



SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA DI KAWASAN INDUSTRI DENGAN NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT

Bartolomius Harpad¹⁾, Salmon²⁾, Rizky Meizal Saputra³⁾

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, STMIK Widya Cipta Dharma

³Program Studi Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma

^{1,2,3}Jln. Prof. Moh. Yamin No 25 Samarinda, 75123

E-mail : arvenusharpad@gmail.com¹⁾, sal.rst13@gmail.com²⁾, Rizkymeizal27@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk dapat membuat sistem untuk memonitoring kualitas udara seperti CO, NO₂ dan H₂S yang ada disekitar kawasan industri yang terhubung dengan web dengan *output* berupa informasi yang ditampilkan di LCD dan website serta memberikan peringatan berupa *buzzer* yang ada di alat sistem monitoring tersebut. Nantinya penelitian ini dapat membantu industri monitoring kualitas udara diawasannya.

Penelitian ini dilakukan Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda (Baristand Industri Samarinda) yang berlokasi di Jalan MT. Haryono / Banggeris No. 1, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan wawancara yang mengajukan pertanyaan-pertanyaan serta dengan cara observasi, yaitu mengadakan pengamatan secara langsung ke kantor dandalam penelitian ini metode pengembangan sistem yang digunakan yaitu *Prototype*.

Kata Kunci: *NodeMCU ESP32, Kualitas Udara, IOT*

1. PENDAHULUAN

Teknologi berbasis mikrokontroler pada saat ini terjadi dengan sangat cepat. Kemajuan ini dapat dirasakan dengan munculnya banyaknya peralatan mutakhir yang bisa dioperasikan dengan menggunakan komputer maupun beberapa tombol sederhana. Hampir keseluruhan peralatan elektronik yang berada disekitar kita telah dikendalikan dengan adanya mikrochip dan mikrokontroler, bahkan dalam skala kecil seperti pabrik pembuatan mobil dan motor. Kemajuan teknologi secara langsung telah membantu umat manusia lebih mudah melakukan hal yang dianggap sulit.

Pencemaran udara saat ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Saat ini pencemaran udara menjadi masalah penting yang dapat mengancam kehidupan manusia. Sumber penyebab pencemaran udara ini berasal dari berbagai sumber, baik sumber biologis maupun non biologis antara lain: asap, kendaraan bermotor, asap pabrik, limbah industri, limbah rumah tangga, dan lain-lain. Dan dampak yang ditimbulkan yaitu penurunan kualitas udara, mengakibatkan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Pertumbuhan pembangunan seperti industri, transportasi, dan lain-lain disamping memberikan dampak positif namun disisi lain akan memberikan dampak negatif dimana salah satunya berupa pencemaran udara dan kebisingan baik yang terjadi didalam ruangan maupun di luar ruangan yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan terjadinya penularan penyakit. Udara sangat berpengaruh pada kesehatan manusia, terutama udara di luar ruangan; kualitas udara yang buruk dapat

menyebabkan penyakit pada manusia. Kualitas udara yang buruk dapat ditemui di kawasan industri atau jalan raya yang padat. Pada kawasan industri khususnya sudah ada aturan khusus tentang pengendalian pencemaran udara yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, tetapi kenyataannya di beberapa kawasan industri kurang memperhatikan tentang kesehatan udara dikawasannya.

Dari pembahasan diatas, maka penulis ingin membuat alat untuk monitoring kualitas udara di kawasan industri berbasis NodeMCU ESP32 dengan menggunakan *website*. Pada penelitian ini gas yang di monitoring yaitu gas Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), dan Hidrogen Sulfida (H₂S). Lalu data akan dapat dilihat di LCD dan dipantau melalui *website*. kesehatan udara dikawasannya.

2. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Dengan munculnya permasalahan-permasalahan diatas dan untuk menghindari Analisa yang berkepanjangan dan luasnya ruang lingkup maka pembahasan ini di batasi dengan :

1. Zat yang dipantau yaitu gas CO, NO₂, dan H₂S.
2. Penelitian dilakukan di Baristand Industri Samarinda.
3. Sensor gas yang digunakan sensor MQ-135, MQ-8, dan MQ-7.
4. Kontroler yang digunakan NodeMCU ESP32.
5. Harus tersambung di area yang ada jangkauan WiFi.



6. Batas normal kadar gas adalah >25 PPM untuk gas CO. Untuk gas NO₂ adalah >5 PPM dan gas H₂S adalah 25 PPM.

3. BAHAN DAN METODE

Adapun bahan dan metode yang digunakan dalam membangun sistem pakar ini yaitu:

3.1 Pencemaran Udara

Menurut Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982, Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (RI) nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam atmosfer oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan / atau komponen lain ke dalam atmosfer oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara.

