

Pengaruh Arus Lalu Lintas Kendaraan Di Ruas Jalan Arteri Kota Kediri Terhadap Pemetaan Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) Dan Suhu Permukaan Tanah

Yazid Fauzan¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
yazidfauzan15@gmail.com

Abstract

Kediri City is the oldest city in East Java and is located 130 km southwest of Surabaya City. This city is an enclave of Kediri Regency. Based on BPS 2023 census data, the population of Kediri City is 289,418 people. The numbers above will certainly affect the density of traffic flow in the city. Vehicle volume density also has an impact on the chemical substances released such as carbon dioxide (CO₂), hydrocarbons (HC), lead (Pb), etc. Apart from that, vehicle volume also has an impact on increasing ground surface temperatures in road areas. In this research, the only things discussed are CO₂ emissions and land surface temperature. The vehicle volume calculation uses the MKJI 1997 method, then mapping is carried out using ArcGIS. After conducting research, it was found that the highest vehicle volume was on segment I Jalan Diponegoro at 16.45-17.00 WIB at 5788.4 pcu/hour. The highest average CO₂ emissions in segment II Jalan Basuki Rachmat are 745 ppm and the highest ground surface temperature is located during the afternoon peak hour in segment V Jalan HOS Cokroaminoto at 41.7°C so it can be concluded that the correlation between vehicle volume and CO₂ emissions is 48.18% (moderate), vehicle volume to ground surface temperature is 77.26% (strong).

Keywords: Vehicle volume, CO₂ gas emissions, 1997 MKJI method

Abstrak

Kota Kediri merupakan kota tertua di Jawa Timur dan terletak 130 km barat daya Kota Surabaya. Kota ini merupakan enklave dari Kabupaten Kediri. Berdasarkan data BPS 2023 sensus penduduk Kota Kediri sejumlah 289.418 jiwa. Dengan jumlah seperti diatas tentu berpengaruh terhadap kepadatan arus lalu lintas di kota tersebut. Kepadatan volume kendaraan juga berdampak dengan zat kimiawi yang dikeluarkan seperti karbon dioksida (CO₂), Hidrokarbon (HC), timah hitam (Pb), dll. Selain dari itu, volume kendaraan juga berdampak pada meningkatnya suhu permukaan tanah pada area ruas jalan. Pada penelitian ini hal yang dibahas hanya emisi CO₂ dan suhu permukaan tanah. Adapun perhitungan volume kendaraan menggunakan metode MKJI 1997 kemudian dilakukan pemetaan menggunakan ArcGIS. Setelah dilakukan penelitian menghasilkan bahwa volume kendaraan tertinggi ada pada segmen I Jalan Diponegoro pukul 16.45-17.00 WIB sebesar 5788,4 smp/jam. Rata - rata emisi CO₂ tertinggi pada segmen II Jalan Basuki Rachmat yaitu 745 ppm dan suhu permukaan tanah tertinggi terletak saat jam puncak sore hari pada segmen V Jalan HOS Cokroaminoto sebesar 41,7°C sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi volume kendaraan terhadap emisi CO₂ sebesar 48,18% (sedang), volume kendaraan terhadap suhu permukaan tanah sebesar 77,26% (kuat).

Kata Kunci: Volume kendaraan, Emisi gas CO₂, Metode MKJI 1997

PENDAHULUAN

Kota Kediri merupakan kota yang berada di provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini terletak sekitar 130 km Barat Daya Kota Surabaya dan merupakan kota terbesar ketiga di provinsi Jawa Timur setelah Kota Surabaya dan Kota Malang. Kota Kediri merupakan kota tertua yang ada di Jawa Timur. Kota Kediri memiliki luas wilayah 63,40 km² dan seluruh wilayahnya merupakan enklave dari Kabupaten Kediri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2023 penduduk kota ini berjumlah 289.418 jiwa. Dari aspek topografi, Kota Kediri terletak pada ketinggian rata-rata 67 meter di atas permukaan laut, dengan tingkat kemiringan 0-40%. Suhu udara di kota ini bervariasi antara 19°-32 °C dengan tingkat kelembapan relatif berkisar antara 67%–84%. Struktur wilayah Kota Kediri terbelah menjadi 2 bagian oleh Sungai Brantas, sebelah timur dan barat sungai. Wilayah timur sungai, meliputi Kecamatan Kota dan Kecamatan Pesantren, sedangkan pada bagian barat sungai yaitu Kecamatan Mojojoto yang termasuk kawasan lereng Gunung Klotok (472 m) dan Gunung Maskumambang (300 m) yang keduanya termasuk gugusan Pegunungan Wilis.

