

Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Simpang Mengkreng Untuk Perencanaan Jalan Tol Kertosono – Kediri

Muhammad Shofwan Donny Cahyono¹⁾, Adhi Muhtadi²⁾,
R Endro Wibisono³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika
Jl. Sutorejo Prima Utara II/1 Surabaya, Kode Pos 60112
Email: shofwandonny@widyakartika.ac.id

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama
Jl. Arief Rachman Hakim No 51 Surabaya, Kode Pos 60117
Email: adhimuhtadi1974@gmail.com

³⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri
Surabaya
Jl. Kampus Unesa Ketintang, Surabaya, Kode Pos 60231
Email: endrowibisono@unesa.ac.id

Abstract

The mengkreng intersection is a very congested route because its location is near Nganjuk, Kediri and Jombang Regencies for the economic distribution of the West and East Java Provinces. Traffic engineering management is needed so that the intersection is not increasingly saturated. As a benchmark, traffic performance forecasting is carried out for 3 years from 2019 to 2022. Based on forecasting results, the Mengkreng intersection will decrease its DS value by carrying out the Kertosono - Kediri toll road development plan so that the DS value is below 1 (one). In 2019 the lowest DS was 0.79, while the highest DS was 1.61. While in 2022 the lowest DS is 0.45, while the highest DS is 2.72. The solution to deal with traffic congestion in 2045 is through traffic engineering and vehicle restrictions.

Keywords: *traffic performance, degree of saturation, unsignalized intersection, toll planning*

Abstrak

Simpang Mengkreng merupakan jalur yang sangat padat karena lokasinya berada dekat Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Kediri dan Kabupaten Jombang untuk distribusi perekonomian wilayah Propinsi Jawa Timur Bagian Barat dan bagian selatan. Perlu adanya manajemen rekayasa lalu lintas supaya simpang tersebut tidak semakin jenuh. Sebagai tolok ukur adalah Peramalan kinerja lalu lintas dilakukan selama 3 tahun dari tahun 2019 hingga tahun 2022. Berdasarkan hasil perhitungan peramalan, simpang Mengkreng akan menurun nilai DS nya dengan dilakukan rencana pembangunan jalan tol Kertosono - Kediri sehingga pada nilai DS dibawah 1 (satu). Tahun 2019 DS terendah adalah 0,79, sedangkan DS tertinggi adalah 1,61. Sedangkan tahun 2022 DS terendah adalah 0,45, Sedangkan DS tertinggi 2,72. Solusi untuk menangani kepadatan lalu-lintas pada tahun 2045 tersebut adalah dengan rekayasa lalu-lintas dan pembatasan kendaraan.

Kata Kunci: kinerja lalu-lintas, derajat kejenuhan, simpang tak bersinyal, perencanaan tol

PENDAHULUAN

Simpang Mengkreng adalah salah satu simpang yang menghubungkan 3 kabupaten yaitu kabupaten Jombang, Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Kediri. Kondisi simpang yang sampai saat ini sangat padat menimbulkan kemacetan pada waktu jam puncak pagi dan jam puncak sore. Permasalahan lain adanya perlintasan kereta api, tempat menaikkan dan menurunkan penumpang angkutan umum serta kawasan perdagangan pusat oleh – oleh akan menimbulkan permasalahan kinerja simpang.

Kawasan perdagangan dan tempat pemberhentian angkutan umum yang terjadi parkir sembarangan di sekitar persimpangan ini yang terjadi dengan adanya pelanggaran rambu lalu lintas sehingga dapat mempengaruhi kinerja simpang kondisi eksisting dan menimbulkan kemacetan. Kemacetan yang di akibatkan arus volume lalu lintas yang cukup padat serta antrian di persimpangan cukup panjang.

Sehingga perlu evaluasi kinerja pada simpang Mengkreng yang lebih optimal dan alternatif solusi manajemen rekayasa lalu lintas.

Rencana dari pihak pemerintah adalah berupaya pembangunan jalan tol Kertosono – Kediri akan tetapi sebelumnya perlu diperhitungkan kinerja simpang tak bersinyal. Maka diperlukan survai volume lalu lintas dan pertumbuhan kendaraan dari tahun ke tahun agar mengetahui berapa pertumbuhan lalu lintas setiap tahunnya sehingga mengakibatkan kemacetan.

Berkaitan dengan volume dan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan yang akan berdampak terhadap adanya pekerjaan tol Kediri-Kertosono. Dalam konteks tersebut, informasi tentang kebutuhan dan karakteristik lalu lintas eksisting akan didapat melalui pengumpulan data di lapangan.