Isu penting saat ini bagi sebagian besar masyarakat di dunia saat ini adalah perubahan iklim secara global yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan merupakan salah satu masalah penting yang sedang dihadapi oleh beberapa negara di dunia dan Indonesia saat ini, dimana permasalahan tersebut semakin meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi di kota-kota besar. Beberapa isu global yang hingga saat ini menjadi pembicaraan hangat adalah adanya pemanasan global yang memicu terjadinya perubahan iklim yang disebabkan oleh cemaran dari gas rumah kaca.

Untuk mengantisipasi dan menanggulangi dampak pencemaran udara terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan perlu adanya upaya-upaya nyata dari semua pihak baik instansi pemerintah, swasta, perguruan tinggi dan masyarakat luas sesuai dengan bidang tugas masing-masing. Upaya penanggulangan pencemaran udara pada dasarnya ditujukan untuk meningkatkan mutu udara untuk kehidupan. Upaya ini meliputi pencegahan dan penanggulangan pencemaran serta pemulihan mutu udara dengan melakukan inventarisasi mutu udara ambien, pencegahan sumber pencemar baik sumber pencemar bergerak maupun tidak bergerak dan gangguan pencemaran udara.

3.2 Jenis Polutan Pencemaran Udara

3.2.1 Karbon Monoksida

Menurut Kosegeran, Victor V. (2013) Karbon monoksida (CO) adalah gas hasil pembakaran yang bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan, sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Gas karbon monoksida (CO) terdapat cukup banyak di udara, dimana gas ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida mempunyai ciri yang tidak berbau, tidak terasa, serta tidak berwarna. Kendaraan bermotor memberi andil yang besar dalam peningkatan kadar CO yang membahayakan. Di dalam semua polutan udara maka CO adalah pencemar yang paling utama.

Karbon monoksida yang meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor. Nilai ambang batas CO di tempat kerja yaitu 25 ppm. Keadaan normal kadar karbon monoksida di dalam darah berkisar antara 0,2%-1,0%, dan rata-rata sekitar 5% COHb. Untuk nilai ambang batas karbon monoksida bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi Bahaya Karbon Monoksida

Konsentrasi CO diudara (PPM)	Gangguan pada tubuh
3-5	Belum Terasa
10	Sistem Syarat Sentral
20	Panca Indra
40	Fungsi jantung
60	Sakit kepala
80	Sulit bernafas
100	Pingsan – kematian

3.2.2 Nitrogen Dioksida

Handoko, Elvin Dwi (2020) Nitrogen dioksida adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi kualitas udara dan berbahaya bagi makhluk hidup. Dampak dari NO₂ terhadap tubuh manusia dapat menyebabkan pembengkakan paru-paru yang mengakibatkan penderita mengalami sulit bernafas dan juga dapat mengiritasi sistem pernafasan, mengiritasi tenggorokan dan mengakibatkan rasa sakit pada bagian dada.

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi No Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja menyatakan bahwa nilai ambang batas maksimal gas nitrogen dioksida (NO₂) adalah 3 – 5 PPM dalam pekerjaan sehari – hari selama 8 jam sehari atau 40 jam minggu.

Dampak pencemaran Nitrogen Dioksida (NO₂) yang lain adalah sebagai berikut :



1. Terhadap alat pernafasan
Iritasi terhadap paru akan menyebabkan edema paru setelah terpapar oleh gas NO₂ selama 48-72 jam, apabila terpapar dengan dosis yang meningkat akan menjadi fatal.
2. Terhadap mata
Iritasi mata dapat terjadi apabila NO₂ berupa uap yang pekat.
3. Terhadap kulit
Iritasi terhadap kulit terjadi apabila kulit kontak dengan uap air nitrogen akan menyebabkan luka bakar.
4. Efek lain (terhadap darah)
Kadar nitrogen pada konsentrasi tertentu dapat bereaksi dengan darah.

3.2.3 Hidrogen Sulfida (H₂S)

Menurut ATSDR (2016), Hidrogen Sulfida (H₂S) merupakan salah satu gas yang berbahaya bagi manusia adalah gas Hidrogen Sulfida dimana gas Hidrogen Sulfida (H₂S) biasanya dikenal sebagai bau rawa yang tidak mempunyai warna, mempunyai sifat beracun dan mudah terbakar serta mempunyai karakteristik aroma bau telur busuk yang sering ditemukan ditumpukan sampah yang tidak dikelola dengan baik. Hidrogen Sulfida atau H₂S ialah gas yang bersifat racun dan berbahaya terutama bagi kesehatan manusia, dalam jangka waktu yang pendek bisa melemahkan sistem pernapasan serta mematikan seseorang apabila sering menghirup gas tersebut. H₂S dengan dosis rendah mempunyai aroma seperti telur yang busuk, sedangkan pada dosis tinggi aroma seperti telur yang busuk tersebut tidak akan tercium lagi, sebab gas H₂S sangat mudah membekukan sistem syaraf serta melumpuhkan indera penciuman. Untuk nilai ambang batas Hidrogen Sulfida bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Bahaya Hidrogen Sulfida

