ANALISIS HUBUNGAN KINERJA SIMPANG TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR PADA JALAN SIMPANG BERSINYAL DI KOTA BANJARMASIN

Muhammad Aldi Alhafiz[1], Nusa Sebayang[2], Sriliani Surbakti[3]

[1]*Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
Email: aldi.alhafiz28@gmail.com
[2]*Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
Email: *nusasebayang@lecturer.itn.ac.id*
[3]*Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*
Email: *liani_surbakti@lecturer.itn.ac.id*

ABSTRACT

One of the locations in Banjarmasin City that experienced traffic problems based on observations in the field was the intersection of the Pioneers of Independence. As for air pollution produced by motor vehicle fumes. With the increase in traffic congestion, it certainly hurts increasing air pollution and causing global warming. To improve the performance of the signaled intersection, it is necessary to analyze, evaluate, and model so that alternative solutions for repairing the intersection are obtained. Analysis and evaluation were conducted based on PKJI 2023 and modeling using VISSIM. To determine the relationship between intersection performance, it is necessary to analyze and model the relationship between variables. The analysis is carried out based on ISPU and regression correlation to obtain a relationship model. The analysis of the performance of the existing signaled intersection with PKJI 2023 obtained an average delay of 81.93 sec/smp with service level F. From the analysis of the value of CO and NO_2 gas concentrations classified as pollution in the good category, which is between the numbers in the range of 1-50 with a value of 12.99 $\mu g/m^3$ and 17.15 $\mu g/m^3$ on Monday. From the results of the study, there is a very strong correlation between the two variables. The alternative chosen by changing the signal phase to 3 phases and prohibiting right turns obtained an average delay of intersection 32.16 sec/smp with service level D. So that it can be known the prediction of the concentration value of pollutant parameters with the regression equation, CO 15.359 (32.16) – 14.896 in the CO concentration value of 479.049 $\mu g/m^3$. As for NO_2 0.4959 (32.16) – 6.5867 in the NO_2 concentration value of 9.361 $\mu g/m^3$.

Keywords: ISPU 2020, PKJI 2023, Vissim (Student Version)

ABSTRAK

Salah satu lokasi di Kota Banjarmasin yang mengalami permasalahan lalu lintas berdasarkan pengamatan di lapangan yaitu simpang Perintis Kemerdekaan. Adapun polusi udara yang dihasilkan oleh asap kendaraan bermotor. Dengan adanya peningkatan kemacetan arus lalulintas tersebut tentunya memiliki dampak negatif dalam peningkatan pencemaran udara serta menyebabkan terjadinya global warming.Untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal tersebut perlu dilakukan analisis, evaluasi dan pemodelan sehingga didapat solusi alternatif perbaikan simpang tersebut. Analisis dan evaluasi yang dilakukan berdasarkan PKJI 2023 dan pemodelan menggunakan VISSIM. Untuk mengetahui hubungan kinerja simpang perlu dilakukan analisis dan model hubungan antar variabel. Analisa yang dilakukan berdasarkan ISPU dan korelasi regresi sehingga didapat model hubungannya.Hasil analisis kinerja simpang bersinyal eksisting dengan PKJI 2023 didapatkan tundaan rata-rata simpang 81,93 det/smp dengan tingkat pelayanan F. Dari hasil analisa nilai konsentrasi gas CO dan NO2 tergolong pencemaran dalam kategori baik, yaitu diantara angka rentang 1-50 dengan nilai 12,99 µg/m^3 dan 17,15 µg/m^3 di hari Senin. Dari hasil penelitian terdapat korelasi hubungan yang sangat kuat antar kedua variabel. Alternatif yang dipilih dengan perubahan fase sinyal menjadi 3 fase dan larangan belok kanan didapatkan tundaan rata-rata simpang 32,16 det/smp dengan tingkat pelayanan D. Sehingga dapat diketahui prediksi nilai konsentrasi parameter polutan dengan persamaan regresi, CO 15,359 (32,16) – 14,896 di dapat nilai konsentrasi CO sebesar 479,049 µg/m^3. Sedangkan untuk NO2 0,4959 (32.16) – 6,5867 di dapat nilai konsentrasi NO2 sebesar 9,361 µg/m^3.

Kata Kunci : ISPU 2020, PKJI 2023, Vissim *(Student Version)*

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Banjarmasin berlokasi di daerah kuala sungai Martapura yang bermuara pada sisi timur Sungai Barito. Banjarmasin adalah kota terbesar di Kalimantan Selatan, yang berada di Indonesia. Kota ini pernah menjadi ibu kota provinsi Kalimantan (1945 – 2022) dan sejak tanggal 16 Maret tahun 2022, Kota Banjarbaru menggantikan Kota Banjarmasin sebaga ibukota provinsi. Kota Banjarmasin yang dijuluki Kota Seribu Sungai ini memiliki wilayah seluas 98,46 km² yang wilayahnya merupakan delta atau kepulauan yang terdiri dari sekitar 25 buah pulau kecil (delta) yang dipisahkan oleh sungai-sungai diantaranya Pulau Tatas, Pulau Kelayan, Pulau Rantauan Keliling, Pulau Insan, Pulau Kembang, Pulau Bromo dan lain-lain.