Gambar 1 Tiga Pendekat di Simpang Mengkreg Kediri
Sumber: Google Maps, 2019

Berdasarkan permasalahan dalam penelitian ini maka dapat dirumuskan bagaimana kinerja simpang tak bersinyal pada kondisi saat ini dan bagaimana prediksi lalu lintas di simpang tak bersinyal

TINJAUAN PUSTAKA

Prosedur Perhitungan Analisis Kinerja Simpangan Tak Bersinyal

Secara lebih rinci, prosedur perhitungan analisis kinerja simpangan tak bersinyal meliputi formulir-formulir yang digunakan untuk mengetahui kinerja simpang pada simpang tidak bersinyal adalah sebagai berikut : Formulir USIG-I Geometri dan arus lalu lintas. Formulir USIG-II, analisis mengenai lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas dan perilaku lalu lintas.

Prosedur perhitungan arus lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp).

Klasifikasi data arus lalu lintas per jam masing-masing gerakan di konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan smp yang tercatat pada formulir LV (Arus kendaraan ringan); 1,0; HV (Arus kendaraan berat); 1,3; MC (Arus sepeda motor); 0,5

Perhitungan rasio belok dan rasio arus jalan minor

Perhitungan rasio arus belok kiri dan belok kanan (PLT, PRT)

$$PLT = QLT/QTOT ; PRT = QRT/QTOT \quad (1)$$

Dimana:

PLT = Rasio kendaraan belok kiri.
QLT = Arus kendaraan belok kiri.

QTOT = Volume arus lalu lintas total pada simpang
PRT = Rasio kendaraan belok ka-nan.
QRT = Arus kendaraan belok kanan.

Perhitungan rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kendaraan/jam .

$$PUM = QUM / QTOT \quad (2)$$

Dimana:

PUM = Rasio kendaraan tak bermotor.
QUM = Arus kendaraan tak bermotor.
QTOT = Volume arus lalu lintas total pada persimpangan.

Kapasitas Simpang

Kapasitas adalah kemampuan suatu simpang melewati arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas dihitung dari rumus berikut:

$$C = Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \quad (3)$$

Dimana:

C = Kapasitas
Co = Nilai kapasitas dasar.
Fw = Faktor penyesuaian lebar pendekat.
Fm = Faktor penyesuaian median jalan mayor.
Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota.
FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.
FLT = Faktor penyesuaian belok kiri.
FRT = Faktor penyesuaian belok kanan.
FMI = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor.

Untuk mendapatkan hasil faktor – faktor penyesuaian dapat dilihat pada grafik dan tabel MKJI 1997.

Tundaan

Tundaan (D) rata-rata adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat Tundaan simpang dihitung sebagai berikut :

$$D = DG + DTi \text{ (det/smp)} \quad (4)$$

Dimana :

DG = tundaan geometrik simpang.
DTi = tundaan lalu lintas simpang.

Peluang antrian (QP%)

Peluang antrian dinyatakan pada range nilai yang didapat dari kurva hubungan antara peluang antrian (QP%) dengan derajat jenuh (DS), yang merupakan peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal.

Tingkat Pelayanan Persimpangan

Berdasarkan Departemen Perhubungan (2006), tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan seperti diperlihatkan.

Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu (Departemen PU, 1997). Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) sebagai berikut:

$$C = CO \times FCw \times FCSP \times FCSF \times FCCs \quad (5)$$

Keterangan:

- C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam).
- Co = Kapasitas dasar (ideal) untuk kondisi (ideal) tertentu (smp/jam).
- FCW = Faktor penyesuaian lebar jalan.
- FCSp = Faktor penyesuaian pemisah arah.
- FCSF = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb.
- FCCS = Faktor penyesuaian ukuran kota.

Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu ruas jalan pada periode waktu tertentu. Biasanya jumlah kendaraan ini dikelompokkan berdasarkan masing-masing jenis kendaraan yaitu ken-daraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC) dan (UM) ken-daraan yang tidak bermotor (Departemen P.U, 1997).

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefenisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas dan digunakan sebagai faktor utama penentuan tingkat kinerja berdasarkan tundaan dan segmen jalan. Persamaan dasar derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C \quad (6)$$

Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan.
- Q = Arus Lalu lintas (smp/jam).
- C = Kapasitas ruas jalan.

