



**KAJIAN KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL (JL. ADHIYAKSA,
JL. CEMARA RAYA, JL. CEMARA UJUNG, JL. SULTAN ADAM)**

¹ Adhi Surya

² Muhammad Dzaky Musyaffa

^{1,2} Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin,
Jalan Trans Kalimantan KM.1 Komplek Agra Budi Batola, Kecamatan Alalak
Batola 70582 (adhisurya@uniska-bjm.ac.id / 083130580288)

ABSTRAK

Permasalahan lalu lintas umumnya disebabkan oleh tidak teraturnya arah gerakan arus kendaraan pada simpang. Hal ini terjadi pada waktu jam-jam sibuk, sehingga volume lalu lintas mencapai tingkat yang maksimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dibuat kontrol lalu lintas pada persimpangan jalan antara lain lampu lalu lintas sebagai pengatur arus lalu lintas. Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat derajat kejenuhan kondisi existing dan kondisi setting pada persimpangan tersebut, jika derajat kejenuhan kondisi existing tidak memenuhi maka dicoba beberapa alternatif dengan merubah pola fase. Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu pengamatan dan pencatatan secara langsung dilapangan pada jam sibuk berdasarkan pengamatan langsung dilapangan. Evaluasi simpang empat bersinyal diperoleh Derajat kejenuhan (DS) $1,001 > 0,85$, menunjukkan bahwa simpang tersebut diatas batas jenuh dengan waktu siklus 105 detik. simpang bersinyal dengan menggunakan 3 Alternatif dan 1 Alternatif Rencana, maka di dapat untuk alternatif 1 Derajat kejenuhan (DS) $0,872 > 0,85$ dengan Waktu Siklus 64 detik, Alternatif 2 Derajat kejenuhan (DS) $0,949 > 0,85$ dengan Waktu Siklus 59 detik, Alternatif 3 Derajat kejenuhan (DS) $0,798 < 0,85$ dengan Waktu Siklus 56 detik, Alternatif Rencana Derajat kejenuhan (DS) $0,827 < 0,85$ dengan Waktu Siklus.60 detik Maka didapatkan bahwa Derajat kejenuhan (DS) lebih kecil apabila menggunakan 3 fase dari hasil Alternatif 3 dan Alternatif Rencana masih memenuhi dengan menggunakan 3 fase.

Kata Kunci : Simpang Bersinyal, Waktu Siklus, Derajat Kejenuhan.

ABSTRACT

Traffic problems are generally caused by irregularities in the direction of vehicle flow at intersections. This occurs during peak hours, so that traffic volume reaches maximum levels. To overcome this problem, it is necessary to create traffic controls at road intersections, including traffic lights to regulate traffic flow. The aim and benefit of this research is to evaluate the degree of saturation of the existing conditions and the setting conditions at the intersection. If the degree



of saturation of the existing conditions does not meet then try several alternatives by changing the phase pattern. In this research, the method used is direct observation and recording in the field during busy hours based on direct observation in the field. Evaluation of the four signalized intersections obtained a degree of saturation (DS) of $1.001 > 0.85$, indicating that the intersection is above the saturation limit with a cycle time of 105 seconds. signalized intersection using 3 Alternatives and 1 Alternative Plan, then for alternative 1 the Degree of Saturation (DS) is $0.872 > 0.85$ with a Cycle Time of 64 seconds, Alternative 2 The Degree of Saturation (DS) is $0.949 > 0.85$ with a Cycle Time of 59 seconds, Alternative 3 Degree of saturation (DS) $0.798 < 0.85$ with Cycle Time 56 seconds, Alternative Plan Degree of saturation (DS) $0.827 < 0.85$ with Cycle Time .60 seconds So it is found that the Degree of saturation (DS) is smaller when using 3 the phases of Alternative 3 and Alternative Plan results are still fulfilled using 3 phases.

Keywords: *Signalized intersection, cycle time, degree of saturation.*

PENDAHULUAN

Kota Banjarmasin merupakan salah satu kota yang berkembang secara cepat dan memiliki potensi sebagai pusat perdagangan. Hal ini tentu memicu penambahan volume lalu lintas seiring kemajuan zaman. Tentu banyak para pedagang dari luar daerah yang keluar masuk kota Banjarmasin dengan berbagai keperluan khususnya pada persimpangan Jalan Adhiyaksa – Jalan Cemara Kota Banjarmasin yang cukup padat dan dipenuhi oleh kendaraan bermotor.

