

Perancangan Lokasi Fasilitas Gudang Sementara Menggunakan Metode *Location Set Covering* (Studi Kasus Gempa Cianjur 2022)

1st Muhammad Nabil Rizkiansyah
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nabilrizkiansyah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Femi Fulianti
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
femiyulianti@telkomuniversity.ac.id

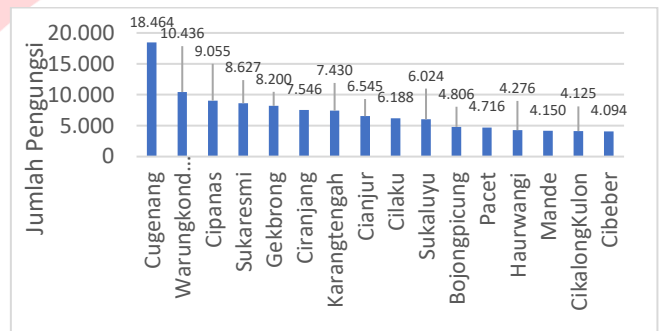
3rd Putu Giri Artha Kusuma
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
putugiriak@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Pada tanggal 21 November 2022 telah terjadi gempa bumi di Kabupaten Cianjur sebesar 5,6 magnitudo, dari laporan BPBD Cianjur terdapat 16 kecamatan terdampak dari total 32 kecamatan di Kabupaten Cianjur. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Cianjur (BPBD Kabupaten Cianjur) memiliki peran penting saat pra bencana, darurat bencana, dan pasca bencana, salah satu tugas BPBD Cianjur adalah pelaksanaan penanggulangan bencana yang mencakup melancarkan alur distribusi bantuan logistik kepada daerah atau wilayah yang terdampak. Kecepatan dan ketetapan menjadi indikator utama dalam *humanitarian logistics*, kemudian untuk waktu tempuh pendistribusian maksimal pada 60 menit. Pada pendistribusian bantuan Gempa Cianjur 2022 mengalami permasalahan kenaikan total biaya transportasi yang melebihi Rp53.040.000 selama 65 hari. Lokasi gudang yang tidak tepat menjadi permasalahan utama karena penempatannya hanya pada satu kecamatan saja, yakni di Kecamatan Cianjur saja. Perancangan lokasi gudang sementara digunakan untuk mengantisipasi kesalahan dalam penentuan lokasi tersebut. Pendekatan metode yang digunakan ialah metode *Location Set Covering Problem* (LSCP) dengan menentukan jumlah fasilitas namun dapat mencakup seluruh wilayah yang ada dengan parameter biaya transportasi sebagai biaya fasilitas dan waktu tempuh di bawah 60 menit. Hasil dari penggunaan metode tersebut adalah lokasi gudang sementara yang dapat mencakup kecamatan yang terdampak dan mengakibatkan penurunan total biaya transportasi menjadi Rp42.896.100.

Kata kunci— *Humanitarian Logistics, Gudang Sementara, Bencana Alam, LSCP, Gempa Cianjur 2022*

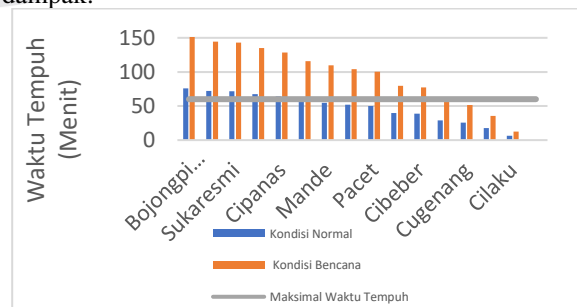
I. PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia terletak di antara empat lempeng tektonik, yaitu Lempeng Tektonik Asia, Lempeng Tektonik Australia, Samudera Hindia, dan Samudera Pasifik. Hal ini mengakibatkan Indonesia rentan terhadap bencana alam.