Tingkat Pelayanan Jalan

Untuk tingkat pelayanan berdasarkan perbandingan karakteristik arus lalu lintas dan (Rasio V/C) ditentukan dalam suatu skala interval yang terdiri dari 6 tingkat. Tingkat-tingkat ini dinyatakan dengan huruf A – F, Apabila volume meningkat, maka tingkat pelayanan menurun karena kondisi lalu lintas yang memburuk akibat interaksi dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat pelayanan.

Prediksi Ramalan

Sebagai peramalan digunakan data pertumbuhan kendaraan yang tertulis pada Buku Badan Pusat Statistik (BPS), (Wibisono, 2018).

METODE PENELITIAN

Data primer mengenai kondisi lalu lintas jaringan jalan di sekitar lokasi didapatkan dengan melakukan pencacahan lalu lintas kendaraan yang lewat (*traffic counting survey*). Survei dilaksanakan selama 3 hari

(dipilih yang mewakili hari kerja dan libur) untuk kedua jurusan; masing-masing selama 18 jam. Untuk masing-masing lokasi, survei dilakukan selama 3 (tiga) hari selama 18 jam yang dibagi dalam 2 shift survei, masing-masing 6 jam. Pembagiannya antara lain, shift ke 1, Jam 06.00 sd 12.00 WIB, shift ke 2 : Jam 12.00 sd 18.00 WIB, shift ke 3 : Jam 18.00 sd 24.00 WIB

Survei dilaksanakan pada hari kerja. Adapun peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan *survey traffic counting* adalah dengan menggunakan *counter*, jam tangan dan peralatan tulis. Untuk bentuk form survei *traffic counting* dapat dilihat pada Survei pencacahan kendaraan yang ke luar masuk di simpang Mengkreng. bertujuan untuk mengetahui kepadatan kendaraan yang berada di kawasan tersebut.

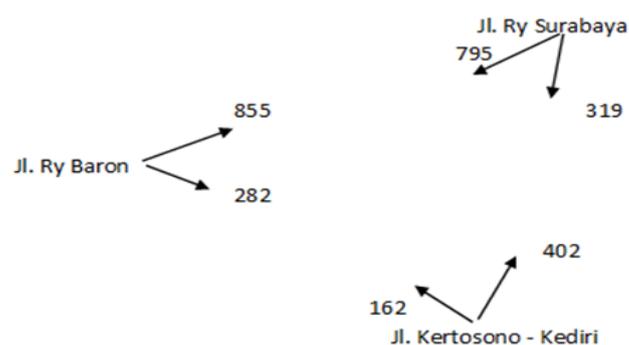
Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari instansi terkait. Data sekunder yang dibutuhkan untuk mendukung studi ini antara lain:

Data jumlah kendaraan minimal 3 tahun terakhir di kawasan Nganjuk-Kediri. Kompilasi data merupakan tahap rekapitulasi data primer. Misal data primer berupa hasil pencacahan lalu lintas kendaraan, hasil kompilasi data lalu lintas berupa grafik fluktuasi volume lalu lintas kendaraan yang nantinya bisa digunakan sebagai dasar penentuan jam sibuk (*peak hour*). Volume lalu lintas saat jam sibuk akan menjadi dasar volume lalu lintas yang akan digunakan dalam analisis kinerja lalu lintas eksisting.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

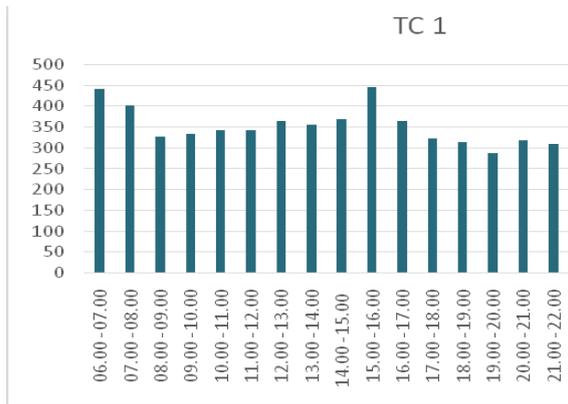
Volume Lalu-lintas

Data arus lalu lintas yang digunakan dalam studi ini diperoleh dari survei primer pada 4 lokasi (ruas jalan) yang berlokasi di sekitar rencana pengembangan ruas tol Kediri-Kertosono.



