

**MONITORING KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TIGA FASA
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN SMS**

(Skripsi)

Oleh

ANGGA HIDSON SETIAWAN



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

MONITORING KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TIGA FASA MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN SMS

Oleh

Angga Hidson Setiawan

Abstrak

Ketidakseimbangan beban tiga fasa merupakan gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan pada transformator daya. Persentase ketidakseimbangan beban yang besar menyebabkan pemanasan yang berlebihan pada isolasi belitan dan bila terjadi dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan kegagalan transformator untuk bekerja. Penelitian tugas akhir ini bertujuan merancang dan membuat alat monitoring ketidakseimbangan beban tiga fasa menggunakan mikrokontroler arduino. Mikrokontroler arduino berfungsi sebagai pengendali utama dan memberi perintah untuk mengirimkan data ke *handphone* melalui sistem layanan pesan singkat (SMS) dan mengaktifkan sistem peringatan bunyi bila terjadi persentase ketidakseimbangan yang melebihi nilai yang sudah diset. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dibuat dapat memonitoring ketidakseimbangan beban secara *online* dan dapat mengirim data ke *handphone* serta mengaktifkan *buzzer* saat persentase ketidakseimbangan beban atau ketidakseimbangan arus melebihi nilai yang sudah diset.

Kata-kata kunci : ketidakseimbangan beban, monitoring, mikrokontroler, layanan pesan singkat

THREE-PHASE LOAD UNBALANCE MONITORING USING MICROCONTROLLER AND SMS

Oleh

Angga Hidson Setiawan

Abstract

Three-phase load unbalance is fault that can cause damage to the power transformer. The large percentage of load unbalance cause excessive heating on the winding insulation and when it occurs in a long time can lead to failure of the transformer to work. This thesis research aims to design and create a three-phase load unbalance monitoring equipment using a microcontrollerarduino. Microcontroller arduino serves as a main controller and gave command to transmit data to a mobile phone through a short message service (SMS)system and activate the warning system with sound when there is an unbalance percentage exceeds the value that has been set. The test results showed that the equipment can monitor load unbalance online and can send data to the mobile phone and activate the buzzer when the percentage of load unbalance or current unbalance exceeds the setting value.

Keywords: load unbalance, monitoring, microcontroller, short message service

**MONITORING KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TIGA FASA
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN SMS**

Oleh:

ANGGA HIDSON SETIAWAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**: MONITORING KETIDAKSEIMBANGAN
BEBAN TIGA FASA MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER DAN SMS**

Nama Mahasiswa

: Angga Hidson Setiawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 0645031004

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

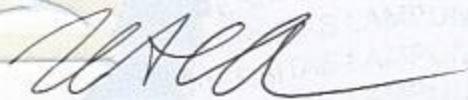
: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.
NIP 19631114 199903 1 001



Osea Zebua, S.T., M.T.
NIP 19700609 199903 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

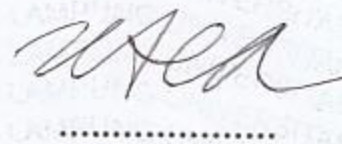
Ketua

: **Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.**



Sekretaris

: **Osea Zebua, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Juni 2016**

LEMBAR PERNYATAAN

Sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Angga Hidson Setiawan
NPM : 0645031004

Menyatakan bahwa karya ilmiah saya yang berjudul :

MONITORING KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN 3 FASA MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER DAN SMS

Merupakan karya ilmiah asli saya dan belum pernah dipublikasikan dimana pun.
Apabila dikemudian hari, karya saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka
saya bersedia menerima konsekuensi apa pun yang diberikan Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandar Lampung

Pada Tanggal : 1 Agustus 2016

Yang menyatakan


(Angga Hidson Setiawan)

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 15 Juni 1988, sebagai anak sulung dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Rupandi (alm) dan Sri Purwati Ningsih

Pada tahun 1994 - 2000 menjalani pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Talang padang