Salah satu lokasi di Kota Banjarmasin yang mengalami permasalahan lalu lintas berdasarkan pengamatan di lapangan yaitu Jalan Perintis Kemerdekaan (barat) – Jalan Sulawesi (utara) – Jalan Perintis Kemerdekaan (timur) – Jalan D. I. Panjaitan (selatan). Jalan Perintis Kemerdekaan merupakan salah satu simpang bersinyal yang ada di Kota Banjarmasin yang berlengan empat. Simpang ini merupakan simpang yang berdekatan dengan pusat keramaian dan perkotaan di Kota Banjarmasin. Pergerakan kendaraan di simpang ini terutama pada saat jam-jam sibuk cukup tinggi, karena merupakan salah satu akses ke banyak tempat. Simpang ini menghubungkan ke tempat-tempat umum seperti pertokoan, pasar tradisional, pusat pemerintahan, pusat ibadah, pusat kuliner, warung kopi, sekolah dan lain-lain.

Pada simpang bersinyal pencemaran udara yang dihasilkan lebih banyak dikarenakan terjadi pertemuan arus kendaraan dari beberapa ruas jalan serta terjadi juga tundaan dimana polusi yang dihasilkan lebih banyak daripada kendaraan bermotor yang sedang berjalan. Sehingga dengan adanya peningkatan kemacetan arus lalulintas tersebut tentunya memiliki dampak negatif dalam peningkatan pencemaran udara serta menyebabkan terjadinya global warming.

2. Landasan Teori

Pengertian simpang

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang. Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan–jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Daffa Habiballoh et al., 2023).

Pengaturan persimpangan

Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. (Daffa Habiballoh et al., 2023)

Kapasitas simpang APILL

Secara umum Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) mengatur lalu lintas simpang dengan cara meminimalkan konflik, baik konflik primer maupun konflik sekunder dengan memisahkan waktu berjalannya arus. Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat, lebar efektif (LE) ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekat pada bagian masuk dan pada bagian keluar simpang APILL. Kapasitas dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{W_H}{s}$$

Keterangan :

C = Kapasitas Simpang APILL, dalam SMP/jam
J = Arus jenuh, dalam SMP/jam
W_H = Total waktu hijau dalam waktu siklus, dalam detik
s = Waktu siklus, dalam detik

Arus jenuh dasar

Arus jenuh (J, SMP/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor-faktor koreksi untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. J_0 adalah J pada kondisi arus lalu lintas dan geometri yang ideal, sehingga faktor-faktor koreksi untuk J_0 adalah satu.

Waktu isyarat APILL

Waktu merah semua dan waktu hijau hilang total

W_{MS} diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang APILL pada akhir setiap fase. Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (K_{BR}) melewati garis henti pada akhir isyarat kuning sampai dengan meninggalkan titik konflik. Jarak ini adalah panjang lintasan keberangkatan (L_{KBR}) ditambah panjang kendaraan berangkat (P_{KBR}) sebelum kedatangan kendaraan pertama yang datang dari arah lain (K_{DT}) pada fase berikutnya yang melewati garis henti pada awal isyarat hijau sampai

dengan ke titik konflik yang sama dengan jarak lintasan L_{KDT}. (PKJI, Kapasitas Simpang APILL, 2023)

Tabel 1 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan-Jalan Rata-Rata (m)	Nilai Normal W_{AH} (detik/fase)
Kecil	6 ≤ 10	4
Sedang	10 ≤ 15	5
Besar	≥ 15	≥ 6

(Sumber : PKJI, 2023)

Waktu siklus dan waktu hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (s) dan waktu hijau (W_H). Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus Webster (1966). Rumus ini bertujuan meminimumkan tundaan total. Tahap selanjutnya adalah menetapkan waktu hijau (W_H) pada masing-masing fase (i). (PKJI, 2023)

Kinerja lalu lintas simpang APILL

Arus lalu lintas, q, dinyatakan dalam SMP/jam untuk satu atau lebih periode, misalnya pada periode jam puncak pagi, siang, atau sore. Arus lalu lintas dalam kend/jam dikonversi menjadi satuan SMP/jam menggunakan nilai EMP yang sesuai dengan masing-masing pendekat; terlindung atau terlawan. Nilai EMP untuk tiap jenis kendaraan pada tipe pendekat terlindung dan terlawan ditunjukkan dalam tabel 4.

Tabel 4 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Jenis Kendaraan	EMP Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

(Sumber : PKJI, 2023)

Derajat kejenuhan

D_J adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai D_J menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu.

Panjang antrian

Jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat lampu hijau (Nq) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (SMP) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (Nq1) ditambah jumlah kendaraan (SMP) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (Nq2).

Rasio kendaraan henti

R_{KH} yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu Simpang APILL terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut.

Tundaan

Tundaan pada suatu Simpang APILL terjadi karena dua hal, yaitu 1) tundaan lalu lintas (T_{LL}), dan 2) tundaan geometri (T_G). Tundaan lalu lintas adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Tundaan lalu lintas dibedakan dari seluruh simpang, dari jalan Mayor saja atau jalan Minor saja. (IIMUR Jotin Khisty B Kent Lall, n.d.)

Penetapan tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan atau *level of service* (LOS) adalah suatu ukuran kuantitatif yang menjelaskan kondisi-kondisi tersebut. Faktor-faktor seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan bermanuver, perhentian lalu lintas dan kemudahan serta kenyamanan adalah kondisi-kondisi yang mempengaruhi LOS.

