

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGUNAKAN METODE CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*)
DAN PKJI 2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD YANI DAN
JALAN KH. NOER ALI KOTA BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)**

SKRIPSI

**Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**CATUR AJI ANDIKA
NIM. 200111101004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 06 Agustus 2024
Mahasiswa,



Catur Aji Andika
NIM. 200111101004

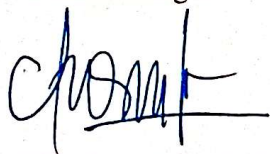
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Catur Aji Andika
NIM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM
(CELL TRANSMISSION MODEL) DAN PKJI
2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD
YANI DAN JALAN KH. NOER ALI KOTA
BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

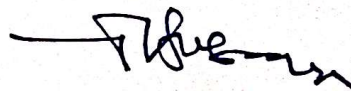
Pembimbing 1



Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc. Eng

NIDN. 0401049601

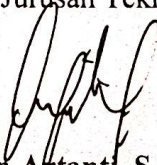
Pembimbing 2



Arief Subagyo, S.T., M.T.

NIK. S092022080001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T

NIDN. 0427089701

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Catur Aji Andika
NIM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM
(CELL TRANSMISSION MODEL) DAN PKJI
2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD
YANI DAN JALAN KH. NOER ALI KOTA
BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

()

Penguji 2 : Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T

()

Penguji 3 : Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode CTM (Cell Transmission Model) Dan PKJI 2023 Pada Persimpangan Jalan Ahmad Yani dan Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi (Sta 0+000 – Sta 2+000)”**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Kuswati Ibu kandung penulis yang selalu memberikan kasih sayang, semangat dan doa kepada penulis selama menempuh studi hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Pardi Ayah kandung penulis, keluarga serta saudara/saudari penulis yang memberikan dukungan morel dan materiil yang tiada hentinya bagi penulis demi kelancaran pengerjaan skripsi.
3. Ibu Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Universitas Global Jakarta yang telah memberi arahan serta bimbingan kepada penulis.
4. Ibu Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc. Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Arief Subagyo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Penguji atas arahan – arahan yang sudah diberikan sehingga penulisan naskah skripsi menjadi lebih baik.
6. Bapak/Ibu Dosen Pengampu Mata Kuliah serta staf pegawai kampus Jakarta Global University atas segala ilmu dan masukan yang telah diberikan selama proses pembelajaran.

7. Seluruh teman mahasiswa Jakarta Global University khususnya teman – teman Jurusan Teknik Sipil yang selama 4 tahun ini sudah berjuang bersama – sama dalam suka maupun duka proses pembelajaran.
8. Semua sahabat yang membantu penulis dalam pengumpulan data, perhitungan, dan penyemangat dalam penulisan skripsi. Aldi, Ikhsan, Wan, Iqbal, Syaima, Nina, Nurma, dan semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
9. Aqua Minato yang juga sama – sama akan graduate pada agustus 2024, terimakasih atas karya musik dan video hiburan yang sudah memberi semangat kepada penulis selama enam tahun ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Depok, 06 Agustus 2024



Catur Aji Andika
NIM. 200111101004

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Catur Aji Andika
NPM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode CTM (*Cell Transmission Model*) Dan PKJI 2023 Pada Persimpangan Jalan Ahmad Yani Dan Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi (Sta 0+000 – Sta 2+000)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 06 Agustus 2024