Dengan jumlah penduduk Kota Kediri seperti diatas tentu berpengaruh terhadap kepadatan arus lalu lintas dan meningkatnya kadar emisi CO₂ serta kebutuhan bahan bakar minyak yang menjadi kebutuhan primer pada kendaraan. Penyebab tersebar meningkatnya emisi CO₂ yaitu kendaraan bermotor. Pada kendaraan bermotor emisi buangan yang dihasilkan akibat perputaran mesin ada beberapa unsur kimiawi yaitu Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Karbon dioksida (CO₂), Nitrogen oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO₂), dan timah hitam (Pb). Hal ini yang melandasi penulis ingin membahas pemetaan karbon dioksida(CO₂) akibat arus lalu lintas di kota tersebut. Karbon dioksida merupakan senyawa kimia berupa gas yang terdiri dari unsur karbon dan oksigen. Peningkatan kadar CO₂ akan berdampak pada perubahan iklim seperti inkonsistensi cuaca, perubahan musim, dan kerusakan pada ekosistem. Bila ditinjau dari segi kesehatan, dapat berdampak menjadi beberapa penyakit pada manusia diantaranya asma, sakit kepala, dan pneumonia.

Sebagai tindakan preventif terhadap meningkatnya unsur kimia diatas perlu diregulasi penggunaan kendaraan bermotor yang efektif. Hal ini tentu memerlukan sebuah penelitian lebih lanjut agar tercipta

keputusan pemerintah yang tepat sasaran. Penelitian ini menggunakan metode MKJI 1997 untuk menghitung volume kendaraan kemudian dilakukan pemetaan emisi karbon dioksida (CO₂) dan pemetaan Suhu Permukaan Tanah. Adapun hubungan penelitian ini dengan program studi Teknik Sipil yaitu penelitian ini dapat menjadi referensi terkait perencanaan perbaikan jalan agar dapat menyesuaikan dengan kondisi lokasi tersebut.

Transportasi umumnya didefinisikan perpindahan orang maupun barang dari titik A ke titik B dengan sarana transportasi. Transportasi ini bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat kegiatan manusia. Menurut para ahli transportasi didefinisikan sebagai:

1. Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Transportasi dapat diberi definisi sebagai usaha dan kegiatan mengangkut atau membawa barang dan/atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lainnya. (Salim, 2000).
2. Transportasi adalah usaha untuk memindahkan, memindahkan, mengangkut atau mengalihkan suatu objek dari satu tempat ke tempat lain, dengan harapan nilai dan manfaat dari objek yang dipindahkan tersebut akan lebih baik dari pada di tempat yang baru (Miro, 2005).

Berdasarkan MKJI 1997, kendaraan bermotor diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

1. Kendaraan berat
Kendaraan ber as dua memiliki roda empat atau lebih. Biasanya terdapat di bis, truck dua as, truck tiga as, dll.
2. Kendaraan Ringan / Light vechile (LV)
Kendaraan ber as dua dengan roda empat, memiliki jarak as dua sampai tiga meter. Biasanya terdapat di mobil penumpang, oplet, mobil pick up, truck kecil, dll.
3. Sepeda Motor / Motorcycle (MC)
Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda yaitu sepeda motor dan kendaraan roda tiga.

Volume kendaraan adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu jalan yang diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu (Julianto, 2010). Setiap besaran kendaraan untuk menghitung massa kendaraan harus diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan mengalikannya dengan mobil penumpang ekuivalen (emp) (MKJI, 1997). Berikut adalah rumus untuk menghitung jumlah kendaraan:

$$Q = (QLV \times empLV) + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC)$$

Keterangan :

Q	= jumlah kendaraan total (smp/jam)
QLV	= jumlah kendaraan ringan (smp/jam)
QHV	= jumlah kendaraan berat (smp/jam)
QMC	= jumlah sepeda motor (smp/jam)
empHV	= ekwivalen HV ke smp
empLV	= ekwivalen LV ke smp
empMC	= ekwivalen MC ke smp

Gas buang adalah sisa pembakaran yang dihasilkan oleh mesin kendaraan bermotor yang dikeluarkan melalui knalpot. Sisa pembakaran mengandung zat beracun (Permen LH No.11 Pasal 6 Tahun 2011). Emisi meliputi zat-zat berikut:

1. Sulfur Dioksida (SO₂)

2. Nitrogen Oksida (NO_x)
3. Oksigen (O₂)
4. Karbon Monoksida (CO)
5. Karbon Dioksida (CO₂)

Pada penelitian ini yang akan dibahas adalah zat karbon dioksida (CO₂). Berikut ini merupakan sumber penghasil emisi CO₂:

1. Angkutan bergerak (mobile source), meliputi: kendaraan bermotor, pesawat terbang, kereta api, kapal laut dan pembuangan/penguapan minyak bumi.
2. Pembakaran tetap (fixed source), meliputi energi residensial, komersial, industri dan komersial, termasuk uap yang digunakan sebagai energi oleh industri.
3. Proses industri (industrial process), antara lain: pengolahan kimia, metalurgi, ekstraksi kertas dan minyak.
4. Pengolahan limbah padat meliputi: limbah domestik dan komersial, limbah pertambangan dan pertanian.

Suhu udara merupakan kondisi temperatur udara yang disebabkan oleh paparan solar thermal energy (STE). Paparan sinar matahari ini diradiasikan menuju bumi dengan menembus atmosfer dan awan, kemudian diserap oleh permukaan bumi lalu diurai oleh udara sehingga menyebabkan panas udara di bumi meningkat. Suhu udara di bumi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

1. Sudut datang sinar matahari
2. Durasi penyinaran matahari
3. Elevasi objek yang disinari
4. Kondisi geografis lokasi tersebut

SIG adalah suatu sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia, organisasi dan instansi yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis dan menyebarkan informasi tentang suatu wilayah di permukaan bumi. (Chrisman, 1997).

Sistem informasi geografis menampilkan kondisi dunia nyata di layar komputer. Kelebihan SIG bila dibandingkan dengan peta kertas ialah dapat menyimpan semua informasi deskriptif tentang komponennya sebagai atribut dalam database kemudian membentuk dan menyimpannya dalam tabel. Sistem informasi geografis kemudian menautkan elemen - elemen ini ke tabel terkait. Oleh karena itu, properti ini dapat diakses melalui element peta dan sebaliknya, elemen peta juga dapat diakses melalui propertinya. SIG dapat menampilkan elemen peta dengan atributnya yang disebut layer. Layer tersebut meliputi aliran sungai, jalan, laut dan lainnya. Kemudian semua layer itu menjadi database yang penting untuk mempermudah prose perencanaan dan desain peta SIG. Sumber Data yang dapat digunakan untuk SIG sebagai berikut :

1. Data Lapangan merupakan data yang diperoleh dengan pengukuran langsung atau observasi atau survey lapangan. Misalnya data topografi seperti volume lalu lintas, temperatur tanah dan lain-lain.
2. Data Peta adalah informasi yang direkam pada peta kertas, yang kemudian diubah menjadi peta digital seperti peta tanah, peta geologi dan lain-lain.
3. Data Citra Pengindraan Jauh seperti citra satelit, foto udara, dan lain-lain, merupakan sumber data yang paling penting untuk SIG. Karena ketersediaan data secara berkala dan mencakup area tertentu. Dengan adanya

satelit-satelit yang berbeda di angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita dapat memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk kegunaan yang berbeda pula. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.

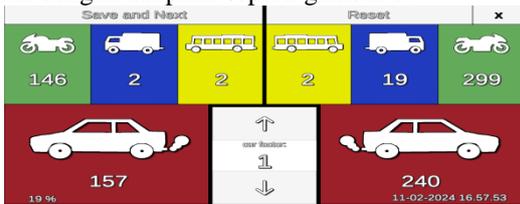
METODOLOGI PENELITIAN

Populasi jumlah penduduk yang ada di Kota Kediri yang cukup padat disertai peningkatan penggunaan jalan di kota tersebut menimbulkan peningkatan kadar CO2 dan suhu permukaan tanah sehingga berdampak pada perubahan iklim di Kota Kediri. Hal itu yang melandasi adanya penelitian ini dengan menganalisa kadar emisi gas CO2 dan suhu permukaan tanah terhadap arus lalu lintas di ruas jalan arteri Kota Kediri menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Adapun metode pengambilan data pada penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua, yaitu data primer yang diperoleh dari pengamatan lapangan sebagai berikut :

1. Volume Kendaraan

Pengambilan data volume kendaraan yang melintas menggunakan aplikasi android berupa Traffic Counter dengan tampilan seperti gambar 1.



