



ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS JL. IMAM BONJOL – JL. PAGAR ALAM)

Sahara Nugra Diani^a, Tas'an Juanedi^b, Dwi Herianto^c

^a Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Kapasitas simpang merupakan perhitungan dari total arus yang ada pada seluruh lengan persimpangan.
- Tundaan merupakan penambahan waktu tempuh yang dialami pengemudi, penumpang atau pejalan kaki.

INFO ARTIKEL

Kata kunci:
Simpang Tak Bersinyal,
PKJI 2014,
Kapasitas Simpang,
Tundaan.

ABSTRAK

Simpang Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam termasuk simpang tak bersinyal yang sering mengalami kepadatan arus lalu lintas. Pada persimpangan jalan, sering terjadi kemacetan pada waktu-waktu tertentu yaitu pada pagi dan sore hari. Tujuan penelitian untuk mengetahui arus lalu lintas (Q) dan kapasitas simpang (C), menganalisis derajat kejenuhan dan besarnya tundaan, dan mengetahui tingkat pelayanan. Metode yang digunakan untuk menganalisis kinerja ruas jalan pada simpang menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014). Kesimpulannya arus lalu lintas tertinggi sebesar 1881,3 skr/jam dan kapasitas simpang sebesar 3002 skr/jam untuk hari senin dan arus lalu lintas tertinggi sebesar 2122,3 skr/jam dan kapasitas simpang sebesar 2968 skr/jam untuk hari sabtu yang artinya kepadatan pada simpang tersebut sudah ramai dan mengakibatkan sedikit kemacetan pada jam sibuk. Nilai derajat kejenuhan pada hari senin 0,63 dan hari sabtu 0,72 serta tundaan berhenti 11,05 det/skr untuk hari senin dan 12,11 det/skr untuk hari sabtu yang artinya kondisi pada simpang tersebut mulai tidak stabil dan kecepatan menurun. Tundaan yang didapatkan bahwa tingkat pelayanan simpang tak bersinyal pada saat ini berada pada tingkat C yang artinya tingkat pelayanan pada simpang tersebut masih dikategorikan baik karena rentan tundaan antara 11-20 det/skr.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: raradiani95@gmail.com

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil
Universitas Lampung.

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman di era sekarang sangatlah pesat. Termasuk diantaranya kemajuan dibidang teknologi transportasi. Transportasi yang semakin meningkat dan banyaknya aktivitas yang terjadi disepanjang jalan menyebabkan pengguna jalan mengalami konflik lalu lintas, terutama dibagian persimpangan sebagai titik yang sangat rawan mengalami kemacetan akibat konflik persimpangan.

Di Kota Bandar Lampung, pada persimpangan Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam termasuk simpang tak bersinyal berlengan tiga yang sering mengalami kepadatan arus lalu lintas. Simpang tersebut merupakan akses jalan utama atau sebagai penghubung antara Bandar Lampung dan Pringsewu yang memiliki jarak tempuh lebih pendek yaitu 6,37 km dibanding dengan melewati Jl. Raden Imba Kusuma Ratu – Jl. Prof. H. Agus Salim yaitu 8,7 km. Jl. Imam Bonjol merupakan zona campuran yaitu perumahan dan perdagangan/jasa, dan Jl. Pagar Alam merupakan zona campuran yaitu perumahan dan industri. Dengan kondisi simpang tak bersinyal menyebabkan pergerakan lalu lintas di simpang tersebut tidak teratur dan sering terjadi kemacetan. Kondisi tersebut mengakibatkan menurunnya tingkat pelayanan dari simpang. Untuk mengetahui dan menganalisis kondisi tersebut pada simpang Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam dimasa sekarang dan masa mendatang, maka perlu dilakukan suatu studi terhadap kinerja simpang tak bersinyal (unsignalized intersection). Hal ini dilakukan agar dapat meningkatkan kinerja pada simpang tak bersinyal.