Yang menyatakan



Catur Aji Andika

NIM. 200111101004

ABSTRAK

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan, persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah perkotaan. Permasalahan kemacetan dan konflik lalu lintas sering terjadi pada persimpangan bersinyal Jl.Ahmad Yani dan Jl.KH Noer Ali di Kota Bekasi akibat kepadatan lalu lintas pada jam sibuk sehingga kemacetan tidak dapat dihindarkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal Jl. Ahmad Yani dan Jl.KH.Noer Ali. Analisis data menggunakan dua metode yaitu metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023) dan metode *Cell Transmission Model* (CTM). Hasil analisis kinerja simpang menggunakan PKJI 2023 didapatkan nilai derajat kejenuhan pada hari Minggu sebesar 0,822 lengan Utara, 0,934 lengan Selatan, dan 1,358 lengan Timur, sedangkan pada hari Senin didapat nilai derajat kejenuhan sebesar 0,808 lengan Utara, 0,831 lengan Selatan, dan 1,403 lengan Barat. nilai tundaan rata – rata yang didapat menggunakan metode PKJI 2023 pada hari Minggu adalah sebesar 206,80 smp/det, sedangkan pada hari Senin didapat nilai tundaan sebesar 150,66 smp/det, berdasarkan nilai tundaan yang didapatkan tingkat pelayanan simpang berdasarkan metode PKJI 2023 adalah F atau Buruk Sekali. Hasil nilai panjang antrian yang di dapat menggunakan metode *Cell Transmission Model* (CTM) sebesar 45 m, kemudian nilai tundaan rata – rata yang didapat adalah sebesar 49,1 smp/det, berdasarkan nilai tundaan didapatkan tingkat pelayanan simpang berdasarkan metode *Cell Transmission Model* (CTM) adalah E atau Buruk. Solusi agar kinerja simpang menjadi lebih baik yaitu dengan cara redesain dengan menyesuaikan karakteristik simpang, waktu dan fase sinyal, hasil nilai derajat jenuh setelah dilakukan redesain didapatkan nilai Tundaan rata – rata pada hari Minggu 22,56 smp/det dan pada hari Senin 22,62 smp/det dengan tingkat pelayanan simpang C atau Sedang.

Kata kunci: *cell transmission model, persimpangan, pkji 2023, tingkat pelayanan*

ABSTRACT

Road intersections are nodes on the road network where road segments meet and vehicle flow paths intersect, intersections are the most important factor in determining the capacity and travel time on a road network, especially in urban areas. Traffic congestion and conflict problems often occur at the signalized intersection of Ahmad Yani and KH Noer Ali Streets in Bekasi City due to traffic congestion during peak hours so that congestion cannot be avoided. This study aims to analyze the performance of the signalized intersection of Ahmad Yani and KH.Noer Ali Streets. Data analysis uses two methods, Indonesian Road Capacity Guidelines 2023 (PKJI 2023) method and Cell Transmission Model (CTM) method. Results of intersection performance analysis using PKJI 2023 obtained a degree of saturation value on Sunday of 0,822 North arm, 0,934 South arm, and 1,358 East arm, while on Monday obtained a degree of saturation value of 0,808 North arm, 0,831 South arm, and 1,403 West arm. Average delay value obtained using the PKJI 2023 method on Sunday is 206,80 smp/sec, while on Monday a delay value of 150,66 smp/sec is obtained, based on the delay value obtained the level of service of intersection based on the PKJI 2023 method is F or Very Bad. Result of queue length value obtained using Cell Transmission Model (CTM) method is 45 m, then average delay value obtained is 49,1 smp/sec, based on delay value obtained the level of service of intersection based on Cell Transmission Model (CTM) method is E or Poor. Solution for better intersection performance is by redesigning by adjusting the characteristics of the intersection, signal time and phase, the results of the saturation degree value after redesigning the average delay value on Sunday 22,56 smp/sec and on Monday 22,62 smp/sec with an intersection service level of C or Medium.

Keyword : cell transmission model, intersection, pkji 2023, service level

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Uraian Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Pengertian Persimpangan	25
2.4 Pengertian Simpang Bersinyal	26
2.5 Prinsip Kerja Simpang Bersinyal	26
2.6 Arus Lalulintas	27
2.7 Tipe Pendekat.....	28
2.8 Arus Jenuh Dasar	29
2.9 Arus Jenuh.....	29
2.10 Rasio Arus.....	31
2.11 Rasio Fase	31
2.12 Waktu Siklus	32
2.13 Waktu Siklus Yang Disesuaikan.....	32
2.14 Kapasitas Simpang	32