Tabel 5 Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Kondisi	Rata-Rata Tundaan (det/kend)
A	Baik Sekali	<5
B	Baik	5-15
C	Sedang	15-25
D	Kurang	25-40
E	Buruk	40-60
F	Sangat Buruk	>60

(Sumber : PKJI, 2023)

Software VISSIM

Verkehr In Stadten Simulations Model (VISSIM) adalah merupakan alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal, angkutan umum serta perencanaan kota yang bersifat miskroskopis dalam aliran lalu lintas multimoda yang diterjemahkan secara visual yang dikembangkan oleh *Planing Transportasi Verkehr AG* (PTV) pada tahun 1992 di Karlsruhe, Jerman. (Indrian, 2022, Nugroho, 2020: 59)

a. Proses kalibrasi dilakukan secara *trial and error* pada parameter – parameter tersebut sehingga perilaku pada VISSIM dapat menggambarkan perilaku seperti di lapangan.
b. Validasi
   Validasi adalah perbandingan parameter yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi dengan menggunakan VISSIM. Salah satu cara untuk validasi adalah dengan merubah nilai random seed.

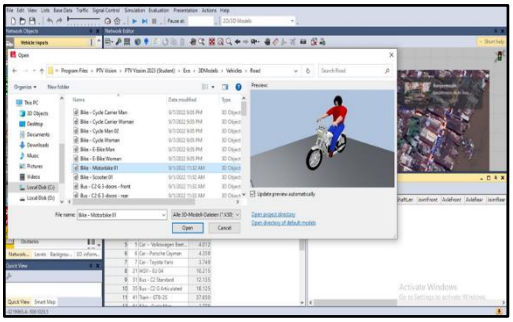
Kemampuan VISSIM

VISSIM menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3-D. Simulasi jenis kendaraan. Selain itu, klip video dapat direkam dalam

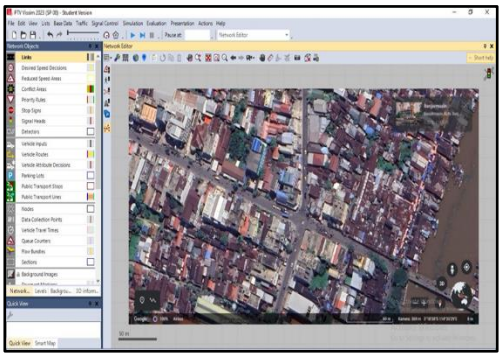
program dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. (Nugroho,2020)

Kebutuhan data

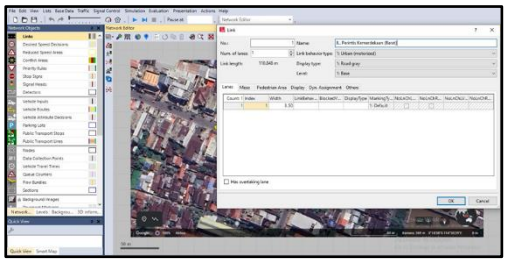
Data-data yang dibutuhkan di antara lain: data geometrik, data lalu lintas dan data karakteristik kendaraan. (Nugroho, 2020)



Gambar 1 Input Background VISSIM



Gambar 2 Input Link Connector



Gambar 3 Input Kendaraan VISSIM

Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfir yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan *(indoor pollution)*. Sementara itu pencemaran di luar ruangan *(outdoor pollution)* berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. (Sudrajad, 2005)

Menurut (Arwini, 2020) sumber pencemaran udara dari aktivitas manusia dapat dibedakan kedalam empat kelompok yaitu :

a. Sumber bergerak, yaitu sumber tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor,
b. Sumber bergerak spesifik, yaitu sumber tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya,
c. Sumber tidak bergerak, yaitu sumber emisi yang tetap pada suatu tempat,
d. Sumber tidak bergerak spesifik, yaitu sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari pembakaran hutan dan pembakaran sampah (PP No 41 tahun 1999).

Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan Terhadap Kesehatan

Dibandingkan dengan sumber stasioner seperti industri dan pusat tenaga listrik, jenis proses pembakaran yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor tidak sesempurna di dalam industri dan menghasilkan bahan pencemar pada kadar yang lebih tinggi, terutama berbagai senyawa organik dan oksida nitrogen, sulfur dan karbon. Dengan demikian maka masyarakat yang tinggal atau melakukan kegiatan lainnya di sekitar jalan yang padat lalu lintas kendaraan bermotor dan mereka yang berada di jalan raya seperti para pengendara bermotor, pejalan kaki, dan polisi lalu lintas, penjaja makanan sering kali terpajan oleh bahan pencemar yang kadarnya cukup tinggi. (Arwini, 2020)

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Pada tahun 2020, Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK) telah mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Pencemar Udara yang merupakan pengganti dari Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997 tentang Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Pada peraturan penggantian ini, tercantum bahwa perhitungan ISPU dilakukan pada 7 (tujuh) parameter yakni PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, SO_2, CO, O_3, dan HC. Terdapat penambahan 2 (dua) parameter yakni HC dan $PM_{2.5}$ dari peraturan sebelumnya. Tujuan disusunnya ISPU agar memberikan kemudahan dari keseragaman informasi mutu udara ambien kepada masyarakat di lokasi dan waktu tertentu.

Tata cara perhitungan ISPU menggunakan persamaan, sebagai berikut :

ISPU	24 Jam partikulat (PM_{10}) µg/m³	24 Jam partikulat ($PM_{2.5}$) µg/m³	24 Jam sulfur dioksida (SO_2) µg/m3	24 Jam karbon monoksida (CO) µg/m³	24 Jam ozon (O_3) µg/m³	24 jam nitrogen dioksida (NO_2) µg/m³	24 Jam hidrokarbon (HC) µg/m³
0 - 50	50	15,5	52	4000	120	80	45
51 - 100	150	55,4	180	8000	235	200	100
101 - 200	350	150,4	400	15000	400	1130	215
201 - 300	420	250,4	800	30000	800	2260	432
>300	500	500	1200	45000	1000	3000	648

Keterangan:
- Data pengukuran selama 24 jam secara terus-menerus.
- Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat ($PM_{2.5}$) disampaikan tiap jam selama 24 jam.
- Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat (PM_{10}), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), ozon (O_3), nitrogen dioksida (NO_2) dan hidrokarbon (HC), diambil nilai ISPU parameter tertinggi dan paling sedikit disampaikan setiap jam 09.00 dan jam 15.00.

