ANALISIS MODEL OPTIMASI DAN SISTEM PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS UNTUK MENGATASI KEMACETAN

**Muhammad Izman Herdiansyah1), Linda Atika2)**

**1,2Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma**

e-mail: [m.herdiansyah@binadarma.ac.id](mailto:m.herdiansyah@binadarma.ac.id), [linda\_atika@mail.binadarma.ac.id](mailto:linda_atika@mail.binadarma.ac.id)

***Abstract***

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menimbulkan terjadinya kemacetan lalulintas di suatu perkotaan dan menyelesaikannya dengan menggunakan pendekatan sistem pakar.Sistem pakar berfungsi untuk merekam dan menduplikasi kemampuan pakar. Sistem pakar dalam penelitian ini dibangun dalam kerangka optimisasi jaringan yang dirancang dapat menyelesaikan masalah kemacetan lalulintas di perkotaan. Pengendalian kemacetan lalulintas yang baik dan optimal tidak mungkin dilakukan tanpa menggunakan sistem pengelolaan data yang cerdas dan realtime. Melalui penelitian ini, kita mampu meningkatkan kualitas pengendalian kemacetan baik dalam aspek strategis maupun operasional. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survey, dan pengembangan model. Adapun hasil dari penelitian diantaranya: a) input kebijakan pengelolaan lalulintas dan pengendalian kemacetan lalulintas dari Dishubkominfo Sumatera Selatan dan Poltabes Palembang; dan b) model optimasi dan pengendalian kemacetan di persimpangan lalulintas; c) hasil pengolahan data untuk mengendalikan kemacetan lalulintas yang dapat diimplementasikan untuk mengatasi kemacetan di suatu perkotaan.

**Kata Kunci :** Sistem pakar, Pengaturan lalulintas, Kemacetan lalulintas

# PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, sementara disisi lain pertumbuhan infrastruktur lalulintas tidak setinggi pertumbuhan jumlah kendaraan dan mobilitas masyarakat. Lalulintas merupakan sarana mobilitas masyarakat perkotaan dari satu tempat ke tempat lainnya.Apabila arus lalulintas terganggu atau terjadi kemacetan, maka mobilitas masyarakat juga akan mengalami gangguan.

Pertumbuhan ekonomi sebuah kota telah menghasilkan berbagai dampak fenomena sosial dan permasalahan teknis. Berbagai permasalahan teknis dalam pengendalian kemacetan lalu lintas, perencanaan fasilitas transportasi dan koordinasi antar instansi yang sulit. Peningkatan jumlah volume kendaraan dibandingkan dengan lambatnya pertumbuhan ruas jalan mengakibatkan tingginya angka kemacetan lalulintas di kota-kota besar.

Kemacetan lalulintas merupakan situasi tersendatnya atau bahkan terhentinya aliran kendaraan dari satu lokasi ke lokasi lainnya dalam sebuah jaringan jalan.Kemacetan lalulintassulit dihindarkan, namun dapat dikendalikan dan dikurangi kepadatannya. Beberapa hal yang menyebabkannya: a) tingginya volume kendaraan yang tidak sebanding dengan kapasitas dan topologi jaringan lalu lintas; b) terbatasnya jalan atau jalur alternatif untuk melayani beban trafik lalulintas; c) Kota tidak mampu mengatur rekayasa lalulintas secara real time; dan d) belum dilakukan analisis yang komprehensif dalam mengoptimasi perencanaan dan pengelolaan lalulintas perkotaan.

Hingga akhir tahun 2012, berbagai titik kemacetan muncul di Kota Palembang. Tidak seimbangnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Palembang sebesar 20% per tahun dibandingkan dengan kapasitas jalan sebesar 5%, memicu kondisi under capacity infrastructure. Ketimpangan ini akan semakin besar seiring dengan pertumbuhan penduduk yang mencapai 1,82% (1.455.284 jiwa tahun 2012) sedangkan penyediaan ruas jalan baru semakin sulit disebabkan ruang yang semakin sempit [1].

