

# SIMULASI KINERJA BUNDRAN MENJADI SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG EMPAT JALAN MASTRIP – JALAN KALIMANTAN – JALAN DANAU TOBA KABUPATEN JEMBER

Ahsan Shohibul Faqih

Dosen Pembimbing :

Irawati, S.T., M.T. ; Ir. Totok Dwi Kuryanto, M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 40, Jember 68121, Jawa Timur, Indonesia

E-mail : [asffaqih@gmail.com](mailto:asffaqih@gmail.com)

## Abstract

*In a transportation system network, an intersection is a point prone to traffic congestion due to traffic movement conflicts, so it is necessary to make efforts to maximize its capacity and performance while still paying attention to the safety and security of drivers and pedestrians. The four-arm intersection is a four-arm intersection which was originally a roundabout where the four arms meet, namely the north arm is Toba Lake road,, the south arm is Kalimantan road, the west arm is Mastrip road and the eastern arm is Mastrip road. This intersection of four is located in Summersari sub-district, Jember Regency, where long queues often occur, one of which is at the Four Mastrip intersection before the Covid 19 pandemic, on the west arm mastrip road, long queues occur because there is one high school, Muhammadiyah High School Jember which is not far away. from the research location so that during peak hours such as morning and afternoon there is always a long queue towards the roundabout. However, this is the time of the Covid 19 pandemic, according to the government's recommendation to lock down all activities that invite crowds, including educational activities that have a very large effect on traffic resulting in a decrease in the volume of vehicles during the Covid 19 pandemic. Based on the results of analysis with MKJI 1997, the performance of the Mastrip intersection for now from 2020 to 2025 with a growth rate of vehicle volume of 5% per year and a decrease in vehicle volume during the Covid 19 pandemic has decreased by 22% from normal conditions. Analysis of the performance of the four Mastrip intersection during normal conditions, the traffic volume during peak hours is 1846.1 pcu / hour with the results of the simulation analysis of the intersection with signal, DS 0.56 pcu / hour and service level (LOS) C, and the results of the simulation analysis of the intersection with no signal, DS 0.53 pcu / hour, LOS C, and the results of roundabout simulation analysis, DS 0.41 pcu / hour, LOS B, while the analysis of the performance of the four Mastrip intersection during the Covid 19 pandemic, the traffic volume during peak hours is 1234.8 pcu / hours with the simulation results of the intersection with signal, DS 0.44 pcu / hour and service level (LOS) B, and the results of the simulation analysis of the intersection without signal, DS 0.43 pcu / hour, LOS B, and the results of roundabout simulation analysis, DS 0 , 32 pcu / hour, LOS B.*

**Key words;** *Signaled Intersection, Unsigned Intersection, Roundabout, MKJI 1997, DS.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Didalam sebuah jaringan sistem transportasi, persimpangan adalah sebuah titik rawan akan terjadinya kemacetan lalu lintas oleh adanya konflik pergerakan arus lalu lintas, sehingga perlu adanya upaya guna

memaksimalkan kapasitas dan kinerjanya dengan tetap memperhatikan keselamatan dan keamanan para pengendara serta para pejalan kaki. Ketidak seimbangan antara fasilitas umum penunjang lalu lintas dengan peningkatan jumlah arus lalu lintas akan memberi dampak terjadinya kemacetan lalu lintas yang akan terjadi

pada persimpangan. Untuk menurunkan konflik yang terjadi dipersimpangan telah dilakukan berbagai upaya seperti pembuatan kanal dan pemasangan rambu-rambu lalu lintas serta menempatkan beberapa petugas kepolisian serta membatasi pergerakan kendaraan,. Namun pada saat kondisi arus lalu lintas yang mengalami peningkatan cukup signifikan. Akan tetapi pada saat ini merupakan masa Pandemi *Covid 19*, sesuai dengan anjuran pemerintah untuk *me-lock down* semua kegiatan yang mengundang keramaian termasuk diantaranya kegiatan pendidikan yang sangat besar pengaruhnya terhadap lalu lintas sehingga terjadi penurunan volume kendaraan pada masa Pandemi *Covid 19* ini.

Simpang empat Mastrip adalah simpang empat lengan yang awalnya merupakan bundaran dengan pertemuan empat arah lengan yaitu lengan sebelah utara adalah Jl. Danau Toba, lengan sebelah selatan adalah Jl. Kalimantan, lengan sebelah barat adalah Jl. Mastrip dan lengan sebelah timur adalah Jl. Mastrip. Simpang empat ini terletak dikecamatan Sumpersari Kabupaten Jember, yang sering terjadi antrian panjang salah satunya pada simpang empat Mastrip disaat sebelum terjadinya Pandemi *Covid 19*, dijalan mastrip lengan sebelah barat terjadi antrian panjang dikarenakan ada salah satu Sekolah Menengah Atas yakni SMA Muhammadiyah Jember yang letaknya tidak jauh dari lokasi penelitian sehingga ketika jam puncak seperti pagi hari dan siang hari selalu terjadi antrian panjang menuju arah bundaran. Hal ini terjadi karena kawasan jalan tersebut merupakan jalan yang ramai akan tempat pendidikan mulai dari pendidikan SMA hingga perguruan tinggi oleh karena itu kawasan tersebut dikenal dengan kawasan kampus karena dikenal dengan ramainya para mahasiswa yang berperan sebagai pengguna jalan terutama pada jam-jam sibuk beraktifitas. Untuk mengatasi

kemacetan ini, maka pengaturan simpang empat yang kurang baik akan mengganggu kelancaran sistem lalu lintas secara keseluruhan seperti menumpuknya kendaraan pada satu atau beberapa lengan ruas jalan.