Pada kawasan ini terdapat toko-toko, Masjid warung pinggir jalan dan pangkalan ojek, belum lagi terdapat hambatan- hambatan seperti pejalan kaki dan parkir kendaraan yang mana semua itu akan mengakibatkan kegiatan lalu lintas yang cukup padat pada hari-hari tertentu.

Sebagai dampak yang cukup pada hari-hari tertentu itulah maka banyak terjadi konflik seperti terjadi kecelakaan, kemacetan dan antrian kendaraan yang panjang. Hal ini sudah pasti mengakibatkan tingkat kejenuhan yang tinggi kemacetan dan kejenuhan bagi si pengguna jalan. Untuk itu perlu adanya suatu pengaturan lalu lintas untuk mengatasi hal tersebut.

Berdasarkan pengamatan di lapangan kondisi lalu lintas pada persimpangan Jl. Adhiyaksa kota Banjarmasin termasuk cukup padat. Terutama pada jam-jam tertentu, misalnya pagi hari, siang hari, dan pada sore hari, karena pada jam-jam tersebut orang- orang banyak melakukan aktivitas kegiatan dari beberapa arah persimpangan. Hal inilah yang kemudian mendasari untuk melakukan analisis terhadap mobil penumpang (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC).

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

1. Tundaan lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
2. Tundaan geometrik (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan terhenti karena lampu merah. (Sumber : MKJI : 1997,



16)

Pada Umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk :

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan atau pejalan kaki dari jalan simpang kecil untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan – kendaraan dari arah yang bertentangan. (Sumber : MKJI : 1997, 2)

Rumusan Masalah

1. Berapa tingkat derajat kejenuhan pada simpang empat bersinyal Jl. Adhiyaksa – Jl. Cemara Kota Banjarmasin kondisi *existing*?
2. Berapa tingkat derajat kejenuhan dan waktu siklus sinyal yang terjadi pada simpang empat bersinyal Jl. Adhiyaksa – Jl. Cemara Kota Banjarmasin setelah pola *fase* dirubah dengan menggunakan beberapa alternatif ?

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Melakukan evaluasi terhadap kondisi yang ada pada simpang empat bersinyal Jl. Adhiyaksa – Jl. Cemara Kota Banjarmasin pada kondisi *existing* dan kondisi *setting*.
2. Untuk mengetahui apakah kinerja simpang empat bersinyal yang ada pada Jl. Adhiyaksa Kota Banjarmasin masih dalam keadaan layak atau tidak.

Manfaat Penelitian ini adalah :

1. Setelah melakukan evaluasi pada simpang empat bersinyal Jl. Adhiyaksa Kota Banjarmasin, penulis dapat memberikan masukan yang terkait tentang keberadaan tanda lampu lalu lintas pada persimpangan tersebut dan seberapa tingkat pelayanannya.
2. Setelah melakukan evaluasi penulis dapat mengetahui kelayakan suatu lampu lalu lintas yang digunakan pada persimpangan tersebut.

Lingkup Pembahasan

1. Karakteristik Lalu Lintas :
 - Ekuivalen Mobil Penumpang
 - Satuan Mobil Penumpang
 - Arus Lalu Lintas
 - Arus Jenuh Dasar
 - Arus Jenuh
 - Derajat Kejenuhan
 - Rasio Arus
 - Kapasitas
 - Faktor Penyesuaian
2. Karakteristik Geometrik
 - Lebar Jalan



- Lebar Pendekat
- 3. Parameter Pengaturan
 - Fase
 - Waktu Siklus
 - Waktu Hijau
 - Waktu Merah Semua
 - Waktu Antar Hijau
 - Waktu Hilang

METODE PENELITIAN

Pengambilan Data Lapangan

Metode yang digunakan adalah metode observasi yaitu pengamatan dan pencatatan secara langsung dilapangan Menggunakan PKJI 2014. Observasi ini lebih menekankan pada pengambilan data dilapangan secara langsung data yang diperlukan berupa data primer, data-data yang diperlukan adalah :

