

JURNAL TEKNO

Volume 20

Nomor 2

September 2013

ISSN 1693 - 8739

TEKNO

JURNAL TEKNOLOGI ELEKTRO DAN KEJURUAN

TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NEGERI MALANG

TEKNO

JURNAL TEKNOLOGI ELEKTRO DAN KEJURUAN

KETUA PENYUNTING

Tri Atmaji Sutikno

WAKIL KETUA PENYUNTING

Setiadi Cahyono Putro

PENYUNTING PELAKSANA

Wahyu Sakti Gunawan Irianto

Muladi

Ahmad Fahmi

Sujito

PENYUNTING AHLI

Amat Mukhadis (Universitas Negeri Malang)

Achmad Sonhadji (Universitas Negeri Malang)

Paryono (Universitas Negeri Malang)

M. Isnaeni (Universitas Gadjah Mada)

Soeharto (Universitas Negeri Yogyakarta)

Sumarto (Universitas Pendidikan Indonesia Bandung)

Budiono Ismail (Universitas Brawijaya)

Oscar Mangisengi (Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya)

TATA USAHA

Triyanna Widiyaningtyas

M Zainal Arifin

ALAMAT REDAKSI : Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang. Jawa Timur, Telp. 0341 - 551312 psw 304, 0341 - 7044470, Fax : 0341 - 559581 E-mail: sujitoum04@yahoo.com, zainal@um.ac.id

Jurnal Ilmiah **TEKNO** diterbitkan oleh Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Terbit pertama kali pada tahun 2004 dengan judul **TEKNO**

Jurnal Ilmiah **TEKNO** diterbitkan dua kali dalam setahun. yaitu pada bulan Maret dan September Redaksi menerima artikel hasil penelitian atau analisis konseptual. Redaksi sepenuhnya berhak menentukan suatu artikel layak/tidak dimuat. dan berhak memperbaiki tulisan selama tidak merubah isi dan maksud tulisan. Naskah yang tidak dimuat tidak dikembalikan dan setiap artikel yang dimuat akan dikenai biaya cetak.

Jurnal Ilmiah **TEKNO** diterbitkan di bawah pembinaan Tim Pengembangan Jurnal Universitas Negeri Malang. **Pembina :** Suparno (Rektor). **Penanggung Jawab:** Pembantu Rektor I, Ketua : Ali Saukah. **Anggota:** Suhadi Ibnu. Amat Mukhadis. Mulyadi Guntur Waseno. Margono Staf Teknis : Aminarti S. Wahyuni, Ma'arif. **Pembantu Teknis :** Stefanus Sih Husada. Sukarto Akhmad Munir.

TEKNO

JURNAL TEKNOLOGI ELEKTRO DAN KEJURUAN

Daftar Isi

<i>Siti Sendari</i>	Pengukuran Kadar <i>Carbon Monoxide</i> Untuk Kalibrasi Sensor Gas Sebagai Indikator Kemacetan Lalu Lintas	1 – 12
<i>Habieb Nur Atmojo</i> <i>Aripriharta</i>	Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Dengan Metode <i>Burst Firing</i>	13 – 16
<i>Muchamad Nur Hudi</i> <i>Dyah Lestari</i>	Robot Omni Directional Steering Berbasis Mikrokontroler	17 – 22
<i>Ratih Novalina Putri</i> <i>Hari Putranto</i>	Analisis Perhitungan Losses Pada Jaringan Tegangan Rendah Dengan Perbaikan Pemasangan Kapasitor	23 – 28
<i>Tri Maryati</i> <i>Sujono</i>	Perbedaan Metakognitif Dan Hasil Belajar Siswa Smk Melalui Model Pembelajaran Think Pair Share Dengan Menerapkan Jurnal Belajar Dan Model Pembelajaran Think Pair Share Mata Pelajaran Kompetensi Kejuruan	29 – 36
<i>Nakitta Tyesna Irdani</i> <i>Tri Atmadji Sutikno</i>	Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar dan Hasil Belajar KKPI Pada Siswa SMKN 2 Malang	37 – 44
<i>Didik Dwi Prasetya</i> <i>Wahyu Sakti G.I</i> <i>Syaad Patmanthara</i>	Digital <i>Game-Based Learning</i> Untuk Anak Usia Dini	45 – 50
<i>Triyanna Widiyaningtyas</i>	Sistem Informasi Nilai Rapor Siswa Berbasis Web	51 – 57
<i>Corianna Rigitta S.</i> <i>Setiadi Cahyono Putro</i>	Hubungan Tingkat Kompetensi Tkj Dan Relevansi Praktik Kerja Industri Terhadap Minat Kerja di bidang TKJ Pada Siswa Program Keahlian TKJ di SMK Kabupaten Magetan	58 – 66
<i>Putriana Prihadi</i> <i>Suwasono</i>	Perbedaan Penerapan Model Pembelajaran Quantum Teaching-Snowball Throwing Dengan Direct Instruction Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar TIK	67 - 71

Pengantar Redaksi

TEKNO....

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, bahwa Jurnal **TEKNO** Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan edisi Volume 20 Nomor 2 September 2013 telah terbit sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

TEKNO adalah sebuah Jurnal Ilmiah yang diterbitkan oleh Teknik Elektro Universitas Negeri Malang. Jurnal ini merupakan salah satu media bagi para insan intelektual untuk mempublikasikan hasil penelitian ataupun konseptual pada bidang elektro dan kejuruan.

Dengan adanya media Jurnal Ilmiah **TEKNO** yang terbit secara berkala, diharapkan semakin menumbuhkan budaya menulis di kalangan civitas akademika dan membuat suasana akademis semakin berkembang, baik dalam pengajaran ataupun penelitian.

Ada 10 artikel yang terpilih dan dimuat pada edisi ini meliputi bidang Instrumentasi, Kendali, Sistem Radar, Sistem Tenaga dan Informatika. Kami ucapkan terima kasih kepada para pengirim artikel pada umumnya, dan ucapan selamat kepada pengirim artikel yang dimuat pada edisi ini.

Segala usaha terus-menerus dilakukan, baik aspek substansi maupun tampilan. Mudah-mudahan semua upaya yang dilakukan mampu meningkatkan kualitas Jurnal **TEKNO** secara bertahap, sesuai dengan rambu-rambu akreditasi jurnal nasional, dan sebagai media ilmiah bidang teknologi elektro dan kejuruan yang efektif dan efisien di Indonesia.

Walaupun kami telah berupaya secara maksimal disadari kekurangan mungkin masih terjadi. Oleh karena itu, apabila ada saran atau masukan perbaikan dari pembaca demi peningkatan kualitas jurnal ini sangat diharapkan. Atas segala saran dan masukan perbaikan kami ucapkan terima kasih.

