

Manajemen Bencana Berbasis Riset Operasi: Masalah Penugasan Sukarelawan Dengan *Goal Programming*

Toni Bakhtiar^{*}, Farida Hanum

Departemen Matematika, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Tel./Fax: 0251-8625276, Email: tonibakhtiar@yahoo.com

Abstrak

Umumnya penelitian manajemen pascabencana menitikberatkan pada aspek sosial, seperti dampak sosiologis dan psikologis bencana, desain organisasi, dan masalah komunikasi. Penelitian ini bertujuan menerapkan teknik *operation research* dan *management science* (OR/MS) dalam penanganan pascabencana. Tulisan ini membahas masalah pengoptimuman dalam penugasan sukarelawan yang diformulasikan dalam bentuk *goal programming*. Model bertujuan meminimumkan beberapa biaya penalti yang diakibatkan oleh tidak sesuainya jumlah sukarelawan serta jumlah tugas dan waktu yang dibebankan dengan level idealnya. Sebuah kasus sederhana digunakan sebagai contoh ilustratif. Solusi model memungkinkan koordinator sukarelawan mengevaluasi kelayakan jumlah sukarelawan terhadap beban tugas dan waktu yang tersedia.

Kata kunci: manajemen bencana, OR/MS, *goal programming*, model penugasan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Datangnya bencana yang tiba-tiba dan tidak dapat diprediksi serta kekhasan dampak yang ditimbulkan menjadikan penanganan bencana sebagai sebuah masalah yang membutuhkan solusi dinamik, *real-time*, efektif, dan efisien. Respon darurat (*emergency response*) terhadap bencana memiliki karakteristik yang berbeda dengan respon harian (*daily response*) yang diberikan oleh layanan ambulans, polisi, atau pemadam kebakaran yang bersifat rutin/periodik. Respon darurat terhadap bencana dibedakan atas respon prabencana (*pre-event*) dan respon pascabencana (*post-event*). Respon prabencana meliputi kegiatan prediksi dan analisis terhadap potensi bencana serta pengembangan rencana aksi yang diperlukan dalam proses mitigasi. Respon pascabencana dilakukan ketika bencana sudah dan sedang berlangsung. Beberapa hal yang dihadapi di tahap ini ialah penempatan, alokasi, koordinasi, dan manajemen sumberdaya yang terbatas ketersediaannya.

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. OR/MS dapat didefinisikan sebagai metode, teknik, atau alat ilmiah yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan untuk menentukan cara terbaik tentang desain dan operasi suatu sistem, utamanya di bawah kendala sumberdaya yang terbatas. Beberapa metode, teknik, atau alat riset operasi yang lazim digunakan dalam hal ini ialah teknik pengoptimuman heuristik, teori peluang dan statistika, teori keputusan, sistem dinamik, teknik pengambilan keputusan multikriteria, dan sistem pakar.

Berdasarkan kontribusinya, penelitian-penelitian berbasis OR/MS dikelompokkan ke dalam pengembangan model, pengembangan teori, dan pengembangan aspek terapan. Berdasarkan bidang ilmunya, penelitian-penelitian berbasis OR/MS dapat digolongkan menjadi ilmu manajemen, teknik manajemen, dan konsultasi manajemen. Survei tentang arah penelitian dan isu-isu yang berkembang dalam manajemen bencana terutama dalam pemanfaatan *operation research/management science* (OS/MS) dapat ditemukan di artikel yang ditulis oleh Altay & Green (2006). Hale & Moberg (2005) membahas proses pengambilan keputusan dalam pembentukan sistem jaringan distribusi yang efisien melalui proses manajemen bencana lima tahap yang direkomendasikan oleh FEMA Disaster Management Guide. Odzamar *et al.* (2004) mengajukan model *hybrid* dalam menangani masalah manajemen logistik dalam situasi darurat bencana. Model tersebut mengintegrasikan model jaringan multikomoditas (*multicommodity network flow model*) dan model rute kendaraan (*vehicle routing problem*, VRP). 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). Dalam artikel ini dikemukakan beberapa prinsip dalam manajemen sukarelawan dan model pengoptimuman multikriteria dalam masalah penugasan. Artikel yang mirip, Kaspari (2005), membahas masalah penugasan sukarelawan pada kegiatan sosial kemasyarakatan.

