

## ANALISA KOORDINASI PROTEKSI INSTALASI MOTOR PADA PT. KUSUMAPUTRA SANTOSA KARANGANYAR

Hasyim Asy'ari, Jatmiko, Umar, Dadang Hermawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A.Yani Pabelan Kartasura, Tromol Pos I Surakarta 57102

Telp. (0271) 717417 ext. 223, Faks (0271) 715448

E-mail: asy\_98ari@yahoo.com

### ABSTRAKS

Koordinasi proteksi adalah pemilihan alat pelindung dan penentuan setelah waktu guna menentukan daerah perlindungannya terhadap gangguan sementara dan mengkoordinasikan alat-alat perlindungan. Manfaat koordinasi alat perlindungan adalah meminimumkan daerah atau bagian yang terganggu dan menentukan tempat terjadinya gangguan. Hasil akhir dari analisa koordinasi proteksi adalah gambaran tentang bagaimana koordinasi antara circuit breaker pada jaringan sisi atas (upstream) dengan circuit breaker pada jaringan sisi bawahnya (downstream). Setiap motor bekerja pasti memerlukan suatu peralatan pengaman untuk mencegah terjadinya gangguan pada sistem. Circuit breaker adalah alat proteksi yang bekerja untuk memutuskan sirkuit saat terjadi gangguan. Ada beberapa circuit breaker yang terpasang pada instalasi motor yang saling berkoordinasi membentuk diskriminasi, agar pada saat terjadi gangguan hanya pada circuit breaker yang mengalami gangguan saja yang trip sedangkan yang lainnya tetap beroperasi. Program *ecodial* merupakan program yang digunakan untuk mengetahui apakah terjadi diskriminasi atau tidak. Hasil yang didapat dari program *ecodial* adalah circuit breaker pada bagian sumber dan circuit breaker pada bagian MDP terjadi diskriminasi total. circuit breaker pada SDP dengan circuit breaker pada bagian motor juga mengalami diskriminasi total, hanya pada circuit breaker PP 5, 10, dan 11 dengan SDP 5, 10, dan 11 tidak mengalami diskriminasi.

*Kata Kunci: koordinasi proteksi, ecodial, diskriminasi, circuit breaker.*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan tenaga listrik demikian pesatnya seiring dengan begitu cepatnya perkembangan di industri. PT.Kusumaputra Santosa Karanganyar merupakan bagian dari industri yang membutuhkan tenaga listrik cukup besar untuk memperlancar produksi kain. Sistem tenaga listrik yang handal merupakan faktor utama untuk mendapatkan kualitas produksi kain yang baik. PT.Kusumaputra Santosa mempunyai pembangkit sendiri yaitu 8 buah genset yang masing-masing berkapasitas 500 kVA tetapi perusahaan ini juga menggunakan suplai tenaga listrik dari PLN. Hal ini dilakukan karena mengingat harga bahan bakar untuk genset yang semakin membumbung tinggi. Selain genset dan transformator terdapat juga mesin-mesin listrik yang beroperasi secara terus menerus.

Bilamana terjadi suatu gangguan pada mesin listrik, genset atau transformator maka proses produksi di PT.Kusumaputra Santosa Karanganyar akan terhenti, sehingga menyebabkan perusahaan mengalami kerugian yang besar. Perusahaan harus memperbaiki peralatan yang rusak dan perusahaan juga tidak dapat menjual hasil produksinya. Hal tersebut bisa dihindari dengan pemasangan alat proteksi yang bertujuan melindungi peralatan atau mesin-mesin yang digunakan untuk produksi.

Persoalan yang dihadapi adalah apakah saat terjadi gangguan koordinasi proteksi antara peralatan proteksi (*circuit breaker*) yang terpasang pada instalasi motor telah berjalan dengan baik atau belum, oleh karena itu perlu dilakukan uji atau simulasi untuk mengetahui kinerja (koordinasi proteksi) peralatan proteksi yang dipasang pada saat terjadi gangguan.