Gambar 1 Tampilan Aplikasi Traffic Counter

2. Emisi CO2

Pengambilan data emisi CO2 menggunakan alat digital yaitu Carbon dioxide Detector, dipilihnya alat tersebut karena langsung terdapat kadar CO2 dengan satuan ppm. Adapun gambar alat seperti gambar 2.



Gambar 2 Alat Carbon Dioxide Detector

3. Suhu Permukaan Tanah

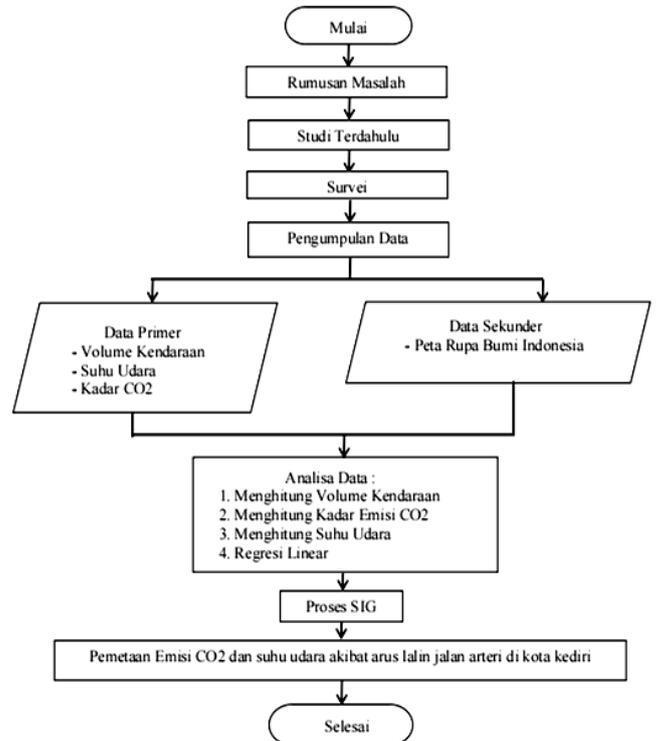
Pengambilan data suhu permukaan tanah pada penelitian ini menggunakan bantuan alat Thermo Gun karena langsung terdapat hasil nilai tembakaan suhu terhadap objek yang dituju dengan satuan celcius. Berikut gambar alat ThermoGun pada gambar 3.



Gambar 3 Alat Thermo Gun

Adapun pengambilan data sekunder diperoleh dari hasil studi jurnal, penelitian terdahulu, dan peta RBI didapatkan melalui website <https://tanahair.indonesia.go.id>. Setelah data diperoleh kemudian dilakukan proses pengolahan data untuk mengetahui kadar emisi CO2 dan suhu permukaan tanah terhadap arus lalu lintas menggunakan aplikasi pembantu microsoft excel, arcGIS, sebagai pemetaan.

Berikut alur penelitian seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data ruas jalan yang diteliti melalui proses survei lapangan sebagaimana berikut :

1. Segmen I Jalan Diponegoro terletak pada Kecamatan Kota dengan panjang 690 m, lebar 9,2 m, jenis perkerasan lentur.



Sumber : Google Earth Pro

Gambar 5 Segmen I Jalan Diponegoro

2. Segmen II Jalan Basuki Rachmat terletak pada Kecamatan Kota dengan panjang 311 m, lebar 7,8 m, jenis perkerasan lentur.



Sumber : Google Earth Pro

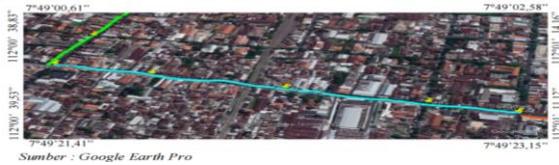
Gambar 6 Segmen II Jalan Basuki Rachmat

3. Segmen III Jalan Dhoo terletak pada Kecamatan Kota dengan panjang 730 m, lebar 9,6 m, jenis perkerasan lentur.



Gambar 7 Segmen III Jalan Dhoho

4. Segmen IV Jalan Pattimura terletak pada Kecamatan Pesantren dengan panjang 766 m, lebar 7,6 m, jenis perkerasan lentur.



Gambar 8 Segmen IV Jalan Pattimura

5. Segmen V Jalan HOS Cokroaminoto terletak pada Kecamatan Pesantren dengan panjang 953 m, lebar 6,8 m, jenis perkerasan lentur.