Tujuan

Salah satu masalah besar dalam teknik 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. Tulisan ini bertujuan membangun dan mengimplementasikan model penugasan tenaga sukarelawan di daerah bencana yang diformulasikan dalam bentuk *goal programming*.

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini ialah memungkinkan koordinator bencana tingkat lokal atau tingkat nasional untuk menentukan jadwal penugasan tenaga sukarelawan yang disusun dengan mempertimbangkan ketersediaan waktu dan beban tugas setiap sukarelawan sedemikian sehingga meminimumkan biaya-biaya penalti.

METODE PENELITIAN

Metode

Dalam tulisan ini, masalah penugasan tenaga sukarelawan diformulasikan dalam bentuk *goal programming* (Taha, 2008). Untuk itu perlu ditetapkan beberapa hal berikut:

1. Fungsi objektif (*objective function*), yaitu suatu fungsi yang mengukur capaian dari peminimuman variabel deviasi.
2. Fungsi tujuan (*goal function*), yaitu fungsi matematika yang harus dicapai atau dipenuhi pada level tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya, yang disebut sebagai level aspirasi (*aspiration level*).
3. Program tujuan (*goal program*), yaitu model matematika yang terdiri atas fungsi linear atau taklinear dengan variabel kontinu atau diskret, yang kesemuanya ditulis dalam bentuk *goal*.
4. Variabel deviasi (*deviation variable*), yaitu variabel yang mengukur besarnya penyimpangan terhadap tujuan. Variabel *slack* akan mengukur kurangnya (*negative deviation*) dan variabel surplus akan mengukur lebihnya (*positive deviation*) dari level aspirasi.

Model *goal programming* akan diselesaikan dengan metode pembobotan, yaitu dengan memberikan penalti sebagai bobot pada setiap deviasi yang terjadi.

Model

Model penugasan 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 sukarelawan yang ingin membantu tetapi tidak memenuhi keahlian (*skill*) yang diperlukan. Akibatnya ialah banyak 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. Tulisan ini mengimplementasikan model Kaspari (2005) dalam penugasan sukarelawan di daerah bencana.

Untuk memformulasikan masalah penugasan tenaga sukarelawan, terlebih dulu didefinisikan beberapa himpunan, indeks, variabel, dan parameter berikut.

Himpunan dan indeks

V : himpunan semua sukarelawan, dengan $i \in V$,

J : himpunan semua tugas, dengan $j \in J$,

T : himpunan semua blok waktu (*shift*), dengan $k \in T$,

Variabel keputusan

x_{ijk} : variabel keputusan dengan

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{jika sukarelawan } i \text{ mengerjakan tugas } j \text{ pada waktu } k \\ 0 & \text{selainnya,} \end{cases}$$

y_i : variabel keputusan untuk mengaktifkan beberapa fungsi kendala, dengan

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{jika sukarelawan } i \text{ mengerjakan sebarang tugas/waktu} \\ 0 & \text{selainnya,} \end{cases}$$

Variabel

u_{jk}^+ : kelebihan sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k ,

u_{jk}^- : kekurangan sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k ,

t_i^+ : kelebihan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan keinginan sukarelawan,

t_i^- : kekurangan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan keinginan sukarelawan,

w_i^+ : kelebihan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan kebutuhan yang ditetapkan koordinator,

w_i : kekurangan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan kebutuhan yang ditetapkan koordinator,

Parameter

α_{ik} : bernilai 1 jika sukarelawan i dapat bekerja pada blok waktu k , bernilai 0 jika selainnya (ditetapkan oleh sukarelawan),

β_{ij} : bernilai 1 jika sukarelawan i memiliki keahlian untuk mengerjakan tugas j , bernilai 0 jika selainnya (ditetapkan oleh sukarelawan),,

μ_{jk} : jumlah ideal sukarelawan untuk mengerjakan tugas j pada waktu k (ditetapkan oleh koordinator),

τ_i : jumlah ideal blok waktu yang diinginkan sukarelawan i (ditetapkan oleh sukarelawan),

ω_i : jumlah ideal blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i (ditetapkan oleh koordinator),

μ_{jk}^+ : deviasi maksimum terhadap jumlah ideal sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k (ditetapkan oleh koordinator),

μ_{jk}^- : deviasi minimum terhadap jumlah ideal sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k (ditetapkan oleh koordinator),

τ_i^+ : deviasi maksimum jumlah blok waktu yang diinginkan sukarelawan i (ditetapkan oleh sukarelawan),

τ_i^- : deviasi minimum jumlah blok waktu yang diinginkan sukarelawan i (ditetapkan oleh sukarelawan).

