

---

## Masalah Penugasan Tenaga Sukarelawan di Daerah Bencana

Albrian W. Murtanto<sup>\*1</sup>, Toni Bakhtiar<sup>2</sup>, Prapto Tri Supriyo<sup>3</sup>  
Departemen Matematika, Institut Pertanian Bogor<sup>1,2,3</sup>

### Abstrak

Masalah penugasan tenaga sukarelawan memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan masalah penugasan tenaga kerja konvensional. Selain lebih bermisi sosial, masalah penugasan tenaga sukarelawan menghadapi kendala jumlah, keahlian, dan ketersediaan waktu dari setiap individu yang terlibat. Oleh karena itu tenaga sukarelawan yang tersedia harus dimanfaatkan secara efisien dengan tetap memperhatikan preferensi individu secara adil. Tulisan ini mengimplementasikan model penugasan tenaga sukarelawan dalam bentuk pemrograman linear bilangan bulat multikriteria dengan fungsi-fungsi objektif meminimumkan kekurangan biaya akibat kurangnya ketersediaan tenaga sukarelawan dan meminimumkan preferensi waktu dan keahlian yang tidak terpenuhi. Metode pembobotan dan metode kendala- $\epsilon$  digunakan untuk memperoleh jadwal penugasan dan memberikan gambaran tentang konflik antara dua fungsi objektif sehingga diperoleh pilihan yang sesuai.

Katakunci: masalah penugasan, darurat bencana, pengoptimuman multikriteria

### 1. Pendahuluan

Gempa bumi dan tsunami di Samudra Hindia tahun 2004 yang menghantam Indonesia dan beberapa negara lain sekali lagi menunjukkan bahwa bencana terus menimbulkan kerugian besar pada kehidupan manusia, kerusakan lingkungan, hancurnya infrastruktur, dan kerugian ekonomi.

Datangnya bencana yang tiba-tiba dan tidak dapat diprediksi serta kekhasan dampak yang ditimbulkannya menjadikan penanganan bencana sebagai sebuah masalah yang membutuhkan solusi dinamik, real-time, efektif, dan efisien. Pemasangan sistem peringatan dini (*early warning system*) yang berfungsi sebagai alarm darurat jika sewaktu-waktu datang bencana secara tak terduga merupakan upaya mengurangi dampak kerugian prabencana. Umumnya penelitian manajemen pascabencana menitikberatkan pada aspek sosial, seperti dampak sosiologis bencana, dampak psikologis bencana terhadap korban dan tim kemanusiaan, desain organisasi, dan masalah komunikasi.

Namun demikian, akhir-akhir ini penerapan teknik *operation research* dan *management science* (OR/MS) dalam penanganan pascabencana cenderung lebih sering dilakukan untuk meminimumkan kerugian dan mempercepat waktu pemulihan. Salah satu masalah besar dalam manajemen bencana yang dapat diselesaikan menggunakan OR/MS adalah

---

masalah perencanaan logistik berupa pengiriman bahan-bahan dan tenaga medis, tim kemanusiaan, peralatan penyelamatan, dan makanan ke pusat-pusat distribusi di daerah bencana dalam waktu secepatnya sedemikian sehingga proses pemulihan pascabencana dapat dipercepat.

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan model pengoptimuman multikriteria dalam masalah penugasan tenaga sukarelawan di daerah bencana.

## 2. Kajian Pustaka

Survei tentang arah penelitian dan isu-isu yang berkembang dalam manajemen bencana terutama dalam pemanfaatan OS/MS dapat ditemukan di artikel yang ditulis oleh Altay & Green III (2006). Dalam artikel tersebut diketengahkan berbagai hasil penelitian yang berkaitan dengan penanganan darurat bencana berdasarkan waktu, jenis bencana, metode penelitian, tahap operasional, dan kontribusinya terhadap perkembangan keilmuan.