Secara administratif, Kabupaten Jember terbagi ke dalam 31 kecamatan, 226 desa, 22 kelurahan, 959 dusun/lingkungan, 4.100 RW dan 13.786 RT dengan jumlah penduduk ditahun 2020 saat ini yang berkembang dan bertambah pesat yakni sebesar 2.345.851 jiwa, terdiri dari penduduk laki-laki 1.164.715 jiwa (49,65%) dan penduduk perempuan 1.181.136 jiwa (50,35%). Dengan demikian, rasio jenis kelamin sebesar 98,61% yang berarti setiap 100 penduduk perempuan terdapat 98,61 penduduk laki-laki.(<http://www.jemberkab.go.id>).

Pertumbuhan penduduk ini yang akan memicu peningkatan aktifitas penduduk terutama di daerah perkotaan. Aktifitas penduduk perkotaan terjadi akibat adanya kawasan penarik dan kawasan bangkit yang meningkatnya tuntutan lalu lintas (*traffic demand*).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menganalisa kinerja simpang empat mastrip dengan pengaturan lalu lintas simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bundaran saat masa Pandemi *Covid 19* ?
2. Bagaimana menganalisa kinerja simpang empat mastrip dengan pengaturan lalu lintas simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bundaran saat sebelum masa Pandemi *Covid 19* ?
3. Bagaimana menganalisa kondisi prediksi lalu lintas pada simpang empat mastrip untuk 5 tahun ke depan ?

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- 1 Merencanakan kinerja persimpangan pada Jl. Mastrip – Jl. Kalimantan – Jl. Danau Toba, diharapkan perencanaan simpang tersebut dapat mengurangi permasalahan kemacetan, efisiensi waktu pada saat berkendara, serta dapat memperlancar lalu lintas sesuai dengan yang direncanakan.
- 2 Untuk dijadikan sebagai gambaran dan pertimbangan dalam penentuan sistem lalu lintas saat ini.
- 3 Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan informasi bagi pihak yang berkepentingan.
- 4 Menambah wawasan tentang simpang jalan dengan metode MKJI 1997.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Merencanakan kinerja persimpangan pada Jl. Mastrip – Jl. Kalimantan – Jl. Danau Toba, diharapkan perencanaan simpang tersebut dapat mengurangi permasalahan kemacetan, efisiensi waktu pada saat berkendara, serta dapat memperlancar lalu lintas sesuai dengan yang direncanakan.
2. Untuk dijadikan sebagai gambaran dan pertimbangan dalam penentuan sistem lalu lintas saat ini.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan informasi bagi pihak yang berkepentingan.
4. Menambah wawasan tentang simpang jalan dengan metode MKJI 1997.

#### 1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan pada tugas akhir ini meliputi :

1. Menganalisa kinerja persimpangan Jl. Mastrip – Jl. Kalimantan – Jl. Danau Toba dengan simulasi pengaturan simpang bersinyal,

simpang tak bersinyal dan bundaran.

2. Menganalisa kinerja simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bundaran berdasarkan MKJI 1997, dengan kondisi seperti saat ini tahun 2020 pada masa pandemi Covid 19, dan pada tahun 2020 saat sebelum pandemi sampai dengan 5 tahun kedepan tahun 2025 , dimana perencanaan kinerja pada simpang empat Jl. Mastrip – Jl. Kalimantan – Jl. Danau Toba menjadi simpang bersinyal akan lebih tepat apabila rencana trase jalan sesuai dengan perencanaan.

## 2. METODE PENELITIAN

Analisa data dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode manual kapasitas jalan (MKJI 1997) untuk menentukan parameter kinerja simpang. Setelah memperoleh data kemudian dilaksanakan pengolahan data agar dapat dipergunakan untuk perhitungan.

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh:

1. Kapasitas simpang
2. Tingkat kinerja simpang meliputi Derajat Kejenuhan, Tundaan Simpangan, dan Panjang Antrian
3. Geometrik Jalan

### 2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data skunder. Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur dan survei langsung di lokasi survei.

1. Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data-data diperoleh dari survei lapangan. Data itu meliputi :

- Volume kendaraan yang melintas tiap lengan simpang
- Jumlah fase dan waktu sinyal pada tiap simpang
- Kondisi lingkungan dan geometri tiap simpang.

2. Pengumpulan Data Sekunder

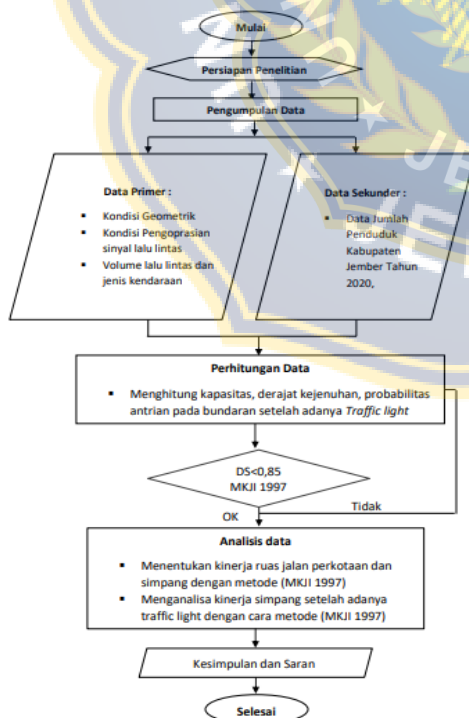
Data Sekunder merupakan data diperoleh dari instansi terkait, dari bantuan media internet dan dari penelitian yang telah dilakukan. Data skunder yang dibutuhkan penelitian ini yakni jumlah penduduk Kota Kabupaten Jember.