Fungsi objektif dari model penugasan tenaga sukarelawan ialah meminimumkan biaya-biaya penalti yang disebabkan oleh tidak sesuainya jumlah sukarelawan serta jumlah tugas dan waktu yang dibebankan dengan level aspirasi atau level ideal, ditulis

$$\min_{x_{ij}} \sum_{k=1}^6 z_{ik}$$

dengan

$x_1 = \sum_{j,k} p_{jk}^1 u_{jk}^-$: total biaya penalti karena kekurangan sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k ,

$x_2 = \sum_{j,k} p_{jk}^2 u_{jk}^+$: total biaya penalti karena kelebihan sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k ,

$x_3 = \sum_t p_t^3 t_t^-$: total biaya penalti karena kekurangan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan keinginan sukarelawan,

$x_4 = \sum_t p_t^4 t_t^+$: total biaya penalti karena kelebihan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan keinginan sukarelawan,

$x_5 = \sum_t p_t^5 w_t^-$: total biaya penalti karena kekurangan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan kebutuhan yang ditetapkan koordinator,

$x_6 = \sum_t p_t^6 w_t^+$: total biaya penalti karena kelebihan blok waktu yang dibebankan pada sukarelawan i berdasarkan kebutuhan yang ditetapkan koordinator,

Di sini p^n ($n = 1, 2, \dots, 6$) merupakan biaya-biaya penalti satuan yang besarnya dapat ditentukan berdasarkan pada tingkat kepentingan.

Total biaya penalti di atas harus diminimumkan di bawah fungsi-fungsi kendala berikut:

1. Sukarelawan t mengerjakan sebanyak-banyaknya satu tugas di setiap blok waktu yang dipilihnya, yaitu:

$$\sum_{j \in J} x_{tjk} \leq \alpha_{tk} \quad \forall (t \in V, k \in T).$$

2. Sukarelawan t harus memiliki keahlian untuk mengerjakan tugas j , yaitu

$$x_{tjk} \leq \beta_{tj} \quad \forall (t \in V, j \in J, k \in T).$$

3. Agar x_{tjk} dan y_t memiliki nilai yang benar haruslah

$$x_{tjk} \leq y_t \quad \forall (t \in V, j \in J, k \in T).$$

4. Ditargetkan ada sebanyak μ_{jk} sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k , yaitu

$$\sum_{j \in J} x_{tjk} + u_{jk}^- - u_{jk}^+ = \mu_{jk}, \quad \forall (j \in J, k \in T).$$

5. Sukarelawan t ditargetkan bekerja sebanyak ω_t blok waktu, yaitu

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in T} x_{tjk} + w_t^- - w_t^+ = y_t \omega_t, \quad \forall (t \in V).$$

6. Sukarelawan t ingin bekerja sebanyak τ_t blok waktu, yaitu

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in T} x_{tjk} + t_t^- - t_t^+ = y_t \tau_t, \quad \forall (t \in V).$$

7. Karena $\mu_{jk} - \mu_{jk}^- \leq \mu_{jk} \leq \mu_{jk} + \mu_{jk}^+$, haruslah

$$u_{jk}^- \leq \mu_{jk}^-, \quad u_{jk}^+ \leq \mu_{jk}^+, \quad \forall (j \in J, k \in T).$$

Kendala ini menyatakan bahwa kekurangan atau kelebihan jumlah sukarelawan yang dinyatakan dalam variabel deviasi tidak boleh melewati batas minimum dan batas maksimum yang ditetapkan.

