

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN SUHU BESERTA KUALITAS UDARA PADA TERMINAL ARJOSARI MALANG MELALUI WEBSITE BERBASIS ARDUINO

David Agung Nadya Atmaja

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
davidagung2@gmail.com

ABSTRAK

Terminal Arjosari merupakan terminal terpadu yang terletak di Kecamatan Blimbing yang merupakan pintu gerbang kota Malang dari arah utara. Terminal ini merupakan terminal terpadu yang melayani angkutan dalam kota, dalam provinsi maupun antar provinsi. Terminal Arjosari memiliki suatu lingkungan yang cenderung berpolutan udara yang tidak terlalu bagus, karena lingkungan tersebut selalu padat dengan transportasi yang mengeluarkan asap tidak baik bagi lingkungan. Suhu pada lingkungan tersebut juga sangatlah panas karena pohon- pohon pada lingkungan Terminal Arjosari Malang sangatlah sedikit sehingga membuat udara pada lingkungan terminal sangatlah panas sebuah pengkajian di tahun 2013 oleh Badan Internasional WHO untuk Penelitian Kanker (IARC) menyimpulkan bahwa polusi udara luar ruangan merupakan karsinogen (penyebab kanker) bagi manusia, terutama untuk kanker paru-paru. Polusi udara luar ruangan di kota dan di pedesaan diperkirakan telah menyebabkan kematian dini di seluruh dunia pada tahun 2012.

Pada penelitian ini, Pemantauan suhu dan kualitas udara sangat diperlukan pada terminal Arjosari, guna untuk membantu mengetahui informasi- informasi keadan udara dan suhu yang ditampilkan pada website secara realtime dan juga sms gateway sebagai notifikasi secara tidak langsung, yang dikirim beberapa jam sekali. Arduino Uno R3 sebagai unit pusat control, sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mengukur kadar gas CO (Karbon Monoksida), sensor MQ-135 untuk mengukur kadar gas NO₂ (Nitrogen Dioksida), serta sebuah website monitoring sebagai hasil keluaran untuk mengetahui kualitas udara pada tamm wilayah tersebut

Kata kunci : pemantauan udara, terminal arjosari, MQ-7, MQ 135, DHT11, Arduino, SMS Gateway, Air Purifier

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terminal Arjosari merupakan terminal terpadu yang terletak di Kecamatan Blimbing yang merupakan pintu gerbang kota Malang dari arah utara. Terminal ini merupakan terminal terpadu yang melayani angkutan dalam kota, dalam provinsi maupun antar provinsi. Populasi masyarakat pada Terminal Arjosari yang banyak dan sering melakukan aktifitas di lingkungan tersebut seperti contohnya pengunjung yang mencari bus, tempat parkir bus, dan kegiatan aktifitas pekerja yang bekerja terminal tersebut. Terminal Arjosari memiliki suatu lingkungan yang cenderung berpolutan udara yang tidak terlalu bagus, karena lingkungan tersebut selalu padat dengan transportasi yang mengeluarkan asap tidak baik bagi lingkungan. Suhu pada lingkungan tersebut juga sangatlah panas karena pohon- pohon pada lingkungan Terminal Arjosari Malang sangatlah sedikit sehingga membuat udara pada lingkungan terminal sangatlah panas sebuah pengkajian di tahun 2013 oleh Badan Internasional WHO untuk Penelitian Kanker (IARC) menyimpulkan bahwa polusi udara luar ruangan merupakan karsinogen (penyebab kanker) bagi manusia, terutama untuk kanker paru-paru. Polusi udara luar ruangan di kota dan di pedesaan diperkirakan telah menyebabkan kematian dini di seluruh dunia pada tahun 2012.