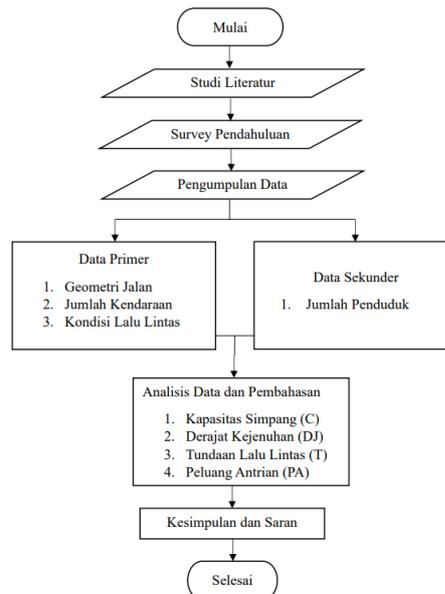
Setelah melakukan pengamatan di lapangan pada simpang tak bersinyal lengan tiga Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam, terdapat kondisi eksisting jalan yang pada saat ini masih banyak pengguna mobil yang parkir di pinggir jalan, belum terdapat rambu lalu lintas, serta perilaku pengendara yang memaksakan untuk melintasi persimpangan tersebut. Pada persimpangan jalan, sering terjadi kemacetan pada waktu-waktu tertentu yaitu pada waktu pagi dan sore hari dikarenakan banyak aktivitas di pagi hari untuk berangkat kantor dan sekolah serta sore hari untuk pulang kerumah.

Untuk mengatasi permasalahan di atas diperlukan upaya peningkatan kinerja simpang agar lalu lintas dapat lancar dan optimal. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas (C) arus lalu lintas pada simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Pagar Alam dan besarnya tundaan perjalanan pada simpang tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Alir Penelitian

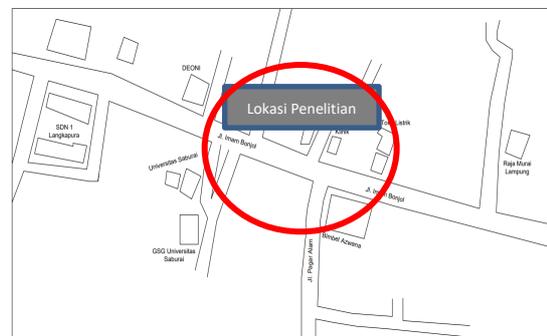
Berikut adalah diagram alir yang digunakan sebagai acuan pada penelitian di persimpangan Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi yang dipilih pada penelitian ini adalah pada simpang tak bersinyal dengan tiga lengan di Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam, Langkapura, Kec. Langkapura, Kota Bandar Lampung. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan karena sering terjadinya kemacetan pada titik persimpangan tersebut.



Gambar 2. Lokasi penelitian.

Pengambilan data dilakukan selama 2 hari yaitu hari senin (weekday) dan sabtu (weekend). Pengamatan penelitian dilakukan pada jam-jam puncak (peak hour) untuk mendapatkan data maksimal akibat dari lonjakan jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut, yaitu pada waktu :

Pagi Hari = 06.00 – 09.00 WIB
Sore Hari = 16.00 – 19.00 WIB

3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini untuk menunjang pelaksanaan penelitian di lapangan meliputi:

1. Kamera handphone untuk merekam aktivitas lalu lintas pada titik pengamatan
2. Form Survey
3. Alat tulis
4. Pita ukur (roll meter)

5. Laptop dan software untuk melakukan pengolahan data hasil survei.

4. Analisis Data

Setelah dilakukan pengelompokan berdasarkan jenis kendaraan dan arah lalu lintasnya, kemudian data diolah dengan bantuan software Microsoft Excel. Proses analisis data yang dilakukan meliputi:

a. Kapasitas Simpang

Perhitungan kapasitas simpang berdasarkan PKJI 2014 yang dapat digunakan pada persamaan 1.
 $C = C_0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBK_i \times FBK_a \times FRM_i$
 Dimana:

- C = Kapasitas simpang (skr/jam)
- C₀ = Kapasitas dasar simpang (skr/jam)
- FLP = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
- FM = Faktor koreksi tipe median
- FUK = Faktor koreksi ukuran kota
- FHS = Faktor koreksi hambatan samping
- FBK_i = Faktor koreksi arus belok kiri
- FBK_a = Faktor koreksi arus belok kanan
- FRM_i = Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

b. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas simpang. Perhitungan derajat kejenuhan berdasarkan PKJI 2014 menggunakan persamaan 2.

