

Model AHP Dan PTV VISSIM Untuk Menentukan Desain Simpang Yang Optimal

Widiyo Subiantoro^{1,*}, Pratikso² and Rachmad Mudiyo²

¹ Student Of Civil Engineering Doctoral Program, Sultan Agung Islamic University,
Semarang, Indonesia

² Lecturer Of Engineering Faculty, Sultan Agung Islamic University, Semarang,
Indonesia

*) Corresponding Author Email: widyosubiantoro20@gmail.com

Abstract

The AHP (Analytical Hierarchy Process) model and PTV VISSIM software are used to determine the optimal intersection design. For decision makers based on of predetermined assessment criteria using the AHP method supported by the use of Expert Choice software and PTV VISSIM software in modeling and simulating traffic at intersections. The literature review covers AHP and VISSIM PTV, as well as the methodological steps involved in implementing the AHP model and integration with PTV VISSIM. The analysis of this method is compared with the previous intersection design. The results of the AHP model research are very helpful in determining important criteria and their weighting. PTV VISSIM is also used to validate intersection designs from traffic simulation results and its approach can help planners and transportation experts to select optimal intersection designs in terms of efficiency, safety and comfort. The conclusions obtained in the application of the AHP and PTV VISSIM Models make the intersection design an optimal approach, with the integration of results that are accurate and reliable. Make a useful contribution, especially in planning urban intersections with heavy traffic, increasing the effectiveness and sustainability of the transportation system.

Abstrak

Model AHP (Analytical Hierarchy Process) dan perangkat lunak PTV VISSIM digunakan dalam menentukan desain simpang yang optimal. Untuk pengambil keputusan atas dasar kriteria penilaian yang sebelumnya telah ditentukan menggunakan metode AHP didukung penggunaan perangkat lunak Expert Choice serta Perangkat lunak PTV VISSIM dalam pemodelan dan mensimulasikan lalu lintas di simpang. Tinjauan literatur mencakup tentang AHP dan PTV VISSIM, serta langkah-langkah metodologi yang terlibat dalam penerapan model AHP dan integrasi dengan PTV VISSIM. Analisa metode ini dibandingkan dengan desain simpang yang sebelumnya. Hasil penelitian model AHP sangat membantu menentukan kriteria penting dan pembobotannya. PTV VISSIM juga digunakan untuk memvalidasi desain simpang dari hasil simulasi lalu lintas dan pendekatannya dapat membantu para perencana dan ahli transportasi untuk pemilihan desain simpang secara optimal dalam aspek efisiensi, keamanan, dan kenyamanan. Kesimpulan yang diperoleh dalam penerapan Model AHP dan PTV VISSIM menjadikan pendekatan optimal desain simpang, dengan integrasi hasil yang akurat serta dipercaya. Memberikan kontribusi yang bermanfaat khususnya pada perencanaan simpang perkotaan yang padat lalu lintasnya, meningkatkan efektivitas serta system transportasi yang berkelanjutan.

Kata kunci: AHP, Criteria Weight, Level Intersection, Traffic Volume, VISSIM

PENDAHULUAN

Simpang Bekasi Barat merupakan simpang tiga kaki bersinyal yang menghubungkan dua jalan arteri utama, jalan Achamad Yani arah Barat-Timur dan sebaliknya, Arus lalu lintas di simpang ini mencapai tiga pendekat, dua pendekat dari jalan Achmad Yani Barat -Timur dan yang ketiga dari jalan Exit Tol, persimpangan dioperasikan pada panjang siklus 120 detik dengan tiga fase terpisah. Tidak ada putar balik di jalan Achmad Yani dan Exit tol melalui simpang bersinyal. Masalah kemacetan didaerah penelitian terjadi setiap hari terutama pada jam sibuk. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan simpang yang lancar, aman dan nyaman. Sistem manajemen jaringan lalu lintas bertujuan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, tundaan, konsumsi bahan bakar, polusi udara dan kebisingan. Juga, untuk meningkatkan tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) jalan perkotaan dan persimpangan[1].

Interchange divergen area merupakan bagian bottleneck dari jalan bebas hambatan. Jika kapasitas jalan keluar dua lajur tidak dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas, hal itu akan menyebabkan penurunan efisiensi operasional keseluruhan jalan bebas hambatan tersebut. Untuk meningkatkan kapasitas area divergen secara mendasar, desainer telah mempertimbangkan untuk memperluas pintu keluar dua lajur ke pintu keluar tiga lajur [2].

Dikarenakan Kompleksitas Simpang, maka sangat perlu menggunakan pendekatan mengevaluasi solusi baru dengan beberapa kriteria interdisipliner. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dirumuskan oleh *Thomas L. Saaty* pada tahun 1970-an dengan tujuan untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan yang kompleks, ketika terdapat sejumlah besar pembuat keputusan dan beberapa kriteria. Mungkin tugas paling kreatif dalam membuat sebuah keputusan adalah memilih faktor-faktor yang penting untuk keputusan itu. Dalam Proses Hierarki Analitik kami mengatur faktor-faktor ini, setelah dipilih, dalam sebuah struktur hirarkis turun dari keseluruhan tujuan untuk kriteria, subkriteria dan alternatif di tingkatan yang berurutan [3].

Prinsip kerja AHP adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hierarki. Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai dibandingkan dengan variabel lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesa untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tinggi dan berperan untuk mempengaruhi hasil pada sistem tersebut[4].

