

PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN KAPASITAS UNIT PERAWATAN INTENSIF (ICU)

Abdurrozzaq Hasibuan dan Muthi Bintang

Dosen Tetap Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Sumatera Utara (UISU)

Abstrak: Jumlah pasien yang datang jauh lebih besar daripada kapasitas tempat (*bed*) yang tersedia, maka timbul suatu permasalahan, bagaimana upaya untuk mengalokasi, mengatur dan merencanakan kapasitas tempat di ICU dengan memperhatikan pola kedatangan kelompok pasien (Bangsal, Instalasi Gawat Darurat (IGD), Instalasi Bedah Sentral (IBS) dan Poli).

Untuk penyelesaian masalah diatas, maka diberlakukanlah metode simulasi dengan menganggap pasien sebagai sumber input (*customer*) dan bed sebagai pelayan (*server*). Keputusan yang diambil dengan metode tingkat aspirasi (*aspiration level method*) dan analisis *benefit cost ratio*. Tingkat aspirasi yang ditetapkan adalah rata-rata waktu tunggu pasien dan % *idle bed*. Dengan metode simulasi dapat diputuskan bahwa untuk kondisi saat ini di ruang ICU membutuhkan tambahan *bed* sebanyak 2 buah. Sehingga jumlah *bed* menjadi 8 buah.

Kata kunci : *Model Simulasi, Kapasitas ICU*

Abstract: *Because of the number patient are bigger then the capacity (bed), so appear some problem, how to allocated, arrange and plan the capacity of ICU with attention for patient group arrival model (Bangsal, Emergency Installation (IGD), Central Surgical Installation (IBS) and Poly).*

To solve this problem, so used to simulation mode with opinion patient as input source (customer) and bed as server. Determination with aspiration level method and analysis benefit cost ratio. Level of aspiration is the average patient waiting time and % idle bed. With simulation method can determine that for condition in ICU room need additional bed 2. So the amount of bed is 8.

Keywords : *Simulation Method, Capacities ICU*

A. PENDAHULUAN

Persyaratan ketersediaan tempat tidur (selanjutnya disebut 'tempat') di rumah sakit, waktu tunggu pasien sebelum mendapat pelayanan dan jumlah pasien yang harus menunggu merupakan masalah yang menjadi perhatian bagi penyelenggaraan pelayanan kesehatan. Dengan sistem rujukan antar rumah sakit dimungkinkan untuk sebuah rumah sakit merujuk ke rumah sakit lain jika tidak dapat melayani pasien karena keterbatasan tempat. Laju penolakan pasien berkaitan erat dengan jumlah tempat yang tersedia di suatu rumah sakit menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang non-linear antara tempat yang tersedia, tingkat hunian rata-rata (*mean occupancy level*) dan jumlah pasien yang tidak dapat dilayani dan kemudian harus dirujuk ke rumah sakit lain.

Unit Perawatan Intensif (ICU) adalah salah satu bagian dari rumah sakit yang khusus menangani pasien yang memerlukan perawatan yang segera dan intensif. Keputusan untuk menerima atau menolak pasien di ICU sangat berhubungan dengan keselamatan jiwa manusia. Idealnya tempat dan tenaga medis harus selalu tersedia bagi pasien yang membutuhkan perawatan, namun dalam kenyataannya penerimaan pasien dihadapkan pada keterbatasan sumberdaya yang dimiliki oleh rumah

sakit.

Keputusan untuk menentukan jumlah tempat yang harus disediakan di ICU suatu rumah sakit tidak sederhana. Ada trade-off antara tingkat hunian dan jumlah calon pasien yang harus dirujuk ke rumah sakit lain karena keterbatasan tempat. Secara intuitif pengambil keputusan dapat saja menggunakan pola kedatangan bulanan, kemudian menghitung kapasitas tempat yang harus disediakan untuk ICU berdasarkan interval kepercayaan dari nilai rata-ratanya.

B. PERUMUSAN MASALAH

Dalam penelitian ini digunakan metode simulasi untuk melakukan perencanaan kapasitas dan kriteria tingkat aspirasi (*aspiration level*) serta *benefit cost ratio* untuk pengambilan keputusan.

Pendekatan simulasi relatif lebih mudah untuk dilakukan dan lebih mudah disesuaikan dengan kebutuhan tertentu. Walaupun hanya memberikan pendekatan numerik dan taksiran secara statistik dengan kecepatan proses yang lebih lambat dibanding proses analitik, namun dengan kecepatan perhitungan komputer saat ini metode simulasi layak untuk digunakan.

