

EVALUASI SIMPANG BERSINYAL DAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DI JALAN KH. WAHID HASYIM – PAHLAWAN - URIP SUMOHARJO KABUPATEN JOMBANG

Maf'ula Salsabila R¹, Achendri M. Kurniawan², Supiyono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: mafmafiul@gmail.com¹, achendri.ac@gmail.com², supiyono10@gmail.com

ABSTRAK

Persimpangan di Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo berada di pusat kota yang menjadi penghubung jalan akses menuju perkantoran, sekolah, dan alun-alun yang mengakibatkan penumpukan kendaraan pada jam puncak. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kinerja simpang pada kondisi eksisting beserta biaya operasional kendaraan, menemukan alternatif penanganan simpang beserta biaya operasional kendaraan, dan mengetahui perkiraan simpang jenuh kembali. Data yang digunakan yaitu data primer berupa volume kendaraan, waktu sinyal dan geometrik simpang. Data sekunder didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jombang. Metode perhitungan mengacu pada MKJI 1997 dan Peraturan Menteri no 96 Tahun 2015. Pengambilan data yang dilakukan adalah metode survei langsung dengan menggunakan bantuan kamera untuk merekam keadaan eksisting simpang. Survei dilakukan pada hari Sabtu, 27 Mei dan Senin, 29 Mei 2023 pukul 05.30 – 08.30 WIB dan pukul 15.00 – 18.00 WIB. Berdasarkan kinerja simpang dalam kondisi eksisting pada jam puncak didapatkan derajat kejenuhan (DS) = 0,778; tundaan (D) = 44,66 det/smp; dan nilai tingkat pelayanan E (Buruk). sehingga perlu dilakukan alternatif penanganan, yaitu dengan peraturan arus belok kiri langsung dan pelarangan belok kanan, didapatkan derajat kejenuhan (DS) = 0,345; tundaan (D) = 21,948 det/smp; dan nilai tingkat pelayanan C. Biaya operasional kendaraan setelah dilakukan perbaikan kinerja simpang terhadap kemacetan simpang sebesar Rp. 516,811 /km. biaya operasional kendaraan terhadap kemacetan simpang menjadi Rp. 838.811 /km.

Kata kunci : simpang bersinyal, tingkat pelayanan, biaya operasional kendaraan, biaya kemacetan.

ABSTRACT

Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo is in the center of the town connecting offices, schools, and square causing increasing vehicles at peak hours. This thesis aimed to find out the existing performance and the existing vehicle operational cost (BOK), to determine the alternative solution, to find out the alternated vehicle operational cost, and simulate the congestion of the intersection. The required data were of existing vehicle volume, signal timing, and intersection geometry. The total population (2020-2022) data were obtained from the Central Statistic Agency (BPS) of Jombang District. MKJI 1997 and Minister of Transportation Regulation No. 96 Year 2015 were used to find out the intersection performance. The existing traffic volume was obtained from surveys assisted by a tape recorder conducted on Saturday and Monday, May 2023 from 05:30 – 08:30 AM and 03:00 – 06:00 PM. The findings were of 0.778 degree of saturation (DS); 44.66 sec/pcu delay (D); and Level of Service (LOS) E (poor); at Rp. 516,811,-/km vehicle operating cost (BOK) on congestion of existing conditions. An alternative scenario is of direct left turns and right turns prohibition obtaining 0.345 DS; 21.948 sec/pcu D; and LOS C (medium); at Rp.838,811,- /km the result of scenario of vehicle operating cost on congestion.

Keywords : signalized intersection, LOS, vehicle operating cost, congestion cost

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Jombang merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Jawa Timur dengan luas wilayah mencapai

1.115,09 km². Kabupaten Jombang terdiri dari 21 kecamatan, 5 kelurahan, dan 301 desa..

Berdasarkan sensus penduduk tahun 2020, jumlah penduduk kota santri sebanyak 1.318.062 jiwa. Rinciannya, penduduk laki-laki sebanyak 664.605 jiwa, sedangkan penduduk perempuan sebanyak 653.457 jiwa. Pertumbuhan penduduk di Kabupaten Jombang mengalami pertumbuhan yang cukup cepat sebesar 0,80 persen, sehingga mengakibatkan aktivitas penduduk juga ikut meningkat ditambah dengan adanya aktivitas perdagangan, perkantoran, sekolah, dan lain-lain. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan aktivitas transportasi terutama kendaraan pribadi sehingga dapat menimbulkan penumpukan kendaraan.

