

Evaluasi *Medical Response Preparedness* Pada Unit Gawat Darurat (Studi Kasus di IGD Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito Yogyakarta)

Indah Puspitasari dan Nur Aini Masruroh

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, FT UGM Jl. Garfika No. 2 Yogyakarta

Abstract

In the last decade, there were 2 disasters that killed many people in Yogyakarta, such as earthquake in 2006 and Merapi eruption in 2010. Therefore, as one of reference hospitals, RSUP Dr. Sardjito must have good medical response preparedness to handle victims that were evacuated to RSUP Dr. Sardjito, therefore evaluation of medical response preparedness that has been applied in RSUP Dr. Sardjito is needed, in purpose deciding resources allocation. Simulation is used to evaluate medical response preparedness. Model is built based on real system when Merapi eruption is happened and on extreme points of arrival rate of victims to RSUP Dr. Sardjito, that is on 5 and 7 November 2010. Then the model is simulated and evaluated by using average waiting time for victims to be handled as indicator. The evaluation result will decide resources allocation that is needed. Simulation of model 5 November results average waiting time for patient with severity 1, 2, 3, and 4 is 2991,26; 72,19; 0; 0 minutes. While model 7 November results waiting time for patient with severity 2, 3, and 4 is 0,22; 0; 0 minutes. From the results, sensitivity analysis is used to decide resources allocation needs.

Keywords: *medical responses, emergency department, simulation, disaster, system improvement*

1. Pendahuluan

Bencana merupakan salah satu kejadian yang memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi, baik dari segi bentuk, waktu, tempat, durasi, dan banyak hal lainnya. Saat bencana tersebut terjadi dan menyebabkan kerugian terhadap manusia di sekitar tempat bencana, maka dibutuhkan suatu respons untuk menanggulangnya. Salah satu bentuk respons tersebut adalah respons medis yang harus dimiliki oleh unit kesehatan, khususnya unit gawat darurat di rumah sakit. Respons medis ini diharapkan dapat menangani semua korban bencana yang datang ke unit gawat darurat sehingga dibutuhkan respons medis yang terencana. Namun dalam praktiknya, tidak ada suatu indikator yang valid untuk menentukan apakah respons medis yang ada sudah baik atau belum (Utterbeeck *et al.*, 2011).

Hal tersebut kontras dengan kebutuhan akan perencanaan respons medis yang efektif dan memadai pada rumah sakit di daerah dengan potensi bencana alam sehingga dibutuhkan suatu metode yang dapat mengevaluasi dan merencanakan

respons medis rumah sakit terhadap bencana, khususnya unit gawat darurat yang menangani langsung korban-korban bencana. Salah satu metode yang tepat untuk melakukan evaluasi terhadap respons bencana tersebut adalah simulasi (Utterbeeck *et al.*, 2011). Simulasi memungkinkan dalam menjalankan berbagai skenario dengan mengubah kejadian yang ada dan sumber daya yang dimiliki seperti tenaga medis, obat-obatan, serta peralatan medis yang dibutuhkan untuk menangani korban bencana. Gove dan Hewett (1995) serta Kozan dan Diefenbach (2008) menggunakan metode simulasi dalam menentukan alokasi sumber daya yang tepat untuk unit gawat darurat. Utterbeeck *et al.* (2011) berhasil melakukan simulasi dalam mengevaluasi kesiapan akan respons bencana pada unit gawat darurat.

Fatovich (2005), Rosetti *et al.* (1999), Evan dan Unger (1996), Ahmed dan Alkhamis (2008), serta Zhao (2013) telah melakukan analisis antrian pada unit gawat darurat, dimana alokasi sumber daya manusia memiliki peran penting yang menentukan kualitas sistem antrian pada unit gawat

darurat. Rivera dan Char (2004) dan Sullivan (2008) melakukan penelitian mengenai kesiapan unit gawat darurat dalam menangani korban bencana yang datang. Penelitian mengenai kesiapan RSUP Dr. Sardjito dalam menghadapi bencana pada tahap *preparedness* pernah dilakukan oleh Hidayati (2008). Penelitian ini khusus meninjau pengetahuan perawat instalasi rawat darurat dalam menghadapi korban-korban yang dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito. Metode yang digunakan menggunakan penelitian deskriptif dengan instrumen kuesioner yang diberikan kepada perawat-perawat di IGD RSUP Dr. Sardjito.

Dalam 10 tahun terakhir, terjadi 2 kali bencana yang memakan korban jiwa yang besar di Yogyakarta, yaitu gempa bumi pada tahun 2006 dan erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010. Terdapat potensi kembali terjadinya kedua bencana alam tersebut, terutama bencana erupsi Gunung Merapi yang merupakan gunung berapi yang masih aktif, menyebabkan rumah sakit khususnya RSUP Dr. Sardjito, sebagai rumah sakit umum pusat di daerah Yogyakarta, harus selalu siap dan memiliki perencanaan dalam respons medis yang efektif dan memadai untuk menangani korban bencana alam yang dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito.

Dalam menentukan apakah perencanaan dan strategi yang dimiliki oleh RSUP Dr. Sardjito telah efektif dan memadai, maka dibutuhkan suatu evaluasi terhadap tahap persiapan atau *preparedness* dalam menangani korban bencana alam yang dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan evaluasi kuantitatif menggunakan metode simulasi terhadap strategi-strategi yang dimiliki oleh pihak RSUP Dr. Sardjito saat terjadinya bencana di Yogyakarta, yaitu bencana erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010, sehingga hasil dari evaluasi ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan perbaikan pada tahap persiapan untuk menghadapi bencana yang dimiliki oleh RSUP Dr. Sardjito.