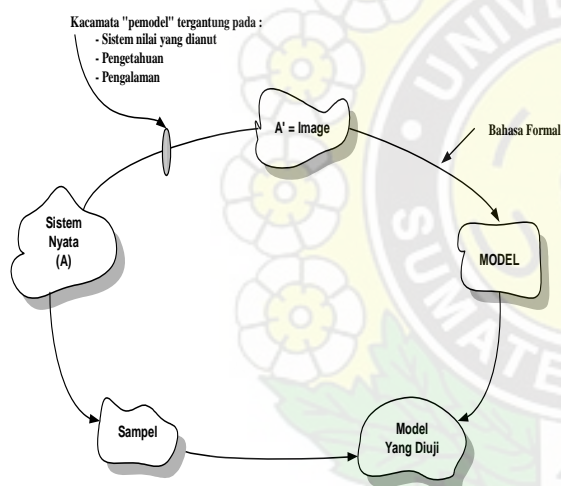
C. TUJUAN PENELITIAN

1. Menghasilkan model simulasi untuk perencanaan kapasitas Unit Perawatan Intensif (ICU) di Rumah Sakit
2. Untuk melihat apakah kapasitas ICU yang tersedia sudah optimal untuk kondisi saat ini serta bagaimana peningkatan kebutuhannya
3. Berapakah penambahan kapasitas bad yang dibutuhkan di Rumah Sakit berdasarkan kriteria tingkat aspirasi.

D. LANDASAN TEORI

1. Definisi Model

Model adalah sebagai suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu (yang disepakati) dari suatu sistem nyata. Adapun sistem nyata adalah sistem yang sedang berlangsung dalam kehidupan, sistem yang dijadikan titik perhatian dan dipermasalahkan. Dengan demikian, pemodelan adalah proses membangun atau membentuk sebuah model dari suatu sistem nyata dalam bahasa formal tertentu. Hal ini dapat digambarkan dalam gambar 1.



Gambar 1 Skema Proses Pemodelan

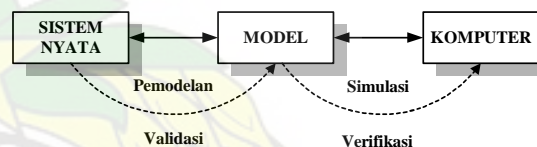
Model membantu kita memecahkan masalah yang sederhana ataupun kompleks dalam berbagai bidang dengan memperhatikan beberapa bagian atau beberapa ciri-ciri utama daripada memperhatikan semua detail sistem nyata. Pemahaman konsep model

2. Model Simulasi

Model simulasi merupakan alat yang cukup fleksibel untuk memecahkan masalah. Permasalahan yang tidak dapat dipecahkan dengan metode lain, biasanya dapat dipecahkan dengan menggunakan model simulasi. Hal ini bukan berarti setiap permasalahan diperbolehkan mencari solusi dengan langsung menggunakan model simulasi. Model simulasi lebih tepat digunakan untuk sistem yang relatif kompleks. Model simulasi merupakan substitusi yang sesuai untuk pemecahan analitik dari suatu model situasi tertentu. Meskipun banyak

menggunakan asumsi, semuanya bisa diatur. Penggunaan simulasi memungkinkan untuk memberikan wawasan persoalan manajerial tertentu yang tidak dapat diperlihatkan oleh pemecahan model secara analitik.

Simulasi merupakan pemodelan suatu proses atau sistem sedemikian rupa sehingga model menyerupai sistem nyata dengan segala *event* yang terjadi didalamnya. Kata pemodelan dan simulasi menunjukkan kompleksitasnya aktivitas-aktivitas yang berhubungan dengan pembentukan model sistem nyata dan mensimulasikannya pada komputer. Dari uraian tersebut dapat ditarik sebuah pernyataan, bahwa elemen utama yang menjadi perhatian dalam model simulasi adalah sistem nyata, model, dan komputer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Elemen Dasar dan Hubungan dalam Pemodelan dan Simulasi

Untuk memahami model simulasi, perlu dipahami beberapa istilah sebagai berikut :

- *Entity* adalah objek dalam sistem yang menjadi perhatian.
- *Attribute* adalah sesuatu yang menjadi milik *entity* (mendeskripsikan *entity*).
- *Activity* adalah merepresentasikan suatu kejadian yang berlangsung dalam waktu yang tertentu.
- *State* adalah variabel yang diperlukan untuk mendeskripsikan kondisi sistem pada saat tertentu.
- *Event* adalah suatu kejadian yang dapat mengubah status sistem. Ada dua macam *event*, yaitu *endogenous event* yang merupakan kejadian yang terjadi dalam sistem yang mengubah status sistem; *exogenous event* yang merupakan kejadian diluar sistem yang mempengaruhi sistem.