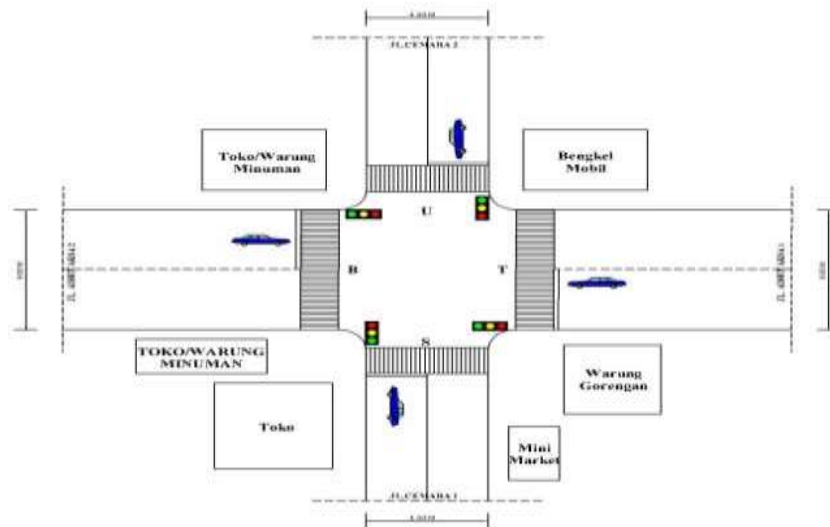
Data lapangan

Data yang diambil dilapangan yaitu:

1. Kondisi geometric
 - Jumlah jalur
 - Lebar jalur
 - Jumlah lajur
 - Layout persimpangan
2. Kondisi lalu lintas
 - Jenis kendaraan
 - Pergerakan lalu lintas
3. Peralatan dilapangan
 - Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data dilapangan adalah :
 - Jam digital/stopwatch
 - Meteran
 - Formulir data
 - Alat pencatat data



Teknik Pengambilan Data Dilapangan



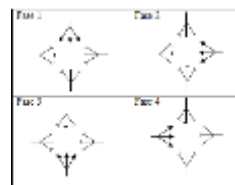
Gambar 1. Layout lokasi persimpangan

1. Kondisi geometrik
2. Waktu sinyal (signal timing)

Pengambilan data volume lalu lintas di lakukan alat pencatat manual (*counterhand*) dengan menghitung kendaraan yang melewati persimpangan dari masing-masing pendekatan.

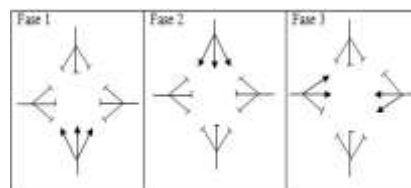
Pembagian Alternatif Penelitian

- a. Kondisi Existing



Gambar 2. Kondisi Existing Setiap fase boleh belok kiri, lurus dan kanan

- b. Alternatif 1



Gambar 3. Alternatif 1

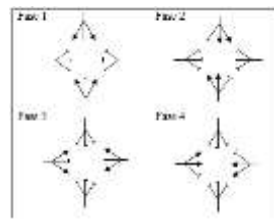
Fase 1 Pendekat S boleh belok (kiri, kanan, dan lurus) sedangkan Pendekat U,B, dan T tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus)

Fase 2 Pendekat U boleh belok (kiri, kanan, dan lurus) sedangkan Pendekat S,B,dan T Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus).

Fase 3 Pendekat B dan T boleh belok (kiri dan lurus) sedangkan belok kanan tidak boleh, Pendekat U dan S Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus).



c. Alternatif 2



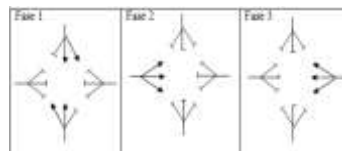
Gambar 4. Alternatif 2

Fase 1 Pendekat U dan S boleh belok (kiri, kanan) sedangkan Pendekat B dan T Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus).

Fase 2 Pendekat U dan S boleh belok (kiri dan lurus) sedangkan Pendekat B dan T Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus).

