

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan tinggi terhadap berbagai bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Dalam kondisi darurat, kecepatan dan ketepatan proses evakuasi menjadi faktor krusial untuk meminimalkan risiko korban jiwa. Untuk mendukung hal ini, dikembangkan sistem pendukung keputusan RESPOND-OR-X yang berfungsi memodelkan rute evakuasi dan penjadwalan personel berbasis *operations research* yang dihasilkan dari modul *AEP* dan *PRS* (Tarhan et al., 2023, 2024). Fondasi utama dari sistem ini adalah modul *Network Generation (NG)* yang bertugas membangun peta jaringan jalan dari data *OpenStreetMap (OSM)* di sekitar lokasi penting (*Points of Interest*) (Gultom et al., 2021).

Namun, berdasarkan hasil wawancara klien, modul *Network Generation* yang ada saat ini menghadapi kendala operasional yang signifikan. Pertama, arsitektur sistem masih bersifat sekuensial, dimana beban kerja komputasi diproses satu per satu sehingga memakan waktu sangat lama; pemrosesan 40 titik *POI* saja dapat memakan waktu hingga 4-5 jam. Kedua, konversi data *PBF file* menjadi *OSM file* dan *OSM file* menjadi *Graph Network* masih bersifat manual menggunakan *Command Line Interface (CLI)* dan skrip *Python*, yang menjadi hambatan besar bagi pengguna non-teknis (Boeing, 2017). Ketiga, adanya masalah "*blank spot*" atau ketidaksiapan data peta berformat *OSM* di banyak wilayah Indonesia, yang mengharuskan proses pemotongan peta (*cropping*) dilakukan secara manual menggunakan *tools* eksternal sebelum bisa diproses oleh sistem.

Kesenjangan antara kebutuhan respon cepat di lapangan dengan keterbatasan performa sistem manual ini menuntut adanya transformasi arsitektur. Diperlukan integrasi modul *Network Generation* berbasis *Cloud Computing* yang mendukung *Parallel Processing* untuk mempercepat waktu proses dari jam menjadi menit (Bayazitov et al., 2024). Selain itu, otomatisasi fitur pemotongan peta dan konversi data melalui antarmuka web (*GUI*) yang intuitif menjadi kebutuhan mendasar agar sistem dapat dioperasikan secara mandiri oleh petugas di lapangan (Bhalla et al., 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan arsitektur *parallel processing* menggunakan layanan *AWS Cloud* untuk mengatasi kelambatan pemrosesan sekuensial?.
2. Bagaimana mengotomatisasi proses konversi *PBF file to OSM file* dan *OSM file to Graph Network* yang sebelumnya dilakukan secara manual melalui *CLI* dan skrip *Python*?.
3. Bagaimana mengotomatisasi proses pemotongan peta wilayah Indonesia untuk mengatasi isu ketersediaan data peta yang belum tersedia (*blank spot*) dalam format *OSM*?.
4. Bagaimana mengimplementasikan infrastruktur berbasis *Cloud Computing* yang terintegrasi dengan antarmuka *Web GUI* yang intuitif dan tanpa kode untuk menghasilkan waktu pemrosesan *Network Generation* yang cepat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kecepatan pembuatan *Network Generation* melalui pemrosesan paralel yang mendistribusikan beban kerja ke beberapa *container task*.
2. Mengotomatisasi proses konversi *PBF file to OSM file* dan *OSM file to Graph Network* untuk menghilangkan hambatan teknis bagi pengguna non-teknis.
3. Mengotomatisasi proses pemotongan peta wilayah Indonesia untuk memenuhi kebutuhan penyediaan data peta yang belum tersedia (*blank spot*) dalam format *OSM*.
4. Membangun infrastruktur komputasi berbasis *Cloud Computing* yang dilengkapi dengan antarmuka *Web GUI* yang intuitif dan tanpa kode guna menghasilkan pemrosesan *Network Generation* yang cepat.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan

Batasan dalam pengembangan sistem RESPOND-OR adalah sebagai berikut:

1. Batasan Sistem: Sistem hanya bertanggung jawab hingga tahap penyediaan berkas luaran *Network Generation (output file)* berformat *ZIP*.
2. Batasan Data: Sistem hanya mendukung input data dari *OpenStreetMap (OSM)* dan data titik penting (*POI*) berupa *depot*, *shelter*, dan *zone*.
3. Batasan Platform: Aplikasi dikembangkan berbasis web menggunakan teknologi *Next.js/React (frontend)* serta *Node.js/Python (backend)* yang sepenuhnya di-host pada infrastruktur *AWS*. Adapun batasan *AWS DynamoDB* tidak memiliki *Unique Key*

seperti *database* biasa *Postgresql*, *Mysql* dan Lainnya sehingga membutuhkan validasi tambahan di sistem.