Persoalan pengambilan keputusan, pada dasarnya merupakan bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin bisa dipilih. Sebelum menentukan alternatif, diperlukan data-data yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat dan akurat, bila data-data yang dimasukan tidak akurat maka proses perhitungan dapat menyebabkan hasil yang salah sehingga alternatif keputusan yang dihasilkan pun menjadi tidak akurat. Metode yang dipakai dalam pengambilan keputusan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Untuk pengolahan datanya digunakan aplikasi *expertchoice* 2000[5].

Bobot kriteria yang ditentukan dari perbandingan berpasangan seringkali menjadi *kontributor* terbesar ketidak pastian dalam AHP berbasis *multi-criteria decision making* (MCDM). Selama proses MCDM, bobot dapat diubah secara langsung dengan menyesuaikan output dari matriks perbandingan berpasangan, atau secara tidak langsung dengan menghitung ulang matriks setelah memvariasikan inputnya. Sensitivitas bobot yang sesuai pada hasil evaluasi multikriteria umumnya sulit dinilai secara kuantitatif dan divisualisasikan secara spasial[6].

Untuk memecahkan masalah seperti itu di mana keputusan terbaik harus ditentukan biasanya sejumlah kriteria kuantitatif yang dipilih dimasukkan, yang menggambarkan parameter kualitatif. Metodologi evaluasi solusi yang tersedia menyiratkan menggunakan

bobot pentingnya kriteria tersebut. Di antara metode yang paling populer untuk menentukan bobot kriteria ditemukan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*)[7].

Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (JORR) adalah sistem jalan tol yang mengelilingi pinggiran kota Jakarta, dimana tujuan dari jalan ini adalah untuk mengurangi kemacetan di jalan-jalan di pusat kota Jakarta. Namun, tingginya komposisi truk di JORR mengakibatkan kemacetan jalan yang diduga disebabkan oleh kemiringan jalan ini. Menggunakan data yang diperoleh dari perekaman lalu lintas 24 jam pada ruas JORR terpilih, model VISSIM dibangun untuk mensimulasikan kinerja lalu lintas pada beberapa kombinasi kondisi lalu lintas dan gradien[8].

Vissim Juga merupakan *software* yang bisa melakukan simulasi untuk lalu lintas multi-moda mikroskopik, transportasi umum dan pejalan kaki, dikembangkan oleh PTV *Planung Transport Verkehr* AG di Karlsruhe, Jerman. Vissim adalah alat yang paling canggih yang tersedia untuk mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, *bus*, *heavy rail*, *tram*, *LRT*, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki [9].

Dengan kelengkapan fitur yang disediakan, pembuatan simulasi menjadi lebih nyata dan mendekati kondisi yang sebenarnya. Di dalam penelitian ini, VISSIM digunakan untuk memodelkan sebuah perempatan jalan raya dengan kondisi lalu lintas yang disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya[10].

Parameter-parameter yang perlu dikalibrasi di perangkat lunak VISSIM adalah pemilihan lajur jalan yang digunakan pada kondisi arus bebas (*desired position at free flow*), perilaku pengemudi yang dapat menyiap kendaraan lain (*overtaking*), sudut belok kendaraan saat keluar dari pendekat simpang (*turning movement*), dan jarak antara kendaraan baik pada saat berhenti maupun pada saat memasuki pendekat simpang (*distance standing, distance driving, average standstill distance, additive part of safety distance, dan multiplicative part of safety distance*)[11].

Menurut teori antrian, siklus probabilitas melimpah adalah fungsi dari derajat kejenuhan, yaitu fungsi permintaan dan kapasitas. Jadi, dengan mengukur probabilitas luapan siklus dan permintaan, kapasitas dapat diestimasi menurut hubungan fungsional. Berdasarkan model antrian yang diberikan, karakteristik stokastik simpang bersinyal dapat diperkirakan juga. Kemudian, *delay* dan panjang antrian dapat diperoleh dengan menggunakan parameter yang diestimasi, model yang diusulkan dapat diverifikasi dengan studi simulasi dalam kondisi tak jenuh. Untuk validasi model, kapasitas yang diperoleh untuk kondisi aliran jenuh (siklus dengan detektor terisi penuh selama fase hijau) dimana kapasitas dapat dianggap sebagai laju aliran terukur digunakan sebagai referensi [12].

Prosedur desain yang diterapkan oleh *The Swedish Transport Administration* (STA) merekomendasikan tingkat kejenuhan maksimum untuk jam desain pada tahun desain. Ini biasanya harus berupa derajat kejenuhan maksimum 0,8 untuk jam ke-30 teoriitis, 8-15% dari *Average Annual Daily Traffic* (AADT) karena jenis jalan, untuk tahun ke-20 setelah pembukaan lalu lintas. Kecepatan perjalanan sebaiknya juga kurang dari 10 Km/jam di bawah kecepatan referensi biasanya batas kecepatan [13].

Cara lain untuk mengevaluasi fasilitas jalan tol adalah dengan menggunakan alat mikrosimulasi, seperti yang diusulkan oleh HCM dalam subbagian alat alternatif. Meskipun ada beberapa alat mikrosimulasi di pasaran, VISSIM adalah salah satu yang memungkinkan pengguna untuk memodelkan kondisi lalu lintas dunia nyata dengan tingkat akurasi dan pemahaman yang tinggi[14].

