

**Analisis dan Implementasi Algoritma Rete  
untuk Sistem Pakar Pemilihan Unit Gawat  
Darurat di Kota Bandung**

***Analysis and Implementation of Expert  
System using Rete Algorithm for Selecting  
Emergency Room in Bandung City***

**Tugas Akhir**

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Komputer Fakultas Informatika  
TelkomUniversity

**Aji Tri Santoso  
NIM: 1103120130**



**Program Studi Sarjana Teknik Informatika  
Fakultas Informatika  
Universitas Telkom  
Bandung  
2016**

## Lembar Pengesahan

Analisis dan Implementasi Algoritma Rete untuk Sistem Pakar  
Pemilihan Unit Gawat Darurat di Kota Bandung

*Analysis and Implementation of Expert System using Rete  
Algorithm for Selecting Emergency Room in Bandung City*

Aji Tri Santoso  
NIM: 1103120130

Tugas Akhir ini diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian dari syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana Komputer  
Program Studi Sarjana Teknik Informatika  
Fakultas Informatika Universitas Telkom

Bandung, 22 Agustus 2016  
Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Danang Junaedi, S.T., M.T.  
NIP: 14781566

Amarilis Putri Yanuarifiani, S.T., M.T.I.  
NIP: 14891266

Mengesahkan,  
Kepala Program Studi Teknik Informatika

Dr. Moch Arif Bijaksana, S.T., M.Sc  
NIP: 03650312-4

## **Lembar Pernyataan**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Analisis dan Implementasi Algoritma Rete untuk Sistem Pakar Pemilihan Unit Gawat Darurat di Kota Bandung” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung akibat yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya ini.

Bandung, 22 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan

Aji Tri Santoso

## **Lembar Persembahan**

Alhamdulillahirabbil ‘aalamin, Segala puji dan syukur bagi Allah, yang dengan nama-Nya bumi dihamparkan, yang dengan nama-Nya langit ditinggikan. Kedamaian dan kesejahteraan dari-Nya semoga tercurah bagi Rasulullah saw, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya. Atas berkat rahmat Allah Subhanahu wa Taala, Ar-Rahman, Sang Maha Pengasih akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan buku Tugas Akhir ini. Selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mendapat berbagai bimbingan dan wejangan dari berbagai macam pihak. Oleh karena itu, melalui Lembar Persembahan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Persembahan kasih kepada kedua Ibu, yang di Surga dan di Bumi, dan pernyataan bakti kepada Bapak.
2. Kedua kakak tercinta, yang menjadi pegangan hidup dan panutan penulis.
3. Bapak Danang Junaedi, M.T. yang membimbing penulis selama pengerjaan tugas akhir. Berbagai nilai-nilai kebenaran dan senantiasa bekerjasama dengan penulis, saya pribadi berharap dapat saling berbagi ilmu lagi di lain kesempatan.
4. Seluruh keluarga IF 36 06 yang menemani hari-hari penulis, sampai bertemu di kesempatan lain.
5. Seluruh civitas akademika Telkom University yang telah membangun karakter penulis dan menjadi tempat penulis mencari ilmu khususnya fakultas Informatika,
6. Seluruh anggota UKM jurnalistik Aksara Telkom University, telah menjadi rumah kedua penulis.

## Abstrak

Kejadian gawat darurat adalah kondisi dimana respon dibutuhkan dari pasien, keluarga, atau siapapun yang dianggap mempunyai kewajiban untuk mengambil keputusan membawa pasien ke rumah sakit untuk tindakan medis segera mungkin. Dalam menentukan pemilihan Unit Gawat Darurat (UGD) rumah sakit tujuan harus mempertimbangkan beberapa kriteria. Pada penelitian ini dibangun sistem pakar untuk mendapatkan kesesuaian UGD. Kriteria yang menjadi pertimbangan pemilihan UGD adalah kondisi pasien, waktu tempuh, ketersediaan dokter jaga, ketersediaan ruang operasi, ada ruang inap dan ruang ICU rumah sakit. Sistem pakar yang dibangun atas model berbasis pengetahuan (knowledge base). Pengetahuan yang disimpan menjadi rule diolah dengan mesin inferensi menggunakan algoritma Rete. Implementasi algoritma Rete yaitu dengan membuat hubungan antar node pada graf asiklik yang membentuk suatu jaringan Rete. Hubungan antar node dirancang agar bisa menghilangkan redundansi proses komputasi dari satu siklus ke siklus selanjutnya. Melalui penggunaan algoritma Rete pada rule based system diperoleh kecepatan dan efisiensi komputasi dengan mengurangi usaha yang dilakukan untuk komputasi berulang dari conflict set setelah aturan (rule) dieksekusi.

**Kata Kunci:** sistem pakar, algoritma Rete, knowledge base, inference engine, unit gawat darurat

## Abstract

Emergency medical situation are conditions in which a rapid response is required from patient itself, family, or anyone nearby. In case of Emergency everyone is deemed to have obligation to make quick decision taking the patient to hospital for medical treatment. Transporting severely injured patients in emergency case can be time consuming and resource consuming. This practical application of our system can be used to determining suitable hospital for patient in timely manner. Several objective and criteria should be considered to increase the patient's life expectancy. In this study, we build Expert System (ES) to obtain suitable hospital using criteria patient conditions, travel time, availability of doctor, availability of operating room, ICU, and ICCU rooms. An Expert System built upon knowledge base model, this knowledge stored into rule and processed by inference engine using Rete Algorithm which is built from Rete network. The relationship in between nodes in Rete Algorithm designed to eliminate redundancy of computer processes of Expert System. Through the using of the Rete algorithm on the rule based system, the speed and efficiency of computing by reducing the effort made for repeated computation of the conflict set after the rule is executed.

**Keywords:** : rete algorithm, expert system, inference engine, knowledge based.

## Kata Pengantar

*Bismillahirrahmanirrahim.*  
*“Demi matahari dan cahayanya,*  
*dan bulan apabila mengiringinya,*  
*dan siang apabila menampakannya,*  
*dan malam apabila menutupinya.*  
*Dan langit serta yang membangunkannya.*  
*Dan bumi serta yang membentangkannya.*  
*Dan jiwa serta yang menyempurnakannya.”*  
*QS. Asy-Syams (Matahari) 91:1-7*

Segala puji dan syukur bagi Allah semata, karena berkat rahmat dan kebesaran-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan buku Tugas Akhir dengan judul “Analisis dan Implementasi Algoritma Rete untuk Sistem Pakar Pemilihan Unit Gawat Darurat di Kota Bandung” sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Telkom. Akhirnya, penulis berharap penelitian ini mendapatkan sambutan yang baik dari masyarakat keilmuan dan memberi dampak yang bermanfaat pula bagi perubahan. Atas segala masukan, saran dan kritik demi perbaikan, penulis mengucapkan terimakasih. Semoga Allah SWT senantiasa memudahkan dan melapangkan upaya kita dalam menjalankan Program-Nya. Amin.

