

RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI OTOMATIS TERHADAP KEHILANGAN DAN KETIDAK SEIMBANGAN FASA PADA MESIN HOIST BERBASIS ARDUINO

Nama : Rachmad Aditya Pratama

Nim : 191020100072

Prodi : Teknik Elektro



Pendahuluan

- Mesin hoist merupakan salah satu peralatan yang banyak digunakan di lingkungan industri untuk mengangkat dan memindahkan beban.
- Pada umumnya, mesin hoist menggunakan motor listrik tiga fasa karena mampu menghasilkan tenaga yang besar dan stabil.
- Kinerja motor tiga fasa sangat bergantung pada kestabilan tegangan pada setiap fasanya.
- Gangguan seperti kehilangan fasa dan ketidakseimbangan tegangan dapat menyebabkan motor bekerja tidak normal.
- Kondisi tersebut dapat menimbulkan overheating, getaran berlebih, penurunan performa, hingga kerusakan motor.
- Proteksi konvensional seperti MCB dan thermal overload relay belum secara khusus memberikan deteksi cepat terhadap gangguan fasa.
- Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi tambahan yang mampu melakukan pemantauan dan pemutusan suplai secara otomatis.

Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah:

- Bagaimana merancang sistem yang dapat mendeteksi kehilangan fasa pada mesin hoist tiga fasa?
- Bagaimana sistem dapat mendeteksi ketidakseimbangan tegangan antar fasa secara real-time?
- Bagaimana memberikan respon proteksi otomatis ketika terjadi gangguan pada suplai listrik?
- Seberapa baik kemampuan sensor PZEM-004T dalam membaca tegangan pada masing-masing fasa?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- Merancang dan membuat sistem proteksi otomatis berbasis Arduino Nano pada mesin hoist tiga fasa.
- Memanfaatkan PZEM-004T untuk memantau tegangan pada fasa R, S, dan T secara real-time.
- Mendeteksi kondisi kehilangan fasa dan ketidakseimbangan tegangan.
- Menghasilkan respon proteksi berupa pemutusan suplai menggunakan relay ketika terjadi gangguan.
- Meningkatkan keamanan dan keandalan pengoperasian mesin hoist.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) karena penelitian berfokus pada proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sebuah produk berupa sistem proteksi otomatis.

Tahapan Penelitian:

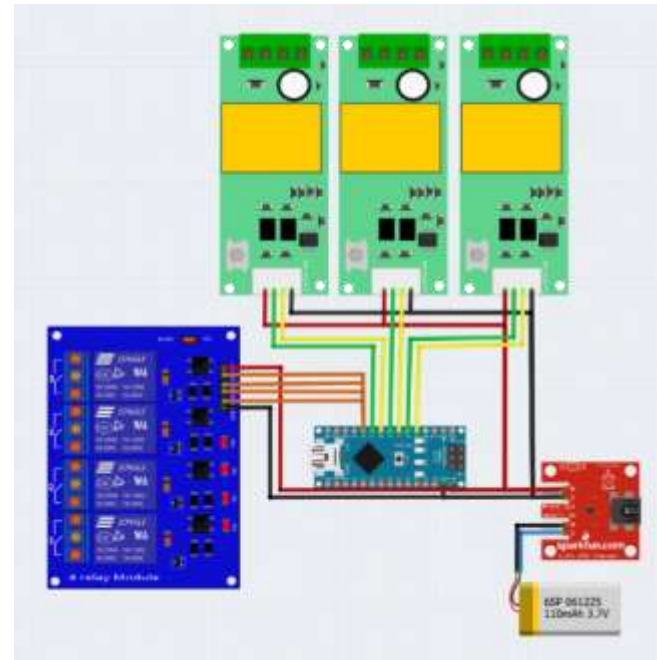
1. Analisis Kebutuhan
Menentukan kebutuhan sistem, komponen, serta parameter gangguan yang akan dideteksi.
2. Perancangan Sistem
Merancang rangkaian hardware dan algoritma software untuk proses deteksi gangguan.
3. Pembuatan Prototipe
Mengintegrasikan Arduino Nano, PZEM-004T, relay, dan komponen pendukung.
4. Pengujian Sistem
Melakukan pengujian sensor, kehilangan fasa, dan ketidakseimbangan tegangan.
5. Analisis Hasil
Mengevaluasi tingkat akurasi sensor dan keberhasilan respon sistem proteksi.