Teori sinyal lalu lintas berfokus pada perkiraan tundaan dan panjang antrian yang dihasilkan dari adopsi strategi kontrol sinyal di persimpangan individu, serta pada urutan persimpangan. Tundaan dan antrian lalu lintas merupakan ukuran kinerja utama yang masuk ke dalam penentuan tingkat pelayanan simpang (LOS), dalam evaluasi kecukupan panjang lajur dan dalam estimasi konsumsi bahan bakar dan emisi [15].

Bagaimana memperkirakan panjang antrian secara real-time pada simpang bersinyal merupakan masalah yang sudah lama ada. Masalahnya menjadi lebih sulit ketika tautan sinyal padat. Pendekatan input-output tradisional untuk estimasi panjang antrian hanya dapat menangani antrian yang lebih pendek dari jarak antara detektor kendaraan dan garis pemberhentian persimpangan, karena jumlah kendaraan kumulatif untuk lalu lintas kedatangan tidak tersedia setelah detektor terisi oleh antrian [16].

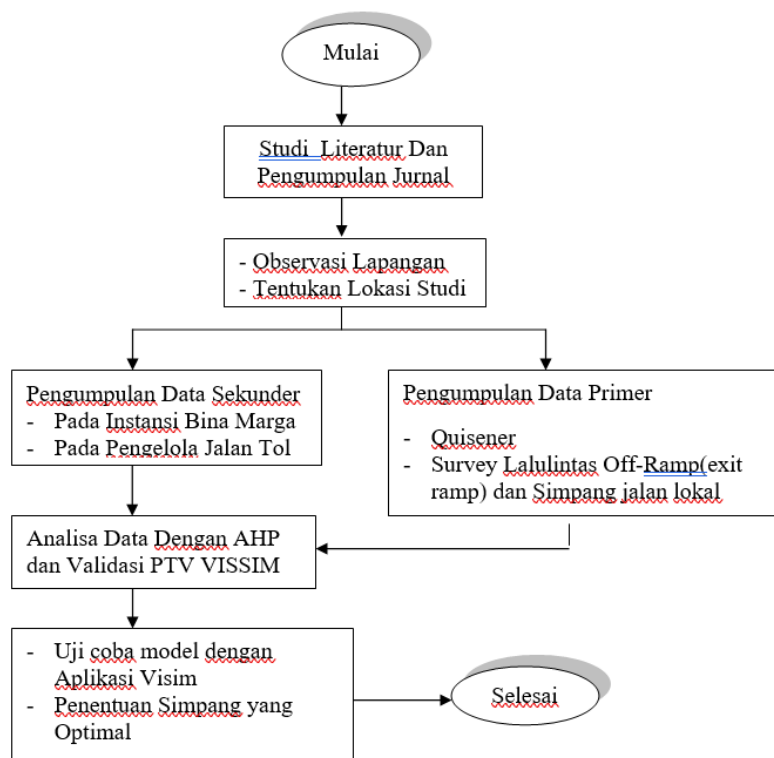
Hasil dari pengujian ekstensif telah mengkonfirmasi bahwa model yang diusulkan dapat secara efektif meminimalkan kemungkinan menyebabkan antrian off-ramp tumpah kembali ke jalur utama jalan bebas hambatan, dan kegagalan untuk menggabungkan dampak tersebut dalam desain sinyal off-ramp akan berkontribusi secara signifikan terhadap pembentukan kemacetan jalan bebas hambatan di area persimpangan [17].

Validasi pada VISSIM merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian [18].

METODE PENELITIAN

Peneiltian ini dilaksanakan pada Bulan Agustus 2022 dan dilakukan pada lokasi Simpang Bekasi barat jalan Ahmad Yani dan Exit Tol bekasi Barat untuk Quisener dan pengambilan data Geometrik Jalan serta Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) pada jam Sibuk 06.00 – 08.00 dan 17.00- 19.00 pada hari kerja Hari senen Tanggal 1 dan Selasa 2 Agustus 2022, Quisener juga dilakukan oleh beberapa pakar transportasi pada hari yang sama.

Analisa di gunakan metode AHP untuk menentukan desain Simpang Optimal dan PTV VISSIM untuk simulasi dan validasi traffic pada hasil AHP terpilih. Metode Penelitian seperti Flowchart dibawah ini



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Dalam Proses Hierarki Analitik kami mengatur faktor-faktor ini, setelah dipilih, dalam sebuah struktur hirarkis turun dari keseluruhan tujuan untuk kriteria, subkriteria dan alternatif di tingkatan yang berurutan[3].

Tahapan Analisa sebagai berikut;

- A. Tahapan untuk model AHP dalam menentukan desain simpang;
1. MenentukanTopik dan tujuan utama yaitu Pemilihan Simpang Yang optimal
 2. Mengidentifikasi kriteria penilaian, pembobotan kriteria, dalam AHP digunakan Nilai pembobotan : Untuk menentukan kepentingan relatif dari kriteria dan subkriteria dalam kaitannya dengan tujuan penelitian, kriteria tersebut diurutkan menggunakan skala Saaty[3]. Skala Saaty berisi 9 intensitas, lima tingkat intensitas utama (1, 3, 5, 7, 9); Dapat di lihat pada Tabel 1. Skala Fundamental.