3. Simulasi Discrete-Event

Pada simulasi *discrete-event* berjalannya sebuah sistem direpresentasikan dengan perubahan variabel status yang terjadi secara seketika pada titik-titik waktu tertentu. Variabel status berubah hanya pada himpunan diskrit dari titik waktu. Dengan istilah matematis dapat dikatakan bahwa sistem dapat berubah hanya pada sejumlah terhitung dari titik waktu. Titik waktu ini adalah ketika sebuah *event* terjadi.

Karena sifat dinamis dari model simulasi *discrete-event*, diperlukan informasi mengenai waktu simulasi setiap saat selama berjalannya simulasi. Juga diperlukan sebuah mekanisme untuk memajukan waktu simulasi dari satu nilai ke nilai berikutnya. Variabel dalam model simulasi yang menyatakan nilai sekarang (*current value*) dari waktu

simulasi adalah *simulation clock*. Pendekatan yang digunakan untuk menjalankan *simulation clock* adalah ada dua pendekatan yaitu *next-event time advance* dan *fixed-increment time advance*.

Pendekatan *next-event time advance* waktu simulasi diinisialisasikan pada nilai 0 dan waktu terjadinya *event* berikutnya ditentukan. Kemudian, waktu simulasi dimajukan kepada waktu terjadinya *event* yang terdekat (pertama) dari *event-event* berikutnya. Pada setiap titik waktu status sistem diperbaharui. Proses seperti ini berlangsung terus hingga ditemui kondisi yang menjadi batas simulasi (*stopping condition*).

Simulasi dimulai pada waktu 0 (nol) dengan program utama (*main program*) meminta initialization routine (sub program untuk pertama simulasi pada waktu nol), dimana :

- ✓ *Simulation clock* diset sama dengan nol
- ✓ Inisialisasi keadaan sistem
- ✓ Inisialisasi penghitung statistik (*statistical counter*)
- ✓ Inisialisasi *event list* (daftar kejadian)

Setelah dikontrol dikembalikan ke program utama, kemudian meminta timing routine (sub program yang menentukan *event* (kejadian) berikut dengan *event list*) untuk menentukan tipe *event* yang mana yang paling dekat. Jika suatu *event* tipe *i* adalah berikutnya terjadi, *simulation clock* dimajukan ke waktu dimana *event* tipe *i* akan terjadi dan kontrol dikembalikan ke program utama. Kemudian program utama meminta *event routine i*.

Pendekatan *fixed-increment time advance* waktu simulasi dimajukan dengan selang waktu yang konstan (Δt). Setelah waktu diperbaharui sesuai dengan selang waktu yang ditetapkan, dilakukan pengecekan apakah ada *event* yang terjadi selama Δt sebelumnya. Jika ada satu atau lebih *event* yang terjadi, *event-event* ini dianggap akhir dari selang Δt tersebut. Baru kemudian status sistem diperbaharui.

E. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Keputusan untuk menerima atau menolak pasien di ICU sangat berhubungan dengan keselamatan jiwa manusia. Idealnya, tempat dan tenaga medis harus selalu tersedia bagi pasien yang membutuhkan perawatan. Namun dalam kenyataannya penerimaan pasien dihadapkan pada keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh rumah sakit. Kelompok pasien yang dirawat di ICU berasal dari ; Bangsal, Instalasi Gawat Darurat (IGD), Instalasi Bedah Sentral (IBS) dan Poli.

Berbagai unit pelayanan kesehatan tersedia di rumah sakit ini. Salah satunya adalah unit perawatan intensif (ICU) yang merupakan unit pelayanan rumah sakit yang khusus menangani pasien yang memerlukan perawatan yang segera dan intensif. Sebagian besar pasien yang ditangani di ICU adalah pasien yang mengalami gawat nafas, sirkulasi, otak, jantung, kecelakaan dan lainnya yang termasuk

gawat. Keputusan untuk menerima atau menolak pasien di ICU sangat berhubungan dengan keselamatan jiwa manusia. Idealnya, tempat dan tenaga medis harus selalu tersedia bagi pasien yang membutuhkan perawatan. Namun dalam kenyataannya penerimaan pasien dihadapkan pada keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh rumah sakit.