Bandung, 22 Agustus 2016

Aji Tri Santoso

# Daftar Isi

Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pernyataan	iii
Lembar Persembahan	i
Abstrak	ii
Abstract	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
<b>I Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Perumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Batasan Masalah . . . . .	2
1.4 Tujuan . . . . .	2
1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah . . . . .	3
1.6 Sistematika Penulisan . . . . .	3
1.7 Hipotesis . . . . .	4
<b>II Landasan Teori</b>	<b>5</b>
2.1 Arsitektur Sistem Pakar . . . . .	5
2.2 <i>Forward Chaining</i> . . . . .	6
2.3 Algoritma Rete . . . . .	7
2.4 SPGDT . . . . .	9
2.5 Kelebihan Sistem Pakar . . . . .	11
2.6 Related Works . . . . .	11
<b>III Analisis dan Perancangan Sistem</b>	<b>13</b>
3.1 Gambaran Umum Sistem . . . . .	13
3.2 Data Kriteria . . . . .	14
3.3 Uji Akurasi . . . . .	16
3.4 Fungsional Sistem . . . . .	16



3.5	Deskripsi Lingkup Operasional . . . . .	16
<b>IV</b>	<b>Analisis dan Perancangan Sistem</b>	<b>18</b>
4.1	title . . . . .	18
4.2	Persamaan Air Dangkal . . . . .	18
4.2.1	Cara memanggil pustaka . . . . .	18
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>19</b>
	<b>Lampiran</b>	<b>20</b>

## Daftar Gambar

2.1	Komponen Sistem Pakar [7]	5
2.2	Proses Mesin Inferensi	7
2.3	Contoh Jaringan terbentuk dari algoritma Rete	8
2.4	Kodefikasi untuk penyeragaman kelas dan ruang RS	10
2.5	Kodefikasi untuk penyeragaman tipe Pasien	10
2.6	Peran dan kerja praktisi SPGDT	11
3.1	Diagram Blok Gambaran Umum Sistem	13
3.2	Simulasi sistem	14
3.3	Lokasi RS UGD hasil keluaran sistem	14
3.4	Data ketersediaan Rumah Sakit dari SPGDT	15
3.5	Data ketersediaan Dokter Rumah Sakit dari SPGDT	16
4.1	Caption	18

## Daftar Tabel

# Bab I

## Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Kejadian gawat darurat dapat diartikan sebagai keadaan dimana seseorang membutuhkan pertolongan segera karena apabila tidak mendapatkan pertolongan dapat mengancam jiwa atau menimbulkan kecacatan. Menurut American Hospital Association (AHA) dalam Herkutanto [6] keadaan darurat adalah kondisi dimana respon dibutuhkan dari pasien, keluarga, atau siapapun yang dianggap mempunyai kewajiban untuk mengambil keputusan membawa pasien ke rumah sakit untuk tindakan medis segera mungkin. Dalam penanganan gawat darurat fase pra-rumah sakit terlibat pula unsur-unsur masyarakat non-tenaga kesehatan. Kecepatan dan ketepatan tindakan pada fase pra-rumah sakit sangat menentukan tingkat keselamatan pasien. Fase pra-rumah sakit dimulai ketika warga sekitar lokasi terjadi memberikan pertolongan pertama atau memanggil tim medis gawat darurat hingga selama transportasi ke rumah sakit. Pada fase ini waktu menjadi faktor penting berhubungan dengan tingkat keselamatan jiwa korban [1]. Tidak setiap rumah sakit dapat menyediakan perawatan yang tepat sesuai kondisi korban pada saat kejadian gawat darurat. Kesalahan dalam membawa korban ke rumah sakit yang tidak sesuai kondisi korban dan sumber daya rumah sakit bisa berakibat mesti berpindahnya pasien ke tempat lain hingga menemukan kesesuaian. Pembuat keputusan harus menentukan secara tepat dan cepat pemilihan Unit Gawat Darurat (UGD) di rumah sakit tujuan. Sedangkan pembuat keputusan mungkin merupakan masyarakat awam di lokasi yang minim informasi penanganan gawat darurat. Untuk itu diperlukan sebuah sistem pakar untuk permasalahan pemilihan UGD Kejadian yang sering terjadi adalah pengambil keputusan hanya memperhitungkan jarak rumah sakit terdekat. Padahal jika rumah sakit yang dituju tidak mempunyai ketersediaan dokter jaga sesuai kondisi korban, ketersediaan ruang ICU, ketersediaan ruang operasi maka harus berpindah ke rumah sakit lain hingga menemukan kesesuaian [13]. Sebagai contoh adalah pengalaman pribadi netizen yang termuat di portal berita [10] yang ditolak dua rumah sakit dengan alasan kamar perawatan penuh dan tidak tersedia alat sesuai untuk menangani kondisi gawat darurat yang sedang dialami. Weng dan Kuo [13] dalam penelitiannya membangun sistem pakar gawat darurat untuk daerah dengan sumber daya medis yang kurang. Dalam penelitiannya Weng dan Kuo membuat knowledge base pemilihan UGD untuk menemukan kesesuaian antara UGD dan pasien. Mesin inferensi yang digunakan adalah metode runut maju (Forward Chaining). Priyandari [9] menggunakan model kaidah

pemilihan UGD dari penelitian Weng dan Kuo tetapi mengganti kriteria jarak dengan estimasi waktu tempuh untuk mengatasi arus lalu lintas perkotaan yang padat. Mesin inferensi yang digunakan sama yaitu forward chaining. Dalam penerapan Forward chaining timbul masalah ketika rule-base terlalu besar karena terjadi repetisi pemeriksaan setiap rule terhadap fakta akan mahal dari segi komputasi. Sehingga kompleksitas yang dihasilkan eksponensial [5]. Pada tugas akhir ini metode yang diusulkan untuk menentukan pemilihan UGD menggunakan algoritma Rete. Algoritma yang dikembangkan Dr. Charles Forgy [4] ini menggunakan hubungan antar nodes dalam graf asiklik berarah. Algoritma ini dipilih karena dapat memberikan peningkatan kecepatan komputasi forward chaining rule-based system dengan mengurangi usaha yang dilakukan untuk komputasi berulang dari conflict set setelah aturan (rule) dieksekusi. Faktor yang menjadi pertimbangan pemilihan adalah kondisi pasien, waktu tempuh lokasi ke UGD, ketersediaan dokter jaga, ketersediaan ruang operasi, ruang inap dan ruang ICU rumah sakit. Daerah kajian yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah rumah sakit dengan Unit Gawat Darurat di wilayah administrasi kota Bandung.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi algoritma Rete dalam memberikan pemilihan UGD?
2. Bagaimana pengaruh penerapan algoritma Rete dalam sistem pakar pemilihan UGD?
3. Bagaimana performansi sistem pakar dalam menghasilkan pemilihan UGD?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Perhitungan waktu tempuh dari titik lokasi kejadian gawat darurat ke UGD sudah diketahui dan tidak menjadi pokok bahasan.
2. Rute yang dipilih untuk menuju UGD tidak menjadi pokok bahasan dalam tugas akhir ini.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini antara lain:

1. Mengetahui penerapan algoritma Rete hingga menghasilkan sistem pakar pemilihan UGD.
2. Mengetahui pengaruh penerapan algoritma Rete dalam sistem pakar pemilihan UGD.
3. Mengetahui pengaruh penerapan algoritma Rete dalam sistem pakar pemilihan UGD.