Table 1. Skala Fundamental

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	berarti sama pentingnya
3	berarti cukup penting
5	berarti sangat penting
7	berarti sangat kuat atau menunjukkan pentingnya
9	berarti sangat penting) dan empat tingkat menengah
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Sumber; Saaty

Alternatif optimal akan dipilih berdasarkan vektor prioritas bobot total yang ditentukan dengan mensintesis semua vektor bobot, dan ekspresi berikut menjelaskannya:

$$\sum_{j=1}^n c_j w_{ij}, \forall i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Di mana:

wi-bobot, prioritas alternatif i; CJ - bobot kriteriaj(j = 1, 2, ..., n); waku j bobot alternatif I mengenai kriteria J. Saaty membuktikan bahwa untuk matriks resiprokal yang konsisten, nilai eigen terbesar sama dengan jumlah perbandingan, atau 1 maks= n. Kemudian, ia mendefinisikan ukuran konsistensi yang disebut Indeks Konsistensi (CI), yang menunjukkan penyimpangan atau derajat konsistensi dengan menggunakan rumus berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (2)$$

Ketika konsistensi telah dihitung, hasilnya perlu dibandingkan dengan indeks yang sama dari matriks resiprokal yang dibuat secara acak dari skala 1 sampai 9, dengan resiprokal paksa. Indeks ini disebut Indeks Acak (RI). Rasio CI dan RI untuk matriks dengan orde yang sama disebut Rasio Konsistensi (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

CR sebesar 0,10 (atau 10%) sesuai jika lima elemen atau lebih dibandingkan. Namun, jika empat elemen dibandingkan, CR 0,08 (atau 8%) direkomendasikan, dan dalam kasus tiga elemen, CR 0,05 (atau 5%) direkomendasikan. Jika CR lebih besar dari 10%, 8% atau 5% (tergantung jumlah elemen), preferensi perlu direvisi [3].

3. Peringkat alternatif, menentukan alternatif kebutuhan desain simpang yang optimal yang diperoleh dari quisenor para pakar, bisa lebih dari 1 (satu) pakar. Pada tahap Alternatif sudah memasukan desain yang sesuai pada simpang tersebut. Dari hasil peringkat AHP yang terpilih disajikan dalam Simulasi PTV VISSIM.

Tabel 2. Nilai Indeks Random.

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Sumber; Saaty

B. Tahapan Simulasi PTV Visim

1. Pengambilan Volume Lalulintas pada simpang Penelitian dengan menggunakan Kamera video dan dihitung secara jenis/golongan kendaraan.
2. Analisa Traffic *Peak Hour* (jam sibuk) pada Jam Sibuk jam 06.00 sd 19.00 pada hari kerja. Seperti pada tabel 3 dan 4

Tabel 3. Exit Tol Bekasi Barat menuju Simpang Jalan Achmad Yani

Volume LHR					
No	Jam	Volume Arah Selatan-Timur	Total/ jam	Volume Arah Timur-Selatan	Total/ jam
1	06.00-06.15	150		349	
2	06.15-06.30	135		315	
3	06.30-06.45	138		322	
4	06.45-07.00	166	589	386	1372
5	07.00-07.15	166		387	
6	07.15-07.30	155		362	
7	07.30-07.45	152		322	
8	07.45-08.00	183	656	426	1497
9	13.00-13.15	292		681	
10	13.15-13.30	273		637	
11	13.30-13.45	280		653	
12	13.45-14.00	270	1115	631	2602
13	14.00-14.15	298		695	
14	14.15-14.30	298		695	
15	14.30-14.45	255		594	
16	14.45-15.00	279	1130	652	2636
17	18.00-18.15	261		609	
18	18.15-18.30	260		607	
19	18.30-18.45	234		545	
20	18.45-19.00	204	959	476	2237
21	19.00-19.15	202		472	
22	19.15-19.30	202		471	
23	19.30-19.45	195		454	
24	19.45-19.00	184	783	454	1851

Sumber; Hasil Survey LHR

Kemacetan (*Peak Hour*) pada jam 14.45 sd 15.00 arah selatan-timur dengan Volume lalulintas 1130 kendaraan/jam, 14.45 sd 15.00 arah timur-selatan dengan volume kendaraan 2635 kendaraan/jam.