$$DJ = Q/C$$

Dimana:

- DJ = Derajat Kejenuhan
- Q = Total Arus Lalu Lintas (skr/jam)
- C = Kapasitas Persimpangan (skr/jam)

c. Analisis Tundaan

Tundaan diperoleh berdasarkan perilaku kendaraan yang menunggu untuk melintas akibat terjadinya konflik lalu lintas di persimpangan sebab ada kendaraan yang melakukan gerakan crossing dan mengakibatkan kemacetan pada persimpangan tak bersinyal di Jalan Imam Bonjol – Jalan Pagar Alam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum

Simpang tiga pada Jl Imam Bonjol - Jl. Pagar Alam merupakan simpang tak bersinyal yang berfungsi sebagai akses penghubung menuju pusat perekonomian, perkantoran, pemukiman dan pendidikan. Jl. Imam Bonjol merupakan zona campuran yaitu perumahan dan perdagangan/jasa, dan Jl. Pagar Alam merupakan zona campuran yaitu perumahan dan industri. Pada simpang ini juga termasuk simpang yang mempunyai kepadatan yang cukup tinggi dan mengakibatkan menurunnya tingkat pelayanan dari simpang. Berikut adalah data geometrik simpang tak bersinyal pada Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam.

- Nama Jalan : Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam, Kec. Langkapura, Kota Bandar Lampung, Lampung
- Kelas Jalan : I (Arteri)
- Tipe Jalan : 2 Lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 TT)
- Lebar Jl. Imam Bonjol : 6 Meter
- Lebar Jl. Pagar Alam : 5 Meter
- Lebar Median Jalan : Tanpa Median

Hambatan Samping : Sedang
 Jumlah Penduduk : 1.209.937 Jiwa (Sumber BPS 2022)

3.2. Pelaksanaan Survey

Simulasi jam puncak pada hari Senin dihitung per 15 menit seluruh kendaraan yang melintas lalu dijumlahkan selama 60 menit yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Simulasi jam puncak pada hari Senin

| No | Waktu | Jumlah Kendaraan Per 15 Menit | Jumlah Kendaraan Per 60 Menit | | | |
|----|-------------|-------------------------------|-------------------------------|------|------|-----|
| | | | | | | |
| 1 | 06.30-06.45 | 300 | 2075 | 300 | 1334 | |
| 2 | 06.45-07.00 | 410 | | 710 | | |
| 3 | 07.00-07.15 | 624 | | 2375 | 2532 | |
| 4 | 07.15-07.30 | 741 | | | | |
| 5 | 07.30-07.45 | 600 | 2467 | 2543 | 2536 | |
| 6 | 07.45-08.00 | 567 | | | | |
| 7 | 08.00-08.15 | 628 | | | | |
| 8 | 08.15-08.30 | 672 | | | | |
| 9 | 16.30-16.45 | 676 | 2684 | 2655 | 2655 | |
| 10 | 16.45-17.00 | 679 | | | | |
| 11 | 17.00-17.15 | 628 | | | | |
| 12 | 17.15-17.30 | 701 | | | | |
| 13 | 17.30-17.45 | 659 | 2667 | 2657 | 2584 | |
| 14 | 17.45-18.00 | 669 | | | | |
| 15 | 18.00-18.15 | 555 | | | | |
| 16 | 18.15-18.30 | 405 | | | | |
| | | | 2288 | 1629 | 960 | 405 |

Dari tabel di atas dapat disimpulkan jam puncak pada hari Senin yaitu terdapat pada jam 16.30 – 17.30 WIB.

Simulasi jam puncak pada hari Sabtu dihitung per 15 menit seluruh kendaraan yang melintas lalu dijumlahkan selama 60 menit yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Dari tabel di dibawah ini dapat disimpulkan jam puncak pada hari Sabtu yaitu terdapat pada jam 16.30 – 17.30 WIB.