Gambar 2. Sketsa Pergerakan Arus Lalu-lintas di Simpang Mengkreng
Sumber: Hasil survei, 2019

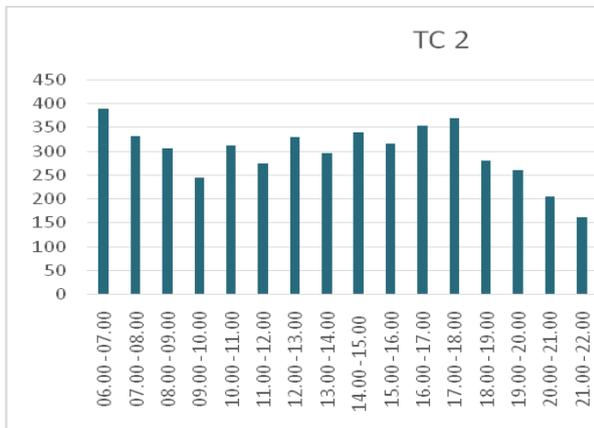
Grafik fluktuasi pergerakan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) pada hari kerja dan hari libur yang dapat mewakili volume lalu lintas saat jam puncak (*Peak Hour*) pada ruas jalan Kediri-Nganjuk dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Fluktuasi Arus Lalu-lintas di Jalan Kediri-Nganjuk (Arah Kediri-Nganjuk Hari Kerja)

Berdasarkan gambar diatas dapat dianalisa sebagai berikut :

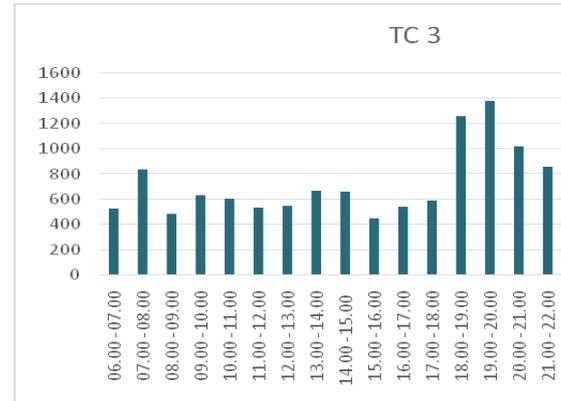
Arah Kediri ke Nganjuk hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada sore hari yaitu sekitar jam 17.00 – 18.00 WIB sebesar 427 smp/jam.
 Arah Nganjuk ke Kediri hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada pagi hari yaitu sekitar jam 08.00 – 09.00 WIB sebesar 925 smp/jam.
 Arah Kediri ke Nganjuk hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada sore hari yaitu sekitar jam 15.00 – 16.00 WIB sebesar 445 smp/jam.
 Arah Nganjuk ke Kediri hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada siang hari yaitu sekitar jam 13.00 – 14.00 WIB sebesar 460 smp/jam.



Gambar 4. Fluktuasi Arus Lalu-lintas di Jalan Kediri-Nganjuk (Tengah) (Arah Kediri-Nganjuk Hari Kerja)

Arah Kediri ke Nganjuk hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada sore hari yaitu sekitar jam 17.00 – 18.00 WIB sebesar 422 smp/jam.
 Arah Nganjuk ke Kediri hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada pagi hari yaitu sekitar jam 09.00 – 10.00 WIB sebesar 360 smp/jam.
 Arah Kediri ke Nganjuk hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada pagi hari yaitu sekitar jam 06.00 – 07.00 WIB sebesar 389 smp/jam.

Arah Nganjuk ke Kediri hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada pagi hari yaitu sekitar jam 06.00 – 07.00 WIB sebesar 507 smp/jam.



Gambar 5. Fluktuasi Arus Lalu-lintas di Jalan Nganjuk-Kertosono (Tengah) (Arah Nganjuk-Kertosono Hari Kerja)

Arah Nganjuk ke Kertosono hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada sore hari yaitu sekitar jam 17.00 – 18.00 WIB sebesar 1696 smp/jam.
 Arah Kertosono ke Nganjuk hari libur. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada sore hari yaitu sekitar jam 16.00 – 17.00 WIB sebesar 1211 smp/jam.
 Arah Nganjuk ke Kertosono hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada malam hari yaitu sekitar jam 19.00 – 20.00 WIB sebesar 1377 smp/jam.
 Arah Kertosono ke Nganjuk hari kerja. Total volume pada jam puncak (*Peak Hour*) terjadi pada malam hari yaitu sekitar jam 19.00 - 20.00 WIB sebesar 1605 smp/jam.