Gambar 9 Segmen V Jalan HOS Cokroaminoto

Setelah dilakukan pengolahan data volume kendaraan yang didapat per 15 menit kemudian diubah ke satuan smp/jam dan pengolahan rata rata CO2 dan SPT kemudian didapatkan rekapitulasi per jam seperti **Tabel 1**.
Tabel 1 Volume Kendaraan, Emisi CO2, SPT Pada Jalan Diponegoro - Jalan HOSCokroaminoto.

No	Periode (WIB)	Rata Rata Qtot	Rata Rata CO2	Rata Rata SPT
1	06.45 - 07.00	1861,64	461,70	36,55
2	07.00 - 07.15	2305,12	470,95	36,97
3	07.15 - 07.30	2774,84	479,83	37,29
4	07.30 - 07.45	3425,40	488,33	37,73
5	07.45 - 08.00	3985,60	496,45	38,27
6	16.45 - 17.00	4460,52	478,42	41,69
7	17.00 - 17.15	4272,08	481,15	40,89
8	17.15 - 17.30	3708,04	484,25	40,10
9	17.30 - 17.45	3304,84	487,12	39,19
10	17.45 - 18.00	3089,28	490,18	38,37

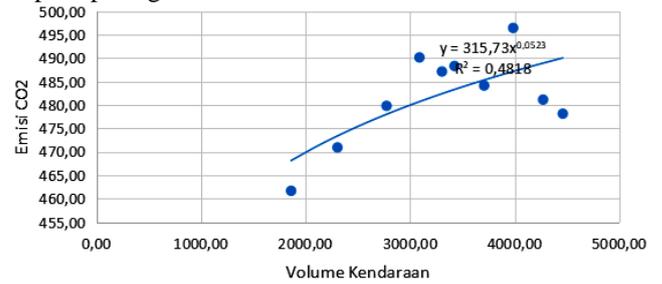
Sumber : Data Analisis

Dengan data tabel diatas kemudian dibuat grafik scatter lalu dilakukan perhitungan regresi untuk mencari hubungan antara Volume Kendaraan - CO2, Volume Kendaraan - SPT, CO2 - SPT.

1. Perhitungan Regresi Volume Kendaraan - CO2

Setelah data rata - rata volume kendaraan dan rata - rata CO2 ditabulasi kemudian dibuat grafik lalu

menghasilkan nilai regresi terbesar pada grafik power seperti pada gambar 10.



Gambar 10 Grafik Power Volume Kendaraan - CO2

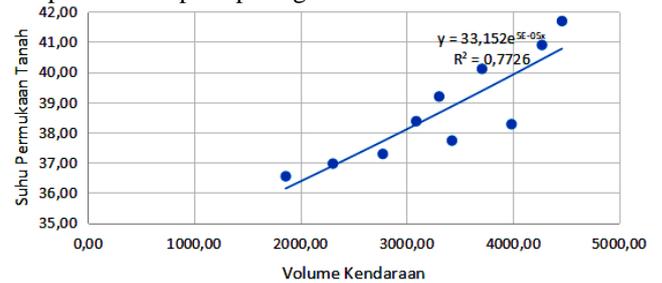
Tabel 2 Rekapitulasi Nilai Regresi Volume Kendaraan - CO2

Regresi	Volume kendaraan - CO2
Model	$y = 315,73x^{0,0523}$
R ²	0,4818
R	0,400 -0,599 (sedang)
KD	48,18%

Sumber : Data Analisis

2. Perhitungan Regresi Volume Kendaraan - SPT

Setelah data rata - rata volume kendaraan dan rata - rata SPT ditabulasi kemudian dibuat grafik lalu menghasilkan nilai regresi terbesar pada grafik eksponensial seperti pada gambar 11.



Gambar 11 Grafik Eksponensial Volume Kendaraan - SPT

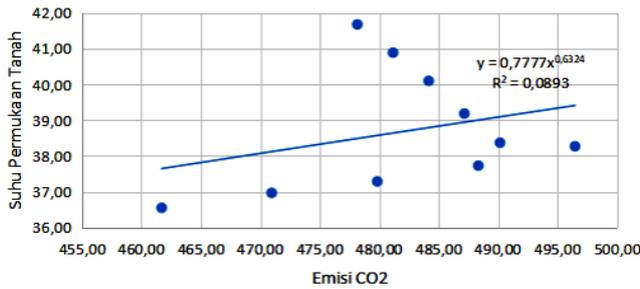
Tabel 3 Rekapitulasi Nilai Regresi Volume Kendaraan - CO2

Regresi	Volume kendaraan - SPT
Model	$y = 33,152e^{5E-05x}$
R ²	0,7726
R	0,600 -0,799 (kuat)
KD	77,26%

Sumber : Data Analisis

3. Perhitungan Regresi CO2 - SPT

Setelah data rata - rata emisi CO2 dan rata - rata SPT ditabulasi kemudian dibuat grafik lalu menghasilkan nilai regresi terbesar pada grafik power seperti pada gambar 12.