Saat ini peran komputasi dalam menyelesaikan permasalahan manajemen transportasi perkotaan dan mengoptimalkan pengambilan keputusannya telah digunakan secara luas ([2], [3], [4], [5]). Penelitian membuktikan dengan menggunakan model simulasi dan control dinamis kita mendapatkan efisiensi pengaturan waktu tunggu kendaraan di lampu lalulintas yang pada akhirnya dapat mengontrol kemacetan di suatu lokasi.Secara tradisional, permasalahan kemacetan adalah bersifat lokal sehingga penyelesaian masalahnya dilakukan dengan pendekatan lokal [5].

Pendekatan lain dalam penyelesaian masalah transportasi adalah menggunakan kecerdasan buatan (artificial inteligence) [6]. Kecerdasan buatan merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang membuat mesin atau komputer dapat melakukan pekerjaan sebaik yang dilakukan manusia.

Melalui penelitian ini, peneliti menganalisis dan merancang pengaturan lampu lalulintas dalam pengendalian kemacetan menggunakan pendekatan sistem pakar yang cukup dinamis dalam menyelesaikan berbagai masalah lalulintas dan dapat pula digunakan sebagai basis pengendalian kemacetan lalulintas disebuah perkotaan..

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Data dikumpulkan melalui observasi ke lapangan dan wawancara dengan pakar. Data awal akan dikumpulkan untuk menggambarkan faktor-faktor yang relevan dengan masalah kemacetan yang terjadi dalam jaringan lalulintas.

Data primer penelitian adalah jumlah kendaraan yang melintas di jalan raya, kapasitas jalan, dan model pengaturan lampu lalu lintas.

Selain observasi dan wawancara, peneliti juga akan melakukan kajian terhadap literatur dan data sekunder lainnya, khususnya di Dinas Perhubungan dan Kominfo Sumatera Selatan.

# KAJIAN LITERATUR

# 2.1. Sistem Pakar

Secara umum, sistem pakar (Expert System) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan para ahli.

Sistem pakar memiliki banyak definisi, tetapi pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung pemecahan masalah. Beberapa definisi sistem pakar, antara lain :

* Sistem pakar merupakan suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu daerah tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar [7].
* Sistem pakar adalah suatu sistem yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar [8].

# Tujuan Sistem Pakar

Tujuan utama sistem pakar bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli atau seorang pakar, tetapi hanya untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman pakar-pakar yang sangat langka. Seiring pertumbuhan populasi manusia, maka di masa yang akan datang sistem pakar ini sangat berguna dalam hal pengambilan keputusan [8].

# Komponen Utama Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu :

* Lingkungan pengembangan yang digunakan dalam sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan menempatkan pengetahuan dalam basisnya.
* Lingkungan konsultasi yang digunakan oleh pemakai untuk mendapatkan pengetahuan dari pakar.

# Pengertian Kemacetan Lalulintas

Pengertian lalulintas menurut Undang-undang RI No.14 Tahun 1992 adalah gerak kendaraan, orang dan hewan di ruang lalulintas jalan yang mempunyai pengertian prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung. Sedangkan pengertian dari kemacetan lalulintas adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalulintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan.

Secara umum tujuan yang ingin dicapai pemerintah adalah untuk mewujudkan lalulintas dan angkutan jalan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan teratur, nyaman dan efisien melalui manajemen lalulintas dan rekayasa lalulintas. Adapun komponen-komponen lalulintas itu sendiri terdiri atas manusia, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan yang memenuhi persyaratan kelayakan untuk dikemudikan oleh pengemudi yang mengikuti aturan lalulintas yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan yang menyangkut lalulintas dan angkutan jalan melalui jalan yang memenuhi persyaratan.

# Komponen Sistem Lalulintas

Terdapat tiga komponen utama terciptanya lalulintas yaitu manusia sebagai pengguna, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan. Dalam hal ini, kendaraan yang dimaksud harus memenuhi persyaratan kelaikan dikemudikan oleh pengemudi mengikuti aturan lalulintas yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan yang menyangkut lalulintas dan angkutan jalan melalui jalan yang memenuhi persyaratan geometrik.