Fase 3 Pendekat B dan T boleh belok (kiri, kanan) sedangkan Pendekat U dan S Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus)

d. Alternatif 3



Gambar 5. Alternatif 2

Fase 1 Pendekat U dan S boleh belok kiri dan jalan lurus untuk belok kanan tidak boleh, sedangkan pendekat T dan B Tidak boleh belok (kanan, kiri, dan lurus) Fase 2 Pendekat T boleh belok (kiri, kanan, dan lurus) sedangkan Pendekat U,T,dan S Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus). Fase 3 Pendekat T boleh belok (kiri, kanan, dan lurus) sedangkan Pendekat U, S, dan B Tidak boleh belok (kiri, kanan, dan lurus).

Bagan Alir





HASIL & PEMBAHASAN

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil survey yang sudah dilakukan. Survey yang dilakukan oleh penulis sendiri baik sebagai kontrol data yang sudah ada maupun untuk mengambil data yang belum tersedia. Data yang sudah atau sudah dimasukkan ketabel formulir yang sudah di sediakan.

Adapun data-data yang diperlukan dalam studi evaluasi simpang empat bersinyal pada Jl. Adhiyaksa – Jl. Cemara Kota Banjarmasin adalah:

1. Kondisi Geometrik
2. Data jumlah penduduk
3. Waktu sinyal
4. Kondisi lalu lintas

Dan peralatan yang digunakan dalam pengambilan data, terdiri dari:

1. Meteran
2. Stopwatch
3. Form/Blanko isian
4. Counter hand (pencatat kendaraan manual yang di operasikan dengan tangan)

Data Lokasi

a. Untuk kode pendekatan di pakai notasi sebagai berikut:

- Jalan Adhiyaksa 2, Kode Pendekat B (Barat)
- Jalan Cemara 2, Kode Pendekat U (Utara)
- Jalan Adhiyaksa 1, Kode Pendekat T (Timur)
- Jalan Cemara 1, Kode Pendekat S (Selatan)

b. Data-data Geometrik

Pada simpang empat bersinyal Jalan Adhiyaksa – Jalan Cemara Kota Banjarmasin mempunyai empat lengan persimpangan. Lebar setiap pendekatan diukur adalah bagian lebar jalan (W_A), tempat masuk (W_{masuk}), dan keluar (W_{keluar}) dengan ketelitian 0,10 m terdekat. Pengukuran menggunakan meteran (50 m).

Tabel 1. Lebar pendekat

Kode Pendekatan	W_A (m)	W_{masuk} (m)	W_{keluar} (m)
U (Cemara 2)	2,25	2,25	2,25
S (Cemara 1)	2,25	2,25	2,25
T (Adhiyaksa 1)	4,5	4,5	4,5
B (Adhiyaksa 2)	4,5	4,5	4,5

Tabel 2. Tipe Lingkungan Jalan Lokasi Studi

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan
U	COM
T	COM
S	COM
B	COM



Tabel 3. Tingkat hambatan samping lokasi penelitian

Kode Pendekat	Tingkat Hambatan Samping
U	RENDAH
T	TINGGI
S	RENDAH
B	RENDAH

Data jumlah penduduk kecamatan Banjarmasin Utara di dapat dari Biro Pusat Statistik (BPS) Kalimantan Selatan tahun 2012, yaitu sebesar 625.481 jiwa

c. Waktu sinyal

Pada simpang empat bersinyal Jalan Adhiyaksa – Jalan Cemara Kota Banjarmasin kondisi *existing* mempunyai operasi lampu lalu lintas dengan 4 Fase dengan gambaran sebagai berikut.

Merah :

Fase I (U) = 84 detik

Fase II (T) = 87 detik Fase III (S) = 84 detik Fase IV (B) = 83 detik **Kuning :**