Setiap ada pasien yang datang, maka pihak ICU akan melihat apakah masih ada tempat yang kosong. Jika tidak ada, maka pihak ICU melihat apakah ada pasien yang kondisinya cukup baik untuk dipindahkan. Jika tidak ada, terpaksa pasien tersebut harus dirujuk ke tempat lain.

Seluruh atau sebagian besar data diperoleh dari sistem basis data dan ICU di Rumah Sakit. Adapun data yang diambil yang terdiri dari :

1. Tanggal kedatangan dan keluar masing-masing kelompok pasien
2. Jumlah pasien yang terpaksa dipindahkan.
3. Jumlah *bed* saat ini adalah 6 buah.
4. Biaya dan item-item yang dikeluarkan untuk menambah 1 *bed*.

Untuk menambah 1 *bed*, maka pihak rumah sakit akan mengeluarkan biaya. Adapun biaya dan item-item yang diperlukan untuk investasi menambah 1 *bed* terdapat pada tabel 1.

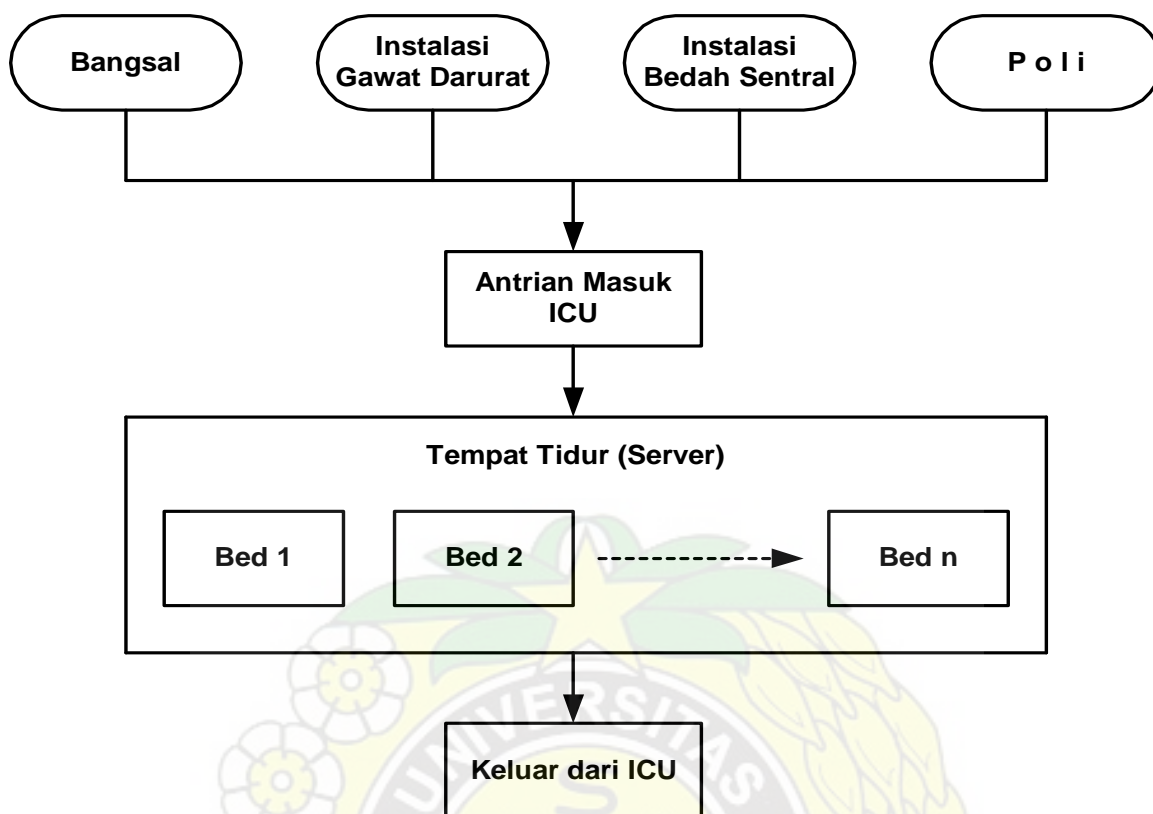
Tabel 1. Item dan biaya untuk investasi 1 bed