### 2.2 Waktu dan Alat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 24 jam pada pukul 06.00 - 06.00 WIB . Penelitian berlangsung 1 hari dalam 2 minggu yaitu hari Senin dan Sabtu. Peralatan yang digunakan dalam suvey yaitu :

- Formulir pencatatan data lalu lintas.
  - Alat pencatat waktu (*stopwatch*)
  - Alat tulis
  - Alat pengukur (*roll meter* dan *total station*)
  - Kamera
- Sedangkan peralatan untuk mengolah data adalah :
- Formulir pengolahan data
  - Kalkulator
  - Komputer

### 2.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar.1 Flow chart

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Simpang empat mastrip merupakan persimpangan yang cukup sibuk di Kabupaten Jember, dengan tata ruang berupa sekolah, perdagangan serta jasa menambah kepadatan lalu lintas di persimpangan tersebut.

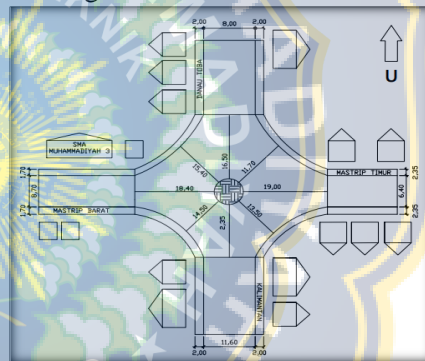
Berikut ini adalah gambaran singkat Sim pang 4 Mastrip :

Tabel 1. Kondisi lapangan simpang empat mastrip

| KONDISI LAPANGAN |                  |                  |                  |                                |                    |                          |
|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Kode Pendekat    | Tipe Lingk Jalan | Hambatan Samping | Median Ya/ Tidak | Belok kiri Langsung Ya / Tidak | Kelandaian +/- (%) | Lebar efektif We (meter) |
| 1                | 2                | 3                | 4                | 5                              | 6                  | 7                        |
| U                | COM              | S                | T                | Y                              | 1                  | 8                        |
| S                | COM              | S                | T                | Y                              | 1                  | 9,5                      |
| B                | COM              | S                | T                | Y                              | 1                  | 8,5                      |
| T                | COM              | S                | T                | Y                              | 1                  | 6,4                      |

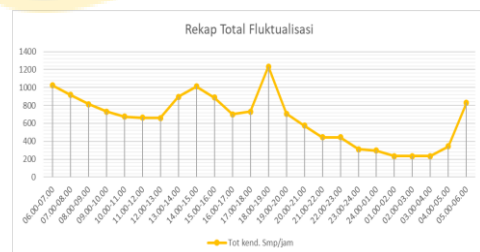
Sumber : Survey Lapangan, 2020

Untuk lebih jelasnya akan digambarkan dalam gambar dibawah ini



Gambar 2. Sim pang 4 Mastrip

Berikut ini akan disajikan data hasil penghitungan lalu lintas pada Sim pang empat Mastrip yang dilakukan pada saat hari Senin yaitu saat puncak dari lalu lintas harian rata – rata :



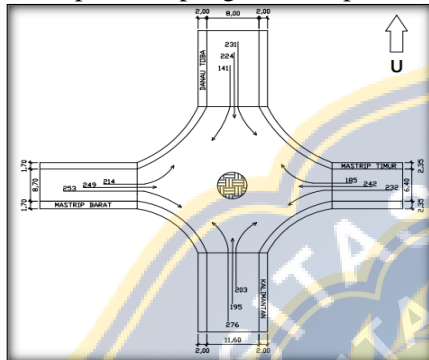
Gambar 3. Grafik fluktualisasi total

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Simpang 4 Mastrip Kondisi eksisting tiap periode jam puncak.

| Periode | Jam Puncak           | Volume Smp/Jam |
|---------|----------------------|----------------|
| Pagi    | 06.00 – 07.00        | 1025,2         |
| Siang   | 14.00 – 15.00        | 1011,8         |
| Sore    | <b>18.00 – 19.00</b> | <b>1234,8</b>  |

Sumber : Hasil analisa

Berikut merupakan pergerakan arus lalu lintas pada simpang 4 Mastrip:



Gambar 4. Distribusi arus lalu lintas

Tabel 3. Distribusi lalu lintas pada jam sibuk

| Pendekat | Jenis Kendaraan | Waktu |     |     | TOTAL | Jumlah Kendaraan Lengan | Satuan smp/jam | Jumlah Kendaraan LTOR.MC | Satuan smp/jam | Jeni jalan |
|----------|-----------------|-------|-----|-----|-------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------|------------|
|          |                 | LTOR  | ST  | RT  |       |                         |                |                          |                |            |
| U        | LV              | 65    | 43  | 23  | 131   | 635                     | 378            | 489                      | 292,9          | Minor (A)  |
|          | HV              | 20    | 23  | 16  | 59    |                         |                |                          |                |            |
|          | MC              | 146   | 178 | 102 | 426   |                         |                |                          |                |            |
|          | UM              | 4     | 8   | 7   | 19    |                         |                |                          |                |            |
| S        | LV              | 78    | 70  | 47  | 195   | 689                     | 406            | 503                      | 315            | Minor (C)  |
|          | HV              | 12    | 5   | 5   | 22    |                         |                |                          |                |            |
|          | MC              | 186   | 120 | 151 | 457   |                         |                |                          |                |            |
|          | UM              | 6     | 7   | 2   | 15    |                         |                |                          |                |            |
| B        | LV              | 72    | 46  | 62  | 180   | 730                     | 437,6          | 610                      | 340            | Mayor (B)  |
|          | HV              | 19    | 11  | 18  | 48    |                         |                |                          |                |            |
|          | MC              | 120   | 195 | 173 | 488   |                         |                |                          |                |            |
|          | UM              | 5     | 6   | 3   | 14    |                         |                |                          |                |            |
| T        | LV              | 68    | 34  | 48  | 150   | 674                     | 400,4          | 533                      | 309            | Mayor (D)  |
|          | HV              | 23    | 16  | 13  | 52    |                         |                |                          |                |            |
|          | MC              | 141   | 192 | 124 | 457   |                         |                |                          |                |            |
|          | UM              | 4     | 4   | 7   | 15    |                         |                |                          |                |            |

Sumber : Hasil analisa, 2020

Dari gambar dan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pergerakan / volume lalu lintas terbanyak di masa pandemi Covid 19 ini berasal dari jalan Mastrip sisi barat, yaitu sekitar 730 kendaraan.

Besarnya arus lalu lintas per-hari pada jalan mayor dan jalan minor di simpang Mastrip antara lain seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. Distribusi lalu lintas pada jam sibuk

| No | KAKI PENDEKAT | NAMA JALAN        | JUMLAH ARUS LALIN smp/hari |
|----|---------------|-------------------|----------------------------|
| 1  | Jalan mayor B | Jl. Mastrip Barat | 4049,3                     |
| 2  | Jalan mayor D | Jl. Mastrip Timur | 4604,7                     |
| 3  | Jumlah        |                   | 8654                       |
| 4  | Jalan minor A | Jl. Danau Toba    | 3320,9                     |
| 5  | Jalan minor C | Jl. Kalimantan    | 3732                       |
| 6  | Jumlah        |                   | 7052,9                     |

Sumber : Hasil analisa

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa pada pendekat jalan mayor memiliki jumlah arus lalu lintas sebesar 8654 smp/hari, sedangkan pada pendekat jalan minor memiliki jumlah arus lalu lintas sebesar 7052,9 smp/hari, dengan jumlah total ruas jalan mayor dan minor sebesar 15705,9 smp/hari. Kombinasi jumlah arus pada jalan mayor dan minor tersebut memenuhi ketentuan untuk diterapkannya sistem simpang bersinyal.

### 3.1 Analisa simulasi Simpang Bersinyal

Analisis terhadap arus lalu lintas untuk pengaturan waktu siklus lampu lalu lintas dilakukan dengan memperhitungkan lebar efektif mulut simpang dan arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut. Untuk perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut.

- 1) Arus jenuh dasar dapat dicari dengan rumus :

$$S_o = S \times W_e$$

$$S_o = 600 \times 8$$

$$S_o = 4800$$

Sedangkan untuk tipe terlawan Arus jenuh diperoleh dari nilai fungsi dari  $W_e$ ,  $Q_{rt}$ , dan  $Q_{to}$ .  $Q_{rt}$  merupakan jumlah arus belok kanan dari arah Pendekat mana sedangkan  $Q_{to}$  merupakan jumlah arus belok kanan dari arah lawannya. Untuk penentuan arus jenuh tipe terlawan (O) selengkapnya ada pada lampiran.

- 2) Jumlah penduduk Kabupaten Jember sebesar 2.332.726 jiwa jadi faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) adalah 1,00.
- 3) Rasio kendaraan tidak bermotor dapat digunakan untuk mencari faktor penyesuaian hambatan samping. Dengan melihat tabel MKJI 1997 tentang hambatan samping simpang bersinyal akan di peroleh nilai faktor hambatan samping. Pada persimpangan Mastrip di setiap kaki simpangnya mempunyai hambatan samping yang berbeda-beda, dan lingkungan jalan sekitar adalah komersil.
- 4) kelandaian persimpangan untuk masing-masing kaki simpang pada persimpangan Mastrip adalah datar (0%). Sehingga Fg sebesar 1,00. Lebih jelas dapat di lihat pada grafik faktor penyesuaian kelandaian yang tercantum pada lampiran.
- 5) Prosentase belok kanan Untuk faktor penyesuaian belok kanan (Frt) hanya berlaku untuk pendekat tipe P.  
Contoh Perhitungan:  

$$Frt = \text{Total Kend belok kanan} / \text{total kendaraan pada kaki simpang}$$

$$Frt = 1,09$$
- 6) Prosentase Belok kiri Prosentase belok kiri ditentukan dengan menggunakan rumus :  
Contoh Perhitungan:  

$$Flt = \text{Total Kend belok kiri} / \text{total kendaraan pada kaki simpang}$$

$$Flt = 0,95$$
- 7) Setelah faktor-faktor penyesuaian di ketahui, arus jenuh masing-masing kaki. Arus jenuh setelah penyesuaian yang tertinggi tetap pada pendekat Selatan, yaitu sebesar 6390.3 smp/jam.  