# Manusia

Sebagai pengguna jalan utama, manusia dapat berperan sebagai pengemusi atau pejalan kaki yang dalam keadaan normal mempunyai kemampuan dan kesiagaan yang berbeda-beda,dalam hal waktu reaksi, konsentrasi dan lainnya.Perbedaan-perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu, keadaan fisik dan psikologi, umur, jenis kelamin dan pengaruh eksternal seperti cuaca, penerangan/lampu jalan, dan tata ruang.

# Kendaraan

Kendaraan digunakan oleh pengemudi di jalan raya. Kendaraan mempunyai karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, percepatan, perlambatan, dimensi dan muatan yang membutuhkan ruang lalulintas yang secukupnya untuk bisa bermanuver dalam lalulintas.

# Jalan

Jalan merupakan lintasan yang direncanakan untuk dilalui kendaraan bermotor maupun kendaraan tidak bermotor termasuk pejalan kaki.Jalan direncanakan untuk mampu mengalirkan aliran lalulintas dengan lancer, mampu mendukung beban muatan sumbu kendaraan serta aman, sehingga dapat meredam angka kecelakaan lalulintas.

# METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif. Data primer dikumpulkan dengan melakukan survey lapangan. Objek penelitian adalah lalu lintas di persimpangan ruas jalan Charitas Jendral Sudirman Palembang. Selain pengukuran dan pengambilan data langsung, juga dilakukan focus group discussion dengan pihak yang berkepentingan, yaitu Dishubkominfo Propinsi Sumatera Sselatan sebagai penanggungjawab persimpangan di jalan negara kota Palembang dan Ditlantas Poltabes Palembang.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

# Hasil survey dan forum Focus Group Discussion

Analisis dan kajian terhadap masalah kemacetan lalulintas dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel di perempatan lalulintas yang memiliki pengatur lampu lalu lintas. Objek penelitian adalah perempatan Charitas Palembang. Data dikumpulkan melalui pengukuran trafik lalulintas di lapangan.

# Pengukuran Arus Lalu Lintas

# Kondisi Arus Lalulintas

Data kondisi arus lalu lintas di persimpangan Charitas dari kaki jalan Jend Sudirman (POLDA) pada tiga waktu observasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel.1. Arus Lalu Lintas Pada Simpang Charitas

Jalan Jend. Sudirman (POLDA)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Waktu  (pagi,siang,sore) | Jenis kendaraan | | | | Volume  (smp/jam) | Cuaca |
| MC | LV | HV | UM |
| 07:00-08:00 | 2775 | 1675 | 43 | - | 4493 | Cerah |
| 12:00-13:00 | 2023 | 1054 | 75 | 3 | 3155 | Cerah |
| 16:00-17:00 | 3519 | 1258 | 73 | 5 | 4855 | Cerah |

*Sumber: Hasil survey*

Ket: MC: *Motor Cycle*; LV : *Light Vehicle*; HV: *Heavy Vehicle*; UM: *Non* Kendaraan

# Penggunaan Moda

Dari data kondisi arus lalu lintas di persimpangan Charitas dari kaki jalan Jend Sudirman (POLDA) pada tiga waktu observasi, kita dapat mengetahui distribusi mode kendaraan yang melintas di persimpangan tersebut (Tabel 2). Data tersebut menunjukkan variabilitas pengguna atau mode angkutan dimana pengguna terbessar adalah motor dan mobil pribadi.