Hale & Moberg (2005) membahas proses pengambilan keputusan dalam pembentukan sistem jaringan distribusi yang efisien dengan menggunakan kerangka proses manajemen bencana lima tahap yang disarankan oleh *FEMA Disaster Management Guide*. Odzamar *et al.* (2004) mengajukan model hibrid dalam menangani masalah manajemen logistik dalam situasi darurat akibat bencana. Model tersebut mengintegrasikan model jaringan multikomoditas (*multicommodity network flow model*) dan model rute kendaraan (*vehicle routing problem*, VRP). Solusi model diperoleh dengan cara memecah model menjadi dua submodel, yaitu submodel linear yang menangani pengiriman barang dan submodel integer yang menangani arus kendaraan yang digunakan. Sementara itu Zhu *et al.* (2008) membahas model pengalokasian sumberdaya dalam situasi darurat bencana berdasarkan analisis skenario. Dalam model ini dibahas masalah multikomoditas dan transportasi multimodal. Model diselesaikan dengan algoritma relaksasi pemrograman linear.

Sebuah artikel yang secara khusus membahas model pengalokasian sukarelawan dalam manajemen bencana ditulis oleh Falasca *et al.* (2009). Artikel ini mengemukakan beberapa prinsip dalam manajemen sukarelawan dan model pengoptimuman multikriteria dalam masalah penugasan. Secara khusus tulisan ini mengimplementasikan model Falasca *et al.* (2009).

### 3. Model Penugasan

Model penugasan tenaga sukarelawan memiliki perbedaan mendasar dengan model alokasi sumberdaya manusia konvensional. Perbedaan yang pertama terletak pada fungsi objektif. Pada model yang melibatkan sukarelawan, fungsi objektifnya ialah bukan untuk memaksimalkan penerimaan melainkan terletak pada misi sosialnya untuk menolong sesama dan meringankan beban korban. Selain itu, dalam situasi bencana seringkali terjadi banyak orang (sukarelawan) yang ingin membantu tetapi tidak memenuhi keahlian (*skill*) yang diperlukan. Akibatnya ialah banyaknya sukarelawan yang tidak termanfaatkan tenaganya karena lemahnya organisasi dan sebaliknya beberapa sukarelawan ahli hanya melakukan *repetitive jobs*. Masalah *misallocation* ini seharusnya dapat dihindari melalui pembangunan model yang berorientasi OR/MS. Berikut adalah model penugasan tenaga sukarelawan dalam bentuk pemrograman linear bilangan bulat multikriteria.

#### 3.1 Notasi

Variabel keputusan dalam masalah penjadwalan ini ialah  $x_{ijk}$  (bernilai 1 jika sukarelawan  $i$  ditugaskan pada blok waktu  $j$  dan tugas  $k$  dan bernilai 0 jika sebaliknya) dan  $y_{jk}$  yang menyatakan jumlah kekurangan sukarelawan pada blok waktu  $j$  dan tugas  $k$ . Didefinisikan himpunan-himpunan berikut:  $V$  (himpunan sukarelawan),  $T$  (himpunan blok waktu),  $K$  (himpunan tugas),  $V^k$  (himpunan sukarelawan yang bersedia ditugaskan pada blok waktu  $j$  dan dapat mengerjakan tugas  $k$ ),  $K^i$  (himpunan tugas yang dapat dikerjakan sukarelawan  $i$ ), dan  $T^i$  (himpunan blok waktu yang diinginkan sukarelawan  $i$ ). Didefinisikan juga parameter-parameter berikut:  $f$  (anggaran yang tersedia),  $c_{ijk}$  (biaya penugasan sukarelawan  $i$  pada blok waktu  $j$  dan tugas  $k$ ),  $d_{jk}$  (biaya kekurangan tugas pada blok waktu  $j$  dan tugas  $k$ ),  $v_i$  dan  $\bar{v}_i$  (jumlah minimum/maksimum blok waktu yang ditugaskan pada sukarelawan  $i$ ),  $u_i$  (jumlah maksimum penugasan sukarelawan  $i$  pada blok waktu yang tidak diinginkannya),  $w_i$  (jumlah maksimum penugasan sukarelawan  $i$  pada tugas yang tidak diinginkannya),  $p_k$  (jumlah kekurangan sukarelawan maksimum untuk mengerjakan tugas  $k$ ),  $a_{ijk}$  (bernilai 1 jika sukarelawan  $i$  memilih tidak ditugaskan pada blok waktu  $j$  untuk semua tugas  $k$ , bernilai 0 jika sebaliknya),  $b_{ijk}$  (bernilai 1 jika sukarelawan  $i$  memilih tidak ditugaskan pada tugas  $k$  untuk semua blok waktu  $j$ , bernilai 0 jika sebaliknya), dan  $e_{jk}$  (banyaknya sukarelawan yang dibutuhkan pada blok waktu  $j$  untuk mengerjakan tugas  $k$ ).