Perancangan Sistem

Sistem dirancang menggunakan Arduino Nano sebagai pusat pengendali yang menerima data tegangan dari tiga sensor PZEM-004T.

Komponen Utama:

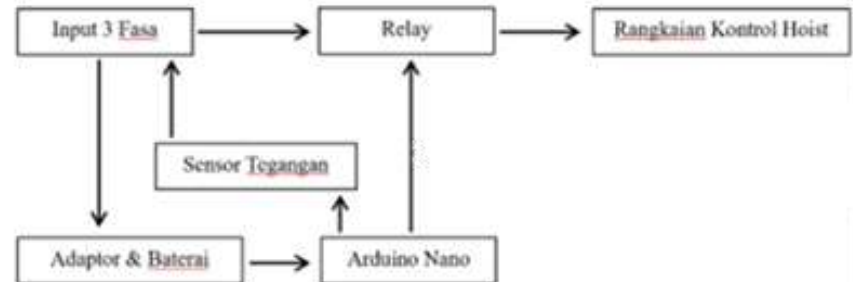
- Arduino Nano, berfungsi sebagai pengolah data dan pengambil keputusan proteksi.
- 3 modul PZEM-004T, digunakan untuk membaca tegangan pada fasa R, S, dan T.
- Relay, digunakan untuk memutus suplai listrik menuju motor ketika terjadi gangguan.
- LCD, digunakan untuk menampilkan informasi tegangan dan kondisi sistem.



Prinsip Kerja

Sistem bekerja dengan membaca tegangan pada ketiga fasa secara terus-menerus menggunakan modul PZEM-004T.

- Data tegangan dari fasa R, S, dan T dikirimkan ke Arduino Nano.
- Arduino melakukan pengolahan dan membandingkan nilai tegangan dengan batas yang telah ditentukan.
- Jika seluruh tegangan berada dalam kondisi normal, relay tetap ON sehingga motor dapat beroperasi.
- Jika salah satu fasa mengalami kehilangan tegangan, sistem akan mendeteksi kondisi tersebut sebagai kehilangan fasa.
- Jika terdapat perbedaan tegangan antar fasa yang melebihi batas toleransi, sistem akan mengidentifikasinya sebagai ketidakseimbangan tegangan.
- Ketika gangguan terdeteksi, Arduino memberikan perintah untuk memutus relay.



Parameter Deteksi Gangguan

- **Kehilangan Fasa**

Kehilangan fasa dideteksi berdasarkan nilai tegangan yang terbaca oleh sensor.

Jika tegangan salah satu fasa ≈ 0 V $\rightarrow$ Fasa Hilang

Respon sistem:

Relay OFF

- **Ketidakseimbangan Tegangan**

Tegangan R, S, dan T dibandingkan menggunakan nilai deviasi terhadap tegangan rata-rata.

Batas proteksi : > 5%

- $\leq 5\% \rightarrow$ Relay ON
- $> 5\% \rightarrow$ Relay OFF

Pengujian Sensor PZEM-004T

Sebelum digunakan untuk sistem proteksi, sensor PZEM-004T diuji terlebih dahulu untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan tegangan.

Pengujian dilakukan pada tiga variasi tegangan input, yaitu:

- 220V
- 200V
- 100V

Setiap fasa dilakukan pengukuran sebanyak lima kali dan dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan avometer sebagai alat ukur referensi.

Rata – rata error :

Input Fasa	Fasa R	Fasa S	Fasa T
220 V	0,22%	0,32%	0,24%
200 V	0,36%	0,22%	0,39%
100 V	0,22%	0,60%	0,36%

Seluruh nilai error berada di bawah 1%, sehingga sensor memiliki tingkat akurasi yang baik untuk digunakan dalam sistem.