2.15 Derajat Kejenuhan.....	33
2.16 Tundaan.....	34
2.17 Pengertian Cell Transmission Model (CTM).....	34
2.17.1 Premise dasar	34
2.17.2 Pemodelan pergerakan lalu lintas menggunakan CTM	35
2.15.3 Perumusan besar tundaan.....	36
2.18 Statistical Product and Service Solutions (SPSS).....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Diagram Alir Penelitian	39
3.2 Lokasi & Obyek Penelitian	40
3.3 Peralatan Penelitian.....	41
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	42
3.5 Teknik Survei	43
3.5.1 Survei data primer	43
3.5.2 Survei data sekunder	43
3.5.3 Pelaksanaan Survei.....	44
3.5.4. Jenis Survei	44
3.5.5 Waktu survei	45
3.6 Teknik Analisis Data.....	45
3.6.1 Cell Transmission Model (CTM).....	45
3.6.2 PKJI 2023	46
3.6.3 Statistical Product and Service Solution (SPSS).....	47
BAB IV PENGUMPULAN DAN PEMBAHASAN DATA	54
4.1 Deskripsi Data.....	54
4.2 Data Primer	54
4.2.1 Data Geometrik Jalan.....	54
4.2.2 Data Volume Lalu Lintas	56
4.2.3 Data Sinyal Lalu Lintas.....	60
4.3 Data Sekunder	61
4.4 Perhitungan Menggunakan Metode PKJI 2023	62
4.4.1 Waktu Siklus dan Waktu Hilang.....	62
4.4.2 Arus Lalu Lintas.....	63
4.4.3 Arus Jenuh.....	66
4.4.4 Derajat Kejenuhan.....	68
4.4.5 Rasio Hijau.....	69
4.4.6 Panjang Antrian.....	70

4.4.7 Tundaan.....	71
4.5 Hasil Perhitungan Redesain Simpang Bersinyal Metode PKJI 2023.....	72
4.6 Pengujian Menggunakan Software SPSS	75
4.6.1 Hasil Uji Linieritas.....	75
4.6.2 Hasil Uji Regresi Linear.....	80
4.7 Perhitungan Menggunakan Metode CTM (Cell Transmission Model)	81
4.7.1 Data Volume Lalu Lintas Pada Setiap Sel	81
4.7.2 Data Masukkan Untuk Metode CTM.....	83
4.7.3 Pemodelan CTM	84
4.7.4 Input Parameter PKJI 2023 dan CTM.....	87
4.7.5 Hasil Perbandingan Panjang Antrian dan Tundaan Antara Metode PKJI 2023 dengan CTM	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	93

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGUNAKAN METODE CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*)
DAN PKJI 2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD YANI DAN
JALAN KH. NOER ALI KOTA BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)**

SKRIPSI

**Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**CATUR AJI ANDIKA
NIM. 200111101004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 06 Agustus 2024
Mahasiswa,



Catur Aji Andika
NIM. 200111101004

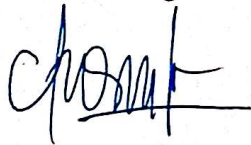
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Catur Aji Andika
NIM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM
(CELL TRANSMISSION MODEL) DAN PKJI
2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD
YANI DAN JALAN KH. NOER ALI KOTA
BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1



Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc. Eng

NIDN. 0401049601

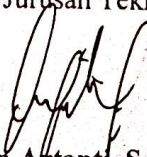
Pembimbing 2



Arief Subagyo, S.T., M.T.

NIK. S092022080001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T

NIDN. 0427089701

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Catur Aji Andika
NIM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM
(CELL TRANSMISSION MODEL) DAN PKJI
2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD
YANI DAN JALAN KH. NOER ALI KOTA
BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)

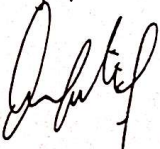
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

()

Penguji 2 : Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T

()

Penguji 3 : Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode CTM (Cell Transmission Model) Dan PKJI 2023 Pada Persimpangan Jalan Ahmad Yani dan Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi (Sta 0+000 – Sta 2+000)”**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Kuswati Ibu kandung penulis yang selalu memberikan kasih sayang, semangat dan doa kepada penulis selama menempuh studi hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Pardi Ayah kandung penulis, keluarga serta saudara/saudari penulis yang memberikan dukungan moral dan materiil yang tiada hentinya bagi penulis demi kelancaran pengerjaan skripsi.
3. Ibu Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Universitas Global Jakarta yang telah memberi arahan serta bimbingan kepada penulis.
4. Ibu Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc. Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Arief Subagyo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Penguji atas arahan – arahan yang sudah diberikan sehingga penulisan naskah skripsi menjadi lebih baik.
6. Bapak/Ibu Dosen Pengampu Mata Kuliah serta staf pegawai kampus Jakarta Global University atas segala ilmu dan masukan yang telah diberikan selama proses pembelajaran.