Pada tahun 2000 - 2003 menjalani pendidikan sekolah menengah pertama di MTS N 1 Talang Padang, dan 2003 - 2006 menjalani sekolah menengah atas di SMA N 1 Talang padang. Pada tahun 2006 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro dan mengambil konsentrasi Sistem Energi Elektrik (SEE) atau sering disebut Arus Kuat , pada tahun 2010 penulis melakukan kerja praktik di PT.PLN P3B Sumatera, Ditempatkan di wilayah kerja Tragi Tragi Tarahan. Pada Tahun 2011 penulis di terima bekerja sebagai Operator Gardu Induk di PT.PLN P3B Sumatera hingga sekarang 2016.

motto

"Terus berfikir positif, Optimis, Pantang menyerah, Belajar dari kegagalan, mensyukri apa yang telah di berikan dan Berdoa kepada Allah S. W. T"

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Papa dan Mamaku tercinta. Yang telah merawat dan membesarkanku dengan kasih sayang yang tak terbatas, memberikan dorongan semangat nasehat serta doa.

Istri ku yang ku cintai yang slalu menjadi motivasi dan semangat ku untuk berjuang menjadi yang lebih baik, dan menemaniku dalam keadaan susah, senang, sehat dan sakit.

Adik-adikku kusayangi. Yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan semangat.

Untuk keluarga besarku. Yang telah memberikan masukan, motivasi.

Serta Teman – teman seperjuangan di kampus. Yang memberikan Semangat, rasa kebersamaan, dan persahabatan.

SANWACANA

Puja dan Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi / tugas akhir ini dengan judul “Monitoring Ketidakseimbangan Beban Menggunakan Mikrokontroller dan SMS”.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan baik ilmu, materil, petunjuk, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan rasa syukur yang sebesar – besarnya, baik langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Allah S.W.T dan Rasullah Muhammad S.A.W.
2. Kepada Ibuku Tersayang, Sri Purwati Ninggsih ,dan Ayah tercinta, (Alm) Rupandi. .Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, perjuangan yang tak kenal lelah dan tanpa henti, serta pengorbanan harta, jiwa raga, doa dan semangatnya yang telah memberikan kekuatan dalam hidup ini.
3. Kepada Istriku Tercinta, Apriyani yang selalu memberikan perhatian , kasih sayang ,semangat dan kekuatan dalam hidup ini.
4. Bapak Dr.Ing. Ardian Ulvan, S.T.,M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

5. Bapak Ir. Noer Sudjarwanto.,M.T. selaku pembimbing utama, dan Osea Zebua,S.T.,M.T selaku pembimbing pendamping, yang tanpa lelah dan bosan mencurahkan waktunya yang sedemikian banyak dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Dr.Eng.Dikpride Despa,S.T.,M.T yang telah bersedia menjadi penguji dalam tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro atas didikan, bimbingan, serta ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
8. Teman-temanku Jemi Anggara, Insan Hakim, Dedi Irawan , dan . terima kasih atas dukungannya.
9. Teruntuk Almamaterku (Teknik), terima kasih telah menjadi bagian dari kalian. Pengalaman, kebersamaan, persaudaraan, dan rasa solidaritas.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam penulisan laporan ini, sehingga kritik dan saran sangat diharapkan demi kebaikan dan kemajuan di masa yang akan datang. Harapan penulis semoga Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat serta menambah ilmu pengetahuan bagi yang membacanya.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2016

Penulis
ANGGA HIDSON SETIAWAN

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR DAFTAR TABEL

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Manfaat Penelitian	3
D. Perumusan Masalah	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Hipotesis Awal	4
G. Sistematika Penulisan	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Transformator	6
1. Prinsip Kerja	6
2. Konfigurasi Transformator	6
3. Rugi – Rugi Daya Pada Transformator.....	8
B. Ketidakseimbangan Beban	8
1. Arus Netral	10
2. NGR	13
3. Sistem 20 kV	16
C. Arduino Uno.....	20
D. IComSat v1.1 –SIM900 GSM/GPRS shield	26
E. Relay.....	27
F. LCD (Liquid Crystal Display).....	28
G. Transistor.....	29
H. Kapasitor	30
I. Dioda	31