#### 3.2 Fungsi Objektif

Dalam kerangka pengoptimuman multikriteria, ditinjau dua fungsi objektif  $z_1$  dan  $z_2$ , yaitu meminimumkan total biaya kekurangan yaitu biaya yang disebabkan karena tuntutan tugas yang melebihi sukarelawan yang ada dan meminimumkan jumlah penugasan pada blok waktu dan tugas yang tidak diinginkan sukarelawan. Ditulis:

$$\min z_1 := \sum_{j \in T} \sum_{k \in K} d_{jk} y_{jk}, \quad \min z_2 := \sum_{i \in V} \sum_{j \in T} \sum_{k \in K} a_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i \in V} \sum_{j \in T} \sum_{k \in K} b_{ijk} x_{ijk}.$$

### 3.3 Fungsi Kendala

Kendala-kendala dalam masalah pengoptimuman ini meliputi keterbatasan jumlah tenaga sukarelawan, keterbatasan anggaran, dan preferensi pada tugas dan blok waktu.

Banyaknya sukarelawan yang ditugaskan harus mencukupi banyaknya sukarelawan yang dibutuhkan pada blok waktu  $j$  dengan penugasan  $k$ , yaitu:

$$\sum_{i \in V} x_{ijk} + y_{jk} \geq e_{jk}, \quad j \in T, k \in K.$$

2. Total biaya penugasan sukarelawan tidak boleh melebihi anggaran yang tersedia:

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in T} \sum_{k \in K} c_{ijk} x_{ijk} \leq f.$$

Sukarelawan  $i$  bertugas selama paling sedikit  $\underline{v}_i$  blok waktu dan paling banyak  $\bar{v}_i$  blok waktu dalam satu periode, yaitu:

$$\underline{v}_i \leq \sum_{j \in T} \sum_{k \in K} x_{ijk} \leq \bar{v}_i, \quad i \in V.$$

4. Sukarelawan  $i$  tidak diperbolehkan mengerjakan lebih dari satu tugas pada blok waktu yang sama, yaitu:

$$\sum_{k \in K} x_{ijk} \leq 1, \quad i \in V, j \in T.$$

5. Sukarelawan  $i$  sebanyak-banyaknya dapat bertugas pada  $u_i$  blok waktu yang tidak diinginkannya, yaitu:

$$\sum_{j \in T} \sum_{k \in K} a_{ijk} x_{ijk} \leq u_i, \quad i \in V.$$

6. Sukarelawan  $i$  sebanyak-banyaknya dapat bertugas pada  $w_i$  tugas yang tidak diinginkannya, yaitu:

$$\sum_{j \in T^i} \sum_{k \in K^i} b_{ijk} x_{ijk} \leq w_i, \quad i \in V.$$

7. Kekurangan sukarelawan pada tugas  $k$  setiap blok waktu  $j$  sebanyak-banyaknya sebesar  $p_k$ , yaitu:

$$\sum_{j \in T} y_{jk} \leq p_k, \quad k \in K.$$

8. Variabel keputusan  $x_{ijk}$  bernilai 0 atau 1 dan  $y_{jk}$  merupakan bilangan bulat taknegatif.

### 3.4 Metode Penyelesaian

Model pengoptimuman multikriteria di atas diselesaikan dengan metode kendala- $\varepsilon$  dan metode pembobotan. Langkah awal metode pertama ialah membangkitkan sekumpulan solusi optimal yang dapat dilakukan dengan cara:

1. Minimumkan  $z_1$  terhadap kendala-kendala (1)–(8). Pada saat itu  $z_2$  diasumsikan tidak ada dalam model. Didapatkan nilai  $z_1$  optimum ( $z_1^*$ ).
2. Minimumkan  $z_2$  terhadap kendala-kendala (1)–(8) dan kendala tambahan

$$\sum_{j \in T} \sum_{k \in K} d_{jk} y_{jk} \leq \varepsilon z_1^*, \quad \varepsilon > 1.$$

3. Ulangi langkah 2 untuk beberapa nilai  $\varepsilon$  yang berbeda hingga diperoleh sejumlah pasangan  $(z_1^*, z_2^*)$  yang membentuk kurva *trade-off*.

Metode pembobotan dilakukan satu tahap dengan menggabungkan kedua fungsi objektif

$$\min \quad w z_1 + (1 - w) z_2,$$

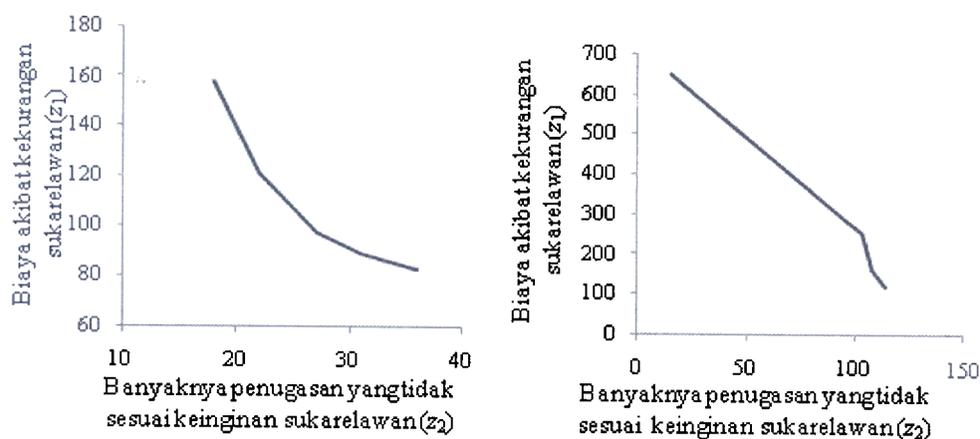
untuk beberapa nilai bobot  $w$  yang berbeda. Kurva *trade-off* dibangun dari nilai  $z_1$  dan  $z_2$  yang meminimumkan fungsi objektif gabungan.

## 4. Hasil

### 4.1 Studi Kasus

Implementasi model pengoptimuman dilakukan dengan mengambil sebuah contoh masalah penugasan sederhana di mana 40 tenaga sukarelawan (R1, R2, ..., R40) dikirimkan ke daerah bencana dengan 5 deskripsi tugas: (K1) menyediakan tempat pengungsian dan mengawasi proses pengungsian, (K2) mencari dan menyelamatkan korban ke daerah yang aman, (K3) menyediakan perlengkapan dan makanan, (K4) mengamankan akses

daerah bencana dan menjamin keamanan, dan (K5): mengobati dan merawat korban-korban yang terluka. Ada 6 hari kerja (Senin–Sabtu) yang masing-masing dibagi menjadi dua blok waktu, yaitu pagi (pukul 06.00–14.00) dan sore (pukul 14.00–22.00), sehingga terdapat total 12 blok waktu  $T_1, T_2, \dots, T_{12}$ . Beberapa nilai parameter yang digunakan ialah  $f = 600$  (juta rupiah),  $\underline{v}_i = 6$ ,  $\bar{v}_i = 7$ ,  $u_i = w_i = 2$ , dan  $p_k = 4$ . Nilai-nilai parameter  $d_{jk}$ ,  $c_{ijk}$ , dan  $e_{jk}$  serta preferensi waktu dan tugas diberikan pada beberapa tabel di lampiran.