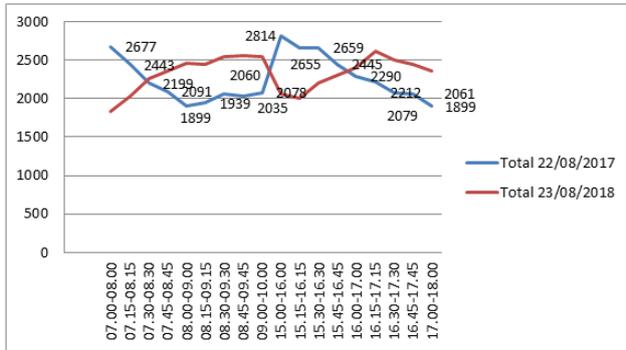
Pada Simpang Mengkreng volume lalu-lintas saat jam puncak (*peak hour*) yaitu pada pukul 15.00 – 16.00 WIB sebesar 2814 smp/jam. Untuk uraian lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Volume Lalu-lintas Simpang Mengkreng

| Waktu | Total 22/08/2017 (smp) | Total 23/08/2017 (smp) |
|-------------|------------------------|------------------------|
| 07.00-08.00 | 2677 | 1838 |
| 07.15-08.15 | 2443 | 2038 |
| 07.30-08.30 | 2199 | 2262 |
| 07.45-08.45 | 2091 | 2356 |
| 08.00-09.00 | 1899 | 2455 |
| 08.15-09.15 | 1939 | 2441 |
| 08.30-09.30 | 2060 | 2540 |
| 08.45-09.45 | 2035 | 2559 |
| 09.00-10.00 | 2078 | 2540 |
| 15.00-16.00 | 2814 | 2057 |
| 15.15-16.15 | 2655 | 2009 |
| 15.30-16.30 | 2659 | 2205 |
| 15.45-16.45 | 2445 | 2305 |
| 16.00-17.00 | 2290 | 2406 |
| 16.15-17.15 | 2212 | 2618 |
| 16.30-17.30 | 2079 | 2497 |
| 16.45-17.45 | 2061 | 2438 |
| 17.00-18.00 | 1899 | 2361 |

Sumber: Hasil Perhitungan 2019

Berdasarkan Tabel 1 dilakukan survei dua hari sehingga menghasilkan perbandingan yang terlihat pada grafik gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Grafik Jumlah Lalu-lintas di Simpang Mengkreng.

Volume lalu-lintas di simpang Mengkreng masing-masing pendekat jalan yaitu jalan raya Surabaya, jalan raya Baron, dan jalan raya Kerosono-Kediri diklasifikasikan sesuai golongan kendaraan menjadi jumlah rata-rata. Seperti yang disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel. 2 Volume Lalu-lintas Simpang Mengkreng Kediri

| Tipe Kendaraan | PENDEKAT | | | | | | Jumlah | Rata-Rata |
|----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----------|
| | A | | B | | C | | | |
| | ST | LT | ST | RT | LT | RT | | |
| LV | 276 | 108 | 282 | 102 | 73 | 136 | 977 | 488,5 |
| HV | 372 | 160 | 438 | 82 | 47 | 216 | 1315 | 657,5 |
| MC | 147 | 51 | 135 | 98 | 42 | 50 | 523 | 523 |
| UM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | 795 | 319 | 855 | 282 | 162 | 402 | | |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Keterangan:

- LV = Light Vehicle (kendaraan ringan)
- HV = Heavy Vehicle (kendaraan berat)
- MC = Motor Cycle (sepeda motor)
- UM = Unmotorized (kendaraan tidak bermotor)
- Pendekat A = Jl. Raya Surabaya
- Pendekat B = Jl. Raya Baron
- Pendekat C = Jl. Kertosono-Kediri

Berdasarkan tabel diatas, peramalan arus lalu lintas digunakan data pertumbuhan kendaraan yang diambil berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Nganjuk Dalam Angka seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pertumbuhan Kendaaraan LV, HV, dan MC, Kabupaten Nganjuk

| No. | Jenis Kendaraan | Tahun | | | | Rata - Rata % |
|-----|-----------------|-------|------|-------|-------|---------------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| | | 1 | Truk | 8.555 | 8.254 | |
| 2 | Bus | 349 | 382 | 455 | 560 | |

| No. | Jenis Kendaraan | Tahun | | | | Rata - Rata % |
|-----|-------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | |
| | % Pertumbuhan Kend. Berat | | -3,009 | 8,650 | 9,038 | 8,84 |
| 3 | Jeep | 1.159 | 1.124 | 1.189 | 1.283 | |
| 4 | Sedan | 2.271 | 2.022 | 2.081 | 2.148 | |
| 5 | Colt-STWG | 13.339 | 14.526 | 16.195 | 18.590 | |
| | % Pertumbuhan Kend. Ringan | | 5,385 | 10,146 | 13,131 | 11,64 |
| 6 | Sepeda Motor | 33.983 | 332.739 | 332.613 | 354.478 | |
| | % Pertumbuhan Sepeda Motor | | -5,047 | 3,059 | 6,574 | 1,53 |