7. Seluruh teman mahasiswa Jakarta Global University khususnya teman – teman Jurusan Teknik Sipil yang selama 4 tahun ini sudah berjuang bersama – sama dalam suka maupun duka proses pembelajaran.
8. Semua sahabat yang membantu penulis dalam pengumpulan data, perhitungan, dan penyemangat dalam penulisan skripsi. Aldi, Ikhsan, Wan, Iqbal, Syaima, Nina, Nurma, dan semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
9. Aqua Minato yang juga sama – sama akan graduate pada agustus 2024, terimakasih atas karya musik dan video hiburan yang sudah memberi semangat kepada penulis selama enam tahun ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Depok, 06 Agustus 2024



Catur Aji Andika
NIM. 200111101004

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Catur Aji Andika
NPM : 200111101004
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode CTM (*Cell Transmission Model*) Dan PKJI 2023 Pada Persimpangan Jalan Ahmad Yani Dan Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi (Sta 0+000 – Sta 2+000)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 06 Agustus 2024

Yang menyatakan



Catur Aji Andika

NIM. 200111101004

ABSTRAK

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan, persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah perkotaan. Permasalahan kemacetan dan konflik lalu lintas sering terjadi pada persimpangan bersinyal Jl.Ahmad Yani dan Jl.KH Noer Ali di Kota Bekasi akibat kepadatan lalu lintas pada jam sibuk sehingga kemacetan tidak dapat dihindarkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal Jl. Ahmad Yani dan Jl.KH.Noer Ali. Analisis data menggunakan dua metode yaitu metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023) dan metode *Cell Transmission Model* (CTM). Hasil analisis kinerja simpang menggunakan PKJI 2023 didapatkan nilai derajat kejenuhan pada hari Minggu sebesar 0,822 lengan Utara, 0,934 lengan Selatan, dan 1,358 lengan Timur, sedangkan pada hari Senin didapat nilai derajat kejenuhan sebesar 0,808 lengan Utara, 0,831 lengan Selatan, dan 1,403 lengan Barat. nilai tundaan rata – rata yang didapat menggunakan metode PKJI 2023 pada hari Minggu adalah sebesar 206,80 smp/det, sedangkan pada hari Senin didapat nilai tundaan sebesar 150,66 smp/det, berdasarkan nilai tundaan yang didapatkan tingkat pelayanan simpang berdasarkan metode PKJI 2023 adalah F atau Buruk Sekali. Hasil nilai panjang antrian yang di dapat menggunakan metode *Cell Transmission Model* (CTM) sebesar 45 m, kemudian nilai tundaan rata – rata yang didapat adalah sebesar 49,1 smp/det, berdasarkan nilai tundaan didapatkan tingkat pelayanan simpang berdasarkan metode *Cell Transmission Model* (CTM) adalah E atau Buruk. Solusi agar kinerja simpang menjadi lebih baik yaitu dengan cara redesain dengan menyesuaikan karakteristik simpang, waktu dan fase sinyal, hasil nilai derajat jenuh setelah dilakukan redesain didapatkan nilai Tundaan rata – rata pada hari Minggu 22,56 smp/det dan pada hari Senin 22,62 smp/det dengan tingkat pelayanan simpang C atau Sedang.

