

Pengaturan Kecepatan Exhaust Fan Berdasarkan Tingkat Polusi Asap Menggunakan VSD Berbasis PLC Dan HMI

R. Jasa Kusumo Haryo
Program Studi Teknik Listrik Politeknik
Negeri Madiun
Kota Madiun Provinsi Jawa Timur
Indonesia
jasakusumo@pnm.ac.id

Afrido Agung Permana
Program Studi Teknik Listrik Politeknik
Negeri Madiun
Kota Madiun Provinsi Jawa Timur
Indonesia
afridoagungpermana@gmail.com

Yuli Prasetyo
Program Studi Teknik Listrik Politeknik
Negeri Madiun
Kota Madiun Provinsi Jawa Timur
Indonesia
yuliprasetyo2224@pnm.ac.id

Abstrak— Berdasarkan tingkat kualitas udara bersih dilingkungan kerja atau didalam ruang kerja adalah 25-50 CFM OA Per penghuni, Pada umumnya polusi asap dalam ruangan industri sangat kurang dari standar, sehingga menyebabkan masalah kesehatan yang berdampak panjang atau pendek bagi pegawai, selain dampak kesehatan yang disebabkan oleh asap bisa juga dapat mengganggu kenyamanan para pegawai dalam tempat kerja yang memungkinkan bisa menurunkan tingkat produktivitas. Oleh sebab itu dibutuhkan alat untuk mengurangi polusi asap serta dapat mengkondisikan udara agar tetap segar didalam ruangan kerja, maka diperlukan *Exhaust Fan* yang akan mengatur sirkulasi udara. Namun kebanyakan *Exhaust Fan* bekerja secara manual dan tidak diatur secara otomatis sehingga memiliki kecepatan putar yang konstan pada nilai tertentu untuk mengatur sirkulasi udara. Oleh karena itu untuk mengatur kecepatan *Exhaust Fan* harus diatur sesuai kebutuhan berdasarkan tingkat polusi asap, salah satu cara untuk mendeteksi keberadaan asap menggunakan sensor asap Mq-135. Sensor asap Mq-135 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan asap, sensor asap Mq-135 mengeluarkan sinyal analog yang masuk ke input PLC setelah itu PLC mengeluarkan analog output yang masuk pada VSD, setelah itu VSD berfungsi untuk mengatur kecepatan *Exhaust Fan*. *Exhaust fan* sendiri berfungsi untuk menyedot asap yang ada didalam ruangan tersebut. Dengan adanya alat tersebut diharapkan dapat mengurangi polusi asap pada ruangan kerja pabrik sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan nyaman pegawai..

Kata kunci— *Sensor Asap Mq135, Programmable logic controller (PLC), Ventricular Septal Defect (VSD), Exhaust fan*

I. PENDAHULUAN

Pada Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) menerangkan seberapa bersih atau tercemarnya kualitas udara dan bagaimana dampaknya terhadap kesehatan setelah menghirup udara selama beberapa jam atau hari. Penempatan ISPU mempertimbangkan tingkat mutu udara terhadap kesehatan manusia. ISPU menetapkan 5 pencemaran utama yaitu, karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), ozon permukaan (O₃), dan partikel debu (PM₁₀). Pencemaran udara menurut level ISPU dari 0-50 tergolong baik dan tidak memberikan

dampak buruk bagi kesehatan manusia. 100-299 tergolong sangat tidak sehat dan merugikan kesehatan manusia.

Pada umumnya polusi asap area di industri itu kurang dari standar udara bersih, sehingga dapat menyebabkan masalah kesehatan yang berdampak panjang dan pendek bagi karyawan, selain itu juga mengganggu kenyamanan para pegawainya di dalam tempat kerja yang memungkinkan bisa menurunkan tingkat produktivas. Oleh sebab itu dibutuhkan alat untuk mengurangi polusi asap serta dapat mengkondisikan udara agar tetap bersih di dalam ruang kerja, maka diperlukan *exhaust fan* yang akan mengatur sirkulasi udara secara otomatis menggunakan VSD sebagai pengatur kecepatan. Namun kebanyakan *exhaust fan* bekerja secara manual, dan tidak diatur secara otomatis sehingga memiliki kecepatan putar yang konstan pada nilai tertentu untuk mengatur sirkulasi udara.