Malang, September 2013
Redaksi

PENGUKURAN KADAR *CARBON MONOXIDE* UNTUK KALIBRASI SENSOR GAS SEBAGAI INDIKATOR KEMACETAN LALU LINTAS

Siti Sendari

Abstrak : Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang meningkat pesat, sehingga mengakibatkan banyaknya kemacetan di jalan raya, selain itu terjadi peningkatan kadar *carbon Monoxide* (CO) di udara. Indikasi ini digunakan untuk mengamati titik kemacetan jalan raya melalui kadar CO-nya. Pada artikel ini, kadar CO di titik-titik kemacetan jalan raya diukur sebagai data kalibrasi sensor gas, sebagai indikator kemacetan jalan raya. Titik kemacetan yang diambil datanya adalah Jalan Sukarno-Hatta dan Sumber Sari, sebagai sampel jalanan padat di Kotamadya Malang dengan karakteristik pengguna yang sama tetapi memiliki topografi yang berbeda. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antara kadar CO dengan jumlah kendaraan yang melintas di jalan raya, hasil pengukuran digunakan untuk mendesain rangkaian pengkondisi sinyal untuk sistem deteksi kemacetan jalan raya, yaitu dengan fungsi linear pengkondisi sinyal $Y = -3,0196 + 3,67X$, dimana tegangan maksimal yang dihasilkan adalah 4,49V untuk kadar CO 50ppm.

Kata-kata Kunci: carbon monoxide (CO), Kalibrasi, Sensor Gas

Pada saat ini pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat pesat. Diperkirakan pencemaran udara dan kebisingan akibat kegiatan industri dan kendaraan bermotor akan meningkat 2 kali pada tahun 2000 dari kondisi tahun 1990 dan 10 kali pada tahun 2020 (Depkes R.I, 2005). Transportasi dan sisa pembakaran industri merupakan sumber utama polusi. Lima polutan utama di Amerika pada tahun 1991 adalah PM10 (*particulate matter, 10 μ or smaller*), SOx, CO, NOx, VOCs (*volatile organic compounds /hydrocarbon*). Dari kelima sumber polutan tersebut *carbon monoxide* (CO) dari transportasi adalah penyumbang polusi terbesar. (Woldenviro, 2006). Lebih lanjut, dinyatakan bahwa kendaraan bermotor merupakan penyebab sekitar 90% CO di perkotaan (Depkes R.I., 2005). CO merupakan gas hasil bahan bakar yang tak terbakar secara sempurna, hasilnya berupa gas tak berwarna dan tak berbau. Dalam konsentrasi tinggi dapat membunuh manusia.

Peningkatan jumlah kendaraan jarang/tidak diikuti dengan peningkatan panjang/lebar jalan sehingga seringkali terjadi pe-

numpukan jumlah kendaraan di titik-titik tertentu di jalan raya. Penumpukan jumlah kendaraan di titik-titik tertentu menimbulkan efek samping antara lain: semakin meningkatnya polusi udara di jalan raya dan rawan kemacetan. Kondisi ini juga dialami oleh kota Malang, dalam *website* pemerintah Kotamadya Malang, disebutkan ada 15 titik rawan kemacetan, antara lain: jalan Sumber Sari, Jalan MT. Haryono, Jalan Gajahyana, Pasar Besar Kota Malang, Pasar Dinoyo Malang. Pada titik-titik rawan kemacetan ini diindikasikan mempunyai tingkat pencemaran udara yang tinggi. Sebagaimana dinyatakan oleh Moore dalam Makalah Hijau “Mutu Udara Kota”, yaitu: kebanyakan dunia negara berkembang mengalami kenaikan tingkat CO, seiring dengan penambahan jumlah kendaraan dan kepadatan lalu lintas. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan antara kadar gas CO di udara perkotaan dengan jumlah kendaraan dalam suatu titik di jalan raya. Dengan tidak adanya peningkatan panjang/lebar jalan, maka penumpukan jumlah kendaraan di suatu titik jalan berkorelasi dengan tingkat kadar CO di jalan. Dengan meng-

analisis kadar Gas CO di jalan raya, maka dapat diperoleh indikator kemacetan jalan. Tujuan dalam artikel ini adalah mengukur kadar CO di jalan raya sebagai dasar kali-brasi sensor gas untuk indikasi kemacetan jalan raya.

Sensor Gas CO sebagai Pendeteksi Kemacetan

Pada bagian ini membahas (1) kadar CO di udara, (2) sensor gas CO, dan pengkondisi sinyal.

1. Gas CO di Jalan Raya

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. CO merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna, selain itu CO juga berpotensi sebagai racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu *haemoglobin*. (Depkes R.I., 2005)

Di dalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO di udara

perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menyumbang 50% tingkat pencemaran gas CO di udara. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan, tingkat pencemaran gas CO juga semakin meningkat, sehingga tingkat pencemaran udara dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas. Kepadatan lalu lintas ditunjukkan oleh perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintas, sedangkan kapasitas jalan merupakan kemampuan jalan untuk dilewati sejumlah kendaraan sekaligus, yang berkaitan dengan panjang dan lebar efektif jalan. (Syaukat, 2002:1).

Kadar CO diperkotaan cukup bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan umumnya ditemukan kadar maksimum CO yang bersamaan dengan jam-jam sibuk pada pagi dan malam hari. Selain cuaca, variasi dari kadar CO juga dipengaruhi oleh topografi jalan dan bangunan disekitarnya.

Winayati, 2004, mengukur kepadatan lalu lintas di Jalan Gajahyana-Sumbersari Kota Malang, sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Kepadatan lalu lintas di Jalan Gajahyana-Sumbersari

Arah pergerakan /hari	Pagi	Siang	Sore	Vol.Max (kendaraan/jam)
Sumbersari-Dinoyo				
Senin	06.45 – 07.00	12.15 – 12.30	14.45 – 15.00	1066,80
Jumat	06.15 – 06.30	11.00 – 11.15	14.45 – 15.00	1090,80
Sabtu	06.45 – 07.00	12.15 – 12.30	16.45 – 17.00	1047,20
Dinoyo-Sumbersari				
Senin	06.45 – 07.00	09.45 – 10.00	15.45 – 16.00	1265,40
Jumat	06.45 – 07.00	09.45 – 10.00	15.15 – 15.30	1266,40
Sabtu	06.45 – 07.00	10.15 – 10.30	16.45 – 17.00	1259,40