Item yang diperlukan	Biaya (Rp)
Bed (1 untuk 1 bed)	5,000,000
Bed Side Monitor (1 untuk 1 bed)	150,000,000
Ventilator (1 untuk 2 bed)	100,000,000
Suction (1 untuk 1 bed)	25,000,000
Oksimeter (1 untuk 1 bed)	25,000,000
Nebolezer (1 untuk 1 bed)	20,000,000
Infusion Pump (2 untuk 1 bed)	20,000,000
Sirine Pump (2 untuk 1 bed)	24,000,000

Setiap ada pasien yang datang, maka pihak ICU akan melihat apakah masih ada tempat yang kosong. Jika tidak ada, maka pihak ICU melihat apakah ada pasien yang kondisinya cukup baik untuk dipindahkan. Jika tidak ada, terpaksa pasien tersebut harus dirujuk ke tempat lain

Model simulasi ini didekati dengan model antrian dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Kapasitas antrian yang tak terhingga.
2. Waktu antar kedatangan masing-masing pasien tergantung dari asal kelompok pasien (Bangsal, IGD, IBS, dan Poli).
3. Sever dalam sistem ini adalah tempat tidur (*bed*) sejumlah *n*, yang diasumsikan mempunyai service times yang sama dan bekerja secara parallel.
4. Setelah pasien selesai dirawat atau dilayani, maka langsung meninggalkan sistem.



Gambar 3. Bagan model antrian model simulasi

Deskripsi Model Simulasi pada Software

Model simulasi dibuat sesuai dengan sistem nyata, maka model simulasi pada software dibuat dengan kondisi sebagai berikut

1. Dimulai dari waktu simulasi $t = 0$, kemudian ditentukan waktu kedatangan pertama untuk masing-masing kelompok pasien dengan mengacu pada distribusi waktu antar kedatangan masing-masing kelompok pasien. Kemudian ditentukan waktu kedatangan kedua masing-masing kelompok pasien sesuai dengan distribusi waktu antar kedatangan masing-masing kelompok pasien, dan begitu seterusnya sampai simulasi dihentikan (selesai).
2. Kemudian dilihat apa masih ada tempat kosong, kalau tidak ada pasien langsung luar dari sistem dan disimpan datanya disebuah variabel yang menyimpan data jumlah pasien yang ditolak.
3. Apabila masih ada tempat yang kosong pasien dinyatakan masuk dan menempati *bed* ke-*i*, maka ditentukan LOS sesuai dengan distribusi yang telah ditentukan dan *bed* tersebut akan dianggap tidak dapat dipakai sampai batas waktu LOS yang ditentukan.
4. Kemudian proses diulang terus sampai simulasi dihentikan sesuai dengan *run length* dan jumlah replikasi yang ditentukan.
5. Simulasi dilakukan dengan 4 skenario yaitu dengan jumlah *bed* yang sekarang ini (6 *bed*), selanjutnya 7 *bed*, 8 *bed*, dan 9 *bed*.

6. Dengan data input yang sama untuk masing-masing skenario.

Uji Distribusi Data

Untuk mengetahui bentuk distribusi, untuk waktu antar kedatangannya dan *Length of Stay*, maka dilakukan uji distribusi. Dengan bantuan software Arena Versi 3.0 didapat hasilnya pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel hasil Uji Distribusi Data

Tabel hasil <i>distribution fitting</i>		
Pasien 1 : Bangsal	Waktu antar kedatangan	Distribusi Gamma
Pasien 2 : IGD	Waktu antar kedatangan	Distribusi Beta
Pasien 3 : IBS	Waktu antar kedatangan	Distribusi Erlang
Pasien 4 : Poli	Waktu antar kedatangan	Distribusi Erlang
<i>Length of Stay</i> (LOS)	Seluruh pasien	Distribusi Lognormal

Untuk selengkapnya dapat dilihat (hanya untuk pasien 1 dari bangsal) sebagai berikut:

Distribution Summary From Bangsal

Distribution: Gamma
Expression: $-0.5 + \text{GAMM}(1.18, 3.4)$
Square Error: 0.003805

Chi Square Test

Number of intervals = 10
Degrees of freedom = 7
Test Statistic = 11.9
Corresponding p-value = 0.107

Data Summary

Number of Data Points = 432
Min Data Value = 0
Max Data Value = 12
Sample Mean = 3.52
Sample Std Dev = 2.13