8. Karena $\tau_t - \tau_t^- \leq \tau_t \leq \tau_t + \tau_t^+$, haruslah

$$t_t^- \leq \tau_t^-, \quad t_t^+ \leq \tau_t^+, \quad \forall (t \in V).$$

9. Ketaknegatifan variabel-variabel deviasi:

$$u_{jk}^-, u_{jk}^+, w_t^-, w_t^+, t_t^-, t_t^+ \geq 0, \quad \forall (t \in V, j \in J, k \in T).$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi Kasus

Implementasi model penugasan tenaga sukarelawan dilakukan dengan mengambil sebuah contoh masalah penugasan sederhana di mana 40 tenaga sukarelawan (S1, S2, ..., S40) dikirim ke daerah bencana dengan 5 deskripsi tugas, yaitu:

1. T1: menyediakan tempat pengungsian dan mengawasi proses pengungsian,
2. T2: mencari dan menyelamatkan korban ke daerah yang aman,
3. T3: menyediakan perlengkapan dan makanan,
4. T4: mengamankan akses daerah bencana dan menjamin keamanan, dan
5. T5: mengobati dan merawat korban-korban yang terluka.

Ada 6 hari kerja (Senin–Sabtu) yang masing-masing dibagi menjadi dua blok waktu, yaitu pagi (pukul 07.00–14.00) dan sore (pukul 14.00–21.00) sudah termasuk

waktu istirahat, sehingga dalam seminggu terdapat total 12 blok waktu W1, W2, ..., W12. Beberapa nilai parameter yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

Untuk mengisi matriks $\alpha = (\alpha_{jk})$, diasumsikan sebanyak 50 persen sukarelawan dapat bekerja di seluruh blok waktu, dan masing-masing 20 persen dapat bekerja di 11, 10, 9, dan 8 blok waktu. Matriks $\beta = (\beta_{ij})$ disusun dengan asumsi ada 10 persen sukarelawan yang memiliki keahlian untuk mengerjakan semua tugas, 50 persen mampu mengerjakan 4 tugas, dan 40 persen di 3 tugas. Koordinator menetapkan jumlah ideal blok waktu yang dibebankan kepada setiap sukarelawan ialah $w_i = 7$. Jumlah ideal blok waktu yang diinginkan sukarelawan ialah $r_i \in \{5,6,7,8\}$ dengan proporsi masing-masing sebesar 25 persen, dengan $r_i^- = 2$ dan $r_i^+ = 3$. Jumlah ideal sukarelawan yang mengerjakan tugas tertentu pada waktu tertentu (μ_{jk}) diberikan di Tabel 1, dengan $\mu_{jk}^- = 4$ dan $\mu_{jk}^+ = 1$. Biaya-biaya penalti satuan ditetapkan sebagai berikut: $p^1 = p^4 = p^5 = 1$ dan $p^2 = p^3 = p^6 = 0.5$.

Tabel 1 Jumlah ideal sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k .

μ_{jk}	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
T1	15	11	8	10	5	7	5	7	8	6	7	5
T2	10	10	7	8	8	6	6	6	7	8	5	7
T3	8	6	6	8	8	9	6	7	9	9	10	11
T4	7	6	7	5	7	6	7	7	8	9	9	10
T5	5	6	12	7	6	6	8	5	8	8	10	15
Total	45	39	40	38	34	34	32	32	40	40	41	48

Hasil Simulasi

Pengoptimuman menggunakan peranti lunak Lingo 11 menunjukkan bahwa semua sukarelawan mengerjakan tugas tertentu ($y_i = 1$), dengan 75 persen sukarelawan bekerja sebanyak 7 blok waktu dan sisanya 8 blok waktu. Sebanyak 50 persen sukarelawan bekerja 1-2 blok waktu lebih banyak daripada jumlah yang diinginkan ($t_i^+ > 0$) dan ada 25 persen sukarelawan yang bekerja 1 blok waktu lebih banyak daripada jumlah yang ditetapkan koordinator ($w_i^+ > 0$). Kelebihan-kelebihan ini menyebabkan biaya-biaya penalti sebesar $x_4 = 30$ dan $x_6 = 5$. Kekurangan jumlah sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k (μ_{jk}^-) diberikan pada Tabel 2. Kekurangan ini

menyebabkan biaya penalti sebesar $Z_1 = 175$. Tabel 2 memperlihatkan bahwa tugas T1 dan waktu W6/8 paling sedikit kekurangan sedangkan tugas T4 dan waktu W10 paling banyak.