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	33
B. Alat dan Bahan	33
C. Prosedur Kerja.....	34
D. Studi Literatur	36
1. Spesifikasi Rancangan	36
2. Perancangan perangkat keras	36
3. Perancangan perangkat keras	40
4.pembuatan Alat	42
5.pengujian Alat	42

BAB IV HASIL PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Keras.....	43
1. Pengujian Catu Daya	44
2. Hasil Pengujian Mikrokontroller Arduino Uno	45
3. Hasil Pengujian sensor SCT 013	46
B. Pengujian Keseluruhan Alat.....	47
C. Pengujian Aplikasi Alat	47
D. Pembahasan.....	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Hubungan Transformator tiga fasa.....	7
2.2 Vektor diagram arus keadaan seimbang	9
2.3 Vektor Diagram Arus Keadaan Tidak Seimbang.....	10
2.4 NGR (Netral Ground Resistor)	13
2.5 Name plate NGR.....	14
2.6 Peletakan NGR.....	15
2.7 Konfigurasi NGR	15
2.8 Kubikel <i>Incoming</i>	16
2.9 Diagram Satu garis Peralatan Tegangan Menengah Penyulang/Outgoing kV.....	20 17
2.10 Hukum Kirchoff 1	18
2.11 Kubikel Penyulang/Outgoing 20 kV	19
2.12 Diagram Satu Garis Penyulang 20 kV	19
2.13 Kubikel 20 kV	20
2.14 Mikrokontroller Arduino Uno.....	21
2.15 GSM Shield 900.....	26
2.16 Contoh Relay Mekanik	28
2.17 Jenis-jenis <i>Relay</i> dan Terminal kaki-kaki <i>relay</i>	28
2.18 LCD 2 x 16 Karakter.....	29
2.19 Schematic Transistor.....	29
2.20 Schematic dan Kontruksi Dioda	31
3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	35
3.3 Blok Diagram Tugas Akhir.....	36
3.4 Rangkaian Sensor Arus	37
3.5 Sistem Minimum Arduino	39
3.6 Rangkaian indicator Alarm	40
3.7 Rangkaian LCD ke mikrokontroller	40

3.8 Program Arduino.....	41
4.1 Skematik <i>hardware</i> secara keseluruhan.....	43
4.2 Hasil keluaran tegangan / 1 ampere	44
4.3 Hasil keluaran tegangan / 2 ampere	45
4.4 Mikrokontroller dan catu daya	45
4.5 Hasil alat eletrik yang sudah di gabungkan.....	47
4.6 Hasil pengujian kalibrasi alat monitoring ketidakseimbangan beban tiga fasa menggunakan SMS dengan alat ukur pada gardu induk.....	53
4.7 Tampilan sms pada layar telepon yang dikirim oleh mikrokontroller	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Masukan	45
4.2 Hasil Pengujian Sensor sct013-30	46
4.3 Tabel Data Hasil pengujian Alat ke Beban dan Perhitungan	48

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan sumber tenaga yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia pada saat ini. Hampir semua peralatan dengan teknologi yang semakin berkembang membutuhkan energi listrik, sehingga energi listrik menjadi kebutuhan primer atau pokok. Energi listrik itu sendiri digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau industri.

Oleh karena itu, stabilitas dan kontinuitas sistem pendistribusian energi listrik harus terjaga supaya dapat digunakan oleh konsumen. Dalam menjaga stabilitas sistem pendistribusian listrik tersebut diperlukan kualitas daya dan pembebanan pada transformator distribusi. Namun dalam pendistribusian daya ke konsumen harus diperhatikan juga ketidakseimbangan beban yang digunakan konsumen. Transformator daya di gardu induk (GI) berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik ke konsumen dengan level tegangan yang lebih rendah. Transformator daya berfungsi sebagai penurun tegangan tinggi ke tegangan rendah (*stepdown*), dari tegangan 150 kV ke 20 kV atau dapat dikatakan tegangan primer adalah 150 kV dan tegangan sekunder 20kV. Dari sisi sekunder transformator daya, energi atau daya listrik dibagi lagi oleh beberapa *feeder* atau penyulang. Pembagian ini dilakukan dikarenakan lokasi konsumen yang berbeda dan karakteristik beban yang berbeda.