Polda Jawa Timur mencatatkan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor pada tahun 2022 mencapai 23.258.683 unit kendaraan. Jumlah tersebut menjadikan Jawa Timur berada di peringkat pertama sebagai kepemilikan kendaraan bermotor terbanyak diantara provinsi lainnya di Indonesia. Meningkatnya jumlah kendaraan di provinsi ini menimbulkan kemacetan terjadi di persimpangan yang ada beberapa daerah terutama di Kabupaten Jombang.

Berdasarkan UU No. 43 Tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang dengan kata lain persimpangan dapat diartikan sebagai dua jalur atau lebih ruas jalan yang berpotongan, dan termasuk didalamnya fasilitas jalur jalan dan tepi jalan.

Salah satunya yang terjadi pada simpang di Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo Kabupaten Jombang. Daerah tersebut merupakan jalan perkotaan yang menjadi pusat aktivitas masyarakat jombang karena menjadi jalan akses menuju perkantoran, sekolah, alun-alun, dan rumah sakit yang mengakibatkan penumpukan kendaraan pada waktu tertentu.

Jalan KH Wahid Hasyim berada di sisi utara dan selatan, jalan tersebut merupakan akses menuju pusat kota yang terdapat beberapa kantor pemerintahan, kantor bank, rumah sakit dan juga sekolah. Jalan Pahlawan dan Jalan Urip Sumoharjo berada di sisi barat dan timur, di sepanjang jalan tersebut terdapat beberapa penginapan dan pertokoan yang menjual berbagai alat kebutuhan rumah tangga. Hal tersebut menyebabkan kemacetan dan antrian kendaraan pada persimpangan Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo Kabupaten Jombang. Adanya kemacetan tersebut mempengaruhi penghambat arus kendaraan yang menimbulkan peningkatan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada tiap kendaraan yang melewati simpang tersebut. Untuk mengetahui bagaimana kinerja pengaruh pergerakan lalu lintas terhadap sistem jaringan yang sudah ada diperlukan evaluasi kinerja lalu

lintas dan mencari solusi permasalahan pada kawasan tersebut.

2. METODE

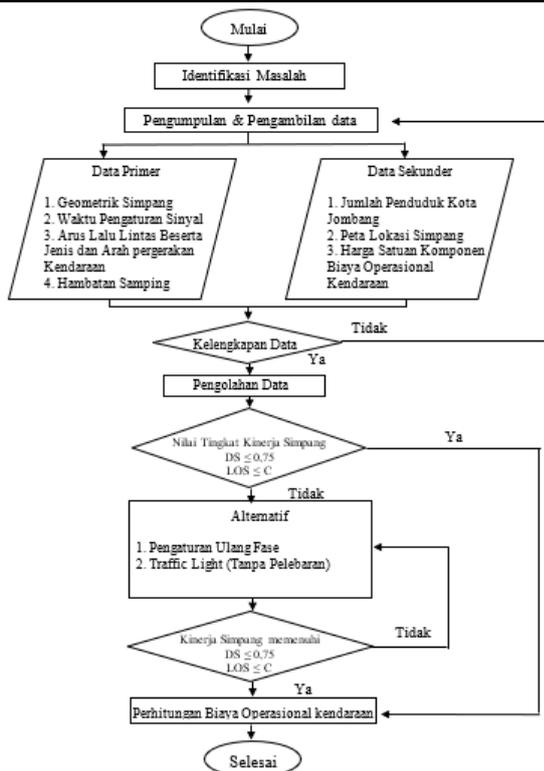
Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jalan KH Wahid Hasyim Utara – jalan KH Wahid Hasyim Selatan – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan cara survei langsung di lapangan. Pelaksanaan survei dilakukan pada hari Sabtu dan hari Senin dengan waktu pelaksanaan di pagi hari pukul 05.30 – 08.30 WIB dan pada sore hari pukul 15.00 – 18.00 WIB. Dalam pelaksanaan survei dibutuhkan kamera untuk merekam kondisi simpang dan tim survei untuk membantu proses pengambilan data. Tahapan pengerjaan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* berikut