Tabel 2. Penggunaan Moda Di Jalan Jend. Sudirman (POLDA

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Kend** | **7.00-8.00** | | **12.00-13.-00** | | **15.00-16.00** | |
|  |  | **Juml** | **%** | **Juml** | **%** | **Juml** | **%** |
| 1 | Sepeda motor | 2775 | 61.7 | 2023 | 64.1 | 3519 | 72.4 |
| 2 | Mobil pribadi | 1609 | 35.8 | 965 | 30.5 | 1110 | 22.8 |
| 3 | Angkutan Umum | 38 | 0.8 | 42 | 1.3 | 54 | 1.1 |
| 4 | Pick Up | 22 | 0.4 | 40 | 1.2 | 83 | 1.7 |
| 5 | Bus Pendek | 30 | 0.6 | 37 | 1.1 | 37 | 0.7 |
| 6 | Bus Panjang | 7 | 0.1 | 5 | 0.1 | 10 | 0.2 |
| 7 | Truk Engkel | 6 | 0.1 | 33 | 1.0 | 26 | 0.5 |
| 8 | Truk Fuso | - | - | - |  | - | - |
| 9 | Taxi | 6 | 0.1 | 7 | 0.2 | 11 | 0.2 |
| 10 | Sepeda | - | - | 1 | 0.0 | 2 | 0.0 |
| 11 | Non kendaraan | - | - | - | - | - | - |
| 12 | Becak | - | - | 2 | 0.0 | 3 | 0.0 |
|  | TOTAL | 4493 | 100 | 3155 | 100 | 4855 | 100 |

# Analisa Kapasitas

Dari data trafik persimpangan Tabel 3 kita dapat mengetahui bahwa tingkat kualitas layanan (LoS) persimpangan jalan yang diamati pada pagi hari sangat buruk (E), dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Kinerja Jalan Jend.Sudirman (IP)

Pada Kondisi Puncak Pagi, Siang dan Sore

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Waktu | Volume (smp/jam) | *Capacity* (smp/jam) | V/C | LoS |
| 1 | 07:00-08:00 | 6648 | 5132 | 1.29 | E |
| 2 | 12:00-13:00 | 3247 | 5132 | 0.63 | C |
| 3 | 16:00-17:00 | 3514 | 5132 | 0.68 | C |

*Sumber: Hasil perhitungan data survey*

# Hasil FGD

Focus Group Discussion (FGD) yang diselenggarakan sebanyak 3 kali telah menghasilkan berbagai masukan dan data penting yang berasal dari para ahli, pakar dan instansi pihak yang berkepentingan dalam pengelolaan lalu lintas. Narasumber yang memberikan masukan dalam kegiatan rapat-rapat FGD adalah dari instansi:

* Dishubkominfo Sumatera Selatan,
* Poltabes Palembang
* Universitas Bina Darma

Hasil-hasil FGD yang menjadi masukan penting dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

* Untuk meningkatkan kualitas pengendalian lalu lintas di Kota Palembang, telah diinisiasi untuk membangun pusat pengendali lalu lintas atau ATCS,
* Masalah kemacetan lalulintas berkaitan dengan budaya masyarakat dan penegakan hukum,
* Tata letak APILL di infrastruktur lalulintas berpengaruh dalam pengaturan kondisi jalan,
* Apabila terjadi kemacetan perlu dikondisikan dan harus dapat dikendalikan dari ruang kontrol (control room) ATCS,
* Angkutan massal harus terus dikembangkan,
* Sistem hukum yang tidak bergerak (APILL, RRL) sangat penting dalam pengendalian kemacetan,
* Didalam UU lalulintas Bab 16 telah disebutkan perlunya penggunaan sistem informasi dan komunikasi dan RTMC dalam pengaturan lalulintas,
* Sistem informasi online dan cerdas sangat dibutuhkan,
* Perlunya edukasi lalulintas dari usia dini, dan mengedepankan bahwa polisi adalah sashabat anak,
* Perlu ditekankan penerapan aturan dan sistem dengan fokus utama pengendalian riil time untuk mengatur arus lalu lintas dan alternatif arus,
* Pengaturan kemacetan lalulintas harus memperhatikan Passal 103UU lalulintas yang mengatur keselamatan lalulintas dan angkutan jalan serta mekanisme lalulintas, dan
* Faktor kemacetan juga disebabkan kurangnya jalan alternatif di tengah kota dan terpusatnya pusat ekonomi dn pemerintahan di wilayah Ilir.

# Analisis Model Optimasi Jaringan dan Simulasi

Kajian dan analisis model optimasi terhadap hasil pengamatan di objek penelitian dan hasil pengolahan data lapangan dilakukan dengan menggunakan teori antrian. Tujuan analisis data ini adalah untuk menghitung tingkat kegunaan bagian pelayanan waktu lampu lalu lintas (*traffic light*).