4. Batasan Pengujian: Tim Last Rise hanya melakukan pengujian fungsional menggunakan *Black-box testing* untuk memastikan fungsionalitas sistem (*input/output*) bahwa setiap fitur bekerja sesuai dengan kebutuhan tanpa memperhatikan struktur internal kode.

1.5 Kajian Agama Islam

Dalam perspektif Islam, segala bentuk usaha yang bertujuan untuk memberikan kemaslahatan bagi umat manusia merupakan bagian dari amal kebaikan yang sangat dianjurkan. Penanganan bencana merupakan salah satu bentuk kepedulian terhadap keselamatan jiwa manusia yang dalam Islam memiliki nilai yang sangat tinggi. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang mampu mendukung proses tersebut dapat dikategorikan sebagai bagian dari upaya menegakkan nilai-nilai kemanusiaan.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an:

وَتَعَاوُنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوُنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ

“Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan.” (Q.S Al-Maidah (5): 2)

Tafsir menurut Ibnu Katsir menjelaskan bahwa ayat ini merupakan perintah Allah SWT kepada manusia untuk saling bekerja sama dalam kebaikan dan ketakwaan serta larangan untuk bekerja sama dalam keburukan. Dalam konteks proses integrasi modul *Network Generation* dengan layanan *cloud*, sistem RESPOND-OR ini menjadi sarana untuk mewujudkan kolaborasi dalam kebaikan melalui pemanfaatan teknologi untuk membantu penanganan bencana.

Allah SWT juga berfirman:

وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا

“Barang siapa yang memelihara kehidupan seorang manusia, maka seolah-olah dia telah memelihara kehidupan semua manusia.” (Q.S Al-Maidah (5): 32)

Tafsir menurut Al-Misbah (Quraish Shihab) menjelaskan bahwa menjaga satu kehidupan manusia memiliki nilai yang sangat tinggi, bahkan disamakan dengan menjaga seluruh kehidupan manusia. Dalam hal ini, sistem RESPOND-OR yang membantu mempercepat

proses pembuatan data dasar (*Network Generation*) untuk digunakan dalam analisis dan pengambilan keputusan dalam situasi bencana berkontribusi secara tidak langsung dalam upaya penyelamatan banyak nyawa.

Selanjutnya, Allah SWT berfirman:

إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

“*Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat kebaikan.*”
(Q.S Al-Baqarah (2): 195)

Tafsir menurut Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Allah SWT mencintai orang-orang yang berbuat *ihsan*, yaitu mereka yang melakukan kebaikan secara maksimal dan memberikan manfaat bagi orang lain. Pengembangan sistem RESPOND-OR merupakan bentuk perbuatan ihsan dalam bidang teknologi karena mampu memberikan solusi yang bermanfaat bagi masyarakat.

Allah SWT juga berfirman:

وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ

“*Dan katakanlah: Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu.*”
(Q.S At-Taubah (9): 105)

Tafsir menurut Al-Misbah (Quraish Shihab) menjelaskan bahwa manusia diperintahkan untuk bekerja dengan sungguh-sungguh dan penuh tanggung jawab, karena setiap amal akan dinilai oleh Allah SWT. Pengembangan sistem RESPOND-OR mencerminkan bentuk profesionalisme dalam menciptakan solusi teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat.

Kemudian, Allah SWT berfirman:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِنْدَ اللَّهِ أَتْقَاهُمْ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ

“*Wahai manusia, sesungguhnya Kami telah menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan perempuan. Kemudian, Kami menjadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku agar kamu saling mengenal. Sesungguhnya yang paling mulia di antara kamu di sisi Allah adalah orang yang paling bertakwa. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Teliti.*” (Q.S Al-Hujurat (49): 13)

Tafsir menurut Ibnu Katsir menjelaskan bahwa manusia diciptakan untuk saling mengenal, bekerja sama, dan membangun hubungan sosial yang baik. Dalam konteks ini, sistem RESPOND-OR berperan sebagai media untuk memperkuat koordinasi dan kolaborasi dalam penanganan bencana.