| No | Waktu | Jumlah Kendaraan Per 15 Menit | Jumlah Kendaraan Per 60 Menit | | | |
|----|-------------|-------------------------------|-------------------------------|------|------|-----|
| | | | | | | |
| 1 | 06.30-06.45 | 272 | 2019 | 272 | 1411 | |
| 2 | 06.45-07.00 | 549 | | 821 | | |
| 3 | 07.00-07.15 | 590 | | 2415 | 2591 | |
| 4 | 07.15-07.30 | 608 | | | | |
| 5 | 07.30-07.45 | 668 | 2780 | 2841 | 2711 | |
| 6 | 07.45-08.00 | 725 | | | | |
| 7 | 08.00-08.15 | 710 | | | | |
| 8 | 08.15-08.30 | 677 | | | | |
| 9 | 16.30-16.45 | 729 | 3059 | 2900 | 2984 | |
| 10 | 16.45-17.00 | 784 | | | | |
| 11 | 17.00-17.15 | 794 | | | | |
| 12 | 17.15-17.30 | 752 | | | | |
| 13 | 17.30-17.45 | 666 | 2996 | 2883 | 2687 | |
| 14 | 17.45-18.00 | 671 | | | | |
| 15 | 18.00-18.15 | 598 | | | | |
| 16 | 18.15-18.30 | 431 | | | | |
| | | | 2366 | 1700 | 1029 | 431 |

3.3. Kapasitas Simpang

Tabel 5. Data Nilai Koefisien Kapasitas Simpang pada Hari Senin

| No | Faktor Analisis | Uraian | Nilai |
|----|---|---|-------|
| 1 | Kapasitas dasar simpang (skr/jam) (C_0) | TS 322 | 2700 |
| 2 | Faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan (F_{LP}) | $F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP}$ | 1,148 |
| 3 | Faktor koreksi tipe median (F_M) | Tidak ada median | 1 |
| 4 | Faktor koreksi ukuran kota (F_{UK}) | Besar | 1 |
| 5 | Faktor koreksi hambatan samping (F_{HS}) | RE Komersial HS Sedang | 0,94 |
| 6 | Faktor koreksi arus belok kiri (F_{BK_i}) $R_{BK_i} = 15,9\%$ | $0,84 + 1,61 R_{BK_i}$ | 1,1 |
| 7 | Faktor koreksi arus belok kanan (F_{BK_a}) $R_{BK_a} = 18,2\%$ | $1,09 - 0,922 R_{BK_a}$ | 0,92 |
| 8 | Faktor koreksi rasio arus dari Jl. minor (FR_{M_i}) $P_{M_i} = 17,4\%$ | $1,19 \times P_{M_i}^2 - 1,19 P_{M_i} + 1,19$ | 1,019 |

Tabel 6. Data Nilai Koefisien Kapasitas Simpang pada Hari Sabtu

| No | Faktor Analisis | Uraian | Nilai |
|----|--|---|-------|
| 1 | Kapasitas dasar simpang (skr/jam) (C_0) | TS 322 | 2700 |
| 2 | Faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan (F_{LP}) | $F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP}$ | 1,148 |
| 3 | Faktor koreksi tipe median (F_M) | Tidak ada median | 1 |
| 4 | Faktor koreksi ukuran kota (F_{UK}) | Besar | 1 |
| 5 | Faktor koreksi hambatan samping (F_{HS}) | RE Komersial HS Sedang | 0,94 |
| 6 | Faktor koreksi arus belok kiri (F_{BK_i}) $R_{BK_i} = 14,7\%$ | $0,84 + 1,61 R_{BK_i}$ | 1,08 |
| 7 | Faktor koreksi arus belok kanan (F_{BK_a}) $R_{BK_a} = 18,4\%$ | $1,09 - 0,922 R_{BK_a}$ | 0,92 |
| 8 | Faktor koreksi rasio arus dari Jl. minor (FR_{M_i}) $P_{M_i} = 16,35\%$ | $1,19 \times P_{M_i}^2 - 1,19 P_{M_i} + 1,19$ | 1,027 |

Tabel 7. Perhitungan Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

| No | Hari | C_0 (skr/jam) | F_{LP} | F_M | F_{UK} | F_{HS} | F_{BK_i} | F_{BK_a} | FR_{M_i} | C (skr/jam) |
|----|-------|-----------------|----------|-------|----------|----------|------------|------------|------------|---------------|
| 1 | Senin | 2700 | 1,148 | 1 | 1 | 0,94 | 1,1 | 0,92 | 1,019 | 3002 |
| 2 | Sabtu | 2700 | 1,148 | 1 | 1 | 0,94 | 1,08 | 0,92 | 1,027 | 2968 |

