

# Sistem Pemutus Tiga Fasa Berdasarkan Pendeteksian Secara Otomatis

**Muhammad Fadlan Siregar**

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Cut Nyak Dhien

## Abstrak

Pada pemutus otomatis jaringan suatu sistem yang dirancang secara hardware dan software sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang terorganisasi melalui sebuah coding program khusus untuk mengendalikan sebuah sistem pengamanan pada jaringan tiga fasa khususnya pada arus netralnya, pada jaringan tiga fasa dan mesti berefek kepada jaringan netralnya yang ditandai dengan mengalirnya arus pada jaringan netral, maka sistem secara otomatis akan secepatnya memutuskan jaringan secara keseluruhan. Menggunakan mikrokontroler sebagai pemutus jaringan tiga fasa secara hardware dan software dan dalam bentuk prototype yang digunakan sebagai pemutus otomatis.

**Kata Kunci:** Tiga Fasa, Arus Netral, Relay, Mikrokontroler

## I. PENDAHULUAN

Sistem tiga fasa yang terdiri dari tiga fasa yang sama besarnya, berbeda fasa satu dengan yang lain, hasil penjumlahannya adalah nol dan tidak ada arus netral. Pada kebanyakan sistem tiga fasa yang menyuplay beban satu fasa, akan terdapat ketidakseimbangan arus fasa dan arus netral. Terdapat suatu kondisi di mana suatu sistem yang seimbang secara sempurna memiliki arus netral yang signifikan. Kondisi ini diakibatkan karena perkembangan dari pemakaian beban non linear seperti lampu menggunakan ballast listrik, komputer, penyearah, maupun power supply yang memiliki arus fasa yang tidak sinusoidal.

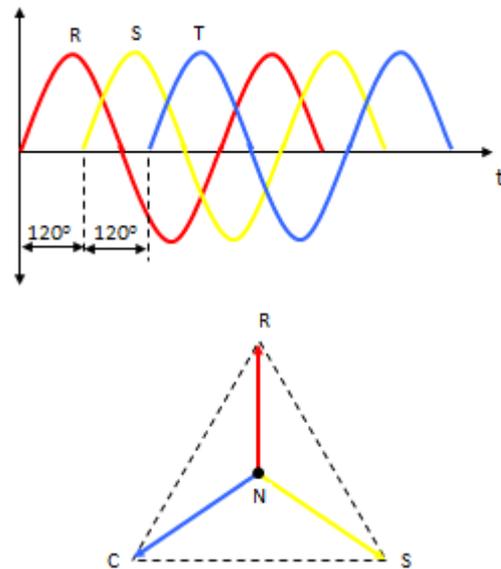
Pada penjumlahan dari arus tiga fasa yang seimbang dan tidak sinusoidal ini tidak sama dengan nol. Sehingga terdapat arus netral yang tidak bisa diabaikan keberadaannya. Arus netral yang besar dapat menyebabkan konduktor netral terbakar, distorsi tegangan dan gangguan pada transformator distribusi. Pada sistem tiga fasa hubungan Y, arus netral merupakan penjumlahan dari ketiga arus fasanya. Dalam keadaan seimbang, sistem tiga fasa yang terdiri dari tiga fasa yang sama besarnya, berbeda fasa satu dengan yang lain  $120^\circ$ . Namun bagaimana mengamankan jaringan tiga fasa ketika timbul arus yang besar pada jaringan netralnya dan komponen apa yang diimplementasikan agar dapat mendeteksi adanya arus pada jaringan netral, variabel apa yang dideteksi pada jaringan netral agar sistem yang akan mengamankan dapat mengetahui kapan waktu dalam pengamanannya pada pengendali cerdas kita dapat membuat sistem pemutus otomatis.

## II. TEORI

Tiga fasa adalah gabungan dari tiga buah sistem satu fasa, di mana terdapat beda fasa antara masing-masing tegangan. Di mana antara arus,

tegangan dan daya dari rangkaian tiga fasa yang seimbang (arus dan tegangan tiap fasa sama)

Pada sistem tiga fasa dikenal dua macam hubungan pada generator, motor dan sistem jaringan yaitu hubungan bintang (wye), hubungan delta (segitiga). Sistem wye dan delta terdapat pada output generator ataupun pada sisi primer dan sekunder transformator.



Gambar 1. Gelombang dan vektor diagram sistem tiga fasa

Tegangan yang dibangkitkan pada setiap fasa generator hubungan wye terhadap titik netral N disebut tegangan fasa ( $V_P$ ).