Ketidakseimbangan beban pada setiap fasa dapat mengganggu kontinuitas pendistribusian energi listrik. Akibat ketidakseimbangan beban pada transformator daya, antara lain dapat menyebabkan panas yang berlebihan pada salah satu fasa di transformator daya, perbedaan tegangan pada setiap fasa serta menyebabkan kenaikan jatuh tegangan pada transformator daya dan sekaligus meningkatkan rugi-rugi. Sementara akibat ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi dan konsumen, antara lain adalah pemanasan lebih pada motor induksi dan berkurangnya torsi putar sehingga motor induksi tidak berfungsi secara optimal, tegangan kurang atau tegangan lebih pada sisi konsumen, rusaknya fuse pada bank kapasitor, dan meningkatnya harmonik pada beban.

Akibat-akibat yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban dapat mengurangi kualitas daya, mengurangi efisiensi transformator daya, dan bahkan dapat menyebabkan trip peralatan pengaman akibat gangguan satu fasa yang tidak dapat diidentifikasi.

Oleh karena itu, monitoring ketidakseimbangan beban sangat penting dilakukan, sehingga dengan informasi besarnya ketidakseimbangan beban yang diperoleh dapat memberikan informasi kepada operator pendistribusi energi listrik untuk melakukan tindakan-tindakan yang diperlukan.

Pada tugas akhir ini, dilakukan penelitian untuk memonitoring ketidakseimbangan beban pada transformator daya di gardu induk dengan level tegangan 20 kV dengan menggunakan mikrokontroler Arduino. Monitoring akan memberikan informasi melalui tanda peringatan (*alarm*) bila ditemukan kondisi ketidakseimbangan yang berlebih. Informasi juga akan dikirim melalui pesan singkat.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat dan merancang sebuah *prototype* ketidakseimbangan beban menggunakan mikrokontroller
2. Memberi informasi ketidakseimbangan beban dengan *SMS (short message service)* atau pesan singkat dan alarm

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat tercapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gangguan yang terjadi akibat ketidakseimbangan fasa dapat terdeteksi sehingga penyaluran daya kepada konsumen dapat terjaga
2. Mempermudah operator melakukan tindakan apabila ketidakseimbangan beban itu terjadi.
3. Efisiensi waktu untuk mengetahui gangguan ketidakseimbangan beban

D. Perumusan Masalah

Sering terjadinya gangguan tidak bisa diprediksi yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban serta tidak adanya informasi tentang ketidakseimbangan beban pada transformator daya memerlukan suatu sistem atau peralatan untuk monitoring ketidakseimbangan beban. Informasi ketidakseimbangan beban yang di luar batas ketidakseimbangan diperlukan untuk menghindarkan gangguan-gangguan yang akan terjadi. Informasi mesti dapat memberikan peringatan secara cepat kepada operator untuk melakukan tindakan pencegahan selanjutnya.

E. Batasan Masalah

Beberapa hal yang membatasi masalah dalam pembahasan tugas akhir ini adalah :

1. Hanya membahas ketidakseimbangan beban pada penyulang 20 kv.
2. Alat yang digunakan adalah Mikrokontroller
3. Tidak membahas proteksi arus lebih dan hubung singkat fasa tanah.
4. Tidak membahas mekanik penyulang 20 kv

F. Hipotesis Awal

Pengaman ketidakseimbangan fasa belum ada pada sistem penyulang 20 kv sehingga apabila terjadi kondisi beban tidakseimbang maka akan muncul arus netral di NGR trafo daya yang menyebabkan rele NGR pada trafo bekerja. Kejadian tersebut menyebabkan trafo dipadamkan oleh relay. Sehingga pendistribusian listrik kepada konsumen terganggu atau tidak dapat dialirkan kekonsumen.

G. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bab, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang studi literature tentang transformator dan beban tiga fasa, sensor arus, sistem mikrokontroller, dan beberapa penjelasan tentang komponen elektronika.