Sumber: Winayati, 2004: 47

Ali (2002) menyatakan bahwa gangguan di jalan raya yang mengakibatkan kecepatan kendaraan menjadi tidak stabil dapat menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Selain itu volume lalu lintas dan variasi kendaraan bermotor jga

mempengaruhi kecepatan rata-rata kendaraan, yang pada akhirnya juga berpengaruh pada tingkat pencemaran udara dari emisi gas buang. Emisi gas buang melalui knalpot kendaraan bermotor merupakan sumber utama timbulnya CO akibat dari

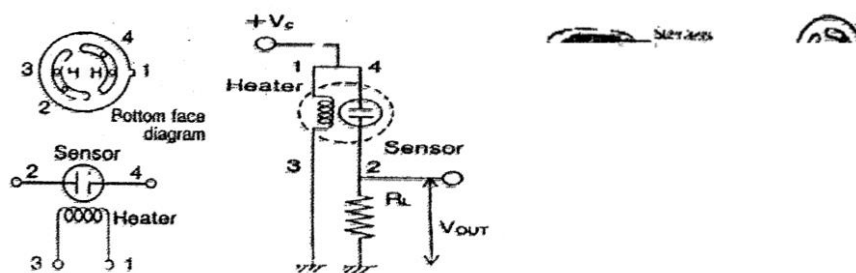
faktor lalu lintas. Ali (2002) menganalisis bahwa semakin besar volume sepeda motor maka makin tinggi kadar CO di jalan Malioboro, Yogyakarta.

2. Sensor Gas CO

Sensor merupakan komponen instrumentasi yang dapat mengubah parameter/ besaran fisik menjadi besaran elektrik. (Johnson, 1997). Sebagaimana telah disebutkan, penyebab polusi terbesar di jalan raya adalah gas CO, sehingga untuk mendeteksi kadar gas CO di jalan raya adalah

mempergunakan sensor gas. Sensor Gas salah satunya adalah AF series, produksi thermometric, yang diproduksi dari bahan tick film.

Sensor gas AF series bekerja berdasarkan pengikatan dan penyerapan oksigen pada permukaan sensor yang direlaksikan dengan penurunan resistansi. Sensor ini dapat memberikan akurasi yang bagus dan karakteristiknya stabil. Konfigurasi pin, cara kalibrasi, dan gambar fisik sensor gas AF-series ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sensor Gas AF Series

(a) konfigurasi pin, (b) cara kalibrasi, dan (c) bentuk fisik gas AF series (sumber: tic film gas sensor gas AF-series data sheet)

Resistansi sensor gas (R_s) dapat dihitug dari tegangan keluaran (V_{out}) berdasar persamaan .

$$R_s = \frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \cdot R_L \quad (1)$$

Sensistivitas dinotasikan sebagai perbandingan (R_{GAS}/R_{AIR}), yaitu perbandingan resistansi pada kondisi udara mengandung gas (R_{GAS}) dengan resistansi pada udara bersih atau tak terkontaminasi gas (R_{AIR})

3. Pengkondisi Sinyal

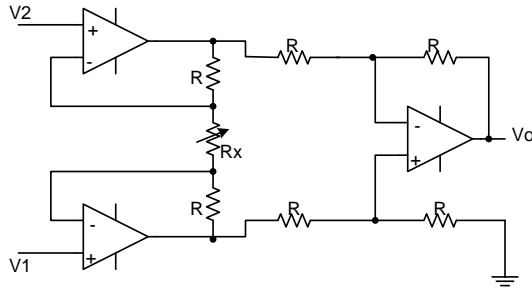
Pengkondisi sinyal digunakan untuk mengubah suatu sinyal agar sinyal tersebut dapat sesuai dengan elemen/komponen lain dalam sistem kontrol loop tertutup. Pada dasarnya suatu pengkondisi sinyal mempergunakan komponen *operational amplifier* (Op-Amp). Salah satu rangkaian pengkondisi sinyal adalah penguat instrumentasi. Penguat yang paling berguna untuk pengukuran, instrumentasi,

atau pengendalian adalah penguat instrumentasi. Penguat ini dirancang dengan beberapa Op-Amp dan tahanan presisi, yang membuat rang-kaiannya sangat stabil dan berguna bila ketelitian merupakan hal yang penting. Rangkaian dasar dari penguat instrumentasi adalah rangkaian penguat diferensial.

Gain dari penguat diferensial adalah (R_2/R_1). Rangkaian penguat diferensial ini memiliki dua kekurangan, yaitu: (1) resistansi masukannya kecil dan (2) gainnya sulit diubah. Untuk memperbaiki kekurangan penguat diferensial adalah dengan menyangga atau mengisolasi masukan-masukan dengan buffer atau pengikut tegangan, sehingga diperoleh impedansi masukan yang tinggi, pada V_1 dan V_2 masing-masing dihubungkan dengan pengikut tegangan. Kekurangan yang kedua dari penguat diferensial adalah gain yang tidak bisa diubah/disetel. Kelemahan ini dapat diatasi dengan menambahkan tiga

resistor pada penguat tersangga (pengikut tegangan).

Untuk membuat penguat instrumentasi adalah dengan menyusun rangkaian penguat diferensial dasar dengan rangkaian tersangga dengan gain yang bisa disetel. Rangkaian penguat instrumentasi diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Penguat Instrumentasi
Sumber : Stanley, 1989: 183

Rangkaian penguat ini dipilih karena mempunyai impedansi masukan yang tinggi dan pengaturan penguatan mudah, yaitu dengan mengatur resistansi variabel Rx.

Besarnya penguatan rangkaian instrumentasi dinyatakan dalam persamaan (2).

$$\frac{V_o}{V_1 - V_2} = 1 + \frac{2}{a}, \quad a = \frac{Rx}{R} \quad (2)$$

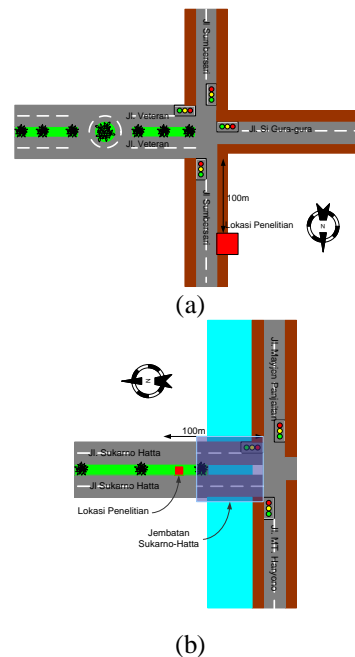
Tegangan masukan penguat instrumentasi adalah V_1 dan V_2 . V_1 diletakkan pada masukan (+) dan tegangan V_2 diletakkan pada masukan (-). Tegangan keluaran V_o penguat instrumentasi sebanding dengan perbedaan tegangan masukan. Ciri-ciri penguat instrumentasi yang diperoleh antara lain: (1) gain tegangannya, dari masukan diferensial ($V_1 - V_2$) ke keluaran berujung tunggal V_o , disetel oleh satu tahanan (R_x), (2) resistansi masukan dari kedua masukannya sangat tinggi dan tidak berubah jika gainnya berubah, dan (3) V_o hanya tergantung pada perbedaan tegangan V_1 dan V_2 , tidak tergantung pada tegangan mode bersama V_1 dan V_2 .