(Sumber : MENLHK RI Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/ KUM.1/7/2020)

$$I = \frac{I_a - I_B}{X_a - X_b}(X_x - X_b) + I_b$$

Keterangan :
I = ISPU terhitung
Ia = ISPU batas atas
Ib = ISPU batas bawah
Xa = Konsentrasi ambien batas atas (μ/m^3)
Xb = Konsentrasi ambien batas bawah (μ/m^3)
Xx = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (μ/m^3)

Tabel 8 Kategori Angka Rentang ISPU

Kategori	Status Warna	Angka Rentang
Baik	Hijau	1 – 50
Sedang	Biru	51 – 100
Tidak Sehat	Kuning	101 – 200
Sangat Tidak Sehat	Merah	201 – 300
Berbahaya	Hitam	≥ 300

(Sumber : MENLHK RI Nomor P. 14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020)

Model hubungan pencemaran udara dengan kinerja simpang

Regresi dan korelasi adalah metode statistika yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua atau lebih variabel. Hubungan tersebut bersifat fungsional dan disajikan dalam bentuk matematis. Istilah regresi pada mulanya bertujuan untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel dengan menggunakan beberapa variabel lain yang berhubungan dengan variabel tersebut. Adapun jenis-jenis regresi seperti regresi linier, regresi LASSO, regresi polinomial. (Disa, 2015)

3. Metodologi penelitian

Lokasi dan objek studi

Lokasi studi tugas akhir ini dilaksanakan di simpang empat Jl Perintis Kemerdekaan, Banjarmasin. Persimpangan ini memiliki empat lengan, yaitu Jalan Perintis Kemerdekaan (Barat) – Jalan Sulawesi (Utara) – Jalan Perintis Kemerdekaan (Timur) – Jalan D. I. Panjaitan (Selatan). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal tersebut dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai acuan.

Pengumpulan data

Studi ini membutuhkan dua macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan cara dilakukannya survei langsung dilapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dengan cara medapatkan keterangan atau data dari instansi pemerintah yang terkait.

Langkah pengumpulan data

1. Survei geometrik
2. Survei volume lalu lintas, dilakukan dengan cara menghitung kepadatan lalu lintas bersamaan dengan pengukuran kadar pencemaran udara suatu persimpangan berdasarkan volume lalu lintas terklarifikasi yang mencakup jenis kendaraan dan arah gerakan kendaraan, dengan melakukan pengamatan dan pencacahan langsung pada tiap – tiap kaki persimpangan dalam periode waktu yang telah ditentukan.
3. Waktu survei
4. Hari survei
5. Peralatan survei yang dibutuhkan
   a. Pengukuran geometrik jalan
      1) Roll meter
      2) Layout jalan
      3) Alat tulis
      4) Dokumentasi
   b. Pengukuran volume lalu lintas
      1) Formulir survei
      2) Alat pencacah *(Hand Tally Counter)*
      3) *Stopwatch*
      4) Alat *smart sensor carbon monoxide meter* (AS8700A), *BOSEAN Single Gas Detector* (BH-90A)
6. Titik surveyor pada lokasi studi
   Dalam pengumpulan data volume kendaraan di lapangan, posisi pengamat dalam mengumpulkan data harus pada posisi yang strategis, sehingga pengamat dapat melihat dengan jelas semua pendekat. Pada saat dilakukan survei pendahuluan, keadaan simpang cukup padat, oleh karena itu ditetapkan hanya dengan 9 surveyor.

Pengolahan data

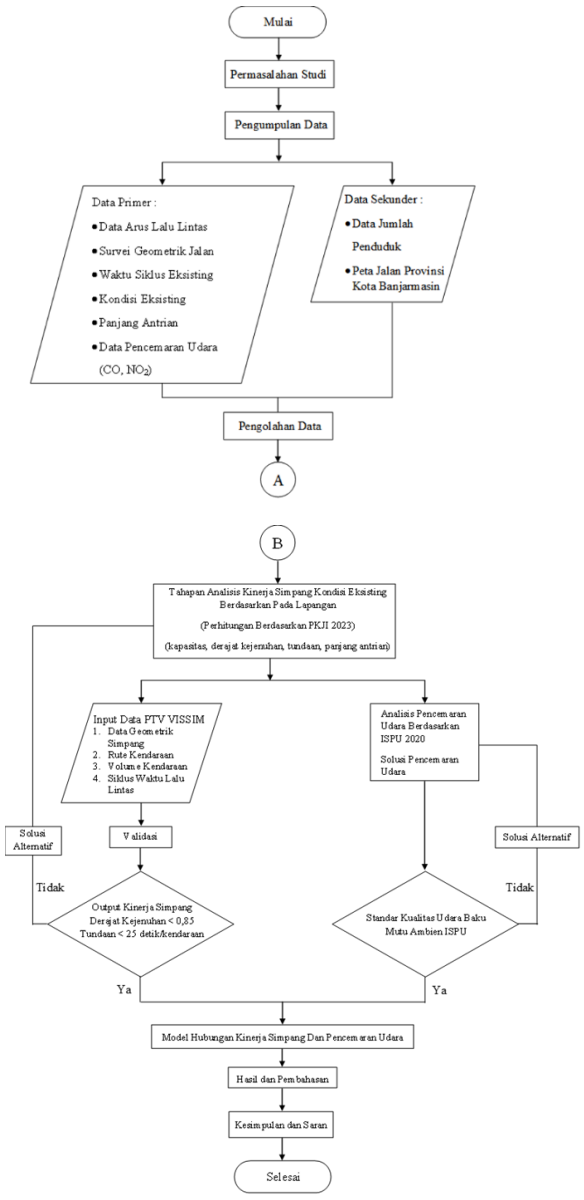
1. Analisis kinerja simpang
   Analisis data ini dilakukan berdasarkan PKJI 2023 dan VISSIM. Untuk data volume yang dimasukkan adalah dari jam puncak yang didapat dari kombinasi beberapa volume. Setelah didapat data volume lalu lintas, maka dapat diketahui nilai kapasitas, derajat kejenuhan, faktor penyesuaian, panjang antrian, tundaannya.
2. Pemodelan simulasi *Software* VISSIM
   Hasil dari survei di lapangan akan dianalisis terlebih dahulu dengan *software* Ms. Excel dan PTV VISSIM *Student Version* yang digunakan sebagai alat bantu simulator yang akan menunjukkan simulasi visual dari kinerja simpang. Langkah-langkah pembuatan simulasi sebagai berikut :
   1) Mencari lokasi dari simpang yang diamati diambil dari *google earth* pada dekstop perangkat lunak VISSIM.