Histogram Summary

Histogram Range = -0.5 to 12.5
Number of Intervals = 13

Penentuan *warm-up*, *run length*, jumlah replikasi untuk simulasi sebagai berikut :

- ☞ Penentuan initial condition dilakukan karena tidak mungkin simulasi dimulai dengan jumlah pasien yang menghuni bed adalah pasien 0. Oleh karena itu untuk menentukan *run length* ditentukan selama 5 tahun waktu simulasi, dengan *warming-up period* selama 1 tahun waktu simulasi.
- ☞ Untuk perhitungan jumlah replikasi ditentukan dengan tingkat kesalahan relatif (γ) = 0,15, sehingga $\gamma' = 0,13$. Dan diasumsikan perhitungan hanya dilakukan terhadap data pasien yang ditolak dari seluruh pasien. Hasil yang didapat adalah replikasi 40 kali.

Setelah output hasil simulasi diketahui untuk kondisi saat ini. Selanjutnya untuk melihat apakah model yang dibuat cukup representatif, maka dilakukan validasi terhadap model tersebut. Adapun untuk validasi digunakan teknik *correlated inspection approach* yaitu membanding data antara sistem nyata dengan output simulasi. Dari hasil running dengan replikasi sebanyak 40 kali didapat output simulasi dapat dilihat pada tabel 3.



Tabel 1. Hasil running dengan replikasi 40 kali untuk validasi model simulasi

Run	Bangsai	I G D	I B S	Poli	Pasien Dirawat	Pasien Ditolak
1	445	472	1115	264	2133	163
2	448	474	1057	272	2085	169
3	458	476	1084	243	2115	146
4	460	456	1095	272	2166	117
5	435	451	1045	263	2088	106
6	436	450	1073	284	2070	173
7	459	438	1099	267	2103	160
8	434	454	1009	251	2040	108
9	471	481	1079	273	2112	192
10	454	458	1117	264	2141	152
11	434	473	1090	274	2097	174
12	463	466	1108	271	2144	164
13	442	471	1077	264	2120	134
14	444	464	1067	283	2112	146
15	459	454	1089	275	2114	163
16	460	458	1107	258	2094	189
17	430	463	1118	272	2143	140
18	483	461	1055	277	2140	136
19	451	471	1088	276	2144	142
20	460	471	1066	268	2091	174
21	461	460	1058	259	2095	143
22	460	461	1065	268	2100	154
23	435	450	1059	260	2059	145
24	466	464	1084	256	2102	168
25	451	460	1097	280	2119	169
26	455	451	1058	268	2072	160
27	467	470	1078	274	2112	177
28	434	446	1091	260	2092	139
29	472	465	1078	258	2090	183
30	427	466	1066	283	2095	147
31	462	455	1119	259	2127	168
32	445	468	1072	253	2101	137
33	456	460	1121	272	2136	173
34	460	470	1076	277	2135	148
35	464	440	1066	273	2109	134
36	445	458	1104	276	2079	204
37	438	474	1055	270	2099	138
38	480	464	1071	263	2097	181
39	449	466	1092	275	2107	175
40	435	469	1067	279	2067	183
Mean	452.20	461.98	1080.38	268.35	2106.13	156.85
Std	13.78	9.63	23.22	9.25	26.06	22.00

Dari hasil running simulasi dilakukan perbandingan dengan data dari sistem nyata untuk melihat apakah model tersebut cukup representatif terhadap dunia nyata pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan data sistem nyata dengan output simulasi

Item	Sistem Nyata	Output Simulasi	Selisih (%)
Jumlah pasien yang dirawat	2065	2106.13	1.99
Jumlah pasien dari Bangsal	432	452.20	4.67
Jumlah pasien dari I G D	474	461.98	2.53
Jumlah pasien dari I B S	1064	1080.38	1.54
Jumlah pasien dari Poli	255	268.35	5.23
Jumlah pasien ditolak (rujuk)	160	156.85	1.97

Dari perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa model dapat merepresentasikan sistem nyata, dimana selisihnya berkisar 1.54% sampai dengan 5,23% atau rata-ratanya adalah 2,99% (lebih kecil dari 5%).