Oleh karena itu untuk kecepatan *exhaust fan* harus diatur sesuai kebutuhan berdasarkan kandungan gas karbon monoksida atau asap pabrik. Salah satu cara mendeteksi gas di dalam ruangan adalah menggunakan sensor asap MQ-135. Sensor MQ-135 mengeluarkan sinyal analog input yang masuk ke input PLC. PLC (*Programmable Logic Controllers*) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, Sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Setelah itu PLC mengeluarkan sinyal analog output yang masuk ke VSD. VSD (*variable speed drive*) merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor. setelah itu VSD berfungsi untuk mengatur kecepatan *exhaust fan*. *Exhaust fan* sendiri berfungsi untuk menyedot asap yang ada di dalam ruangan tersebut..

II. METODOLOGI

Pada pembuatan Pengaturan Kecepatan Exhaust Fan Berdasarkan Tingkat Polusi Asap Menggunakan Vsd Berbasis Plc Dan Hmi alat – alat yang digunakan untuk merancang

perangkat keras dan sistem kontrol, maka dibutuhkan alat – alat yang akan dijelaskan sebagai berikut

A. Perencanaan Komponen

Spesifikasi alat atau komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat ini sebagai berikut:

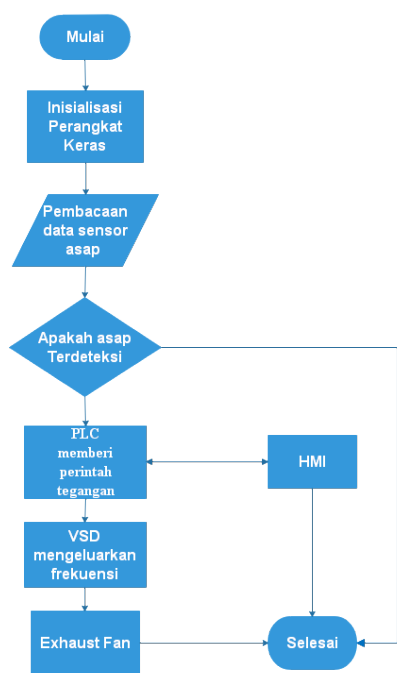
- 1) Smart Relay
- 2) HMI
- 3) VSD
- 4) Exhaust Fan
- 5) Sensor Asap Mq-135

B. Flowchat

Flowchat dan skema dibuat bertujuan untuk memudahkan pembaca maupun penulis mengenai proses dari cara kerja sebuah alat. Dengan membuat diagram dan skema dapat terlihat jelas cara kerja dari alat yang dibuat. Berikut merupakan Flowchat dan skema dari alat yang akan dibuat:

1) Flowchat

Pada dibawah ini adalah flowchat dari alat tersebut



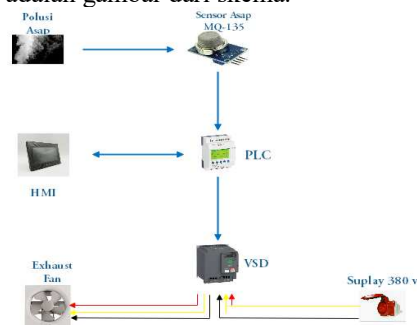
Pertama inisialisasi tegangan menggunakan sensor asap yang dibaca oleh PLC saat tegangan sudah normal sensor asap dapat memberi data pada PLC untuk memberikan input ke VSD dan menggerakkan *exhaust fan*, bila sensor asap mendeteksi tingkat polusi asap yang ringan maka PLC akan memerintahkan VSD untuk mengeluarkan frekuensi rendah, bila tingkat polusi asap tinggi maka PLC akan memerintahkan VSD untuk mengeluarkan frekuensi tinggi, tinggi rendahnya frekuensi mempengaruhi kecepatan *exhaust fan*, dan dapat dimonitoring dengan HMI antara lain tegangan input fasa lampu indikator, buzzer, tingkat kepekatan asap, dan RPM motor.

