

simulasi yang tepat untuk mengatasi pencemaran udara di dalam gedung uji yang dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran bagi Taruna Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) Tegal.

I.6 Sistematika Penulisan

Di dalam penulisan Kertas Kerja Wajib ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

- BAB I** : Pendahuluan
Pada Bab ini menguraikan Latar Belakang Masalah, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan
- BAB II** : Landasan Teori
Pada Bab ini berisikan Landasan Teori . Pada bab ini berisi tentang teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini
- BAB III** : Metode Penelitian
Pada Bab ini akan dipaparkan mengenai alir penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai sasaran dan tujuan kegiatan penelitian serta validasi dan variabel yang digunakan.
- BAB IV** : Hasil penelitian dan Pembahasan
Pada Bab ini berisi tentang hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti dan berisikan hasil validasi
- BAB V** : Penutup
Pada Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1 Pendekatan Teoritis

II.1.1 Rancang Bangun

Rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem kedalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan. Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian. (Pressman, 2002)

Rancang bangun sangat berkaitan dengan perancangan sistem yang merupakan satu kesatuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi. Menurut (Tata Sutabri, 2005) perancangan sistem adalah penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Jika sistem itu berbasis computer, rancangan dapat menyetakan spesifikasi jenis peralatan yang akan digunakan. Sedangkan (Jogiyanto, 2001) menjelaskan bahwa perancangan sistem dapat didefinisikan sebagai gambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisahkan kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Tujuan dari perancangan sistem yaitu untuk memenuhi kebutuhan para pemakai sistem dan memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun yang lengkap kepada programmer. Kedua tujuan ini lebih focus pada perancangan atau desain sistem yang nantinya digunakan untuk pembuatan program komputernya.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan rancang bangun sistem merupakan kegiatan menterjemahkan hasil analisa kedalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang ada.

II.1.2 Definisi Pengujian Kendaraan Bermotor

Pengujian Kendaraan Bermotor merupakan salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan keselamatan berlalu-lintas. Hal itu berarti, sudah merupakan tugas Unit Pelaksana Teknis Pengujian Kendaraan Bermotor untuk mengendalikan dan mengontrol kondisi kendaraan agar persyaratan teknis dan laik jalan kendaraan bermotor dapat terpenuhi. Menurut peraturan pemerintah No 55 tahun 2012 pasal 1 ayat 9 menyatakan: Pengujian Kendaraan Bermotor adalah serangkaian kegiatan menguji dan/atau memeriksa bagian atau komponen Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, dan Kereta Tempelan dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan. Adapun tujuan dari pengujian kendaraan bermotor diantaranya adalah :

- a. Memberikan jaminan keselamatan secara teknis terhadap penggunaan kendaraan bermotor, kereta gandengan dan kereta tempelan di jalan.
- b. Mendukung terwujudnya kelestarian lingkungan dari kemungkinan pencemaran udara yang diakibatkan penggunaan kendaraan bermotor, kereta gandengan dan kereta tempelan di jalan.
- c. Memberikan pelayanan umum kepada masyarakat.

II.1.3 Analisis Pencemaran Udara

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Aulia Azizah dan Retno Agnestisia, 2011) dijelaskan bahwa kualitas udara ambien merupakan tahap awal dalam memahami dampak negatif dari cemaran udara terhadap lingkungan, dimana kualitas udara ambien ditentukan oleh :

- a. Kuantitas emisi cemaran dari sumber cemaran
- b. Transportasi, konversi dan penghilangan cemaran di atmosfer, dimana kualitas udara ambien akan menentukan dampak negatif cemaran udara terhadap kesehatan masyarakat dan kesejahteraan masyarakat.

Dari penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa berdasarkan proses pembentukannya, zat pencemar di udara dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Zat pencemar primer

Menurut Setio dalam Aulia Azizah dan Agnestisia, (2011), Zat pencemar primer dapat didefinisikan sebagai zat pencemar yang terbentuk pada sumber emisinya, seperti partikulat, (NO_x), (CO) dan (SO_2). Polutan udara primer mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya. Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, di mana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Sumber-sumber polusi lainnya misalnya pembakaran, proses industri, pembuangan limbah, dan lain-lain. Polutan yang utama adalah karbon monoksida (CO) yang dapat mencapai hampir setengah dari seluruh polutan udara yang ada.

b. Zat pencemar sekunder

Zat pencemar sekunder merupakan zat pencemar yang terbentuk di atmosfer yang merupakan produk dari reaksi kimia beberapa zat pencemar, seperti (NO_2), (O_3), Peroxy Acetyl Nitrate (PAN), Asam Sulfat dan Asam Nitrat.