Dimana tingkat intensitas kegunaan bagian pelayanan (ρ) lampu lalu lintas merupakan perbandingan antara Jumlah rata-rata kedatangan rata-rata per satuan waktu/siklus (λ) dengan Jumlah rata-rata pelayanan per satuan waktu/siklus (μ).

Dari hasil pengolahan data dan pengamatan lapangan terhadap arus lalu lintas dari arah Jl.Veteran ke arah Jl.Jend. Sudirman (POLDA), Jl. Kapt.A. Rivai, dan Jl.Jend. Sudirman (IP) (Tabel 4), dapat dihitung tingkat kegunaan bagian pelayanan waktu lampu lalu lintas (*traffic light*) sebagai berikut:

Diketahui: λ = 159 dan μ = 158, maka ρ = λ/μ = 159/158= 1,00

Tabel 4. Data kedatangan dan keluaran dari arah Jl.Veteran ke arah Jl.Jend. Sudirman (POLDA), Jl. Kapt.A. Rivai, dan Jl.Jend. Sudirman (IP)

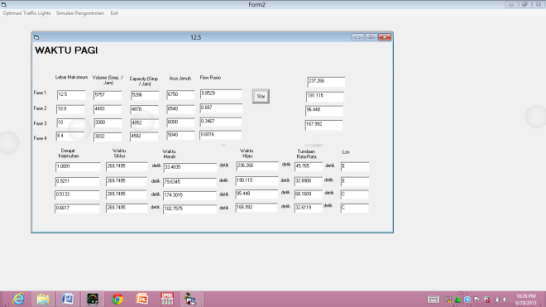
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Siklus | Kedatangan | Keluaran | Sisa antrian |
| 1 | 159 | 158 | 1 |
| 2 | 158 | 157 | 1 |
| 3 | 163 | 163 | 0 |
| 4 | 159 | 158 | 1 |
| 5 | 157 | 156 | 1 |
| 6 | 158 | 158 | 0 |
| 7 | 164 | 164 | 0 |
| 8 | 159 | 158 | 1 |
| 9 | 159 | 158 | 1 |
| 10 | 161 | 160 | 1 |
| 11 | 156 | 155 | 1 |
| 12 | 157 | 156 | 1 |
| 13 | 165 | 164 | 1 |
| 14 | 159 | 159 | 0 |
| 15 | 158 | 158 | 0 |
| 16 | 161 | 160 | 1 |
| 17 | 159 | 158 | 1 |
| 18 | 158 | 158 | 0 |
| 19 | 162 | 162 | 0 |
| Jumlah | 3032 | 3020 | 12 |

*Sumber : Hasil Analisa dan pengamatan*

Jadi, tingkat intensitas kegunaan bagian pelayanan dari arah Jl.Veteran ke arah Jl.Jend. Sudirman (POLDA), Jl. Kapt.A. Rivai, dan Jl.Jend. Sudirman didapat ρ sebesar 1,00. Nilai 1.00 tersebut menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pelayanan lampu lalulintas tersebut sangat sibuk dan adanya antrian kendaraan dan juga tidak memberikan waktu *idle time* (waktu istirahat).

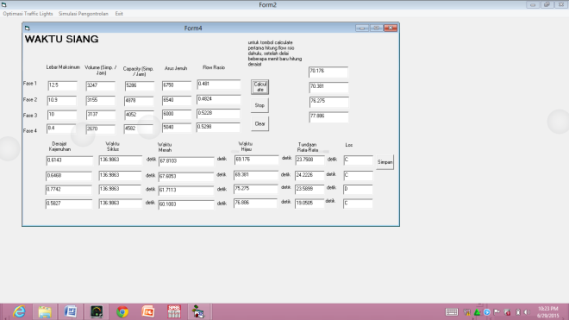
# Pengembangan Rancangan Prototype Sistem

Hasil rancangan pengembangan prototype sistem merupakan implementasi dari analisis data lapangan. Hasil perhitungan dan perancangan menu sistem dimaksud dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1 Menu Perhitungan Keputusan untuk Data Pagi