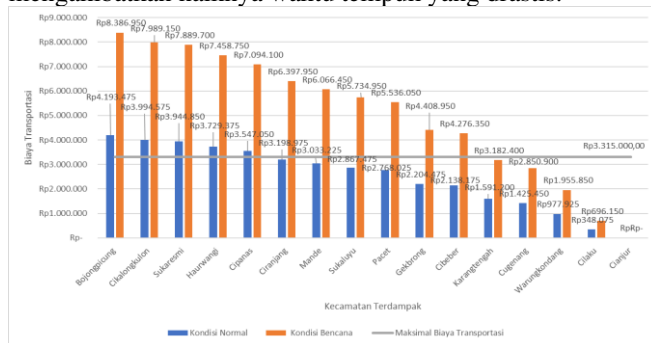
GAMBAR 1
Kecamatan Terdampak

Pada tanggal 21 November 2022 telah terjadi gempa bumi di Kabupaten Cianjur sebesar 5,6 magnitudo, dari laporan BPBD Cianjur per 17 Desember 2022 tercatat 602 jiwa meninggal, dan 114.683 jiwa pengungsi dengan 16 kecamatan terdampak dari total 32 kecamatan di Kabupaten Cianjur. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Cianjur (BPBD Kabupaten Cianjur) memiliki peran penting saat pra bencana, darurat bencana, dan pasca bencana, salah satu tugas BPBD Cianjur adalah pelaksanaan penanggulangan bencana yang mencakup melancarkan alur distribusi bantuan logistik kepada daerah atau wilayah yang terdampak.



GAMBAR 2
Waktu Tempuh Pada Kecamatan Terdampak

Kecepatan dan ketetapan menjadi indikator utama dalam humanitarian logistics, kemudian untuk waktu tempuh pendistribusian maksimal pada 60 menit. Namun pada beberapa kecamatan terdapat waktu tempuh yang melebihi maksimal waktu tempuh, fenomena ini terjadi karena banyaknya akses jalan yang tertutup atau sulit dilewati akibat tanah longsor dan reruntuhan bangunan, serta banyak fasilitas infrastruktur yang rusak akibat bencana gempa bumi ini, karena hal ini akan berpengaruh kepada faktor lalu lintas yang akan menyebabkan *domino effect* pada kemacetan yang mengakibatkan naiknya waktu tempuh yang drastis.



GAMBAR 3
Kenaikan Biaya Transportasi

Waktu tempuh yang melebihi batas maksimal waktu tempuh menyebabkan biaya transportasi juga membengkak. Akumulasi dari total biaya transportasi pada kondisi normal sebesar Rp 39.962.325, namun akumulasi total biaya transportasi pada kondisi sedang terjadi bencana menjadi Rp79.924.650. Hal ini tentunya menjadi perhatian karena biaya yang naik begitu tinggi dari kondisi normal. Penentuan lokasi gudang sementara yang belum tepat tentunya menjadi akar permasalahan dari situasi tersebut. Maka diperlukan perancangan lokasi fasilitas gudang sementara yang dapat mencakup seluruh kecamatan terdampak sehingga total biaya transportasi dapat diminimasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menentukan lokasi gudang sementara yang dapat mencakup seluruh kecamatan terdampak dan gudang utama.

II. KAJIAN TEORI

Penelitian kali ini membutuhkan metode dan teori untuk dijadikan landasan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat menjadi topik penelitian.

A. Humanitarian Logistics

Dalam penjelasannya [1] menyatakan logistik kemanusiaan adalah cabang logistik yang berhubungan dengan fase persiapan dan respon dari sistem manajemen bencana logistik kemanusiaan dimana efektivitas dan kecepatan upaya dan program bantuan sistem logistik ini seringkali diperlukan untuk pengadaan, penyimpanan dan pengangkutan makanan, air, obat-obatan dan perbekalan lainnya serta sumber daya manusia, mesin dan peralatan yang diperlukan serta korban pada waktu sebelum dan sesudah bencana.

B. Distribusi

Distribusi merupakan proses yang sangat penting dalam sistem logistik karena distribusi sebagai proses perpindahan suatu produk atau informasi dari pengirim awal hingga

sampai ke penerima. Namun berbeda dengan konsep distribusi humanitarian dimana menurut [2] bahwa penyaluran kemanusiaan logistik, aspek kemanusiaan lainnya, sistem logistik adalah distribusi bantuan barang kepada orang yang membutuhkan dengan menggunakan sistem transportasi jarak dekat dan bertujuan untuk meminimasi waktu distribusi.