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, terdapat potensi terjadinya bencana alam di provinsi D.I. Yogyakarta, antara lain gempa bumi dan erupsi gunung Merapi menyebabkan pentingnya persiapan yang efektif dan memadai akan respons medis yang dimiliki oleh rumah sakit khususnya RSUP Dr. Sardjito yang merupakan rumah

sakit pusat yang menjadi fasilitas medis dalam menangani korban bencana alam, sehingga dibutuhkan evaluasi terhadap respons medis yang telah diterapkan oleh pihak RSUP Dr. Sardjito.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap respons medis yang telah diterapkan RSUP Dr. Sardjito dalam menangani bencana alam yang telah terjadi dalam kurun 5 tahun terakhir sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk melakukan perbaikan serta pertimbangan untuk pihak RSUP Dr. Sardjito apa saja yang harus dipersiapkan saat terjadi bencana di daerah Yogyakarta. Selain itu, dilakukan pula pembangunan skenario kasus untuk melihat kebutuhan *resources* dalam suatu keadaan yang dibangun.

Penelitian ini terbatas hanya dilakukan pada RSUP Dr. Sardjito, khususnya di instalasi gawat darurat (IGD) dan hanya dilakukan dalam skenario bencana erupsi Gunung Merapi. Selain itu, skenario bencana erupsi gunung berapi yang disimulasi hanya pada beberapa titik yang dianggap dapat mewakili kasus-kasus dimana terjadi kepadatan atau lonjakan kedatangan pasien ke IGD RSUP Dr. Sardjito.

2. Fundamental

Law dan Kelton (1991) menyatakan bahwa simulasi merupakan proses mengimitasi suatu sistem nyata sehingga dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada. Dalam suatu simulasi digunakan alat bantu seperti komputer untuk menghitung data secara numerik dan data dikumpulkan dengan tujuan untuk mengestimasi karakteristik dari model. Sebelum dilakukan simulasi, hal pertama yang dilakukan adalah membangun model sistem nyata. Setelah model dibangun, dilakukan proses verifikasi dan validasi. Proses verifikasi dan validasi dalam pemodelan merupakan bagian penting dalam proses pengembangan model jika model tersebut dibangun dengan tujuan dapat diterima dan digunakan untuk membantu dalam proses *decision making* (North dan Macal, 2007).

Verifikasi merupakan proses untuk memastikan model telah diprogram dengan benar, algoritma yang diimplementasikan dengan tepat, serta tidak lagi mengandung *errors*, kekeliruan, dan

bugs (North dan Macal, 2007). Terdapat beberapa teknik untuk melakukan verifikasi terhadap model, antara lain *structured code walk throughs*, *structured debugging walk throughs*, *unit testing*, dan *formal methods*. Sedangkan validasi merupakan proses untuk menguji apakah model yang telah dibangun merepresentasikan dan menghasilkan perilaku yang sesuai dengan sistem nyata (North dan Macal, 2007). Validasi model terdiri dari validasi terhadap input (data), output, dan proses. Teknik-teknik yang dapat digunakan dalam proses validasi model, antara lain *requirement validation*, *data validation*, *face validation*, *process validation*, *model output validation*, dan *theory validation*.

3. Metodologi

Materi Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sistem aliran korban erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010 yang dievakuasi ke UGD Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito. Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan 2 macam data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil wawancara dengan beberapa narasumber seperti dokter, pihak manajemen UGD RSUP Dr. Sardjito, tenaga medis, dan sebagainya yang menjadi *expert* (pihak yang memiliki pengetahuan dan keahlian pada bidangnya) pada penelitian ini. Data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini, antara lain waktu proses penanganan korban dan *guide-line* bencana.

Pengambilan data dalam penelitian ini juga dilakukan menggunakan data sekunder yang merupakan data yang dimiliki oleh pihak RSUP Dr. Sardjito. Data tersebut akan digunakan untuk membangun model pada penelitian ini. Data sekunder yang dibutuhkan dalam membangun model ini, antara lain waktu kedatangan korban, triase korban, sumber daya manusia yang dimiliki, dan peralatan.

Alat Penelitian

Dalam melakukan penelitian, digunakan beberapa alat untuk mempermudah proses baik saat pengambilan data maupun saat pengolahan data. Berikut merupakan alat yang digunakan dalam penelitian:

1. *Software ProModel 4.2.*

Software ProModel digunakan dalam melakukan simulasi dari model-model yang telah dibangun. *Software ProModel* digunakan untuk menjalankan simulasi terhadap model sistem nyata serta model skenario kasus pada penelitian ini.

2. *Software Stat::fit*

Software ini digunakan untuk melakukan penentuan distribusi inputan model, yaitu waktu *interarrival* korban yang datang ke RSUP Dr. Sardjito. *Software Stat::fit* ini digunakan dalam penentuan distribusi terhadap data yang berjumlah minimum 10 buah.

3. *Software EasyFit 5.5. Professional*

Software ini juga digunakan dalam penentuan distribusi inputan model, yaitu waktu *interarrival* korban yang datang ke RSUP Dr. Sardjito. *Software EasyFit 5.5. Professional* ini digunakan dalam penentuan distribusi terhadap data yang berjumlah kurang dari 10 buah.

Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Melakukan identifikasi masalah antrian yang umumnya terjadi pada UGD di rumah sakit, kemudian dilakukan perumusan masalah, tujuan, serta batasan dari penelitian.
2. Melakukan pengumpulan data dalam membangun model yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk kemudian diolah untuk pembangunan model.
3. Membangun model untuk melakukan simulasi terhadap penanganan korban pada UGD RSUP Dr. Sardjito. Model dibangun dengan menggunakan *software ProModel*.
4. Melakukan uji verifikasi dan uji validasi terhadap model yang dibangun untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat dapat mewakili sistem nyata. Proses verifikasi dilakukan dengan metode *structured debugging walk through* untuk menguji apakah model telah diprogram dengan benar, menggunakan logika yang tepat, dan tidak lagi mengandung *error*, kekeliruan, atau *bugs*. Sedangkan proses validasi dilakukan dengan teknik *data validation*,

process validation, dan *face validation*. Proses validasi ini dilakukan terhadap data, proses, serta hasil dari model.