Tabel 4. Simpang Jalan Achmad Yani

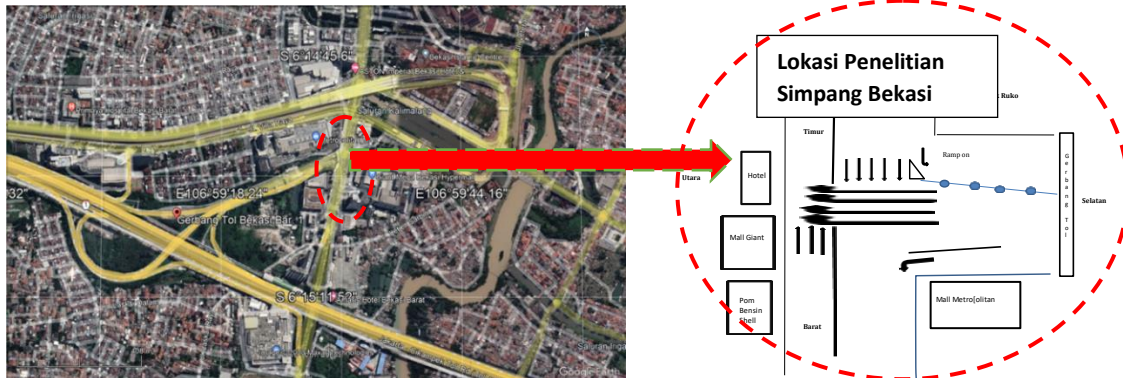
Volume LHR					
No	Jam	Volume Arah Barat -Timur	Total/ jam	Volume Arah Timur - Barat	Total/ jam
1	06.00-06.15	415		445	
2	06.15-06.30	405		389	
3	06.30-06.45	431		422	
4	06.45-07.00	444	1695	432	1688
5	07.00-07.15	505		523	
6	07.15-07.30	521		533	
7	07.30-07.45	537		546	
8	07.45-08.00	471	2034	499	2101
9	13.00-13.15	393		387	
10	13.15-13.30	356		366	
11	13.30-13.45	390		378	
12	13.45-14.00	475	1614	440	1571
13	14.00-14.15	456		469	
14	14.15-14.30	548		586	
15	14.30-14.45	467		536	
16	14.45-15.00	571	2042	565	2156
17	18.00-18.15	539		539	
18	18.15-18.30	492		501	
19	18.30-18.45	567		553	
20	18.45-19.00	568	2169	545	2138
21	19.00-19.15	489		490	
22	19.15-19.30	566		571	
23	19.30-19.45	529		533	
24	19.45-19.00	499	2083	484	2078

Sumber; Hasil Survey LHR

Kemacetann (*Peak Hour*) pada jam 18.45 sd 19.00 arah Barat-Timur dengan Volume lalulintas 2169 kendaraan/jam, kendaraan/jam dan pada jam 14.45 sd 15.00 arah Timur- Barat dengan volume Lalulintas 2156 kendaraan/jam.

3. Mensimulasikan data analisa Traffic *Peak Hour* (jam sibuk) ke PTV VISSIM
4. Menentukan simpang sesuai analisa AHP dan Validasi simulasi PTV VISSIM

Pengambilan sample untuk penelitian ini dilakukan di Simpang Bekasi barat Jalan Ahmad Yani yang bersinggungan dengan Exit Tol Bekasi Barat 1.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel

Pemodelan Menggunakan Software Vissim, dalam pemodelan lalu lintas dibagi menjadi kendaraan pribadi dan transportasi publik. Keduanya dimodelkan secara berbeda dalam Software Vissim sehingga memiliki perilaku, routing dan jenis kendaraan yang berbeda.

Queue Counters/ Penghitung Antrian, *Time Distribution/* Pembagian Waktu, *Software Vissim/* Perangkat lunak Vissim, *Dynamic Signal Timing Plan /* Pengaturan Waktu Sinyal Dinamis Rencana, *Signal Control Detector/* Detektor Kontrol Sinyal, *Record Signal Control/* Rekam Kontrol *Detector Record/* Rekam Detektor adalah data yang berisi status sinyal dan detector, *Signal Changes/* Perubahan Sinyal, *Link Evaluation/* Evaluasi Link [9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model AHP

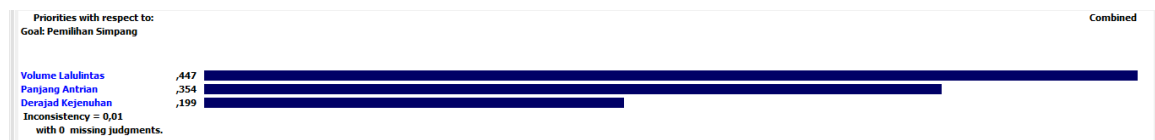
Model AHP mempunyai struktur hirarki: tujuan, kriteria, subkriteria dan Varian /Alternatif. Perangkat lunak Expert Choice merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengevaluasi terhadap hasil terbaik desain yang diajukan berdasar Kriteria dan sub kriteria. Masing-masing kriteria dan sub kriteria yang diusulkan digunakan untuk mengevaluasi Varian/alternatif pada struktur hirarki model AHP seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur Hirarki Model AHP

(Software Expert Choice)

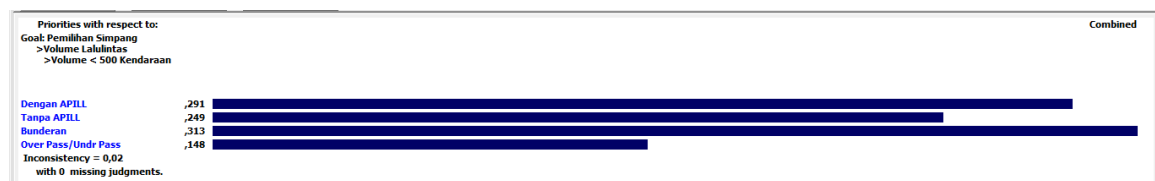
Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di level atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam level yang dipengaruhi kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk memboboti prioritas lokal dari elemen di level terendah sesuai dengan kriterianya[19][18]



Gambar 4. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Kriteria



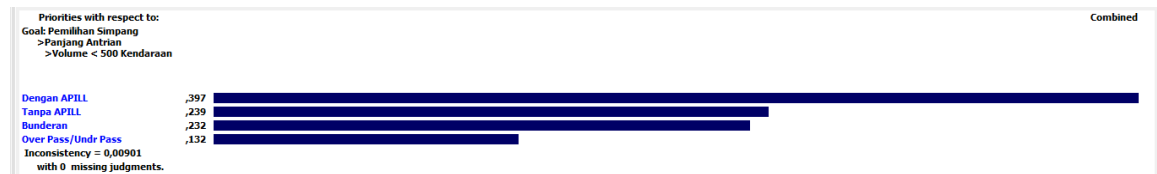
Gambar 5. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Volume



