PAPAN INFORMASI ELEKTRONIK UNTUK KUALITAS UDARA DI KAWASAN INDUSTRI SEBAGAI ALAT BANTU KENYAMANAN BERKENDARA

ELECTRONIC INFORMATION BOARD FOR AIR QUALITY IN INDUSTRIAL PARK AS RIDING AID

Galih Mustiko Aji[1*], Purwiyanto[2], Muhamad Yusuf[3]
[1,2,3]*Politeknik Negeri Cilacap, Jl. Dr. Soetomo No.1, Cilacap*

[*]*E-mail: galihma@gmail.com*

Diterima 09-10-2017	Diperbaiki 09-11-2017	Disetujui 16-11-2017

ABSTRAK

Jalan raya merupakan area paling dekat dengan area industri, selain mendapat polusi dari gas buang kendaraan bermotor juga mendapat polusi dari industri itu sendiri. Pemanfaatan lampu lalu lintas sebagai media penyebar informasi tentang kualitas udara di kawasan industri sangat dimungkinkan karena pengendara kendaraan bermotor diwajibkan untuk memperhatikan rambu lalu lintas. Papan informasi elektronik merupakan integrasi antara sensor-sensor CO, SO2, NO2, O3 dan PM10 dengan penampil Panel Dot Matriks tiga warna. Informasi yang disampaikan merupakan tingkat pencemaran udara dalam kategori sehat, tidak sehat dan berbahaya serta tindakan pertolongan pertama bagi pengendara kendaraan bermotor. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-7 (CO), MQ-136 (SO2), MiCS-2714 (NO2), MQ-131 (O3) dan Sharp GP2Y1010AU0F (PM10). Hasil pengujian didapatkan kategori sehat untuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) pada rentang 0 – 100, tidak sehat pada rentang 101 – 299 dan berbahaya untuk ISPU pada rentang >300.

Kata kunci:kualitas udara, ISPU, dot matriks, ATmega128

ABSTRACT

Road gets high level of pollution form vehicle emission and from industrial park. The use of traffic light as an information medium on air quality in the industrial park makes riders aware of the traffic light. The electronic information board is an integration among CO, SO2, NO2, O3 and PM10 sensors with dot matrix panel with three colors as the display. The information on it shows the air pollution level, whether it is included in "healthy, not-healthy, and dangerous" andd the first aid to rider if injury happens. This research uses MQ-7 (CO), MQ-136 (SO2), MiCS-2714 (NO2), MQ-131 (O3), and Sharp GP2Y1010AU0F (PM10) sensors. The result of the test showed that the "healthy" category out the Air Pollutant Standard Index was araound 0 - 100, the "not-healthy: category was around 101 - 299, and the "dangerous" category was around >300.

Keywords:*air quality, ISPU, dot matrix, ATmega128*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara pada kategori tidak sehat sesuai dengan indeks standar pencemar udara (ISPU) dapat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika [1]. Kategori ini dapat dimungkinkan tidak hanya pada area pabrik namun dapat juga merambah ke area lingkungan di sekitar pabrik. Jalan raya merupakan lokasi terdekat dan ramai lalu lalang pengguna jalan. Isyarat pelindung diri diperlukan oleh pengguna jalan di sekitar kawasan industri sebagai upaya pertolongan pertama.

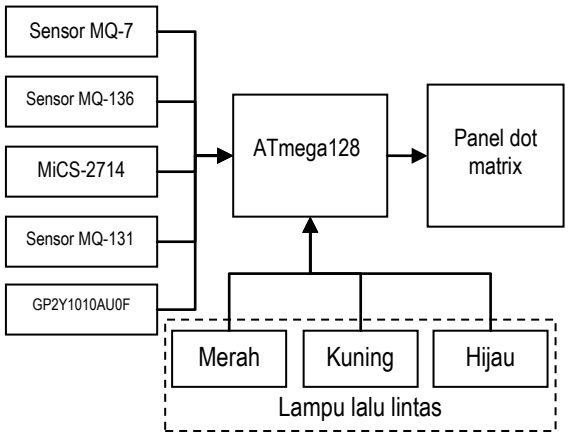
Lampu lalu lintas merupakan alat pengatur lalu lintas dimana pengguna jalan diwajibkan untuk berhenti pada saat lampu menyala merah. Kualitas udara di jalan raya sekitar kawasan industri juga berasal dari kendaraan bermotor, oleh karena itu rambu lalu lintas merupakan media penyampaian informasi paling efektif untuk memberikan informasi tentang alat pelindung diri dari pencemaran udara. Penampil indeks pencemar udara pada lampu lalu lintas yang dapat memberikan isyarat pelindung diri merupakan

informasi yang tepat dalam kenyamanan berkendara di sekitar kawasan industri.