5. Melakukan evaluasi terhadap hasil simulasi model. Evaluasi ini dilakukan untuk menilai apakah strategi ataupun *guideline* yang telah diimplementasikan oleh pihak RSUP Dr. Sardjito sudah baik atau membutuhkan *improvement*.
6. Membangun skenario perbaikan untuk model sistem nyata dengan menentukan alokasi *resources* yang dibutuhkan untuk meningkatkan persiapan medis di RSUP Dr. Sardjito.
7. Melakukan penarikan kesimpulan yang sesuai dengan hasil yang telah didapatkan. Kesimpulan tersebut merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya.

4. Hasil dan Pembahasan

Erupsi Gunung Merapi di Yogyakarta pada akhir tahun 2010 merupakan erupsi terbesar selama 100 tahun terakhir. Berdasarkan Laporan Harian Tanggap Darurat Gunung Merapi tanggal 30 November 2010 pukul 24:00 WIB yang dikeluarkan oleh BNPB Kota Yogyakarta (2010), terdapat sejumlah 347 korban meninggal dunia. Korban terbanyak berada di Kabupaten Sleman yaitu 246 orang, Kabupaten Magelang sebanyak 52 orang, Klaten sebanyak 29 orang, dan Boyolali sebanyak 10 orang. Sedangkan total pengungsi akibat erupsi Gunung Merapi sebanyak 410.388 orang.

Korban akibat erupsi Gunung Merapi, baik korban meninggal maupun korban yang harus dirawat segera dievakuasi ke rumah sakit-rumah sakit terdekat, khususnya di Kabupaten Sleman yang merupakan daerah terdekat dari lokasi bencana erupsi Gunung Merapi. Korban Merapi tersebut dikategorikan menjadi 2 kelompok korban, yaitu korban luka bakar dan korban non luka bakar. Korban yang dikategorikan menjadi korban luka bakar merupakan korban yang terkena awan panas. Sedangkan korban luka bakar merupakan korban yang mengalami sakit jantung, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), kecelakaan saat melakukan evakuasi, serta penyakit bawaan sebelum mengungsi.

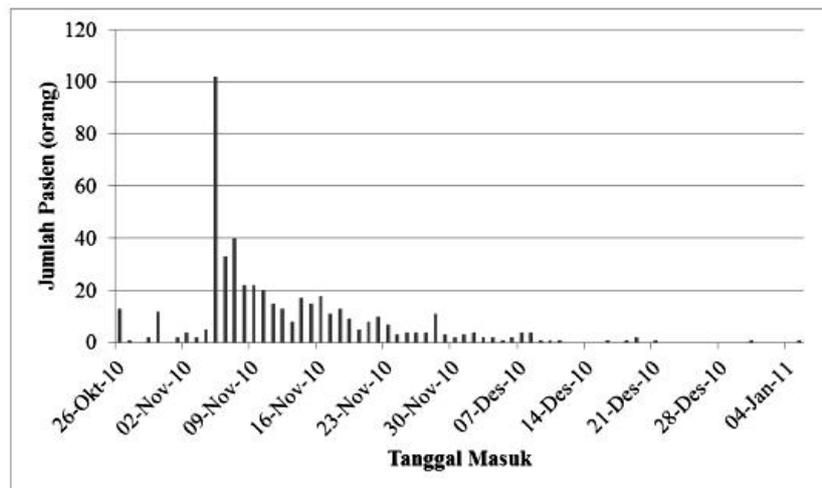
Berdasarkan informasi dari dr. Handoyo Pramusinto, Sp.BS., ketua tim bencana IGD RSUP Dr. Sardjito, korban-korban luka bakar dilakukan triase atau penilaian tingkat kritis oleh pihak PMI dan khusus korban dengan luka bakar lebih dari 30% atau level III akan dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito. Hal ini dikarenakan korban dengan luka bakar lebih dari 30% membutuhkan penanganan khusus dan harus ditangani di *burn unit*, yang hanya dimiliki oleh RSUP Dr. Sardjito. *Burn unit* merupakan salah satu unit yang ada di rumah sakit dan khusus untuk menangani kasus luka bakar (*burns*).

Pada saat bencana letusan Gunung Merapi di Yogyakarta pada tahun 2010, korban-korban dievakuasi ke rumah sakit-rumah sakit terdekat dari lokasi letusan. Beberapa di antaranya juga dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito. Pada tanggal 26 Oktober 2010, yaitu hari pertama terjadinya letusan Gunung Merapi, sampai dengan tanggal 17 Desember 2010, terdapat sebanyak 726 pasien yang ditangani oleh pihak RSUP Dr. Sardjito. Namun dikarenakan adanya dampak dari letusan Gunung Merapi, yaitu banjir lahar dingin, maka korban yang datang ke RSUP Dr. Sardjito bertambah menjadi 750 pasien sampai dengan tanggal 5 Januari 2011. Di antara 750 pasien tersebut, pasien dibedakan menjadi pasien yang masuk ke unit rawat jalan dan unit rawat inap. Selain itu, terdapat beberapa pasien yang pada saat tiba di RSUP Dr. Sardjito telah meninggal dunia. Tabel 1. menunjukkan rekapitulasi pasien bencana letusan Gunung Merapi pada tahun 2010.