3.4. Derajat Kejenuhan

Tabel 8. Nilai Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal

| No | Hari | C (skr/jam) | Q (skr/jam) | DJ |
|----|-------|-------------|-------------|------|
| 1 | Senin | 3002 | 1881,3 | 0,63 |
| 2 | Sabtu | 2968 | 2122,3 | 0,72 |

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas didapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) pada hari Senin sebesar 0,63 dan hari Sabtu sebesar 0,72 yang artinya arus lalu lintas di Jl. Imam Bonjol - Jl. Pagar Alam mulai tidak stabil dan kecepatan menurun.

3.5. Tundaan

Berdasarkan PKJI 2014, tundaan dinyatakan dengan persamaan (4) berikut:

$$T = TLL + TG$$

Tundaan lalu lintas rata-rata (TLL) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

Untuk $DJ > 0,60$

$$TLL = \frac{1,0504}{0,2741 - 0,2041 DJ} - (1 - DJ)^2$$

$$TLL \text{ Senin} = \frac{1,0504}{0,2741 - 0,2041 \times 0,63} - (1 - 0,63)^2 = 7,05 \text{ det/skr}$$

$$TLL \text{ Sabtu} = \frac{1,0504}{0,2741 - 0,2041 \times 0,72} - (1 - 0,72)^2 = 8,12 \text{ det/skr}$$

Tundaan geometri rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

Untuk $DJ < 1$

$$TG = (1 - DJ) \times (6RB + 3(1 - RB)) + 4DJ$$

$$TG \text{ Senin} = (1 - 0,63) \times (6 \times 0,341 + 3(1 - 0,341)) + 4 \times 0,63 = 4,01 \text{ det/skr}$$

$$TG \text{ Sabtu} = (1 - 0,72) \times (6 \times 0,332 + 3(1 - 0,332)) + 4 \times 0,72 = 4 \text{ det/skr}$$

Perhitungan tundaan simpang (T) sebagai berikut

$$T = TLL + TG$$

$$T \text{ Senin} = 7,05 + 4,01 = 11,6 \text{ det/skr}$$

$$T \text{ Sabtu} = 8,12 + 4 = 12,12 \text{ det/skr}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai tundaan simpang (T) pada hari Senin sebesar 11,6 det/skr dan hari Sabtu sebesar 12,12 skr/jam yang artinya tundaan pada simpang tak bersinyal lengan tiga pada Jl. Imam Bonjol-Jl. Pagar Alam tersebut mengalami kemacetan sedang karena tundaannya tidak terlalu besar.

3.6. Peluang Antrian

Batas atas peluang :

$$PAA = (47,71 \times DJ) - (24,68 \times DJ)^2 + (56,47 \times DJ)^3$$

$$PAA \text{ Senin} = (47,71 \times 0,63) - (24,68 \times 0,63)^2 + (56,47 \times 0,63)^3 = 34,1\%$$

$$PAA \text{ Sabtu} = (47,71 \times 0,72) - (24,68 \times 0,72)^2 + (56,47 \times 0,72)^3 = 42,1\%$$

Batas bawah peluang :

$$PAB = (9,02 \times DJ) + (20,66 \times DJ)^2 + (10,49 \times DJ)^3$$

$$PAB \text{ Senin} = (9,02 \times 0,63) + (20,66 \times 0,63)^2 + (10,49 \times 0,63)^3 = 16,3\%$$

$$PAB \text{ Sabtu} = (9,02 \times 0,72) + (20,66 \times 0,72)^2 + (10,49 \times 0,72)^3 = 20,8\%$$

Dari perhitungan peluang antrian tersebut di atas didapatkan peluang antrian pada hari Senin dengan batas bawah peluang sebesar 16,3 % dan batas atas peluang sebesar 34,1 % serta pada hari Sabtu dengan batas bawah peluang sebesar 20,8 % dan batas atas peluang sebesar 42,1% yang artinya peluang antrian

pada simpang tak bersinyal lengan tiga Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam mengalami kemacetan sedang karena nilai peluang antrian masih di bawah 50 %.