Gambar 12 Grafik Power CO2 – SPT

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai Regresi SPT - CO2

Regresi	CO2 - SPT
Model	$y = 0,7777x^{0,6324}$
R ²	0,0893
R	0,000 -0,199 (sangat lemah)
KD	8,93%

Sumber : Data Analisis

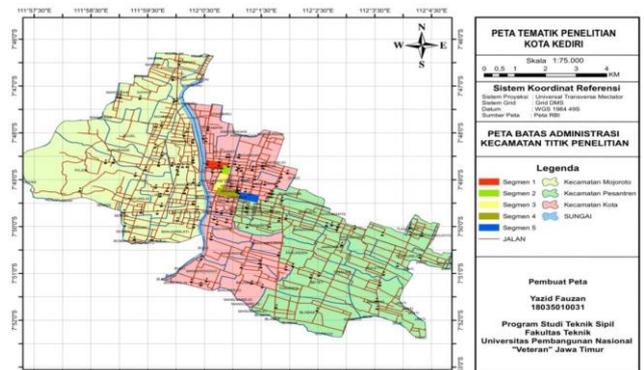
KESIMPULAN

Hasil dari penelitian pada Jalan Diponegoro - Jalan HOS Cokroaminoto, Kota Kediri yang dilaksanakan pada Minggu, 11 Februari 2024 pukul 06.00 - 08.00 WIB dan pukul 16.00 - 18.00 WIB dalam kurun waktu satu minggu sebagai berikut :

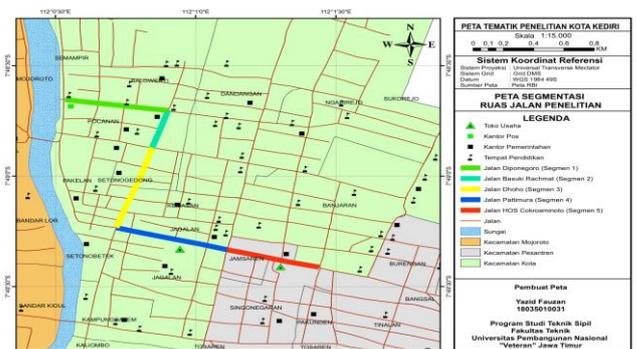
1. Hasil perhitungan volume kendaraan tertinggi ada pada segmen I Jalan Diponegoro sebesar 5788,4 smp/jam pada pukul 16.45 - 17.00 WIB yang merupakan jam puncak sore hari. Hal ini dikarenakan segmen jalan tersebut merupakan jalan utama menuju arah Kabupaten Blitar dan Kabupaten Tulung Agung. Selain itu penyebab lainnya yaitu pada jam puncak sore merupakan waktu bagi pekerja pulang.
2. Adapun rata - rata kadar emisi CO2 tertinggi saat jam puncak pagi hari terdapat pada segmen II Jalan Basuki Rachmat yaitu 745 ppm. Kadar CO2 tersebut masih dalam taraf layak huni karena masih dibawah batas 1000 - 2000 ppm. . Hal ini dipengaruhi dari volume kendaraan yang melintas di ruas jalan tersebut. Semakin banyak volume kendaraan yang melintas maka semakin tinggi kadar CO2 yang dihasilkan. Namun ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi kadar CO2, salah satunya yaitu area pertokoan. Pada segmen IV Jalan Pattimura merupakan jalan dengan pertokoan (pasar) terbanyak sehingga berdampak juga dengan kadar CO2 yang dihasilkan.
3. Adapun hasil perhitungan Suhu Permukaan Tanah tertinggi pada jam puncak pagi hari pada segmen V Jalan HOS Cokroaminoto 41,7 °C. Hasil tersebut 64 dipengaruhi dari volume kendaraan yang melintas, namun ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi besaran suhu yaitu faktor cahaya matahari. Pada segmen II dan segmen III cenderung memiliki suhu yang rendah dikarenakan jalan terletak pada arah utara - selatan dan terdapat bangunan sehingga cahaya matahari tidak terkena langsung dengan aspal. Berbeda dengan halnya

segmen I, segmen IV, dan segmen V cenderung memiliki suhu yang relatif tinggi karena jalan tersebut terletak pada arah timur - barat sehingga cahaya matahari langsung mengenai permukaan jalan dan ditambah dengan volume kendaraan yang melintas.