Konsentrasi H ₂ S di udara (PPM)	Efek Pada Manusia
0.13	Bau minimal yang masih terasa
4.6	Mudah dideteksi, bau sedang
10	Permulaan iritasi mata
27	Bau tidak enak dan tidak dapat di toleransi lagi.
100	Batuk, iritasi mata kehilangan rasa penciuman setelah 2 sampai 5 menit
200-300	Ditandai dengan konjunktivitis (pembengkakan mata) dan iritasi sistem pernafasan setelah 1 jam terkontaminasi
500-700	Kehilangan kesadaran

	cessasi (berhenti atau berhenti sejenak) sistem respirasi dan kematian
--	---

3.3 Sensor MQ-135

Menurut Novrian D, (2014), Sensor MQ-135 merupakan sebuah sensorkimia atau gas sensor. Sensor ini mempunyai nilai resistansi R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (heater) digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Pada penelitian tugas akhir ini sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi gas Nitrogen Dioksida (NO₂).



Gambar 1. Sensor Gas MQ-135

Sensor MQ-135 memiliki spesifikasi antara lain sebagai berikut :

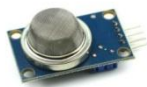
1. Sensitivitas tinggi dengan area deteksi luas
2. Berusia panjang
3. Detection gas : NH₃, NO₂, alcohol, Benzene, dan lain-lain
4. Concentration : 10 - 10000 ppm
5. Loop Voltage (V_c) : <24V
6. Heater Voltage (V_h) : 5V
7. Load Resistance (R_L): Dapat disesuaikan
8. Heater resistance (R_h) : 31 ohm
9. Heater Consumption : <900mW
10. Sensing resistance : 2K ohm - 20K ohm (pada 100ppm NH₃)
11. Slope : >=5
12. Standard operating voltage : 5V
13. Preheat time : >48 jam

3.4 Sensor MQ-8

Menurut Harianja, Ronaldo M (2018) Sensor Gas Hidrogen (MQ-8) adalah salah satu sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas hidrogen. Sensor ini juga memiliki kepekaan terhadap alkohol, gas LPG dan asap masakan namun kecil kepekaannya. Sensor ini bekerja dengan stabil dan mempunyai umur yang panjang dalam pemakaiannya. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas pada peralatan rumah tangga maupun industri. komponen elektronika untuk mendeteksi kadar gas hidrogen (dihidrogen, H₂). Sensor ini merupakan sensor gas semikonduktor yang peka terhadap gas hidrogen dengan respon pendeteksian yang cepat. Sensor MQ-8 disusun oleh tabung keramik mikro Al₂O₃ , Dioksida Tin (SnO₂) untuk lapisan sensitif, pengukur elektroda dan pemanas yang menjadi lapisan kulit yang dibuat oleh jaring plastik dan stainless steel. Pemanas menyediakan

kondisi Kerja yang diperlukan untuk pekerjaan sensitif komponen. Jika molekul gas H₂ mengenai permukaan sensor maka satuan resistansinya akan mengecil sesuai dengan konsentrasi gas, sebaliknya jika konsentrasi gas menurun akan diikuti dengan semakin tingginya resistansi maka tegangan keluarannya akan menurun.

Pengaruh perubahan konsentrasi gas dapat mengubah nilai resistansi sensor dan juga akan mempengaruhi tegangan keluarannya, sehingga perbedaan inilah yang dijadikan acuan bagi pendeteksi gas berbahaya ini. Sensor MQ-8 memiliki 6 pin, 4 pin digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin lainnya digunakan untuk menyediakan pemanasan.



Gambar 2. Sensor MQ-8

3.5 Sensor MQ-7

Menurut Hanwei (2013), Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (karbon monoksida). Sensor ini terdiri dari keramik 3 2OAl, lapisan tipis SNO₂, elektroda serta heater yang digabungkan dalam suatu lapisankerak yang terbuat dari plastik dan stainless.

Fitur dari sensor gas MQ7 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 : 5VDC, jarak pengukuran : 20 - 2000ppm untuk ampu mengukur gas karbon monoksida.