Banyaknya sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k dapat diperoleh dengan mengurangi Tabel 2 dari Tabel 1. Jadwal penugasan seluruh tenaga sukarelawan dapat dilihat dari nilai variabel keputusan X_{jk} .

Tabel 2 Kekurangan jumlah sukarelawan yang mengerjakan tugas j pada waktu k .

X_{jk}	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
T1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	3
T2	4	4	4	4	4	0	3	2	4	4	4	4
T3	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4
T4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
T5	3	4	4	3	3	1	2	0	2	4	4	1
Total	15	14	16	14	15	9	11	9	17	19	18	16

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Beberapa simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini ialah:

1. Riset operasi dan ilmu manajemen (OR/MS) dapat digunakan sebagai pendekatan alternatif dalam menangani beberapa permasalahan pascabencana. Pendekatan ini menjanjikan efisiensi dan optimasi dalam penugasan tenaga sukarelawan ke daerah bencana.
2. Proses penugasan dan penjadwalan tenaga sukarelawan ke daerah bencana dapat dimodelkan dalam goal programming dengan fungsi objektif meminimumkan biaya penalti yang diakibatkan oleh tidak sesuainya jumlah sukarelawan serta jumlah tugas dan waktu yang dibebankan dari level idealnya. Model diselesaikan dengan metode pembobotan.
3. Model berhasil diimplementasikan pada contoh kasus sederhana penugasan 40 tenaga sukarelawan, 5 jenis tugas, dan 12 *shift* waktu.

Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan:

1. Penelitian pascabencana berbasis riset operasi ini perlu didukung oleh penelitian prabencana seperti prediksi tentang jumlah ideal tenaga sukarelawan yang harus menangani tugas tertentu.
2. Karena situasi darurat bencana yang sebenarnya memiliki skala yang lebih besar dan melibatkan lebih banyak jenis tugas, *shift* waktu, dan tenaga sukarelawan yang terlibat, perlu dikembangkan metode-metode heuristik yang mampu menyelesaikan model pengoptimuman dengan lebih cepat.
3. Pemodelan penjadwalan (*scheduling*) tenaga sukarelawan sebaiknya diawali oleh proses perencanaan (*planning*) untuk memperkirakan besarnya kebutuhan tenaga sukarelawan yang diperlukan untuk menangani tugas-tugas yang ada dalam rentang waktu tertentu. Integrasi antara *planning* dan *scheduling* akan memberikan keluaran yang lebih realistis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI atas dukungannya melalui DIPA IPB (Penelitian Fundamental) No. 28/I3.24.4/SPP/PF/2011.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Altay, N. dan W.G. Green III, 2006, "Interfaces with other disciplines: OR/MS research in disaster operations management," *European Journal of Operational Research*, vol. 175 hal. 475-493.
- [2] Asghar S., D. Alahakoon, dan L. Churilov L., 2005, "A dynamic integrated model for disaster management decision support systems," *International Journal of Simulation*, vol. 6, no. 10/11, hal. 95-114.
- [3] 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.
- [4] 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*, vol. 35, no. 3/4, hal. 195-207.
- [5] Kaspari, M., 2005, "Optimal volunteer assignment with an application to the Denver b-cycle bike sharing program," *M.Sc. Thesis*, University of Colorado Denver, USA.
- [6] Odzamar, L., E. Ekinici, dan B. Kucukyazici, 2004, "Emergency logistics planing in natural disasters," *Annals of Operations Research*, vol. 129, hal. 217-245.

-
- [7] Sylves, R, 2008, “FEMA, Katrina, and operations research,” *Public Manager*, vol. 37, no. 1, hal. 68-71.
 - [8] Taha, H.A., 2007, *Operation research: an introduction*, 8th ed., New Jersey: Pearson Prentice Hall.
 - [9] Wallace, W.A. dan F. De Balogh, 1985, “Decision support systems for disaster management,” *Public Administrator Review*, Special Issue.
 - [10] 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*, Lijiang, China, October 31–November 3, 2008, hal. 395-407.
 - [11] Zobel, C.W. dan G.A. Wang, 2008, “Topic maps for improving services in disaster operations management,” *Journal of Service Science*, vol. 1, no. 1, hal. 83-92.