Kata kunci: *cell transmission model, persimpangan, pkji 2023, tingkat pelayanan*

ABSTRACT

Road intersections are nodes on the road network where road segments meet and vehicle flow paths intersect, intersections are the most important factor in determining the capacity and travel time on a road network, especially in urban areas. Traffic congestion and conflict problems often occur at the signalized intersection of Ahmad Yani and KH Noer Ali Streets in Bekasi City due to traffic congestion during peak hours so that congestion cannot be avoided. This study aims to analyze the performance of the signalized intersection of Ahmad Yani and KH.Noer Ali Streets. Data analysis uses two methods, Indonesian Road Capacity Guidelines 2023 (PKJI 2023) method and Cell Transmission Model (CTM) method. Results of intersection performance analysis using PKJI 2023 obtained a degree of saturation value on Sunday of 0,822 North arm, 0,934 South arm, and 1,358 East arm, while on Monday obtained a degree of saturation value of 0,808 North arm, 0,831 South arm, and 1,403 West arm. Average delay value obtained using the PKJI 2023 method on Sunday is 206,80 smp/sec, while on Monday a delay value of 150,66 smp/sec is obtained, based on the delay value obtained the level of service of intersection based on the PKJI 2023 method is F or Very Bad. Result of queue length value obtained using Cell Transmission Model (CTM) method is 45 m, then average delay value obtained is 49,1 smp/sec, based on delay value obtained the level of service of intersection based on Cell Transmission Model (CTM) method is E or Poor. Solution for better intersection performance is by redesigning by adjusting the characteristics of the intersection, signal time and phase, the results of the saturation degree value after redesigning the average delay value on Sunday 22,56 smp/sec and on Monday 22,62 smp/sec with an intersection service level of C or Medium.

Keyword : *cell transmission model, intersection, pkji 2023, service level*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Uraian Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Pengertian Persimpangan	25
2.4 Pengertian Simpang Bersinyal	26
2.5 Prinsip Kerja Simpang Bersinyal	26
2.6 Arus Lalulintas	27
2.7 Tipe Pendekat.....	28
2.8 Arus Jenuh Dasar	29
2.9 Arus Jenuh.....	29
2.10 Rasio Arus	31
2.11 Rasio Fase	31
2.12 Waktu Siklus	32
2.13 Waktu Siklus Yang Disesuaikan.....	32
2.14 Kapasitas Simpang.....	32

2.15 Derajat Kejenuhan.....	33
2.16 Tundaan.....	34
2.17 Pengertian Cell Transmission Model (CTM).....	34
2.17.1 Premise dasar	34
2.17.2 Pemodelan pergerakan lalu lintas menggunakan CTM	35
2.15.3 Perumusan besar tundaan.....	36
2.18 Statistical Product and Service Solutions (SPSS).....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Diagram Alir Penelitian	39
3.2 Lokasi & Obyek Penelitian	40
3.3 Peralatan Penelitian.....	41
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	42
3.5 Teknik Survei.....	43
3.5.1 Survei data primer	43
3.5.2 Survei data sekunder	43
3.5.3 Pelaksanaan Survei.....	44
3.5.4. Jenis Survei	44
3.5.5 Waktu survei	45
3.6 Teknik Analisis Data.....	45
3.6.1 Cell Transmission Model (CTM).....	45
3.6.2 PKJI 2023.....	46
3.6.3 Statistical Product and Service Solution (SPSS).....	47
BAB IV PENGUMPULAN DAN PEMBAHASAN DATA	54
4.1 Deskripsi Data.....	54
4.2 Data Primer	54
4.2.1 Data Geometrik Jalan.....	54
4.2.2 Data Volume Lalu Lintas	56
4.2.3 Data Sinyal Lalu Lintas.....	60
4.3 Data Sekunder	61
4.4 Perhitungan Menggunakan Metode PKJI 2023	62
4.4.1 Waktu Siklus dan Waktu Hilang.....	62
4.4.2 Arus Lalu Lintas.....	63
4.4.3 Arus Jenuh.....	66
4.4.4 Derajat Kejenuhan.....	68
4.4.5 Rasio Hijau.....	69
4.4.6 Panjang Antrian.....	70