Sumber: Kabupaten Nganjuk Dalam Angka, 2018

HV pada tabel 3 adalah seluruh kendaraan berat berupa truk dan bus 3 as lebih. LV pada tabel 3 adalah seluruh mobil penumpang baik berdasarkan kepemilikan pribadi maupun berdasarkan hasil rekapitulasi jumlah angkutan massal yang termasuk dalam kategori kendaraan ringan Serta MC pada tabel 3 adalah seluruh sepeda motor di Kota Surabaya.

Pada Tabel 3 pertumbuhan kendaraan yang signifikan terjadi pada (LV). Hal ini mengingat bahwa Simpang Mengkreng adalah jalur penghubung perencanaan tol Kertosono-Kediri.

Pada Tabel 4 merupakan penjelasan dari parameter-parameter kinerja Simpang Mengkreng pada Tahun 2017 dan prediksi berdasarkan pertumbuhan kendaraan pada Tahun 2021.

Hasil perhitungan kinerja Simpang Mengkreng Jalan Raya Nganjuk-Kediri dihitung berdasarkan DS Pada tahun 2017 ke tahun 2021 nilai DS meningkat diakibatkan pertumbuhan arus lalu-lintas kendaraan Untuk lebih jelasnya kinerja Simpang Mengkreng Jalan Raya Nganjuk-Kediri disampaikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Kinerja Lalu-lintas Simpang Mengkreng Berdasarkan Pertumbuhan Kendaraan

| Tahun | Arus Lalu-lintas (LL) smp/jam | DS | Tundaan Simpang det/smp | Panjang Antrian (%) |
|-------|-------------------------------|------|-------------------------|---------------------|
| 2017 | 2814 | 0,70 | 11,23 | 20 |
| 2019 | 3185 | 0,79 | 12,84 | 25 |
| 2021 | 1808 | 0,45 | 17,10 | 9 |
| 2025 | 2311 | 0,57 | 8,00 | 14 |
| 2030 | 3151 | 0,78 | 9,82 | 25 |
| 2035 | 4297 | 1,07 | 12,31 | 46 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

KESIMPULAN

Hasil perhitungan kinerja lalu-lintas di simpang Mengkreng menunjukkan Derajat Kejenuhan (DS), sebagai berikut:

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan, simpang Mengkreng akan menurun nilai DS nya dengan dilakukan rencana pembangunan jalan tol Kertosono - Kediri sehingga pada nilai DS dibawah 1 (satu). Tahun 2019 DS terendah adalah 0,79, sedangkan DS tertinggi adalah 1,61. Sedangkan tahun 2022 DS terendah adalah 0,45, Sedangkan DS tertinggi 2,72.

Solusi untuk menangani kepadatan lalu-lintas pada tahun 2045 tersebut adalah dengan rekayasa lalu-lintas dan pembatasan kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 997", Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerja Umum Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (2016). Kabupaten Nganjuk Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk. Nganjuk.
- Bina Karya dan Sweroad (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Direktorat Bina Jalan Kota. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- McShane, William R. & Roess, Roger P. (1990). Traffic Engineering. Pearson Higher Education, Inc. New Jersey.
- Miro, Fidel (2004). Perencanaan Transportasi Untuk Perencana dan Praktisi. Erlangga. Jakarta.
- Tamin, 2000, "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi", ITB, Bandung.
- Taylor, M.A.P., Young, W. & Bonsall, P.W. (2000). Understanding Traffic System: Data, Analysis and Presentation. Second Edition. Athenaem Press Ltd. Gateshead, Tyne and Wear. England.
- Wibisono, RE., & Cahyono MSD., (2018). "Kinerja Lalu-lintas Simpang di Kalen-Majenang Akibat Pembangunan Saluran Irigasi Waduk Kalen di Kecamatan Kedungpring Kabupaten Lamongan". Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas, Vol.2, No.2, September 2018, hal : 117-128.