

KAJIAN EFEKTIFITAS REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN TANAH AJI KOTA MATARAM

Anwar Efendy

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram
Email: anwar_efendy95@yahoo.com

Diterima: 03-01-2021 | Disetujui: 16-02-2021

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas disuatu kota atau tempat sekarang ini bukan merupakan hal yang asing lagi yang dapat terjadi disuatu persimpangan jalan, kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang tiap arah kaki simpangnya. Pada penelitian ini akan dilakukan kajian secara teknis terhadap Efektifitas Rekayasa Lalu Lintas Pada Persimpangan Tanah Aji kota Mataram. Metode perhitungan secara teknis mengacu pada parameter atau kriteria yang ditetapkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dengan menggunakan *software* KAJI. Hasil analisa pada kondisi existing persimpangan Tanah Aji kota Mataram dengan rekayasa lalu lintas memiliki waktu tunda rata-rata yang lebih rendah dengan selisih waktu tunda pada lengan Utara (Jl. Airlangga) 40,2 det/smp, pada lengan Selatan (Jl. Gajah Mada) 202 det/smp, pada lengan Timur (Jl. Sriwijaya) 1,3 det/smp dan pada lengan Barat (Jl. Majapahit) 1,17 det/smp. Dengan dilakukannya rekayasa lalu lintas pada persimpangan Tanah Aji kota Mataram nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,75 yang berarti tidak melewati jenuh dengan nilai derajat kejenuhan pada masing-masing simpang yaitu, pada lengan Timur 0,521 dan lengan Barat 0,435 sedangkan tanpa adanya rekayasa lalu lintas nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,75 yang berarti melewati jenuh dengan nilai derajat kejenuhan pada masing-masing simpang yaitu, 0,909 pada lengan Utara, 1,462 pada lengan Selatan, 0,878 pada lengan Timur dan 0,895 pada lengan Barat. Pengaturan persimpangan dengan diterapkannya rekayasa lalu lintas terbukti lebih efektif, karena waktu tunda lebih rendah dan nilai derajat kejenuhannya kurang dari 0,75 yang berarti tidak melewati jenuh jika dibandingkan dengan kondisi sebelumnya tanpa rekayasa lalu lintas.

Kata kunci: Persimpangan, Rekayasa Lalu Lintas, Waktu Tunda, Derajat Kejenuhan.

1. PENDAHULUAN

Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini, ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan.

Kemacetan lalu lintas disuatu kota atau tempat sekarang ini bukan merupakan hal yang asing lagi yang dapat terjadi disuatu ruas ataupun persimpangan jalan, kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang tiap arah kaki simpangnya dan untuk mengurangi konflik ini dilakukan rekayasa lalu lintas. Selain itu juga dalam menangani kemacetandi persimpangan, pemecahannya dapat berupa peningkatan kapasitas persimpangan yang dapat dengan berbagai cara, salah satu diantaranya dengan mengurangi arus pada persimpangan dapat dilakukan rekayasa lalu lintas dengan cara mengalihkan lalu lintas kendaraan ke rute lainnya atau membatasi dilakukannya perjalanan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dari persimpangan Tanah Aji setelah dilakukannya rekayasa lalulintas. Persimpangan Tanah Aji kota Mataram menghubungkan beberapa ruas jalan seperti; ruas jalan Majapahit, ruas jalan Airlangga, ruas jalan Sriwijaya dan ruas jalan Gajah Mada. Rekayasa lalu lintas yang dilakukan pada persimpangan Tanah Aji kota Mataram yakni dengan menutup jalur dari arah

jalan Gajah Mada menuju arah jalan Airlangga dengan menghubungkan median yang berada di jalan Sriwijaya menuju ke jalan Majapahit, sehingga pengendara dari jalan Gajah Mada ingin menuju ke arah jalan Airlangga harus berbelok terlebih dahulu ke arah jalan Majapahit kemudian memutar balik untuk menuju ke jalan Airlangga. Begitupula sebaliknya apabila pengendara dari jalan Airlangga ingin menuju ke arah jalan Gajah Mada harus berbelok terlebih dahulu ke arah jalan Sriwijaya kemudian memutar balik untuk menuju ke jalan Gajah Mada.