Pasien bencana yang masuk ke RSUP Dr. Sardjito, khususnya yang masuk melalui instalasi gawat darurat (IGD) tidak masuk secara serempak, namun secara bertahap. Hal ini dikarenakan erupsi terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 lalu disusul dengan bencana awan panas pada tanggal 3 November 2010. Dari data historis pihak RSUP Dr. Sardjito, terjadi peningkatan jumlah pasien yang masuk melalui IGD RSUP Dr. Sardjito pada tanggal 5 November 2010, yaitu sejumlah 102 orang, lalu menurun pada hari-hari berikutnya namun masih berada pada *range* 20-40 orang per harinya sampai dengan tanggal 10 November 2010. Grafik jumlah korban yang masuk ke RSUP Dr. Sardjito melalui IGD pada tanggal 26 Oktober 2010 sampai dengan 5 Januari 2011 dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Pasien Bencana Letusan Gunung Merapi Tahun 2010

Pasien Masuk	Rawat Jalan			Rawat Inap			Meninggal		
	Luka Bakar	Non Luka Bakar	Jumlah	Luka Bakar	Non Luka Bakar	Jumlah	Luka Bakar	NonLuka Bakar	Jumlah
IGD	8	220	228	42	206	248	27	33	60
IRJ	9	264	273	0	1	1	0	0	0
Total	17	484	501	42	207	249	27	33	60

**Gambar 1.** Jumlah Pasien IGD Akibat Erupsi Merapi pada Tanggal 26 Oktober 2010 sampai dengan 5 Januari 2011

Berdasarkan informasi yang diberikan oleh dr. Handoyo Pramusinto, Sp.BS. dan dr. Heru Satria Gama, saat korban dievakuasi ke RSUP Dr. Sardjito, hal pertama yang dilakukan adalah melakukan re-triase atau penilaian ulang pada kondisi korban. Tahap triase ini akan mengkategorikan korban-korban berdasarkan tingkat keparahannya masing-masing. Pihak IGD RSUP Dr. Sardjito menggunakan sistem triase *emergency severity index* (ESI) dimana sistem triase ini mengelompokkan pasien menjadi 5 kelompok, yaitu level I (ditandai dengan warna biru), level II (ditandai dengan warna merah), level III (ditandai dengan warna kuning), level IV (ditandai dengan warna hijau), dan level V (ditandai dengan warna hitam).

Masing-masing kategori ini memiliki area penanganan sendiri yang juga dilengkapi dengan dokter masing-masing. Pasien dengan level I merupakan pasien yang memiliki tingkat keparahan yang paling tinggi, dalam kasus bencana erupsi Gunung Merapi tahun 2010 korban yang masuk pada kategori ini adalah korban dengan kondisi luka bakar lebih dari 50%. Pasien dengan kategori ini ditangani oleh dokter sampai keadaan stabil kemudian dipindahkan ke *burn unit* untuk

dilakukan penanganan secara intensif. Untuk pasien dengan level II, terdapat dua kemungkinan setelah dilakukan tindakan awal di IGD, yaitu untuk kasus luka bakar dapat dirawat secara intensif di *burn unit* dan untuk kasus lainnya pasien dirawat di instalasi rawat inap. Pasien dengan level III merupakan pasien dengan tingkat keparahan dibawah level II dan pasien ini setelah dilakukan tindakan awal di IGD akan dirawat di instalasi rawat inap. Pasien dengan level IV merupakan pasien dengan tingkat keparahan terendah dan setelah dilakukan tindakan di IGD, pasien dengan level ini akan diperbolehkan pulang (rawat jalan). Sedangkan pasien dengan level V merupakan pasien yang telah meninggal saat sudah sampai di rumah sakit atau biasa dikenal dengan istilah *dead on arrival* (DOA) dan akan segera dipindahkan ke ruang jenazah untuk ditangani oleh ahli forensik. Gambar 2. menunjukkan *activity cycle diagram* (ACD) untuk proses penanganan korban erupsi Gunung Merapi di RSUP Dr. Sardjito.

Walaupun tidak semua korban erupsi Gunung Merapi dilarikan ke RSUP Dr. Sardjito, namun pihak RSUP Dr. Sardjito mengalami beberapa

