

Model Matematis Penentuan Lokasi Potensial Pos Bantuan atau Depo Bencana Banjir di Kabupaten Gresik

Sonny Sugiarto¹, I Gede Agus Widyadana², Tanti Octavia³

Abstract: This research was conducted to determine the location of potential aid depot at the time of the annual flood disasters in Gresik Regency. Determination of the location of potential aid depot is applied using mathematical models and involving BPBD of East Java and BPBD Gresik. Linear programming is applied and solved using solver excel software. The constraint of this mathematical model made are time constraint, the number of vehicles, dan the amount of potential aid depot. The function of the purpose of mathematical model is abaout handling maximize the number of victims dan minimized the total time of delivery relief. The result of research shows that to determine the location of potential assistance or post depot influenced by some obstacle that is the time constraint, the number of vehicles, and the objective function.

Keywords: Facility Location, Humanitarian Logistics, Linear programming

Pendahuluan

Penelitian mengenai model matematis penentuan lokasi Posko (Pos Komando) atau Depo bantuan ini untuk kasus bencana banjir di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Menurut hasil wawancara kepada BPBD Gresik departemen logistik mengatakan bahwa beberapa wilayah di Kabupaten Gresik berpotensi mengalami bencana banjir tahunan di beberapa Kecamatan yaitu Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme.

Penelitian mengenai penentuan model lokasi fasilitas bantuan bencana yang telah dilakukan (Kusumastuti, Wibowo, dan Insanita[2]) untuk kasus banjir di Kampung Melayu, Jakarta Timur. Dalam penelitian tersebut, didapatkan model untuk memaksimalkan jumlah penanganan korban di fasilitas bantuan yang ada dengan kendala-kendala yang telah ditentukan. Penentuan dari lokasi posko atau depo bantuan didasarkan atas biaya, waktu, dan wilayah pengiriman bantuan yang dikembangkan menggunakan model program linear.

Kepala Badan Logistik BPBD Provinsi Jawa Timur dan BPBD Gresik mengatakan bahwa kasus mengenai banjir tahunan di Kabupaten Gresik terdapat beberapa masalah mengenai waktu respon bantuan yang didapat oleh korban bencana sehingga penanganan untuk korban bencana tidak bisa dilakukan secara maksimal.

Metode Penelitian

Pedoman Pembentukan Posko Bantuan

Logistik kemanusiaan didefinisikan sebagai proses perencanaan, implementasi, dan pengendalian bantuan secara efektif dan efisien dari pusat bantuan ke lokasi bencana dengan tujuan mengurangi penderitaan korban bencana (Thomas & Kopczak[3]). Penentuan lokasi Pos Komando dan Depo bantuan ini didasarkan dari Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 14 Tahun 2010 [1], yaitu:

- Tempat yang cukup luas yang bisa menampung beberapa tenda.
- Berdekatan dengan akses jalan utama memasuki wilayah bencana.
- Berdekatan dengan lokasi pengungsian.
- Lokasi aman dan terbebas dari ancaman bencana.

Program Linear

Penggunaan program linear dalam penerapan model lokasi alokasi posko atau depo bantuan telah digunakan pada pembahasan (Kusumastuti, Wibowo, dan Insanita[2]) mengenai penentuan lokasi fasilitas bantuan korban banjir di Kampung Melayu, Jakarta Timur dengan menggunakan model matematis. Model penentuan lokasi fasilitas bantuan ini mempunyai beberapa asumsi-asumsi yang digunakan. Selain itu penetapan dalam anggaran biaya yang tersedia, permintaan bantuan, periode waktu, dan lainnya yang akan dijelaskan dalam model matematis sebagai berikut.

$$\max \sum_{i=1}^n y_i a_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_j \leq y_i \quad (2)$$

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: burungdaragoreng@gmail.com, gede@petra.ac.id, tanti@petra.ac.id

$$\sum_{j \in J} x_j f v_j \leq b v \tag{3}$$

Notasi-notasi dari model matematis adalah sebagai berikut:

- i* Permintaan bahan bantuan di lokasi pengungsian
- j* Lokasi potensial untuk fasilitas bantuan
- t* Periode waktu
- t_{max}* Waktu maksimal pelayanan
- x_j* 1, [jika fasilitas bisa dilokasikan untuk lokasi *j*] 0, [jika tidak]
- y_i* 1, [jika permintaan bantuan di lokasi *i* bisa dipenuhi] 0, [jika tidak]
- a_i* Perkiraan jumlah korban di lokasi permintaan *i*
- b_v* Anggaran biaya
- f_v* Biaya tetap
- u_f* Jumlah tempat fasilitas maksimal yang dapat didirikan