## 1.5 Metodologi Penyelesaian Masalah

Adapun metode penyelesaian yang akan dilakukan untuk penyelesaian tugas akhir ini yaitu:

1. Studi Literatur

Penulis melakukan pencarian informasi yang dibutuhkan untuk penyelesaian tugas akhir ini melalui buku, jurnal yang telah terindeks publikasi, dan berbagai sumber lain yang membahas sistem pakar (expert system) serta algoritma Rete sehingga dapat merumuskan latar belakang dan kontribusi keilmuan dari penelitian yang dilakukan.

2. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Penulis mengumpulkan data studi kasus dengan melakukan survey dan observasi ke lapangan dan instansi terkait di wilayah administrasi kota Bandung. Survey yang dilakukan adalah pendataan lokasi rumah sakit dan sumber daya UGD di rumah sakit tersebut. Diskusi dengan tenaga ahli di bidang yang berhubungan penanganan Unit Gawat Darurat. Data yang kemudian diolah untuk bisa digunakan sebagai knowledge acquisition di sistem pakar yang dibangun.

3. Analisis dan Perancangan Sistem

Data yang telah melalui tahap pengolahan direpresentasikan untuk membentuk knowledge base, aturan inferensi yang digunakan. Selain itu User Interface sebagai salah satu komponen sistem pakar dirancang pada tahap ini.

4. Implementasi Model

Model sistem yang telah dibangun kemudian disiapkan untuk tahap implementasi menjadi sebuah sistem pembantu pakar yang siap pakai dengan menerapkan mesin inferensi terhadap basis pengetahuan pada kasus pemilihan UGD di kota Bandung.

5. Pengujian dan penarikan kesimpulan

Sistem yang telah dibangun dijalankan dianalisis pada lingkungan yang telah disiapkan untuk uji coba. Pengujian menganalisis apakah sistem yang dibangun sesuai dengan hipotesis diawal .Dan dari hasil pengamatan dilakukan penarikan kesimpulan.

6. Penyusunan Laporan

Laporan berisi dokumentasi dari tahap studi literature sampai dengan penarikan kesimpulan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Pada bagian ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penyelesaian masalah, sistematika penulisan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2. Landasan Teori

Bab ini menjelaskan mengenai teori ilmu yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam tugas akhir ini.

3. Analisis dan Perancangan Sistem

Pada bab ini menjelaskan metodologi penelitian, analisis kebutuhan penelitian serta proses bagaimana proses dalam perancang sistem yang akan dibangun.

4. Implementasi dan Pengujian

Bab ini menjelaskan bagaimana sistem tugas akhir ini di implementasikan serta pengujian yang dilakukan untuk menganalisis hasil dari performansi sistem yang dibangun.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran ditarik dari penelitian yang dilakukan sebagai sumbangsih penulis untuk penelitian selanjutnya.

## 1.7 Hipotesis

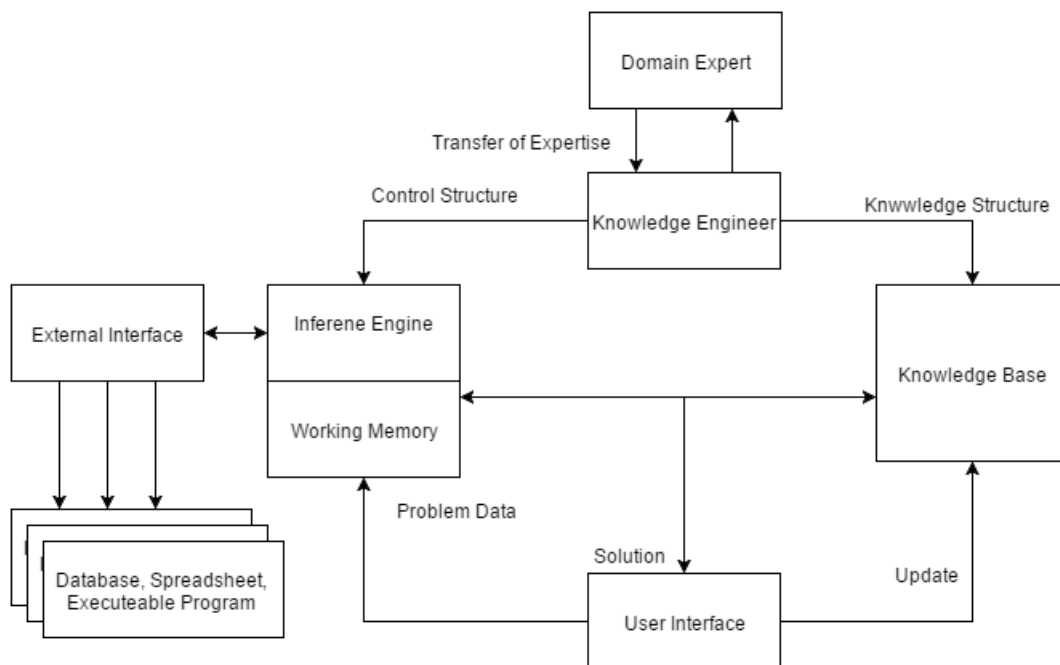
Dengan menggunakan sistem pakar pemilihan UGD akan mampu menemukan kecocokan dengan kondisi pasien tanpa harus berpindah-pindah rumah sakit. Algoritma Rete mempunyai kompleksitas linear sehingga dapat menangani rule dari sistem pakar dengan skala yang semakin besar dengan tanpa mengurangi performansi. Namun, algoritma Rete membutuhkan kapasitas penyimpanan yang besar untuk menyimpan state dari sistem pakar dari tiap siklus. Pertambahan kebutuhan kapasitas penyimpanan dengan 2 penerapan algoritma Rete sebanding dengan peningkatan kecepatan dan efisiensi komputasi.

## Bab II

### Landasan Teori

#### 2.1 Arsitektur Sistem Pakar

Sistem pakar (Expert System) adalah sistem informasi berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan ahli atau pakar untuk mencapai kinerja pengambilan keputusan tingkat tinggi dalam domain masalah yang ditentukan menurut Turban [3]. Berikut Gambar 2.1 memperlihatkan arsitektur komponen pembangun sistem pakar:



Gambar 2.1: Komponen Sistem Pakar [7]

Penjelasan komponen penyusun dari sistem pakar sebagai berikut:

- User Interface  
Tampilan antarmuka sebagai media komunikasi antara pengguna dengan sistem pakar.
- Knowledge Base  
Basis pengetahuan berisi pengetahuan yang relevan untuk sistem memahami, merumuskan dan memecahkan masalah. Terdiri dari dua elemen dasar yaitu fakta (facts) dan aturan (rules). Fakta menggambarkan



karakteristik situasi masalah dan teori pada bidang masalah. Aturan mewakili pengetahuan ahli untuk memecahkan masalah tertentu dalam domain.