4.4.7 Tundaan.....	71
4.5 Hasil Perhitungan Redesain Simpang Bersinyal Metode PKJI 2023.....	72
4.6 Pengujian Menggunakan Software SPSS	75
4.6.1 Hasil Uji Linieritas.....	75
4.6.2 Hasil Uji Regresi Linear.....	80
4.7 Perhitungan Menggunakan Metode CTM (Cell Transmission Model)	81
4.7.1 Data Volume Lalu Lintas Pada Setiap Sel	81
4.7.2 Data Masukkan Untuk Metode CTM.....	83
4.7.3 Pemodelan CTM	84
4.7.4 Input Parameter PKJI 2023 dan CTM.....	87
4.7.5 Hasil Perbandingan Panjang Antrian dan Tundaan Antara Metode PKJI 2023 dengan CTM	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karena kepemilikan kendaraan yang semakin meningkat, keterbatasan sumber daya yang tersedia untuk pembangunan jalan raya, dan fasilitas lalu lintas yang tidak berfungsi dengan baik, kemacetan lalu lintas menjadi masalah yang sering terjadi. Kemacetan adalah suatu proses yang tidak lancar, tersendat, seret, terhenti, atau tidak berjalan dengan baik (Dewi et al., 2020). Pertumbuhan dan kepadatan penduduk menyebabkan kemacetan lalu lintas. Setiap hari, kemacetan lalu lintas menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengendara dan orang-orang di sekitar Kota Bekasi. Panjangnya antrian kendaraan dan tundaan pada persimpangan adalah penyebab lain kemacetan. Hal ini menyebabkan simpang bersinyal tidak berfungsi dengan baik.

Persimpangan jalan merupakan titik temu antara kendaraan transportasi satu dengan yang lainnya yang terdiri dari beberapa ruas jalan, pada umumnya terdapat tiga jenis persimpangan yaitu simpang sebidang, pemisah jalur jalan tanpa *ramp*, dan *interchange* atau simpang susun. Persimpangan sebidang merupakan persimpangan yang memiliki jalan yang masuk ke persimpangan dan mengarahkan lalu lintas untuk masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan sebidang yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan lampu sinyal pengatur lalu lintas yang disebut *traffic light* ((FANNYN, 2019).

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan, lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya, karena hal tersebut persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah-daerah perkotaan (Timboeleng et al., 2019).

Persimpangan Jalan Ahmad Yani merupakan salah satu persimpangan sebidang yang memiliki lampu pengatur lalu lintas berupa *traffic light* yang ada

pada wilayah Kota Bekasi. Lingkungan di sekitar persimpangan Jalan Ahmad Yani merupakan daerah komersial karena terdapat Mall Metropolitan Bekasi, Hipermall Mega Bekasi, dan Bekasi Cyberpark Mall, Pertokoan, dan akses menuju sekolah. Hal ini yang menjadi penyebab kemacetan dimana banyak pengguna jalan yang menerobos lampu merah sehingga mengakibatkan terjadinya tundaan dan antrian pada persimpangan. Maka dalam penelitian ini akan menganalisis kinerja simpang bersinyal pada persimpangan jalan Ahmad Yani dan jalan KH. Noer Ali yang berlokasi di Kota Bekasi dengan judul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CTM (CELL TRANSMISSION MODEL) DAN PKJI 2023 PADA PERSIMPANGAN JALAN AHMAD YANI DAN JALAN KH. NOER ALI KOTA BEKASI (STA 0+000 – STA 2+000)”**