2. LANDASAN TEORI

Rekayasa lalu lintas

Rekayasa lalu lintas menurut Morlok (1991) adalah suatu penanganan yang berkaitan dengan perencanaan, perancangan geometrik dan operasi lalu lintas jalan serta jaringannya, terminal, penggunaan lahan serta keterkaitan dengan moda transportasi lainnya. Sedangkan istilah rekayasa lalu lintas yang banyak digunakan di Indonesia adalah salah satu cabang dari teknik sipil yang menggunakan pendekatan rekayasa untuk mengalirkan lalu lintas orang dan barang secara aman dan efisien dengan merencanakan, membangun dan mengoperasikan geometrik jalan dan dilengkapi dengan rambu lalu lintas, marka jalan serta alat pemberi isyarat lalu lintas.

Persimpangan

Simpang jalan merupakan tempat terjadinya konflik lalu lintas. Kinerja dari suatu simpang merupakan faktor penting dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang. Parameter yang digunakan untuk menilai kinerja suatu simpang bersinyal mencakup: kapasitas, tundaan, derajat kejenuhan dan peluang antrian Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara didalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan didaerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau membelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau persimpangan termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 2001*. Sedangkan menurut (Sony S Wibowo, 1997) persimpangan adalah Lokasi atau daerah dimana dua atau lebih jalan, bergabung, berpotongan, atau bersilang.

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu di ketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Apabila volume lalu lintas pada suatu jalan meningkat dan tidak dapat mempertahankan suatu kecepatan konstan, maka pengemudi akan mengalami kelelahan dan tidak dapat memenuhi waktu perjalanan yang direncanakan. Menurut Warpani, (2002) Tingkat pelayanan adalah ukuran kecepatan laju kendaraan yang dikaitkan dengan kondisi dan kapasitas jalan.

3. METODE PENELITIAN

Data Teknis

Merupakan data-data yang berhubungan langsung dengan kapasitas jalan terhadap kinerja persimpangan. Data tersebut antara lain data arus lalu lintas harian rata-rata (LHR), data geometrik simpang dan jalan, dan lain-lain.

Beberapa hal yang harus diukur pada survei geometrik simpang dan jalan adalah, sebagai berikut:

1. Lebar masing-masing jalan
2. Lebar lebar pendekat
3. Lebar masuk
4. Lebar keluar
5. Pembagian jalur
6. Ada atau tidaknya median dan lebarnya
7. Jarak antar simpang

Data non Teknis

Merupakan data yang bersifat sebagai data penunjang untuk pertimbangan kemacetan lalu lintas didaerah tersebut seperti arah kemacetan, kondisi lalu lintas, tingkat kepadatan kendaraan dan lain-lain.

Ada beberapa data yang digunakan dalam survei pengumpulan data, yaitu:

- a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya. Data primer dalam penelitian ini terdiri dari:

- Data LHR, adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam.
- Data Geometrik jalan didefinisikan sebagai suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan raya.

b. Data Sekunder

Data Sekunder, adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Data sekunder dalam penelitian ini terdiri dari:

- Ukuran Kota, mencakup luas wilayah dan jumlah penduduknya.
- Tata Guna Lahan adalah suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan.

Dalam pengolahan data akan menggunakan panduan dari MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 dengan menggunakan software KAJI.

Faktor satuan mobil penumpang (smp) masing-masing kendaraan bermotor menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), untuk jalan perkotaan adalah sebagai berikut:

- kendaraan ringan (LV) 1,00
- kendaraan berat (HV) 1,30
- kendaraan bermotor (MC) 0,20
- kendaraan tidak bermotor (UM) 1,00

Pengambilan data volume lalu lintas dibagi dalam 4 kelompok lalu lintas yang memberikan pengaruh yang berbeda yaitu: kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC) dan kendaraan tak bermotor (UM). Data pengamatan dicatat dan dikelompokkan pada setiap arah pergerakan dilembar pengisian data jumlah kendaraan yang sudah disiapkan.

Dari survei terhadap tata guna lahan (land use) di persimpangan Tanah Aji Mataram sepanjang jalan Sriwijaya menunjukkan bahwa tata guna lahan (land use) didominasi oleh pusat perbelanjaan seperti pertokoan dan terdapat mall, sepanjang jalan Airlangga terdapat beberapa toko dan perkantoran, sepanjang jalan Majapahit terdapat pom bensin, rumah sakit dan perkantoran, dan ada sekitar 20 bangunan pertokoan sepanjang jalan Gajah Mada.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 jumlah penduduk kota Mataram adalah 677.856 (enam ratus tujuh puluh tujuh ribu delapan ratus lima puluh enam) jiwa.