Gambar 1: Kurva *trade-off*

## 4.2 Hasil

Gambar 1 menyajikan kurva *trade-off* yang diperoleh dengan menggunakan metode kendala- $\epsilon$  (kiri) dengan  $\epsilon \in \{1, 1.25, 1.5, 1.75, 2\}$  dan metode pembobotan (kanan) dengan  $w \in \{0.1, 0.2, \dots, 0.9\}$ . Dengan kurva ini pemangku kepentingan dapat memilih  $\epsilon$  atau  $w$  sesuai dengan kondisi yang sedang dihadapi. Jadwal tiap sukarelawan berkaitan dengan tugas dan waktu disajikan pada Tabel 4 di lampiran.

## 5. Kesimpulan

Pada tulisan ini sudah dibahas dan diimplementasikan masalah penugasan tenaga sukarelawan di daerah bencana. Masalah diformulasikan dalam bentuk model pengoptimasian multikriteria dan diselesaikan dengan metode kendala- $\epsilon$  dan metode pembobotan.

## 6. Penghargaan

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional RI atas dukungannya melalui Hibah Desentralisasi IPB (Penelitian Fundamental) No. 28/I3.24.4/SPP/PF/2011.

## 7. Pustaka

- Altay, N. dan W.G. Green III, (2006), “Interfaces with other disciplines: OR/MS research in disaster operations management,” *European Journal of Operational Research*, 175: p. 475-493.
- Falasca, M., C.W. Zobel, dan G.M. Fetter, (2009), “An optimization model for humanitarian relief volunteer management,” *Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference*, Gothenburg, Sweden, May 2009, J. Landgren and S. Jul, eds.
- Hale, T. dan C.R. Moberg, (2005), “Improving supply chain disaster preparedness: a decision process for secure site location,” *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 35(3/4): p. 195-207.
- Odzamar, L., E. Ekinci, dan B. Kucukyazici, (2004), “Emergency logistics planing in natural disasters,” *Annals of Operations Research*, 129: p. 217-245.
- Zhu, J., J. Huang, D. Liu, dan J. Han, (2008), “Resources allocation problem for local reserve depots in disaster management based on scenario analysis,” *Proceeding of the 7th International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA'08)*, Lijiang, China, October 31–November 3, 2008, hal. 395-407.

## Lampiran

Tabel 1: Biaya kekurangan  $d_{jk}$

Waktu	K1	K2	K3	K4	K5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10
7	7	8	9	10	11
8	8	9	10	11	12
9	9	10	11	12	13
10	10	11	12	13	14

T4	7	8	8	5	7
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10
7	7	8	9	10	11
8	8	9	10	11	12
9	9	10	11	12	13
10	10	11	12	13	14

Tabel 2: Kebutuhan sukarelawan  $e_{jk}$

Waktu	K1	K2	K3	K4	K5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10
7	7	8	9	10	11
8	8	9	10	11	12
9	9	10	11	12	13
10	10	11	12	13	14

Tabel 3: Preferensi waktu dan tugas sukarelawan

Sukarelawan	Tugas	Waktu	Sukarelawan	Tugas	Waktu
R1	K2	Pagi	R21	K4	pagi
R2	K4	Pagi	R22	K5	pagi
R3	K5	Pagi	R23	K2	sore
R4	K5	Sore	R24	K1	sore
					pagi
					sore
R7	K3	Sore	R27	K4	pagi
R8	K1	Pagi	R28	K2	pagi
R9	K2	Sore	R29	K5	sore
R10	K4	Sore	R30	K4	sore
					pagi
					sore
					pagi
					sore
					pagi
					sore
R19	K2	Sore	R39	K5	pagi
R20	K1	Pagi	R40	K2	pagi