2) Membuat Jaringan jalan (*link dan connector*) untuk menghubungkan setiap jalan pada persimpangan.
3) Menentukan jenis kendaraan, menambah dan menyesuaikan jenis pada *vehicle types* dan juga *vehicle classes*, kemudian atur kecepatan masing-masing jenis kendaraan pada *desired speed distribution*, lalu atur *vehicle compositions* agar menampilkan jenis kendaraan yang diinginkan.
4) Mengisi *vehicle types*, menyesuaikan kategori yang sudah disediakan serta yang ditentukan sendiri.
5) Mengisi *vehicle classes*, mengklasifikasikan jenis kendaraan ke dalam kategori kendaraan.
6) Memasukkan data volume lalu lintas pada *vehicle inputs* agar kendaraan dapat muncul/terlihat saat perangkat lunak di jalankan.
7) Memasukkan komposisi jenis kendaraan.
8) Memasukkan komposisi sebaran rute perjalanan.
9) Menentukan rute perjalanan pada *Static Vehicle Routing Decisions*.
10) Mengatur *Driving Behavior* (perilaku pengendara). Ubah variabel yang dibutuhkan untuk menyesuaikan perilaku pengendara yang ada pada perangkat lunak hingga mendekati perilaku mereka seperti ada di jalan.
11) Menentukan siklus lampu lalu lintas pada menu 3D *traffic signal*.

3. Analisis Pencemaran Udara
Analisis data ini dilakukan berdasarkan ISPU 2020. Untuk data polusi udara yang dimasukkan adalah dari jam sibuk dan tidak sibuk. Setelah didapat data nilai konsentrasinya, maka dapat diketahui besaran nilai polusi udaranya berdasarkan standar baku mutu kualitas udara ISPU 2020 . Adapun tahapannya, sebagai berikut :
1) Data yang di dapat dari alat pengukur pencemaran udara berupa alat *smart sensor carbon monoxide meter* (CO), alat *single gas detector* (NO_2) kemudian di catat dalam form survei.
2) Setelah dilakukan survei data yang diambil, selanjutnya melakukan perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata konsentrasi CO dan NO_2.

3) Sesudah nilai konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran didapatkan, kemudian dilakukan perhitungan analisis berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) 2020.

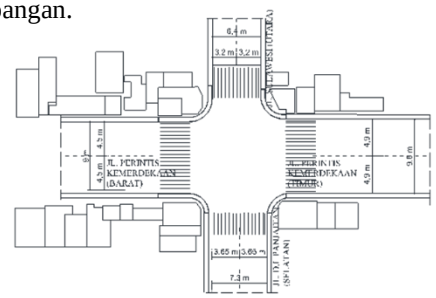
Bagan alir



Gambar 4 Bagan Alir Studi

4. Analisis dan pembahasan

Survei kondisi geometrik dan lingkungan yang dilakukan dengan pengamatan visual dan pengukuran di lapangan.



Gambar 5 Kondisi Geometrik Studi

Kondisi geometrik dan lingkungan pada simpang Perintis Kemerdekaan dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10, sebagai berikut :

Tabel 9 Data Lingkungan Simpang

Nama	Kode Pendekat	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Median
Jl.Sulawesi	U	Komersial	Tinggi	Tidak ada
Jl.Perintis Kemerdekaan	T	Komersial	Tinggi	Tidak ada
Jl.D.I.Panjaitan	S	Komersial	Tinggi	Tidak ada
Jl.Perintis Kemerdekaan	B	Komersial	Tinggi	Tidak ada

Tabel 10 Data Geometrik Simpang

Nama	Kode Pendekat	Lebar Pendekat			
		L	L_M	L_{BKiJT}	L_K
Jl.Sulawesi	U	3,2	2,2	1,0	3,2
Jl.Perintis Kemerdekaan	T	4,9	3,9	1,0	4,9
Jl.D.I.Panjaitan	S	3,7	3,7	0,0	3,7
Jl.Perintis Kemerdekaan	B	4,5	4,5	0,0	4,5

Analisis volume dan arus lalu lintas

Data lalu – lintas yang digunakan adalah data primer yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan.