C. Facility Location

Lokasi fasilitas merupakan isu penting yang sangat mempengaruhi keberhasilan operasi pemberian bantuan [3]. Lokasi fasilitas mengacu pada lokasi fasilitas dengan mempertimbangkan berbagai karakteristik seperti tingkat permintaan dan lokasi [4].

D. Facility Deterministic Location Problem

Menurut [5], input-parameter yang digunakan telah diketahui dan tetap sepanjang waktu. Input-parameter tersebut meliputi biaya transportasi, biaya pendirian fasilitas, biaya tetap, kapasitas perlindungan, jumlah orang terdampak, dan lokasi.

E. Covering Problem

Dalam Covering Problem jarak antara setiap tempat yang diminta dan tempat pelayanan fasilitas dihitung, di mana setiap tempat yang diminta akan dilayani oleh tempat pelayanan fasilitas tersebut. Biasanya, ini berlaku dalam mencari lokasi tempat-tempat seperti rumah sakit, stasiun pemadam kebakaran, dan tempat perlindungan [6].

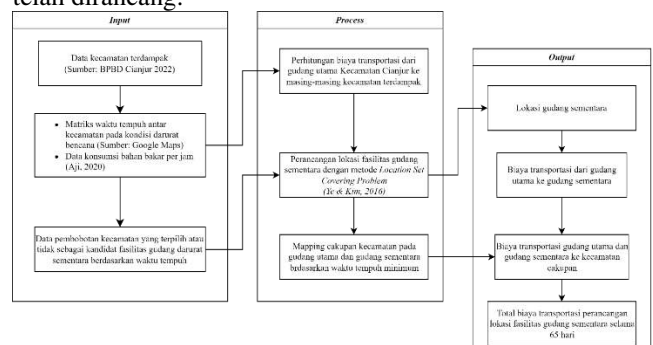
F. Location Set Covering Problem

Tujuan dari menyelesaikan Location Set Covering Problem menurut [7] adalah untuk mengurangi jumlah fasilitas secara keseluruhan sambil tetap memenuhi semua kebutuhan yang ada. Hal ini juga terkait dengan pemilihan lokasi dan upaya untuk mengurangi biaya tetap dari fasilitas yang beroperasi. Berdasarkan tujuan untuk menentukan jumlah minimum fasilitas dan juga minimasi waktu maupun jarak tempuh antara beberapa wilayah sehingga model dapat di susun dengan struktur masalah *integer programming*.

III. METODE.

A. Kerangka Berpikir

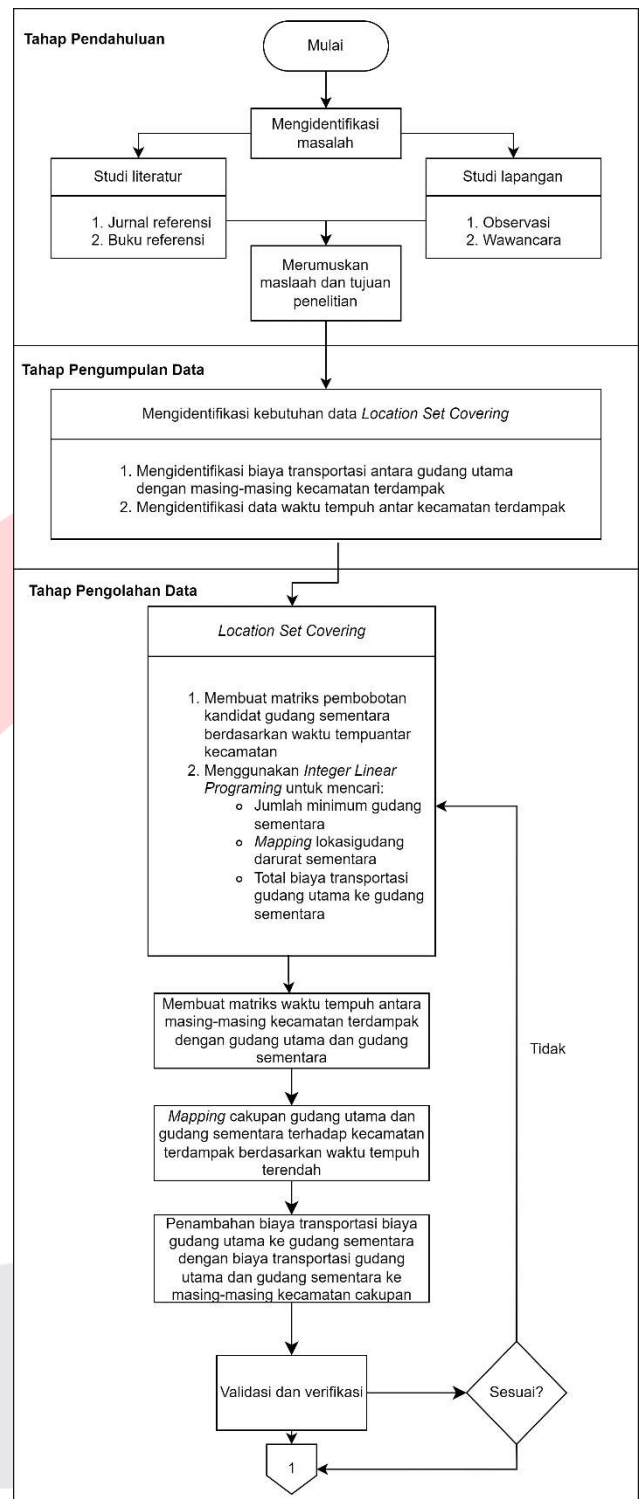
Kerangka berpikir dibuat untuk memastikan tahapan pemikiran yang dilakukan sudah sesuai dengan tujuan awal penelitian. Isi dari kerangka berpikir terdiri dari *input*, *process*, dan *output*. Berikut adalah kerangka berpikir yang telah dirancang.