BAB III : METODE PENELITIAN

Memuat langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, komponen dan perangkat penelitian, prosedur kerja, perancangan, dan pengujian sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi mengenai hasil pengujian dan membahas terhadap data-data hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V : SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyimpulkan semua kegiatan dan hasil-hasil yang diperoleh selama proses pembuatan dan pengujian sistem serta saran-saran yang sekiranya diperlukan untuk menyempurnakan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Transformator

Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

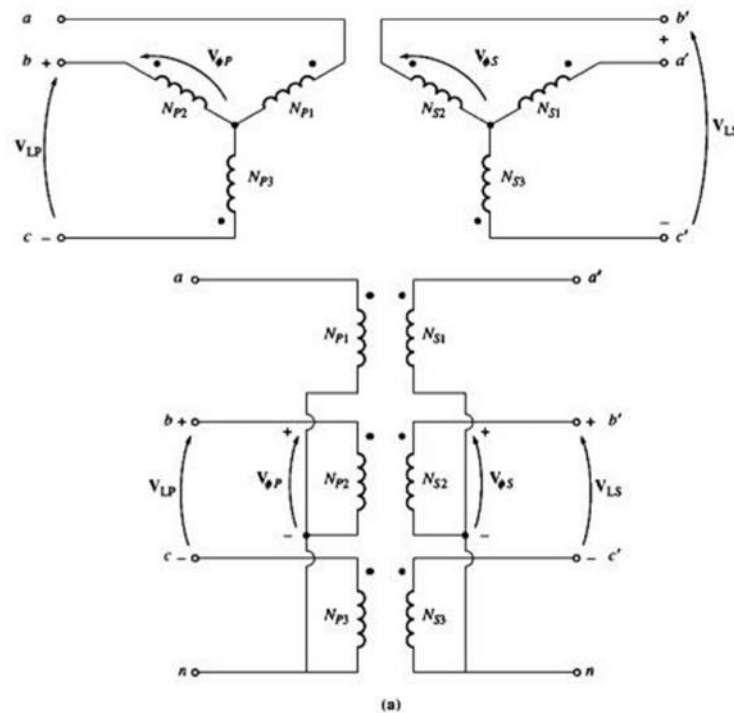
1. Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari sebuah transformator adalah Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan diantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

2. Konfigurasi Transformator

Pada umumnya konfigurasi hubungan transformator daya pada gardu induk adalah delta- bintang, Hubungan delta-bintang menghasilkan beda fasa 30° antara tegangan saluran masukan dan saluran transmisi keluaran. Maka dari itu, tegangan line keluaran E12 adalah 30° mendahului tegangan line masukan EAB, seperti dapat dilihat dari diagram phasor. Jika saluran keluaran memasuki kelompok

beban terisolasi, beda fasanya tidak masalah. Tetapi jika saluran dihubungkan paralel dengan saluran masukan dengan sumber lain, beda fasa 30° mungkin akan membuat hubungan paralel tidak memungkinkan, sekalipun jika saluran tegangannya sebaliknya identik.



Gambar 2.1 Hubungan transformator tiga fasa a. Y-Y ; b.Y-D ; c. D-D [1]

Pada gambar 2.1 adalah hubungan transformator tiga fasa dimana, Y-Y, Y-D, D-D. Keuntungan penting dari hubungan bintang adalah bahwa akan menghasilkan banyak isolasi/penyekatan yang dihasilkan di dalam transformator. Lilitan HV (*high Voltage*/tegangan tinggi) telah diisolasi/dipisahkan hanya $1/1,73$ atau 58% dari tegangan saluran.

3. Rugi – Rugi Daya Pada Transformator

Arus netral pada suatu system distribusi tenaga listrik adalah arus yang mengalir pada kawat netral di suatu system transformator tenaga, arus yang mengalir pada penghantar netral transformator menyebabkan rugi-rugi (*losses*) . rugi-rugi pada penghantar netral transformator dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \quad (2.1)$$

Dimana:

P_N : rugi –rugi pada penghantar netral transformator (watt)

I_N : arus yang mengalir pada netral transformator (A)

R_N : tahanan penghantar netral transformator (ohm)

Sedangkan rugi-rugi yang diakibatkan karena arus netral mengalir ke tanah (ground) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut : [3]

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \quad (2.2)$$

Dimana :

P_G = rugi – rugi arus netral yang mengalir ke tanah (watt)