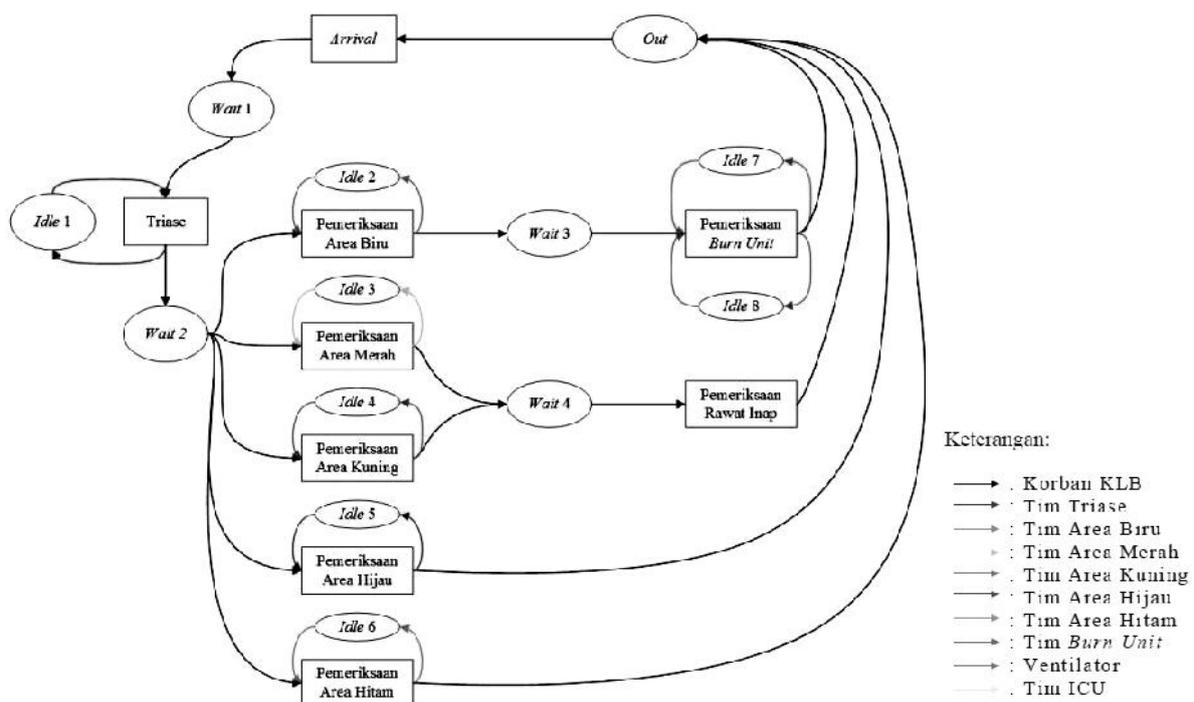
kendala yang menghambat cepatnya tindakan yang harus dilakukan kepada korban. Menurut dr. Handoyo Pramusinto, Sp.BD. dan Ibu Darsih, terjadi keterbatasan kapasitas di *burn unit* RSUP Dr. Sardjito. *Burn unit* ini hanya memiliki kapasitas sebesar 10 orang sedangkan 1 orang pasien dapat dirawat di *burn unit* selama 1 bulan bahkan bisa lebih. Selain kapasitas ruang tindakan, terjadi juga kendala kuantitas peralatan dan obat-obatan. Peralatan yang utilitasnya tinggi pada saat KLB Gunung Merapi adalah ventilator. Namun kuantitas ventilator yang dimiliki oleh RSUP Dr. Sardjito adalah sebanyak 8 buah, sedangkan proses pemasangan dan penggunaan membutuhkan waktu lebih dari 2 jam untuk satu orang.

Beberapa kendala yang dihadapi oleh pihak RSUP Dr. Sardjito membuat pihak RSUP Dr. Sardjito menentukan strategi apa yang harus dilakukan untuk meminimalisir terjadinya *chaos* dan hal-hal yang tidak diinginkan seperti terlambatnya penanganan korban yang mengakibatkan bertambah parahnya kondisi korban. Salah satu strategi yang dilakukan adalah dengan meminjam ventilator dari rumah sakit di luar kota, seperti Semarang, Surabaya, Bandung, dan Jakarta. Hal ini dilakukan karena kuantitas ventilator yang dimiliki RSUP Dr. Sardjito tidak dapat mengimbangi kebutuhan dari korban.

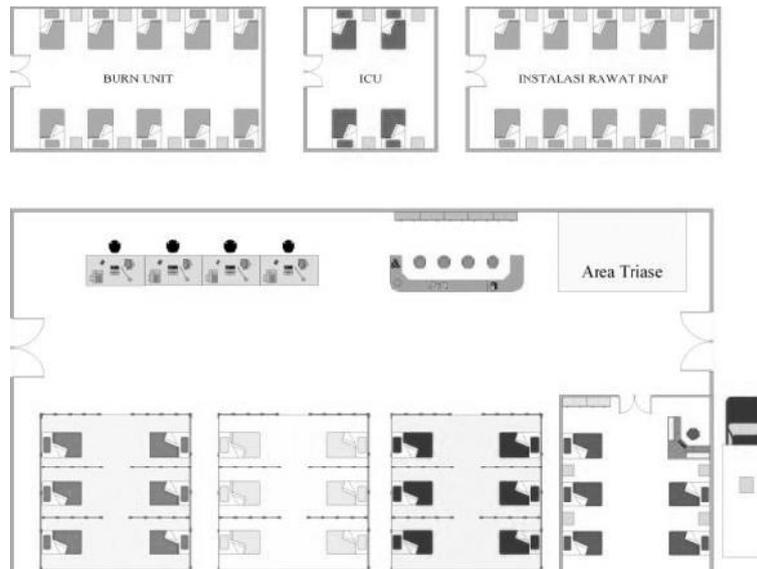
Untuk permasalahan kapasitas *burn unit*, menurut pihak RSUP Dr. Sardjito sudah tidak dapat ditambah dan sudah cukup karena penggunaan *burn unit* tinggi hanya pada saat kondisi bencana saja, seperti kasus erupsi Gunung Merapi ini. Namun, pada kasus erupsi Gunung Merapi tahun 2010 lalu, pihak RSUP Dr. Sardjito menangani kasus kapasitas *burn unit* ini dengan mengalihkan beberapa pasien luka bakar ke ICU sehingga tetap ditangani secara intensif.

Pada penelitian ini digunakan metode simulasi dalam upaya mengevaluasi persiapan respons medis yang diterapkan oleh pihak RSUP Dr. Sardjito. Dikarenakan pada bencana erupsi Gunung Merapi korban yang datang ke RSUP Dr. Sardjito datang secara bertahap (dalam jangka waktu tanggal 26 Oktober 2010 sampai dengan Januari 2011), dan terjadi fluktuasi jumlah korban yang datang tiap harinya, maka pada penelitian ini digunakan 2 hari yang dinilai sebagai titik ekstrem peningkatan jumlah korban yang datang, yaitu pada tanggal 5 November 2010 sebanyak 102 orang dan 7 November 2010 sebanyak 40 orang.

Tahap kedua adalah menentukan *location*, yaitu lokasi atau tempat yang digunakan selama proses berlangsung. Gambar 3. menunjukkan *layout* IGD RSUP Dr. Sardjito yang digunakan pada *software* ProModel untuk penelitian ini.