Pengujian Kehilangan Fasa

Pengujian kehilangan fasa dilakukan dengan memutus suplai pada salah satu fasa secara bergantian untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi gangguan.

Hasil Pengujian :

Kondisi	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Relay
R Hilang	-	234 V	232 V	Off
S Hilang	229 V	-	233 V	Off
T Hilang	229 V	237 V	-	Off

- Pada setiap pengujian, fasa yang diputus tidak terdeteksi oleh sensor PZEM-004T.
- Arduino Nano berhasil mengidentifikasi kondisi tersebut sebagai kehilangan fasa.
- Sistem kemudian memberikan respon berupa relay Off.
- Dengan demikian, sistem berhasil melakukan proteksi terhadap kondisi kehilangan fasa.

Pengujian Ketidakseimbangan Tegangan

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi tegangan pada fasa R, S, dan T sehingga terjadi perbedaan tegangan antar fasa.

Hasil Pengujian:

Kondisi Ketidakseimbangan	Respon Relay
$\leq 2\%$	On
$> 2\% - 5\%$	On
$> 5\%$	Off

- Pada ketidakseimbangan $\leq 5\%$, relay tetap dalam kondisi ON karena masih berada dalam batas toleransi.
- Ketika ketidakseimbangan meningkat hingga lebih dari 5%, sistem mendeteksi kondisi tersebut sebagai gangguan.
- Arduino kemudian memberikan perintah untuk memutus relay sebagai bentuk perlindungan terhadap motor.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sensor PZEM-004T mampu memberikan pembacaan tegangan yang cukup akurat pada berbagai kondisi tegangan input.

- Nilai error sensor pada seluruh pengujian berada di bawah 1%.
- Hal ini menunjukkan bahwa PZEM-004T mampu memberikan data tegangan yang stabil untuk digunakan sebagai input sistem proteksi.
- Pada kondisi kehilangan fasa, sistem berhasil mendeteksi tegangan yang turun hingga 0 V.
- Pada kondisi ketidakseimbangan, sistem mampu menentukan kondisi gangguan berdasarkan batas toleransi yang telah ditentukan.
- Ketika gangguan melebihi batas, relay secara otomatis memutus suplai untuk mencegah motor beroperasi dalam kondisi yang tidak aman.

Dari keseluruhan pengujian dapat diperoleh beberapa hasil utama:

Sensor

- PZEM-004T memiliki error pembacaan di bawah 1%.
- Sensor mampu membaca tegangan pada setiap fasa dengan cukup stabil.

Kehilangan Fasa

- Sistem mampu mendeteksi fasa yang mengalami penurunan tegangan hingga 0 V.
- Relay berhasil memutus suplai secara otomatis.

Ketidakseimbangan

- Sistem menggunakan batas proteksi sebesar 5%.
- Ketidakseimbangan > 5% menyebabkan relay OFF.

Proteksi

- Sistem mampu memberikan respon secara otomatis dan real-time.

Kesimpulan

- Sistem proteksi otomatis berbasis Arduino Nano berhasil dirancang untuk mendeteksi kehilangan fasa dan ketidakseimbangan tegangan pada mesin hoist tiga fasa.
- Modul PZEM-004T mampu memberikan pembacaan tegangan dengan nilai error rata-rata di bawah 1% pada seluruh variasi pengujian.
- Sistem berhasil mendeteksi kehilangan fasa ketika tegangan salah satu fasa turun hingga sekitar 0 V.
- Ketidakseimbangan tegangan dengan nilai lebih dari 5% berhasil dideteksi sebagai kondisi gangguan.
- Saat terjadi gangguan, sistem secara otomatis memutus suplai menggunakan relay dan memberikan peringatan melalui buzzer.
- Sistem yang dikembangkan dapat menjadi proteksi tambahan untuk meningkatkan keamanan dan keandalan pengoperasian mesin hoist tiga fasa.