Hasil dan Pembahasan

Wilayah Banjir di Gresik

Wilayah di Kabupaten Gresik sering mengalami banjir tahunan di beberapa desa di sejumlah Kecamatan. Wilayah yang paling sering terkena bencana ini kebanyakan yang berada di dekat sungai Kali Lamong. Beberapa Kecamatan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Wilayah Desa yang Terkena Banjir

| Kecamatan | Desa |
|-----------------|----------------|
| Benjeng | Lundo |
| | Balungtungjung |
| | Balongmojo |
| | Balungkulon |
| | Sedapurklagen |
| | Deliksumber |
| | Kedungrungkem |
| | Munggungianti |
| | Bengkelolor |
| | Gluranploso |
| | Bulurejo |
| | Dermo |
| | Cerme |
| Iker-iker Gejer | |
| Cerme Kidul | |
| Dungus | |
| Pandu | |
| Ngembung | |
| Guranganyar | |

Lokasi potensial pos bantuan yang ditetapkan oleh Kepala Badan Logistik BPBD Gresik adalah desa Iker-iker Geger dan desa Cerme Kidul untuk Kecamatan Cerme. Sedangkan lokasi potensial pos bantuan di Kecamatan Benjeng adalah desa Munggungianti dan desa Bulurejo. Penentuan lokasi potensial tersebut berdasarkan Peraturan Kepala (Perka) BNPB yang berhubungan dengan letak strategis dan luas lahan.

Pengumpulan Data

Data jumlah korban di setiap kecamatan didapat dari hasil wawancara secara langsung kepada Kepala Bagian Logistik BPBD Gresik. Data jumlah korban di Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme dapat dilihat pada Tabel2.

Tabel 2. Jumlah Korban Kecamatan Benjeng

| Desa | Jumlah Korban |
|----------------|---------------|
| Lundo | 171 |
| Balungtungjung | 132 |
| Balongmojo | 164 |
| Balungkulon | 123 |
| Sedapurklagen | 790 |
| Deliksumber | 900 |
| Kedungrungkem | 53 |
| Munggungianti | 900 |
| Bengkelolor | 150 |
| Gluranploso | 325 |
| Bulurejo | 900 |
| Dermo | 300 |

Tabel 3. Jumlah Korban Kecamatan Cerme

| Desa | Jumlah Korban |
|-----------------|---------------|
| Moroudi | 1500 |
| Iker-iker Gejer | 945 |
| Cerme Kidul | 150 |
| Dungus | 300 |
| Pandu | 150 |
| Ngembung | 120 |
| Guranganyar | 150 |

Tabel 4. Waktu Pengiriman Bantuan dari Pos Bantuan Menuju Desa Bencana

| Kecamatan Cerme | Iker-iker geger <i>j₁</i> | Cerme |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|
| | | Kidul <i>j₂</i> |
| <i>i₁</i> Moroudi | 10 menit | 16 menit |
| <i>i₂</i> Cerme Kidul | 12 menit | - |
| <i>i₃</i> Dungus | 26 menit | 20 menit |
| <i>i₄</i> Pandu | 26 menit | 20 menit |
| <i>i₅</i> Ngembung | 18 menit | 24 menit |
| <i>i₆</i> Guranganyar | 14 menit | 20 menit |
| <i>i₇</i> iker-iker geger | - | 12 menit |
| Kecamatan Benjeng | Munggungianti <i>j₃</i> | Bulurejo <i>j₄</i> |
| <i>i₈</i> Deliksumber | 10 menit | 12 menit |
| <i>i₉</i> Kedungrungkem | 6 menit | 10 menit |
| <i>i₁₀</i> Balongkulon | 14 menit | 14 menit |
| <i>i₁₁</i> Bengkelolor | 10 menit | 8 menit |
| <i>i₁₂</i> Gluranploso | 28 ment | 20 menit |
| <i>i₁₃</i> Bulurejo | 14 menit | - |
| <i>i₁₄</i> Dermo | 18 menit | 12 menit |
| <i>i₁₅</i> Munggungianti | - | 14 menit |
| <i>i₁₆</i> Lundo | 22 menit | 22 menit |

| | | | |
|----------|---------------|----------|----------|
| i_{17} | Balongtunjung | 28 menit | 26 menit |
| i_{18} | Balongmojo | 26 menit | 26 menit |
| i_{19} | Sedapurklagen | 10 menit | 10 menit |