Fase I (U) = 4 detik

Fase II (T) = 3 detik Fase III (S) = 4 detik Fase IV (B) = 3 detik **Hijau :**

Fase I (U) = 19 detik

Fase II (T) = 18 detik Fase III (S) = 19 detik Fase IV (B) = 18 detik

Kondisi arus lalu lintas

Berdasarkan data arus lalu lintas pada simpang empat bersinyal Jalan Adhiyaksa Kota Banjarmasin, arus lalu lintas yang terbesar terjadi pada jam-jam puncak. Sehingga dalam penelitian ini, penulis mengambil data arus lalu lintas.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Tingkat derajat kejenuhan (DS) kondisi saat ini (Existing) dengan 4 fase dapat di kategorikan derajat kejenuhan tinggi, dimana untuk Pendekat U, DS = 0,564. Pendekat S, DS = 1,011. Pendekat T, DS = 0,917, dan Pendekat B, DS = 0,924
2. Tingkat derajat kejenuhan (DS) dan waktu siklus sinyal untuk kondisi setting dengan merubah pola fase dari beberapa alternatif sebagai berikut:
 - a. Alternatif 1
Derajat kejenuhan mengalami perubahan (menurun) dari kondisi awal, dimana untuk Pendekat U, DS = 0,865. Pendekat S, DS = 0,872. Pendekat T, DS = 0,832, dan Pendekat B, DS = 0,916. Waktu siklus sinyal 64 detik.
 - b. Alternatif 2
Derajat kejenuhan mengalami perubahan (meningkat) dari kondisi awal, dimana untuk Pendekat U, DS = 0,812. Pendekat S, DS = 0,949. Pendekat T, DS = 0,948, dan Pendekat B, DS = 1,023. Waktu siklus sinyal 59 detik.
 - c. Alternatif 3
Derajat kejenuhan mengalami perubahan (menurun) dari kondisi awal, dimana untuk Pendekat U, DS = 0,623. Pendekat S, DS = 0,798. Pendekat T, DS = 0,766, dan Pendekat B, DS = 0,785. Waktu siklus sinyal 56 detik.



d. Alternatif 3 Rencana

Derajat kejenuhan mengalami perubahan (meningkat) dari kondisi awal, dimana untuk Pendekat U, DS = 0,646. Pendekat S, DS = 0,827. Pendekat T, DS = 0,820, dan Pendekat B, DS = 0,842. Waktu siklus sinyal 60 detik. Dari hasil evaluasi antara data lapangan (kondisi existing) dengan desain baru (kondisi setting) dari beberapa alternatif, maka di dapatkan bahwa derajat kejenuhan lebih kecil dengan menggunakan pengaturan arus lalu lintas 3 Fase (dari hasil desain alternatif 3).

Saran

Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan memperhatikan kombinasi fase atau manajemen arus.

Untuk perencanaan lampu lalu lintas (Traffic Light) untuk beberapa tahun kedepan hendaknya memperhatikan data pertumbuhan lalu lintas pertahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alik Ansyori Alamsyah. 2008. *“Rekayasa Lalu Lintas”*. Penerbit UMM Press, Malang.
- Anonim (1997), Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum RI
- Anonim (1994), Highway Capacity Manual, Washington DC: Transportation Research Board, National Research Council
- Anonim (2006), Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu lintas di Jalan, Jakarta: Menteri Perhubungan RI
- Anonim (2012), Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim (2012), *“Rekayasa Lalu Lintas/Kapasitas Jalan”*, https://id.wikibooks.org/wiki/Rekayasa_Lalu_Lintas/Kapasitas_jalan, diakses pada 8 Desember 2019 pukul 16.41
- Alokabel, K. 2018. Analisa Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal Tipe T pada Pertemuan Ruas Jalan Timor Raya dan Jalan Suratim di Kelurahan Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. JUTEKS - Jurnal Teknik Sipil, 3(1), 227. Sumber: jurnal.pnk.ac.id/index.php/jutek/article/view/194/121. Diakses pada 2 Juli 2020
- Badan Pusat Statistik Kota Banjarmasin 2018. Data Jumlah Penduduk Kota Banjarmasin tahun 2018. (<https://banjarmasinkota.bps.go.id>)
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Kota Banjarmasin Dalam Angka*. BPS Kota Banjarmasin. Banjarmasin.
- Cahyono, M. S. D., Muhtadi, A., & Wibisono, R. E. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Simpang Mengkreg Untuk Perencanaan Jalan Tol Kertosono - Kediri. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa



- Sipil, 2(2),
51. Sumber: www.researchgate.net/publication/336175538_Analisis_Kinerja_a_Simpang_Tak_Bersinyal_di_Simpang_Mengkreng_Untuk_Perencanaan_Jalan_Tol_Kertosono_-_Kediri. Diakses pada 2 Juli 2020
- Direktorat Bina Jalan Kota. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- GR. Wells. 1993. *“Rekayasa Lalu Lintas”*. Penerjemah Suarjoko Warpani, Penerbit Bharata, Jakarta.
- Hobbs. F. D. 1979. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta.
- Jotin. C. Khisty dan B. Kent Lall. 2003. *“Dasar- Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1”*. Penerbit Erlangga. Jakarta Umum, Jakarta
- Hobbs, FD, (1979), *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Edisi Kedua. Terjemahan Ir. Suprpto TM, Msc, dan Ir. Waldijono, 1995. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press.
- H. Budi, M., Wicaksono, A., & Anwar, M. R. 2014. Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Raya Mengkreng Kabupaten Jombang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(3), 174–180. Sumber: rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/view/283. Diakses pada 2 Juli 2020
- Hanafiah, H. 2017. Analisa Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal Tipe T Dengan Metode HCM 2000 (Studi Kasus jalan Merdeka Barat Kota Lhokseumawe). Portal: *Jurnal Teknik Sipil*, 2(2). Sumber: e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/portal/article/view/485. Diakses pada 2 Juli 2020
- Hobs F.D, 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Penerjemah : Suprpto dan Waldijono. Penerbit Gajah Mada University Pers
- Jananuraga, D., & Ing, T. L. 2019. Analisis Kinerja Simpang Stegar Tak Bersinyal pada Jl. Buah Batu - Jl.Solontongan - Jl. Suryalaya Kota Bandung. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 1–16. Sumber: www.neliti.com/id/publications/142339/analisis-kinerja-simpang-steger-tak-bersinyal-pada-jl-buah-batujl-solontongan-j. Diakses pada 2 Juli 2020
- Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Jakarta
- Khisty .C. Jotin dan Lall B. Kent, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid-1*, Erlangga, 2005.
- Listiana, N., & Sudibyoy, T. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga - Bubulak Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(1), 69–78. Sumber: repository.ipb.ac.id/handle/123456789/89353. Diakses pada 2 Juli 2020
- Morlok, Edward K (1978), *Perencanaan Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Terjemahan Ir. Johan Kelanaputra Hainim, 1984. Jakarta: Erlangga.(1995), *Pengantar teknik dan perencanaan transportasi*. Jakarta: Erlangga
- Munawar, A, (2006), *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Yogyakarta: Beta Offset



- Munawar, Ahmad, 2005 Dasar-dasar Teknik Transportasi. Penerbit Beta Offset. Jogjakarta.
- Oglesby, E.K, dan Hicks, R.G. (1988), Teknik Jalan Raya, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Pontoh, R.R., Suparsa, I. 2015. Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal dan Ruas Jalan di Kota Denpasar (Studi Kasus: Jl. W.R. Supratman - Jl. Gadung, Jl. W.R. Supratman - Jl. Ratna - Jl. Plawa. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil Vol. 4, No. 6, Desember 2015. Sumber:simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/4f0c3c2f7baa5b82d9faf274545b6ef9.pdf. Diakses pada 2 Juli 2020
- Ratnaningsih, A. (2017). Simulasi Manajemen dan Rekayasa Lalulintas Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pada Jalan Jatiraya - Kahuripan Nirwana Kabupaten Sidoarjo. Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan, 1(1), 32–41. Sumber: www.researchgate.net/publication/323263483_Simulasi_Manajemen_dan_Rekayasa_Lalulintas_Untuk_Meningkatkan_Kinerja_Simpang_Tiga_Tak_Bersinyal_Pada_Jalan_Jatiraya_Kahuripan_Nirwana_Kabupaten_Sidoarjo_Management_and_Traffic_Engineering_Simulatio. Diakses pada 2 Juli 2020
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. 2015. Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S. Parman dan D.I. Panjaitan. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, 3(11), 747–758. Sumber:www.neliti.com/id/publications/140650/analisa-kinerja-simpang-tidak-bersinyal-di-ruas-jalan-sparmandan-jalan-dipanjai. Diakses pada 2 Juli 2020
- Saputro, T. L., Putri, A. P., Suryaningsih, A., Putri, Z. S., & Salahuddin, M. 2018. Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau Km. 5,5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara Menggunakan Permodelan Vissim Menjadi Simpang Bersinyal. JTT (Jurnal Teknologi Terpadu), 6(1), 36. Sumber: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/437>. Diakses pada 2 Juli 2020
- Tamin, O.Z. (1997). perencanaan dan permodelan transportasi. Bandung: Penerbit Tarsito
- Wells. G. R. (1993), Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta: Penerbit Bharatara
- Warpani. S., 1998, Rekayasa