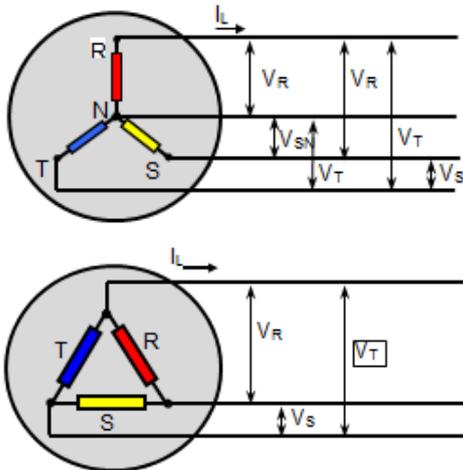
$$V_{RN} = V_{SN} = V_{TN} = V_P.$$

Sedangkan tegangan fasa terhadap fasa dinamakan tegangan line to line ( $V_L$ ).

$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR}.$$

Hubungan antara tegangan line to line ( $V_L$ ) terhadap tegangan line to neutral ( $V_P$ ) adalah:

$$V_L = \sqrt{3} V_P = 1,732 V_P \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 2. Sistem Wye dan Delta

Arus yang ke luar ke kawat saluran dari terminal R, S dan T generator mengalir ke titik netral, sehingga arus yang ke luar atau arus line ( $I_L$ ) dari generator hubungan wye sama dengan arus fasanya ( $I_P$ ), sehingga  $I_L = I_P$

Tegangan yang dibangkitkan dalam setiap fasa merupakan tegangan antara dua kawat saluran fasanya, sehingga dapat dituliskan :

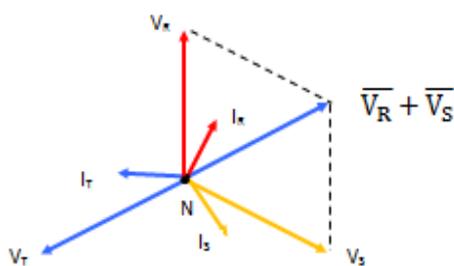
$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = V_L.$$

Sedangkan pada arus dapat dituliskan :

$$I_L = \sqrt{3} I_P \text{ atau } I_L = 1,732 I_P \dots \dots \dots (2)$$

**A. Sistem tiga fasa seimbang**

Yang dimaksud dengan sistem tiga 3 fasa seimbang adalah sistem tiga fasa di mana tegangan dan arus setiap fasanya yang sama. Pada sistem tiga fasa yang seimbang, tegangan pada titik netral  $V_N = 0$  (terhadap *ground*) dan arus pada kawat netral  $I_N = 0$ . Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem yang seimbang



Gambar 3. Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem tiga fasa seimbang

Dari vektor diagram terlihat bahwa ( $\bar{V}_R + \bar{V}_S$ ) =  $\bar{V}_T$ , dimana ( $\bar{V}_R + \bar{V}_S$ ) mempunyai arah yang berlawanan dengan  $\bar{V}_T$ , sehingga resultant kedua vektor  $\bar{V}_N = 0$

**B. Sistem tiga fasa tidak seimbang**

Pada sistem tiga fasa tidak seimbang adalah sistem tiga fasa di mana tegangan dan arus setiap fasanya tidak sama. Pada sistem tiga fasa yang tidak seimbang, tegangan pada titik netral  $V_N \neq 0$  (terhadap *ground*) dan arus pada kawat netral  $I_N \neq 0$ . Misalkan  $V_R = V_S < V_T$ . Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem yang tidak seimbang.

Dari vektor diagram terlihat bahwa ( $\bar{V}_R + \bar{V}_S$ )  $< \bar{V}_T$ , dimana ( $\bar{V}_R + \bar{V}_S$ ) mempunyai arah yang berlawanan dengan  $\bar{V}_T$ , sehingga resultant kedua vektor  $\bar{V}_N \neq 0$ . Titik netral sistem tiga fasa akan berpindah dari titik N menjadi N'.

Salah satu penyebab ketidakseimbangan pada sistem tiga fasa adalah akibat impedansi beban yang tidak sama pada setiap fasanya. Dalam kenyataannya tidak mungkin didapat suatu sistem tiga fasa yang benar-benar seimbang. Ketidakseimbangan menimbulkan pergeseran titik netral yang dapat merugikan konsumen. Untuk mengatasi hal tersebut, maka harus dilakukan pendistribusian beban (arus beban) mendekati sama pada sistem tiga fasa, sehingga diperoleh suatu sistem tiga fasa yang mendekati seimbang. Selain disebabkan beban yang tidak seimbang, kenaikan arus pada kawat netral dapat disebabkan gangguan pada sistem tiga fasa. Oleh karena itu, penulis merancang suatu peralatan yang dapat mendeteksi secara otomatis perubahan arus yang terjadi pada kawat netral, di mana bila arus pada kawat netral melampaui batas tertentu yang telah ditetapkan, maka pemutus arus akan bekerja memutus jaringan.

