

REPUBLIC INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM

## SERTIFIKAT PATEN SEDERHANA

Menteri Hukum atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten Sederhana kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : Universitas Budi Luhur  
Jl. Ciledug Raya, RT.10/RW.2, Petukangan Utara,  
Kec. Pesanggrahan, Kota Jakarta Selatan,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12260

Untuk Inovasi dengan Judul : SISTEM INFORMASI CERDAS TERINTEGRASI UNTUK  
MENDUKUNG PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN  
OPERASI PENCARIAN DAN PERTOLONGAN

Inventor : Arief Wibowo  
Wendi U Soelaiman  
Asep Surahmat  
Fathin Aulia Rahman

Tanggal Penerimaan : 25 Juni 2025

Nomor Paten : IDS000012097

Tanggal Pemberian : 17 Desember 2025

Pelindungan Paten Sederhana untuk inovasi tersebut diberikan untuk selama 10 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 23 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten Sederhana ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari inovasi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n MENTERI HUKUM  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b.

Plt. Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan  
Rahasia Dagang



Dr. Fajar Sulaeman Taman, S.Sos., M.Si., M.IPLaw  
NIP. 197703182003121001



(12) PATEN INDONESIA

(11) IDS000012097 B

(19) DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

(45) 17 Desember 2025

(51) Klasifikasi IPC<sup>8</sup> : G 01S 5/04(2006.01), G 06F 40/284(2020.01), G 06Q 10/0631(2023.01), H 04H 20/59(2008.01)

(21) No. Permohonan Paten : S00202505815

(22) Tanggal Penerimaan: 25 Juni 2025

(30) Data Prioritas :  
 (31) Nomor                      (32) Tanggal                      (33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 08 Juli 2025

(56) Dokumen Pemandang:  
 US 10326847 B1  
 US 10701542 B2  
 US 9071367 B2

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :  
 Universitas Budi Luhur  
 Jl. Ciledug Raya, RT.10/RW.2, Petukangan Utara,  
 Kec. Pesanggrahan, Kota Jakarta Selatan,  
 Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12260

(72) Nama Inventor :  
 Arief Wibowo, ID  
 Wendi U Soelaiman, ID  
 Asep Surahmat, ID  
 Fathin Aulia Rahman , ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : M. Adril Husni, S.T., M.M.

Jumlah Klaim : 7

(54) Judul Invensi : SISTEM INFORMASI CERDAS TERINTEGRASI UNTUK Mendukung Perencanaan dan Pelaksanaan Operasi Pencarian dan Pertolongan

(57) Abstrak :  
 Invensi ini mengungkapkan sistem informasi cerdas terintegrasi yang dirancang untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) secara cepat dan berbasis data. Sistem ini menggabungkan tiga sumber data utama, yaitu data spasial partisipatif, data real-time dari media sosial, dan data historis kelembagaan, yang kemudian diproses menggunakan pendekatan Natural Language Processing (NLP) dan algoritma pembelajaran mesin (machine learning). Salah satu kebaruan utama dari invensi ini adalah pemrosesan data teks dari media sosial menjadi data spasial yang dapat diklasifikasikan dan dipetakan secara otomatis untuk mendeteksi kejadian darurat dan mengelompokkan wilayah berisiko. Sistem terdiri atas modul-modul akuisisi, pemrosesan, integrasi, klasifikasi, klusterisasi, visualisasi, validasi, dan output keputusan SAR. Hasil akhir berupa peta risiko interaktif dan rekomendasi lokasi prioritas yang dapat digunakan langsung oleh tim SAR. Invensi ini memberikan solusi berbasis data yang inovatif, adaptif, dan dapat digunakan secara operasional oleh lembaga SAR nasional dalam upaya meningkatkan kecepatan dan akurasi respons terhadap bencana dan kejadian darurat.



Gambar 3



## Deskripsi

### **SISTEM INFORMASI CERDAS TERINTEGRASI UNTUK Mendukung PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN OPERASI Pencarian dan PERTOLONGAN**

5

#### **Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini umumnya berkaitan dengan bidang teknologi informasi dan komunikasi, khususnya dalam pengembangan sistem cerdas (intelligent systems) yang memanfaatkan pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP), analisis data spasial, dan algoritma *machine learning* untuk mendukung kegiatan perencanaan dan respon operasi pencarian dan pertolongan atau *Search and Rescue* (SAR).