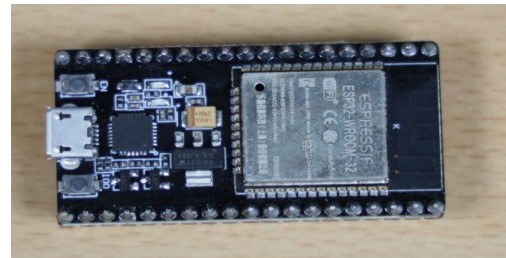
Kondisi Standar Sensor Bekerja antara lain sebagai berikut:

1. VC/(Tegangan Rangkaian) = $5V \pm 0.1$
2. VH (H)/ Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
3. VH (L)/ Tegangan Pemanas (Rendah) = $1.4V \pm 0.1$
4. RL/Resistansi Beban Dapat disesuaikan
5. RH Resistansi Pemanas = $330 \pm 5\%$
6. TH (H) Waktu Pemanasan (Tinggi) = 60 ± 1 seconds
7. TH (L) Waktu Pemanasan (Rendah) = 90 ± 1 seconds
8. PH Konsumsi Pemanasan = Sekitar 350mW

3.6 NodeMCU ESP32

Menurut Humala Sosa, M.S (2019), NodeMCU adalah sebuah platformIoT yang bersifat open source. NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP32 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan koneksi internet (WiFi) serta koneksi Bluetooth buatan Espressif System. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai boardnya ESP32. ESP32 mempunyai beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun kontrol. ESP32 adalah suatu modul yang dapat

memberikan akses mikrokontroler apapun ke jaringan WiFi. ESP32 mampu meng-hosting aplikasi atau melepas semua fungsi jaringan WiFi dari prosesor ke aplikasi lain. Penggunaan ESP32 ini berkorelasi dengan IoT, dimana dengan sistem ini dapat kita pantau dan kontrol secara nirkabel melalui jaringan. Ini memungkinkan mekanisme kendali jarak jauh yang aman bagi pengguna. Sebuah jaringan yang disiapkan bisa kita atur sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3. ESP32 DevKitC

3.7 LCD (Liquid Crystal Display)

Menurut Sinaulan, Olivia M. (2015), LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Dipasaran tampilan LCD (gambar 2.6) sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan sebagainya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang sekarang ini mulai banyak digunakan diberbagai bidang. Penampil LCD dirasakan mulai menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah puluhan tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar atau text baik monokrom (hitam atau putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan lebih banyak keuntungan dibandingkan dengan CRT, karena pada dasarnya CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.



Gambar 5. LCD 16x2

3.8 Buzzer

Menurut Rina Mardiyati, (2016), Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan

tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

Buzzer dalam hal ini dapat disebut dengan “bel listrik”. Buzzer yang kecil didasarkan pada suatu alat penggetar yang terdiri atas bahan lempengan (disk) Buzzer yang tipis (membran) dan lempengan logam tebal (piezoelektrik). Bila kedua lempengan diberi tegangan maka elektron akan mengalir dari lempengan satu ke lempengan lain, demikian juga dengan proton. Keadaan ini menunjukkan bahwa gaya mekanik dan dimensi dapat diganti oleh muatan listrik. Bila Buzzer diberi tegangan maka lempengan 1 dan lempengan 2 bermuatan listrik. Dengan adanya muatan tersebut maka kedua lempengan mengalami beda potensial. Adanya beda potensial menyebabkan lempengan 1 bergerak saling bersnetuhan dengan lempengan 2 (bergetar). Diantara lempengan 1 dan lempengan 2 terdapat rongga udara, sehingga apabila terjadi proses bergetar akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi tinggi. Proses bergetarnya lempengan 1 dan lempengan 2 terjadi sangat cepat sehingga jeda suara tidak bisa terdengar oleh telinga.oleh telinga.



Gambar 6. Buzzer

3.9 Internet Of Things (IoT)

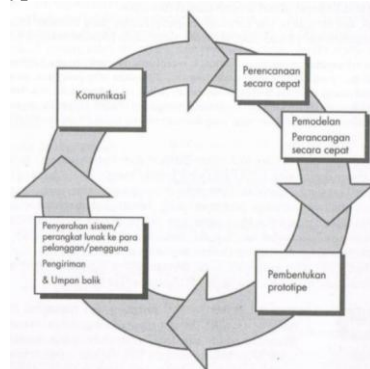
Menurut Hardiyanto (2017), Internet Of Things dapat didefinisikan kemampuan berbagi device yang saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama, dengan berbagai perangkat keras, yang diberikan identitas eksklusif dan kemampuan merelokasi data melalui jaringan internet Sehingga bisa dikatakan bahwa Internet Of Things (IoT) adalah ketika kita menyambungkan sesuatu (things) dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan yang tidak dioperasikan oleh manusia ke internet.

3.10 Website

Menurut Rohi Abdulloh (2015) Website atau disingkat web, dapat diartikan sekumpulan halaman yang terdiri dari beberapa laman yang berisi informasi dalam bentuk data digital baik berupa text, gambar, video, audio, dan animasi lainnya yang disediakan melalui jalur koneksi internet.