Tabel 11 Tabel Kombinasi Total Arus Lalu Lintas

Waktu	Total Arus Lalu Lintas Minggu	Total Arus Lalu Lintas Senin	Total Arus Lalu Lintas Kamis
07.00-08.00	1211.95	1708.70	1505.75
07.15-08.15	1301.60	1697.80	1479.35
07.30 - 08.30	1471.95	1621.75	1475.15
07.45 - 08.45	1555.60	1513.70	1416.05
08.00 - 09.00	1664.20	1396.25	1310.90
08.15 - 09.15	1799.80	1280.90	1189.25
08.30 - 09.30	1869.80	1224.30	1126.50
08.45 - 09.45	1921.25	1197.50	1127.30
09.00 - 10.00	1873.55	1236.45	1186.30
09.15 - 10.15	1853.80	1271.75	1267.80
09.30 - 10.30	1837.65	1271.95	1275.25
09.45 - 10.45	1875.20	1335.10	1282.00
10.00 - 11.00	1946.70	1279.25	1222.85
11.00 - 12.00	1826.50	1434.80	1197.05
11.15 - 12.15	1816.75	1450.50	1242.90
11.30 - 12.30	1827.35	1434.65	1211.35
11.45 - 12.45	1851.80	1417.60	1211.30
12.00 - 13.00	1947.45	1380.90	1187.95
12.15 - 13.15	1857.65	1416.15	1160.50
12.30 - 13.30	1786.50	1456.20	1167.50
12.45 - 13.45	1733.65	1418.30	1156.95
13.00 - 14.00	1655.25	1456.90	1105.55
13.15 - 14.15	1674.40	1417.70	1038.40
13.30 - 14.30	1630.15	1405.50	1015.05
13.45 - 14.45	1653.55	1445.55	1071.00
14.00 - 15.00	1579.05	1396.45	1072.55
15.00 - 16.00	1649.65	1371.00	1356.55
15.15 - 16.15	1702.00	1429.20	1451.60
15.30 - 16.30	1835.90	1495.75	1532.85
15.45 - 16.45	1894.25	1516.90	1589.75
16.00 - 17.00	2003.40	1551.60	1605.85
16.15 - 17.15	2045.50	1590.85	1607.75
16.30 - 17.30	2026.40	1571.10	1552.35
16.45 - 17.45	1998.55	1518.15	1522.75
17.00 - 18.00	1954.75	1488.45	1476.55
17.15 - 18.15	1910.65	1396.95	1362.25
17.30 - 18.30	1791.00	1335.90	1238.75

17.45 - 18.45	1703.20	1320.00	1116.15
18.00 - 19.00	1636.25	1292.75	1041.75

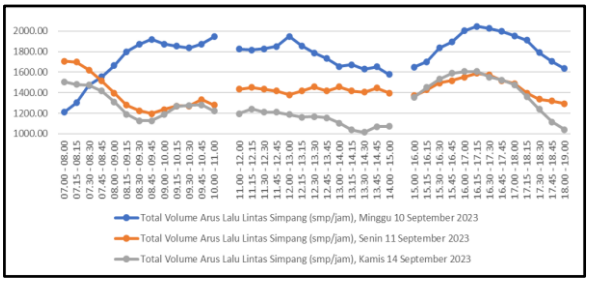
Tabel diatas merupakan kombinasi total arus lalu lintas total selama 3 hari pengamatan di lapangan dengan cuaca cerah. Data ini diperoleh dari total arus kendaraan perpendekat yang telah dikombinasikan pada tabel-tabel sebelumnya.

(Sumber : Pengolahan data arus lalu lintas)

Gambar diatas adalah hasil dari grafik kombinasi total arus lalu lintas total dalam 3 hari pengamatan yakni pada 1 hari libur, yaitu pada hari minggu 10 September 2023 dan 2 hari kerja, yaitu pada hari senin 11 september 2023 dan kamis 14 September 2023.

Perbandingan Analisis PKJI 2023 dan VISSIM

Gambar 6 Grafik Puncak Dalam 3 hari



Sudent version

Setelah menganalisis data menggunakan PKJI 2023 dan *software* VISSIM, selanjutmya dilakukan perbandingan pada simpang Perintis Kemerdekaan. Perbandingan hasil analisis tersebut dirangkum pada tabel berikut.

Tabel 12 Perbandingan Hasil Analisis Tundaan PKJI 2023 dan VISSIM

No.	Analisa	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan Simpang (det/kend)	Tingkat Pelayanan	Keterangan
1.	Eksisting	0,967	201,614	81,93	F	Sangat buruk
2.	Alternatif 1	0,987	163,286	79,95	F	Sangat buruk
3.	Alternatif 2	0,978	413,686	58,92	E	Buruk
4.	Alternatif 3	0,832	103,499	32,16	D	Kurang

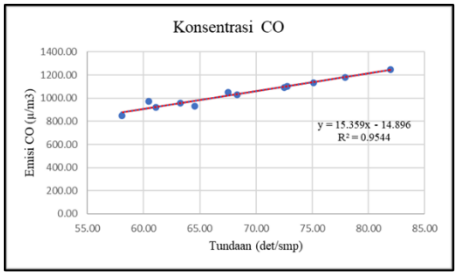
Perhitungan kadar karbon monoksida (CO)

Berdasarkan data pengamatan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Indeks Standar Pencemar Udara untuk setiap parameter. Contoh perhitungan nilai ISPU gas CO untuk hari senin adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_a}(X_x - X_b) + I_b$$