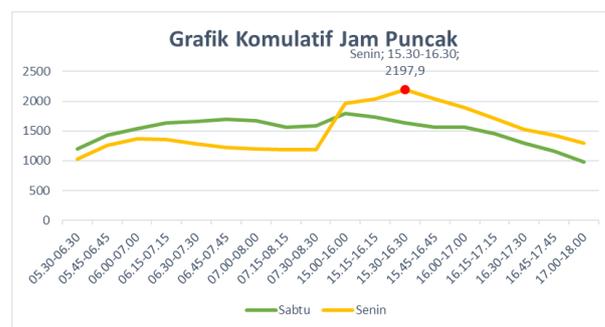


Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

| Pendekatan | Ya/tdk | kiri langsung ya/tdk | Pendekatan | Masuk | Belok kiri langsung | Keluar |
|------------|--------|----------------------|------------|-------|---------------------|--------|
| | | | | | | |
| U | T | T | 6,0 | 6,0 | - | 6,0 |
| S | T | T | 6,0 | 6,0 | - | 6,0 |
| T | T | T | 3,5 | 3,5 | - | 3,5 |
| B | T | T | 3,5 | 3,5 | - | 3,5 |

Data Volume Lalu Lintas

Dari hasil survei yang dilakukan selama dua hari, diambil jam puncak pagi dan sore diperoleh hasil seperti pada gambar grafik volume gabungan berikut



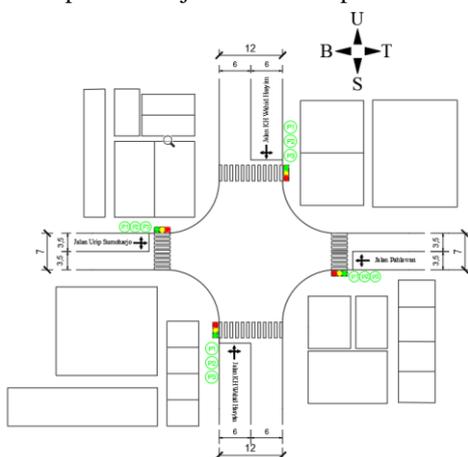
Gambar 4 Grafik komulatif Kendaraan Hari Sabtu dan Senin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometrik Simpang

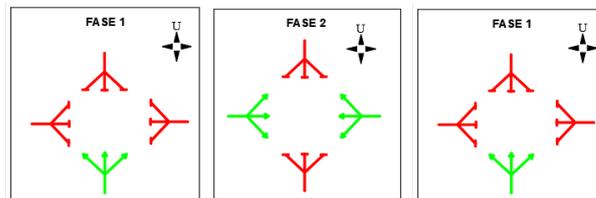
Data geometrik dan kondisi simpang jalan diambil secara langsung oleh peneliti. Pada simpang empat ini digunakan kode pendekat, yaitu

- Jalan KH Wahid Hasyim : Kode pendekat U (Utara)
- Jalan KH Wahid Hasyim : Kode pendekat S (Selatan)
- Jalan Pahlawan : Kode pendekat T (Timur)
- Jalan Urip Sumoharjo : Kode pendekat B (Barat)



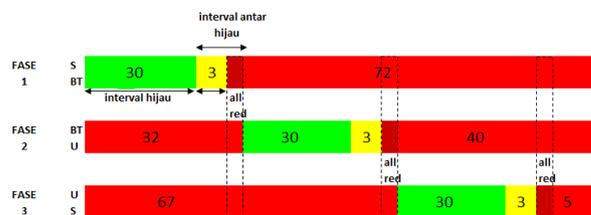
Gambar 3 Kondisi Geometrik simpang

Fase dan Waktu Siklus Eksisting Simpang



Gambar 5 Arah pergerakan simpang

Pada kondisi eksisting simpang Jalan KH Wahid Hasyim–Jalan Pahlawan– Jalan Urip Sumoharjo sebanyak 3 arah fase pergerakan simpang. Waktu siklus eksisting didapatkan peneliti saat pelaksanaan survei langsung di lapangan.



Gambar 6 Waktu siklus kondisi eksisting

Tabel 1 Geometrik Jalan

| Kode | Media | Belok | Lebar Pendekat (m) |
|------|-------|-------|--------------------|
|------|-------|-------|--------------------|

Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Perhitungan analisis kinerja simpang menggunakan rumusan yang ada di MKJI 1997 pada formulir SIG IV dan SIG V. Berikut tabel form SIG IV.