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt$$

$$S = 5368 \text{ smp/jam}$$
Untuk lebih rinci dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Arus jenuh setelah penyesuaian

| No | Pendekat | Prt  | Pltor | So   | Fcs | Fsf  | Fg | Fp | Frt  | Flt  | S    |
|----|----------|------|-------|------|-----|------|----|----|------|------|------|
| 1  | Utara    | 0.22 | 0.39  | 4800 | 1   | 0.94 | 1  | 1  | 1.06 | 0.94 | 4473 |
| 2  | Selatan  | 0.28 | 0.41  | 5700 | 1   | 0.94 | 1  | 1  | 1.07 | 0.93 | 5368 |
| 3  | Barat    | 0.35 | 0.33  | 5100 | 1   | 0.94 | 1  | 1  | 1.09 | 0.95 | 4957 |
| 4  | Timur    | 0.29 | 0.38  | 3840 | 1   | 0.94 | 1  | 1  | 1.08 | 0.94 | 3643 |

Sumber: Hasil analisa

Tabel 6. Arus jenuh setelah penyesuaian

| Pendekat            | Q smp/jam | S    | FR Q/S | PR=FRcrit /IFR |
|---------------------|-----------|------|--------|----------------|
| Utara               | 378       | 4473 | 0.08   | 0.24           |
| Selatan             | 406       | 5368 | 0.08   | 0.21           |
| Barat               | 438       | 4957 | 0.09   | 0.25           |
| Timur               | 400       | 3643 | 0.11   | 0.31           |
| IFR = $\sum$ FRcrit |           |      | 0.358  |                |

Sumber: Hasil analisa

Jika arus jenuh setelah penyesuaian telah diketahui dapat dilakukan perhitungan rasio arus. Yaitu dengan cara arus jenuh setelah penyesuaian dibagi dengan arus lalu lintas pada kondisi saat ini.

Rasio Arus tertinggi adalah pada jalan Mastrip Timur sebesar 0,11 dan pada jalan Mastrip Barat sebesar 0.25.

IFR =  $\sum$ FRcrit didapat dari Penjumlahan 4 FR karena fase untuk maka IFR di ambil yang terbesar sehingga IFR =  $\sum$ FRcrit=0,358

#### 8) Waktu Siklus

Data Waktu siklus, waktu hijau tiap fase, kondisi *existing* di dapat dari survey pada kondisi *existing*. Berikut ini adalah data – data dari persimpangan yang di kaji :

- Waktu siklus : 110 detik
- Waktu Hijau Fase I : 20 detik
- Waktu Hijau Fase II : 20 detik
- Waktu Hijau Fase III : 25 detik
- Waktu Hijau Fase IV : 25 detik

Untuk mengetahui *all red* dilakukan perhitungan berdasarkan jarak dari titik konflik ke garis *stop line*.



Gambar 5. Waktu sinyal

#### 9) Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C}$$

Tabel 7. Derajat kejenuhan

| No | Kaki simpang   | Q total | C=Sxg/c | D/S  |
|----|----------------|---------|---------|------|
| 1  | Jl. Danau Toba | 378     | 813     | 0.46 |
| 2  | Jl. Kalimantan | 406     | 976     | 0.42 |
| 3  | Jl. Mastrip    | 438     | 1127    | 0.39 |
| 4  | Jl. Mastrip    | 400     | 828     | 0.48 |

Sumber: Hasil analisa

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan pada simpang empat Mastrip terbesar berada pada Jalan Mastrip sisi Timur sebesar 0,48.

10) Jumlah Antrian

Jumlah antrian total pada masing-masing kaki simpang dapat menggunakan rumus.

$$NQ3 = NQ1 + NQ2$$

Tabel 8. Jumlah antrian total

| No | Pendekat | NQ1 | NQ2  | NQtot |
|----|----------|-----|------|-------|
| 1  | U        | 0.0 | 10,3 | 10,3  |
| 2  | S        | 0.0 | 10,9 | 10,9  |
| 3  | T        | 0.0 | 11,3 | 11,3  |
| 4  | B        | 0.0 | 10,6 | 10,6  |

Sumber: Hasil analisa

Hasil perhitungan Jumlah antrian yang terbesar adalah 11,3 smp yaitu pada pendekat Barat. Yang terkecil pada pendekat Utara yaitu sebesar 10,3 smp.

Penentuan NQ maks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih POL. Berdasarkan NQ total didapat nilai NQ maksimum paling besar adalah 19 smp dengan NQ total 12 smp pada pendekat Barat. Grafik Peluang untuk pembebanan lebih POL dapat dilihat pada lampiran yang diambil dari IHCM'85.

Tabel 9. Penentuan NQ maks

| Tipe simpang IT | Kapasitas dasar smp/jam |
|-----------------|-------------------------|
| 322             | 2700                    |
| 342             | 2900                    |
| 324 atau 344    | 3200                    |
| 422             | 2900                    |
| 424 atau 444    | 3400                    |

Sumber: Hasil analisa

11) Panjang Antrian

Untuk menghitung Panjang Antrian Kendaraan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$QL = \frac{NQMax \times 20}{We}$$

Tabel 10. Panjang antrian

| No | Kaki simpang      | NQ max | We  | QL (meter) |
|----|-------------------|--------|-----|------------|
| 1  | Jl. Danau Toba    | 18     | 8   | 45         |
| 2  | Jl. Kalimantan    | 19     | 9.5 | 40         |
| 3  | Jl. Mastrip Timur | 20     | 8.5 | 47         |
| 4  | Jl. Mastrip Barat | 19     | 6.4 | 59         |

Sumber: Hasil analisa

Dari data diatas antrian kendaraan terpanjang pada simpang 4 Mastrip adalah pada ruas jalan Mastrip sebelah Barat dengan panjang 59 meter pada tahun existing.