Website adalah sebuah cara untuk menampilkan diri di internet. Dapat diibaratkan website adalah sebuah tempat di internet, siapa saja di dunia ini dapat mengunjunginya, kapan saja mereka dapat mengetahui para pengguna lain, memberi pertanyaan kepada pengguna lain, memberikan masukan atau bahkan mengetahui dan membeli produk yang sedang dijual di internet oleh pengguna lain. Dengan website seseorang tidak harus meninggalkan aktivitasnya.

3.11 Prototype Model



Gambar 7. Prototype Model

Dari perancangan sistem ini penulis dalam pelaksanaannya menggunakan lima tahap siklus pengembangan model prototype.

1. Komunikasi. Tahap awal dari model prototype guna mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada, serta informasi-informasi lain yang diperlukan untuk membangun sistem.
2. Perencanaan secara cepat. Tahapan ini dikerjakan dengan kegiatan penentuan sumber daya, spesifikasi, untuk pengembangan berdasarkan kebutuhan sistem, dan tujuan berdasarkan pada hasil komunikasi yang dilakukan agar pengembangan sesuai dengan yang diharapkan.
3. Pemodelan perancangan secara cepat, ialah representasi atau menggambarkan model sistem yang akan dikembangkan seperti proses dengan perancangan. Dari rancangan sistem yang dibuat diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman.
4. Pembentukan prototype yaitu tahapan yang digunakan untuk membangun prototype dan menguji-coba sistem yang dibangun.
5. Penyerahan ialah tahapan yang dibutuhkan untuk mendapatkan feedback dari pengguna sebagai hasil evaluasi dari tahapan sebelumnya.

3.12 Pengujian Black-box

Menurut Warsito (2015), “black box testing adalah metode uji coba yang memfokuskan pada keperluan software. Metode pengujian black box berusaha untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori, diantaranya fungsi-fungsi yang salah atau hilang, kesalahan interface, kesalahan dalam struktur data atau akses database, kesalahan performa dan kesalahan

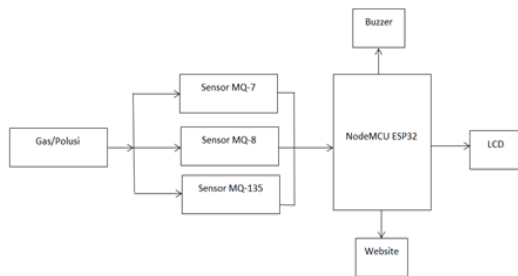


validasi data”. Black box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Jadi dapat dianalogikan seperti melihat kotak hitam yang hanya dapat dilihat dari luar tanpa mengetahui isi dalam kotaknya. Sama seperti pengujian black box, mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (interface-nya), fungsional tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detailnya.

3.13 Perencanaan Secara Cepat

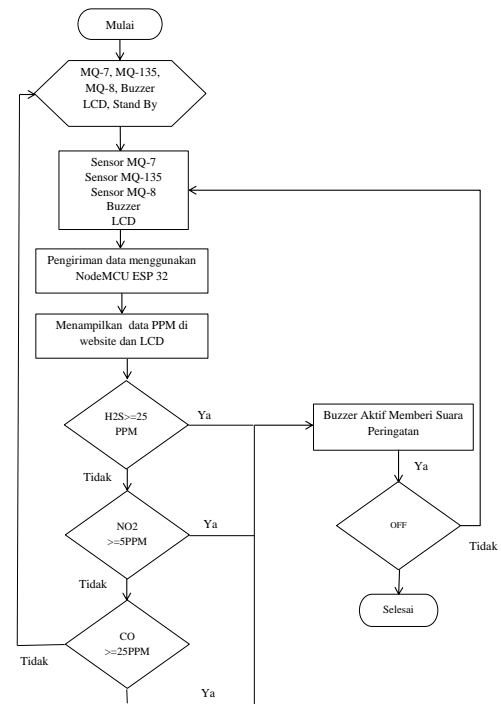
Dalam tahap ini dilakukan perancangan untuk sistem yang diusulkan yang mana tahapannya meliputi perancangan proses-proses yang akan terjadi didalam sistem:

1) Untuk menjelaskan perancangan sistem yang dilakukan dalam mewujudkan penelitian memonitoring kualitas udara di kawasan industri dengan NodeMCU ESP32, dilakukan penggambaran secara umum blok diagram sistem kerja. Dalam penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pengontrol utama alat ini serta sensor MQ-7 sebagai pendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO), sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kadar gas nitrogen dioksida (NO₂), lalu sensor MQ-8 sebagai pendeteksi kadar gas hidrogen dioksida (H₂S) yang selanjutnya akan menampilkan ke lcd hasil dari 3 sensor. Jika sensor melewati batas normal akan ada informasi tampilan tersebut melewati batas normal. Lalu akan mengirimkan ke website berupa data dan grafik serta adanya buzzer sebagai alarm apabila terdeteksi dari 3 sensor gas tadi melebihi batas normal.