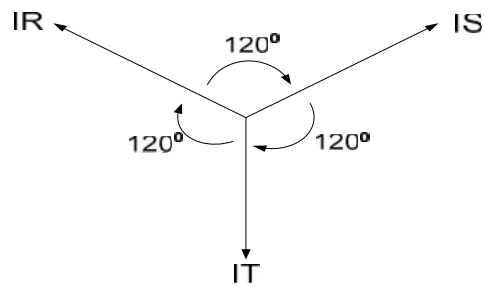
I_G = arus netral yang mengalir ke tanah (A)

R_G = tahanan pembumian netral transformator (ohm) Ω

B. Ketidakseimbangan Beban

pengertian tentang beban seimbangan adalah

1. Ketiga vektor arus/ tegangan adalah sama besar
2. Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain, dapat dilihat pada gambar



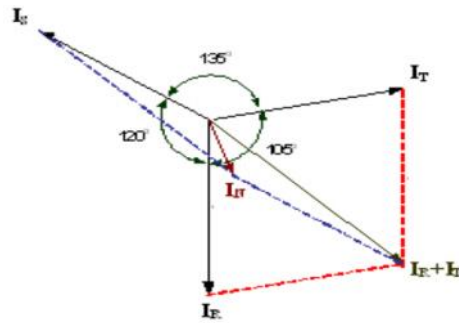
Gambar 2.2 vektor diagram arus keadaan seimbang [2]

Dari gambar 2.2 menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Dapat dilihat bahwa penjumlahan dari ketiga vektor arusnya ($I_R + I_S + I_T$) adalah sama dengan nol, sehingga tidak menimbulkan arus netral

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah dimana keadaan salah satu atau kedua syarat keadaan tidak seimbang tidak terpenuhi.

kemungkinan keadaan tidak seimbang ada tiga :

1. Ketiga vektor sama besar tapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain
3. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak memnbentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2.3 vektor diagram arus keadaan tidak seimbang [2]

Dari gambar 2.3 menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan tidak seimbang disini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya ($I_R + I_S + I_T$) adalah tidak sama dengan nol sehingga muncul suatu besaran yaitu arus pada sisi netral (I_N) yang besarnya bergantung pada seberapa besar factor ketidakseimbangannya.

1. Arus Netral

Jika $[I]$ adalah besaran arus fasa dalam penyaluran daya sebesar P pada keadaan seimbang, maka pada penyaluran daya yang sama tetapi tidak seimbang besarnya arus-arus fasa dapat dinyatakan dengan koefisien a , b , dan c adalah

$$[I_a] = a[I]$$

$$[I_b] = b[I]$$

$$[I_c] = c[I]$$

Dengan I_a , I_b , dan I_c berturut adalah arus fasa R, S dan T.

Bila faktor daya dari ketiga fasa dianggap sama meskipun besaran arusnya berbeda, besaraan daya yang disalurkan dapat dinyatakan pada 2.3 :

$$P = (a + b + c) \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \phi \quad (2.3)$$

Apabila persamaan $P = (a + b + c) \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \varphi$ dan persamaan $P = 3 \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \varphi$ menyatakan daya yang besarnya sama, maka dari kedua persamaan itu dapat diperoleh persyaratan untuk koefisien a, b, c yaitu :

$$a + b + c = 3 \quad (2.4)$$

dimana dalam keadaan seimbang nilai $a = b = c = 1$

dengan anggapan yang sama. Arus yang mengalir pada kawat netral dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_N &= I_a + I_b + I_c \\ &= [I] \{a + b \cos (-120) + j.b.\sin (-120) + c.\cos (-120) + j.c.\sin (120)\} \\ &= [I] \{a - (b + c) / 2 + j. (c - b) \sqrt{3} / 2\} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Pada keadaan seimbang besarnya koefisien a, b, c adalah 1. Dengan demikian rata- rata ketidakseimbangan beban (dalam %) adalah

$$= \frac{(|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|)}{3} \times 100 \% \quad (2.6)$$