METODE

Rancangan Penelitian dan Hipotesis

Penelitian dilakukan dengan tahap-tahap berikut:

Tahap pertama: pemilihan lokasi. Penelitian dilaksanakan di dua jalan raya yang sibuk, yaitu Jalan Sumbersari dan Jalan Sukarno-Hatta. Jenis kendaraan yang melintas di kedua jalan tersebut mempunyai kesamaan, yaitu didominasi kendaraan roda 2. Disamping itu kedua jalan tersebut juga mempunyai karakteristik yang berbeda, yaitu: Jalan Sumbersari dilewati oleh dua jalur kendaraan, dengan lebar jalan dan bahu jalan yang sempit; sedangkan Jalan Sukarno-Hatta, jalan dipisahkan oleh jalur hijau, lebar jalan kurang lebih dua kali lebar Jalan Sumbersari, bahu jalan masih lebar dan masih banyak ruang kosong. Hal ini digunakan untuk komparasi kadar CO terhadap topografi jalan. Posisi pengambilan data ditunjukkan dalam Gambar 3.

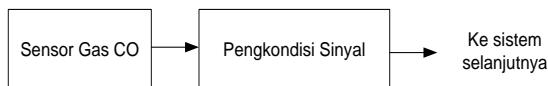


Gambar 3. Denah Lokasi pengambilan data
(a) Denah Lokasi pengambilan data di Jalan Sumbersari
(b) Denah lokasi pengambilan data di jalan Sukarno-Hatta

Tahap kedua: pemilihan jam pengambilan data, pelaksanaan penelitian dilakukan pada hari kerja dengan range mulai dari jalan sepi – normal – sibuk /padat – normal. Kondisi ini dipilih untuk melihat pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap kadar gas CO. Penelitian dilaksanakan mulai jam 06.00 – 8.30 WIB, pengukuran dilakukan dalam range 1 menit-an.

Tahap ketiga: penentuan variabel penelitian. Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: variabel bebas (jumlah kendaraan bermotor 'ringan'/kendaraan roda 2/3 dan jumlah kendaraan bermotor 'berat'/kendaraan roda lebih dari 4), serta variabel terikat kadar gas CO di udara).

Tahap keempat: pengambilan data. Pengukuran jumlah kendaraan dilakukan dengan merekam aktifitas jalan raya pada range waktu yang ditentukan dengan menggunakan *video recorder* Sony handy-cam. Berdasar rekaman aktifitas jalan, dihitung jumlah kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melintas per menit. Pengukuran kadar CO dilakukan dengan mengukur jumlah kadar CO dengan menggunakan alat ukur EL-USB CO. Alat ini mempunyai kemampuan sampling enam kali per menit, sehingga data yang terbaca dirata-rata untuk 1 menit. Kalibrasi sensor dilakukan untuk mendesain sensor gas CO agar dapat mengkonversi data kadar gas CO di udara menjadi tegangan elektrik yang sesuai. Kalibrasi sensor dilakukan sebagaimana blok rangkaian Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Kalibrasi Sensor

Tahap kelima: analisis. Analisis pertama dilakukan untuk mengamati pengaruh jumlah kendaraan 'ringan', kendaraan 'berat', serta total jumlah kendaraan terhadap kadar CO di udara. Analisis kedua

adalah mengukur pengaruh topografi jalan terhadap kadar CO di udara.

Tahap keenam adalah melakukan kalibrasi sensor gas CO agar dapat mengkonversi kadar gas CO menjadi tegangan elektrik yang sesuai. Tahap ini dilaksanakan dengan mempergunakan metode eksperimen.

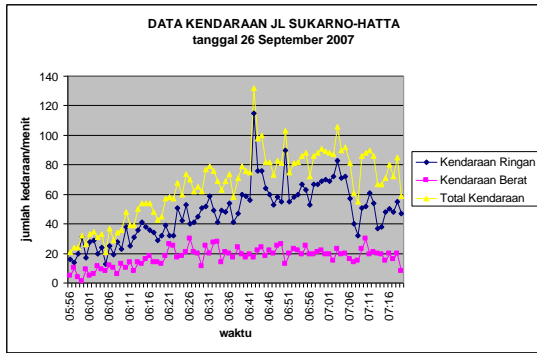
Hipotesis pertama yang diajukan dalam penelitian ini adalah Ho (Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara jumlah kendaraan dengan kadar CO di udara) dan Ha (Terdapat pengaruh yang signifikan antara jumlah kendaraan dengan kadar CO di udara). Hipotesis kedua yang diajukan adalah Ho (Tidak terdapat perbedaan kadar CO antara Jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari) dan Ha (Terdapat perbedaan kadar CO antara Jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari)

HASIL

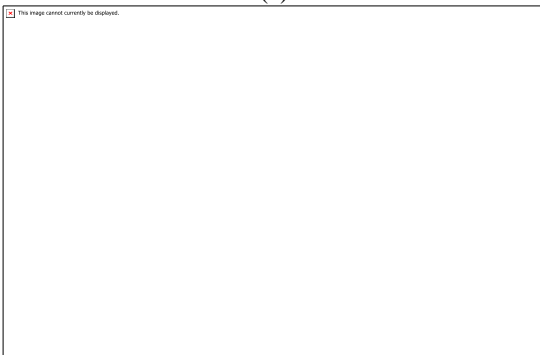
Hasil pengukuran kepadatan lalu lintas, kadar CO, dan Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor terhadap kadar CO di Jalan Raya diuraikan sebagai berikut.

Hasil Pengukuran Kepadatan Lalu lintas

Hasil pengukuran mengukur kepadatan lalu lintas, di Jalan Sukarno-Hatta dengan arah menuju ke Jembatan Sukarno-Hatta (satu sisi jalan) pada hari kerja, pukul 06.00-08.30 WIB ditunjukkan dalam Gambar 5. Hasil pengukuran di Jalan Sumbersari dengan arah Sumbersari-Gajahyana dan Gajahyana-Sumbersari, pukul 06.00-08.30 WIB ditunjukkan dalam Gambar 6.