Gambar 8. Blok Diagram

2) Adapun alur proses sistem atau *flowchart* pada alat sistem monitoring kualitas udara di kawasan industri, selanjutnya apabila alat dinyalakan maka ketiga sensor yaitu MQ-7, MQ-8, dan MQ-135 akan aktif dan standby. lalu LCD memberikan informasi data berupa PPM dari ketiga sensor. Lalu data dikirim melalui NodeMCU ESP32 ke website berupa informasi PPM. Jika ketiga sensor mendeteksi keberadaan gas yang >25 PPM untuk karbon monoksida, untuk nitrogen dioksida adalah >5 PPM sedangkan hidrogen sulfida adalah >25 PPM maka buzzer akan berbunyi memberi suara peringatan, Dan jika OFF, maka alat monitoring kualitas udara akan mati dan tidak dapat digunakan.



Gambar 9. Flowchart

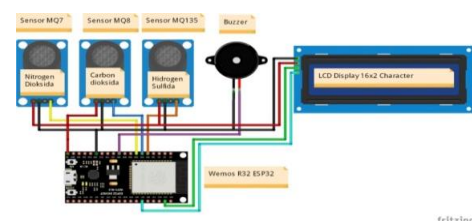
4. PEMBAHASAN

4.1 Permodelan Perancangan Secara Cepat

Merupakan pemodelan perancangan secara cepat dijelaskan bahwa tahapan ini ialah representasi atau menggambarkan model sistem yang akan dikembangkan seperti proses dengan perancangan. Sebuah perancangan yang akan menggambarkan sistem yang dibuat, sehingga pengguna dapat memperoleh gambaran dari sistem tersebut.

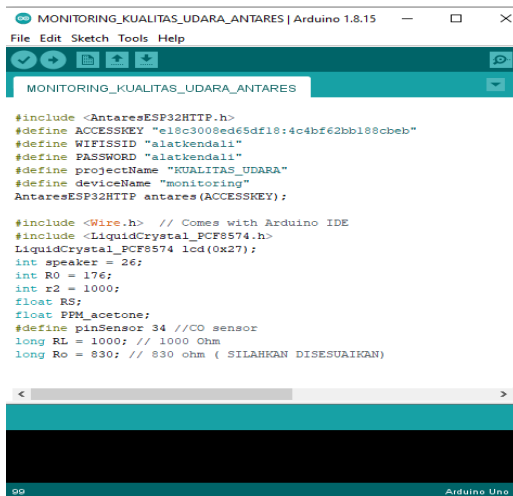
1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada alat sistem monitoring kualitas udara di kawasan industri ini adalah NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler yang memproses data dari sensor dan juga mengirimkan data ke website, sensor MQ-7 sebagai alat untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO), sensor MQ-135 sebagai alat untuk mendeteksi gas nitrogen dioksida (NO₂), sensor MQ-8 sebagai alat untuk mendeteksi gas hidrogen sulfida (H₂S). Lalu Buzzer sebagai alarm untuk memperingatkan bahwa udara sekitar melewati batas yaitu >25 PPM yang ditampilkan di lcd 16x2. Dan website sebagai menampilkan data dan grafik yang sudah di proses dari sensor dan mikrokontroler tadi.



Gambar 10. Rangkaian Komponen

2. Perangkat Lunak



Gambar 11. Arduino IDE

Perangkat lunak yang digunakan pada rancang bangun sistem monitoring kualitas udara di kawasan industri ini adalah Arduino UNO, yaitu Arduino IDE. Sebelum menggunakan alat pertama-tama harus mengupload program terlebih dahulu ke mikrokontroler arduino. Siapkan kabel arduino type A sebagai penghubung antara alat dan port yang ada di laptop. Setelah itu sambungkan kabel arduino type A tersebut. Setelah itu mengatur port yang tersambung pada menu tools arduino, Jika port sudah terbaca maka tahap selanjutnya yaitu mengubah bord dengan mencari pilihan arduino avr bord lalu pilih arduino uno. Setelah tahap pertama selesai selanjutnya perlu memasukkan libraries yang dibutuhkan. Setelah itu maka hanya perlu mengupload program dan menunggu hingga proses upload selesai.

4.2 Pembentukan Prototype

Setelah selesai melakukan perancangan, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan pembentukan prototype, yang mana pada tahap ini membuat prototype alat berdasarkan dengan desain yang telah dibuat sebelumnya dan berdasarkan dengan kebutuhan calon pengguna.