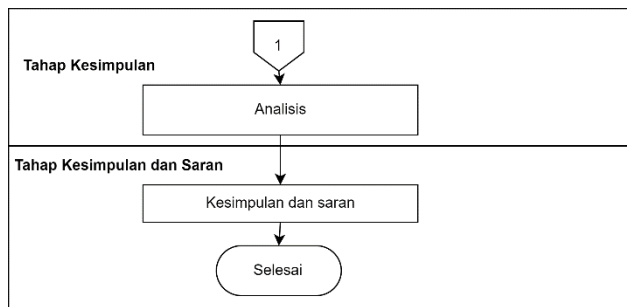
GAMBAR 4
Kerangka Berpikir

Terdapat alur berpikir pada *input* yaitu didapatkan data Kecamatan Terdampak yang akan diolah menjadi beberapa kumpulan data yaitu matriks jarak dan data konektivitas antar Kecamatan Terdampak dan gudang eksisting, Data waktu tempuh akan diolah menjadi data kandidat wilayah Kecamatan Terdampak yang akan terpilih atau tidak untuk penentuan lokasi pembangunan gudang sementara, dimana data ini sebagai *input* pada proses perancangan fasilitas gudang sementara menggunakan *Set Covering*. Pada alur *process* dilakukan perhitungan biaya pembangunan fasilitas yaitu penambahan antara biaya transportasi pulang pergi dengan biaya tenda untuk masing-masing Kecamatan Terdampak. Kemudian pada proses perancangan lokasi pembangunan gudang sementara dengan *Set Covering* akan dilakukan nya penentuan jumlah gudang sementara, lokasi gudang sementara, dan biaya pembangunan sementara yang optimal melalui *Integer Linear Programing* dengan bantuan *Solver Excell*. Dari hasil *output* yang optimal bisa didapatkan waktu tempuh yang memenuhi ukuran kinerja.

B. Sistematika Penyelesaian Masalah



GAMBAR 5
Sistematika Penyelesaian Masalah



GAMBAR 6
Sistematika Penyelesaian Masalah (Lanjutan)

1. Tahap Pendahuluan

Proses ini melibatkan pemahaman yang mendalam tentang permasalahan yang terkait. Dengan cara seperti melakukan pengamatan, wawancara, dan analisis dari literatur yang ada. Informasi yang terkumpul akan dianalisis untuk memahami akar penyebab dari permasalahan tersebut serta implikasi yang ditimbulkannya secara menyeluruh. Hal ini bertujuan untuk membantu dalam merumuskan solusi yang tepat. Langkah ini berguna dalam menentukan arah penyelesaian serta untuk mengukur tingkat keberhasilan. Terakhir adalah memilih pendekatan atau teknik yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan rancangan pengumpulan berupa observasi dan analisis dokumen. Pada pengumpulan data pada penelitian ini terdapat beberapa data yang telah dikumpulkan yaitu biaya transportasi antara masing-masing Kecamatan Terdampak dengan lokasi gudang eksisting, biaya tenda pada lokasi masing-masing kecamatan, waktu tempuh antar Kecamatan Terdampak, dan konektivitas antara tetangga Kecamatan Terdampak.

3. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data berfungsi sebagai proses penyelesaian masalah menggunakan metode yang sudah ditetapkan, dimana tahap ini mengubah *input* menjadi *output* kemudian dilakukan proses validasi untuk mengukur ke sesuaian antara hasil *output* dengan ukuran kinerja yang ingin dicapai, jika *output* sudah sesuai maka penelitian bisa dilakukan ke tahap analisis namun jika tidak sesuai maka dilakukan perancangan ulang dari awal pengolahan data.

4. Tahap Analisis

Informasi yang diperoleh dari data diinterpretasikan dan dievaluasi untuk merumuskan solusi yang tepat dalam penyelesaian masalah yang dihadapi. Dalam penelitian ini analisis dilakukan dengan membandingkan antara dua usulan dari hasil *Set Covering* yang mempertimbangkan antara penggunaan parameter waktu tempuh antar kecamatan dengan parameter konektivitas antar tetangga kecamatan terhadap ukuran kinerja yang ingin dicapai pada penelitian ini.

5. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil perancangan pemecahan masalah terhadap perumusan masalah pada penelitian ini, dan tahap ini terdapat pemberian saran kepada pemangku kepentingan di BPBD Kabupaten Cianjur, dan kepada peneliti selanjutnya terhadap aspek yang harus ditambahkan untuk lebih menyempurnakan pemecahan masalah pada penelitian ini.

C. Rancangan Pengumpulan Data

Rancangan pengumpulan data adalah rencana terperinci dimana menjelaskan cara yang tepat untuk mengumpulkan data atau informasi yang relevan dari lapangan. Untuk memastikan bahwa semua data yang diperlukan dikumpulkan secara komprehensif dan akurat, proses ini sangat penting dalam kegiatan penelitian. Terdapat dua jenis data yang terdapat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah informasi yang didapatkan dari individu melalui wawancara atau informasi yang diberikan secara langsung. Dalam penelitian ini data primer diperoleh melalui wawancara dan studi dokumen perusahaan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang dikumpulkan dari sumber-sumber yang sudah ada sebelumnya. Ini bisa berupa data yang telah dikumpulkan oleh orang lain atau organisasi untuk kepentingan lain. Data sekunder penelitian ini berasal dari berbagai sumber, termasuk publikasi ilmiah, dan basis data online seperti *platform digital* dengan *Google Maps API*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 16 kecamatan yang terdampak pada bencana alam yang mana datanya bersumber dari BPBD Kabupaten Cianjur pada tahun 2022 dan di antaranya ialah Kecamatan Cipanas, Sukaresmi, Cikalongkulon, Pacet, Mande, Karangtengah, Cianjur, Cugenang, Warungkondang, Cilaku, Sukaluyu, Ciranjang, Haurwangi, Bojongpicung, Cibeber, dan Gekbrong. Kemudian Gudang Utama yang menjadi pemasok bantuan kepada 16 kecamatan terdampak berlokasi di kecamatan cianjur, seluruhnya berjumlah tiga dan di antaranya ialah Gudang BPBD Kabupaten Cianjur, Unilever, dan Wanita Bale Rancage. Kemudian kandidat Gudang Sementara akan didirikan pada masing-masing dari 16 kecamatan yang terdampak. Lokasi tersebut akan masuk kedalam perhitungan menggunakan metode *Location Set Covering* dimana pemilihan gudang sementara berdasarkan waktu tempuh terhadap gudang utama. Kendaraan yang digunakan untuk distribusi ialah *double engkel bak* (CDD Bak) berbahan bakar solar dengan harga bahan bakar Rp6.800. Konsumsi bahan bakar dari kendaraan tersebut ialah 7,5 liter/jam dengan rata-rata kecepatan di kawasan perkotaan 40 km/jam.