Sebagai standar untuk pengukuran kinerja persimpangan, ada beberapa parameter yang dijadikan sebagai penilaian meliputi Kapasitas Persimpangan, Derajat Kejenuhan, dan Waktu Tundaan yang dihasilkan.

c. Kapasitas Persimpangan

Kapasitas pendekatan diperoleh dari hasil perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekatan. Arus jenuh dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar yaitu arus jenuh pada keadaan standar dengan faktor penyesuaian untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan dan kapasitas persimpangan didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

Penerapan rekayasa lalu lintas pada persimpangan tanah aji memberikan pengaruh terhadap derajat kejenuhan.

e. Tundaan (Delay)

Tundaan pada persimpangan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa persimpangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil dari perhitungan program KAJI dengan tingkat pelayanan sesungguhnya sehingga diperoleh nilai derajat kejenuhan, kapasitas dan tundaan pada persimpangan Tanah Aji Mataram bisa dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Derajat Kejenuhan, Kapasitas dan Tundaan dengan Tingkat Pelayanan Sesungguhnya di Persimpangan Tanah Aji Mataram NTB.

Kapasitas Dasar	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas C
	Lebar pendekatan rata-rata (Fw)	Median jalan utama (Fm)	Ukuran kota (Fcs)	Hambatan samping (Frsu)	Belok kiri (Flt)	Belok kanan (Frt)	Rasio minor/total (Fmi)	
(smp/jam)								smp/jam

3200	1,153	1	0,94	0,948	1,696	1,09	0,966	5865
Arus lalu- lintas (Q) (smp/jam) (USIG-I)	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan lalu- lintas simpang (DTi)	Tundaan lalu- lintas JI.Utama (Dma)	Tundaan lalu-lintas JI. Minor (Dmi)	Tundaan geometrik simpang (DG)	Tundaan simpang (D)	Peluang antrian (QP %)	Sasaran
3055	0,521	5,32	4,84	7,06	4,28	9,6	12-26%	

Sumber: Hasil Analisa Program KAJI

Dari hasil analisa program KAJI seperti yang terlihat pada tabel diatas diperoleh nilai derajat kejenuhan: 0,521 nilai kapasitas: 5865 smp/jam dan tundaan: 9,6 dtk/smp.

Tabel 2. Nilai Derajat Kejenuhan, Kapasitas dan Tundaan dengan Tingkat Pelayanan Sesungguhnya di Persimpangan Tanah Aji Mataram NTB

Kapasitas Dasar Co (smp/jam) (USIG-I)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas C (smp/jam)
	Lebar pendekat rata-rata (Fw)	Median jalan utama (Fm)	Ukuran kota (Fcs)	Hambatan samping (Frsu)	Belok kiri (Flt)	Belok kanan (Frt)	Rasio minor/ total (Fmi)	
3200	1,137	1	0,948	0,946	1,656	1,09	1,156	6753
Arus lalu- lintas (Q) (smp/jam) (USIG-I)	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan lalu- lintas simpang (DTi)	Tundaan lalu- lintas JI.Utama (Dma)	Tundaan lalu-lintas JI. Minor (Dmi)	Tundaan geometrik simpang (DG)	Tundaan simpang (D)	Peluang antrian (QP %)	Sasaran
2937	0,435	4,44	4,34	5,08	4,29	8,73	9-12%	

Sumber: Hasil Analisa Program KAJI

Dari hasil analisa program KAJI seperti yang terlihat pada tabel diatas diperoleh nilai derajat kejenuhan: 0,435 nilai kapasitas: 6753 smp/jam dan tundaan: 8,73 dtk/smp.