Tabel 2 Perhitungan SIG IV

| Kode pen dekat | Arus jenuh Nilai dise suaikan smp/jam (S) | Arus lalu lintas smp/jam (Q) | Waktu hijau det (g) | Kapasitas smp/jam $S \times g/c = (C)$ | Derajat kejenuhan (DS) |
|----------------|---|------------------------------|---------------------|--|------------------------|
| (1) | (17) | (18) | (21) | (22) | (23) |
| U | 3372,4 | 715,4 | 30 | 963,547 | 0,742 |
| S | 3400,8 | 763,3 | | 971,653 | 0,786 |
| T | 1599,3 | 370,9 | 30 | 456,952 | 0,812 |
| B | 1580,4 | 348,3 | | 451,551 | 0,771 |

Kapasitas simpang (C)

Dari nilai-nilai diatas dapat dicari nilai C rasio pada simpang, dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

$$C = 3372,4 \times 30/105$$

$$C = 963,547 \text{ smp/jam}$$

Derajat kejenuhan

Dari hasil perhitungan diatas dengan menggunakan pedoman MKJI 1997, didapatkan hasil kapasitas simpang pada pendekat utara sebesar 796,500 smp/jam, sedangkan untuk derajat kejenuhan didapatkan dari pembagian antara arus lalu lintas (Q) dengan nilai 691,1 smp/jam yang dibagi dengan kapasitas sebenarnya (C) sehingga dapat dituliskan :

$$DS = Q / C$$

$$DS = 715,4 / 963,547$$

$$DS = 0,742$$

Tundaan

Tabel 3. Kinerja SIG V

| Kode Pendekat | Arus Lalu Lintas smp/jam Q | Derajat Kejenuhan DS = Q/C | Tundaan | | |
|---------------|----------------------------|----------------------------|--|--|--------------------------------------|
| | | | Tundaan Lalu lintas rata-rata det/smp DT | Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG | Tundaan rata-rata det/smp D= DT + DG |
| (1) | (2) | (4) | (13) | (14) | (15) |
| U | 715,4 | 0,742 | 37,489 | 3,786 | 41,275 |
| S | 763,3 | 0,786 | 39,410 | 3,793 | 43,203 |
| T | 370,9 | 0,812 | 47,446 | 3,983 | 51,429 |
| B | 348,3 | 0,771 | 43,610 | 3,988 | 47,599 |

Tundaan dapat dinyatakan dengan rumus berikut
 $D = DT + DG$

$$D = 37,489 + 3,789$$

$$D = 41,275$$

Analisa Kinerja Simpang dan Biaya Operasional kendaraan Kondisi Eksisting

Tabel 4. Hasil Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

| Kode Pendekat | Arus lalu lintas (smp/jam) | Derajat kejenuhan | Kapasitas (smp/jam) | Panjang Antrian (meter) | Tundaan rata-rata | Tingkat Pelayanan |
|---------------|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | Q | DS | C | QL | D | LOS |
| U | 715,4 | 0,742 | 963,547 | 77,750 | 41,275 | E |
| S | 763,3 | 0,786 | 971,653 | 82,750 | 43,203 | E |
| T | 370,9 | 0,812 | 456,952 | 80,750 | 51,429 | E |
| B | 348,3 | 0,771 | 451,551 | 75,250 | 47,599 | E |
| Rata-rata | 549,475 | 0,778 | 710,926 | 79,125 | 45,876 | E |

Berdasarkan analisis kinerja simpang yang telah dilakukan pada kondisi eksisting didapatkan waktu siklus melebihi dari peraturan waktu siklus yang layak untuk 3 fase, nilai derajat kejenuhan pada beberapa lengan masih tinggi ($DS \leq 0,75$), Tingkat pelayanan simpang masih kurang yaitu D, sehingga untuk mengurangi derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan tersebut dibuatlah pilihan alternatif pada simpang.

Tabel 5. Perhitungan BOK Kondisi Eksisting

| Kode Pendekat | Kecepatan | Panjang antrian (km) | Komponen BOK | Total BOK | Biaya Kemacetan |
|---------------|-----------|----------------------|--------------|-------------|-----------------|
| U | 12,92 | 0,077 | 715,4 | Rp 508.092 | Rp616.838 |
| S | 14,04 | 0,082 | 763,3 | Rp 550.329 | Rp646.319 |
| T | 16,54 | 0,080 | 370,9 | Rp 261.331 | Rp266.063 |
| B | 13,84 | 0,075 | 348,3 | Rp 209.670 | Rp266.063 |
| TOTAL | | | Rp34.592 | Rp1.529.442 | Rp1.680.106 |

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan pada simpang didapatkan nilai sebesar Rp 1.529.442/jam dan hasil perhitungan Biaya kemacetan didapatkan nilai sebesar Rp 1.680.442/jam.