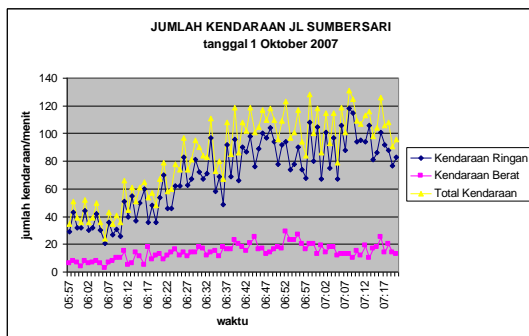


(a)

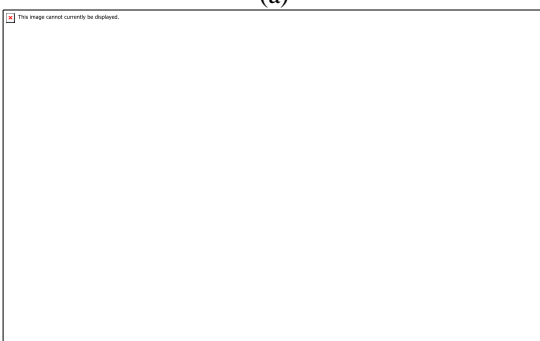


(b)

Gambar 5. Jumlah Kendaraan Yang Melintas di Jalan Sukarno-Hatta



(a)



(b)

Gambar 6. Jumlah Kendaraan Yang Melintas di Jalan Sumbersari

kan peningkatan jumlah kendaraan dimulai pukul 06.30 – 07.30 WIB. Pada jam tersebut arus lalu lintas di jalan Sukarno-Hatta sangat padat dengan jumlah kendaraan tertinggi mencapai 132 kendaraan per menit pada hari ke-1 dan 156 kendaraan per menit pada hari ke-2, sedangkan rata-rata kendaraan yang melintas dalam rentang waktu tersebut adalah 66 kendaraan per menit (hari ke-1) dan 102 kendaraan per menit (hari ke-2).

Hasil pengamatan arus lalu lintas yang terjadi di jalan Sumbersari, menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan mulai jam 06.30 – 7.30 WIB. Pada jam tersebut arus lalu lintas di jalan Sukarno-Hatta sangat padat dengan jumlah kendaraan tertinggi mencapai 131 kendaraan per menit (hari ke-3) dan 149 kendaraan per menit (hari ke-4), sedangkan rata-rata kendaraan yang melintas dalam rentang waktu tersebut adalah 84 kendaraan per menit (hari ke-1) dan 90 kendaraan per menit (hari ke-2). Jumlah kendaraan yang melintas di Sukarno-Hatta (pada posisi satu arah) lebih besar daripada jumlah kendaraan yang melintas di jalan Sumbersari (pada posisi dua arah). Berdasar jenis kendaraan yang melintas di jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari menunjukkan bahwa kendaraan didominasi kendaraan roda dua. Tetapi arus jenuh yang terjadi di kedua jalan tersebut disebabkan jika kendaraan roda empat mencapai jumlah maksimum (jenuh), hal ini mengakibatkan kecepatan lalu lintas menurun dan rawan kemacetan.

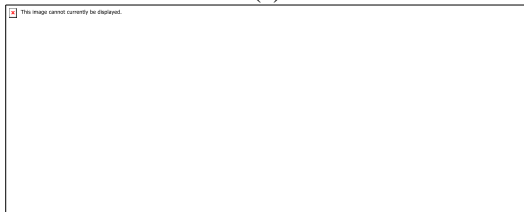
Hasil Pengukuran Kadar CO

Pengukuran kadar CO di jalan Sukarno Hatta dengan arah menuju ke Jembatan Sukarno-Hatta pada hari ke-1 dan ke-2, pukul 6.00-8.30 WIB ditunjukkan dalam Gambar 7. Hasil pengukuran kadar CO di Jalan Sumbersari pada hari ke-3 dan ke-4, pukul 6.00-8.30 WIB ditunjukkan dalam Gambar 8.

Hasil pengamatan arus lalu lintas yang terjadi di jalan Sukarno-Hatta, menunjuk-

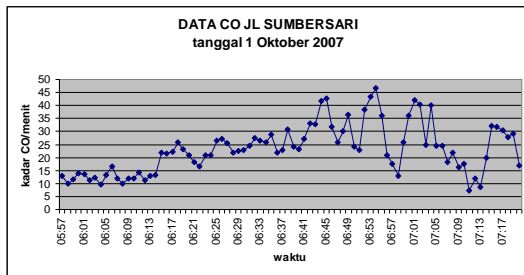


(a)

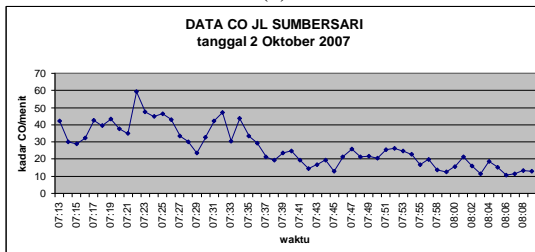


(b)

Gambar 7 Hasil Pengukuran Kadar CO Per Menit di Jalan Sukarno-Hatta



(a)



(b)

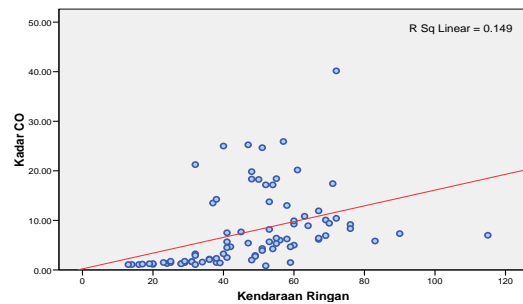
Gambar 8. Hasil Pengukuran Kadar CO Per Menit di Jalan Sumbersari

Kadar CO tertinggi dan rata-rata di Jalan Sukarno Hatta pada hari ke-1 adalah 40,17 ppm dan 7,788 ppm, sedangkan pada hari ke-2 adalah 43 ppm dan 15,1384 ppm. Sementara itu di Jalan Sumbersari pada hari ke-3 kadar CO tertinggi dan rata-rata adalah 46,75 ppm dan 23,2079 ppm, sedangkan pada hari ke-4 kadar CO tertinggi dan rata-rata adalah 59,17 ppm dan 26,9854 ppm.