Pada kondisi existing rekayasa lalu lintas terjadi pada jalan Sriwijaya dan Majapahit dengan menghubungkan median dari kedua jalan tersebut, Rekayasa lalu lintas yang dilakukan yakni dengan menutup jalur dari arah jalan Gajah Mada menuju arah jalan Airlangga dengan menghubungkan median yang berada di jalan Sriwijaya menuju ke jalan Majapahit, sehingga pengendara dari jalan Gajah Mada ingin menuju ke arah jalan Airlangga harus berbelok terlebih dahulu ke arah jalan Majapahit kemudian memutar balik untuk menuju ke jalan Airlangga. Begitupula sebaliknya apabila pengendara dari jalan Airlangga ingin menuju ke arah jalan Gajah Mada harus berbelok terlebih dahulu ke arah jalan Sriwijaya kemudian memutar balik untuk menuju ke jalan Gajah Mada, maka pada kondisi sebelumnya arus lalu lintas persimpangan pada masing-masing lengannya mengalirkan arus lalu lintas dengan menggunakan sinyal lampu.

Adapun perhitungan yang dilakukan pada kondisi sebelumnya (tanpa rekayasa lalu lintas) telah diperhitungkan sebelumnya oleh Rosa Mailani. Dari perhitungan program KAJI dengan tingkat pelayanan sesungguhnya yang dilakukan sebelumnya oleh Rosa Mailani diperoleh nilai derajat kejenuhan, kapasitas dan tundaan pada masing-masing lengan persimpangan. Berikut hasil dari perhitungan program KAJI oleh Rosa Mailani yang dilakukan sebelumnya, seperti yang tercantum pada Tabel 3:

Tabel 3. Nilai Derajat Kejenuhan, Kapasitas dan Tundaan dengan Tingkat Pelayanan Sesungguhnya di Persimpangan Tanah Aji Mataram NTB Sebelum Dilakukan Rekayasa Lalu Lintas

Pendekat	Lebar (m)	Arus kend. (Q) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) dtk/smp
U	3,5	391	430	0,909	83,2
S	3,4	668	457	1,462	235
T	4	324	369	0,878	53,9
B	5	333	372	0,895	42,5

Sumber: Hasil Analisa Program KAJI (Rosa Mailani)

Dari hasil-hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan suatu perbandingan bahwa kondisi existing (dengan rekayasa lalu lintas) mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelumnya (tanpa rekayasa lalu lintas).

Khusus pada lengan pendekat Utara dan Selatan (jalan Airlangga dan jalan Gajah Mada) dengan dilakukannya rekayasa lalu lintas atau memutar balik ternyata waktunya lebih rendah walaupun harus menambah jarak perjalanan dibandingkan tanpa rekayasa lalu lintas, ini disebabkan tanpa adanya rekayasa lalu lintas waktu tundaan yang dihasilkan lebih besar sehingga total waktu perjalanan juga akan semakin bertambah.

Rekayasa lalu lintas juga berdampak pada waktu tundaan yang dihasilkan pada lengan pendekat Barat dan Timur (jalan Majapahit dan jalan Gajah Mada) dimana lebih rendah dibandingkan tanpa adanya rekayasa lalu lintas. Dari apa yang telah dijelaskan diatas, didapatkan bahwa rekayasa lalu lintas dapat menurunkan waktu tundaan pada semua lengan pendekat persimpangan.

Dari perbandingan yang dilakukan untuk pola pengaturan persimpangan dengan dilakukan rekayasa lalu lintas maupun tanpa rekayasa lalu lintas, didapatkan suatu gambaran bahwa :