Proteksi motor listrik terhadap pembebanan lebih maupun hubung singkat dapat menggunakan relai arus lebih dengan karakteristik *invers*. Motor yang kecil, di bawah 10 HP menggunakan relai arus lebih dengan elemen *thermal* untuk proteksi arus lebih yang dikombinasi dengan sekering lebur untuk proteksi hubung singkat. Pada arus yang besar, sekering lebur bekerja lebih cepat daripada relai arus lebih dengan elemen *thermal* (Marsudi, D, 2005).

Instalasi listrik dan panel listrik yang baik akan memberikan suplai daya listrik kepada beban listrik sesuai kebutuhan, sekaligus mengamankan beban listrik tersebut, peralatan instalasi, dan manusia sebagai operator dari kemungkinan bahaya yang terjadi seperti arus hubung singkat dan arus beban lebih. Perencanaan instalasi listrik dan panel listrik ini menggunakan program *ecodial* untuk menggantikan perencanaan instalasi listrik dan panel listrik secara manual (Gregorius Mosed K.M)

Dijelaskan juga tentang bagaimana kinerja rele *Restricted Earth Fault* (REF) pada proteksi trafo 150/20 KV 60 MVA di GI Jajar. Dimana rele akan bekerja apabila terjadi gangguan yang dapat mengakibatkan kinerja trafo menurun ataupun merusak trafo (Suryadi, 2002).

### 1.1 Diskriminasi Tenaga Listrik

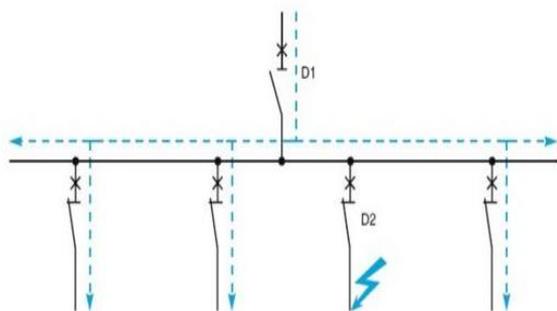
Diskriminasi diperlukan karena setiap level instalasi listrik membutuhkan tingkat keselamatan, keamanan, ketersediaan yang khusus dan juga merupakan faktor kunci untuk *continuitas* suplai, gambar diskriminasi tenaga listrik ditunjukkan pada gambar 1.

Diskriminasi merupakan koordinasi antara karakteristik operasi pemutus sirkit satu dengan pemutus sirkit lain yang dipasang secara seri sehingga bila terjadi gangguan pada sisi bawah (D2) maka yang bekerja untuk memutus rangkaian atau *trip* adalah pemutus sirkit yang terpasang tepat diatas gangguan atau bukan sisi atau daerah atas (D1).

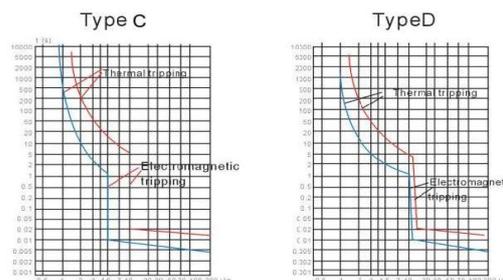
### 1.2 Circuit Breaker (CB)

*Circuit breaker* merupakan peralatan yang berfungsi sebagai pembatas dan pelindung beban. Sebuah CB harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Harus dapat menghantarkan arus beban penuh untuk waktu yang lama.
- Harus mampu menahan arus hubung singkat dalam waktu tertentu sampai gangguan dapat dibatasi oleh pemutus lain yang letaknya paling berdekatan dengan titik gangguan.
- Harus mampu menahan efek busur api pada kontak-kontaknya dan kenaikan temperatur yang disebabkan oleh arus hubung singkat yang lewat.
- Celah diantara kontak-kontaknya pada saat terbuka harus mampu menahan tegangan sistem.