Penampil Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang terintegrasi dengan lampu lalu lintas merupakan pengembangan teknologi pada desain dan operasi yang lebih baik dan adaptif terhadap lingkungan [2]. Penggunaan sensor-sensor pendeteksi polutan CO, SO2, NO2, O3 dan PM10 memungkinkan pengembangan yang cepat dalam penyampaian informasi pencemar udara. Panel dot matrik tiga warna memungkinkan menampilkan informasi yang lebih komunikatif.

METODOLOGI

Papan informasi elektronik untuk kualitas udara melibatkan pengontrol utama yang merupakan mikrokontroler AVR ATmega128 untuk menghubungkan sensor-sensor pencemar udara dengan panel dot matrik.Blok diagram dari sistem papan informasi elektronik untuk kualitas udara digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram blok papan informasi elektronik kualitas udara

Sensor-sensor gas digunakan untuk membaca polutan gas pencemar udara, sedangkan lampu lalu lintas digunakan untuk menyesuaikan warna lampu pada panel dot matrik. Penyesuaian warna dimaksudkan agar informasi yang disampaikan tidak mengganggu sistem rambu lalu lintas dan keselematan pengendara.

Informasi yang ditampilkan merupakan informasi tentang kategori pencemaran udara dan tindakan yang harus diambil oleh pengguna jalan baik kendaraan roda dua ataupun roda empat atau lebih. Informasi tindakan yang ditampilkan adalah tindakan pertolongan pertama untuk kategori tidak sehat dan berbahaya. Adapun informasi yang ditampilkan seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Informasi berdasarkan kategori pencemaran udara [3]

Kategori ISPU	Informasi	Warna ISPU	Warna Informasi
Baik	"Udara Sehat"	Hijau	Dominan hijau
Sedang	"Udara Sehat"	Biru	Dominan hijau
Tidak Sehat	"Udara Tidak Sehat" "Gunakan Masker" "Tutup Kaca Mobil"	Kuning	Dominan Merah
Sangat Tidak Sehat	"Udara Tidak Sehat" "Gunakan Masker" "Tutup Kaca Mobil"	Merah	Dominan Merah
Berbahaya	"Udara Berbahaya" "Hindari Keluar Rumah"	Hitam	Dominan Merah

Implementasi pada lampu lalu lintas warna pada penampil informasi perlu mendapat penyesuaian. Tabel 2 berikut merupakan penyesuaian warna infomasi dengan sistem lampu lalu lintas.

Tabel 2 Penyesuaian warna lampu lalu lintas dan penampil informasi

Kategori	Warna Lalu Lintas	Warna Informasi
Baik dan Sedang	Merah	Putih
	Hijau	Hijau
Tidak Sehat, Sangat Tidak Sehat dan Berbahaya	Merah	Merah
	Hijau	Putih

Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri atau mobil. Sensor MQ-7 memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida, stabil dan berumur panjang. Rentang deteksi antara 20 ppm sampai dengan 2000ppm [4].



Gambar 2 Sensor MQ-7

Sensor MQ-136

Sensor gas MQ-136 memiliki bahan yang sensitif terhadap SnO2 dengan konduktivitas rendah pada udara bersih. Pada target gas SO2, konduktivitas sensor lebih tinggi seiring dengan kenaikan konsentrasi gas. Selain SO2, sensor MQ-136 dapat digunakan untuk mendeteksi uap lain yang mengandung Sulfur. Rentang deteksi sensor gas MQ-136 untuk gas SO2 adalah dari 1-200 ppm [5].