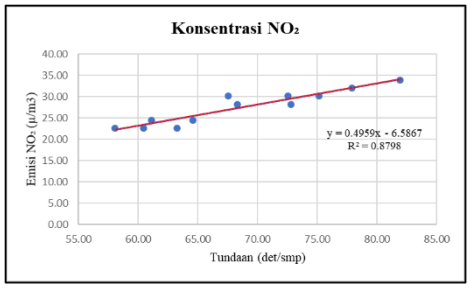
$$I = \frac{50 - 0}{4000 - 0}(1039{,}07 - 0) + 0$$

$$I = 12{,}99$$



Gambar 7 Grafik Perbandingan Tundaan (T) Dengan CO, Senin 11 September 2023

Berdasarkan gambar diatas dalam pengamatan di lapangan, diketahui nilai tundaan pada jam 07.00 – 08.00 WITA sebesar 81,93 det/smp dengan nilai CO sebesar 1248,714 µg/m^3, dan dapat dilihat bahwa nilai konstanta (a) sebesar -14,896 dan nilai koefisien arah regresi (b) sebesar 15,359 dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9770, sehingga diketahui model hubungan antar variabel sangat kuat.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Tundaan (T) Dengan NO2, Senin 11 September 2023

Pada gambar diatas menunjukkan perbandingan antara tundaan dengan NO_2 memperoleh nilai yang bervariasi yaitu pada pukul 08.00 – 09.00 nilai tundaannya sebesar 67,53 sedangkan untuk nilai NO_2 sebesar 30,11 µg/m^3, pada pukul 18.00 – 19.00 nilai tundaannya sebesar 72,78 sedangkan untuk nilai NO_2 sebesar 28,23 µg/m^3, hal tersebut didapatkan dari hasil olah pembakaran masing-masing kendaraan yang berbeda. Secara lengkap hasil perhitungan ISPU untuk setiap parameter dapat dilihat seperti pada tabel 13.

Tabel 13 Data Hasil Perhitungan Nilai ISPU pada Simpang Perintis Kemerdekaan di Kota Banjarmasin

No.	Parameter	Satuan	Hari		
			Minggu	Senin	Kamis
1.	CO	µg/m^3	11,13	12,99	9,52
2.	NO_2	µg/m^3	16,39	17,15	15,19

(Sumber : Hasil Analisa)

5. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan kinerja simpang pada simpang Jl. Perintas Kemerdekaan kota Banjarmasin, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Evaluasi kinerja yang dilakukan berdasarkan PKJI 2023 didapatkan volume lalu lintas tertinggi adalah hari Senin, 11 September 2023 pada jam 07.00–08.00 WITA sebesar 1708,70 smp/jam. Nilai derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada Minggu 10 September dengan nilai sebesar 0,998 dan panjang antrian tertinggi terjadi pada Kamis 14 September 2023 sebesar 204,053 m. Dengan tundaan rata-rata tertinggi pada persimpangan pada jam puncak pagi sebesar 81,93 det/smp dengan tingkat pelayanan F. Sedangkan hasil analisis menggunakan VISSIM diperoleh panjang antrian hari Minggu 10 September 2023 pada pendekat Utara, Timur, Selatan, Barat sebesar 81,02 meter, 50,84 meter, 36,58 meter dan 36,05 meter. Dan tundaan pada Utara, Timur, Selatan, Barat 57,22 det/smp, 66,91 det/smp, 54,01 det/smp dan 47,73 det/smp.
2. Berdasarkan dari hasil analisa diketahui kualitas udara parameter CO dan NO2 masih di bawah standar baku mutu kualitas udara berdasarkan ISPU dengan pencemaran dalam kategori baik.
3. Dari hasil analisa yang dilakukan pada hari senin, kamis, dan minggu diketahui bahwa hubungan sangat kuat antar kedua variabel. Untuk parameter CO didapat nilai korelasi sebesar 0,9770, 0,9825, dan 0,9580, sedangkan untuk parameter NO2 didapat nilai korelasi sebesar 0,9380, 0,9700, dan 0,9612. Sehingga dapat diketahui prediksi nilai konsentrasi parameter CO dan NO2 pada alternatif 3 dengan menggunakan persamaan regresi, CO = 15,359 (32,16) – 14,896 di dapat nilai konsentrasi CO sebesar 479,049 µg/m3. Sedangkan untuk NO2 = 0,4959 (32.16) – 6,5867 di dapat nilai konsentrasi NO2 sebesar 9,361 µg/m3.
4. Alternatif pemecahan masalah pada simpang Jl. Perintis Kemerdekaan agar tidak menyebabkan peningkatan pencemaran udara dengan dilakukan penanaman tumbuhan yang mampu menyerap dan mereduksi polutan CO dan NO2 disekitar simpang dari adanya kegiatan lalu lintas. Untuk meningkatkan kinerja simpang, dari ketiga alternatif solusi yang paling efektif untuk perbaikan simpang adalah alternatif 3 (perubahan fase isyarat dan larangan belok kanan). Dari hasil analisa diketahui kedua parameter CO dan NO2 dengan nilai ISPU sebesar 5,99 dan 5,85 yang dimana nilai tersebut masih dibawah standar baku mutu kualitas udara berdasarkan ISPU dalam angka rentang 1-50 dengan kategori baik.