Pada penelitian tersebut telah dijelaskan bahwa salah satu pencemar udara adalah karbon monoksida (CO), namun penelitian tersebut belum menganalisis seberapa besar kandungan gas pencemar yang terdapat di udara ambien. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan menganalisis seberapa besar kandungan gas pencemar yaitu karbon monoksida (CO), namun penelitian ini hanya menguji kandungan karbon monoksida (CO) yang terdapat dalam gedung Pengujian Kendaraan Bermotor untuk mendapatkan solusi-solusi sesuai dengan yang diharapkan guna peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja penguji kendaraan bermotor.

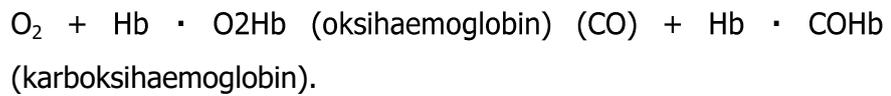
II.1.4 Definisi Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Karena sifat tersebut gas yang memiliki diameter 0,113 nm ini sangat sulit dideteksi keberadaannya. Gas (CO) memiliki densitas yang lebih rendah dari udara dan sulit larut dalam air. Menurut (Fardiaz, 1992) dalam bukunya yang berjudul "Polusi Air dan Udara", keberadaan gas (CO) di alam dapat terbentuk secara alamiah ataupun buatan (antropogenik). Secara alamiah, gas (CO) dengan jumlah relatif sedikit dapat terbentuk dari hasil kegiatan gunung berapi dan proses biologi. Sedangkan secara buatan (antropogenik), gas (CO) dapat dihasilkan dari salah satu proses berikut :

- a. Kebakaran tidak sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu yang tinggi.
- c. Hasil penguraian karbon dioksida pada suhu tinggi. Gas (CO) dikenal sebagai polutan yang sangat berbahaya bagi manusia sehingga kandungannya dalam udara perlu dikurangi.

Gas (CO) sangat berbahaya karena pada konsentrasi relatif rendah yaitu <100 ppm dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Gas (CO) jika terhisap kedalam paru-paru maka akan ikut peredaran darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini terjadi karena gas (CO) bersifat racun metabolis yang ikut bereaksi secara metabolis dengan darah (Suraputra, 2011). Menurut (Goldstein, 2008) seperti oksigen, gas (CO) juga mudah bereaksi dengan haemoglobin darah. Ikatan (CO) dengan haemoglobin darah (karboksahaemoglobin-CO₂Hb) lebih stabil dibandingkan ikatan O₂ dengan haemoglobin darah (oksihaemoglobin- O₂Hb). Kestabilan CO₂Hb sekitar 200 kali kestabilan O₂Hb, hal ini menyebabkan haemoglobin darah lebih mudah menangkap gas (CO) dibandingkan O₂ dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu. Reaksi

antara (CO) dan O₂ dengan haemoglobin dapat dilihat dari reaksi berikut :



Apabila hal ini terjadi maka berakibat fatal bagi tubuh manusia. Pertama, O₂ akan kalah bersaing dengan (CO) saat berikatan dengan molekul haemoglobin sehingga kadar O₂ dalam darah akan berkurang. Kedua, gas (CO) akan menghambat oksidasi sitokrom. Hal ini menyebabkan respirasi intraseluler menjadi kurang efektif. Terakhir, gas (CO) dapat berikatan secara langsung dengan sel otot jantung dan tulang. Efek paling serius adalah keracunan secara langsung terhadap sel-sel tersebut dan menyebabkan gangguan pada sistem saraf (DR. P. V. Chadha, Karbon Monoksida, Ilmu Forensik dan Toksikologi, 1995). Sifat-sifat gas (CO) dan efek paparan gas (CO) ditunjukkan pada Tabel II.1 dan Tabel II.2.