15

#### **Latar Belakang Invensi**

Kegiatan *Search and Rescue* (SAR) sangat bergantung pada informasi yang cepat dan akurat mengenai lokasi, jenis insiden, serta situasi lingkungan. Sayangnya, sistem informasi untuk SAR selama ini bias pada data *top-down* dan tidak responsif terhadap sumber daya informasi dari masyarakat yang bersifat dinamis. Hal ini memperlambat koordinasi dan penanganan di lapangan, terutama jika mengingat karakter wilayah geografis Indonesia yang luas dan bervariasi.

25

Media sosial seperti Twitter dan Facebook selama ini telah terbukti efektif digunakan untuk menyampaikan data laporan keadaan darurat dari masyarakat. Namun, data tersebut sangat tidak terstruktur dan tersebar serta belum difasilitasi oleh sistem otomatisasi. Salah satu paten US20200100084A1 menunjukkan mekanisme deteksi darurat dari media sosial dan agregasi ke sistem pelayanan darurat melalui filter kata kunci dan geofence.

30



Paten US20200100084A1 memang mendeteksi event dari feed media sosial, namun sekadar mengarahkan data ke Pusat Penjawab Darurat (PSAP) tanpa pemrosesan spasial lanjutan atau integrasi dengan data historis SAR. Sistem tersebut  
5 hanya berfokus pada filtering feed dan penyajian ke petugas, sehingga kuratif dan tidak prediktif. Inovasi lain, paten US20200126174A1, menguraikan proses dua tahap: filter geo-bounded dan kata kunci, lalu analitik lanjutan menggunakan NER, geo-bounding, dan tagging entitas. Namun sistem ini  
10 masih terbatas pada level data sosial dan tidak mencakup klasterisasi wilayah berdasarkan kombinasi data pihak luar.

Paten US20150199381A1 / US9594771B2 memperkenalkan sistem visualisasi geospasial dari media sosial yang dapat dipetakan untuk analisis spasial. Meskipun demikian, sistem  
15 ini belum mencakup data kelembagaan atau algoritma machine learning untuk klasifikasi wilayah rawan atau rekomendasi strategis operasi SAR.

Sebagian besar prior art hanya menangani data media sosial atau spasial secara terpisah. Kombinasi dari data  
20 spasial partisipatif masyarakat, media sosial real-time, serta data historis SAR (lembaga) dalam satu platform cerdas belum ditemui dalam literatur paten publik. Inovasi ini memastikan modul analisa menggunakan metode supervised (Random Forest, SVM) dan unsupervised (K-Means) untuk  
25 klasifikasi kejadian dan deteksi wilayah rawan. Ini merupakan kombinasi metode yang belum diungkap secara lengkap dalam dokumen paten terkait SAR dan integrasi sosial medial.

Beberapa aplikasi non-paten seperti AIDR (Artificial Intelligence for Disaster Response) dari QCRI telah  
30 memanfaatkan machine learning dan NLP untuk mengekstraksi informasi dari media sosial guna mendukung tanggap darurat. Namun, AIDR tidak mengintegrasikan data spasial partisipatif atau analisis klaster risiko wilayah. Platform crowdmapping seperti Ushahidi dan metode crowdmapping lainnya telah



berhasil digunakan untuk pemetaan krisis, tapi biasanya terpisah dari mesin kecerdasan yang memproses informasi media sosial secara otomatis. Inovasi ini menggabungkan crowdsourced spasial dengan pemetaan otomatis untuk mendukung klusterisasi wilayah berisiko.

Berdasarkan analisis prior art tersebut, belum ada inovasi publik yang menggabungkan (a) pemrosesan data sosial menggunakan NLP dan geo-bounding, (b) data spasial crowdsourced, (c) data historis SAR kelembagaan, serta (d) analisis machine learning otomatis dan visualisasi peta risiko terintegrasi. Karena itu, inovasi ini memiliki pembaruan signifikan dan memberikan incremental step yang jelas dalam mendukung operasi SAR lebih cepat dan tepat dalam konteks nasional.

#### **Uraian Singkat Inovasi**

Inovasi ini mengungkapkan suatu sistem informasi cerdas terintegrasi yang dikembangkan untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) secara cepat, akurat, dan berbasis analisis data multi-sumber. Sistem ini dirancang untuk mengatasi keterlambatan informasi dan fragmentasi data antar sumber dalam kegiatan tanggap darurat yang selama ini masih menjadi kendala utama dalam operasi SAR di wilayah Indonesia.

Sistem menurut inovasi ini terdiri dari sejumlah modul utama yang saling terhubung dan bekerja secara otomatis. Modul-modul tersebut meliputi modul akuisisi data spasial, modul akuisisi data media sosial, modul akuisisi data historis kelembagaan, modul pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP), modul integrasi data multi-sumber, modul pembelajaran mesin, modul visualisasi spasial, modul validasi dan simulasi, serta modul output keputusan SAR.