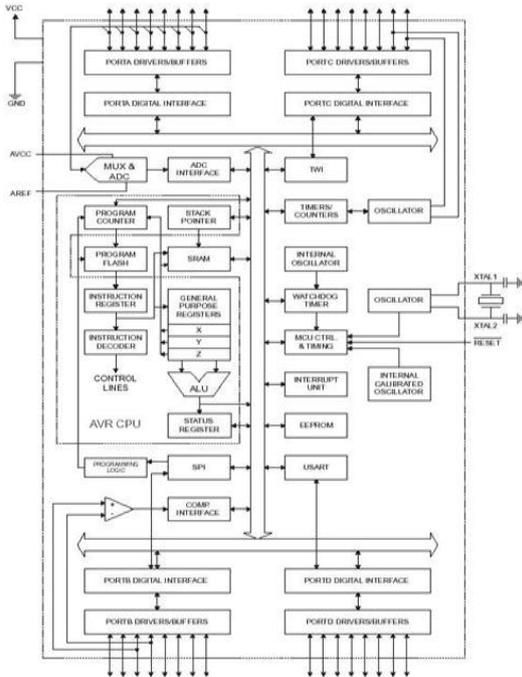
**C. Sistem Pemutus Otomatis**

Pada pemutus otomatis jaringansuatu sistem yang dirancang secara *hardware* dan *software* sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang terorganisasi melalui sebuah coding program khusus untuk mengendalikan sebuah sistem pengamanan pada jaringan tiga fasa khususnya pada jaringan netralnya, dimana apabila terjadi gangguan dalam bentuk apapun pada jaringan tiga fasa dan mesti berefek kepada jaringan netralnya yang ditandai dengan mengalirnya arus pada jaringan netral maka sistem secara otomatis akan secepatnya memutuskan jaringan secara keseluruhan. Jaringan yang dimaksud untuk diputuskan jaringannya adalah jaringan tiga fasa R, S, T.

Mikrokontroler AVR dapat dikatakan mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard yang dibuat oleh Atmel padatahun 1996.

Di mana AVR memiliki keunggulan keuntungan dibandingkan mikrokontroler lainnya yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi yang lebih cepat karena sebagian besar instuksi dalam satu siklus clock, dan lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk dapat mengeksekusi 1 instruksi.

AVR juga memiliki fitur yang lebih lengkap bila dibandingkan dengan MCS51, mikrokontroler yang digunakan ATmega 16 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya – rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan.



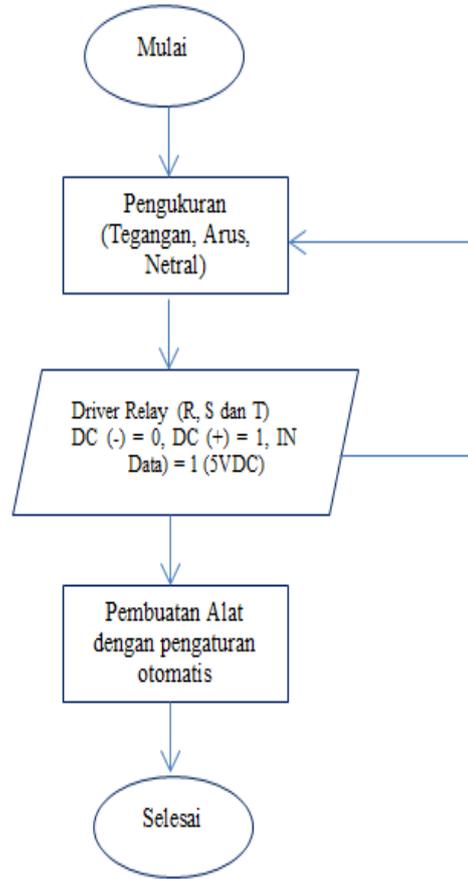
Gambar 4. Blok diagram ATmega 1

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Rancangan Sistem pengendali cerdas