Selain ayat Al-Qur'an, Rasulullah SAW juga bersabda:

كُلُّكُمْ رَاعٍ وَكُلُّكُمْ مَسْئُولٌ عَنْ رَعِيَّتِهِ

“Setiap kalian adalah pemimpin dan setiap kalian akan dimintai pertanggungjawaban atas yang dipimpinnya.” (H.R. Bukhari dan Muslim)

Hadits ini menekankan pentingnya tanggung jawab kepemimpinan (*Mas'uliyah*). Admin sistem RESPOND-OR memiliki tanggung jawab besar dalam manajemen akun pengguna, mengelola data aplikasi dan kategori risiko bencana yang krusial bagi keselamatan jiwa. Pengelolaan data yang akurat merupakan amanah yang harus dipertanggungjawabkan karena berdampak langsung pada hasil *Network Generation*.

Rasulullah SAW juga bersabda:

يَسِّرُوا وَلَا تُعَسِّرُوا

“Mudahkanlah dan janganlah kamu mempersulit.” (H.R. Bukhari)

Sejalan dengan prinsip *taysir* (kemudahan), sistem RESPOND-OR hadir untuk menyederhanakan proses teknis konversi data *PBF* menjadi *OSM*, *OSM* menjadi *Graph Network* dan pemotongan peta wilayah Indonesia yang sebelumnya manual dan memakan waktu lama menjadi otomatis dan cepat melalui sistem RESPOND-OR. Inovasi ini bertujuan untuk menghilangkan hambatan teknis bagi petugas non-teknis agar dapat bekerja lebih efisien tanpa dipersulit oleh prosedur yang kompleks.

Selanjutnya, Rasulullah SAW bersabda:

مَنْ دَلَّ عَلَى خَيْرٍ فَلَهُ مِثْلُ أَجْرِ فَاعِلِهِ

“Barang siapa menunjukkan kepada kebaikan, maka dia akan mendapatkan pahala seperti orang yang melakukannya.” (H.R. Muslim)

Fitur utama sistem RESPOND-OR adalah menghasilkan *road network graph* yang menghubungkan jalan di sekitar *POI*. Memberikan data dasar untuk modul *AEP* untuk menghasilkan petunjuk *route* penyelamatan yang benar dan aman bagi masyarakat

terdampak bencana merupakan bentuk *wasilah* (perantara) kebaikan yang sangat mulia dalam Islam.

Rasulullah SAW juga bersabda:

إِنَّ اللَّهَ تَعَالَى يُحِبُّ إِذَا عَمِلَ أَحَدُكُمْ عَمَلًا أَنْ يُثَبِّتَهُ

“*Sesungguhnya Allah mencintai jika salah seorang di antara kalian melakukan suatu pekerjaan, maka ia melakukannya dengan itqan (profesional, bersungguh-sungguh, dan teliti).*” (H.R. Al-Baihaqi)

Implementasi arsitektur *cloud AWS* dan pemrosesan paralel dalam sistem RESPOND-OR ini merupakan wujud nyata dari sikap *itqan*. Pengembang berkomitmen memastikan sistem bekerja dengan performa tinggi dan tangguh untuk mencapai hasil *road network graph* yang cepat untuk mendukung modul *AEP* demi meminimalkan risiko korban jiwa.

Terakhir, Rasulullah SAW bersabda:

أَدِّ الْأَمَانَةَ إِلَى مَنْ أَنْتَ مَنَّكَ

“*Tunaikanlah amanah kepada orang yang mempercayaimu.*” (H.R. Abu Daud dan Tirmidzi)

Keamanan sistem yang dijamin melalui protokol *HTTPS* dan *AWS Cognito* merupakan bentuk penunaian amanah dalam menjaga integritas data bencana dan kredensial akses Admin RESPOND-OR. Melindungi data dari penyalahgunaan pihak yang tidak berwenang adalah bagian dari tanggung jawab moral dalam pengembangan teknologi untuk kemaslahatan umat

Dengan demikian, proses integrasi modul *Network Generation* dengan layanan *cloud* dalam sistem RESPOND-OR tidak hanya memiliki nilai teknis dan fungsional, tetapi juga mengandung nilai-nilai spiritual dan moral dalam Islam, seperti tolong-menolong, kemaslahatan, tanggung jawab, serta pemanfaatan ilmu untuk kebaikan. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi ini dapat dipandang sebagai bagian dari amal shalih yang memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kesejahteraan dan keselamatan masyarakat.