$$a = \frac{I_r}{I}, b = \frac{I_s}{I}, c = \frac{I_t}{I}$$

I_r = arus pada fasa r

I_s = arus pada fasa s

I_t = arus pada fasa t

I = jumlah rata-rata arus tiap fasa

Untuk arus tiga fasa dari suatu sistem yang tidak seimbang dapat juga diselesaikan dengan menggunakan metode komponen simetris. Dengan menggunakan notasi-notasi yang sama seperti pada tegangan akan didapatkan persamaan-persamaan untuk arus-arus fasanya sebagai berikut :

$$I_a = I_1 + I_2 + I_0 \quad (2.7)$$

$$I_b = a^2 I_1 + a I_2 + I_0 \quad (2.8)$$

$$I_c = a I_1 + a^2 I_2 + I_0 \quad (2.9)$$

Dengan tiga langkah (2.7),(2.8),(2.9) yang telah dijabarkan dalam menentukan tegangan urutan positif, urutan negative, dan urutan nol terdahulu, maka arus-arus urutan juga dapat ditentukan dengan cara yang sama, sehingga kita dapatkan juga

$$I_1 = 1/3(I_a + a I_b + a^2 I_c) . \quad (2.10)$$

$$I_2 = 1/3(I_a + a^2 I_b + a I_c) \quad (2.11)$$

$$I_0 = 1/3(I_a + I_b + I_c) \quad (2.12)$$

Dapat dilihat pada persamaan (2.12) bahwa arus urutan nol (I_0) adalah merupakan sepertiga dari arus netral atau sebaliknya akan menjadi nol jika dalam sistem tiga fasa empat kawat. Dalam sistem tiga fasa empat kawat ini jumlah arus saluran sama dengan arus netral yang kembali lewat kawat netral, menjadi :

$$I_N = I_a + I_b + I_c \quad (2.13)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.13)

$$I_N = 3 I_0 \quad (2.14)$$

Dalam sistem tiga fasa empat kawat ini jumlah arus dalam saluran sama dengan arus netral yang kembali lewat kawat netral. Jika arus-arus fasanya seimbang maka arus netralnya akan bernilai nol, tapi jika arus-arus fasanya tidak seimbang,

maka akan ada arus yang mengalir di kawat netral sistem (arus yang mengalir pada kawat netral tidak sama dengan nol). [2]

2. NGR



Gambar 2.4 NGR (Netral Ground Resistor) (foto NGR pada GI New Tarahan atas seizin PT.PLN persero)

Gambar 2.4 adalah gambar NGR (*Netral Ground Resistor*) yang merupakan salah satu peralatan Gardu Induk yang berfungsi sebagai pembatas arus gangguan 20 kV sebagai titik netral sekunder trafo daya. Desain trafo daya dengan sekunder netral ditanahkan melalui tahanan (resistor 40 Ohm), mampu bekerja pada arus kontinyu 30 Ampere, dengan batas kemampuan arus sebesar 300 Ampere selama 10 detik melalui karakteristik *Long Time Invers* (LTI) sesuai dengan rumus 2.15:

$$t = \frac{120}{\left(\frac{i}{i_{sh}}\right)^{-1}} * TMS \quad (2.15)$$

Keterangan :

t : waktu kerja rele (detik)

i : arus yang mengalir

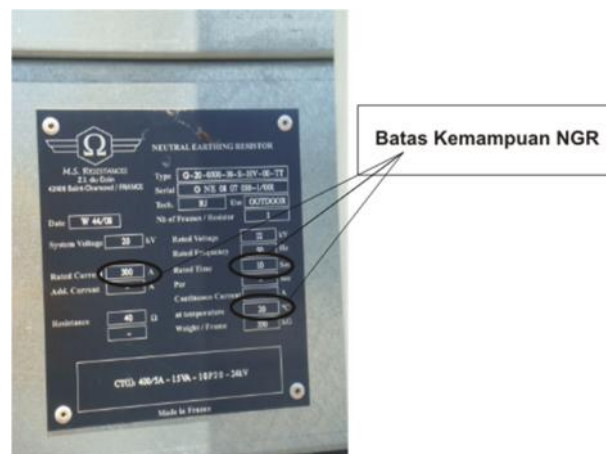
i_{sh} : batas arus yang mengalir

TMS : T/β , waktu maksimum $(10)/ 13.33 = 0,75$

$$t = \frac{120}{\left(\frac{30}{300}\right) - 1} * 0,75$$

t = 100 detik

Persamaan (2.15) dijadikan acuan pada sistem proteksi SBEF, untuk menentukan batas kemampuan NGR terhadap arus hubung singkat maupun arus kontinyu akibat dari ketidakseimbangan beban. [3]