Untuk meminimalisir bahaya gas polutan dalam ruangan, dibutuhkan suatu system yang dapat mendeteksi dan mengurangi konsentrasi gas polutan tersebut, serta meningkatkan konsentrasi oksigen dalam ruangan. Rancang bangun alat menggunakan mikrokontroler *Arduino*. *Arduino* adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open-source*, dengan adanya *arduino* sebagai mikrokontroler banyak alat sensor yang terhubung seperti sensor *MQ135, DHT11, AirPurifier*, dsb, sehingga penulis dapat membuat rancang bangun alat system monitoring suhu dan kualitas udara di lingkungan Terminal Arjosari guna untuk memantau keadaan suhu dan kualitas udara pada lingkungan tersebut. Untuk mengetahui informasi- informasi suhu dan kualitas udara

Maka, dibuatlah *website* untuk memantau kualitas udara secara realtime sebagai notifikasi secara berapa jam sekali memberikan informasi melalui sms dan juga sebagai notifikasi genting ketika kualitas udara semakin memburuk

Pemantauan suhu dan kualitas udara sangat diperlukan pada terminal Arjosari, guna untuk membantu mengetahui informasi- informasi keadan udara dan suhu yang ditampilkan pada website secara *realtime* sebagai notifikasi secara tidak langsung, yang dikirim beberapa jam sekali. *Arduino Uno R3* sebagai unit pusat control, sensor *MQ-7* yang berfungsi untuk mengukur kadar gas CO (Karbon

Monoksida), sensor *MQ-135* untuk mengukur kadar gas NO_2 (Nitrogen Dioksida), serta sebuah website monitoring sebagai hasil keluaran untuk mengetahui kualitas udara pada Terminal Arjosari. *Air Purifier* bisa dijadikan untuk alternative dalam lingkungan dengan kualitas udara yang tidak baik. Manfaat air purifier ini bisa membantu meminimalisir bau serta asap rokok yang ada dalam ruangan dan luar ruangan bahkan tak hanya menetralkan bau atau asap, *air purifier* juga dapat membunuh virus atau bakteri yang menyebar melalui udara. *Air purifier* bisa dikatakan sebagai teknologi yang tepat saat ini untuk mendapatkan udara sehat

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana alur perancangan bangun alat pemantauan suhu dan kualitas udara Terminal Arjosari Malang?
2. Bagaimana alur kerja sistem rancang bangun alat pemantauan suhu dan kualitas udara ?
3. Bagaimana alur meng-outputkan hasil data pemantauan suhu dan kualitas udara pada website?
4. Mengapa harus menggunakan sistem *sms gateway* pada rancang bangun alat?
5. Apakah alur sistem rancang bangun alat pemantauan suhu dan kualitas udara akan bekerja optimal pada lingkungan Terminal Arjosari Malang

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak berkembang luas, adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi kasus yang dilaksanakan pada penelitian ini dilakukan di Terminal Arjosari Malang.
2. Gas polutan yang mampu terpantau pada penelitian ini yaitu Karbon monoksida (CO) dan Nitrogen dioksida (NO_2).
3. Spesifikasi papan kontrol yang digunakan yaitu Arduino Uno R3.
4. Spesifikasi module pendukung pemantauan kualitas suhu menggunakan sensor DHT 11 untuk mendeteksi suhu lingkungan,
5. Spesifikasi module pendukung pemantauan kualitas udara menggunakan sensor *MQ-7* untuk mendeteksi gas CO dan *MQ-135* untuk mendeteksi gas NO_2 ,

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan. Adapun tujuan dari penelitian yang hendak dicapai berdasarkan perumusan masalah yang telah dikemukakan.

1. Merancang dan membangun perangkat keras terintegrasi yang mampu mendeteksi dan

memantau suhu dan kualitas udara melalui website.

2. Mampu menerapkan automatic monitoring system yang mampu mengolah informasi untuk admin pada Terminal Arjosari serta pengguna website berdasarkan pengukuran sensor
3. Dapat memberikan informasi kepada pengunjung terminal dengan akurat dan tepat tentang kondisi suhu dan kualitas udara pada lingkungan terminal
4. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C pada alat dan bahasa pemrograman PHP pada website dan manajemen database menggunakan MySQL.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas udara turun hingga ke tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya

Pencemaran udara mempunyai kepentingan ekonomi, informasi yang tepat mengenai tingkat gas fitotoksik dalam atmosfer yang tercemar masih kurang. Pada suatu tempat tertentu, konsentrasi akan tergantung atas sejumlah besar faktor-faktor lingkungan termasuk jarak dari sumber pencemar, topografi, altitude (ketinggian dari permukaan laut), pencemar udara, hujan, radiasi matahari, serta arah dan kecepatan angin (Siregar E.B.M, 2005). Sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung zat pencemar, 60% dari pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitarnya 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 1992).