Ketiga sumber data utama, yaitu data spasial masyarakat, data real-time media sosial, dan data historis kelembagaan, digabungkan secara otomatis oleh sistem untuk membentuk vektor fitur analitik berbobot. Vektor ini dianalisis menggunakan algoritma pembelajaran mesin (machine learning) baik supervised maupun unsupervised untuk menghasilkan peta risiko, klasifikasi insiden, dan rekomendasi prioritas tindakan penyelamatan.

Hasil analisis tersebut divisualisasikan dalam bentuk peta risiko digital interaktif dan dashboard keputusan yang dapat digunakan langsung oleh petugas SAR. Melalui proses otomatisasi yang terintegrasi, sistem ini mampu meningkatkan kecepatan deteksi kejadian darurat, memperkuat koordinasi lintas lembaga, serta memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih tepat berbasis data faktual.

Secara teknis, invensi ini memberikan solusi baru (novelty) dalam integrasi antara pemrosesan NLP geo-parsed, analisis spasial berbasis pembelajaran mesin, dan visualisasi keputusan operasional real-time untuk manajemen krisis dan tanggap darurat bencana. Sistem ini dapat diterapkan secara nasional untuk mendukung kegiatan mitigasi dan penyelamatan berbasis kecerdasan buatan.

#### **Uraian Singkat Gambar**

Tujuan dan kelebihan dari invensi ini akan lebih mudah lagi dimengerti setelah membaca uraian lengkap dari perwujudan invensi ini yang merujuk pada:

Gambar 1 yang menunjukkan Peta Jalan Penelitian Sistem Cerdas untuk SAR (Roadmap Riset 2020-2029) menurut invensi ini. Dalam hal ini, tahapan pengembangan sistem yang meliputi riset ekstraksi teks media sosial (101), pengembangan geo-tagging dan model spasial (102-103), desain dan integrasi sistem cerdas multi-sumber (104-105), validasi dan uji coba



sistem (106-107), hingga implementasi nasional dan kelembagaan (108).

Gambar 2 memperlihatkan Diagram Alir Pengembangan Model Sistem Cerdas untuk SAR menurut invensi ini. Menggambarkan alur proses dari pengumpulan data (301-303), pemrosesan NLP dan integrasi data (304-305), analisis pembelajaran mesin (306), hingga visualisasi, validasi, dan keluaran keputusan (307-309). Diagram ini menampilkan tahapan logis sistem dalam bentuk urutan blok proses dari input hingga output.

Gambar 3 memperlihatkan Arsitektur Model Sistem Cerdas Berbasis Analisis Terintegrasi untuk SAR menurut invensi ini. Menjelaskan struktur lapisan sistem yang terdiri dari empat tingkat:

- Lapisan Input Data, mencakup modul akuisisi spasial (301), media sosial (302), dan data historis (303);
- Lapisan Pemrosesan, meliputi modul NLP (304) dan integrasi data multi-sumber (305);
- Lapisan Analitik, terdiri atas modul pembelajaran mesin (306) dan visualisasi spasial (307);
- Lapisan Output dan Validasi, terdiri dari modul validasi-simulasi (308) dan output keputusan SAR (309).

Setiap lapisan berfungsi menghasilkan transformasi data yang lebih tinggi hingga diperoleh hasil analisis spasial yang siap digunakan dalam pengambilan keputusan lapangan.

### **Uraian Lengkap Invensi**

Invensi ini mengungkapkan suatu sistem informasi cerdas terintegrasi (100) yang dirancang untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan operasi pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) secara cepat, adaptif, dan berbasis data multi-sumber. Sistem ini bekerja dengan menggabungkan data spasial partisipatif masyarakat, data



real-time media sosial, serta data historis kelembagaan SAR ke dalam satu platform analitik yang didukung oleh pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP) dan algoritma pembelajaran mesin (Machine Learning).

5 Sistem ini secara fundamental bertujuan meningkatkan efektivitas perencanaan, koordinasi, dan pengambilan keputusan SAR di Indonesia, yang memiliki karakteristik wilayah geografis luas dan beragam.