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja faktor – faktor yang menjadi acuan sebagai kualitas tingkat pelayanan simpang pada persimpangan jalan Ahmad Yani dan jalan KH.Noer Ali?
2. Bagaimana kinerja simpang bersinyal pada simpang empat di jalan Ahmad Yani dan jalan KH.Noer Ali dalam memberikan layanan terhadap lalu lintas?
3. Bagaimana perbandingan hasil analisis yang dilakukan menggunakan metode CTM (Cell Transmission Model) dan PKJI 2023?
4. Apa solusi yang dapat meningkatkan kinerja simpang bersinyal untuk menaikkan *level of service* atau tingkat pelayanan pada simpang?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor – faktor yang menjadi acuan tingkat pelayanan simpang pada persimpangan jalan Ahmad Yani dan Jalan KH.Noer Ali.
2. Untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal pada simpang empat di Jalan Ahmad Yani dan Jalan KH.Noer Ali, yang didapatkan dari nilai tingkat pelayanan.
3. Untuk mendapatkan perbandingan hasil analisis antara metode CTM (Cell Transmission Model) dan PKJI 2023.
4. Untuk memberikan solusi yang dapat meningkatkan kinerja simpang bersinyal dengan cara menaikkan *level of service* atau tingkat pelayanan pada simpang.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai apa saja faktor yang menjadi acuan untuk menentukan tingkat pelayanan pada persimpangan.
2. Menambah pengetahuan pembaca dalam mengevaluasi tingkat kerja pada simpang bersinyal jalan Ahmad Yani dan Jalan KH.Noer Ali.
3. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai hasil perbandingan dari metode analisis CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*) dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.
4. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai apa solusi yang dapat meningkatkan kinerja simpang bersinyal.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini, tentu saja harus ada permasalahan yang dibatasi agar sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia agar masalah itu dapat tepat pada sasarannya, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian pada persimpangan jalan Ahmad Yani dan Jalan KH.Noer Ali, Kota Bekasi.
2. Menganalisis kinerja lalu lintas pada persimpangan jalan Ahmad Yani dan jalan KH. Noer Ali menggunakan metode CTM (*CELL TRANSMISSION MODEL*) dan PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) tahun 2023.
3. Data studi diambil dari survei lapangan yang mencakup survei lalu lintas.
4. Pengambilan data survei dilakukan pada waktu padat kendaraan agar mendapatkan hasil yang maksimal yaitu pada jam puncak pagi yakni pukul 07.00 – 09.00 WIB, Jam puncak siang yakni pukul 11.00 – 13.00 WIB, dan jam puncak sore yakni pukul 16.00 – 18.00 WIB.

DAFTAR PUSTAKA

- (FANNYN, 2019). (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local*, 1(69), 5–24.
- Ahmad, M. I. C., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI Dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi – Jl. Babe Palar, Kota Manado). *Tekno*, 21(83), 67–77.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/46600>
- Alhafid, I., Tarigan, G., & Batubara, H. (2024). *Analisa Kinerja Simpang Bundaran Bersinyal Pada Tugu Timbangan Lubuk Pakam – Deli Serdang*. 2(1), 19–26. <https://doi.org/10.35438/aspal.v2i1.24>
- Al Faritzie, H. (2021). Analisis Pengukuran Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan R. Sukanto Kota Palembang. *Jurnal Deformasi*, 6(2), 131. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v6i2.6442>
- Babba, D. T. (2019). Analisa kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan metode ctm (cell transmission model) pada ruas jalan basuki rahmat. *Skripsi*, 1–97.
- Bayu, R., & Ndolu, H. (n.d.). *OPTIMASI SINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DI SIMPANG BERSINYAL YANG BERDEKATAN DENGAN MODEL TRANSMISI SEL (CELL TRANSMISSION MODEL) PADA RUAS JALAN AHMAD YANI KOTA MALANG*.
- Dewi, T., Fajar, Y., Harahap, E., Badruzzaman, F., & Suhaedi, D. (2020). Simulasi Kemacetan Lalu Lintas Pada Lokasi Bundaran Baltos Bandung. *Smart Comp :Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 9(2), 92–95.
<https://doi.org/10.30591/smartcomp.v9i2.1768>
- Dwi Prasetyo, G., Bagas Satria Dzulqarnain, R., Nadjam, A., Negeri Jakarta, P., Sipil, T., Siwabessy, J. G., & Beji, K. (n.d.). *ANALISIS SIMPANG BERSINYAL KAPTEN TENDEAN, JAKARTA SELATAN*.
- Ferdiana, A., & Gunawan, P. H. (2018). Simulasi Berbagai Situasi Traffic Flow dengan Metode Cell Transmission Model. *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)*, 3(2), 59. <https://doi.org/10.21108/indojc.2018.3.2.230>
- Gunawan, C. (2019). Regresi Linear: Tutorial SPSS Lengkap.
- Handayasari, I., Rokhman, A., & Halusman, S. (2020). 10.OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG APILL PURI KEMBANGAN BERDASARKAN PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2014. *OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG APILL PURI KEMBANGAN BERDASARKAN PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2014*.
- Hutagalung, D. N. H., Habir, H., & Eswan, E. (2019). Perencanaan Pemeliharaan Jalan dalam Kota Samarinda. *Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda*, 12, 1–16.
- Jalan, D. A. N., Lasut, A. R. I., Metode, M., Sendow, T. K., & Rumayar, A. L. E. (2015). *9956-19815-1-Sm*. 3(10), 685–695.
- Kasim, M. R., Alifuddin, A., Maruddin, M., & Burhanuddin, M. S. (2023). Pengaruh Parkir on Street Terhadap Derajat Kejenuhan Jalan Kh Ramli Kota Makassar. *Menara : Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 87–96.