Gambar 6. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Volume Lalulintas



Gambar 7. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Volume Lalulintas > 500 Kendaraan



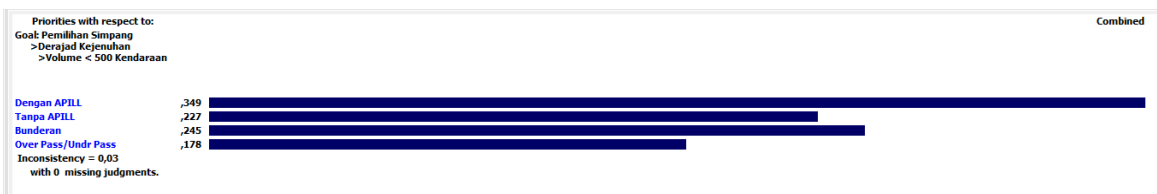
Gambar 8. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria anjang antrian



Gambar 9. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria panjang antrian



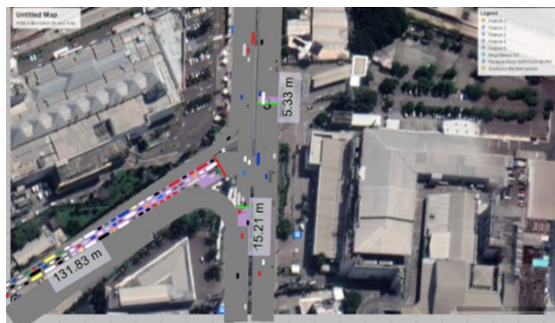
Gambar 10. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria derajat kejenuhan



Gambar 11. Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria derajat kejenuhan

Dari semua analisa yang dilakukan serta semua analisis evaluasi dari masing-masing kriteria dan subkriteria metode AHP maka Varian/Alternatif 1 yang diusulkan dengan nilai 34,9 % dengan menggunakan APILL pada saat volume lalu lintas < 500 kendaraan sebagai solusi lalu lintas terbaik disusul Varian/Alternatif 3 Bunderan 24,5%, Varian/Alternatif 2 Tanpa APILL 22,7% serta Varian/Alternatif 4 Over Pass/ Under Pass 17,8% , yang masih dapat mengendalikan untuk kelancaran lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 11.

Varian/Alternatif 1 merupakan kondisi simpang dengan menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Varian 1 merupakan kondisi menggunakan APILL dari hasil survey, perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) dan simulasi PTV VISSIM (Gambar. 12). Solusi hasil AHP mengusulkan desain ini dengan menggunakan APILL cukup jika Volume Lalu lintas < 500 kendaraan berdasarkan subkriteria Volume lalu lintas dari arah Exit tol Bekasi barat menuju jalan Bekasi Barat arah timur (Dari Exit Tol selatan ke timur arah jalan Bekasi Barat).



Gambar 12. Simpang menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas(APILL)

Varian/Alternatif 2 merupakan kondisi simpang tanpa menggunakan APILL. Varian 2 merupakan kondisi tanpa menggunakan APILL dari hasil survey, perhitungan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dan simulasi PTV VISSIM (Gambar. 13). Solusi hasil AHP mengusulkan desain ini dengan tanpa APIIL, jika Volume Lalulintas < 500 kendaraan berdasarkan subkriteria Volume lalulintas dari arah Exit tol Bekasi barat menuju jalan Bekasi barat arah timur (Dari Exit Tol selatan ke timur arah jalan Bekasi Barat, namun untuk hal ini tidak disarankan karena akan menjadikan kekacauan di simpang tersebut dan menjadi rawan kecelakaan dengan cara mengemudi masyarakat yang kurang sabar di dalam mengendarai kendaraan bermotor.



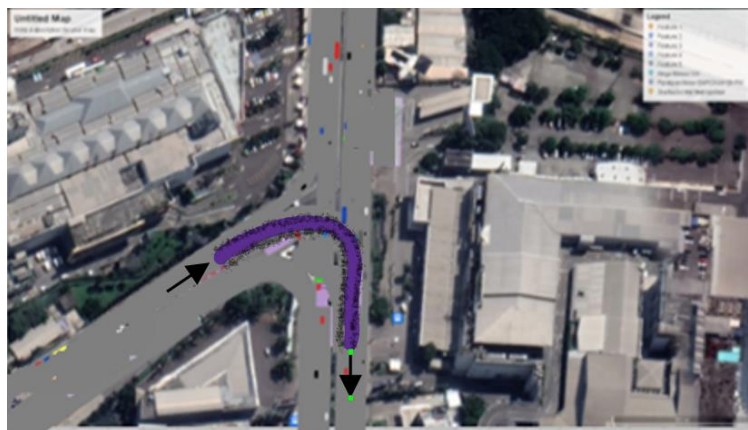
Gambar 13. Simpang tanpa menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Varian/Alternatif 3 merupakan kondisi Simpang dengan konstruksi Bunderan. Varian 3 merupakan kondisi menggunakan Bunderan dari hasil survey, perhitungan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dan simulasi PTV VISSIM (Gambar. 14). Solusi hasil AHP mengusulkan desain ini dengan menggunakan Bunderan jika Volume Lalulintas < 500 kendaraan berdasarkan subkriteria Volume lalulintas dari arah Exit tol Bekasi barat menuju jalan Bekasi barat arah timur (Dari Exit Tol Selatan ke Timur arah jalan Bekasi Barat).