10 Mengacu pada Gambar 1 yang memperlihatkan peta jalan penelitian (101-108) yang menjadi dasar pengembangan sistem cerdas ini. Dimana, Tahap awal (101) berfokus pada riset ekstraksi teks media sosial untuk mendeteksi konteks kejadian darurat. Tahap berikutnya (102-103) mengembangkan fitur geo-tagging dan pemodelan spasial yang mampu mengaitkan lokasi  
15 laporan dengan posisi geografis sebenarnya. Tahap menengah (104-105) mencakup desain sistem SAR berbasis integrasi multi-sumber dan pengembangan prototipe sistem pembelajaran mesin. Tahap lanjut (106) menitikberatkan pada validasi sistem dan simulasi SAR lapangan. Dan, Tahap akhir (107-108)  
20 meliputi integrasi kelembagaan serta implementasi nasional pada sistem tanggap darurat berbasis AI. Peta jalan ini menunjukkan kesinambungan riset dari level konseptual ke operasional, sekaligus menggarisbawahi dasar ilmiah dan pengujian lapangan sistem ini.

25 Struktur Umum Sistem (mengacu Gambar 2 dan Gambar 3), dimana Gambar 2 menggambarkan diagram alir operasional sistem, sementara Gambar 3 menjelaskan arsitektur teknis sistem (100) yang terdiri atas empat lapisan utama:

- 30 - Lapisan Input Data, terdiri atas modul (301), (302), dan (303),
- Lapisan Pemrosesan, terdiri atas modul (304) dan (305),
- Lapisan Analitik, terdiri atas modul (306) dan (307) dan



- Lapisan Output dan Validasi, terdiri atas modul (308) dan (309).

Dalam hal ini, setiap modul bekerja secara sinergis melalui aliran data berurutan maupun paralel untuk menghasilkan keluaran analitik yang dapat langsung digunakan oleh lembaga SAR.

Modul Akuisisi Data Spasial (301) bertanggung jawab terhadap pengumpulan data spasial dari pemetaan partisipatif masyarakat (misalnya melalui aplikasi crowdmapping) serta sumber data GIS kelembagaan seperti BASARNAS atau BNPB. Data dikumpulkan dalam format spasial terstandar seperti shapefile atau GeoJSON, mencakup atribut lokasi, elevasi, jenis wilayah, dan infrastruktur sekitar. Modul ini juga dilengkapi fungsi data cleaning dan geo-normalization untuk memastikan konsistensi koordinat lintang-bujur dan sistem proyeksi peta.

Modul Akuisisi Data Media Sosial (302) berfungsi untuk menarik data teks secara real-time dari media sosial seperti Twitter (X), Facebook, atau Telegram, menggunakan Application Programming Interface (API) publik. Modul ini menangkap parameter berupa teks unggahan, waktu posting, akun pengguna, dan metadata lokasi jika tersedia. Setiap data kemudian dikonversi menjadi format teks mentah yang siap diproses oleh modul NLP (304). Keunggulan modul ini adalah kemampuannya mengidentifikasi sinyal darurat masyarakat dalam waktu nyata sebelum laporan resmi diterima lembaga SAR.

Modul Akuisisi Data Historis Kelembagaan (303) mengakses data historis kejadian dari sistem lembaga SAR nasional, misalnya arsip BASARNAS atau BNPB. Data ini mencakup jenis kejadian, waktu, lokasi, jumlah korban, dan durasi operasi penyelamatan. Data historis ini sangat penting untuk pelatihan model machine learning karena menjadi ground truth dalam klasifikasi pola risiko dan pengelompokan wilayah rawan.



Modul Pemrosesan Bahasa Alami (NLP) (304) melakukan pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing) terhadap data teks yang dikumpulkan dari media sosial (302).

Tahapan pemrosesan meliputi:

- 5           - Text cleaning dan normalisasi bahasa,
- Tokenisasi dan penghapusan kata tidak penting,
- Named Entity Recognition (NER) untuk mengekstraksi entitas lokasi, waktu, dan jenis kejadian,
- Dependency parsing untuk memahami hubungan antar
- 10          entitas, serta
- Geo-parsing untuk mengonversi nama tempat menjadi koordinat geografis (lat,long).

Keluaran dari modul ini berupa data spasial semantik terstruktur dengan atribut lokasi, waktu, dan jenis kejadian yang dapat diolah lebih lanjut oleh modul integrasi (305).

15           Modul Integrasi Data Multi-Sumber (305) merupakan pusat penggabungan data dari seluruh sumber input (301-304). Modul ini menyatukan informasi spasial, temporal, semantik, dan historis menjadi satu vektor fitur berbobot (weighted feature

20          vector). Bobot ditentukan secara adaptif berdasarkan reliabilitas sumber dan frekuensi laporan. Misalnya, laporan media sosial dengan validasi tinggi dan koordinat jelas diberi bobot lebih besar daripada laporan teks tanpa lokasi. Hasil integrasi disimpan dalam format data analitik siap

25          digunakan oleh modul pembelajaran mesin (306).