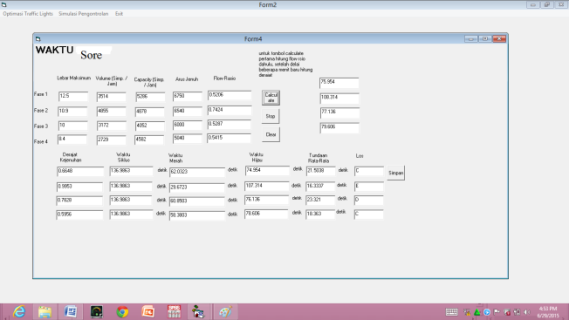
Prototype sistem telah mampu menghasilkan perhitungan keputusan terhadap pengoperasional lampu lalulintas dengan memperhitungkan besarnya arus kendaraan dan kapasitas jalan pada waktu tertentu.



Gambar 2 Menu Perhitungan Keputusan untuk data siang

Analisis perhitungan dan pengoperasional lampu lalulintas pada densitas arus yang berbeda, yaitu pagi, siang dan sore hari, terbukti efektif untuk mengetahui berbagai parameter kemacetan yang ada di objek penelitian. Hasil tersebut merupakan masukan yang penting bagi sistem pakar dalam mengendalikan sistem lampu lalulintas secara efisien.

Dari analisis data terlihat bahwa beban operasional terbesar persimpangan yang menjadi objek penelitian adalah pada pagi hari. Namun di sisi lain ditemukan bahwa terjadi perubahan karakteristik kemacetan pada waktu yang berbeda. Hal ini terlihat bahwa bagian jalan yang mengalami kemacetan secara berbagian pada waktu yang berbeda, yaitu pagi dan sore hari.



Gambar 3 Menu Perhitungan Keputusan untuk Data Sore

# KESIMPULAN DAN SARAN

# 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa masalah kemacetan di infratruktur jalan dipengaruhi oleh kapasitas infrastruktur jalan, pengaturan arus lalulintas, dan penggunaan sistem dan teknologi informasi.
2. Penggunaan model optimasi jaringan terbukti dapat menggambarkan profil masalah kemacetan lalulintas perkotaan dengan lebih baik dan dapat digunakan sebagai dasar penyelesaian masalah dan pengambilan keputusan. Dimana hasil kajian optimasi terhadap data lapangan selanjutnya akan menjadi bahan masukan atau input sistem pakar pengambilan keputusan yang akan dikembangkan lebih lanjut.

**5.2. Saran**

Berkaitan dengan kesimpulan diatas, maka beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Hasil kajian dan model yang dikembangkan kiranya dapat digunakan oleh pemerintah dalam menganalisis masalah kemacetan perkotaan dan menanggulangi masalah kemacetan lalulintas, baik dari aspek operasional maupun strategis
2. Hasil penelitian ini dapat pula dijadikan acuan landasan bagi peneliti selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

**REFERENSI**

KOTA PALEMBANG. (2012) *Palembang Dalam Angka*. Bappeda Kota Palembang

FAGHRI,A. (1990) Expert System for Traffic Control in Work Zones, *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 116, No. 6, November/December 1990, pp. 759-769

Firebaugh, M. W. (1988) *Artifiicial Inteligence: A Knowledge-Based Approach*, PWS-KENT Publishing Company, Boston.

Vermuelen, MJ. (2009) *A Traffic Management System for Beijing*, Proceeding of the 28th Southern African Transport Conference (SATC 2009), ISBN: 978-1-920017-39-2

Wen, W. (2008) A dynamic and automatic traffic light control expert system forsolving the road congestion problem, *Expert System with Application* 34,pp. 2370-2381

Guzman, d, Mark P., Ricardo G.s. (2009) Development of a Knowledge-Based Expert System for Intersection Improvement, *Proceedings of the 17thAnnual Conference of the Transportation Science Society of the Philippines.*

Ignizio, James, P. (1991) *Intoduction to Expert System*, Mcgraw-Hill, Inc, USA.

Giarratano, J, and Riley, G., D.S. (1994) *Expert System Principle dan Programming*, PWS Publishing Company, Boston, MA.