Gambar 2. Activity Cycle Diagram IGD RSUP Dr. Sardjito



Gambar 3. Layout IGD

Pada penelitian ini terdapat beberapa *location* yang dibangun seperti *bed* pasien untuk masing-masing kategori triase, area triase, dan *burn unit*. *Location* ini juga ditentukan kapasitasnya masing-masing menyesuaikan dengan kapasitas pada sistem nyata. *Location* yang dibangun antara lain pintu masuk dan area triase dengan kapasitas *infinite*, *bed* biru, merah, kuning, dan hijau masing-masing berkapasitas 5 *bed*, serta *burn unit* berkapasitas 10 *bed*. Sedangkan entitas yang digunakan pada model terdiri dari korban KLB (kejadian luar biasa), pasien *severity* 1, 2, 3, dan 4.

Setelah itu dibangun *resources* yang digunakan pada sistem nyata. *Resources* ini terdiri dari tim triase, dokter area biru, merah, kuning, hijau, dokter ICU, dan *burn unit*, yang masing-masing berjumlah 15 orang sedangkan ventilator berjumlah 8 buah. Tahap selanjutnya adalah membangun *arrival* dari entitas model. Untuk model tanggal 5 November 2010, distribusi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Model 5 November

No	Waktu	Distribusi
1.	00:00 – 08:00	Lognormal (7,74; 11,45) min
2.	08:01 – 16:00	Lognormal (15,48; 22,61) min
3.	16:01 – 24:00	Pearson 6 (0,88; 40,38; 1339,12) min

Sedangkan untuk model tanggal 7 November 2010, distribusi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Model 7 November

No.	Waktu	Distribusi
1.	00:00 – 08:00	Lognormal (75,56; 83,17) min
2.	08:01 – 16:00	Lognormal (27,46; 27,31) min
3.	16:01 – 24:00	Lognormal (26,17; 27,78) min

Setelah model dibangun di *software* Pro-Model, dilakukan proses uji verifikasi dan validasi sehingga saat model lulus uji verifikasi dan validasi ini, model dikatakan dapat mewakili sistem nyata. Teknik yang digunakan dalam melakukan verifikasi pada penelitian ini adalah teknik *structured debugging walk throughs*. Setelah model pada penelitian ini selesai dibangun dan di-*run*, sudah tidak ada lagi *report* yang menyatakan *coding* dan algoritma masih mengandung *error* sehingga dapat dikatakan bahwa model telah lulus uji verifikasi. Kemudian dilakukan validasi terhadap model. Validasi dilakukan pada data inputan menggunakan *data validation* dan pada proses model dengan menggunakan *process validation*. Output model divalidasi dengan menggunakan *face validation* dengan menanyakan kepada *expert* apakah hasil dari simulasi model dapat diterima dan masuk akal. Dari proses validasi tersebut dinyatakan bahwa model yang dibangun telah lulus uji validitas.

Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap model sistem nyata. Dalam mengevaluasi persiapan repons medis yang telah diimplementasikan

oleh pihak IGD RSUP Dr. Sardjito, indikator yang digunakan untuk menentukan apakah persiapan respons medis yang dimiliki telah baik atau masih membutuhkan *improvement* adalah waktu tunggu pasien untuk mendapatkan penanganan dokter dan tenaga medis. salah satu cara dalam mengevaluasi strategi yang telah digunakan oleh pihak IGD RSUP Dr. Sardjito adalah dengan menggunakan standar waktu maksimal yang digunakan pada sistem *Canadian Triage and Acuity Scale* (CTAS). CTAS merupakan salah satu sistem triase yang digunakan untuk menentukan tingkat *acuity* pada pasien dan secara akurat menentukan apa yang pasien butuhkan (Murray *et al.*, 2001). CTAS memiliki waktu ideal kapan pasien harus ditangani dimana waktu ideal tersebut dipengaruhi oleh tingkat keparahan dari pasien. Waktu ideal untuk masing-masing tingkat keparahan pasien dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu Ideal Penanganan Pasien berdasarkan CTAS

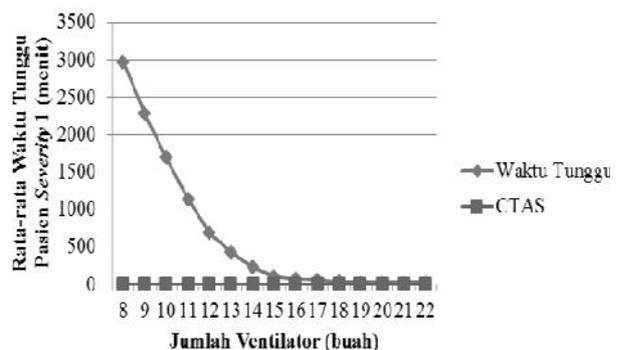
Level <i>Acuity</i>	Waktu Ideal
I	0 menit
II	≤ 15 menit
III	≤ 30 menit
IV	≤ 60 menit
V	≤ 120 menit

Rekapitulasi perbandingan antara waktu tunggu pasien pada saat bencana erupsi Gunung Merapi dengan standar waktu ideal pada sistem CTAS dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5. dapat dilihat bahwa untuk model 5 November (model 1), pasien dengan level *severity* I dan II menghasilkan rata-rata waktu tunggu yang tidak memenuhi waktu ideal CTAS

sehingga dibutuhkan perbaikan pada model tersebut.

Pada model 5 November (model 1), dilakukan *sensitivity analysis* untuk menentukan alokasi *resources* yang dibutuhkan. Hal pertama yang dilakukan *sensitivity analysis* adalah jumlah ventilator. Hasil dari simulasi variasi jumlah ventilator dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Variasi Jumlah Ventilator Model 1

Dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa grafik cenderung konstan pada saat simulasi di titik jumlah ventilator 19 ke atas. Pada titik jumlah ventilator 19, rata-rata waktu tunggu pasien severity I adalah 18,77 menit, begitu pula dengan jumlah ventilator 20 sampai dengan 22 tetap menghasilkan rata-rata waktu tunggu sebesar 18,77 menit. Oleh karena itu, titik optimal jumlah ventilator adalah 19 buah.