3.7. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan dapat dikategorikan berdasarkan nilai waktu tundaan kendaraan, pada simpang tak bersinyal lengan tiga pada Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam menghasilkan nilai tundaan simpang (T) pada hari Senin sebesar 11,6 det/skr dan hari Sabtu sebesar 12,12 det/skr. Berikut tabel karakteristik tingkat pelayanan.

Tabel 9. Karakteristik Tingkat Pelayanan

| Tingkat pelayanan | Rata-rata tundaan berhenti (det/skr) |
|-------------------|--------------------------------------|
| A | < 5 |
| B | 5 – 10 |
| C | 11 – 20 |
| D | 25 – 30 |
| E | 35 – 45 |
| F | > 45 |

Tingkat pelayanan pada simpang tak bersinyal lengan tiga pada Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam adalah C yang artinya tingkat pelayanan pada simpang tersebut masih dikategorikan baik.

Beberapa upaya yang bisa digunakan untuk meningkatkan tingkat pelayanan dari level C ke B yaitu (Andres dkk, 2023) :

- a. Pemasangan rambu – rambu di larang berhenti / parkir disepanjang pendekatan simpang.
- b. Melakukan pelebaran pendekat jalan dan geometrik jalan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada simpang tak bersinyal lengan tiga Jl. Imam Bonjol – Jl. Pagar Alam, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk perhitungan simpang tak bersinyal data yang diambil adalah volume kendaraan pada jam sibuk yaitu pada jam 16.30-17.30 WIB untuk hari senin maupun hari sabtu. Didapatkan arus lalu lintas tertinggi sebesar 1881,3 skr/jam dan kapasitas simpang sebesar 3002 skr/jam untuk hari senin dan arus lalu lintas tertinggi sebesar 2122,3 skr/jam dan kapasitas simpang sebesar 2968 skr/jam untuk hari sabtu yang artinya kepadatan pada simpang tersebut sudah ramai dan mengakibatkan sedikit kemacetan pada jam sibuk.
2. Didapatkan nilai derajat kejenuhan pada hari senin 0,63 dan hari sabtu 0,72 serta tundaan berhenti 11,05 det/skr untuk hari senin dan 12,11 det/skr untuk hari sabtu yang artinya kondisi pada simpang tersebut mulai tidak stabil dan kecepatan menurun.
3. Dari hasil perhitungan tundaan yang didapatkan bahwa tingkat pelayanan simpang tak bersinyal pada saat ini berada pada tingkat C yang artinya tingkat pelayanan pada simpang tersebut masih dikategorikan baik karena rentan tundaan antara 11-20 det/skr.

Daftar Pustaka

- [1]. Constanti, N. (2017). Studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ranu Grati–Jalan Danau Toba Kota Malang (Doctoral dissertation, ITN Malang).
- [2]. Direktorat Jenderal Bina Marga. (2014). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Jakarta.
- [3]. Firdausi, M., & Dacosta, A. K. O. (2021). Analisis Konflik yang Berpotensi Menyebabkan Kecelakaan pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Raya Rungkut Menanggal – Jalan Kyai Abdul Karim Kota Surabaya) In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan (Vol. 9, No. 1, pp. 186-192).
- [4]. Hariyanto, J. (2004). Sistem Pengendalian Lalu Lintas Pada Pertemuan Jalan Sebidang. Sumatera Utara: Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- [5]. Ibitoye, B. A., AbdulWahab, R., & Bamidele, A. (2017). Evaluation of Collision Potential at Four-Legged Unsignalized Intersection Using Traffic Conflict Technique. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 2(3), 1-4.
- [6]. Indonesia, P. R. (2004). Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Sekretaris Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- [7]. Lubis, K. (2008). Analisa Arus Lalu Lintas Di Persimpangan Tanpa Sinyal Pada Jam Puncak. <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/13210>.
- [8]. Luttinen, R. T. (2004). Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections. (pp. 210). (Finnra Reports; No. 1/2004).
- [9]. Munawar, Ahmad. (2006). Manajemen Lalu Lintas Perkotaan, Yogyakarta:Beta Offset.
- [10]. Pangerapan, M. L., Sendow, T. K., & Lintong, E. (2018). Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd t-05-2005-b dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts. Kota Manado-Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 6(10).
- [11]. Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S. Parman dan Jalan DI. Panjaitan. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11).