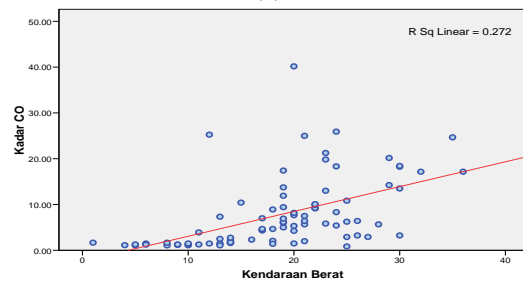
PEMBAHASAN

Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor terhadap kadar CO di Jalan Raya

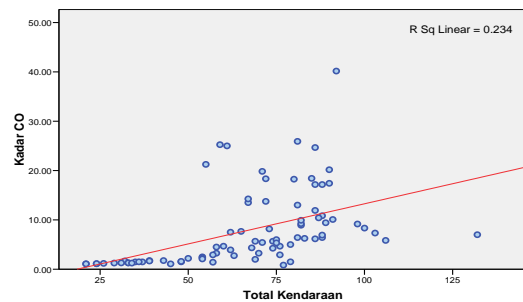
Pengaruh jumlah kendaraan dengan variasi kendaraan ringan dan kendaraan berat serta total keseluruhan jenis kendaraan terhadap kadar CO ditunjukkan dalam grafik scatter sebagaimana Gambar 9 sampai dengan Gambar 12.



(a)



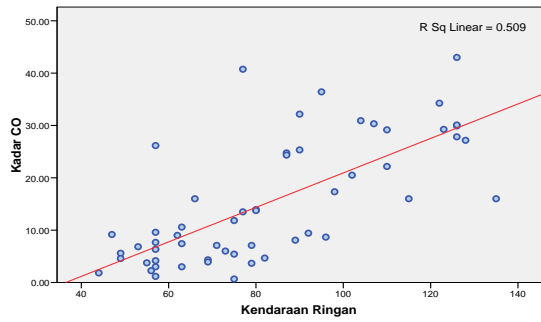
(b)



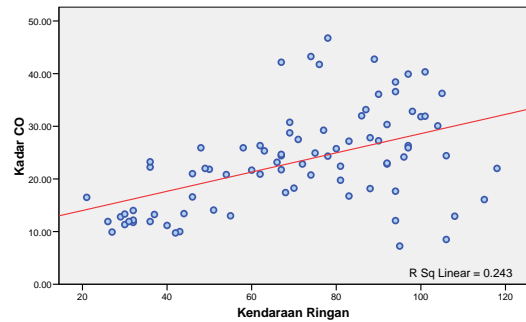
(c)

Gambar 9 Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kadar CO di Jalan Sukarno – Hatta Pada Hari Ke-1, Pukul 05.56 – 7.16 WIB

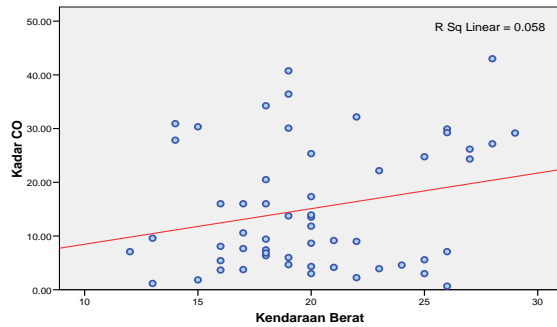
- (a) Pengaruh Kendaraan ringan terhadap kadar CO
- (b) Pengaruh kendaraan berat terhadap kadar CO
- (c) Pengaruh keseluruhan jumlah kendaraan yang melintas terhadap kadar CO



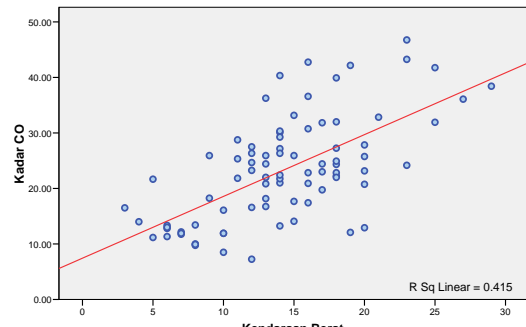
(a)



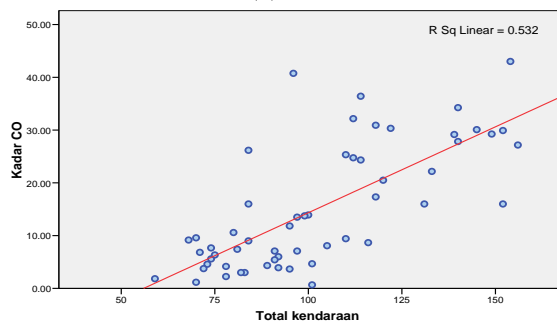
(a)



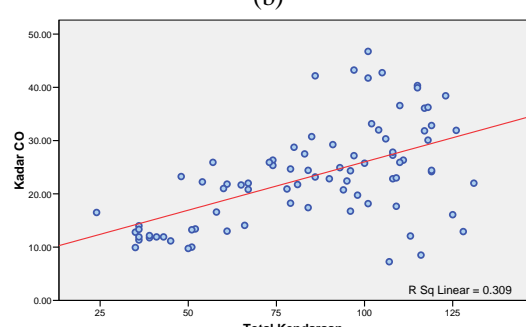
(b)



(b)



(c)



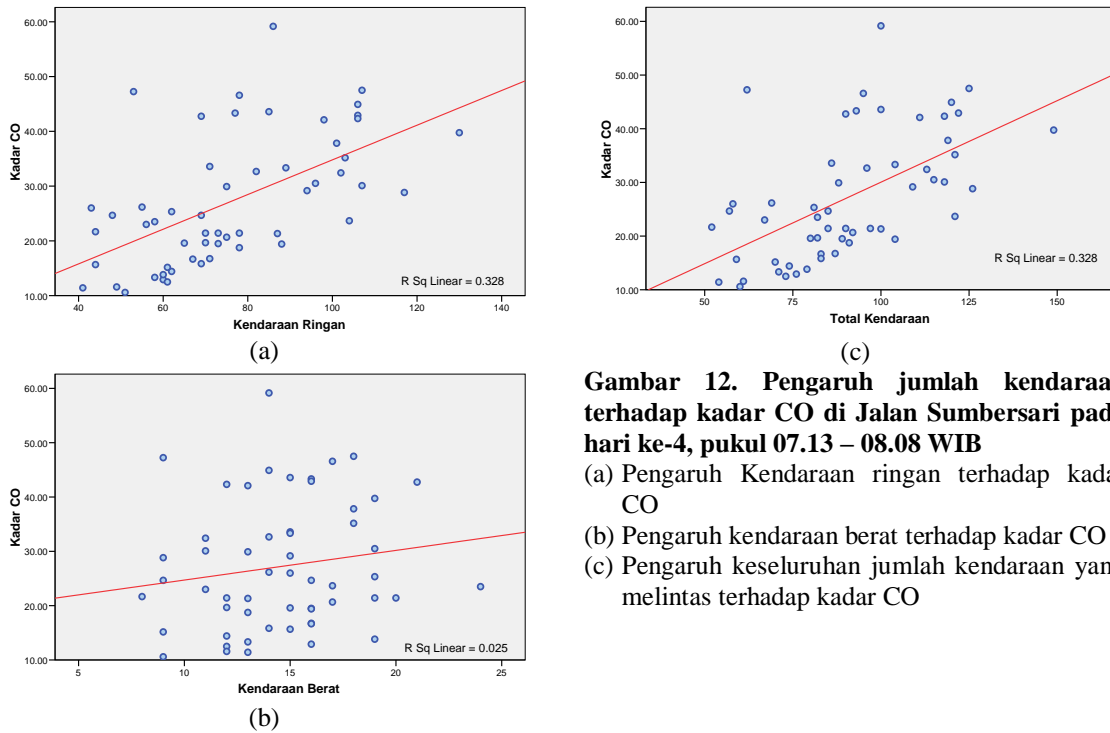
(c)