1. Proses Kerja Alat

Proses kerja alat ini diawali dengan pemberian daya pada alat melalui adaptor. Setelah Alat mendapatkan daya, maka seluruh komponen yang telah terhubung dengan alat akan aktif pun telah siap digunakan. Alat ini akan diletakkan diluar ruangan agar ketiga sensor dapat membaca dan mengukur kadar gas yang terdapat pada area kawasan yang ditentukan. Lalu apabila ketiga sensor tersebut mendeteksi gas tertentu, maka Buzzer akan berbunyi dan lcd 16x2.

Memberikan informasi data bahwa area di kawasan tersebut melewati batas tertentu. Selanjutnya website menampilkan data yang sama di lcd dan menampilkan grafik data.

2. Hasil Keluaran



Gambar 12. Tampilan Dalam Komponen

Dapat dilihat pada gambar 12 adalah gambaran alat monitoring kualitas udara menggunakan NodeMCU ESP32 yang merupakan gambar rangkaian alat yang telah dirakit agar alat ini telah siap digunakan untuk melakukan monitoring kualitas udara di daerah kawasan industri dan sekitarnya.

Bisa dilihat pada gambar 13, jika ketiga sensor mendeteksi kadar gas >25 PPM, maka buzzer akan berbunyi sebagai indikator peringatan bahwa gas di kawasan tersebut melewati batas normal yang sudah ditentukan.



Gambar 13. Buzzer

Pada gambar 14 merupakan tampilan LCD pada alat monitoring kualitas udara dengan NodeMCU ESP32, menampilkan informasi – informasi berupa data PPM yang sudah ditangkap atau dideteksi oleh ketiga sensor. Yang nantinya akan dikirimkan oleh NodeMCU ESP32 ke website agar dapat di pantau di hp atau komputer



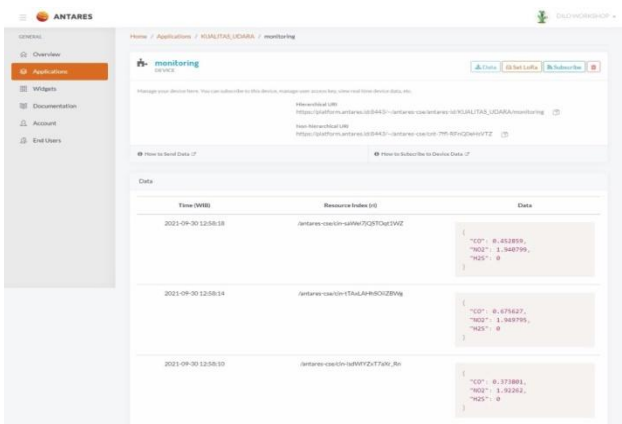
Gambar 14. LCD



Selanjutnya pada gambar 15 merupakan ketiga sensor yaitu sensor MQ-7 sebagai sensor untuk gas CO (Karbon Monoksida), sensor MQ-135 sebagai sensor untuk gas NO₂ (Nitrogen Dioksida) dan terakhir ada sensor MQ-8 sebagai sensor untuk gas H₂S (Hidrogen Sulfida).

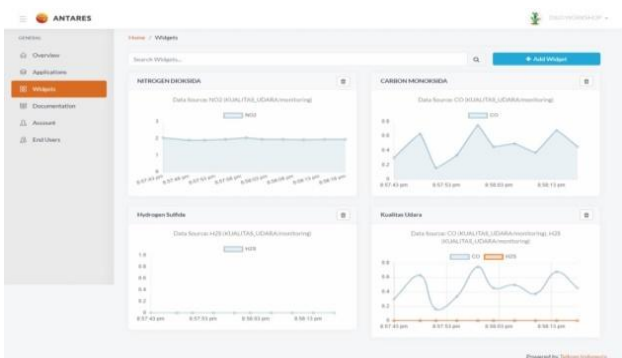


Gambar 15. Tampilan Ketiga Sensor



Gambar 16. Tampilan Grafik Antares

Pada gambar 16 adalah tampilan grafik hasil inputan dari ketiga sensor yang sudah diolah oleh NodeMCU ESP32. Dalam gambar ini menampilkan beberapa hasil informasi gas yang sudah diolah menjadi grafik.