Prinsip kerja dari monitoring dan sistem kontrol variable speed drive (VSD) sebagai pengatur kecepatan exhaust fan menggunakan smart relay adalah sebagai berikut :

- a. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk bisa menjalankan motor. Untuk syarat yang pertama power pada VSD dan power pada PLC harus menyala. Ketika syarat pertama terpenuhi akan memunculkan pesan command ready.
- b. Pesan command ready sudah muncul berarti sistem sudah siap diberi command atau perintah.
- c. Kemudian berikan asap pada sensor asap, asap dalam ruangan dengan nilai abang batas 10 samapai 51, lalu pengkalibrasian kecepatan VSD 250 Rpm sampai 1000 Rpm untuk dapat memerintahkan PLC memberi input pada VSD untuk mengatur kecepatan Exhaust Fan.
- d. Selama exhaust fan berjalan tanpa ada permasalahan sistem akan terus berjalan sampai ada perintah untuk berhenti atau asap tidak dalam program. Tetapi jika terjadi kesalahan pada sistem akan menghentikan putaran exhaust fan.
- e. Jika kesalahan belum dibenahi sistem alat tidak dapat beroperasi seperti semestinya.

C. Skema

Berikut adalah gambar dari skema.



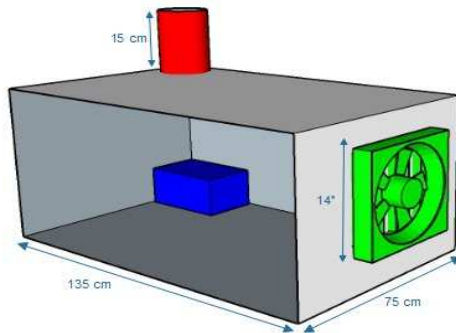
Pertama apabila sensor asap dapat mendeteksi adanya asap maka analog outputnya dibaca oleh program di PLC, setelah itu PLC memberikan input kepada yang akan ditampilkan HMI dan VSD untuk mengantur kecepatan Exhaust fan berdasarkan kalibrasi yang telah ditentukan, Kecepatan Exhaust fan akan dideteksi oleh sensor kecepatan yang akan ditampilkan ke HMI.

D. Perencanaan hardware

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perancangan hardware atau perangkat keras yang akan digunakan antara lain :

1. Perencanaan rancang bangun

Berikut adalah hardware dari pengatur kecepatan exhaust fan berdasarkan tingkat polusi asap menggunakan VSD berbasis PLC.



Ukuran hardware

- Panjang box = 135 cm
- Lebar box = 75 cm
- Diameter Exhaust fan = 14"
- Tinggi cerobong = 15 cm

2. Hardware Trainer

Berikut adalah hardware dari perancangan trainer yang dapat digunakan monitoring dan sistem kontrol *Variable Speed Drive* (VSD) sebagai pengendali motor 3 fasa menggunakan PLC dan HMI.



Ukuran hardware

- Panjang = 60 cm
- Lebar = 30 cm
- Tinggi = 20 cm

E. Perancangan Software

Pada bagian ini akan membahas cara pembuatan dan perancangan sistem kontrol dan monitoring *variable speed drive* sebagai pengendali motor 3 fasa berbasis PLC dan HMI. Pada tahap ini akan dijelaskan beberapa blok program.

Human *Machine Interface* merupakan alat monitoring pada tugas akhir, untuk mendesain tampilan HMI pada tugas akhir ini menggunakan vijeo designer, HMI juga berkomunikasi dengan PLC.



III. HASIL DAN ANALISA

Pada tahap ini akan menjelaskan mengenai hasil dari pengujian berdasarkan perancangan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan setelah dilakukannya perancangan dan perancangan. Proses ini untuk memastikan bahwa seluruh bagian sistem dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai tahap pengujian sistem awal sampai akhir dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat.

A. Pengujian Sensor Asap

Pengujian sensor asap dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan output dari sensor ketika mengukur kepekatan suatu asap. Sensor tekanan yang digunakan tipe MQ-135 yang mampu mendeteksi H₂, LPG, CH₄, CO, Alkohol, Asap atau Propane. Sensor ini mampu mengukur kepekatan asap dengan output 0 - 2.4V, pada pengujian kali ini juga untuk pengambilan data yang akan dimasukkan kedalam analog input PLC.