Analisis Hasil Simulasi

Untuk menentukan keputusan jumlah *bed* yang diperlukan sesuai dengan keinginan pihak rumah sakit digunakan metode tingkat aspirasi (*aspiration level method*). Untuk itu ditetapkan kriteria aspirasi dimana pihak rumah sakit mengusulkan sebagai berikut :

- Waktu tunggu pasien maksimum 2,5 hari
 Adapun selama ini pihak rumah sakit menempatkan pasien di ruang Instalasi Gawat Darurat (IGD) dengan lama waktu inap (LOS) sampai dengan 4 hari, apabila tempat (*bed*) yang tersedia di ICU penuh dan tidak ada pasien yang dapat dipindahkan dari ICU.
- Rata-rata % *idle bed* maksimum 40%
 Penentuan % *idle bed* maksimum 40% ini didasarkan bahwa pihak rumah sakit berharap jangankan sampai mengalami kerugian dengan bertambahnya jumlah *bed*. Hal ini karena belum ada penelitian yang sejenis sebelumnya.

Berdasarkan kriteria aspirasi keputusan dan perhitungan waktu tunggu dan % *idle bed* diatas, maka dapat dikatakan bahwa jumlah *bed* yang memenuhi tingkat aspirasi yang ditetapkan adalah 7 *bed*, 8 *bed*, dan 9 *bed*. Hasil evaluasi tersebut dapat dirangkum pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil evaluasi dengan kriteria tingkat aspirasi

Jumlah bed	Waktu Tunggu ≤ 2.5 Hari	% idle bed ≤ 40%
6	2.71	11.85
7	2.50	20.43
8	2.34	29.31
9	2.19	36.53

Jumlah *bed* yang dipilih berdasarkan utilitas *bed* tersebut yang, oleh pihak rumah sakit disebutkan sekitar 60%. Jadi kalau penambahan *bed* menyebabkan utilitas *bed* kurang dari 60%, maka alternatif tersebut tidak dipilih. Berdasarkan kriteria aspirasi keputusan bahwa penambahan kapasitas 1 *bed*, 2 *bed*, dan 3 *bed* (ada 3 alternatif) memenuhi kriteria yang ditetapkan maka selanjutnya dilakukan analisis *Benefit Cost Ratio*.

Adapun item-item yang diperlukan untuk investasi menambah 1 *bed* :

- *Bed* (1 untuk 1 *bed*) @ Rp. 5.000.000,-
- *Bed Side Monitor* (1 untuk 1 *bed*) @ Rp. 150.000.000,-
- Ventilator (1 untuk 2 *bed*) @ Rp. 100.000.000,-
- Suction (1 untuk 1 *bed*) @ Rp. 25.000.000,-
- Oksimeter (1 untuk 1 *bed*) @ Rp. 25.000.000,-
- Nebolyzer (1 untuk 1 *bed*) @ Rp. 20.000.000,-
- Infusion Pump (2 untuk 1 *bed*) @ Rp. 10.000.000,-
- Sirine Pump (2 untuk 1 *bed*) @ Rp. 12.000.000,-
- Ruang tidak menjadi masalah, masih ada tempat kosong yang dapat digunakan.

Untuk biaya tahunan yang dikeluarkan adalah :

- Biaya pemeliharaan pertahun sebesar Rp. 2.500.000,-. Yang dimaksud dengan biaya pemeliharaan adalah pemeriksaan teratur pertahun untuk memeriksa kondisi alat-alat tersebut.
- Tenaga kerja (dokter dan perawat)
 Dokter Rp. 860.000 * 12 = Rp. 10.320.000,-
 Perawat Rp. 750.000 * 12 = Rp. 9.000.000,-
 Total Tenaga kerja = Rp. 19.320.000,-

Sedangkan penghasilan (*benefit*) yang didapat (berdasarkan informasi pihak rumah sakit) sebagai berikut :

- Tarif kamar/hari Rp. 50.000,-
- Tindakan medik/hari (rata-rata setiap pasien) Rp. 30.000,-
- Diagnostik Elektromedik/hari (rata-rata setiap pasien) Rp. 50.000,-
- Darah (PMI)/hari (rata-rata setiap pasien) Rp. 10.000,-
- Total penghasilan 1 *bed* setiap hari Rp. 140.000,-

Tabel 6. Hasil nilai-nilai investasi menambah bed (dalam rupiah)