Gambar 10 Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kadar CO Di Jalan Sukarno – Hatta Pada Hari Ke-2, Pukul 07.08 – 08.02 WIB

- (a) Pengaruh Kendaraan ringan terhadap kadar CO
- (b) Pengaruh kendaraan berat terhadap kadar CO
- (c) Pengaruh keseluruhan jumlah kendaraan yang melintas terhadap kadar CO

Gambar 11. Pengaruh jumlah kendaraan terhadap kadar CO di Jalan Sumpersari pada hari ke-3, pukul 05.57 – 07.17 WIB

- (a) Pengaruh kendaraan ringan terhadap kadar CO
- (b) Pengaruh kendaraan berat terhadap kadar CO
- (c) Pengaruh keseluruhan jumlah kendaraan yang melintas terhadap kadar CO



Gambar 12. Pengaruh jumlah kendaraan terhadap kadar CO di Jalan Sumbersari pada hari ke-4, pukul 07.13 – 08.08 WIB

- (a) Pengaruh Kendaraan ringan terhadap kadar CO
- (b) Pengaruh kendaraan berat terhadap kadar CO
- (c) Pengaruh keseluruhan jumlah kendaraan yang melintas terhadap kadar CO

Pengaruh jumlah kendaraan bermotor terhadap kadar CO dilakukan dengan menganalisis jumlah kendaraan terhadap kadar CO dengan menggunakan analisis Regresi. Analisis dilakukan dengan menggunakan program bantu SPSS 15. Analisis regresi dilakukan untuk melihat pengaruh jumlah kendaraan bermotor ringan, jumlah bermotor berat, dan jumlah kendaraan keseluruhan terhadap kadar CO. Koefisien pengaruh jumlah kendaraan ter-

hadap kadar CO ditunjukkan dalam Tabel 2. Berdasar nilai t test dalam Tabel 2, dengan nilai signifikansi dibawah 0,05, maka hipotesis Ha diterima dan Ho ditolak, kecuali pada jenis kendaraan berat untuk Jl Sukarno-Hatta (hari ke-2) dan kendaraan berat untuk Jalan Sumbersari pada tanggal hari ke-4.

Besar pengaruh variabel bebas (jumlah kendaraan) terhadap variabel terikat (kadar CO) ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Koefisien Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kadar CO

Lokasi	Hari ke-	Jenis Kendaraan	Koefisien pengaruh	t test	sig
Jl. Sukarno - Hatta	1	Kendaraan Ringan	$Y=0,216 + 0,159X$	3,788	0,000
		Kendaraan Berat	$Y=-2,348 + 0,542X$	5,532	0,000
		Total Kendaraan	$Y=-3,005 + 0,163X$	5,005	0,000
	2	Kendaraan Ringan	$Y=-12,004 + 0,329X$	7,483	0,000
		Kendaraan Berat	$Y=1,849 + 0,662X$	1,827	0,073
		Total Kendaraan	$Y= -18,223 + 0,326X$	7,831	0,000
Jl. Sumbersari	3	Kendaraan Ringan	$Y=10,354 + 0,183X$	5,130	0,000
		Kendaraan Berat	$Y=7,441 + 1,113X$	7,634	0,000
		Total Kendaraan	$Y=7,865 + 0,181X$	6,057	0,000
	4	Kendaraan Ringan	$Y=3,135 + 0,317X$	5,081	0,000
		Kendaraan Berat	$Y=19,258 + 0,548X$	1,164	0,250
		Total Kendaraan	$Y=-0,320 + 0,304X$	5,087	0,000

Tabel 3. Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kadar CO

Lokasi	Hari ke-	Jenis Kendaraan	R square	Prosentase pengaruh
Jl. Sukarno - Hatta	1	Kendaraan Ringan	0,149	14,9 %
		Kendaraan Berat	0,272	27,2 %
		Total Kendaraan	0,234	23,4 %
	2	Kendaraan Ringan	0,509	50,9 %
		Kendaraan Berat	0,058	5,8 %
		Total Kendaraan	0,532	53,2 %
Jl. Sumbersari	3	Kendaraan Ringan	0,243	24,3 %
		Kendaraan Berat	0,415	41,5 %
		Total Kendaraan	0,309	30,9 %
	4	Kendaraan Ringan	0,328	32,8 %
		Kendaraan Berat	0,025	2,5 %
		Total Kendaraan	0,328	32,8 %

Pengaruh topografi terhadap Kadar CO

Untuk mengetahui pengaruh topografi alan terhadap kadar CO, maka dilakukan uji komparasi dengan *independent sample t-test*. Komparasi dilakukan antara kedua jalan raya tersebut untuk suatu range waktu yang sama. Hasil komparasi Jalan Sukarno Hatta dengan jalan Sumbersari terhadap kadar CO pada pukul pukul 05:57 – 07:19 WIB diperoleh F hitung 3,758 dengan signifikansi 0,054. Berarti data homogen (ketentuan F hitung lebih kecil dari F table atau signifikansinya di atas 0,05, maka data homogen). Kadar CO Jalan Sukarno-Hatta dengan Sumbersari didapat, t hitung -11,569, derajat kebebasan 164, perbedaan rata-rata -15,41699, standar kesalahan perbedaan 1,33266, dan signifikansi 0,000, berarti terdapat perbedaan yang nyata dan signifikan antara kadar CO di Jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari (ketentuan penerimaan dan penolakan hipotesis apabila signifikansi dibawah atau sama dengan 0,05, maka Ha diterima dan Ho ditolak).