A. Analisa Penanganan Kinerja Simpang Bersinyal

Berdasarkan analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting diperlukan beberapa alternatif agar dapat meningkatkan kinerja simpang. Berikut beberapa rencana solusi alternatif penanganan simpang:

1. Perubahan waktu siklus
2. Perubahan Fase Menjadi 4 Fase
3. Perubahan Fase Menjadi 2 Fase
4. Perubahan Waktu Siklus dan dilarang belok kanan pada pendekat barat dan timur

- Perubahan pengaturan lalu lintas belok kiri langsung dan dilarang belok kanan.

B. Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Setelah Penanganan

Setelah dilakukan analisis skenario simpang dengan berbagai alternatif I hingga alternatif V, didapatkan alternatif paling efektif yaitu alternatif V. Dari hasil perhitungan kinerja simpang pada saat penerapan Alternatif ini dapat disimpulkan bahwa kinerjanya sudah memenuhi syarat yang sesuai dengan MKJI 1997. Kesimpulan ini didasari oleh nilai derajat kejenuhan dari semua pendekat simpang setelah diterapkannya alternatif V ini bernilai kurang dari batas derajat kejenuhan yang telah ditentukan oleh MKJI yaitu derajat kejenuhan (DS) < 0,75, Selain itu tingkat pelayanan berdasarkan PM No 96 Tahun 2015 berada pada tingkat C (Cukup). Hasil penanganan simpang dapat dilihat dalam **Tabel 5** berikut

Tabel 5. Hasil Analisa Kinerja Simpang Setelah Penanganan

| Kode Pendekat | Arus lalu lintas (smp/jam) | Derajat kejenuhan | Kapasitas (smp/jam) | Panjang Antrian (meter) | Tundaan rata-rata | Tingkat Pelayanan |
|---------------|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | Q | DS | C | QL | D | LOS |
| U | 417,6 | 0,433 | 963,859 | 50,000 | 21,890 | C |
| S | 480,5 | 0,495 | 969,789 | 60,000 | 22,669 | C |
| T | 105,7 | 0,257 | 410,599 | 50,000 | 21,972 | C |
| B | 79,2 | 0,196 | 404,731 | 50,000 | 21,260 | C |
| Rata-rata | 270,750 | 0,345 | 687,244 | 52,500 | 21,948 | C |

Tabel 6. Hasil Analisis Biaya Operasional Kendaraan dan Nilai Kemacetan Setelah Penanganan

| Kode Pendekat | Kecepatan | Panjang antrian (km) | Komponen BOK | Total BOK | Biaya Kemacetan |
|---------------|-----------|----------------------|--------------|-----------|-----------------|
| U | 12,92 | 0,050 | Rp 9.091 | Rp189.815 | Rp325.572 |
| S | 14,04 | 0,060 | Rp 8.676 | Rp250.117 | Rp337.681 |
| T | 13,84 | 0,050 | Rp. 8.631 | Rp45.615 | Rp102.852 |
| B | 16,54 | 0,050 | Rp. 7.895 | Rp31.263 | Rp72.707 |
| TOTAL | | | | Rp34.292 | Rp516.811 |

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan pada alternatif V didapatkan nilai sebesar Rp. 34.292/km dan hasil perhitungan biaya kemacetan didapatkan nilai sebesar Rp. 516.811/km.

C. Perhitungan Kemampuan Kinerja Simpang Setelah dilakukan Penanganan Simpang

Data yang dipakai dalam perhitungan ini menggunakan data faktor pertumbuhan lalu lintas kabupaten jombang, berikut merupakan perhitungan setiap untuk beberapa tahun yang akan datang. Contoh perhitungan pada pendekat utara tahun ke - 15 :

Diketahui perhitungan setelah penanganan :

- DS = 0,75
- Tundaan (D) = 37,91
- Faktor pertumbuhan lalu lintas = 4% (0,04)
- Volume arus lalu lintas (Q) = 417,6