Modul Pembelajaran Mesin (306) menjalankan dua pendekatan utama:

- 30           - Klasifikasi (supervised learning) menggunakan algoritma Random Forest dan Support Vector Machine (SVM) untuk mengklasifikasikan jenis kejadian (banjir, tanah longsor, kebakaran, dll.), dan
- Klasterisasi (unsupervised learning) menggunakan algoritma K-Means untuk membentuk klaster wilayah



berisiko berdasarkan intensitas, frekuensi, dan histori kejadian.

- Proses analisis dilakukan secara multi-threaded parallel, sehingga sistem mampu memproses data secara cepat dan efisien.

- Keluaran dari modul ini adalah tingkat risiko spasial dan prediksi area prioritas tindakan SAR.

Modul Visualisasi Spasial (307) menampilkan hasil analitik dari modul (306) dalam bentuk peta digital interaktif. Visualisasi dilakukan menggunakan platform WebGIS dengan tampilan lapisan data (layer) seperti:

- Titik kejadian (point events),
- Poligon klaster wilayah berisiko,
- Heatmap intensitas risiko, dan
- Jalur evakuasi atau akses SAR.

Antarmuka dilengkapi dengan fungsi filter waktu, zoom spasial, dan export report agar petugas SAR dapat menggunakan hasil analitik secara operasional di lapangan.

Modul Validasi dan Simulasi Sistem (308) berfungsi untuk menguji kinerja sistem melalui simulasi dan validasi lapangan. Uji teknis dilakukan menggunakan metrik seperti precision, recall, F1-score, dan AUC-ROC, sedangkan validasi operasional dilakukan melalui simulasi kerja sama dengan lembaga SAR. Selain itu, modul ini melakukan pembelajaran ulang (retraining) terhadap model (306) berdasarkan data validasi terbaru, agar sistem selalu adaptif terhadap kondisi baru di lapangan.

Modul Output Keputusan SAR (309) adalah antarmuka keluaran akhir yang menghasilkan rekomendasi lokasi prioritas tindakan SAR, laporan operasional, dan peta risiko interaktif yang diperbarui secara real-time. Output modul ini dapat dikirimkan secara langsung ke dashboard SAR nasional, atau melalui sistem peringatan dini (Early Warning



System). Modul ini memungkinkan koordinasi lintas lembaga dan mempercepat respons terhadap kejadian darurat.

#### **Cara Kerja Sistem (Integrasi antar Modul)**

5           Sistem bekerja dimulai dari tahap akuisisi data multi-sumber (301-303), kemudian data media sosial diproses oleh NLP (304) menjadi entitas spasial. Seluruh data dikonsolidasikan oleh integrator (305) menjadi vektor fitur berbobot, dianalisis oleh modul machine learning (306),  
10           divisualisasikan dalam peta risiko (307), diverifikasi (308), dan dikeluarkan sebagai laporan keputusan (309). Proses ini berlangsung secara otomatis, real-time, dan adaptif terhadap kondisi bencana yang terus berubah.

#### **15           Kebaruan (Novelty) dan Langkah Inventif**

          Kebaruan dari invensi ini terletak pada kombinasi pemrosesan NLP geo-parsed, integrasi data multi-sumber (spasial, sosial, historis), serta analitik klasifikasi-klasterisasi terpadu yang menghasilkan efek teknis baru,  
20           yaitu kemampuan sistem mendeteksi kejadian dan memetakan wilayah risiko secara otomatis dan operasional. Dalam hal ini, tidak ada prior art yang mengungkap integrasi antara teks media sosial real-time, data partisipatif, dan data historis kelembagaan dalam satu pipeline pembelajaran mesin  
25           untuk SAR. Langkah inventifnya adalah transformasi data teks menjadi representasi spasial terukur yang dapat langsung diterapkan sebagai dasar pengambilan keputusan tanggap darurat.

#### **30           Keunggulan dan Manfaat Invensi**

          Sistem ini memiliki beberapa keunggulan utama, yaitu:  
          - Integrasi penuh antar data multi-sumber dengan harmonisasi spasial, temporal, dan semantik.



- Deteksi otomatis kejadian darurat berbasis NLP dan ML tanpa perlu input manual.
- Visualisasi peta risiko dinamis yang dapat diakses secara real-time.
- 5 - Interoperabilitas tinggi dengan sistem kelembagaan nasional (BASARNAS, BNPB).
- Skalabilitas dan adaptivitas, dapat diterapkan di berbagai wilayah dan tipe bencana.