12) Geometri Rata-Rata (DG)

Tundaan Geometri rata-rata terjadi sebagai akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah. Tundaan simpang rata-rata dapat dihitung dengan rumus berikut :

Tabel 11. Tundaan

| No | Pendekat | C    | DS   | QL | DT   | DG  | D rata <sup>2</sup> | D simpang rata <sup>2</sup> |
|----|----------|------|------|----|------|-----|---------------------|-----------------------------|
| 1  | U        | 813  | 0.46 | 45 | 40,2 | 3,4 | 43,7                |                             |
| 2  | S        | 976  | 0.42 | 40 | 39,8 | 3,5 | 43,3                |                             |
| 3  | B        | 1127 | 0.39 | 47 | 36,0 | 3,5 | 39,5                | 31,9                        |
| 4  | T        | 828  | 0.48 | 59 | 36,9 | 3,5 | 40,4                |                             |

Sumber: Hasil analisa

3.2 Analisa Simulasi Simpang Tak Bersinyal

1. Menentukan Kapasitas

Kapasitas dasar

Variabel masukan adalah tipe IT = 422, dari tabel diperoleh kapasitas dasar Co = 2900 smp/jam.

Tabel 12. Kapasitas dasar

| No | Kaki simpang      | NQtot | NQ max |
|----|-------------------|-------|--------|
| 1  | Jl. Danau Toba    | 10,3  | 18     |
| 2  | Jl. Kalimantan    | 10,9  | 19     |
| 3  | Jl. Mastrip Barat | 11,3  | 20     |
| 4  | Jl. Mastrip Timur | 10,6  | 19     |

Sumber : MKJI 1997

2. Perilaku Lalu Lintas
  1. Arus lalu-lintas Q  
Arus total lalu lintas,  $Q_{MV} = 1805$  smp/jam
  2. Derajat kejenuhan (DS)  
 $Q_{MV} = 1805$  smp/jam  
 $C = 4062$  smp/jam  
 $DS = Q_{MV}/C$   
 $DS = 0,43$  smp/jam
  3. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTi).  
Variabel masukan adalah derajat kejenuhan  $DS = 0,43$ .  $DT_1$  ditentukan dari kurva empiris antara  $DT_1$  dan DS pada MKJI 1997, diperoleh nilai  $DT_i = 4,42$
  4. Tundaan geometrik simpang (DG)  
Didapat nilai  $DG = 4,56$
  5. Tundaan Simpang (D)  
Digunakan rumus berikut :  
 $= DG + DT_1$   
 $= 4,56 + 4,42 = 8,98$  detik/smp
  6. Peluang Antrian (QP%)  
Variabel masukan adalah derajat kejenuhan  $DS = 0,43$ . Penentuan peluang antrian dapat di tentukan melalui rentang probability di MKJI 1997, dihasilkan peluang antrian  $QP = 8,65\% - 20,64\%$ . Untuk lebih jelasnya lihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Tundaan

| Q    | C    | DS   | D    | QP   |
|------|------|------|------|------|
| 1805 | 4165 | 0,43 | 8,99 | 8-20 |

Sumber : Hasil analisis

### 3.3 Analisa Simulasi Bundaran

#### 1. Menentukan Kapasitas

Kapasitas dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar adalah kapasitas pada geometri dan presentase jalinan tertentu tanpa induksi faktor penyesuaian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_0 = 135 \times Ww^{1,3} \times (1 + Ww / Ww)^{1,3} \times (1 - Pw / 3)^{0,5} \times (1 + Ww / Lw)^{-1,8}$$

$$C_0 = 135 \times 234,8^{1,3} \times (1 + 2,65^{1,3} \times (1 - 0,91 / 3)^{0,5} \times (1 + 1,00^{-1,8})$$

$$C_0 = 5645 \text{ smp/jam}$$

#### 2 Kapasitas (C)

Kapasitas total bagian jalinan adalah

hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas dengan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FCS \times FRSU$$

$$C = 5645 \times 1,00 \times 0,94$$

$$C = 5306 \text{ smp/jam}$$

Untuk lebih rincinya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 14. Kapasitas dasar

| Jalinan | $C_0$ (smp/jam) | C (smp/jam) |
|---------|-----------------|-------------|
| AB      | 5645            | 5306        |
| BC      | 5654            | 5315        |
| CD      | 5520            | 5188        |
| DA      | 5041            | 4739        |

Sumber : Hasil analisa

#### 3 Derajat kejenuhan (DS)

$$Q_{SMP} = 1307 \text{ smp/jam}$$

$$C = 5306 \text{ smp/jam}$$

$$DS = Q_{SMP}/C$$

$$DS = 0,25 \text{ smp/jam}$$

#### 4 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT).

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan  $DS = 0,43$ .  $DT_1$  ditentukan dari kurva empiris antara DT dan DS pada MKJI 1997, diperoleh nilai  $DT_i = 4,12$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 15. Kapasitas dasar

| Bagian Jalinan | Arus (Q) (smp/jam) | Derajat Kejenuhan (DS) | DT (smp/jam) | $DT_{TOT} = Q \times DT$ |
|----------------|--------------------|------------------------|--------------|--------------------------|
| AB             | 1307               | 0,24                   | 4,12         | 2810                     |
| BC             | 1308               | 0,24                   | 4,12         | 3264                     |
| CD             | 1170               | 0,22                   | 4,09         | 1743                     |
| DA             | 1540               | 0,32                   | 4,23         | 3833                     |