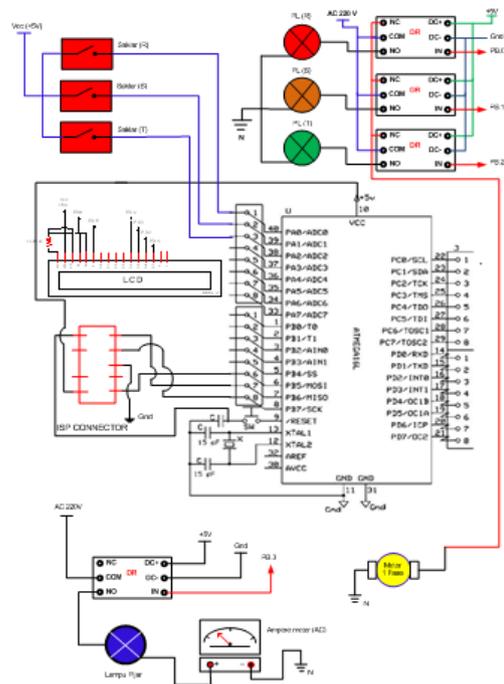
Penggunaan mikrokontroler sebagai pemutus jaringan tiga fasa secara *hardware* dan *software* dan dalam bentuk prototype yang dapat digunakan sebagian pemutus otomatis .

Pada pemutus otomatis jaringan suatu sistem yang dirancang secara *hardware* dan *software* sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang terorganisasi melalui sebuah coding program khusus untuk mengendalikan sebuah sistem pengamanan pada jaringan tiga fasa khususnya pada jaringan netralnya, pada jaringan tiga fasa dan mesti berefek kepada jaringan netralnya yang ditandai dengan mengalirnya arus pada jaringan netral maka sistem secara otomatis akan secepatnya memutuskan jaringan secara keseluruhan.



Gambar 5. diagram alir

Gambar 6 Rangkaian percobaan dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengatur otomatis.



Gambar 6. Skema rancangan instalasi

**B. Data Hasil Rangkaian Percobaan**

Hasil Pengujian Saklar (R) Dalam pengujian kondisi saklar (R) dilakukan dengan cara memeriksa kondisi on dan off-nya. Untuk memeriksa kondisi tersebut dengan menggunakan alat ukur multimeter digital dengan posisi *selector switch* ke satuan Ohm. Adapun parameter output yang dihasilkan dari pengujian saklar adalah apakah nyambung atau terputus jika ditekan yang bertanda “I” dan “O”. Hasil pengujian saklar R dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil pengujian saklar (R)

No	Posisi yang ditekan	Output Logika	Kondisi
1.	I	1	Terhubung
2.	O	0	Terputus

Hasil Pengujian Saklar (S) dalam pengujian kondisi saklar (S) dilakukan dengan cara yang sama juga dengan cara pemeriksaan pada saklar (R) yaitu dengan memeriksa kondisi on dan off-nya. Untuk memeriksa kondisi tersebut juga dengan menggunakan alat ukur multimeter digital dengan posisi *selector switch* ke satuan Ohm. Adapun parameter output yang dihasilkan dari pengujian saklar adalah apakah nyambung atau terputus jika ditekan yang bertanda “I” dan “O”. Hasil pengujian saklar S dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian saklar (S)

No	Posisi yang ditekan	Output Logika	Kondisi
1.	I	1	Terhubung
2.	O	0	Terputus

Hasil Pengujian Saklar (T) Dalam pengujian kondisi saklar (T) juga dilakukan dengan cara yang sama seperti pengujian pada saklar (R dan S) yaitu memeriksa kondisi on dan off-nya. Untuk memeriksa kondisi tersebut juga dengan menggunakan alat ukur multimeter digital dengan posisi *selector switch* ke satuan Ohm. Adapun parameter output yang dihasilkan dari pengujian saklar adalah apakah nyambung atau terputus jika ditekan yang bertanda “I” dan “O”. Hasil pengujian saklar T dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian saklar (T)

No	Posisi yang ditekan	Output Logika	Kondisi
1.	I	1	Terhubung
2.	O	0	Terputus

Hasil Pengujian Driver Relay (R, S dan T) Untuk pengujian driver relay, dengan cara yaitu cukup menyambungkan setiap konektornya dengan variasi logika “1” dan “0” ataupun nilai tegangan. Hasil pengujian *driver relay* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian *driver relay*

No.	DC(-)	DC(+)	IN (Data)	Kondisi Relay	
				NO	NC
1.	0	0	0	0	1
2.	0	0	1	0	1
3.	0	1	0	0	1
4.	0	1	1	1	0
5.	1	0	0	0	1
6.	1	0	1	0	1
7.	1	1	0	0	1
8.	1	1	1	0	1

Hasil Pengujian Fan (Motor 1 Fasa) Untuk pengujian sistem ini cukup mudah yaitu dengan cara pertama melihat spesifikasi tegangan input dan arus yang diijinkan pada plat name yang ada pada *body fan*. Ternyata fan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tegangan input AC 220 Volt dan arus sebesar 0,14 A. Hasil pengujian fan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian fan

No.	Tegangan Input	Kondisi Fan
1.	220 V <sub>AC</sub>	Hidup (Berputar)
2.	0	Mati (Tidak Berputar)

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan (lihat Tabel 6) merupakan pengujian terakhir dari setiap komponen pengujian sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa. Adapun parameter output yang diuji di sini adalah kondisi pemutusan pada setiap jaringan 3 fasa ketika ada arus pada jaringan netral dengan indikator lampu pijar dan ampere meter.