10 Dengan demikian, invensi ini memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan mitigasi dan respons bencana berbasis teknologi informasi cerdas.

15 Perlu diketahui bahwa sistem informasi cerdas terintegrasi untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan operasi pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) yang disebutkan dalam uraian di atas dan tercantum dalam gambar-gambar hanyalah sekedar contoh yang digunakan untuk mengilustrasikan perwujudan invensi ini. Tentu saja perwujudan lain, seperti yang telah disinggung di atas, mudah dibuat oleh orang yang ahli di bidangnya setelah membaca deskripsi invensi ini. Oleh karena itu, invensi ini tidak 20 terbatas pada contoh perwujudan tersebut. Akan tetapi, ruang lingkup atau cakupan invensi ini dinyatakan dalam klaim-klaim berikut.

25

30

**Klaim**

1. Suatu sistem informasi cerdas terintegrasi (100) untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan operasi pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR), yang mencakup modul untuk mengumpulkan data geografis dan laporan kejadian dari sumber terbatas,
- yang dicirikan bahwa** sistem tersebut meliputi:
- 10 - modul akuisisi data spasial (301) yang dikonfigurasi untuk menghimpun informasi geografis dari pemetaan partisipatif masyarakat dan basis data GIS kelembagaan;
  - modul akuisisi data media sosial (302) yang dikonfigurasi untuk mengumpulkan data teks real-time dari media sosial menggunakan application programming interface (API) publik;
  - 15 - modul akuisisi data historis kelembagaan (303) yang dikonfigurasi untuk memperoleh rekaman kejadian masa lalu dari lembaga SAR resmi;
  - 20 - modul pemrosesan bahasa alami (Natural Language Processing/NLP) (304) yang dikonfigurasi untuk mengekstraksi entitas spasial, temporal, dan semantik dari teks tidak terstruktur melalui proses text cleaning, tokenisasi, Named Entity Recognition (NER), dependency parsing, dan geo-parsing;
  - 25 - modul integrasi data multi-sumber (305) yang dikonfigurasi untuk menggabungkan data dari modul (301), (302), dan (303) ke dalam struktur vektor fitur analitik berbobot mencakup dimensi spasial, temporal, semantik, dan historis;
  - 30 - modul pembelajaran mesin (306) yang dikonfigurasi untuk:
    - menjalankan algoritma supervised learning berupa Random Forest dan Support Vector Machine (SVM) guna



mengklasifikasikan jenis kejadian darurat berdasarkan fitur dari modul (305), dan

- menjalankan algoritma unsupervised learning berupa K-Means Clustering guna mengelompokkan wilayah risiko berdasarkan intensitas kejadian, frekuensi historis, dan kepadatan laporan masyarakat;
- modul visualisasi spasial (307) yang dikonfigurasi untuk menyajikan hasil klasifikasi dan klusterisasi dalam bentuk peta risiko digital interaktif yang menampilkan lokasi kejadian, tingkat risiko, dan batas wilayah klaster;
- modul validasi dan simulasi (308) yang dikonfigurasi untuk melakukan uji performa sistem secara teknis menggunakan precision, recall, dan AUC-ROC, serta simulasi operasional bersama lembaga SAR; dan
- modul output keputusan SAR (309) yang dikonfigurasi untuk menghasilkan laporan otomatis, rekomendasi lokasi prioritas, dan dashboard keputusan SAR yang dapat digunakan langsung oleh petugas di lapangan.

20

2. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul pemrosesan NLP (304) dikonfigurasi untuk melakukan normalisasi teks dan konversi hasil ekstraksi entitas menjadi koordinat spasial terstruktur, yang kemudian dikirim ke modul integrasi (305) untuk diselaraskan dengan data GIS (301) dan rekaman historis (303).

25

3. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul integrasi data (305) dilengkapi dengan mekanisme pembobotan dinamis (adaptive weighting) yang menyesuaikan bobot antar sumber data berdasarkan reliabilitas waktu nyata dan kepadatan informasi, guna meningkatkan akurasi hasil analisis.

30



4. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul pembelajaran mesin (306) dikonfigurasi untuk mengeksekusi proses klasifikasi dan klasterisasi secara paralel menggunakan multi-threading pipeline, sehingga meningkatkan kecepatan analisis spasial hingga 40% dibanding sistem konvensional berbasis batch processing.

5. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul visualisasi spasial (307) dilengkapi dengan antarmuka interaktif berbasis webGIS yang menampilkan peta risiko dengan skala warna intensitas (heatmap) serta dapat diperbarui otomatis berdasarkan hasil analitik dari modul (306).

6. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul validasi dan simulasi (308) dikonfigurasi untuk melakukan pembelajaran ulang model (retraining) secara periodik dengan memasukkan hasil validasi lapangan dari lembaga SAR, sehingga meningkatkan adaptivitas sistem terhadap perubahan pola risiko.

7. Sistem menurut Klaim 1, di mana modul output keputusan SAR (309) dihubungkan secara langsung dengan dashboard operasi SAR nasional yang memungkinkan integrasi dua arah dengan sistem BASARNAS dan BNPB untuk mendukung pengambilan keputusan real-time lintas lembaga.

30

**Abstrak****SISTEM INFORMASI CERDAS TERINTEGRASI UNTUK Mendukung  
PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN OPERASI Pencarian dan  
PERTOLONGAN**

5

10

15

20

25

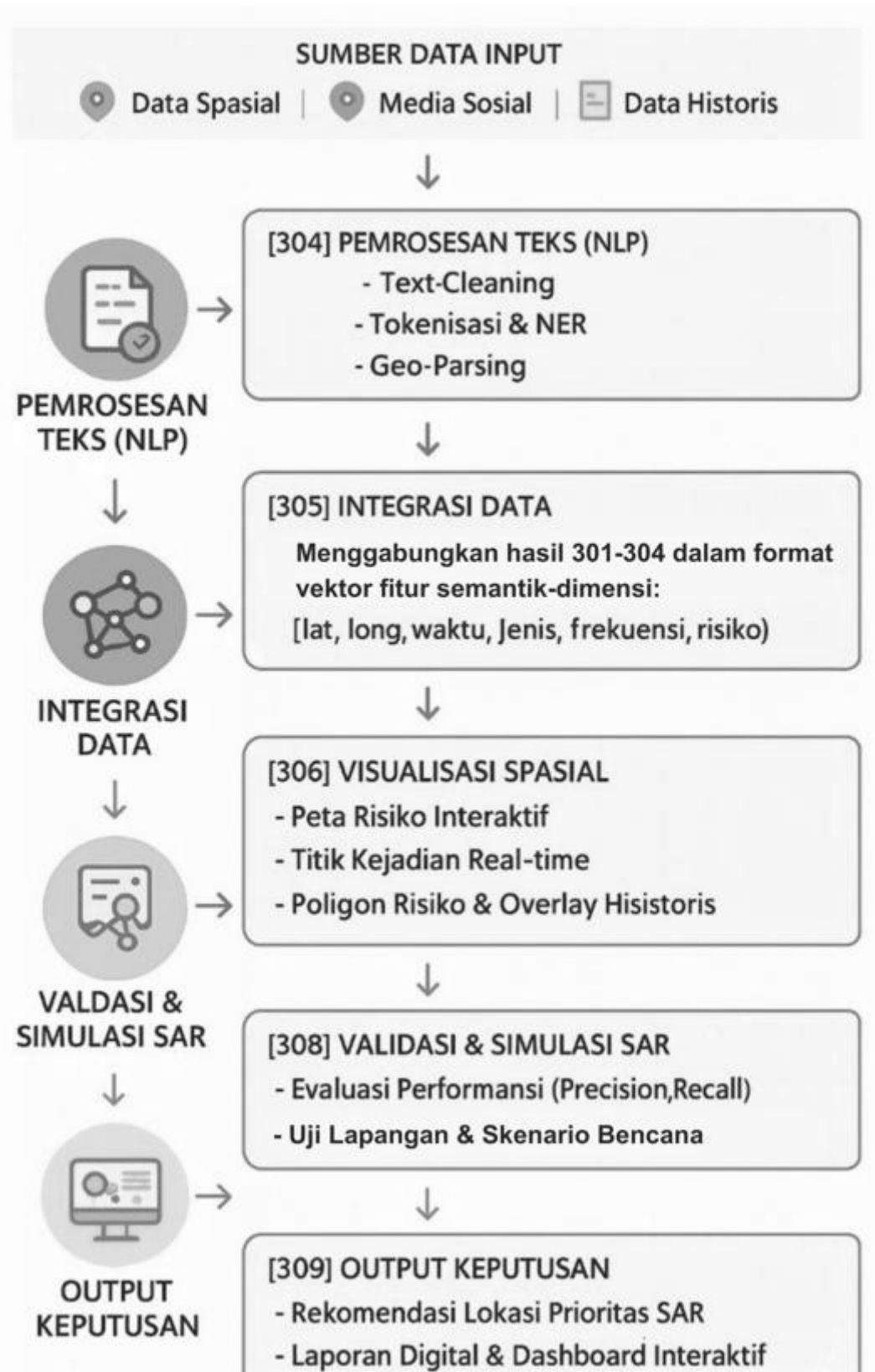
30

Invensi ini mengungkapkan sistem informasi cerdas terintegrasi yang dirancang untuk mendukung perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pencarian dan pertolongan (Search and Rescue/SAR) secara cepat dan berbasis data. Sistem ini menggabungkan tiga