Jarak dan waktu tempuh antara gudang utama dengan gudang sementara dihitung menggunakan matriks untuk mendapatkan perhitungan yang presisi antar titik tersebut. Ketika mendapatkan waktu tempuh yang melebihi 60 menit, maka lokasi dari kandidat gudang sementara tersebut tidak terpilih, sebaliknya yang di bawah 60 menit akan terpilih.

TABEL 1
Hasil Variabel Keputusan

No	Lokasi Kandidat Gudang Sementara	Biaya Transportasi	Variabel Keputusan
1	Cipanas	Rp 7.094.100	0
2	Sukaresmi	Rp 7.889.700	0
3	Cikalongkulon	Rp 7.989.150	0
4	Pacet	Rp 5.536.050	1
5	Mande	Rp 6.066.450	1
6	Karangkengah	Rp 3.182.400	0
7	Cianjur	Rp -	0

8	Cegenang	Rp 2.850.900	0
9	Warungkondang	Rp 1.955.850	1
10	Cilaku	Rp 696.150	0
11	Sukaluyu	Rp 5.734.950	1
12	Ciranjang	Rp 6.397.950	0
13	Haurwangi	Rp 7.458.750	0
14	Bojongpicung	Rp 8.386.950	0
15	Cibeber	Rp 4.276.350	0
16	Gekbrong	Rp 4.408.950	0

Berdasarkan hasil variabel di atas, dapat dicermati dan dikalkulasikan biaya transportasi dengan perhitungan dari *location set covering* yang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

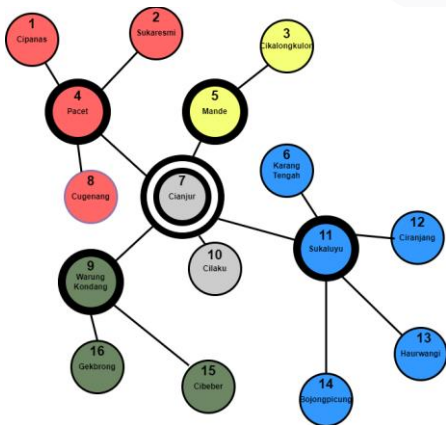
TABEL 2
Hasil Location Set Covering

Lokasi Gudang Sementara	Nama Gudang Sementara	Biaya Transportasi
Kecamatan Pacet	Gudang Sementara Pacet	Rp 19.293.300
Kecamatan Mande	Gudang Sementara Mande	
Kecamatan Warungkondang	Gudang Sementara Warungkondang	
Kecamatan Sukaluyu	Gudang Sementara Sukaluyu	

Tidak hanya biaya transportasi dari gudang utama ke masing-masing gudang sementara saja yang pertimbangan. Pertimbangan lainnya adalah biaya transportasi dari gudang utama dan gudang sementara ke masing-masing kecamatan yang dicakup. Perhitungan yang dilakukan sama seperti sebelumnya menggunakan matriks terlebih dahulu, kemudian total dari kedua aspek pertimbangan terkait dicantumkan dalam tabel di bawah ini.

TABEL 3
Total Biaya Transportasi

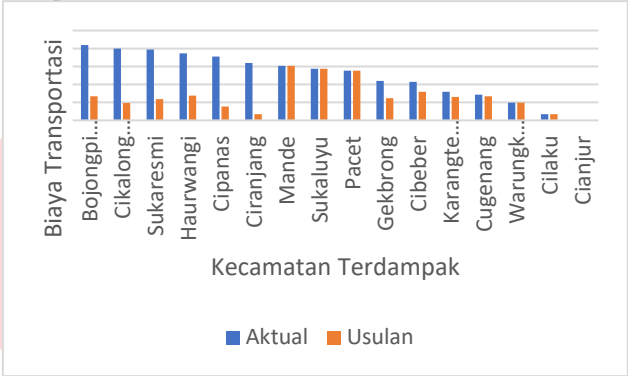
Deskripsi	Biaya Transportasi Selama 65 Hari
Gudang Utama ke Masing-masing Gudang Sementara	Rp 19.293.300
Gudang Utama dan Gudang Sementara ke masing-masing kecamatan yang di cakup.	Rp 23.602.800,00
Total	Rp 42.896.100