Sumber : Hasil analisa

#### 5 Tundaan lalulintas rata-rata (DTR).

Tundaan lalu lintas rata-rata (DTR) perkendaraan yang masuk kedalam bundaran dihitung dengan rumus berikut :

$$DTR = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{Masuk};$$

$$i = 1 \dots n$$



$$DTR = (22081) / 2263,9$$

$$DTR = 9,75 \text{ det/jam}$$

### 6 Tundaan Bundaran (DR)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas perkendaraan masuk dan dihitung sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4$$

$$D_R = 9,75 + 4$$

$$D_R = 13,75 \text{ det/jam}$$

### 7 Peluang Antrian (QP%)

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan DS = 0,43. Penentuan peluang antrian dapat ditentukan melalui rentang probability di MKJI 1997, dihasilkan peluang antrian QP = 5,47% - 14,83% . Untuk lebih jelasnya lihat pada tabel berikut.

Tabel 16. Tundaan

| Q    | C    | DS   | D     | QP   |
|------|------|------|-------|------|
| 1307 | 5306 | 0,25 | 13,75 | 8-20 |

Sumber : Hasil analisis

### 3.4 Prediksi LHR 5 tahun kedepan

Dalam analisa ini akan memprediksikan kinerja Simpang empat Mastrip pada tahun 2025 atau 5 tahun dari kondisi eksisting dengan pertumbuhan sebesar 5% setiap tahunnya, untuk lebih rincinya sepeti tabel berikut.

Tabel 17. Prediksi LHR 5 Tahun kedepan kondisi normal

| Prediksi 5 tahun kedepan Th 2025 sebelum pandemi Covid 19 (Normal) |                     |          |          |                    |                  |        |        |        |        |
|--|---------------------|----------|----------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
| NO   | PENDEKAT            | LHR 2019 | LHR 2020 | (1+i) <sup>n</sup> | Q <sub>smp</sub> |        |        |        |        |
|  |                     | smp/jam  | smp/jam  |                    | i = 5%           | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
| 1  | Jalan Danau Toba    | 476,7    | 500,5    | 1,28               | 525,5            | 551,8  | 579,4  | 608,4  | 638,8  |
| 2  | Jalan Kalimantan    | 481,3    | 505,4    | 1,28               | 530,7            | 557,2  | 585,1  | 614,3  | 645,0  |
| 3  | Jalan Mastrip Barat | 528,6    | 555      | 1,28               | 582,8            | 611,9  | 642,5  | 674,6  | 708,3  |
| 4  | Jalan Mastrip Timur | 489,5    | 514      | 1,28               | 539,7            | 566,7  | 595,0  | 624,8  | 656,0  |
|  | JUMLAH              | 1976,1   | 2074,9   | 1,28               | 2178,6           | 2287,6 | 2402,0 | 2522,1 | 2648,2 |

Sumber : Hasil analisis

Tabel 18. Prediksi LHR 5 Tahun kedepan kondisi Covid 19

| Prediksi 5 tahun kedepan Th 2025 saat pandemi Covid 19 |                     |          |                    |                  |        |        |        |        |      |
|--|---------------------|----------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|------|
| NO   | PENDEKAT            | LHR 2020 | (1+i) <sup>n</sup> | Q <sub>smp</sub> |        |        |        |        |      |
|  |                     | smp/jam  |                    | i = 5%           | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025 |
| 1  | Jalan Danau Toba    | 378      | 1,28               | 397,0            | 416,9  | 437,7  | 459,6  | 482,6  |      |
| 2  | Jalan Kalimantan    | 406      | 1,28               | 426,7            | 448,1  | 470,5  | 494,0  | 518,7  |      |
| 3  | Jalan Mastrip Barat | 438      | 1,28               | 459,5            | 482,5  | 506,6  | 531,9  | 558,5  |      |
| 4  | Jalan Mastrip Timur | 400      | 1,28               | 420,4            | 441,4  | 463,5  | 486,7  | 511,0  |      |
|  | JUMLAH              | 1622,5   | 1,28               | 1703,6           | 1788,8 | 1878,2 | 1972,2 | 2070,8 |      |

Sumber : Hasil analisis

### 3.5 Tingkat Pelayanan (LOS)

Tingkat pelayanan simpang (*level of service*) adalah ukuran kualitas kualitas pelayanan persimpangan.

Tabel 19. Level Of Service (LOS)

| Tingkat Pelayanan | Derajat Kejenuhan (DS) | Keterangan   |
|-------------------|------------------------|--|
| A                 | 0,00 – 0,20            | Arus bebas, kecepatan bebas                                    |
| B                 | 0,20 – 0,44            | Arus stabil, kecepatan mulai terbatas                          |
| C                 | 0,45 – 0,74            | Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan |
| D                 | 0,75 – 0,84            | Arus tidak stabil, kecepatan menurun                           |
| E                 | 0,85 – 1,00            | Arus stabil, kendaraan tersendat                               |
| F                 | ≥ 1,00                 | Arus terhambat, kecepatan rendah                               |