Gambar 1. Diskriminasi Tenaga Listrik



Gambar 2 Kurve karakteristik CB

### 1.3 Perhitungan Arus Nominal dan Arus Hubung Singkat

Besarnya arus nominal ditunjukkan persamaan (1) dan persamaan (2) digunakan untuk menentukan kapasitas CB yang akan dipakai.

Beban satu fasa (C.Sinkaran):

$$I_{NOMINAL} = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \eta} \quad (1)$$

Beban tiga fasa (C.Sinkaran):

$$I_{NOMINAL} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi \times \eta} \quad (2)$$

dengan :

- I nominal = Arus nominal (A)
- P = Daya (W)
- V = Tegangan antar fasa (V)
- Cosφ = Faktor daya
- η = efisiensi (100%)

Pemilihan CB selain memperhatikan kapasitas arus nominal beban, juga harus memperhatikan arus hubung singkat yang dapat terjadi. Besar arus hubung singkat sesuai dengan persamaan (3).

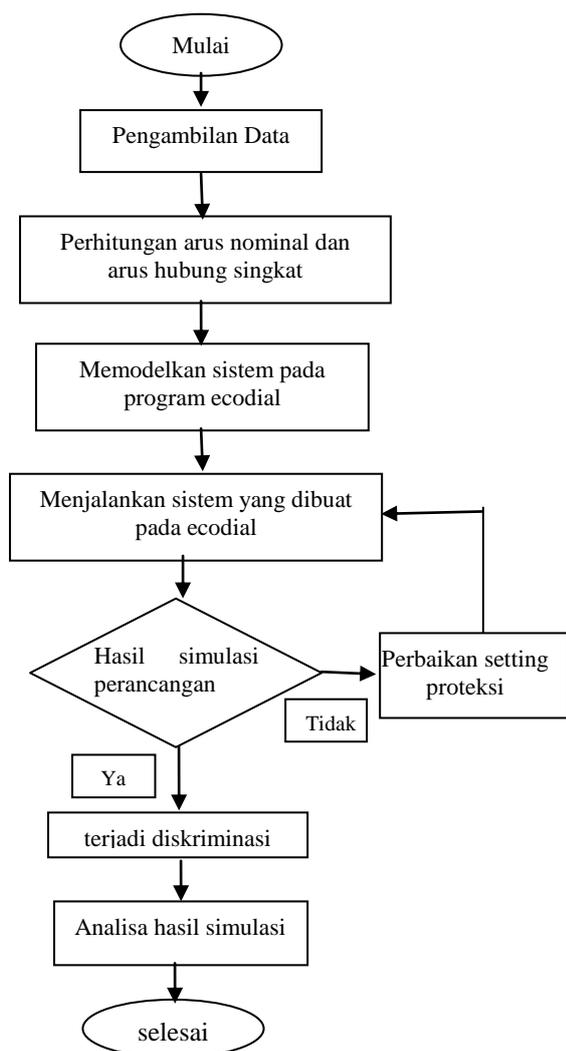
$$I_{SC} = \frac{V_0}{\sqrt{3} \sqrt{R_{total}^2 + X_{total}^2}} \quad (3)$$

dengan :

- Isc = Arus hubung singkat (kA)
- V<sub>0</sub> = Tegangan antar fasa transformator pada kondisi tanpa beban (V)
- R total = Resistansi total (Ω)
- X total = Reaktansi total (Ω)

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis koordinasi proteksi motor pada MDP (*Main Distribution Panel*) A3, SDP (*Sup Distribution Panel*) PP10, SDP PP11 dan SDP PP5 dengan menggunakan program Ecodial. Langkah pertama memodelkan atau menggambar diagram sistem instalasi motor pada program Ecodial. Selanjutnya dilakukan sebuah simulasi analisis koordinasi proteksi antar CB jaringan sisi atas dengan jaringan sisi bawahnya. Tahap terakhir setelah diperoleh hasilnya, analisa bentuk kurve karakteristik antar CB jaringan sisi atas dengan CB jaringan sisi bawah. Alur penelitian ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir simulasi koordinasi proteksi