Untuk jumlah *resources* juga dilakukan variasi terhadap jumlah tim dokter sehingga rata-rata waktu tunggu pasien masing-masing tingkat *severity* dapat memenuhi waktu ideal CTAS. Hasil rekapitulasi jumlah *resources* yang dibutuhkan pada model 5 November (model 1) agar dapat memenuhi standar waktu CTAS dapat dilihat pada Tabel 6.

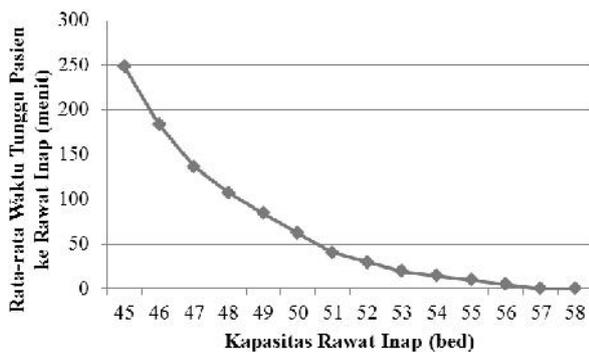
Tabel 5. Hasil Evaluasi Waktu Tunggu Pasien

Model	Level <i>Severity</i>	Waktu Tunggu	Waktu Ideal CTAS	<i>Acceptable?</i> (Ya/Tidak)
5 November	I	2965,54	0 menit	Tidak
	II	72,62	≤ 15 menit	Tidak
	III	0	≤ 30 menit	Ya
	IV	0	≤ 60 menit	Ya
7 November	I	-	0 menit	-
	II	0	≤ 15 menit	Ya
	III	0	≤ 30 menit	Ya
	IV	0	≤ 60 menit	Ya

Tabel 6. Jumlah *Resources* yang Dibutuhkan pada Model 1

<i>Resources</i>	Jumlah (orang/buah)
Tim Biru	{25 15 25}
Tim Merah	{25 25 20}
Tim Kuning	{12 3 15}
Tim Hijau	{6 3 15}
Tim <i>Burn Unit</i>	24
Tim ICU	18
Ventilator	19

Kapasitas rawat inap juga penting untuk diperhatikan sehingga pihak RSUP Dr. Sardjito dapat mempertimbangkan kebutuhan kapasitas rawat inap saat terjadinya bencana alam dimana terjadinya lonjakan kedatangan pasien yang datang. Hasil simulasi terhadap variasi jumlah kapasitas rawat inap dapat dilihat pada Gambar 5.

**Gambar 5.** Variasi Kapasitas Rawat Inap Model 1

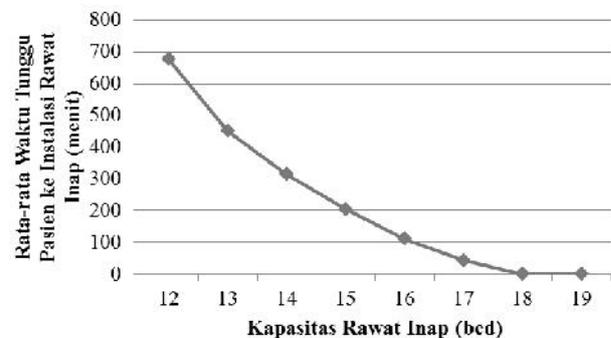
Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa grafik menuju angka 0 pada saat simulasi di titik kapasitas rawat inap 57 ke atas. Pada titik kapasitas rawat inap 57, rata-rata waktu tunggu pasien adalah 0 menit. Oleh karena itu, titik optimal kapasitas rawat inap adalah 57.

Berdasarkan hasil simulasi dan perbandingan dengan waktu standar CTAS, model 7 November 2010 (model 2) ini menghasilkan waktu tunggu dimana semua level *severity* memenuhi waktu standar CTAS. Namun, untuk melihat jumlah *resources* yang dibutuhkan untuk memenuhi waktu standar CTAS di masing-masing level *severity* dapat pula dilakukan dengan melakukan sensitivity analysis. Hasil rekapitulasi jumlah *resources* yang dibutuhkan pada model 7 November 2010 (model 2) agar dapat memenuhi standar waktu CTAS dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah *Resources* yang Dibutuhkan pada Model 2

<i>Resources</i>	Jumlah (orang/buah)
Tim Biru	{5 5 5}
Tim Merah	{10 5 10}
Tim Kuning	{9 9 9}
Tim Hijau	{6 6 6}
Tim <i>Burn Unit</i>	3
Tim ICU	3
Ventilator	8

Selain itu dilakukan pula simulasi terhadap variasi kapasitas rawat inap untuk model 7 November (model 2). Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.

**Gambar 6.** Variasi Kapasitas Rawat Inap Model 2

Dari Gambar 6. dapat dilihat bahwa grafik menuju angka 0 pada saat simulasi di titik kapasitas rawat inap 18 ke atas. Pada titik kapasitas rawat inap 18, rata-rata waktu tunggu pasien adalah 0 menit. Oleh karena itu, titik optimal kapasitas rawat inap untuk model 2 adalah 18.