GAMBAR 7

Aliran Distribusi dengan Gudang Sementara

Berdasarkan hasil rancangan dipengolahan data menggunakan metode *Location Set Covering* telah didapatkan lokasi gudang sementara yang akan mencakup beberapa kecamatan terdampak dan pada gudang utama akan mencakup seluruh gudang sementara dan kecamatan terdampak, berdasarkan waktu tempuh yang paling minimum Pada gambar 5 dapat dilihat alur distribusi bantuan saat adanya gudang sementara dimana dua lingkaran hitam menunjukan Gudang Utama, satu lingkaran hitam menunjukan gudang sementara, dan warna menunjukan cakupan.



Hasil akhir biaya transportasi untuk perancangan pembangunan fasilitas gudang sementara selama 65 hari adalah sebesar Rp 42.896.100 ini menunjukan berhasilnya perancangan fasilitas gudang sementara dengan meminimasi biaya transportasi dimana biaya transportasi keadaan awal yaitu Rp79.924.65.

Tabel 4
Perbandingan Keadaan Aktual dengan Usulan

Deskripsi	Aktual	Usulan
Lokasi Gudang Utama	Kecamatan Cianjur	Kecamatan Cianjur
Lokasi Gudang Sementara	-	1.Kecamatan Pacet 2.Kecamatan Mande 3.Kecamatan Warungkondang 4.Kecamatan Sukaluyu
Maksimal Biaya Transportasi	Rp53.040.000	Rp53.040.000
Total Biaya Transportasi Selama 65 Hari	Rp79.924.650	Rp 42.896.100

Berdasarkan analisis perbandingan keadaan aktual tinggi karena lokasi gudang hanya terletak pada satu lokasi sehingga waktu tempuh kecamatan bervariasi, sedangkan untuk usulan terletak pada lima lokasi, sehingga biaya transportasi jauh lebih murah karena waktu tempuh masing-masing kecamatan lebih merata sehingga kondisi usulan dapat meminimasi 46% biaya transportasi dan dapat memenuhi target maksimal biaya transportasi.

V. KESIMPULAN

Penggunaan Location Set Covering dalam perancangan lokasi fasilitas gudang sementara dapat mengatasi kenaikan total biaya transportasi pendistribusian dari gudang utama ke masing-masing kecamatan terdampak selama 65 hari yang melebihi Rp53.040.000,00. Terpilihnya Gudang Sementara Pacet, Gudang Sementara Mande, Gudang Sementara Warungkondang, dan Gudang Sementara Sukaluyu. Berdasarkan terpilihnya ke empat gudang sementara ini mampu mencakup seluruh kecamatan terdampak yaitu Gudang Utama mencakup dua kecamatan terdampak, Gudang sementara Pacet mencakup empat kecamatan terdampak, Gudang Sementara Mande mencakup dua kecamatan, Gudang Sementara Warungkondang mencakup tiga kecamatan terdampak, dan Gudang Sementara Sukaluyu mencakup lima kecamatan terdampak. Sehingga total yang dicakup adalah 16 kecamatan terdampak dan dapat meminimasi total biaya transportasi pulang pergi selama 65 hari sebesar 46%.

REFERENSI

- [1] Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. *Logistics Operations And Management Concepts And Models*. London: Elsevier, 2011.
- [2] Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. *Logistics Operations And Management Concepts And Models*. London: Elsevier, 2011.
- [3] Nahleh, Y. A. *Facility Location Problem in Emergency Logistic. International Journal Of Mechanical, Industrial Science And Engineering*, 833-838, 2013.
- [4] Caunhye, A. M., Nie, X., & Pokharel, S. *Optimization Models In Emergency Logistics: A Literature Review. Socio Economic Planning Sciences*, 4-13, 2012.
- [5] Hezam, I. M., & Nayeem, M. K. *A Systematic Literature Review On Mathematical Models Of Humanitarian Logistics. Symmetry*, 1-35, 2020.
- [6] Farahani, R. Z., Rezapour, S., & Kardar, L. *Logistics Operations And Management Concepts And Models*. London: Elsevier, 2011
- [7] Hezam, I. M., & Nayeem, M. K. *A Systematic Literature Review On Mathematical Models Of Humanitarian Logistics. Symmetry*, 1-35, 2020.