Hasil komparasi Jalan Sukarno Hatta dengan jalan Sumbersari terhadap kadar CO pada pukul pukul 07:13 – 08:03 WIB diperoleh F hitung ,700 dengan signifikansi 0,405, karena signifikansinya di atas 0,05, maka data homogen. Kadar CO Jalan Sukarno-Hatta dengan Sumbersari pada pukul 07:13 – 08:03 WIB didapat, t hitung -5,401, derajat kebebasan 100,

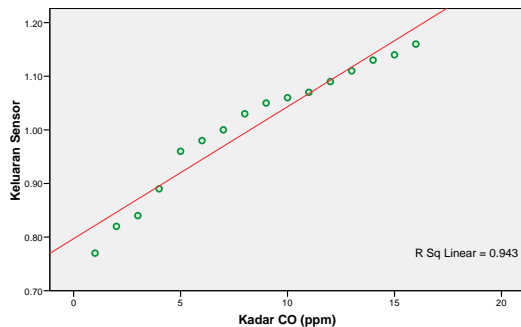
perbedaan rata-rata -12,64405, standar kesalahan perbedaan 2,34119, dan signifikansi 0,000, berarti terdapat perbedaan yang nyata dan signifikan antara kadar CO di Jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari pada jam tersebut (ketentuan penerimaan dan penolakan hipotesis apabila signifikansi dibawah atau sama dengan 0,05, maka Ha diterima dan Ho ditolak).

Berdasar hasil komparasi tersebut, maka disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata dan signifikan antara jalan Sukarno-hatta dan Jalan Sumbersari terhadap kadar CO, sebagai akibat bentuk topografi yang berbeda, dimana kadar CO di jalan sumbersari lebih tinggi daripada kadar CO di jalan Sukarno-Hatta, yaitu pada pukul 05:57 – 07:19 WIB rata-rata kadar CO Jalan Sukarno-Hatta 7,8688 ppm dan Jalan Sumbersari 23,28577 ppm, sedangkan pada pukul 07:13 – 08:03 WIB rata-rata kadar CO di jalan Sukarno-Hatta 15,6127 ppm dan Jalan Sumbersari 28,2568 ppm.

Kalibrasi sensor Gas Terhadap Kadar CO

Dengan diketahuinya Kadar CO di jalan raya, maka untuk untuk membuat suatu indikator kemacetan atau kepadatan lalu lintas dapat dilakukan dengan mengukur pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap kadar CO di udara. Hasil pengukuran kadar CO di jalan raya

diimplementasikan di Laboratorium untuk dilakukan kalibrasi sensor gas CO, agar sensor gas CO dapat mengkonversi kadar CO menjadi suatu sinyal elektrik agar sesuai dengan kondisi di jalan raya. Hasil pengukuran konversi gas CO menjadi sinyal elektrik dalam hal ini adalah tegangan elektrik, ditunjukkan dalam Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Hubungan Kadar CO Dengan Sinyal Tegangan Elektrik

Hasil pengukuran tegangan keluaran sensor terhadap kadar CO dianalisis menggunakan regresi linear, menunjukkan hubungan antara tegangan elektrik dengan kadar CO dapat dinyatakan dengan persamaan $Y=0,797 + 0,025X$. Rangkaian sensor gas kemudian diterapkan pada rangkaian pengkondisi sinyal sehingga diperoleh fungsi linearitas pengkondisi sinyal $Y=-3,0196+3,67X$, dimana tegangan maksimal yang dihasilkan adalah 4,49V untuk kadar CO 50ppm.

KESIMPULAN

Berdasar hasil dan analisis dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh kemacetan dengan kadar CO di udara, dimana kemacetan dimulai jam 06.30 – 7.30 WIB dengan jumlah kendaraan yang melintas di jalan raya.
2. Dari keseluruhan kendaraan, kendaraan ringan sangat berpotensi mempengaruhi kadar CO, di Jalan

Sukarno-Hatta mencapai 50,9% dan di jalan Sum-bersari mencapai 32,8%.

3. Hasil komparasi antara Jalan Sukarno-Hatta dan Jalan Sumbersari mempunyai data yang homogen, dengan signifikansi 0,054 (pada pukul 05:57-07.19 WIB) dan 0,405 (pukul 7.13-08.03 WIB).
4. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar CO di jalan Sukarno-Hatta dan jalan Sumbersari, kadar CO di jalan Sumbersari lebih tinggi daripada kadar CO di jalan Sukarno-Hatta, karena topografi yang berbeda.
5. Hubungan antara tegangan elektrik dengan kadar CO dapat dinyatakan dengan persamaan $Y=0,797 + 0,025X$. Rangkaian sensor gas kemudian diterapkan pada rangkaian pengkondisi sinyal sehingga diperoleh fungsi linear pengkondisi sinyal $Y=-3,0196+3,67X$.

DAFTAR RUJUKAN

- Ali, Syaikat. 2002. *Kajian Pengaruh Lalu Lintas Kendaraan Bermotor dan Factor Lingkungan Terhadap Kadar CO Ambien di Jalan Maliboro, Yogyakarta*. Media Teknik Majalah Ilmiah Teknologi No. 4 Th. XXIV Edisi November 2002,ISSN 0216-3012.
- Depkes R.I. 25 Oktober 2005. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. www.depkes.go.id/downloads/udara.pdf. Diakses 26 Maret 2007.
- Johnson, Curtis D. 1997. *Process Control Instrumentation Technology*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc
- Moore, Curtis. Tanpa Tahun. *Makalah Hijau: Mutu Udara Kota*. www.usembassyjakarta.org/ptp/udarak4.html/ Mutu Udara Kota - Keberhasilan yang tidak Tampak.htm. Diakses 26 Maret 2007.

- Worldenviro. 2006. *Air Polution*. www.worldenviro.com/airp.html diakses 6 Maret 2006
- Noname. *Thick Film Gas Sensor AF-Series Datasheets*. www.AllDatasheet/gas_sensors.com diakses 26 Maret 2007
- Rogriquez, Michele. 2002. *Marin Countwywide Plan Air Quality Technical Background Report*. The Marin County Community Development Agency, Planning Division 3501 Civic Center Drive, San Rafael, CA 94903. (<http://www.co.marin.ca.us/depts/cdm/main/pdf/planning/AirqualityBRdist.pdf#search='air%20polution%20ppm'>, diakses 4 maret 2006)
- Stanley, William D. 1989. *Operational Amplifiers with Linear Integrated Circuits 2nd edition*. Toronto: Merrill Publishing Company.
- Pemkot Malang. *Web GIS Jalan Kota Malang*. www.pemkot-malang.go.id, Diakses tanggal 26 Maret 2007.
- Winayati. 2204. *Hubungan Antara Volme Kecepatan Kerapatan pada Lalu Lintas Dominan Sepeda Motor Terhadap Kendaraan Lain*. Program Pascasarjana Unibraw Prodi Sipil Kekhususan Rekayasa Transportasi.