### 3. ANALISA KOORDINASI PROTEKSI

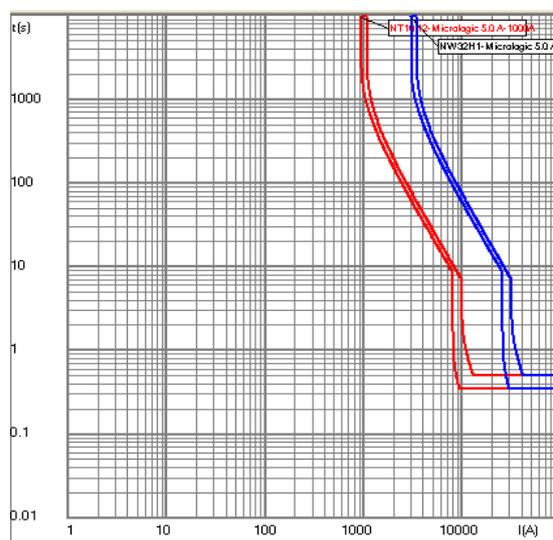
Fungsi utama peralatan proteksi atau perlindungan adalah melepaskan atau memisahkan peralatan yang terganggu dari sistem keseluruhannya guna memperkecil kerusakan yang dapat terjadi dan sebanyak mungkin mempertahankan kontinuitas penyediaan tenaga listrik. Peralatan pengaman harus melakukannya dalam waktu yang secepatnya sehingga seluruhnya dilaksanakan secara otomatis dan selektif terhadap segala jenis gangguan yang mungkin terjadi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka peralatan proteksi harus mempunyai koordinasi yang baik sehingga mutu pelayanan energi listrik dapat terjaga. Untuk mengetahui apakah terjadi diskriminasi atau tidak antar CB ditunjukkan pada lampiran.

#### 3.1 Koordinasi proteksi antara CB pada bagian transformator maupun genset dengan CB pada bagian MDP

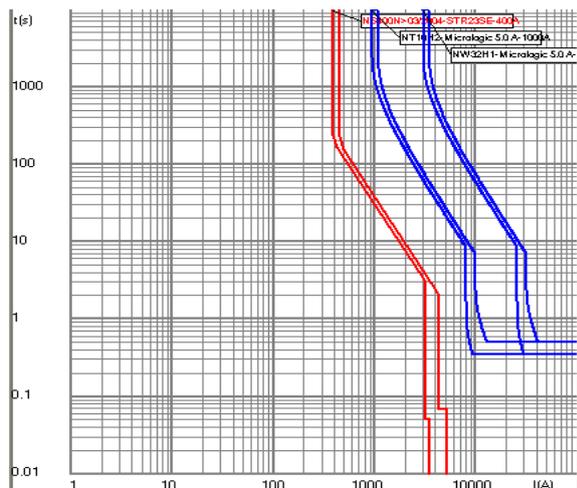
- Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 3200 A, maka CB NT-10-H2 yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 4
- Arus gangguan sebesar 5000 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NT-10-H2 bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NW-32-H1 akan bekerja sesuai waktu tundanya.
- Arus gangguan di atas 10.000 A maka CB NT-10-H2 akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NW-32-H1 baru akan bekerja.

#### 3.2 Koordinasi antara CB PP 10 & 11 dengan CB pada bagian jaringan atasnya.

- Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 1000 A, maka CB NS-400-N yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 5
- Arus gangguan sebesar 1000 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NS-400-N bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NT-10-H2 akan bekerja sesuai waktu tundanya.
- Arus gangguan di atas 5000 A maka CB NS-400-N akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NT-10-H2 baru akan bekerja