Tabel II.1. Sifat – Sifat Gas (CO)

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	CO
Wujud	Gas tidak berwarna dan tidak berbau
Berat Molekul	28,0101 g/mol
Titik Beku	-205 °C
Titik didih	-192 °C
Densitas	0,789 g/cm ³ liquid 1,250 g/L pada 0°C,1 ATM,1,145 g/L pada 25°C,1 atm
Kelarutan dalam air	0,0026 g/100ml(20°C)

Sumber : Kepmenkes, 2002

Tabel II.2. Efek Paparan Gas (CO)

CO (ppm)	COHb(%)	Tanda dan Gejala
0-25	2	Tidak ada gejala
25-50	10	Tidak ada efek yang berarti, kecuali sesak napas saat aktivitas kuat, tidak nyaman didahi, pelebaran pembuluh darah kulit.
75-100	20	Sesak napas saat aktivitas sedang sakit kepala sesekali dengan denyutan di pelipis
125-150	30	Sakit kepala, mudah marah, mudah lelah, keremangan penglihatan
175-200	40-50	Sakit kepala, kebingungan, kolaps, pingsan
225-250	60-70	Tidak sadar, kejang intermitten, gagal napas, kematian jika paparan terus menerus
275	80	Fatal

Sumber : Kepmenkes, 2002

II.1.5 Pengertian *Early Warning System* (EWS)

Early Warning System yaitu serangkaian sistem informasi yang melibatkan sensor, deteksi kejadian dan pengambilan keputusan terhadap masa yang akan datang dalam rangkaantisipasi untuk mengurangi dampak. Berikut adalah kategori, rentang dan warna sesuai dengan peraturan kepala badan pengendalian dampak lingkungan.

Tabel II.3. *EWS* Kandungan (CO)

No	Kategori	Rentang	Warna
1	Baik	0 - 25 ppm	Hijau
2	Sedang	25 – 50 ppm	Merah
3	Tidak Sehat	75 – 100 ppm	Merah
4	Sangat Tidak Sehat	125 – 150 ppm	Merah
5	Berbahaya	175 – 200 ppm	Merah
6	Sangat Berbahaya	225 – 250 ppm	Merah

Sumber : Bapedal, 1996

II.2 Landasan Praktis

II.2.1 Perangkat Keras

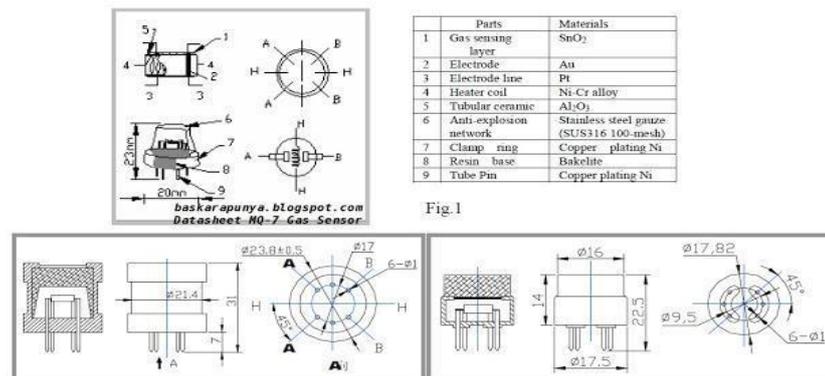
Perangkat keras disini adalah perangkat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Sensor MQ-7



Gambar II.1. Sensor MQ-7 (Datasheet Sensor MQ-7, 2006)

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian: 5 VDC, jarak pengukuran : 20 – 2000 ppm untuk mampu mengukur gas karbon monoksida. Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan pada Gambar II.1 (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh mikro AL₂O₃ tabung keramik, Tin Dioksida (SnO₂) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan. Karakteristik (Datasheet Sensor MQ-7, 2006) dapat ditunjukkan pada Gambar II.2 berikut:



Gambar II.2. Karakteristik Sensor (Datasheet Sensor MQ-7, 2006)

Kondisi Standar Sensor Bekerja

- 1) VC/(Tegangan Rangkaian) = $5V \pm 0.1$
- 2) RL/Resistansi Beban Dapat disesuaikan