Tabel 6. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

Saklar (R)	Saklar (S)	Saklar (T)	Kondisi Lampu Pijar	Pilot Lamp		
				R	S	T
ON	ON	ON	Mati	Hidup	Hidup	Hidup
ON	ON	OFF	Hidup	Mati	Mati	Mati
ON	OFF	OFF	Hidup	Mati	Mati	Mati
ON	OFF	ON	Hidup	Mati	Mati	Mati
OFF	ON	ON	Hidup	Mati	Mati	Mati
OFF	OFF	ON	Hidup	Mati	Mati	Mati
OFF	ON	OFF	Hidup	Mati	Mati	Mati
OFF	OFF	OFF	Hidup	Mati	Mati	Mati

Dalam pengujian sistem secara keseluruhan (lihat Tabel 7) merupakan pengujian terakhir dari setiap komponen pengujian sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa. Adapun parameter output yang diuji di sini adalah kondisi pemutusan pada setiap jaringan 3 fasa ketika ada arus pada jaringan netral dengan indikator lampu pijar dan ampere meter.

Tabel 7. Tabel kebenaran hasil pengujian sistem secara keseluruhan

Saklar (R)	Saklar (S)	Saklar (T)	Kondisi Lampu Pijar	Pilot Lamp		
				R	S	T
1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0

Tabel data hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat bahwa jaringan 3 fasa akan hidup (tersambung) jika tidak ada yang putus salah satunya atau adanya arus yang mengalir pada jaringan netralnya dan jika ada yang putus salah satunya maka sistem secara otomatis akan memutuskan ketiga jaringan tersebut.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa dengan indikator pilot lamp sebagai jaringan ketiga fasa yang dapat dikendalikan pemutusannya ketika ada arus netral.
2. Pemutusan jaringan 3 fasa berdasarkan adanya pendeteksian pada arus netral oleh *driver relay* dan mikrokontroler.
3. Sistem pengendali IC mikrokontroler dapat melakukan proses pembacaan data dengan respon.

### B. Saran

1. Sistem rancangan alat dapat diimplementasikan secara langsung dengan kejadian sebenarnya di mana cukup menggantikan driver relay menjadi sebuah *current transformator* sebagai sistem pemutus jaringan tiga fasa.
2. Dan untuk pendeteksian arus netralnya juga harus menggunakan CT (Current Transformator) atau trafo arus serta mencocokkan nilai tegangan output kepada sistem pengendali mikrokontroler.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boyle, Robert L dan Loius Nashelky, 1999, *Electronic Devices and Circuit Theory*, Prentice Hall International, Inc. New Jersey.
- [2] Budiharto, Widodo, 2002, *Panduan Praktikum Mikrokontroler VR Atmega 16*. Jakarta : Penerbit Pt. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia.
- [3] Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit, 2004, *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta :Penerbit ANDI.
- [4] Blume Steven W., 2007, *Electric Power System Basics*, John Wiley & Sons, Inc.Publication.
- [5] Chapman Stephen J., 1991, *Electric Machines Fundamentals*, McGraw Hill International Edition.
- [6] Cahttphadyay, D., *Dasar Elektronika*, penerjemah Sutanto UI Press, Jakarta Indonesia.
- [7] Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya”, Edisi ke-5, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1995.
- [8] Edminister Joseph A., *Electric Circuit*, Schaum’s Outline Series.
- [9] Gonen, Turan, 1986, *Electric Power Distribution System Engineering*, Mc Graw Hill Book Company, Singapore.
- [10] Hughes, E., 1977, *Electrical Technology* The English Language Book Society and Longman Group Limited.
- [11] Havil, R.L dan A.K Walton, 1975, *Elements of Electronics for Physical Scientist* , English Language Book Society and Mc.Millan. London.
- [12] Lister, Eugene C, dan Hanapi Gunawan, 1993, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta.
- [13] Malvino, Albert P., *Prinsip-prinsip Elektronika*, terjemahan oleh Hanapi Gunawan, Erlangga, Jakarta.
- [14] Metzger, Daniell L., *Electronics Components, Intruments, And Troubleshooting*, Prentice Hall Inc..