Gambar 14. Simpang dengan konstruksi Bunderan

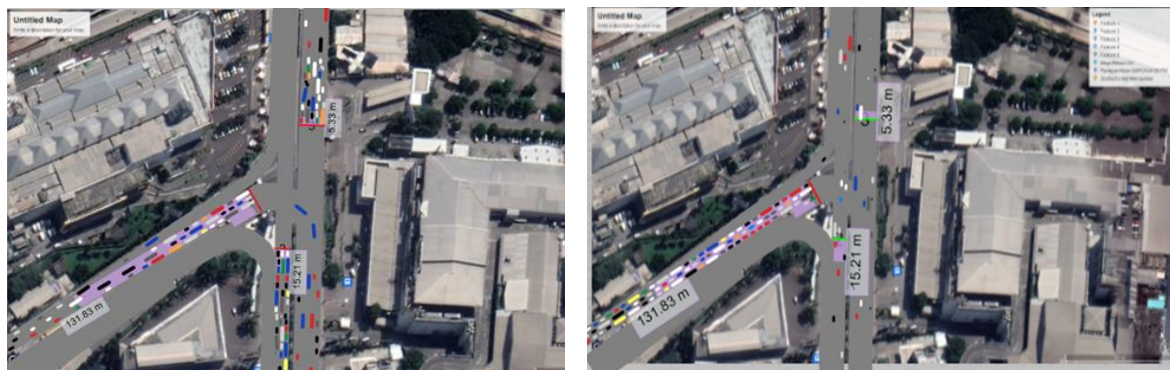
Varian/Alternatif 4 simpang dengan menggunakan Over Pass/Under Pass. Varian 1 merupakan kondisi menggunakan Over Pas atau Under Pass dari hasil survey, perhitungan Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) dan simulasi PTV VISSIM (Gambar.15). Solusi hasil AHP mengusulkan desain ini dengan menggunakan Over Pass/Under Pass lebih baik jika Volume Lalulintas > 500 kendaraan berdasarkan subkriteria Volume lalulintas dari arah Exit tol Bekasi barat menuju jalan Bekasi barat arah timur (Dari Exit Tol selatan ke timur arah jalan Bekasi Barat).



Gambar 15. Simpang dengan konstruksi Over Pass / Under Pass

Simulasi Simpang Bekasi Barat Dengan VISSIM

Peringkat yang terpilih dari Analisa AHP dilakukan Simulasi mikroskopis PTV VISSIM pada penelitian ini untuk menganalisis kondisi arus lalu lintas terkini di Simpang Bekasi Barat. Analisis meliputi arus lalu lintas kendaraan bermotor dan lalu lintas berhenti dengan tujuan memperoleh data tentang Panjang antrian, simulasi disajikan pada Gambar 16. Simulasi dilakukan berdasarkan input data tentang beban lalu lintas, yang dikumpulkan dari perhitungan lalu lintas. Antrean terpanjang terbentuk di Jalan Achmad Yani dengan arah Timur-Barat. Antrian telah disajikan dalam meter dan berjumlah 205,84 meter yaitu sekitar 96 kendaraan.



Gambar 16. Simulasi keadaan saat ini di Bekasi Barat pada PTV VISSIM.

Dari hasil VISSIM diperoleh Panjang antrian seperti pada gambar dibawah ini.

Queue Results						
Count: 3	SimRun	TimeInt	QueueCounter	QLen	QLenMax	QStops
1	133	0-600	2	15,21	88,55	51
2	133	0-600	3	5,33	28,39	38
3	133	0-600	4	131,83	205,84	143

Gambar 17. Hasil Simulasi di Simpang (PTV Vissim).

Pembentukan antrian terlihat dari Jalan Achmad Yani arah Barat – Timur dan di Exit Tol Bekasi Barat - (belok kanan di Jalan Ahmad Yani arah Timur). Panjang antrian dari Exit Tol Bekasi Barat adalah 205,84 meter yaitu sekitar 95 kendaraan, dan panjang antrian di Jalan Bekasi Barat arah ke Timur adalah 38,42 meter yaitu sekitar 22 kendaraan. Keterlambatan kendaraan terbesar tercatat pada pendekatan timur.

Nilai-nilai parameter yang dihasilkan dari keadaan arus lalu lintas masa depan di Simpang Bekasi Barat disajikan pada Gambar 17. Hasil Simulasi di Simpang (PTV Vissim). Antrean Bekasi Barat untuk kendaraan yang menyatu dengan Jalan Bekasi Barat ke arah barat dan berjumlah 88,55 meter yaitu sekitar 35 kendaraan.