Penelitian ini dilakukan oleh Eko Didik Febryanto (2009) dari Universitas Muhammadiyah Surakarta, IND pada tahun 2009 yang berjudul system "*Monitoring Lingkungan Wireless Berbasis Arduino*" Teknologi nirkabel sekarang ini berkembang sangat pesat, salah satu implementasinya sudah diterapkan pada alat untuk memantau kondisi lingkungan. Saat ini alat untuk memantau kondisi lingkungan biasanya ditempatkan pada salah satu tempat yang permanen. Untuk mengatasi masalah ini peneliti mempunyai suatu gagasan penelitian yang bertujuan membuat alat untuk memantau kondisi lingkungan yang dapat di bawa kemana-mana tanpa perlu dipasang permanen pada suatu tempat. Pada penelitian ini menggunakan arduino nano sebagai kontroler dan dua buah sensor sebagai sinyal masukkan yang membaca kondisi lingkungan. Alat ini dilengkapi dengan sensor BMP180 untuk membaca kondisi lingkungan, seperti suhu, tekanan udara dan ketinggian. Selain itu, alat ini terdapat

sensor gas MQ-2 yang digunakan untuk mendeteksi adanya kadar gas di lingkungan sekitar alat. Saat mendeteksi adanya kadar gas di sekitar alat maka LED merah akan menyala sebagai indikasi adanya gas. Cara kerjanya yaitu box sistem dipasang pada *Quad Copter* untuk diterbangkan. Setelah sensor membaca data, arduino akan mengirimkan data menggunakan modul *Telemetry Kit 433 MHz transceiver*. Kemudian data akan diterima oleh modul *Telemetry Kit 433 MHz receiver* pada komputer dan hasil pembacaan sensor dapat dilihat dalam tampilan *visual*. Data akan disimpan pada data *logger* berupa *file* dalam format “.txt”.

2.2 ISPU

ISPU (Indeks Standar Pengukuran Udara) ditetapkan berdasarkan 5 pencemar utama, yaitu : karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), ozon permukaan (O₃), dan partikel debu (PM₁₀). Di Indonesia ISPU diatur berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Nomor KEP-107/KABAPEDAL/11/1997.

Tabel 2.1 Angka dan Kategori Index Standar Pencemar Udara (ISPU) dan Dampak Kesehatan

| Rentang | Kategori | Penjelasan |
|-------------|--------------------|---|
| 1 - 50 | Baik | Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan, atau nilai estetika |
| 51 – 100 | Sedang | Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif, dan nilai estetika |
| 101 - 199 | Tidak Sehat | Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika |
| 200 - 299 | Sangat Tidak Sehat | Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar |
| 300 - Lebih | Berbahaya | Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius |

2.3 Batas ISPU Dalam Satuan SI

Batas ISPU dalam satuan standar internasional adalah tetapan yang sudah ditentukan dan mutlak dalam perbandingan antara ISPU dengan satuan standar internasional yaitu *part per million (ppm)* atau bagian per sejuta. Parameter – parameter pencemar udara umumnya dinyatakan dengan satuan

part per million (ppm) atau bagian per sejuta dengan rentang satuan pencemar udara CO dan NO₂ berdasarkan ISPU dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Batas ISPU dalam Satuan SI

| ISPU | PM ₁₀ (ppm) | SO ₂ (ppm) | CO (ppm) | O ₃ (ppm) | NO ₂ (ppm) |
|------|------------------------|-----------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| 50 | 50 | 80 | 40 | 120 | 0 |
| 100 | 150 | 365 | 80 | 235 | 0.65 |
| 200 | 350 | 800 | 136 | 400 | 1.13 |
| 300 | 420 | 1600 | 272 | 800 | 2.26 |
| 400 | 500 | 2100 | 368 | 1000 | 3 |
| 500 | 600 | 2620 | 460 | 1200 | 3.75 |

Dalam menentukan ISPU dalam skala satuan internasional dapat dinyatakan dengan konsentrasi nyata ambien (ppm) ke ISPU disesuaikan dengan batasan ISPU (Analya, 2003). Dalam satuan SI seperti pada Tabel 2.2 menggunakan perhitungan:

$$I = \frac{Ia - Ib}{Xa - Xb} (Xx - Xb) + Ib$$

Dimana:

I :ISPU Terhitung

Ia :ISPU Batas Atas

Ib :ISPU Batas Bawah

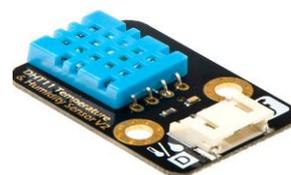
Xa :Ambien Batas Atas

Xb :Ambien Batas Bawah

Xx :Kadar Ambien Hasil Ukur

2.4 DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini **sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino**. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam *OTP* program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. *DHT11* termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat



Gambar 2.1 DHT11

2.5 Air Purifier

Air purifier adalah alat penjernih udara dalam ruangan, fungsinya sendiri yaitu untuk menyaring dan membuang segala macam polutan yang ada pada udara di suatu ruangan sob. Polutan adalah elemen yang bisa menimbulkan polusi. Ada dua macam polutan yang terdapat di udara, yaitu yang berbentuk

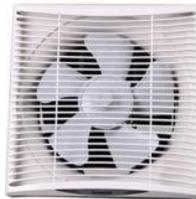
partikel mikroskopis dan berbentuk gas. Polutan yang berbentuk mikroskopis misalnya debu, serbuk, spora, jamur, virus dan bakteri. Sedangkan polutan yang berupa gas misalnya bau dari cat, produk-produk pembersih, pestisida, bau gas, dan asap rokok



Gambar 2.2 Air Purifier

2.6 Kipas Exhaust

Exhaust fan berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar, dan pada saat bersamaan menarik udara segar di luar ke dalam ruangan. Selain itu exhaust fan juga bisa mengatur volume udara yang akan disirkulasikan pada ruang. Supaya tetap sehat ruang butuh sirkulasi udara agar selalu ada pergantian udara dalam ruangan dengan udara segar dari luar luar ruangan. Exhaust fan merupakan salah satu jenis kipas angin yg difungsikan untuk sirkulasi udara dalam ruang atau rumah.



Gambar 2.3 Kipas Exhaust

2.7 MQ 2

Sensor gas asap *MQ-2* ini mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog. Sensor gas asap Gas yang dapat dideteksi diantaranya : : *LPG*, *i-butane*, *propane*, *methane* ,*alcohol*, *Hydrogen*, Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan keluarannya berupa tegangan analog.



Gambar 2.5 MQ 2

2.8 MQ135

Sensor gas *MQ-135* adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa nitrogen oksida (*NO₂*). Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (*analog*) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk

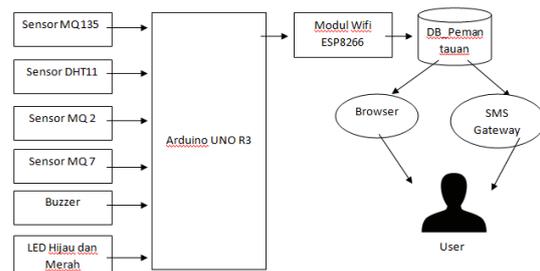
penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar



Gambar 2.6 MQ 135

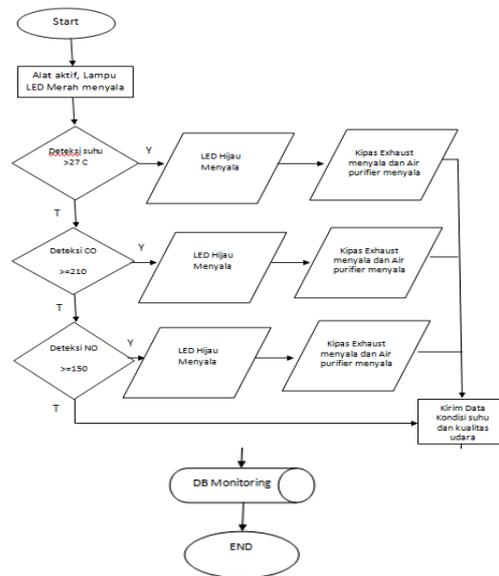
3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.1 Arduino uno digunakan untuk mengontrol beberapa komponen yang digunakan seperti, sensor MQ 135, sensor buzzer/alarm, sensor MQ2, sensor MQ 7, modul wifi ESP8266, LED dan DHT 11.