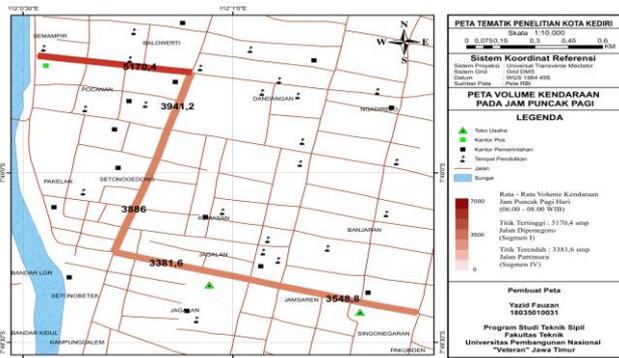
4. Hasil analisis regresi antara volume kendaraan dengan emisi CO2 dan volume kendaraan dengan SPT yang telah dilakukan berdasarkan hasil data yang didapatkan dilapangan pada lima segmentasi jalan penelitian menghasilkan rumus seperti ini $y = 0,7777x^{0,6324}$ dengan nilai R2 sebesar 0,0893 yang dapat diartikan bahwa korelasi antara Emisi CO2 dan SPT positif sangat lemah.
5. Pemetaan digitalisasi peta volume kendaraan, emisi CO2, dan Suhu Permukaan Tanah menggunakan bantuan aplikasi ArcGIS 10.8 dengan sumber peta Peta RBI lalu menghasilkan peta tematik sebagaimana gambar dibawah ini :



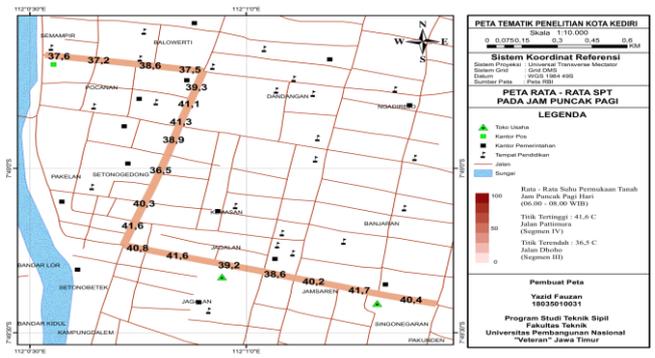
Gambar 6 Peta Batas Administrasi Kecamatan Lokasi Penelitian



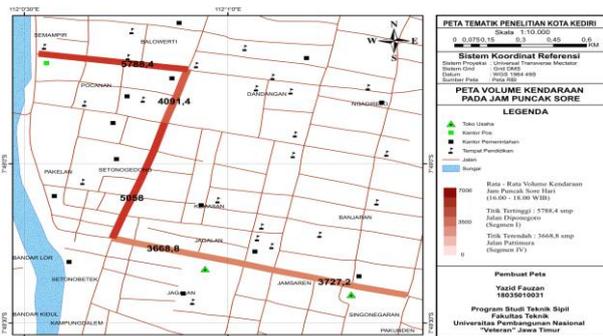
Gambar 7 Peta Segmentasi Ruas Jalan Penelitian



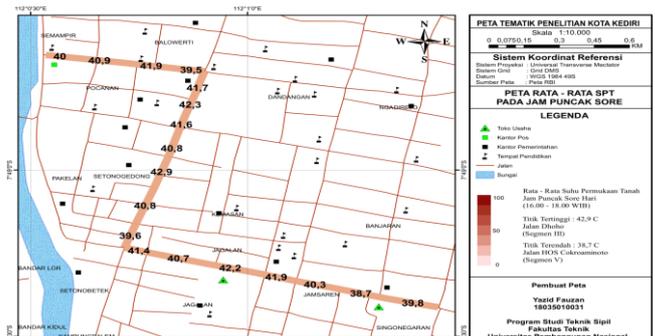
Gambar 8 Peta Volume Kendaraan Pada Jam Puncak Pagi Hari



Gambar 12 Peta Rata - Rata SPT Pada Jam Puncak Pagi Hari



Gambar 9 Peta Volume Kendaraan Pada Jam Puncak Sore Hari



Gambar 13 Peta Rata - Rata SPT Pada Jam Puncak Sore Hari



Gambar 10 Peta Rata - Rata Emisi CO2 Pada Jam Puncak Pagi Hari

DAFTAR PUSTAKA

Sudarti, S., Yushardi, Y., Kasanah, N. (2022). "Analisis Potensi Emisi CO2 Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan Raya Kemantren Kabupaten Sidoarjo". *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 70-75.