- **Knowledge Acquisition**  
Akuisisi pengetahuan pemecahan masalah dari pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi lain untuk program komputer. Potensi sumber pengetahuan bisa berupa manusia, buku teks, dokumen multimedia, database, dan laporan penelitian.
- **Inference Engine**  
Merupakan otak dari sistem pakar. Komponen ini menyediakan suatu metode untuk penalaran (reasoning) informasi yang terdapat dalam knowledge base dan workplace untuk merumuskan kesimpulan.
- **Workplace**  
Sebagai tempat penyimpanan data masalah berupa hasil sementara, hipotesis dan keputusan yang sedang dikerjakan.
- **Explanation Subsystem**  
Komponen tambahan yang meningkatkan kemampuan sistem pakar dengan menjelaskan kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui jawaban pertanyaan.
- **Knowledge Refining System**  
Orang yang ahli di bidang tertentu dapat melakukan analisis dan peningkatan performa penafsiran miliknya. Begitu juga sistem pakar membutuhkan evaluasi untuk meningkatkan hasil yang lebih akurat melalui knowledge base serta kemampuan reasoning yang lebih efektif.

## 2.2 *Forward Chaining*

Merupakan salah satu metode inferensi yang menghasilkan solusi dengan melakukan penalaran terhadap suatu masalah. Dikenal juga dengan data-driven karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia kemudian baru menghasilkan konklusi. Pola pendekatan penalaran forward chaining adalah IF (informasi) THEN (konklusi). Pelacakan kedepan dilakukan dari sekumpulan fakta dan mencari kaidah yang cocok hingga menuju kesimpulan. Berikut Algoritma 1 merupakan contoh dari proses forward chaining dalam menghasilkan konklusi dari aturan produksi:

---

### **Algorithm 1** Forward chaining

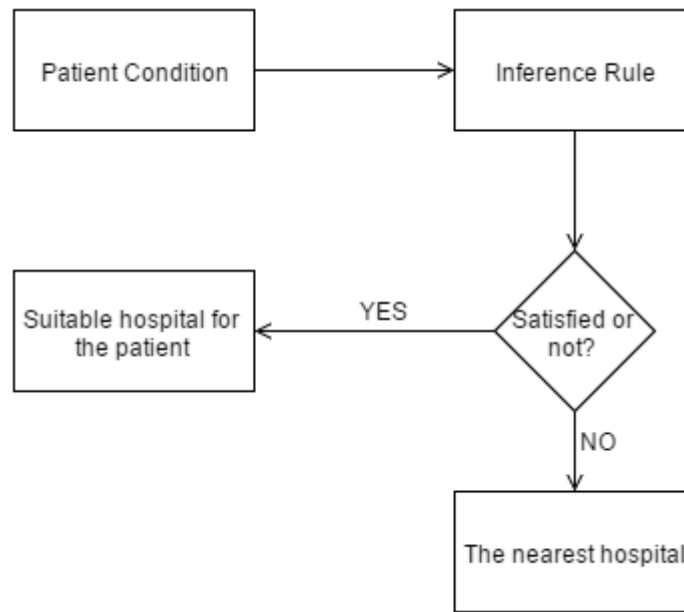
---

```

1: if (Pasien Hamil) AND (kontraksi) AND (premature) then
2:   UGDRumahBersalin
3: end if

```

---



Gambar 2.2: Proses Mesin Inferensi

Berikut gambar 2.2 tentang ilustrasi dari proses yang terjadi pada mesin inferensi:

Penjelasan dari proses mesin inferensi pada Gambar 2.2 adalah dengan input berupa kondisi pasien. Misal pasien mengalami kelahiran premature. Dengan aturan inferensi dilakukan pengecekan dari knowledge base terhadap kecocokan rumah sakit. Mesin inferensi akan memeriksa aturan produksi terhadap UGD rumah sakit A, UGD rumah sakit B dan seterusnya. Berdasarkan kondisi pasien yang digunakan sebagai contoh maka UGD yang cocok memiliki factor waktu tempuh terdekat, terdapat dokter jaga, terdapat dokter Gynecology, tersedia ruang bersalin yang sedang kosong.

## 2.3 Algoritma Rete

Charles R. Forgy [4] mengembangkan algoritma Rete yang dikenal efisien dalam menyelesaikan berbagai permasalahan pattern matching. Merupakan solusi dari beberapa permasalahan di sistem pakar dimana jika knowledge base terdiri dari banyak rules akan menurunkan performansi. Ide utama dari algoritma rete adalah dengan melakukan komputasi himpunan rules secara instantiation incremental, berdasarkan dua pendekatan:

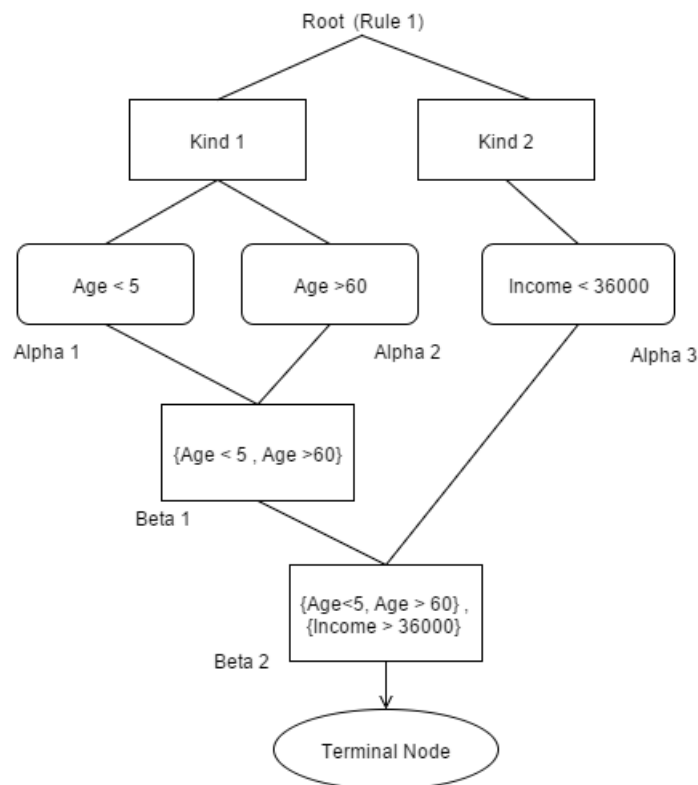
1. Memorisation:

Untuk setiap siklus ke siklus selanjutnya tidak terjadi perubahan yang berarti terhadap himpunan rules. Sehingga hanya dilakukan komputasi di perubahan yang terjadi, sedangkan beberapa bagian rules tetap dipertahankan. Tidak perlu melakukan komputasi rules menyeluruh untuk tiap siklus.

## 2. Sharing:

Beberapa rules digunakan sebagai kondisi sama yang sering terjadi, sehingga seluruh rules difaktorkan kedalam kondisi yang terdapat mirip.