Investasi yang diperlukan	1 bed	2 bed	3 bed
Bed	5,000,000,-	10,000,000,-	15,000,000,-
Bed Side Monitor	150,000,000,-	300,000,000,-	450,000,000,-
Ventilator	100,000,000,-	100,000,000,-	200,000,000,-
Suction	25,000,000,-	50,000,000,-	75,000,000,-
Oksimeter	25,000,000,-	50,000,000,-	75,000,000,-
Nebolezer	20,000,000,-	40,000,000,-	60,000,000,-
Infusion Pump	20,000,000,-	40,000,000,-	60,000,000,-
Sirine Pump	24,000,000,-	48,000,000,-	72,000,000,-
Jumlah	369,000,000,-	638,000,000,-	1,007,000,000,-
Biaya pemeliharaan + tenaga kerja per tahun	21,820,000,-	32,000,000,-	42,500,000,-
Penghasilan per tahun	40,660,270,-	72,245,180,-	97,299,510,-

Perhitungan *Benefit Cost Ratio* ini digunakan beberapa asumsi, yaitu:

- ☞ Umur teknis alat untuk menambah 1 bed adalah 10 tahun, kemudian harus diganti dan tidak ada nilai sisa.
- ☞ Tingkat suku bunga digunakan adalah 10%
- ☞ Perhitungan penghasilan per tahun per bed = $utilisasi \times 365 \text{ hari} \times \text{penghasilan per bed per hari}$.
- ☞ Tidak ada *bad-debt*, artinya semua pasien mampu membayar.

Dari nilai-nilai investasi dan penghasilan dilakukan perhitungan ke nilai mendatang (*Future Value*) untuk jangka waktu 10 tahun dengan bunga 10 % sebagai berikut:

Tabel 7. Tabel *Future Value* (untuk 10 tahun *time span* dan $i = 10\%$)

Biaya dan Penghasilan	1 bed	2 bed	3 bed
Investasi	369,000,000	638,000,000	1,007,000,000
Biaya pemeliharaan + t.k	347,745,340	509,984,000	677,322,500
Penghasilan	648,002,723	1,151,371,434	1,550,662,291

Kriteria untuk menerima atau menolak sebuah alternatif investasi, yaitu alternatif diterima bila $B/C > 1$ dan ditolak bila sebaliknya. Tetapi bila alternatif yang dievaluasi lebih dari sebuah, maka dilakukan analisis inkremental (*incremental analysis*) pada B/C dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 8. Keputusan analisis inkremental

Situasi	Keputusan
$B/C > 1$	Pilih alternatif dengan biaya investasi yang lebih besar
$B/C < 1$	Pilih alternatif dengan biaya investasi yang lebih kecil

Tabel 9. perhitungan *Benefit Cost Ratio*

Biaya dan Penghasilan	Alt. 2 - Alt. 1	Alt. 3 - Alt. 2
Biaya (C)	431,238,660	536,338,500
Penghasilan (B)	503,368,711	399,290,857
B/C	1,167	0,744
Keputusan	Pilih Alternatif 2	Pilih Alternatif 2

Dari perhitungan *Benefit Cost Ratio* didapat hasil keputusan B/C tersebut diatas ternyata alternatif 2 yang terpilih. Dengan demikian, maka alternatif terbaik adalah menambah 2 bed, sehingga total bed menjadi 8 bed.

F. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal penting :

1. Dari validasi model, menunjukkan bahwa model simulasi ini cukup representatif untuk perencanaan kapasitas ICU
2. Dari hasil simulasi didapat bahwa kapasitas yang tersedia saat ini belum optimal, karena adanya jumlah pasien yang tidak dapat ditampung di ICU
3. Berdasarkan kriteria tingkat aspirasi (*aspiration level*) penambahan *bed* sebanyak 1, 2 , dan 3 memenuhi tingkat aspirasi yang diinginkan oleh pihak manajemen rumah sakit.
4. Jumlah *bed* yang diperlukan berdasarkan hasil analisis adalah 8 *bed* (menambah 2 *bed*).

G. DAFTAR PUSTAKA

- Banks, J., Carson, J.S., *Discrete-Event System Simulation*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
- Emshoff, J.R., Simon, R.L., *Design and Use of Computer Simulation*, Macmillan Publishing, New York, 1970.
- Gordon, G., *System Simulation*, 2nd ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1978.
- Hoover, S.V., Perry, R.F., *Simulation : A Problem-Solving Approach*, Addison-Wesley Company, Inc., Unites States of America, 1990.
- Setiawan, S., *Simulasi : Teknik Pemograman dan Metode Analisis*, Andi Offset, Yogyakarta, 1991.
- Shannon, R.E., *System Simulation : The art and Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1975.
- Simatupang, T.M., *Pemodelan Sistem.*, Nindita, Klaten, 1995.

