [1] [Kemenlhk] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. The State of Indonesia's Forest 2018. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- [2] [Kemenlhk] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.32 Tahun 2016 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan. Jakarta (ID): Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- [3] R. D. Field, G. R. V. D. Werf, T. Famin, E.J. Fetzer, R. Fuller, H.. Jethva, R. Levy, N.J. Livesey, M. Luo, O. Torres, H. M. Worden, Indonesian fire activity and smoke pollution in 2015 show persistent nonlinear sensitivity to El Niño-induced

- drought [Online]. doi: <https://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1524888113>. [diunduh 2018 Juli 16]
- [4] [Seskab] Sekeretaryat Kabinet RI. 2015. Instruksi Presiden Nomor 11 Tahun 2015 tentang Peningkatan Penegendalian Kebakaran Hutan dan Lahan [Online]. doi: <https://www.kemempk-mk.go.id/sites/default/files/produkhukum/Inpres%20Nomor%2011%20Tahun%202015.pdf>. [diunduh 2018 Juli 17]
- [5] A. Primajaya, I. S. Sitanggang, and L. Syaufina, "Visualization of spatial decision tree for predicting hotspot occurrence in land and forest in Rokan Hilir District Riau." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 54, p. 012055, 2017, doi: 10.1088/1755-1315/54/1/012055.
- [6] G. Hayardisi, I. S. Sitanggang, and L. Syaufina, "Data warehouse and web-based OLAP for hotspot distribution in Indonesia." *2009 2nd Conference on Data Mining and Optimization*, 2009, doi: 10.1109/dmo.2009.5341921.
- [7] I. S. Sitanggang, T. Fuad, and Annisa, "K-means clustering visualization of web-based OLAP operations for hotspot data." *2010 International Symposium on Information Technology*, 2010, doi: 10.1109/itsim.2010.5561296.
- [8] P. Thariqa and I. S. Sitanggang, "Spatial Online Analytical Processing for Hotspots Distribution Based on Socio-economic Factors in Riau Province Indonesia." *Procedia Environmental Sciences*, vol. 24, pp. 277-284, 2015, doi: 10.1016/j.proenv.2015.03.036.
- [9] A. Qahhariana and I. S. Sitanggang, "Peningkatan Kinerja Sistem Spatial Online Analytical Processing (SOLAP) Titik Panas Kebakaran Hutan." *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, vol. 5, no. 1, p. 21, 2018, doi: 10.29244/jika.5.1.21-30.
- [10] A. M. Y. A. Suci and I. S. Sitanggang, "Web-Based Application for Outliers Detection on Hotspot Data Using K-Means Algorithm and Shiny Framework." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 31, p. 012003, 2016, doi: 10.1088/1755-1315/31/1/012003.
- [11] G. P. Siknun and I. S. Sitanggang, "Web-based Classification Application for Forest Fire Data Using the Shiny Framework and the C5.0 Algorithm." *Procedia Environmental Sciences*, vol. 33, pp. 332-339, 2016, doi: 10.1016/j.proenv.2016.03.084.
- [12] R. Hermawati and I. S. Sitanggang, "Web-Based Clustering Application Using Shiny Framework and DBSCAN Algorithm for Hotspots Data in Peatland in Sumatra." *Procedia Environmental Sciences*, vol. 33, pp. 317-323, 2016, doi: 10.1016/j.proenv.2016.03.082.
- [13] Y. Puspitasari, I. S. Sitanggang, R. Trisminingsih, Visualization Module of Density-Based Clustering for Hotspot Distribution in Indonesia using Mapserver. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2017, 7(3): 58-60
- [14] I. S. Sitanggang, N. Radiatun, and A. A. Nur Risal, "Incremental Spatio Temporal Clustering Application on Hotspot Data." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 528, p. 012041, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/528/1/012041.
- [15] H. N. Salsabila, A. F. Sahitya, and P. Mahyatar, "Spatio-temporal pattern analysis of forest fire event in South Kalimantan using integration remote sensing data and GIS for forest fire disaster mitigation." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 540, p. 012011, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/540/1/012011.
- [16] G. Abriantini, I. S. Sitanggang, R. Trisminingsih. 2017. Hotspot sequential pattern visualization in peatland of Sumatra and Kalimantan using shiny framework, *The 3rd International Symposium on LAPAN - IPB SATELLITE (LISAT)*, 25-26 October 2016, IPB International Convention Centre, Bogor, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 54(2017)012057. pp: 1-7. doi:10.1088/1755-1315/54/1/012057.
- [17] N. W. Herlambang, W. F. Zaki, I. S. Sitanggang, M.A. Agmalaro, System Development for Land Cover and Deforestation Area Estimation due to Forest and Land Fires, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 528, 2020.
- [18] S. Homhuan, C. Humhong, The development of forest fire monitoring and warning system for agroforestry areas in Uttaradit Province, Thailand. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020 Jul 1 (Vol. 538, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- [19] D. Sasmoko, A. Mahendra, Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino, *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2017 Nov 1;8(2):469-76.
- [20] M. T. Basu, R. Karthik, J. Mahitha, V. L. Reddy. IoT based forest fire detection system, *International Journal of Engineering & Technology*, 2018;7(2.7):124-6.
- [21] E. A. Kadir, H. Irie, S. L. Rosa, Modeling of wireless sensor networks for detection land and forest fire hotspot. *International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, 2019 Jan 22 (pp. 1-5). IEEE.
- [22] B. Sunaryo, M. I. Rusydi, J. F. Rusdi, R. Suriani, S. Daus. Sistem Pelacakan Lokasi Pelaporan Petugas Lapangan Irigasi Provinsi Sumatera Barat Berbasis GPS Smartphone dan WebGIS. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2019 Aug 8;3(2):271-81.
- [23] F. Fatayat, J. Risanto, Model Sistem Deteksi Dini Kebakaran Hutan Dan Lahan (Karhutla) Berbasis Android Di Kabupaten Pelalawan. *Simtika*. 2020 Sep 21;3(3):19-25.
- [24] R. S. Pressman, Software Engineering: A Practitioner's Approach 7th Edition, 2010, New York (US) : McGraw-Hill