5. Kesimpulan

Telah dilakukan evaluasi sistem nyata pada kasus bencana erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010, dengan mengambil titik kedatangan korban yang paling ekstrem yaitu pada tanggal 5 November dan 7 November 2010 untuk kemudian dilakukan simulasi dengan indikator berupa rata-rata waktu tunggu pasien. Hasil dari simulasi model 5 November (model 1) menghasilkan rata-rata waktu tunggu untuk pasien dengan *severity* 1, 2, 3, dan 4 masing-masing sebesar 2991,26; 72,19; 0; 0 menit. Sedangkan hasil dari simulasi model 7 November (model 2) menghasilkan rata-rata waktu tunggu untuk pasien dengan *severity* 2, 3, dan 4 masing-masing sebesar 0,22; 0; 0 menit.

Dari hasil simulasi tersebut dilakukan evaluasi dengan standar waktu *response time* yang diterapkan oleh sistem triase CTAS sehingga dapat ditentukan jumlah *resources* yang dibutuhkan dalam memenuhi standar waktu tersebut. Untuk model 5 November, dibutuhkan ventilator sebanyak 22 buah, tim dokter area biru pagi, siang, dan malam masing-masing sebesar 25, 25, dan 15 orang, tim dokter area merah pagi, siang, dan malam masing-masing sebesar 25, 20, dan 15 orang, tim dokter area kuning dan hijau masing-masing sebesar 15 orang, tim dokter *burn unit* dan ICU sebesar 24 dan 21, serta kapasitas rawat inap sebesar 54 *bed*. Sedangkan untuk model 7 November, dibutuhkan ventilator sebanyak 8 buah, tim dokter area biru masing-masing sebesar 15 orang, tim dokter area merah pagi, siang, dan malam sebesar 5, 10, dan 5 orang, tim dokter area kuning pagi, siang, dan malam sebesar 3, 9, dan 9 orang dan tim dokter area hijau pagi, siang, dan malam sebesar 3, 6, dan 6 orang, tim dokter *burn unit* dan ICU sebesar 15 orang serta kapasitas rawat inap sebesar 27 *bed*.

Hasil penentuan alokasi *resources* untuk kedua model dapat digunakan untuk mempersiapkan *resources* sejumlah yang disarankan saat status Gunung Merapi berubah menjadi status awas (level IV) sehingga pihak RSUP Dr. Sardjito dapat mempersiapkan baik tenaga medisnya maupun peralatan seperti ventilator, untuk kemudian diambil suatu keputusan apakah harus meminta bantuan dari luar saat *resources* yang dimiliki tidak dapat memenuhi kebutuhan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dipertimbangkan, yaitu penelitian selanjutnya dapat memasukkan kapasitas rumah sakit lain sebagai salah satu indikator dalam mengambil keputusan sehingga dapat menjadi masukan untuk pihak RSUP Dr. Sardjito dalam mempersiapkan *resources* yang ada serta langkah-langkah yang harus diambil saat kapasitas rawat inap di RSUP Dr. Sardjito tidak dapat memenuhi kebutuhan pasien.

Daftar Pustaka

- Ahmed, M.A., Alkhamis, T.M., 2008, Simulation Optimization for an Emergency Department Healthcare Unit in Kuwait, *European Journal of Operational Research*, Vol. 198, pp. 936-942.
- BNPB, 2010, *Laporan Harian Tanggap Darurat Gunung Merapi*, Posko AJU BNPB, Yogyakarta.
- Evan G.W., Unger, E., Gor T.B., 1996, A Simulation Model for Evaluating Personnel Schedules in a Hospital Emergency Department, *Winter Simulation Conference Proceedings*, pp. 1205-1209.
- Fatovich, D.M., Nagree, Y., Sprivulis, P., 2005, Access Block Causes Emergency Department Overcrowding and Ambulance Diversion in Perth, Western Australia, *Emergency Medicine Journal*, Vol. 22, No. 5, pp. 351-354.
- Gove, D., Hewett, D., 1995, A Hospital Capacity Planning Model, *Operational Reserach Insight*, Vol. 8, No. 2, pp. 12-14.
- Hidayati, L.N., 2008, Pengetahuan Perawat Instalasi Rawat Darurat RSUP Dr. Sardjito dalam Kesiapan Menghadapi Bencana pada Tahap *Preparedness*, Tugas Akhir Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kozan, E., Diefenbach, M., 2008, Hospital Emergency Department Simulation for Resource Analysis, *Industrial Engineering & Management Systems*, Vol. 7, No. 2, pp. 133-142.
- Law, A.M., dan Kelton W.D., 1991, *Simulation Modeling & Analysis*, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Murray, M.J., LeBlanc, L., Beveridge, R., Werren, D., Jarvis, A., 2001, *Canadian Triage and Acuity Scale*, Emergency Health Services Branch, Ministry of Health and Long-Term Care, Ontario.
- North, M.J., Macal, C.M., 2007, *Managing Business Complexity*, Oxford University Press Inc., New York.
- Rivera, A.F., Char, D.M., 2004, Emergency Department Disaster *Preparedness*: Identifying the Barriers, *Annals of Emergency Medicine*, Vol. 44, No. 4.
- Rosetti, M., Trzeinski, G., Syverud, S., 1999, Emergency Department Simulation and

- Determination of Optimal Attending Physician Staffing Schedules, *Winter Simulation Conference Proceedings*, pp. 1532-1540.
- Sullivan, K., 2008, *Simulating Rural Emergency Medical Services During Mass Casualty Disasters*, Tugas Akhir Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, Collage of Engineering, Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Utterbeeck, F.V., Ullrich, C., Dhondt, E., Debacker, M., Murray, J.L., Campen, S.V., 2011, Generating and Managing Realistic Victims for Medical Disaster Simulations, *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*.
- Ullrich, C., Utterbeeck, F.V., Dejardin, E., Debacker, M., Dhondt, E., 2013, Pre-Hospital Simulation Model for Medical Disaster Management, *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*.
- Zhao, Y., 2013, *Performance Improvement of ED at VGH Using Simulation and Optimization*, Thesis of Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Manitoba.