KESIMPULAN

Tujuan penelitian ini untuk menentukan solusi simpang yang optimal dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan simulasi PTV VISSIM. Masalah simpang yang sangat kompleks dari resiko kemacetan maka dalam menentukan solusi masalah tersebut perlu mempertimbangkan parameter yang mengakibatkan kemacetan. Dalam makalah yang peneliti lakukan, yaitu ingin menyajikan penerapan metode AHP untuk memilih solusi terbaik untuk rekonstruksi Simpang. Temuan penelitian ini adalah pengambilan keputusan dengan metode AHP dan simulasi PTV VISSIM yang menghasilkan desain simpang yang optimal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data adalah metode penghitungan lalu lintas dan metode survei. Metode penghitungan dilakukan untuk mendapatkan data jumlah pengguna yang melintasi Simpang dan data beban lalu lintas arus lalu lintas. Metode survei digunakan untuk mengumpulkan data, sikap dan pendapat terhadap subjek penelitian. Survei berisi sembilan pertanyaan singkat untuk memastikan partisipasi responden yang lebih tinggi. Dari metode perhitungan untuk Volume Lalulintas < 500 kendaraan maka Varian/Aternatif 1 (34,7%) yaitu menggunakan APILL masih relevan digunakan pada Simpang Bekasi Barat, namun pada

Volume Lalulintas > 500 kendaraan, Varian/alternatif 4 (42,1%) yaitu Over Pass/Under Pass sangat disarankan tentu dipertimbangkan juga biaya konstruksinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Makalah ini tidak mungkin terlaksana dengan baik tanpa dukungan dari istri tercinta dan anak-anak serta kerabat kerja yang tidak hanya rela dikurangi waktu dan perhatian penulis kepada mereka tetapi sebaliknya memberikan motivasi kepada penulis selama ini hingga dapat selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Internasional *et al.*, "EVALUATION OF TRAFFIC FLOW AND TRAFFIC NETWORK MANAGEMENT SYSTEM IN JORDAN," vol. 4, no. 2, pp. 1–21, 2016.
- [2] B. Pan, Z. Xie, S. Liu, Y. Shao, and J. Cai, "Evaluating Designs of a Three-Lane Exit Ramp Based on the Entropy Method," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 53436–53451, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3070465.
- [3] T. L. Saaty, "How to make a decision: The analytic hierarchy process," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 48, no. 1, pp. 9–26, 1990, doi: 10.1016/0377-2217(90)90057-1.
- [4] H. Pratiwi, "Metode Analytical Hierarchy Process," *Res. Gate*, no. May, pp. 1–33, 2020.
- [5] R. I. Handayani, "Pemanfaatan Aplikasi Expert Choice Sebagai Alat Bantu Dalam Pengambilan Keputusan," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 11, no. 1, pp. 53–59, 2015.
- [6] Y. Chen, J. Yu, and S. Khan, "The spatial framework for weight sensitivity analysis in AHP-based multi-criteria decision making," *Environ. Model. Softw.*, vol. 48, pp. 129–140, 2013, doi: 10.1016/j.envsoft.2013.06.010.
- [7] V. Podvezko, H. Sivilevicius, and A. Podvezko, "Scientific applications of the AHP method in transport problems," *Arch. Transp.*, vol. 29, no. 1, pp. 47–54, 2014, doi: 10.5604/08669546.1146966.
- [8] N. Yusuf and D. S. Sudrajat, "the Impact of Road Gradient and Truck Composition on the Toll Road Traffic Performance," *Plan. Malaysia*, vol. 16, no. 1, pp. 88–95, 2018, doi: 10.21837/PM.V16I5.413.
- [9] Pebriyetti, S. Widodo, and Akhmadali, "Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan Dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)," *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, vol. 5, no. 3, pp. 1–14, 2018.
- [10] D. Hormansyah, V. Sugiarto, and eka larasati amalia, "Penggunaan Vissim Model pada Jalur Lalu Lintas Empat Ruas," *J. Teknol. Inf.*, vol. 7, pp. 57–67, 2020.
- [11] M. Z. Irawan and N. H. Putri, "Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)," *J. Penelit. Transp. Multimoda*, vol. 13, no. 3, pp. 97–106, 2015.
- [12] N. Wu and S. Giuliani, "Capacity and Delay Estimation at Signalized Intersections under Unsaturated Flow Condition Based on Cycle Overflow Probability," *Transp. Res. Procedia*, vol. 15, pp. 63–74, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.006.
- [13] T. Bergh, K. Nordqvist, P. Strömgren, F. Davidsson, K. L. Bång, and A. Carlsson, "Capacity Issues in Sweden - Applications and Research," *Transp. Res. Procedia*, vol. 15, pp. 36–50, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.004.
- [14] D. Jolovic, A. Stevanovic, S. Sajjadi, and P. T. Martin, "Assessment of Level-Of-Service for Freeway Segments Using HCM and Microsimulation Methods," *Transp. Res. Procedia*, vol. 15, pp. 403–416, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.034.

- [15] O. N. Rouphail, A. Tarko, K. Sekolah, and T. Technologies, “PERSIMPANGAN SINYAL.”
- [16] H. X. Liu, X. Wu, W. Ma, and H. Hu, “Real-time queue length estimation for congested signalized intersections,” *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 17, no. 4, pp. 412–427, 2009, doi: 10.1016/j.trc.2009.02.003.
- [17] P. T. B. C, Y. Chen, Y. Chen, and G. Chang, “Penelitian Transportasi Bagian C spillback antrian ke jalur utama jalan bebas hambatan,” vol. di, 2021.
- [18] N. H. Putri and M. Z. Irawan, “Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim,” *18th FSTPT Int. Symp.*, 2015.
- [19] A. Supriadi, A. Rustandi, D. H. L. Komarlina, and G. T. Ardiani, *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. 2021.