• Langkah Pengujian

1. Berikan input 5 V pada sensor.
2. Pasangkan multimeter digital pada kabel output dari sensor, probe merah untuk kabel berwarna kuning dan probe hitam untuk kabel warna hitam pada sensor.
3. Catat seluruh hasil nilai tekanan dan tegangan pengujian beban ketika kepekatan asap sedikit, asap sedang, dan asap banyak hingga batas tekanan maksimal yang ditentukan oleh operator untuk menonaktifkan sistem.

B. Hasil Data Pengujian Sensor

Dari langkah pengujian diatas maka didapatkan hasil pengukuran nilai tekanan yang dibaca dan tegangan yang dikeluarkan oleh sensor terhadap setiap perubahan kondisi pekepatan asap.

Tegangan Input Sensor	Anal og Input Sensor inter ger	Anal og output inter ger	Tegangan Output Anal og	Kecepatan Motor (Rpm)	Indikator
0-2 Volt	0-50	184	1,79 Volt	250 Rpm	Biru
2-4 Volt	50-100	368	3,58 Volt	500R pm	Kuning
4-10 Volt	>100	736	7,16 Volt	1000 Rpm	Merah

C. Pengujian Analog Input

Pengujian analog input PLC ini dengan melihat data yang diterima oleh terminal analog input dari hasil output sensor pada software Zelio Soft 2 melalui komputer. Data ini berupa poin 0 – 255 ketika analog input menerima tegangan 0 – 10 VDC, data tersebut sebagai pengganti nilai tekanan yang terbaca pada beban yang akan diolah pada program plc dengan penskalaan data untuk dapat dijadikan system deteksi gangguan dan ditampilkan nilai arus sebenarnya pada HMI. Pastikan Smart Relay dalam keadaan aktif dan sudah terdapat program yang digunakan serta terhubung dengan kabel USB B mini ke komputer untuk melakukan monitoring pada software Zelio Soft 2.

Langkah Pengujian

1. Hubungkan kabel output dari sensor ke terminal analog input Smart Relay positif ke IB (Analog Input) dan negatif ke 0V
2. Lihat hasil yang tertera pada program (IB) yang merupakan nilai byte analog input, nilai yang tertera dapat berubah ubah tergantung pada nilai tegangan yang masuk pada analog input (IB) yaitu dengan range 0-10VDC sama dengan 0-255 byte.
3. Catat hasil secara bersamaan nilai tegangan input A0 dengan pembacaan nilai IB yang akan digunakan sebagai kalibrasi data.

D. Pengujian Program Pada Zelio Smart Relay

Pada tahap ini membuat perancangan program kontrol pada software Zelio Soft 2. Pembuatan pada software Zelio Soft 2 bertujuan untuk menjalankan program yang akan di transfer ke Zelio Smart Relay. Langkah-Langkah Pengujian yang dilakukan adalah sebelum dilakukan pengujian pastikan program yang dibuat sesuai dengan perencanaan yang diinginkan pada Zelio Soft 2 dengan menggunakan FBD. Pastikan program sudah benar dan tidak ada kesalahan atau *error* pada program.

E. Pengujian Program pada HMI

Pada pengujian program pada HMI ini merupakan pengujian final dimana setelah melakukan beberapa pengujian pada peralatan penunjang, serta telah mendapat hasil dari pengujian tersebut, selanjutnya tahap kombinasi antara pengujian sebelumnya dimasukkan kedalam program untuk ditampilkan pada display HMI yang merupakan pusat control dan monitoring segala aktivitas sistem.

i. Langkah Pengujian

1. Pastikan modul trainer PLC dan HMI yang digunakan dalam kondisi aktif
2. Upload desain HMI yang telah dibuat ke perangkat HMI
3. Upload program PLC yang telah dibuat ke perangkat PLC menggunakan USB B mini, aktifkan mode monitoring saat transfer program dari PC ke modul PLC.
4. Hubungkan kabel komunikasi dari Com HMI ke Port Modbus Smart Relay supaya kedua perangkat saling terhubung.
5. Lakukan beberapa pengujian seperti aktif dan nonaktif sistem, masukkan nilai batas tekanan dan range set point, indikator normal sistem

ii. Analisa Pengujian HMI

1. Pengujian Kondisi Sistem
Posisi ketika ON sistem diaktifkan maka indikator sistem menyala dengan tanda centang pada indikator normal sistem sebaliknya bila sitem dinonaktifkan maka tanda centang akan hilang.