Implementasi algoritma Rete yaitu dengan membuat hubungan antar node yang membentuk suatu jaringan. Hubungan antar node dirancang agar bisa menghemat proses komputasi dari suatu siklus ke siklus selanjutnya. Komputasi ulang perubahan hanya untuk fakta-fakta yang akan dimodifikasi. Sebagai contoh misal diketahui sebuah rule sebagai berikut: If age fewer than 60 or age fewer than 5 or income fewer than 36000 then concession = 50/100. Maka jaringan Rete yang tersebut akan seperti di Gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.3: Contoh Jaringan terbentuk dari algoritma Rete

Penjelasan dari jaringan yang terbentuk oleh algoritma Rete pada Gambar 2.3 adalah sebagai berikut :

### 1. Alpha Network

Berfungsi untuk memilih individu working memory element (WME) berdasarkan uji kondisional sederhana untuk membandingkan node WME yang memiliki kesamaan atribut. Percabangan mungkin terjadi pada Alpha node untuk meminimalkan redundansi.

### 2. Beta Network

Merupakan gabungan dari WME dan melakukan pemrosesan token. To-

ken adalah unit penyimpanan yang berada di memori dan unit pertukaran antar memori dengan node. Setiap Beta node dapat menghasilkan token baru untuk menahan daftar WME yang merepresentasikan kecocokan partial. WME yang mencapai ujung cabang dari Beta Node merepresentasikan tahap lengkap kecocokan untuk satu produksi. Kemudian proses selanjutnya dikirim ke terminal node.

### 3. Conflict Resolution

Pada setiap satu siklus match-resolve-act, mesin inferensi akan menemukan semua kemungkinan kecocokan untuk fakta yang sedang diolah di working memory. Setelah semua kecocokan ditemukan, aturan produksi yang berhubungan telah diaktifkan dalam agenda. Mesin inferensi akan menentukan aturan produksi yang tereksekusi.

## 2.4 SPGDT

Sistem Penanggulangan Gawat Darurat Terpadu (SPGDT) dari dinas kesehatan merupakan sistem untuk penanggulangan pasien gawat darurat yang terdiri dari *pra hospital*, *intra hospital* dan *inter hospital* menekankan pada keselamatan jiwa pasien menggunakan kode akses telekomunikasi 119[11]. Layanan medis gawat darurat mengatur lebih khusus tentang penanganan medis bagi korban (standar medis Gawat Darurat, Tindakan Medis), kriteria Gawat Darurat, kriteria bukan Gawat Darurat serta pelatihan -pelatihan untuk peningkatan kompetensi SDM bidang kegawatdaruratan.

Informasi yang bisa didapatkan pasien melalui panggilan call center 119 adaah informasi fasilitas kesehatan dan informasi ambulan. Menggunakan *call tracker* praktisi SPGDT akan menelusuri lokasi penelepon kemudian dengan algoritma kegawat daruratan yang ditetapkan oleh kementrian kesehatan terdapat alur atau langkah - langkah dalam penanganan kegawat daruratan sebagai panduan bagi agen / praktisi. Informasi ketersediaan tempat tidur sudah tersedia meliputi jumlah tempat tidur kosong di Rumah Sakit baik rawat inap maupun kamar intensif. Ketenagaan dalam bidang SPGDT meliputi :

1. Koordinator
2. Petugas Call Center
3. Petugas kesehatan (tenaga medis atau tenaga kesehatan lainnya)
4. Pengemudi Ambulan

Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIM-RS) adalah sebuah sistem informasi disiapkan untuk menangani keseluruhan proses manajemen Rumah Sakit, mulai dari pelayanan diagnosa dan tindakan pasien, rekam medis, database personalia hingga pengendalian dan manajemen kamar. SIMRS yang ideal dapat melakukan "bongkar- pasang" modul untuk bisa berkomunikasi

dengan layanan lainnya diluar proses bisnis Rumah Sakit. Di Indonesia terdapat sistem informasi rawat inap yang dapat menyajikan informasi ketersediaan kamar tidur rawat inap kepada pasien secara *real time*. Dalam pengiriman data agar seragam dan tidak terjadi kesalahan informasi telah dibuat aturan kodefikasi oleh kementerian kesehatan dengan contoh sebagai berikut :

NO	TIPE KELAS/RUANG	KODE	18	ICU	0018
1	Suite Room	0001	19	PICU	0019
2	VVIP	0002	20	NICU	0020
3	Super VIP A	0003	21	ICCU	0021
4	Super VIP B	0004	22	ICVCU	0022
5	VIP	0005	23	HCU	0023
6	Kelas Utama	0006	24	Perinatologi	0024
7	Eksekutif	0007	25	Isolasi	0025
8	Intermediate	0008	26	Stroke Unit	0026
9	CVCU Pediatrik	0009	27	Kelas 1 anak	0027
10	ICU anak Surgical dan Medical	0010	28	Kelas 2 anak	0028
11	ICU Dewasa	0011	29	Kelas 3 anak	0029
12	IW Bedah	0012	30	Kelas 1 Dewasa	0030
13	Rawat Bedah GP II LT 6	0013	31	Kelas 2 Dewasa	0031
14	Rawat Bedah GP I LT 3	0014	32	Kelas 3 Dewasa	0032
15	Kelas 1	0015			
16	Kelas 2	0016			
17	kelas 3	0017			

Gambar 2.4: Kodefikasi untuk penyeragaman kelas dan ruang RS

Pada Gambar 2.4 memperlihatkan aturan penulisan untuk ketersediaan kamar dalam Rumah Sakit, sedangkan akan diperlihatkan kodefikasi untuk tipe pasien pada gambar 2.5 dibawah ini :

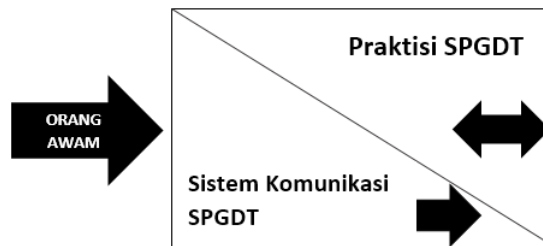
NO	TIPE PASIEN	KODE	15	Dewasa Wanita (Kanker)	0015
1	Anak	0001	16	Dewasa Pria (Infeksi)	0016
2	Anak (Luka Bakar)	0002	17	Dewasa Wanita (Infeksi)	0017
3	Kebidanan	0003	18	Dewasa Pria (Jiwa)	0018
4	Dewasa Pria (Bedah)	0004	19	Dewasa Wanita (Jiwa)	0019
5	Dewasa Wanita (Bedah)	0005	20	Dewasa Pria (Orthopedi)	0020
6	Dewasa Pria (Syaraf)	0006	21	Dewasa Wanita (Orthopedi)	0021
7	Dewasa Wanita (Syaraf)	0007	22	Dewasa Pria (Rehab Medik)	0022
8	Dewasa Pria (Jantung)	0008	23	Dewasa Wanita (Rehab Medik)	0023
9	Dewasa Wanita (Jantung)	0009	24	Dewasa Pria (NAPZA)	0024
10	Dewasa Pria (Dalam)	0010	25	Dewasa Wanita (NAPZA)	0025
11	Dewasa Wanita (Dalam)	0011	26	Dewasa Pria (Luka Bakar)	0026
12	Dewasa Pria (Paru)	0012	27	Dewasa Wanita (Luka Bakar)	0027
13	Dewasa Wanita (Paru)	0013			
14	Dewasa Pria (Kanker)	0014			