Gambar 17. Tampilan Antares Data

Selanjutnya gambar 17 ialah tampilan informasi data berupa angka yang sudah diolah dari ketiga sensor. Pada gambar ini menampilkan informasi gas berupa data

angka yang disesuaikan setiap 5 detik untuk memproses data terbaru agar data alat ini menjadi *realtime*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dijelaskan dan pembahasan mengenai rancang bangun monitoring kualitas udara dikawasan industri dengan NODEMCU ESP32 berbasis IOT, menarik kesimpulan yaitu :

- 1) Untuk membuat alat ini dibutuhkan 6 komponen utama yaitu, NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama perangkat keras, sensor MQ-7 sebagai sensor pendeteksi gas karbon monoksida (CO), sensor MQ-135 sebagai sensor pendeteksi gas nitrogen dioksida (NO₂), sensor MQ-8 sebagai sensor pendeksi gas hidrogen sulfida (H₂N). Lcd 16x2 sebagai keluaran hasil data gas yang di tangkap dari ketiga sensor, buzzer sebagai peringatan.
- 2) Berdasarkan penelitian ini, maka dihasilkan sebuah rancang bangun monitoring kualitas udara di kawasan industri menggunakan NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan website dapat memonitoring udara gas-gas yang terdapat di kawasan industri tersebut, yang nantinya suatu industri atau pabrik dapat memantau dan memonitoring kualitas udara di kawasannya bebas dari polusi-polusi yang berbahaya.
- 3) Dari hasil pengujian pada alat ini dapat diakses data informasi yang diterima ketiga sensor melalui website.
- 4) Pada hasil pengujian didapatkan hasil bahwa alat ini ketika mendeteksi objek atau gas yang diujicoba pada jarak tertentu maka akan mendapati hasil yang sudah ditetapkan dan buzzer akan aktif. Jika melewati jarak tertentu pada alat sensor maka tidak akan kedeteksi dan buzzer tidak aktif.
- 5) Pada hasil pengujian, adanya perbedaan pada ouput ketiga sensor menyebabkan hasil di lcd dan website berbeda. Menurut hipotesis penulis dikarenakan pembulatan hasil hitungan sehingga berbeda antara LCD dan website. Di website menampilkan hasil yang sebenarnya sedangkan di LCD menampilkan hasil yang sudah dibulatkan.

6. SARAN

Saran-saran yang dapat saya berikan dalam penulisan ini, yaitu :

- 1) Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan kedepannya dapat menggunakan percobaan atau pengujian dengan berbagai sumber gas seperti Sulfur Dioksida (SO₂), Hidrogen(H), Nitrogen Oksida (NO_x) dan gas yang lain berhubungan dengan yang diteliti untuk kedepannya.
- 2) Untuk kedepannya diharapkan pengembangan penelitian ini dikombinasikan dengan beberapa tambahan sensor atau atribut yang lain, agar menjadi satu prototype IoT yang lebih efisien dan efektif.
- 3) Pada pengembangan selanjutnya, harap dikembangkan ke versi mobile (Android/IOS) untuk sistem kontrol.



4) Untuk kedepannya diharapkan dapat mengganti LCD yang agak besar dari penulis buat.

7. DAFTAR PUSTAKA

Abdulloh, Rohi, 2015. Web Progaming is Easy. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Agency Toxic Substances and Disease (ATSDR). (2016). Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide.

Andrianto, Heri & Aan Darmawan. 2016, Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung : Informatika.

Handoko, Elvin Dwi. 2020. Analisis Dampak Nitrogen Dioksida (NO₂) Di Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Hanwei. 2013. Data Sheet Gas Sensor MQ7. <http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Bioelectric/MQ7.pdf>.

Hardiyanto, R, H. 2017. Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web. Jurnal Dinamika Informasi Volume 6, No 1, Februari 2017 ISSN 1978-1660 : 87 – 97 ISSN Online 2549–8517.

Harianja, Ronaldo M. 2018. Alat Ukur Konsentrasi Gas Hidrogen Pada Air Menggunakan Sensor Mq-8. Tugas Akhir. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Humala Sosa, M.S. 2019. Perancangan Prototipe Sistem Smarhome Berbasis Iot Dengan Smartphone Menggunakan Nodemcu. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara.

Kosegeran, Victor V. (2013). Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidro Karbon (HC) Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer. Manado: UNSRAT.

Mardiati, Rina. 2016. Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman Pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32. Jurnal TELKA. Bandung. Vol.2, No.1, Mei 2016, pp. 53-61.

Novrian D. 2014. Rancang Bangun Alat Pencegah Kebakaran Dari Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Mq135 Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Skripsi. Politeknik Negeri Sriwijaya. Yogyakarta.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/X/2011 tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (RI) nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Pressman, R. S. 2015. Rekayasa Perangkat Lunak (Buku Satu). Yogyakarta: Penerbit Andi.

Putra, Pratama R. 2017. Sistem Kerja Sensor Tgs Pada Robot Lokalisasi Gas. Skripsi. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.

Raharjo, Herianto., & Rosdiana. 2014. Modul Pemrograman Web html, php &mysql rev 2, Bandung: Modula.

Santoso dan Nuralina, Radna. 2017. Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas. Jurnal Integrasi. 9(1): 86-87.

Sinaulan, Olivia M. (2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATMEGA 16. Journal Teknik Elektro dan Komputer 63.

Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982 tentang Polusi atau Pencemaran Lingkungan.