2. Pengujian Sensor Asap

Ketika sensor mendeteksi kadar polusi asap maka exhaust fan akan berputar sesuai set point yang telah ditentukan dengan indikator sesuai tingkat polusi asap.



Pada pengujian HMI disimpulkan bahwa pemakaian HMI dapat memudahkan dalam memonitoring kerja keseluruhan sistem. Selain digunakan untuk memonitoring HMI juga dapat digunakan untuk mengontrol kerja suatu sistem. Jadi, penggunaan HMI pada dunia industri sangat menguntungkan, arena dapat memaksimalkan hasil produksi suatu alat di industri.

3. Pengujian HMI

Pada tahap ini adalah proses pengujian HMI serta tegangan yang keluar dan kecepatan *exhaust fan*. Berikut ini

adalah hasil. Pada langkah berikutnya adalah saat set point pertama yaitu pada saat kondisi kadar asap 10-50:



Pada pengujian set point yang pertama dengan kadar asap 10 mengeluarkan teggangan 0,42 V dengan kecepatan exhaust fan 250 Rpm dan menampilkan indikator warna biru yang berarti kadar asap ringan.

Pada langkah berikutnya adalah saat set point kedua yaitu pada saat kondisi kadar asap 51-100:



Pada pengujian set point yang kedua dengan kadar asap 55 mengeluarkan teggangan 2,02 V dengan kecepatan exhaust fan 500 Rpm dan menampilkan indikator warna kuning yang berarti kadar asap sedang.

Pada langkah berikutnya adalah saat set point ketiga yaitu pada saat kondisi kadar asap 100 dan seterusnya:



Pada pengujian set point yang ketiga dengan kadar asap 141 mengeluarkan teggangan 4,11 V dengan kecepatan exhaust fan 1000 Rpm dan menampilkan indikator warna merah dan buzzer menyala yang berarti kadar asap pekat.

IV. KESIMPULAN

Tahap lanjutan yang dilakukan setelah proses pengujian dan mendapatkan hasil adalah dengan menarik kesimpulan terhadap alat yang telah dibuat. Hasil kesimpulan yang dibuat harus sesuai dengan data yang telah didapatkan dari proses pengujian. Kesimpulan mencakup permasalahan yang ada dalam proses perencanaan, pembuatan, dan pengujian. Selain menarik kesimpulan agar kedepannya pengembangan alat dapat lebih baik, diperlukan saran juga agar apabila alat ada yang mengembangkan, pengembangan selanjutnya dapat lebih baik.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada simulasi sistem, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Program PLC dan HMI dapat berkomunikasi dengan baik.
2. Indikator kondisi sistem cukup lengkap dengan menampilkan warning dan numeric display kecepatan motor dan tekanan yang dibaca sensor.
3. Pengoperasian kendali kecepatan secara otomatis dapat langsung diatur tanpa memutar potensio pada VSD.
4. Sistem pengaturan sensor asap dapat berjalan baik dengan melihat perubahan kecepatan exhaust fan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alda, Abdillah Rosi, Angga Rusdinar St., Mt., Ph.D, Erwin Susantost.,Mt., Ph.D (2015). Perancangan Dan Implementasi Pengendali Kecepatan *Exhaust Fan* Berbasis Arduino Dengan Sensor Asap Karbon Monoksida
- [2] Meliyanto, Nindi, Bambang Eka (2014) Pengendali Kipas Srkulasi Udara Melalui Deteksi Suhu Udara Dan Kadar Karbondioksida Berlebih PT Pradnya Paramita. Jakarta, 2006.
- [3] Tri, Bambang Wahjo Utomo, Dharmawan Setya Saputra (2016) Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangn Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (*Short Message Servise*) Dan Alarm Berbasis Arruino
- [4] Tunggul, Ade Lesmana. (2019). 2 Monitoring dan Sistem Kontrol *Variable Speed Drive* (VSD) Sebagai Pengendali Motor 3 Fasa Menggunakan PLC dan HMI