Sumber : Hasil analisis

### 3.6 Rekap perbandingan tipe pengaturan lalu lintas

Tabel 20. Level Of Service (LOS)

| NO. | Rekap perbandingan hasil perhitungan 3 tipe pengaturan lalu lintas |      |                           |                     |     |
|-----|--|------|---------------------------|---------------------|-----|
|     | Metode MKJI 1997   | DS   | Tundaan Simpang (smp/jam) | Peluang Antrian (m) | LOS |
| 1   | Simpang Bersinyal 2020 sebelum pandemi (normal)                    | 0,56 | 37,76                     | 46 - 84             | C   |
|     | Simpang Bersinyal 2020 saat pandemi                                | 0,44 | 31,86                     | 45 - 59             | B   |
|     | Simpang Bersinyal 2025 normal                                      | 0,71 | 48,19                     | 61 - 97             | C   |
|     | Simpang Bersinyal 2025 saat pandemi                                | 0,56 | 40,67                     | 53 - 84             | C   |
| 2   | Simpang Tak Bersinyal 2020 sebelum pandemi (normal)                | 0,53 | 10,63                     | 16 - 33             | C   |
|     | Simpang Tak Bersinyal 2020 saat pandemi                            | 0,43 | 8,99                      | 9 - 21              | B   |
|     | Simpang Tak Bersinyal 2025 normal                                  | 0,67 | 13,57                     | 20 - 41             | C   |
|     | Simpang Tak Bersinyal 2025 saat pandemi                            | 0,55 | 11,47                     | 11 - 26             | C   |
| 3   | Bundaran 2020 sebelum pandemi (normal)                             | 0,41 | 13,97                     | 8 - 19              | B   |
|     | Bundaran 2020 saat pandemi   | 0,32 | 13,75                     | 5 - 15              | B   |
|     | Bundaran 2025 normal   | 0,52 | 17,83                     | 10 - 25             | C   |
|     | Bundaran 2025 saat pandemi   | 0,41 | 17,55                     | 7 - 18              | B   |

Sumber : Hasil analisis

### 3.7 PENUTUP

#### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dengan MKJI 1997 kinerja simpang empat Mastrip untuk saat ini dari tahun 2020 sampai dengan 2025 dengan angka pertumbuhan volume kendaraan sebesar 5% pertahun dan penurunan volume kendaraan pada saat terjadinya pandemi Covid 19 mengalami penurunan sebesar 22% dari kondisi normal. Analisa kinerja simpang empat Mastrip saat keadaan normal volume lalu lintas saat jam puncak sebesar 1846,1 smp/jam dengan hasil analisa

simulasi simpang bersinyal, DS 0,56 smp/jam dan Tingkat pelayanan (LOS) C, dan hasil analisa simulasi simpang tak bersinyal, DS 0,53 smp/jam, LOS C, serta hasil analisa simulasi bundaran, DS 0,41 smp/jam, LOS B, sedangkan analisa kinerja simpang empat Mastrip saat keadaan pandemi Covid 19 volume lalu lintas saat jam puncak sebesar 1234,8 smp/jam dengan hasil analisa simulasi simpang bersinyal, DS 0,44 smp/jam dan Tingkat pelayanan (LOS) B, dan hasil analisa simulasi simpang tak bersinyal, DS 0,43 smp/jam, LOS B, serta hasil analisa simulasi bundaran, DS 0,32 smp/jam, LOS B.

## 2 Saran

Beberapa saran yang diusulkan dari hasil kajian adalah sebagai berikut :

1. Guna memaksimalkan kinerja Simpang empat Mastrip pada tahun 2025, maka dilakukan pengaturan Waktu siklus dan waktu hijau tiap fase. Rencana perubahan waktu siklus adalah sebagai berikut :
  - Waktu siklus : 95 detik
  - Waktu Hijau Fase I (Jl. Danau Toba) : 22 detik
  - Waktu Hijau Fase II (Jl. Kalimantan) : 17 detik
  - Waktu Hijau Fase III (Jl. Mastrip Timur) : 23 detik
  - Waktu Hijau Fase IV (Jl. Mastrip Barat) : 30 detik

Analisa ini bersifat prediksi berdasarkan pertumbuhan kendaraan pertahun di Kabupaten Jember. Apabila ada perubahan yang signifikan sebelum tahun rencana, maka perlu adanya kajian yang lebih komprehensif.

2. Untuk pilihan dari 3 tipe kinerja pengaturan lalu lintas yakni simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bundaran, di masa Pandemi Covid 19 dengan jam tersibuk sore/malam terjadi pada pukul 18.00 – 19.00 yaitu sebanyak 1234,8 smp/jam, disarankan untuk menggunakan alternatif kembali ke pengaturan tipe bundaran karena

dengan tipe pengaturan sistem bundaran lalu lintas pada simpang mastrip lebih efisien dibandingkan dengan pengaturan metode simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal, serta perlu adanya alternatif pelebaran pada simpang empat mastrip khususnya pada ruas sebelah barat yakni jalan Mastrip barat.

## DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*”. Jakarta selatan.

Wikrama, Jaya., 2011, “ *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal (Studi kasus Jl. Teuku Umar Barat – Jl. Gunung Salak)*”. Denpasar : Universitas Udayana.

Rusdianto, Horman., 2015 “*Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi Dengan Metode MKJI 1997 dan PKJI 2014*”, Manado : Universitas Sam Ratulangi Manado.

DPU, 2014., “*Pedoman Kapasitas jalan Indonesia*”. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.

Syaikhu, Muhammad dan Esti Widodo. 2016. Analisa Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal. Jurnal Reka Buana Vol. 1 No. 1. Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang, Malang.

<https://Jemberkab.Bps.Go.Id/Statictable/2015/03/12/55/Jumlah-Penduduk-Dan-Rumah-Tangga-Kabupaten-Jember-tahun-1961-2010.Html>

(Diakses pada tanggal 12 Maret 2020)