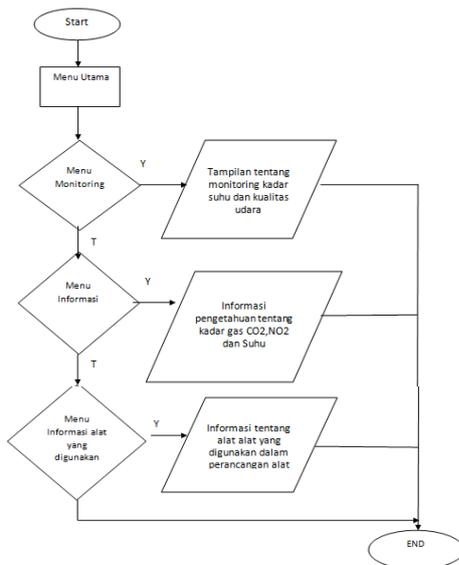


Gambar 3.1 Flowchart Hardware

Pada Gambar 3.2 menjelaskan tentang alur system hardware bekerja, mulai dari start dengan kondisi awal alat ON dan lampu LED berwarna merah setelah itu akan muncul suatu kondisi awal yaitu pendeteksian nilai suhu, ketika suhu diteksi lebih dari 27C maka akan dinyatakan suhu ruangan

atau lingkungan sekitar dalam keadaan panas, lalu akan muncul output lampu LED berwarna hijau dan akan mengaktifkan kipas exhaust dan Air purifier dengan juga secara bersamaan informasi suhu yang dimonitoring akan dikirim dalam database monitoring monitoring, jika suhu yang deteksi tidak lebih dari 27C maka melanjutkan pendeteksian kondisi yang kedua yaitu pendeteksian CO2. Ketika kualitas udara deteksi tercampur dengan CO2 dengan besar nilai ≥ 200 maka akan mengaktifkan kipas exhaust dan Air purifier dengan juga mengirim informasi nilai CO2 yang terkandung diudara ke database monitoring. Kondisi yang ketiga pendeteksian NO2 yang terkandung udara, jika nilai NO2 yang terkandung ≥ 150 maka akan mengaktifkan kipas exhaust dan Air purifier dengan juga mengirim informasi nilai NO2 yang terkandung pada udara ke database, Jika kondisi ketiga tersebut tidak terpenuhi maka langsung mengirimkan kondisi normal suhu dan kualitas udara ke database monitoring.

3.2 Flowchart Website

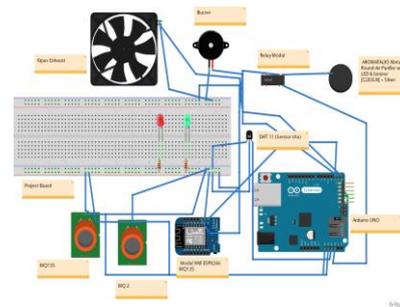


Gambar 3.2 Flowchart Web

Pada gambar 3.2 menunjukkan suatu kerja system website yang nanti akan dibuat untuk mengetahui informasi data suhu udara dan kualitas udara pada lingkungan Terminal Arjosari Malang dan berbagai informasi yang lain. Mulai (Start) untuk membuka website monitoring, setelah itu akan muncul 3 menu di website monitoring yaitu Menu Monitoring, Menu informasi, Menu alat yang digunakan. Menu Monitoring berisi data

Ganti dengan bahasa Inggris pemantauan suhu dan kualitas udara pada lingkungan kampus ITN Malang, Menu Informasi berisi tentang pengetahuan tentang kadar gas CO2, NO2, Suhu dll. Menu Informasi alat yang digunakan berisi tentang berbagai penjelasan informasi tentang alat alat dan sensor yang digunakan untuk pada perancangan alat.