Gambar 2.5: Kodefikasi untuk penyeragaman tipe Pasien

## 2.5 Kelebihan Sistem Pakar

Pada pemrograman sistem komputer biasa yang dapat melakukan penerapan aturan bagaimana sistem atau program dapat bekerja adalah seorang ahli IT dengan menggunakan bahasa pemrograman. Dengan dibuatnya sistem pakar aturan atau logis sistem dalam bekerja akan diterjemahkan kedalam *rule* menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh seorang Ahli dalam ranah tertentu tidak hanya ahli IT saja. Sehingga Ahli di bidangnya dapat melakukan *review* bahkan *edit* terhadap aturan logis di sistem dengan pengawasan minim seorang Ahli IT atau tidak sama sekali. Dalam praktik penggunaan sistem pakar tidak menggantikan kedudukan seorang pakar tetapi untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman pakar tersebut sehingga mudah dijangkau oleh orang awam.

Dalam tugas akhir ini pengetahuan pakar yang akan digunakan oleh sistem adalah tenaga Ahli kegawat daruratan. Pakar ini dalam bertindak dalam ranah *Pra-Hospital* untuk merujuk pasien ke Rumah Sakit yang mempunyai sumber daya sesuai kondisi pasien [11]. Dengan menggunakan sistem pakar



Gambar 2.6: Peran dan kerja praktisi SPGDT

diharapkan kerja praktisi manual seperti pada Gambar 2.6 akan terbantu. Sistem yang dibangun akan meminimalisir kesalahan rujukan ke Rumah Sakit yang ternyata tidak bisa menangani pasien. Tahap program SPGDT di kota Bandung masih berjalan setengah manual (via telepon) tetapi terlihat animo masyarakat yang tinggi ditunjukkan dengan banyaknya pertanyaan yang masuk ke saluran telepon SPGDT untuk menanyakan klinik yang buka 24 jam, maupun menanyakan Rumah Sakit mana yang mempunyai kamar ICU kosong [12]. Hasil keluaran dari sistem pakar terbukti menunjukkan keputusan yang *steady*, *unemotional* dan *complete response*.

## 2.6 Related Works

Penelitian terkait untuk kasus ini dilakukan Zhen [8] dalam penelitiannya membangun decision rule untuk penjadwalan mobil ambulans. Dalam penelitian Zhen [8] memperhitungkan rata-rata response time dan data stokastik kondisi lalu lintas, waktu tempuh sehingga korban gawat darurat dapat dicapai dalam waktu yang efisien. Hasilnya permintaan mobil ambulans dapat dipenuhi tepat waktu sesuai rule yang dibangun. Bowen [2] dalam peneli-

tiannya menggunakan sistem keputusan untuk relokasi persebaran ambulan di daerah perkotaan dengan harapan meningkatkan kesiapan ketika terjadi kejadian gawat darurat. Hasilnya berupa distribusi mobil ambulans yang mampu melayani permintaan di satu area secara menyeluruh. Penelitian [8] dan Bowen [2] berpusat pada bagaimana meningkatkan kinerja unit ambulans sebagai transportasi ketika terjadi kejadian gawat darurat. Namun, dalam rangka memberikan pertolongan terhadap korban gawat darurat dapat tidak hanya dibutuhkan peningkatan pelayanan mobil ambulans tetapi juga ketepatan pemilihan unit gawat darurat tujuan dengan memperhatikan sudut pandang korban dan sumber daya UGD apapun mode transportasinya.

Weng dan Kuo [13] dalam penelitiannya membangun sistem informasi pakar gawat darurat untuk daerah dengan sumber daya medis yang kurang. Faktor yang digunakan dalam pemilihan UGD adalah kondisi pasien, jarak dari lokasi kejadian gawat darurat ke UGD tujuan, ketersediaan dokter jaga, ketersediaan ruang operasi, ketersediaan ruang ICU, ketersediaan ruang inap. Dalam penelitian tersebut dikembangkan kaidah pemilihan unit gawat darurat berdasar kondisi korban. Kaidah yang dibangun memungkinkan sistem menampilkan rumah sakit yang cocok untuk korban pada waktu kejadian gawat darurat menggunakan pola runut maju (Forward Chaining). Priyandari [9] menggunakan model kaidah pemilihan UGD dari penelitian Weng dan Kuo tetapi mengganti kriteria jarak dengan estimasi waktu tempuh untuk mengatasi arus lalu lintas perkotaan yang padat. Mesin inferensi yang digunakan sama yaitu forward chaining.

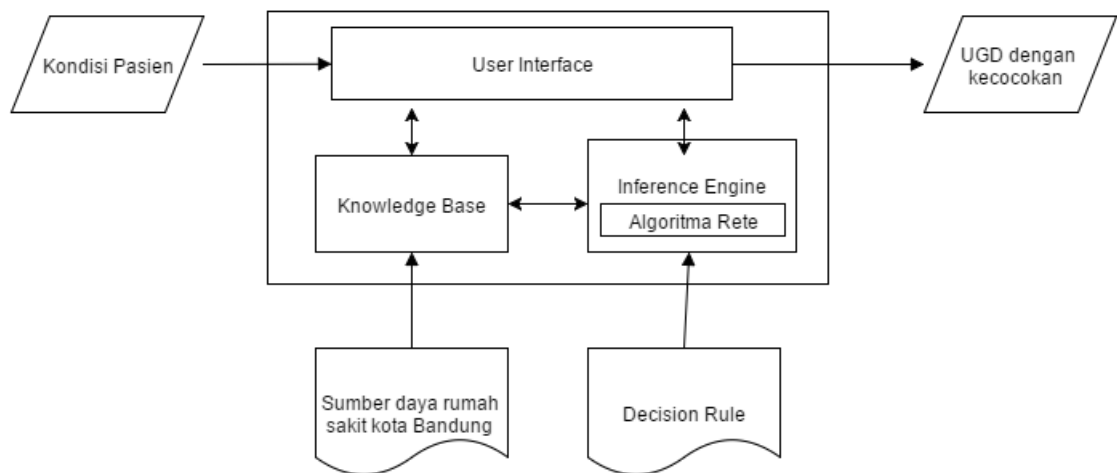
Dalam penelitian tugas akhir ini penulis mempertimbangkan penggunaan faktor pemilihan UGD yang dikembangkan pada penelitian Priyandari [9] dan dilakukan studi lebih lanjut model kaidah pemilihan UGD hasil dari penelitian Weng dan Kuo [13] untuk disesuaikan dengan studi kasus pada tugas akhir ini. Sistem yang akan dibangun berupa sistem pakar pemilihan UGD untuk wilayah kota Bandung. Algoritma yang akan diterapkan pada inference engine adalah algoritma Rete.