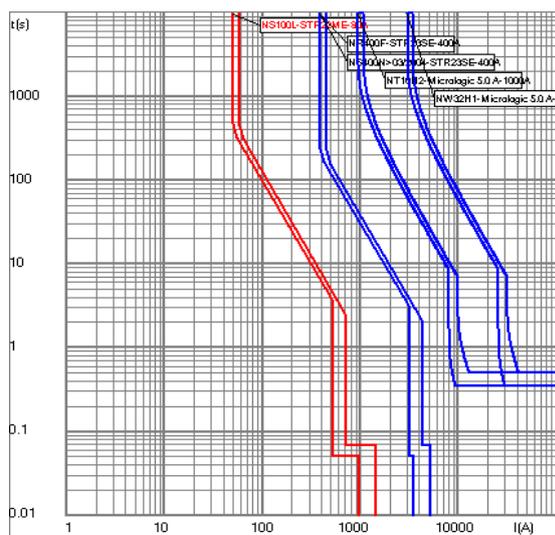
Gambar 4 Koordinasi antara CB Transformator dengan CB pada bagian panel MDP



Gambar 5 Koordinasi antara CB PP 10 & 11 dengan CB pada bagian jaringan atasnya

### 3.3 Koordinasi antara CB mesin ring spinning dengan CB pada bagian jaringan atasnya.

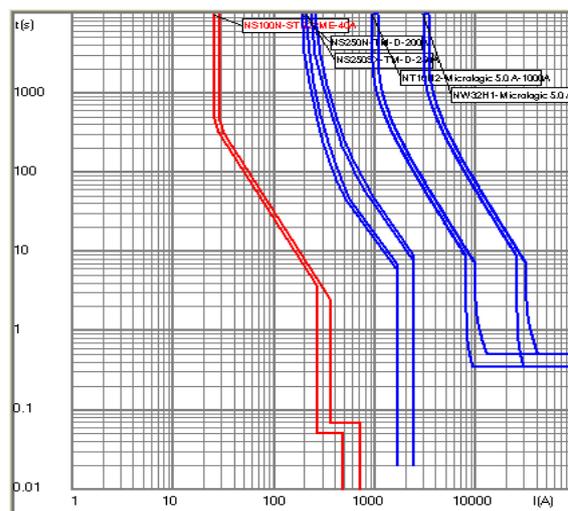
- Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 400 A, maka CB NS-100-L yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 6
- Arus gangguan sebesar 700 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NS-100-L bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NR-400-F akan bekerja sesuai waktu tundanya.
- Arus gangguan di atas 800 A maka CB NS-100-L akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NR-400-F baru akan bekerja



Gambar 6 Koordinasi antara CB mesin ring spinning dengan CB pada bagian jaringan atasnya

### 3.4 Koordinasi antara CB mesin roving frame dengan CB pada bagian jaringan atasnya

- Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 250 A, maka CB NS-100-N yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 7
- Arus gangguan sebesar 250 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NS-100-N bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NS-250-N akan bekerja sesuai waktu tundanya.
- Arus gangguan di atas 1400 A maka CB NS-100-N akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NS-250-N baru akan bekerja.



Gambar 7 Koordinasi antara CB mesin roving frame dengan CB pada bagian jaringan atasnya

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa pengujian software ecodial terhadap kasus koordinasi proteksi pada instalasi motor pada PT.Kusuma Santosa Karanganyar dapat disimpulkan beberapa hal :