3.3 Skematik Rangkaian Alat



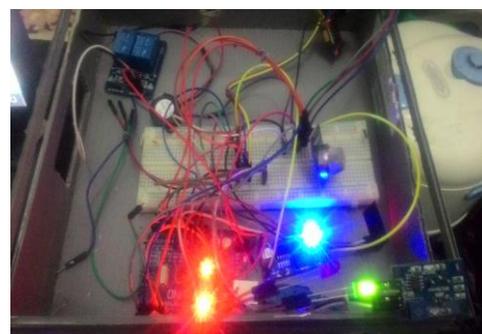
Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Alat

Pada Gambar 3.3 Skema rangkaian alat secara keseluruhan dari sistem monitoring suhu kandang berbasis web terdiri dari arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor MQ 135 sebagai pembaca kadar gas, sensor MQ 2 sebagai pembaca asap atau CO2, sensor DHT11 sebagai pembaca suhu, sensor DHT11 digunakan membaca suhu dan modul wifi ESP8266 sebagai perantara mengirim ke internet, kipas exhaust sebagai pergantian udara pada dalam ruangan dengan luar ruangan, Air Purifier sebagai penyeteril udara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Hardware

Hasil rangkaian hardware alat pemanatau udara hasil sampai saat ini seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil Rangkaian Hardware

4.2 Halaman Beranda



Gambar 4.2 Menu Beranda

Pada gambar 4.2 merupakan tampilan menu utama yaitu beranda, yang memiliki isi yaitu sekumpulan menu, profil Terminal Arjosari dan *Last date information*

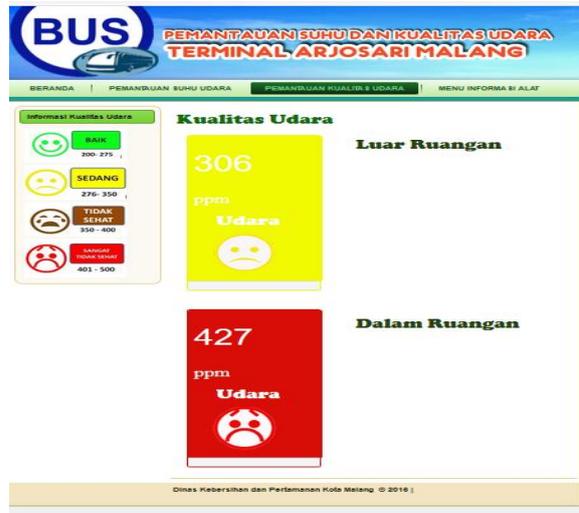
4.3 Pemantauan Suhu dan Lembab



Gambar 4.3 Menu Pemantauan Suhu dan Kelembapan

Pada gambar 4.3 merupakan Halaman yang menampilkan pemantauan keadaan udara pada terminal Arjosari

4.4 Pemantauan Kualitas Udara



Gambar 4.4 Menu Kualitas Udara

Pada gambar 4.4 merupakan tampilan halaman menu “Pemantauan Kualitas Udara” pada halaman ini berisi pemantauan status keadaan kualitas udara pada terminal Arjosari

4.5 Menu Informasi Alat



Gambar 4.5 Menu Informasi Alat

Pada gambar 4.5 merupakan tampilan halaman “Menu Informasi alat” yang menjelaskan tentang informasi- informasi alat yang dipakai

4.6 Pengujian Hardware

Pengujian hardware dilakukan dengan membandingkan kadar gas yang ditampilkan dan kadar gas yang diperoleh alat gas analyzer STARGAS 898. Kadar gas tertampil didapatkan dari data keluaran yang ditampilkan pada website pemantauan kualitas udara. Berikut pengujian nilai ADC sensor MQ-7 dan MQ-135:

4.7 Pengujian Nilai ADC Sensor MQ-135

Pengujian pembacaan nilai ADC MQ-135 dilakukan dengan cara membandingkan kadar gas yang ditampilkan dengan kadar gas yang diperoleh melalui perhitungan rumus. Pengujian nilai ADC sensor MQ-135 terdapat pada Tabel 4.2.

Pada Tabel 4.2 pengujian sensor MQ-135 yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu nilai prosentase kesalahan tertinggi yaitu 14% pada menit ke 20 dan prosentase kesalahan terendah yaitu 2% pada menit ke 30 dan rata-rata kesalahan sebesar 8.1%.