- Kei, L. Y., & Susilawati, D. (2020). Development of Cell Transmission Model for Traffic Signal Coordination. *Journal of Infrastructure & Facility Asset Management*, 2(1), 21–40. <https://doi.org/10.12962/jifam.v2i1.6905>
- Kumalawati, A., Sir, T. M. W., & Woda, D. (2022). KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG EMPAT DI KOTA ENDE. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 11, Issue 1).
- Lubis, M., Batubara, H., & Hidayat Batubara, F. (2023). Analisis dan Simulasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Program Micro Simulator PTV VISSIM (Studi Kasus). *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, II(1), 85–95. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/JTSIP>
- Maliki, A., Sipil, T., Wijaya, U., & Surabaya, K. (n.d.). 3 1,2,3. 19(1), 71–79.
- Mamu, I., Kadir, Y., & Indriati Patuti, dan M. (2021). *EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN J. A. KATILI-JALAN TONDANO-JALAN MADURA DENGAN METODE PKJI*. 1, 9–16. <https://doi.org/10.22146/jcef.XXXX>
- Nama Pehan, R., & Diana Anis, V. A. (2020). ANALISIS SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 (SIMPANG JLAGRAN LOR, YOGYAKARTA). *EQUILIB*, 01(02).
- Nento, S., Djau, R. A., & Ibrahim, M. M. M. (2022). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran Saronde Kota Gorontalo. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 10(1), 132–143. <https://doi.org/10.37971/radial.v10i1.259>
- Novia Riza, A., Utami, A., & Yayat Nurhidayat, A. (2023). *PERFORMANCE ANALYSIS OF CILILITAN WHOLESALE CENTER (PGC) BOGOR STREET-DEWI SARTIKA STREET EAST JAKARTA WITH THE 2014 PKJI METHOD AND MODELING USING PTV VISSIM* (Vol. 11, Issue 1).
- Prasetyo, H. E., Setiawan, A., & Pradana, A. (2022). Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Berdasarkan Derajat Kejenuhan Pada Jalan Raya Mabes Hankam – Jalan Raya Setu, Jakarta Timur. *Konstruksia*, 13(2), 135. <https://doi.org/10.24853/jk.13.2.135-145>
- Prayitno, E. A., Abidin, Z., & Huda, M. (n.d.). *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden-Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014*.
- Rizky, A. (2020). Model Arus Lalu Lintas Harian Rata-Rata Ruas Jalan Nasional Pangkalan Kerinci. *Skripsi Teknik Sipil Universitas Islam Riau*.
- Setiawan, I. D. (2016). *Proposal Penelitian Skripsi Fakultas Teknik*. 1814–1832.
- Timboeleng, J. A., Longdong, J., Teknik, F., Sipil, J., Sam, U., & Manado, R. (2019). *EMPAT TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Persimpangan Jalan Banjer)*. 7(11), 1485–1498.
- Widyawan, S., & Rukman. (2019). Analysis of Simular Simple Performance to Improve Safety on Intersection Depok Kota Depok. *Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 2.
- Yoza, M., Fahmi, W., Hamduwibawa, R. B., & Abadi, T. (n.d.). *ANALISA KINERJA SIMPANG JL. GAJAH MADA DAN JL.SENTOT PRAWIRADIRJO AKIBAT BANGKITAN PERJALANAN MASJID ROUDHOTUL MUCHLISIN DENGAN METODE PKJI 2014*.