Spesifikasi MQ-7

- 1) Sinyal keluaran indikator;
- 2) Sinyal keluaran ganda (*output* analog dan *output* TTL);
- 3) Sinyal *output* TTL rendah (sinyal rendah dapat dihubungkan langsung dengan mikrokontroler atau relay);
- 4) Analog *output* 0 ~ 5V tegangan;
- 5) Sensitivitas tinggi;
- 6) Kinerja yang stabil ;
- 7) Cepat respon dan pemulihan.

b. Arduino Uno



Gambar II.3. Papan Arduino Uno (Datasheet Sensor MQ-7, 2006)

Jenis yang ini adalah salah satu dari jenis arduino yakni papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328 (datasheet). "Uno"

berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. The Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi Arduino, bergerak maju. The Uno adalah Uno berbeda dari semua papan sebelumnya di bahwa itu tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega 8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3, menggunakan ATMEGA328 sebagai Microcontrollernya, memiliki 14 pin I/O digital dan dalam serangkaian USB Arduino papan, dan model referensi untuk platform Arduino; untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks Arduino papan. Jenis ini memiliki 14 digital pin input / output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power itu dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai menggunakannya.

II.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang digunakan adalah Arduino IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui perangkat lunak inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi fungsi yang benamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring*

yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari perangkat lunak *Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. (muzakky, 2017) Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur "seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program. Pada perangkat lunak Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan perangkat lunak Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta COM *Ports* yang digunakan.



Gambar II.4. Tampilan Awal Arduino Uno (Muzayin, 2020)
Berikut tabel *shortcut* yang ada pada tampilan software arduino :

Tabel II.4. Tabel Shortcut Arduino

	<p><i>Verify</i> berfungsi untuk melakukan checking kode yang dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum.</p>
	<p><i>Upload</i> Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang dibuat menjadi bahasa yang dapat dipahami arduino.</p>
	<p><i>New</i> berfungsi untuk membuat <i>Sketch</i> baru.</p>
	<p><i>Open</i> Berfungsi untuk membuka <i>sketch</i> yang pernah dibuat.</p>
	<p><i>Save</i> Berfungsi untuk menyimpan <i>Sketch</i> yang telah dibuat.</p>
	<p><i>Serial Monitor</i> Berfungsi untuk membuka <i>serial monitor</i>. <i>Serial monitor</i> disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan <i>sketch</i> pada port serialnya.</p>

Sumber : Muzayin, 2020

II.3 Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang dilakukan (Arinto Yudi P.W, 2018) yang berjudul Rancang Bangun Sistem Pengukur Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Mikrokontroler Atmega 16A. Peneliti mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida berfungsi dengan baik dalam mengukur konsentrasi gas (CO).
2. Alat ini menggunakan sensor gas (CO) yaitu MQ-7 yang mengukur konsentrasi gas (CO) dengan range pengukuran 30-1000000 ppm.

Penelitian yang dilakukan (Maidasari Br Manurung¹, 2018) yang berjudul Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ-7 sebagai berikut :

1. Perancangan alat ukur kadar karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7 telah berhasil dengan range pengukuran dari 40-398 ppm. Sistem dikalibrasi menggunakan dua metode yaitu metode karakterisasi sensor MQ-7 dan metode pendekatan antara persamaan karakterisasi sensor MQ-7 dengan persamaan karakterisasi sensor MQ-7 yang terdapat pada datasheet.
2. Rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida berfungsi dengan baik dalam mengukur konsentrasi gas (CO).

Penelitian yang dilakukan peneliti ini berjudul Rancang Bangun Alat Pengukur Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Mikrokontroler Sebagai Upaya Peningkatan K3 Penguji di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor Kabupaten Brebes sebagai berikut :

1. Perancangan alat pengukur kandungan gas karbon monoksida (CO) ini dilengkapi dengan Lampu led, *Exhaust Fan*, dan *Buzzer* yang terkoneksi atau tersambung pada arduino yang nantinya akan bekerja jika kandungan gas karbon monoksida (CO) di gedung uji tinggi.
2. Alat ini mampu meningkatkan K3 penguji pada saat proses pelaksanaan pelayanan pengujian kendaraan bermotor dengan mengirimkan peringatan lampu led dan *Buzzer* sebagai tanda bahwa kandungan gas karbon monoksida (CO) terlalu tinggi.