Model Matematis

Model matematis penentuan lokasi pos bantuan bencana banjir tahunan di Kabupaten Gresik khususnya di Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme dibatasi oleh beberapa kendala. Kendala tersebut adalah kendala kendaraan, waktu, dan jumlah permintaan bantuan. Model matematis ini memiliki fungsi tujuan untuk memaksimalkan penanganan jumlah korban dan meminimalkan waktu pengiriman yang akan dijelaskan sebagai berikut.

$$\max \sum_{i=1}^n y_i a_i \tag{4}$$

$$\min \sum_{i=1}^{n=7} t_{ij} y_i \text{ dimana } [j = 1,2] \tag{5}$$

$$\min \sum_{i=8}^{n=19} t_{ij} y_i \text{ dimana } [j = 3,4] \tag{6}$$

Kendala-kendala dalam model matematis sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^n t_{ij} x_{ij} v_{kj} \leq t \tag{7}$$

$$\sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^m v_{kj} \leq 8 \tag{8}$$

$$\sum_{k=1}^m v_{kj} \geq 2 \text{ dimana } [j = 1,2,3,4] \tag{9}$$

$$\sum_{i=1}^{n=7} y_i - \sum_{j=1}^{l=2} x_{ij} = 0 \tag{10}$$

$$\sum_{i=8}^{n=19} y_i - \sum_{j=3}^{l=4} x_{ij} = 0 \tag{11}$$

$$\sum_{j=1}^2 x_{ij} = 1 \text{ dimana } [i = 1,2,3 \dots 7] \tag{12}$$

$$\sum_{j=3}^4 x_{ij} = 1 \text{ dimana } [i = 8,9,10 \dots 19] \tag{13}$$

Notasi-notasi dari model matematis yang dibuat adalah sebagai berikut.

- i Jumlah permintaan bantuan di lokasi bencana
- j Lokasi potensial pos bantuan
- t Periode waktu
- t_{max} Waktu maksimal pelayanan
- v_{kj} 1, [jika kendaraan k ditugaskan ke lokasi potensial j] 0, [jika tidak]
- t_{ij} Waktu transportasi dari desa lokasi bencana i ke lokasi potensial j
- a_i Perkiraan jumlah korban di lokasi permintaan i
- x_{ij} 1, [jika ada pengiriman bantuan dari lokasi j ke i] 0, [jika tidak]
- y_i 1, [jika permintaan bantuan di lokasi i bisa dipenuhi] 0, [jika tidak]
- x_j 1, [jika lokasi potensial pos bantuan buka] 0, [jika tidak]

Fungsi tujuan dan kendala-kendala model matematis yang telah dibuat kemudian dilakukan verifikasi dengan menggunakan bantuan *software Solver*. Ter-

dapat dua hasil yang akan didapatkan yaitu hasil fungsi tujuan pertama memaksimalkan penanganan jumlah korban dan fungsi tujuan kedua meminimalkan total waktu pengiriman bantuan. Hasil yang didapat dengan menggunakan *software Solver* dijelaskan pada Tabel5 dan Tabel6.

Tabel 5. Hasil fungsi tujuan memaksimalkan penanganan jumlah korban

| Lokasi Potensial | Lokasi Bencana | Unit Kendaraan | Waktu Pengiriman |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|
| | Moroudi | | |
| | Cerme Kidul | | |
| Cerme Kidul | Dungus | 2 unit kendaraan | 56menit |
| j_2 | Pandu | v_1, v_3 | |
| | Ngembung | | |
| | Guranganyar iker-iker geger | | |
| Munggu ngianti | Balongkulon | 2 unit kendaraan | 26 menit |
| j_3 | Balongtunjung | v_2, v_4 | |
| | Munggungianti Bengkelolor | | |
| | Deliksumber | | |
| | Kedungrungkem | | |
| | Bulurejo | | |
| Bulurejo | Lundo | 4 unit kendaraan | 26,5 menit |
| j_4 | Gluranploso | v_5, v_6, v_7, v_8 | |
| | Balongmojo | | |
| | Sedapurklagen | | |
| | Dermo | | |
| Total waktu pengiriman | | 108,5 menit | |
| Jumlah penanganan korban | | 8223 jiwa | |