Gambar 3 Sensor MQ-136

Sensor MiCS-2714

Sensor MiCS-2714 merupakan sensor MEMS yang digunakan untuk mendeteksi Nitrogen Dioksida. Sensor MiCS-2714 memiliki rentng deteksi antara 0,05-10 ppm [6].



Gambar 4 Sensor MiCS-2714

Sensor MQ-131

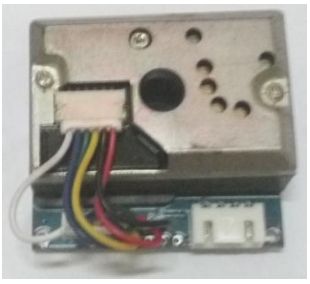
Sensor MQ-131 merupakan sensor semikonduktor untuk mendeteksi Ozone. Sensor MQ-131 mampu mendeteksi gas Ozone pada rentang konsentrasi 10-1000 ppm [7].



Gambar 5 Sensor MQ-131

Sensor Sharp GP2Y1010AU0F

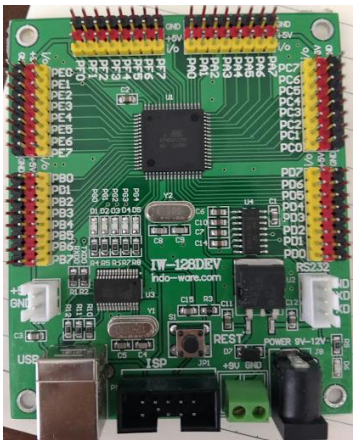
Merupakan sensor debu jenis optik yang memiliki *output* analog 0 sampai dengan 5 Volt DC. Untuk mendeteksi debu, cahaya lensa diposisikan saling berhadapan sehingga apabila ada debu masuk akan memotong cahaya dan mendeteksi pantulan cahaya tersebut. Rentang pembacaan sensor antara 0 ppm sampai dengan 500 ppm [8].



Gambar 6 Sensor Sharp GP2Y1010AU0F

ATmega128

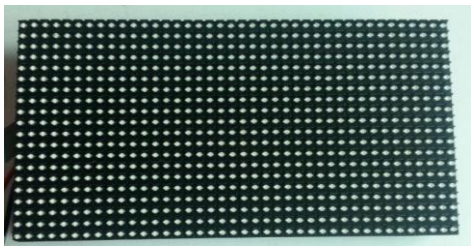
ATmega128 adalah mikrokontroler 8-bit RISC keluaran Atmel dari keluarga AVR. Mikrokontroler ATmega128 memiliki 53 I/O, EEPROM sebesar 4 kByte, Flash 128 kByte, PWM, ADC, ISP/JTAG Interface [9].



Gambar 7 ATmega128

Panel Dot Matrix P10 RGB

Merupakan dot matriks yang disusun dalam panel dengan ukuran LED 32x16 piksel. Panel dot matriks sudah dilengkapi dengan shift register sehingga mudah untuk diaplikasikan. Panel dot matriks tipe P10 berarti jarak antar LED adalah sebesar 10 mm atau 1 cm, sehingga dimensi untuk satu panel adalah 32 cm x 16 cm.



Gambar 8 Panel Dot Matrix P10 RGB

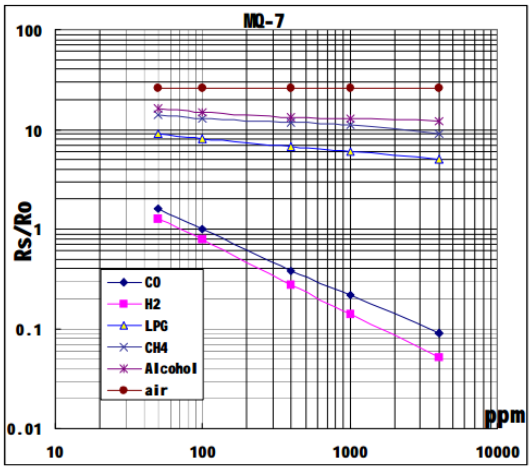
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan miniatur lampu lalu lintas. Sistem lampu lalu lintas dibuat sedemikian rupa untuk dapat berpindah dari nyala lampu merah ke hijau, hijau ke kuning, dan kuning ke merah berulang secara terus-menerus.