Saran

Adapun saran yang diberikan dari hasil studi ini adalah :

1. Untuk studi berikutnya, diharapkan untuk lebih memahami tata cara melakukan survei seperti survei panjang antrian sampai dengan pengolahan data menggunakan PKJI 2023 dan software VISSIM.
2. Untuk studi berikutnya, pada alternatif 3 perubahan fase sinyal dan larangan belok kanan dapat direncanakan u-turn (putar balik) atau direncanakan rekayasa lalu lintas.
3. Pada kondisi tingkat pelayanan simpang dalam kurun waktu 5 tahun yang akan datang diperkirakan terjadi kenaikan volume lalu lintas yang akan mempengaruhi kinerja simpang tersebut. Oleh sebab itu, maka disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan proyeksi pertumbuhan kendaraan 5 tahun yang akan datang.
4. Pemerintah Kota Banjarmasin diharapkan melakukan manajemen jaringan lalu lintas sehingga untuk pemecahan solusi tidak hanya berfokus pada satu titik serta dari hasil penelitian ini diharapkan agar bisa dapat diaplikasikan pada Simpang Perintis Kemerdekaan, Kota Banjarmasin.

5. Pemerintah Kementerian Lingkungan Hidup Kota Banjarmasin diharapkan merencanakan penghijauan disekitar jalan dengan menanami tumbuhan-tumbuhan yang mampu mereduksi dan menyerap polutan pencemar udara atau menambah armada angkutan umum agar meminimalisir penurunan kualitas udara dan kemacetan yang terjadi.

Daftar Pustaka

Agustina, D. P., Annisa, N., Riduan, R., & Prasetia, H. (2021). *Konsentrasi Karbon Monoksida Dan Nitrogen Dioksida Pada Ruas Jalan Kuin Utara Dan Kuin Selatan Kota Banjarmasin.* Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa, 4(1), 21–32. https://doi.org/10.20527/jernih.v4i1.737

Akbar, M. R., Akbar, M. I., & Darajatun, R. A. (2022). *Analisis Regulasi Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Berdasarkan Pengaruhnya Terhadap Indeks Kualitas Udara di DKI Jakarta Menggunakan Metode Korelasi Pearson dan Regresi Linear*. J Statistika, 15(1), 137–146. https://doi.org/10.56600/jwmdc.v1i4.53

Andryani, F., Budi Hamduwibawa, R., & Gunasti, A. (2022). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dan Solusi Alternatif Menggunakan Vissim pada Simpang Tiga Paken, Kabupaten Jember*. Jurnal Smart Teknologi, 4(1), 126–138.

Daffa, H. M., Nainggolan, T. H., & Ma'ruf, A. (2023). *Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tiga Jl. Raya Mojokerto-Lamongan–Jl. Raya Gedeg-Ploso)*. Student Journal Gelagar, 5(1), 98–106.

Ifrad, A. M., Taslim, F., Said, L. B., Syarkawi, M. T., & Alkam, R. B. (2023). *Analisis Kinerja Simpang 3 Bersinyal Pintu 1 Unhas dengan Menggunakan Software Vissim dan MKJI*. JILMATEKS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil, 5(1), 1–12.

Indrian, A. S., Sebayang, N., & Erfan, M. (2022). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan Software Vissim 11 pada Simoang W. R Supratman Kota Malan*g. Student Journal Gelagar, 4(2), 236–246.

Katemba, P., & Djoh, R. K. (2017). *Prediksi Tingkat Produksi Kopi Menggunakan Regresi Linear*. Jurnal Ilmiah Flash, 3(1), 42. https://doi.org/10.32511/flash.v3i1.136

Kementerian Pekerjaan Umum. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta

Kementerian Perhubungan. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta.

Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. In L. Simarta (Ed.), Buku Dosen-2014 (3rd ed.). Jakarta: Erlangga.

Misdalena, F. (2019). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program Microsimulator Vissim 8.00*. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7(1), 35–41.

Missa, D. K., Sebayang, N., & Erfan, M. (2021). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dengan Metode PKJI 2014 dan Vissim (Studi Kasus: Jl. Raya Langsep - Jl. I. R Rais - Jl. Jupri dan Jl. Mergan Lori)*. Student Journal Gelagar, 3(2), 151–162.

Nugroho, U., & Dwiatmaja, G. C. (2020). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Vissim Student Version (Studi Kasus : Simpang Sompok , Candisari , Semarang)*. Jurnal Teknik Sipil, 16(1), 1–21.

Pardede, T. T., Sumargo, B., & Rahayu, W. (2022). P*enerapan Regresi Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) untuk Mengidentifikasi Variabel yang Berpengaruh terhadap Kejadian Stunting di Indonesia*. Jurnal Statistika Dan Aplikasinya, 6(1), 37–48. https://doi.org/10.21009/jsa.06104

Primasari, Y. H., Azhar, D. A., & Sasmito, A. (2021). *Optimalisasi Waktu Hijau untuk Mengurangi Kadar Polusi Udara pada Simpang Bersinyal Pasifik di Kota Tegal*. Jurnal Transportasi, 21(1), 19–26. https://doi.org/10.26593/jtrans.v21i1.4825.19-26

Putra, D. P., Sulandari, E., & Said. (2016). *Analisis Hubungan antara Kemacetan dan Polusi Udara di Jalan Sultan Abdurahman Pontianak*. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 2(2).

Ratnani, R. D. (2017). *Teknik Pengendalian Pencemaran Udara yang Diakibatkan oleh Partikel*. Momentum, 4(2), 27–32. Retrieved from https://media.neliti.com/media/publications/114195-ID-none.pdf

Risdiyanto. (2014). *Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi* (1st ed.). Yogyakarta: PT Leutikaprio Nouvalitera.