Tabel 6. Hasil fungsi tujuan meminimalkan total waktu pengiriman

| Lokasi Potensial | Lokasi Bencana | Unit Kendaraan | Waktu Pengiriman |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|
| | Moroudi | | |
| | Ngembung | | |
| Iker-iker Geger | iker-iker geger | 4 unit kendaraan | 26,5 menit |
| (j_1) | Guranganyar | $(v_1, v_4, v_7, \text{ dan } v_8)$ | |
| | Cerme Kidul | | |
| | Dungus | | |
| | Pandu | | |
| | Deliksumber | | |
| | Kedungrungkem | | |
| | Balongkulon | | |
| Bulurejo | Munggungianti | 4 unit kendaraan | 42 menit |
| (j_4) | Balongmojo | $(v_2, v_3, v_5, \text{ dan } v_6)$ | |
| | Sedapurklagen | | |
| | Lundo | | |
| | Bengkelolor | | |
| | Gluranploso | | |
| | Bulurejo | | |
| | Dermo | | |
| | Balongtunjung | | |
| Total waktu pengiriman | | 68,5 menit | |
| Jumlah penanganan korban | | 8223 jiwa | |

Tabel5 menjelaskan hasil dari penentuan lokasi pos bantuan dengan fungsi tujuan memaksimalkan penanganan jumlah korban. di lokasi potensial pos bantuan atau depo di Kecamatan Cerme tepatnya di desa Cerme Kidul adalah 56 menit dengan menggunakan 2 kendaraan yang bertugas. Lokasi potensial pos bantuan atau depo di desa Munggingianti memiliki total waktu pengiriman selama 26 menit dengan menggunakan dua unit kendarran dan melayani 4 lokasi desa bencana. Sedangkan untuk lokasi potensial pos bantuan atau depo di desa Bulurejo memiliki total waktu pengiriman selama 26,5 menit dengan menggunakan 4 unit kendaraan dan melayani delapan lokasi desa bencana.

Tabel6 menjelaskan hasil dari penentuan lokasi pos bantuan dengan fungsi tujuan meminimalkan total waktu pengiriman bantuan. Lokasi potensial pos bantuan atau depo di Iker-iker Geger melayani seluruh lokasi desa bencana di Kecamatan Cerme dengan menggunakan empat unit kendaraan dan waktu pengiriman bantuan selama 26,5 menit. Lokasi potensial pos bantuan di Bulurejo melayani seluruh lokasi desa bencana di Kecamatan Benjeng dengan menggunakan empat unit kendaraan dan dengan waktu pengiriman bantuan selama 42 menit.

Simpulan

Penentuan lokasi potensial pos bantuan sesuai dengan fungsi tujuan yaitu memaksimalkan penanganan jumlah korban dan meminimalkan total waktu pengiriman bantuan. Hasil fungsi tujuan memaksimalkan penanganan jumlah korban adalah membuka 3 lokasi pos bantuan di kedua kecamatan. Lokasi tersebut adalah desa Cerme Kidul, desa Munggingianti, dan desa Bulurejo dengan total waktu pengiriman 108,5 menit. Hasil fungsi tujuan meminimalkan total waktu pengiriman adalah total waktu pengiriman bantuan berkurang menjadi 68,5 menit dengan membuka 1 lokasi pos bantuan di masing-masing kecamatan. Jumlah penanganan korban di kedua fungsi tujuan sudah maksimal yaitu sebanyak sebanyak 8223 jiwa.

Daftar Pustaka

1. Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2010). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 14 Tahun 2010 Tentang Pedoman Pembentukan Pos Komando Tanggap Darurat Bencana*. Jakarta.
2. Kusumastuti RD, Wibowo SS, Insanita R. Relief logistics practices in Indonesia: a survey, *Proceedings of The 5th International Conference on Business and Management Research*, Depok, Indonesia; (2010).
3. Thomas, A., & Kopczak, L. R. (2005). *From Logistic to Supply Chain Management: The Path For-*

ward in The Humanitarian Sector. Fritz Institute, San Francisco, CA.