Jaya, A. E. P., Yuwono, Y. (2014). "Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Sebaran Beban Emisi Co2 Berdasarkan Kepadatan Lalu Lintas Di Kota Surabaya Bagian Selatan". *Geoid*, 9(2), 174-179.

Pratama, V. O. P., JAR, N. R. (2020). "Analisis Beban Emisi Gas Karbonmonoksida (CO) dan Karbondioksida (CO2) dari Aktivitas Transportasi Umum di Terminal Arjosari Kota Malang". *Prosiding ESEC*, 1(1), 69-78.

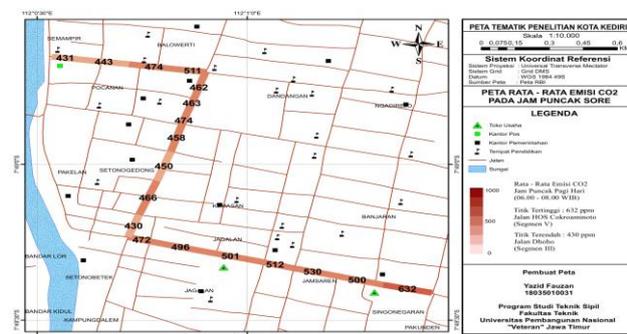
Kusumawardani, D., Navastara, A. M. (2018). "Analisis besaran emisi gas CO2 kendaraan bermotor pada Kawasan Industri SIER Surabaya". *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), C399-C402.

Gistut. 1994. "Sistem Informasi Geografis". Gramedia Pustaka Utama.

IPCC. (2006). "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 3: Mobile Combustion".

MKJI (1997). "Manual Kapasitas Jalan Indonesia". <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/07/mkji.pdf>

Modul RDE – 08 (2005). "Rekayasa Lalu Lintas". [https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/32402/mod_resource/content/1/2005-08 Rekayasa%20Lalu%20Lintas.pdf](https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/32402/mod_resource/content/1/2005-08_Rekayasa%20Lalu%20Lintas.pdf)



Gambar 11 Peta Rata - Rata Emisi CO2 Pada Jam Puncak Sore Hari

- Fahwari, N., Yanuarsyah, I., Hudjimartsu, S. (2019). *"Hubungan Suhu Permukaan Tanah Dengan Zona Rawan Longsor Menggunakan Land Surface Temperature"*. In Seminar Nasional Teknologi Informasi (Vol. 2, pp. 366-371).
- Saputra, R. B. (2023). *"Pemetaan Emisi Gas Karbon Dioksida (Co2) Akibat Peningkatan Volume Kendaraan Di Kota Mataram"*. (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR).
- Syahputra, M. R. (2023). *"Pemetaan Suhu Dan Tekanan Udara Terhadap Kepadatan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Wilayah Surabaya Utara"*. (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR).
- Badan Pusat Statistik Kota Kediri (2023). *"Kota Kediri dalam Angka 2023"*. <https://kedirikota.bps.go.id/publication/2023/02/28/c56fb1d4ceef84eb488b8699/kota-kediri-dalam-angka-2023.html>
- Wibisana, H., Zainab, S., Jurusan, E., Sipil, T., Veteran, U., & Timur, J. (2017). *"Deteksi Temperatur Permukaan Tanah di Ruas Jalan Artery dengan Citra Landsat 8 dan Korelasinya dengan Arus dan Kepadatan Lalu Lintas"*. Jurnal Teknik Sipil, 13(2),114–132. <https://doi.org/10.28932/JTS.V13I2.1440>
- Indonesia, Pemerintah Pusat (2013). *"Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 8 Tahun 2013 tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang"*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/5340/pp-no-8-tahun-2013>
- Sutanhaji, A. T., Anugroho, F., Ramadhina, P. G. (2018). *"Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO2) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar"*. Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan, 5(1), 34-42.