Tabel 4: Jadwal sukarelawan ( $\epsilon = 2$ )

	K1	K2	K3	K4	K5
<b>T1</b>	R18, <u>R21</u> , R33	<u>R19</u> , <u>R27</u> , <u>R36</u>	<u>R20</u> , <u>R28</u> , R31	R2, <u>R8</u> , R13	R3, <u>R15</u> , <u>R22</u> , R25, R39
T2	<u>R8</u> , R12, R16, R24, R38	R9, <u>R10</u> , <u>R17</u> , R37	R5, R7, R11, R35	<u>R23</u> , <u>R29</u> , R30, R32	<u>R3</u> , R4, <u>R25</u> , R26, R34
<b>T3</b>	<u>R8</u> , <u>R17</u> , <u>R20</u> , R33, <u>R40</u>	<u>R19</u> , <u>R25</u> , <u>R29</u>	R6, R15, R31, <u>R35</u> , R36	R2, R13, R14, R27	<u>R1</u> , R3, R22, R39
T4	<u>R4</u> , R12, R16, R24, R38	<u>R1</u> , R9, <u>R14</u> , R23, R37	R5, R7, <u>R10</u> , R11, R35	<u>R20</u> , <u>R28</u> , R30, R32	<u>R22</u> , R26, R29, R34, <u>R39</u>
T5	R18, <u>R26</u> , R33	R1, <u>R2</u> , R28, R40	R6, R15, R31, R36	<u>R17</u> , R21, R27	R3, <u>R8</u> , R25, R39
T6	R12, R16, R24, <u>R37</u> , R38	R19, <u>R20</u> , R23	R5, <u>R6</u> , R7, R11, R35	<u>R9</u> , R10, R14, R30	<u>R3</u> , R4, <u>R25</u> , R29
<b>T7</b>	<u>R22</u> , <u>R32</u>	<u>R1</u> , <u>R9</u> , R17, R28, R40	<u>R6</u> , <u>R13</u> , R15, R31, R36	<u>R20</u> , R21, R27	<u>R18</u> , <u>R34</u>
T8	R12, R16, R24, <u>R33</u> , R38	<u>R1</u> , R4, R9, R19, R37	<u>R18</u> , <u>R30</u> , <u>R32</u> , R35	<u>R2</u> , <u>R5</u> , R10, R14	<u>R21</u> , R26, R29, R34

---

T9	R8, <u>R12</u> , <u>R30</u> , <u>R39</u>	R1, R17, R28, R40	R6, <u>R7</u> , <u>R11</u> , R15, R36	R2, R13, R21, R27	R22, R25, <u>R33</u>
T10	<u>R7</u> , R12, R16, R24, R38	R19, R23, <u>R35</u>	<u>R22</u> , <u>R30</u>	R10, <u>R11</u> , <u>R13</u> , R14, R32	R4, R26, R29, R34, <u>R37</u>
T11	R20, <u>R23</u>	R1, R17, R28, R40	<u>R5</u> , R6, R15, R31, R36	R2, <u>R3</u> , R13, R21, R27	<u>R18</u> , <u>R33</u>
T12	<u>R8</u> , <u>R11</u> , R12, R16, R24, R38	R9, R19, R23, R37	<u>R18</u> , <u>R31</u> , <u>R40</u>	<u>R7</u> , R10, R14, R30, R32	R4, <u>R5</u> , R26, R29, R34, <u>R39</u>

---

**Keterangan:** Garis bawah menunjukkan sukarelawan yang dijadwalkan pada waktu atau tugas yang sebenarnya tidak diinginkan.