sumber data utama, yaitu data spasial partisipatif, data real-time dari media sosial, dan data historis kelembagaan, yang kemudian diproses menggunakan pendekatan Natural Language Processing (NLP) dan algoritma pembelajaran mesin (machine learning). Salah satu kebaruan utama dari invensi ini adalah pemrosesan data teks dari media sosial menjadi data spasial yang dapat diklasifikasikan dan dipetakan secara otomatis untuk mendeteksi kejadian darurat dan mengelompokkan wilayah berisiko. Sistem terdiri atas modul-modul akuisisi, pemrosesan, integrasi, klasifikasi, klusterisasi, visualisasi, validasi, dan output keputusan SAR. Hasil akhir berupa peta risiko interaktif dan rekomendasi lokasi prioritas yang dapat digunakan langsung oleh tim SAR. Invensi ini memberikan solusi berbasis data yang inovatif, adaptif, dan dapat digunakan secara operasional oleh lembaga SAR nasional dalam upaya meningkatkan kecepatan dan akurasi respons terhadap bencana dan kejadian darurat.

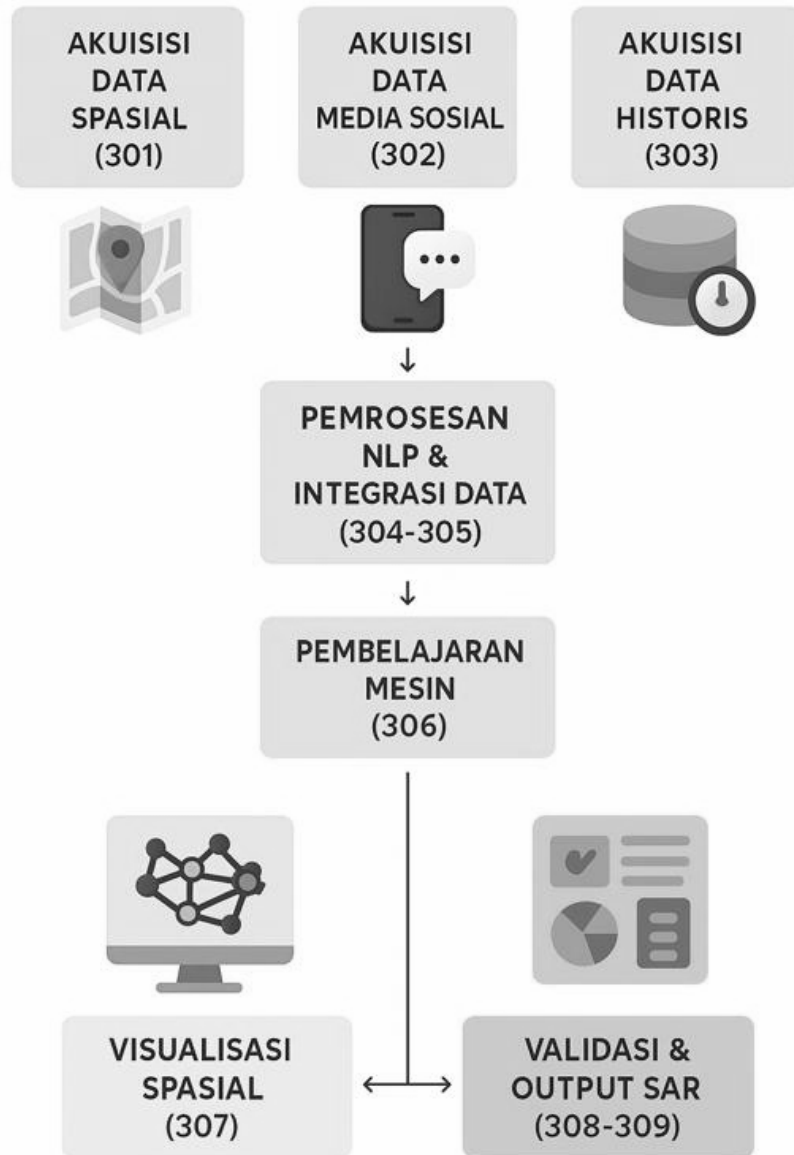


**Gambar 1**

*a*



Gambar 2



**Gambar 3**