A.Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor dalam sistem yang dibuat. Masing-masing sensor diberi catu daya dan diberi waktu pemanasan sesuai yang direkomendasikan.

Pengujian gas CO untuk sensor MQ-7 menggunakan alat pembanding CO Meter. Dari pengujian didapatkan nilai resistansi pada 100 ppm gas CO (Ro) adalah sebesar 21,45 Ohm. Merujuk pada grafik karakteristik pada Gambar 9 yang diambil dari datasheet MQ-7 maka didapatkan hasil pengukuran sensor MQ-7 seperti pada Tabel 3.



Gambar 9Karakteristik sensor MQ-7 [4]

Tabel 3 Pengujian sensor MQ-7

Pengukuran ke-	CO Meter (ppm)	Sensor MQ-7 (ppm)
1	105	108
2	320	320
3	500	505
4	821	822
5	870	880

Berdasarkan pengujian telah membuktikan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor MQ-7 tidak jauh berbeda dengan CO Meter. Jadi, sensor MQ-7 cukup layak untuk digunakan dalam sistem.

Pengujian sensor MQ-136 digunakan untuk mengukur besar polutan SO2. Digunakan nilai RL yang diambil dari trimpot pada rangkaian sensor sebesar 11,5 kΩmenunjukkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Pengujian sensor MQ-136

Pengujian ke-	VRL (Volt)	Kadar SO2 (ppm)
1	0,30	57
2	0,26	50
3	0,24	45
4	0,22	42

Nilai Rs yang diproses oleh mikrokontroler ATmega128 sangat fluktuatif. Oleh karena itu digunakan prinsip rata-rata pada pembacaan ADC dari hasil 10 kali konversi ADC untuk mengurangi fluktuasi pada hasil pembacaan.

Sensor gas MiCS-2714 digunakan untuk mendeteksi polutan gas NO2. Hasil pengujian sensor MiCS-2714 ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Pengujian sensor MiCS-2714

Pengujian ke-	Kadar NO2 (ppm)
1	1,94
2	2,06
3	4,70

Sensor MQ-131 digunakan untuk mengukur polutan O3. Hasil pengujian sensor MQ-131 ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Pengujian sensor MQ-131

Pengujian ke-	VRL (Volt)	Kadar O3 (ppb)
1	2,10	125
2	2,21	49
3	2,30	25
4	2,52	20

Sensor Sharp GP2Y1010AU0F digunakan untuk mendeteksi partikel debu. Hasil pengujian sensor Sharp GP2Y1010AU0F ditunjukkan pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Pengujian sensor GP2Y1010AU0F

Pengujian ke-	Kadar NO2 (ppb)
1	0,07
2	0,12
3	0,20

Untuk mendapatkan rentang polutan dalam ISPU maka digunakan persamaan berikut [5]:

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

Dimana:
I = ISPU terhitung
Ia = ISPU batas atas
Ib = ISPU batas bawah
Xa = Ambien batas atas
Xb = Ambien batas bawah
Xx = Kadar ambien nyata hasil pengukuran

Batas indeks standar pencemar udara dalam satuan SI ditunjukkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Batas ISPU dalam satuan SI [3]

ISPU	PM10 (ug/m3)	SO2 (ug/m3)	CO (ug/m3)	O3 (ug/m3)	NO2 (ug/m3)
50	50	80	5	120	(2)
100	150	365	10	235	(2)
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57,5	1200	3750

Nilai ISPU dari kelima polutan akan bernilai berbeda-beda untuk setiap kondisi dan tempat. Nilai ISPU yang ditampilkan dalam papan informasi adalah ISPU tertinggi yang terukur [5].

B.Pengujian Papan Informasi

Hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor-sensor gas ditampilkan dalam satuan ISPU untuk memberikan informasi tentang kategori kualitas udara dan informasi pertolongan pertama yang ditampilkan pada Panel dot matriks tiga warna.