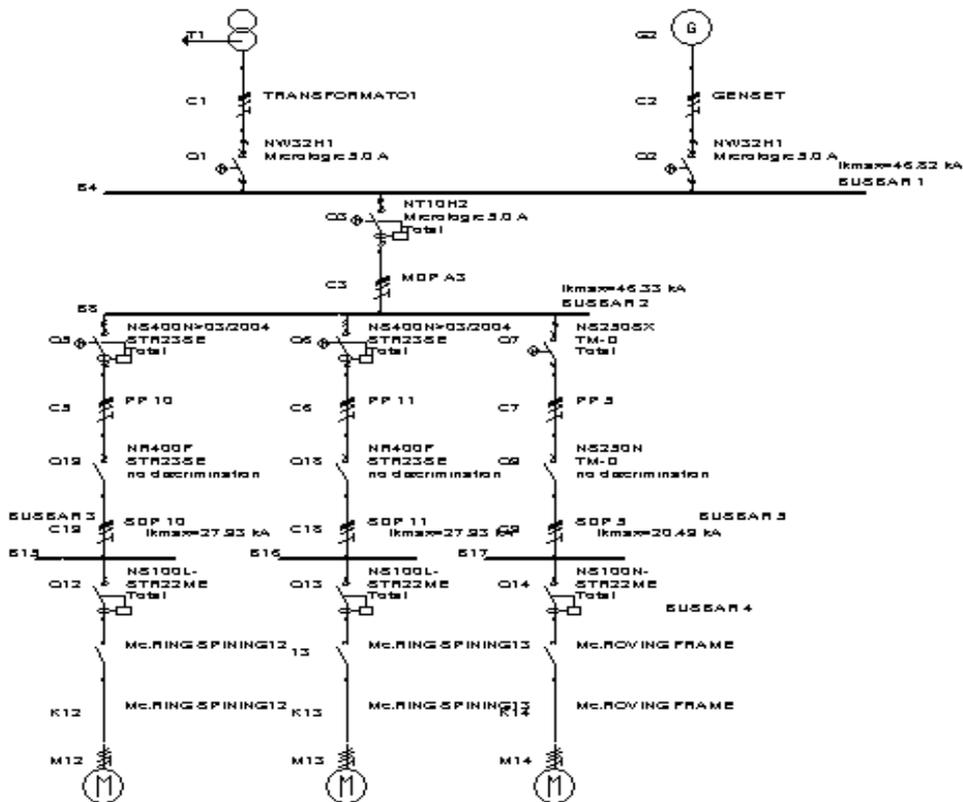
- Antara *circuit breaker* pada bagian sumber yaitu transformator dan genset yang menggunakan NW-32-H1 dengan *circuit breaker* pada MDP yang menggunakan NT-10-H2 terjadi diskriminasi total.
- Antara *circuit breaker* pada bagian MDP yang menggunakan NT-10-H2 dengan *circuit breaker* pada *out going* MDP yang menggunakan NS-400-N dan NS-250-SX terjadi diskriminasi total.
- Antara *circuit breaker* pada bagian *out going* MDP yang menggunakan NS-400-N dan NS-250-SX dengan *circuit breaker* pada SDP 10, SDP 11, dan SDP 5 yang menggunakan NR-400-F dan NS-250-N tidak terjadi diskriminasi.
- Antara *circuit breaker* pada bagian SDP 10 dan SDP 11 yang menggunakan NR-400-F dengan *circuit breaker* pada mesin ring spinning yang

menggunakan NS-100-L terjadi diskriminasi total.

- e. Antara *circuit breaker* pada bagian SDP 5 yang menggunakan NS-250-N dengan *circuit breaker* pada mesin *roving frame* yang menggunakan NS-100-N terjadi diskriminasi total.

#### **PUSTAKA**

- Andi, R.B. Studi Sistem Kelistrikan pada Tower Telekomunikasi. Surabaya, 2008.
- Arismunandar, A. Teknik Tenaga Listrik jilid III Gardu Induk. Pradnya Paramitha. Jakarta, 1984.
- Basri, H. Sistem Distribusi Daya Listrik, ISTN, Jakarta Selatan, 1997.
- Gregorius, M.K.M. Perencanaan Instalasi Listrik dan Panel Listrik Menggunakan Ecodial 3.3 pada Pabrik Coklat dengan Daya 197 kVa di Surabaya, Surabaya, 2006.
- Marsudi, D. Pembangkitan Energi Listrik, Erlangga, Jakarta, 2005.
- Supriyadi, E. Sistem Pengaman Tenaga Listrik. Adi Cita . Yogyakarta, 1999.
- Suryadi, Gardu Induk PT. PLN UPT Surakarta, Surakarta, 2002.
- Stevenson Jr, W D. 'Analisis Sistem Tenaga Listrik', edisi ke-4, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, 1994.
- Zuhal, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.



Lampiran Gambar Tampilan rangkaian untuk mengetahui hasil diskriminasi