Tabel 4.2 Pengujian Nilai ADC Sensor MQ-135

| No | Menit ke | Tegangan (V) | NO2 (ppm) | | Selisih | Kesalahan (%) |
|----------------------------|----------|--------------|-------------|--------|---------|---------------|
| | | | Stargas 898 | MQ-135 | | |
| 1 | 10 | 2.11 | 0.16 | 0.145 | 0.015 | 9% |
| 2 | 20 | 2.09 | 1 | 0.86 | 0.14 | 14% |
| 3 | 30 | 1.78 | 1 | 0.98 | 0.02 | 2% |
| 4 | 40 | 1.64 | 1.22 | 1.32 | 0.1 | 8% |
| 5 | 50 | 1.26 | 1.1 | 1.02 | 0.08 | 7% |
| 6 | 60 | 1.04 | 1.45 | 1.31 | 0.14 | 10% |
| 7 | 70 | 0.81 | 4.55 | 4.08 | 0.47 | 10% |
| 8 | 80 | 0.79 | 5.02 | 4.88 | 0.14 | 3% |
| 9 | 90 | 0.65 | 2.1 | 1.92 | 0.18 | 9% |
| 10 | 100 | 0.57 | 2.5 | 2.27 | 0.23 | 9% |
| Rata-Rata Kesalahan | | | | | | 8.1% |

4.8 Pengujian Software

Pengujian software pada penelitian ini dengan dilakukannya pengujian komparabilitas website terhadap web browser bertujuan untuk mengetahui apakah halaman website yang dibuat dapat menampilkan keseluruhan data sesuai dengan perancangan tidak hanya satu web browser yang sering digunakan pada umumnya. Hasil uji coba komparabilitas website terhadap web browser seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Pada tahap pengujian komparabilitas website terhadap web browser 98% berjalan pada ketiga web browser. Namun pada halaman grafik perubahan, grafik tidak dapat muncul pada Internet Explorer namun pada pengujian web browser lainnya dapat tampil dengan semestinya.

Tabel 4.2 Pengujian Komparabilitas Software terhadap Web Browser

| No | Aspek Pengujian | Mozilla Firefox versi 33.0.1 | Internet Explorer Windows 8.1 | Google Chrome versi 54.0 |
|----|--|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1. | Menampilkan informasi CO, NO2 dan kualitas udara sekarang | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Menampilkan Terminal Arjosari Maps | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | Menampilkan Grafik Perubahan CO, NO2 dan kualitas udara sekarang | ✓ | x | ✓ |
| 4 | Menampilkan Grafik Perubahan tanggal tertentu | ✓ | x | ✓ |
| 5 | Menampilkan Laporan CO, NO2 dan kualitas udara sekarang | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | Menampilkan Laporan berdasarkan tanggal tertentu | ✓ | ✓ | ✓ |

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dengan adanya penelitian ini, maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem yang dibuat merupakan system pemantauan udara pada taman wilayah yang dapat diakses melalui website.
2. Penggunaan website pemantauan kualitas udara ini bersifat *automatic system* dimana semua proses I/O dilakukan oleh komponen alat pemantau (*embedded system*) dan pengolahan penentuan kualitas udara oleh website sendiri sehingga pengguna dapat menggunakan website secara praktis.
3. Pada tahap pengujian komparabilitas website menggunakan 3 browser yaitu Mozilla Firefox 33.0.1, Internet Explorer Windows 8.1 dan Google Chrome 54.0 dengan prosentase komparabilitas 98% berjalan sesuai perancangan.

5.2. Saran

Website pemantauan kualitas udara ini masih memiliki kekurangan sehingga dapat dikembangkan agar menjadi lebih baik lagi. Untuk pengembangan lebih lanjut adapun beberapa saran:

1. Pemantauan udara dapat ditambah beberapa tempat lain jadi tidak hanya menampilkan informasi udara 1 tempat namun banyak tempat yang membutuhkan pemantauan udara
2. Perlu ditambahkan alat yang digunakan untuk menyeterilkan udara yang lebih canggih dan mencakup area yang luas

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Analya, D. and Nofal, M., PENGHITUNGAN INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA (ISPU) KOTA MEDAN, PONTIANAK, DAN SEMARANG TAHUN 2003 CALCULATION OF AIR POLLUTANT STANDARD INDEX IN MEDAN, PONTIANAK, AND SEMARANG 2003.
- [2] Budiraharjo, H., 1991. Pencemaran Udara di DKI Jakarta Paru.
- [3] Hidup, K.N.L., 2007. Analisis Potensi Rawan Bencana alam di Papua dan Maluku (Tanah Longsor-Banjir-Gempa Bumi-Tsunami). *Laporan Akhir. Jakarta: Depusi Bidang Pembinaan Sarana Teknis dan Peningkatan Kapasitas.*