1. Pada pengaturan persimpangan tanpa rekayasa lalu lintas waktu tunda yang dihasilkan adalah sebagai berikut; 83,2 det/smp untuk lengan Utara, 235 det/smp untuk lengan Selatan, 53,9 det/smp untuk lengan Timur dan 42,9 det/smp untuk lengan Barat.
2. Pada pengaturan persimpangan dengan dilakukannya rekayasa lalu lintas waktu tundaan yang dihasilkan adalah sebagai berikut; 43 det/smp untuk lengan Utara, 33 det/smp untuk lengan Selatan, 52,6 det/smp untuk lengan Timur (ditambahkan dengan waktu tunda pada lengan Utara) dan 41,73 det/smp untuk lengan Barat (ditambahkan dengan waktu tunda pada lengan Selatan). Dimana Waktu Tundaan pada lengan Utara dan Selatan (waktu putar balik) diperoleh nilainya 1 minggu setelah dilakukannya survei LHR pada hari yang sama dan waktu puncak yang sama.
3. Efektifitas pengaturan persimpangan tanpa rekayasa lalu lintas ketika derajat jenuh simpang berada dibawah nilai 0.75, sedangkan efektifitas dengan adanya rekayasa lalu lintas ketika derajat jenuh persimpangan berada diatas nilai 0.75, hal ini diukur dengan waktu tundaan rata-rata yang dihasilkan.
4. Dengan adanya rekayasa lalu lintas nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,75 yang berarti tidak melewati jenuh dengan nilai derajat kejenuhan pada masing-masing simpang yaitu sebagai berikut; pada lengan Timur 0,521 dan lengan Barat 0,435 sedangkan tanpa adanya rekayasa lalu lintas nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,75 yang berarti melewati jenuh dengan nilai derajat kejenuhan pada masing-masing simpang yaitu sebagai berikut; 0,909 pada lengan Utara, 1,462 pada lengan Selatan, 0,878 pada lengan Timur dan 0,895 pada lengan Barat.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai derajat kejenuhan pada tiap lengan persimpangan saat adanya rekayasa lalu lintas lebih kecil dari 0,75 (tidak melewati jenuh) sedangkan pada kondisi sebelumnya tanpa rekayasa lalu lintas lebih besar dari 0,75 (melewati jenuh). Itu artinya dengan adanya rekayasa lalu lintas dapat mengurangi sedikit kemacetan pada persimpangan Tanah Aji dan kinerja persimpangan yang dihasilkan juga masih dianggap baik.
2. Waktu tundaan saat diterapkannya rekayasa lalu lintas lebih rendah dibandingkan tanpa rekayasa lalu lintas dengan selisih waktu tundanya adalah sebagai berikut; pada lengan Utara (Jl. Airlangga) 40,2 det/smp, pada lengan Selatan (Jl. Gajah Mada) 202 det/smp, pada lengan Timur (Jl. Sriwijaya) 1,3 det/smp dan pada lengan Barat (Jl. Majapahit) 1,17 det/smp.

3. Efektifitas rekayasa lalu lintas terbukti lebih efisien, karena dengan adanya rekayasa lalu lintas nilai derajat kejenuhan pada tiap lengan persimpangan kurang dari 0,75 dan waktu tundaannya pun lebih rendah jika dibandingkan dengan tanpa rekayasa lalu lintas yang nilai derajat kejenuhannya lebih dari 0,75 dan waktu tundaannya lebih tinggi.

6. SARAN

Setelah mempelajari dan menganalisa data pada persimpangan Tanah Aji ada beberapa saran yang dapat diberikan, anantara lain :

1. Dalam penerapan rekayasa lalu lintas pada persimpangan Tanah Aji kota Mataram diharapkan memberikan nilai manfaat yang lebih besar untuk semua pengguna persimpangan jalan.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini perlu kiranya digunakan metode-metode lain dalam mengkaji efektifitas rekayasa lalu lintas pada persimpangan Tanah Aji yang kemudian dibandingkan agar mendapat suatu rumusan yang lebih mendekati dengan kondisi dilapangan.
3. Perlu dilakukan penelitian pada persimpangan-persimpangan yang lain yang mempunyai kondisi yang berbeda sehingga akan didapatkan hasil yang lebih detail.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, PT. Bina Karya, Jakarta.
- Anonimus, Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2004. Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Anonimus, United States Highway Capacity Manual (USHCM). 1985. What the South African Traffic Engineer Can Expect, with the Emphasis on Signalized Intersection. By: W J Pienaar.
- Anonimus, AASHTO. 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, fourth Edition, Washington D.C
- Anonimus, Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta.
- Anonimus, Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Sweroad dan PT. Bina Karya, Jakarta.
- Mailani, Rosa. 2016. Rekayasa Lalu Lintas sebagai Alternatif Pemecahan Kemacetan pada Persimpangan Jalan Gajah Mada – Sriwijaya Mataram. UMMAT, Mataram.
- Morlok, E. K, 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta.
- P. Warpani, Suwardjoko. 2002. Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, ITB. Bandung.
- Tamin, Ofyar Z, 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB, Bandung.
- Wibowo, Sony S. 2000. Pengantar rekayasa jalan (introduction of Highway Engineering) Bandung, Indonesia.