# Bab III

## Analisis dan Perancangan Sistem

### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Berikut Gambar 3.1 merupakan diagram blok dari sistem pakar yang dibangun:



Gambar 3.1: Diagram Blok Gambaran Umum Sistem

Diagram blok pada Gambar 3.1 menggambarkan sistem dalam bekerja menerima input berupa kondisi pasien atau korban kejadian gawat darurat melalui interface sistem pakar. Knowledge base yang dibangun melalui metode pengumpulan data (observasi, wawancara pakar, studi literature) di intepretasikan kedalam basis pengetahuan sistem pakar. Inference Engine dimana algoritma Rete diterapkan bertugas sebagai otak sistem pakar untuk melakukan pemilihan UGD berdasarkan rule dan knowledge base yang telah dibangun.

Berikut tahap dari pembangunan sistem pakar pemilihan UGD:

1. Pembangunan knowledge base berupa informasi sumber daya rumah sakit di kota Bandung
2. Menentukan kaidah pemilihan Unit Gawat Darurat untuk membangun decision rule yang digunakan dalam Inference Engine.
3. Membangun inference engine dengan algoritma Rete
4. Membangun user interface untuk menerima input berupa kondisi pasien dan menampilkan output berupa UGD dengan kecocokan yang dihasilkan oleh Inference Engine.



Berikut simulasi menggambarkan bagaimana sistem yang dibangun bekerja akan diperlihatkan :

Kasus Simulasi	
<b>Waktu dan Lokasi kejadian darurat</b>	Jl. Buah Batu, 00:30 WIB
<b>Penyebab Kejadian</b>	Kecelakaan Mobil
<b>Kondisi Pasien</b>	Ibu Hamil kontraksi premature
<b>Tanpa Sistem Pakar</b>	
<b>Rumah Sakit Pilihan</b>	RS Muhammadiyah
<b>Alasan</b>	Jarak Terdekat
<b>Hasil</b>	Kemungkinan untuk pindah ke rumah sakit lain
<b>Dengan Sistem Pakar</b>	
<b>Rumah Sakit Pilihan</b>	Rumah Bersalin Tunas Harapan
<b>Alasan</b>	Jarak Terdekat, ketersediaan dokter jaga, ketersediaan <i>Gynecologys</i> , ada kamar bersalin kosong
<b>Hasil</b>	Tersedia, Pasien tidak perlu dipindahkan.

Gambar 3.2: Simulasi sistem

Selanjutnya sistem akan memberikan lokasi dari Rumah Sakit yang merupakan keluaran dari sistem pakar, pada kasus ini adalah lokasi Rumah Bersalin Tunas Harapan yang diperlihatkan pada Gambar 3.3.



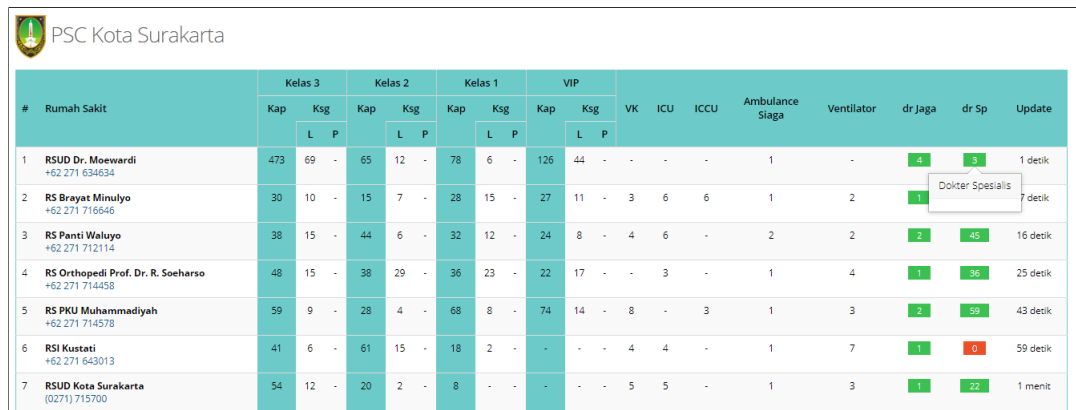
Gambar 3.3: Lokasi RS UGD hasil keluaran sistem

### 3.2 Data Kriteria

Data kriteria pada tugas akhir ini merupakan data apa saja yang dijadikan pertimbangan dalam pemilihan Unit Gawat Darurat dalam suatu Rumah Sakit. Berdasarkan penelitian sebelumnya Weng dan Kuo [13] menggunakan kriteria ketersediaan dokter jaga, dokter bedah, dokter spesialis, ketersediaan ruang operasi dan kamar inap dan Jarak antara pasien dan lokasi UGD.

Sedangkan Priyandari [9] melakukan perbaikan dengan mengganti jarak UGD menjadi waktu tempuh untuk menuju UGD.

Berdasarkan peraturan Kementerian Kesehatan RI [11] dalam SPGDT (Sistem Penanggulangan Gawat Darurat Terpadu) telah diatur informasi data yang harus dikeluarkan oleh Rumah Sakit di Indonesia. Seperti data informasi fasilitas kesehatan terdekat, data informasi ketersediaan tempat tidur, ketersediaan Dokter, dll. Telah dilakukan penyeragaman kamus data antar Rumah Sakit sehingga dapat terhubung antar satu dan lainnya. Berikut Gambar 3.4 adalah contoh data yang dikeluarkan oleh SPGDT:



#	Rumah Sakit	Kelas 3			Kelas 2			Kelas 1			VIP			VK	ICU	ICCU	Ambulance Siaga	Ventilator	dr Jaga	dr Sp	Update
		Kap	Ksg		Kap	Ksg		Kap	Ksg		Kap	Ksg									
			L	P		L	P		L	P		L	P								
1	RSUD Dr. Moewardi +62 271 634634	473	69	-	65	12	-	78	6	-	126	44	-	-	-	-	1	-	4	3	1 detik
2	RS Brayat Minulyo +62 271 716646	30	10	-	15	7	-	28	15	-	27	11	-	3	6	6	1	2	1	1	detik
3	RS Panti Waluyo +62 271 712114	38	15	-	44	6	-	32	12	-	24	8	-	4	6	-	2	2	2	45	16 detik
4	RS Orthopedi Prof. Dr. R. Soeharso +62 271 714458	48	15	-	38	29	-	36	23	-	22	17	-	-	3	-	1	4	1	36	25 detik
5	RS PKU Muhammadiyah +62 271 714578	59	9	-	28	4	-	68	8	-	74	14	-	8	-	3	1	3	2	59	43 detik
6	RSI Kustati +62 271 643013	41	6	-	61	15	-	18	2	-	-	-	-	4	4	-	1	7	1	0	59 detik
7	RSUD Kota Surakarta (0271) 715700	54	12	-	20	2	-	8	-	-	-	-	-	5	5	-	1	3	1	22	1 menit