Pengujian pertama dilakukan untuk ISPU kurang dari 100 untuk tiap-tiap polutan yang ditunjukkan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9 Pengujian ISPU <100

Gas Polutan	ISPU
CO	90
SO2	80
NO2	57
O3	35
PM10	50

Nilai ISPU tertinggi adalah untuk gas CO sebesar 90, maka untuk lampu lalu lintas berwarna hijau informasi yang ditampilkan ditunjukkan pada Gambar 10 dan untuk lampu lalu lintas berwarna merah informasi yang ditampilkan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10 Informasi ISPU <100 dan lampu lalu lintas berwarna hijau



Gambar 11 Informasi ISPU <100 dan lampu lalu lintas berwarna merah

Pengujian kedua dengan meningkatkan konsentrasi polutan sampai ISPU antara 101 sampai dengan 299 yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10Pengujian ISPU 101-299

Gas Polutan	ISPU
CO	131
SO2	110
NO2	70
O3	39
PM10	90

Nilai ISPU tertinggi adalah untuk polutan CO dengan nilai ISPU 131. Pada saat lampu lalu lintas berwarna hijau, informasi yang ditampilkan adalah seperti pada Gambar 12 dan pada saat lampu lalu lintas berwarna merah, informasi yang ditampilkan ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 12 Informasi ISPU 101-299 dan lampu lalu lintas berwarna hijau



Gambar 13 Informasi ISPU 101-299 dan lampu lalu lintas berwarna merah

Pengujian ketiga dengan meningkatkan konsentrasi polutan sampai ISPU >300 yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11 Pengujian ISPU >300

Gas Polutan	ISPU
CO	171
SO2	130
NO2	90
O3	190
PM10	302

Nilai tertinggi adalah untuk polutan PM10 dengan nilai ISPU 302. Informasi yang ditampilkan pada saat lampu lalu lintas berwarna hijau ditunjukkan pada Gambar 14 dan informasi pada saat lampu lalu lintas berwarna merah ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 14 Informasi ISPU >300 dan lampu lalu lintas berwarna hijau



Gambar 15 Informasi ISPU >300 dan lampu lalu lintas berwarna merah

Pada saat udara tidak sehat selain informasi kualitas udara juga menampilkan tindakan pertolongan pertama bagi pengguna jalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16 Informasi tindakan pertolongan pertama pada kondisi udara tidak sehat

Pada saat kualitas udara berbahaya informasi pertolongan pertama yang ditampilkan ditunjukkan seperti pada Gambar 17 di bawah ini.



Gambar 17 Informasi tindakan pertolongan pertama pada kondisi udara berbahaya

KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa pengujian sensor-sensor dapat menunjukkan kinerja yang cukup baik dan hasilnya dapat ditampilkan pada rentang ISPU.

Papan informasi elektronik sebagai media penampil informasi, dapat memberikan informasi tentang kualitas udara dengan warna yang dapat disesuaikan dengan kondisi traffic light. Dimana informasi udara sehat antara ISPU 0 – 100, udara tidak sehat pada rentang ISPU antara 101-299, dan udara berbahaya pada rentang ISPU >300. Selain informasi kualitas udara, papan informasi elektronik juga menampilkan informasi tindakan pertolongan pertama pada kondisi udara tidak sehat dan berbahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai padaPenelitianDosenPemulaTahun 2017 dariDirektoratRisetdanPengabdian Masyarakat, KementeriatRiset, Teknologidan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Satra, Ramdan. “Pengembangan sistem monitoring pencemar udara berbasis protokol Zigbee dengan sensor CO”. Jurnal Ilmiah ILKOM Vol. 8 No. 1 (2016)

[2] T. Heinroth and W. Minker, “Next Generation Intelligent Environments: Ambient Adaptive Systems”, Springer, Sept.2011.

[3] Keputusan Kepala Bapedal No. 107 Tahun 1997 Tentang “Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara”.

[4] Technical Data MQ-7 Gas Sensor https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf

[5] Technical Data MQ-136 Gas Sensor http://www.sensorica.ru/pdf/MQ-136.pdf

[6] The MiCS-2714 is a compact MOS sensor https://www.sgxsensortech.com/content/uploads/2014/08/1107_Datasheet-MiCS-2714.pdf

[7] Ozone Gas Sensor https://www.terraelectronica.ru/%2Fds%2Fpdf%2F3%2F3mq131.pdf

[8] Compact Optical Dust Sensor https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf

[9] ATmega128 – 8-bit AVR Microcontrollers http://www.atmel.com/images/doc2467.pdf