- Derajat kejenuhan tahun ke – 15

$$DS_n = DS + (DS \times i)$$

$$= 0,75 + (0,75 \times 0,04)$$

$$= 0,78$$

- Tundaan tahun ke – 15

$$D_n = D + (D \times i)$$

$$= 37,91 + (37,91 \times 0,04)$$

$$= 39,42$$

- Volume arus lalu lintas tahun ke – 15

$$Q_n = Q + (Q \times i)$$

$$= 417,6 + (417,6 \times 0,04)$$

$$= 434,3$$

Tabel 7. Prediksi kemampuan tahun simpang setelah penanganan

| Kesimpulan | Tahun ke | Derajat kejenuhan | Tingkat layanan |
|-----------------------------|----------|-------------------|-----------------|
| Jl. KH Wahid Hasyim Utara | 15 | 0,78 | 39,42 |
| Jl. KH Wahid Hasyim Selatan | 11 | 0,76 | 34,90 |
| Jl. Pahlawan | 28 | 0,77 | 65,89 |
| Jl. Urip Sumoharjo | 35 | 0,77 | 83,89 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya:

- Kinerja simpang bersinyal Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Urip Sumoharjo – Jalan Pahlawan Kabupaten Jombang pada saat kondisi eksisting diperoleh nilai arus lalu lintas (Q) rata – rata sebesar 549,475 smp/jam, kapasitas (C) rata – rata sebesar 710,926 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) rata – rata sebesar 0,778, tundaan simpang (D) rata – rata sebesar 44,66 det/smp dan tingkat pelayanan (LOS) adalah E (40,1 – 60) kurang.
- Perhitungan biaya operasional kendaraan keadaan eksisting sebesar Rp. 1.529.422 /jam dan hasil perhitungan Biaya kemacetan didapatkan nilai sebesar Rp. 1.680.106 /jam.
- Setelah dilakukan analisis skenario simpang dengan berbagai alternatif I hingga alternatif IV, didapatkan

- alternatif paling efektif yaitu alternatif IV. Kinerja Simpang alternatif IV diperoleh nilai arus lalu lintas (Q) rata – rata sebesar 270,750 smp/jam, kapasitas (C) rata – rata sebesar 687,244 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) rata – rata sebesar 0,345, tundaan simpang (D) rata – rata sebesar 21,948 det/smp dan tingkat pelayanan (LOS) adalah C (25,1 – 25) baik.
4. Perhitungan biaya operasional kendaraan setelah dilakukan penanganan sebesar Rp. 516,811 /km dan hasil perhitungan biaya kemacetan didapatkan nilai sebesar Rp. 838.811 /km.
 5. Analisa perkiraan tahun simpang akan jenuh kembali setelah dilakukan penanganan simpang didapatkan Jalan KH Wahid Hasyim Utara pada tahun ke 15 dengan derajat kejenuhan 0,78. Jalan KH Wahid Hasyim Selatan akan mengalami kejenuhan kembali pada tahun ke 11 dengan derajat kejenuhan 0,76. Jalan Pahlawan akan mengalami kejenuhan kembali pada tahun ke 28 dengan derajat kejenuhan 0,77. Jalan Urip Sumoharjo akan mengalami kejenuhan kembali pada tahun ke 35 dengan derajat kejenuhan 0,77.
 6. Berdasarkan MKJI 1997 Jalan KH Wahid Hasyim – Jalan Pahlawan – Jalan Urip Sumoharjo memiliki sistem jaringan jalan sekunder karena berada di kawasan perkotaan dan berperan sebagai pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat Kabupaten Jombang.
- [8] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2004, PP No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, Jakarta
- [9] Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah No. PP 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan Presiden Republik Indonesia. Jakarta
- [10] Wicaksono Tutut Putro Tri, 2022. Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Pada Simpang Mengkreg (Kasus Ruas Jalan Arteri Primer Jombang – Madiun). Skripsi Abstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, 2022. Jumlah Penduduk Kabupaten Jombang. Diakses pada 19 Januari 2023, dari <https://jombangkab.bps.go.id>
- [2] Direktorat Jendral Bina Marga, (1997), Manual kapasitas jalan Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- [3] Direktorat Jendral Bina Marga, (2014), Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum Jakarta
- [4] Google Maps, 2021. Jalan KH Wahid Hasyim. Diakses pada 19 Januari 2023
- [5] dari 112 Jl. KH. Wahid Hasyim - Google Maps
- [6] Nadia Sayyidah. 2022. Studi Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Kebonagung Kota Pasuruan Dengan Menggunakan Metode MKJI 1997 Dan Software Vissim. Universitas Islam Malang
- [7] Niswaturrofiyah H, 2021. Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal Simpang Gemblengan – Simpang Serengan – Simpang Jamsaren Kota Surakarta, Politeknik Negeri Malang