Gambar 3.4: Data ketersediaan Rumah Sakit dari SPGDT

Keterangan untuk Gambar 3.4:

1. Kap : Kapasitas
2. Ksg : Kosong L/P
3. VK : Verlos Karmer (Ruang Bersalin)
4. ICU : Intensif Care Unit
5. ICCU : Intensif Cardiology Care Unit (Jantung)
6. dr Jaga : Dokter Jaga
7. dr SP : Dokter Spesialis

Dari data ketersediaan fasilitas Rumah Sakit diatas system pakar yang dibangun diharapkan dapat memilihkan UGD yang tepat sesuai kondisi pasien. Untuk data ketersediaan Dokter jaga dan Dokter spesialis tersedia dalam SPGDT seperti terlihat dalam Gambar 3.5 berikut :

Dalam tugas akhir kriteria yang akan digunakan adalah ketersediaan ruang rawat inap ICU, ICCU, ruang operasi atau kamar bersalin. ketersediaan Dokter Spesialis, Kriteria kejadian berupa lokasi kejadian atau pasien dimana akan digunakan untuk menghitung waktu tempuh ke UGD. Untuk waktu tempuh didapat menggunakan Google Maps API V2.

Refresh Print excel							
	RUMAHSAKIT	DOKTER UMUM	DOKTER SPESIALIS DALAM	DOKTER SPESIALIS ANAK	DOKTER SPESIALIS KANDUNGAN	DOKTER SPESIALIS BEDAH UMUM	DOKTER SPESIALIS BEDAH ANAK
1	RSUD Dr. Tjitrowardojo	ON SITE	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	TIDAK ADA
2	RS Panti Waluyo	ADA	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	TIDAK ADA
3	RSU PKU Muhammadiyah	ON SITE	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	TIDAK ADA
4	RS Palang Biru Kutoarjo	ADA	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	TIDAK ADA
5	RSU 'Aisyiyah Purworejo	ADA	ADA	ON SITE	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA
6	RSIA Permata	ADA	ADA	ADA	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA
7	RSU Purwa Husada	ON SITE	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL
8	RSIA Kasih Ibu	TIDAK ADA	TIDAK ADA	ON CALL	ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA
9	RS Islam Purworejo	ON SITE	ADA	ADA	ADA	ADA	TIDAK ADA
10	RS Budi Sehat	ON SITE	ON CALL	ON CALL	ON CALL	ON CALL	TIDAK ADA

Gambar 3.5: Data ketersediaan Dokter Rumah Sakit dari SPGDT

### 3.3 Uji Akurasi

Hasil yang didapat berupa UGD yang terpilih oleh inference engine sesuai knowledge dan decision rule berdasarkan input kondisi pasien akan dibandingkan dengan pilihan dari pakar tenaga medis untuk mengetahui nilai akurasi sistem pakar pemilihan UGD yang dibangun dalam tugas akhir ini.

### 3.4 Fungsional Sistem

Fungsional sistem yang akan dibangun ini antara lain adalah :

1. Sistem dapat menerima Input berupa kondisi calon pasien serta data ketersediaan Rumah Sakit
2. Sistem dapat menampilkan lokasi UGD Rumah Sakit hasil keluaran sistem pakar
3. Sistem dapat menerima inputan perbaikan aturan produksi sistem pakar dari user ahli
4. Sistem menampilkan panduan pengguna, syarat dan ketentuan pemakaian

### 3.5 Deskripsi Lingkup Operasional

Dalam penelitian ini, lingkup operasional yang digunakan baik itu perangkat keras maupun perangkat lunak dijelaskan sebagai berikut:

1. Spesifikasi Perangkat Keras  
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :
  - (a) Notebook Acer Aspire E5-553G-11Q
  - (b) AMD Quad-Core Processor A12-9700P 3.40 Ghz

- (c) 8GB DDR4 Memory
- (d) Radeon R8 M445DX 2GB

2. Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- (a) Sistem Operasi Windows 10 Pro 64bit
- (b) Sublime Text Editor
- (c) Google Maps API V2
- (d) Git version control

## Bab IV

### Analisis dan Perancangan Sistem

#### 4.1 title

tulis analisis dan perancangan

#### 4.2 Persamaan Air Dangkal

Berikut diberikan persamaan pengatur dari persamaan gelombang pada gitar

$$\int_0^1 \frac{f(x)}{g(x)} dx = \sin x \quad (4.1)$$

Rumus (4.1) merupakan contoh persamaan matematika. persamaan matematika diatas diberi nama \label{nama-rumus}.

Gambar 4.1: Caption

##### 4.2.1 Cara memanggil pustaka

## Daftar Pustaka

- [1] BOSWICK, J. A. *Perawatan Gawat Darurat*. EGC, Nomor : 2, 2013.
- [2] BOWEN, J. Conflic resolution in fuzzy forward chaining production system. *AAAI-88 Proceedings* (1998).
- [3] EFRAIM, T., SHARD, R., AND DELEND, D. *Decision Support System and Business Intelligent System*. Prantice Hall 9th Edition, 2011.
- [4] FORGY, C. Rete: A fast algorithm for the many pattern/many object pattern match problem. *Artificial Intelligence* (1982).
- [5] HARGIS, F. *Rule-Base System and Identification Trees*. tersedia di: <http://ai-depot.com/Tutorial/RuleBased-Methods.html>, diakses 4 November 2015 pukul 00:21 WIB.
- [6] HERKUTANTO. *Aspek Medikolegal Pelayanan Gawat Darurat*. Majalah Kedokteran Indonesia, Nomor : 2, 2007.
- [7] KURUKSHETRA, M. C. U. *Architerture of Expert System*. tersedia di: <http://onlinemca.com/mca-course/kurukshetrauniversity>, diakses 4 November 2015 pukul 03:17 WIB.
- [8] LU, Z. Decision rules for ambulance sheduling decision support system. *Applied Soft Computing* 26 (2014).
- [9] PRIYANDARI, AND YUSUF. Sistem pakar untuk pemeilihan unit gawat darurat rumah sakit di kota surakarta. *Performa* 10 (2011).
- [10] PRIYONO. *Pasien ditolak karena kamar penuh, benarkah itu yang terjadi*. tersedia di: <http://kompasiana.com/edy-priyono>, diakses 4 November 2015 pukul 02:30 WIB.
- [11] RI, K. K. *Integrasi Sistem Rumah Sakit guna Menunjang SPGDT*. Direktorat Jendral Bina Upaya Kesehatan RI, 2015.
- [12] TEKNOPRENOUR. *SPGDT Bandung*. tersedia di: <http://teknopreneur.com/dinamika/teknopreneur-spgdt-kota-bandung-masih-berjalan-setengah-manual>, diakses 4 November 2015 pukul 03:17 WIB.
- [13] WENG, S. T., AND KUO, H. Development and research on the intelligent emergency medical information system : A case study of yunlin and chiayi counties in taiwan. *Asian Journal of Health Information Science* 4 (2009).

## Lampiran