Gambar 2.5 Name plate NGR (foto pada NGR GI New Tarahan, seizin PT PLN Persero)

Gambar 2.5 adalah Kaidah pemakaian NGR mengacu pada Spesifikasi yang terdapat pada *nameplate*, yaitu :

Voltage System : 20 kV (Tegangan Kerja)

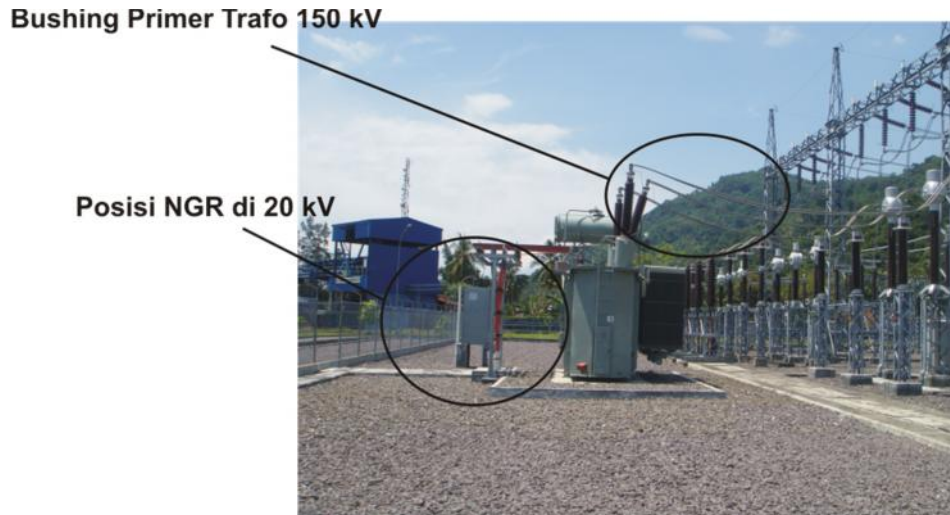
Frequency Rate : 50 Hz (Frekuensi Kerja)

At Temperature : 20⁰ C (Nominal Suhu Kerja Normal)

Resistance : 40 Ohm (Tahanan yang dihasilkan)

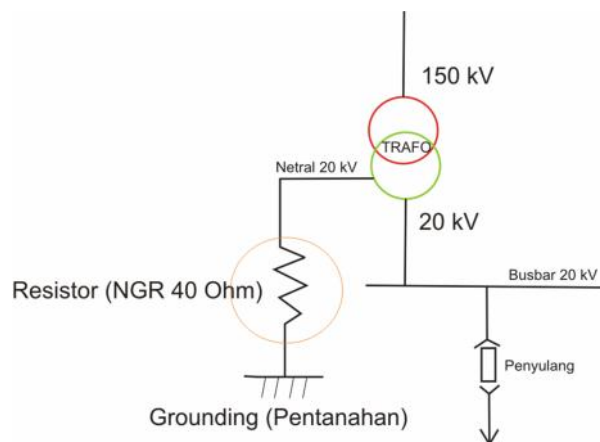
Rated Current : 300 Ampere (Arus Kerja Maksimum)

Rated Time : 10 Second (Waktu Kerja maksimum pada saat arus 300 Ampere)



Gambar 2.6 Peletakan NGR (foto pada GI New Tarahan atas seizin PT. PLN Persero)

Gambar 2.6 menunjukkan posisi peletakan NGR tidak jauh dari Netral belitan sekunder trafo daya, dengan pentanahan netral $0.3 - 3 \Omega$, sistem pentanahan diharapkan tidak menyatu dengan pentanahan peralatan dan sistem pentanahan surja petir.

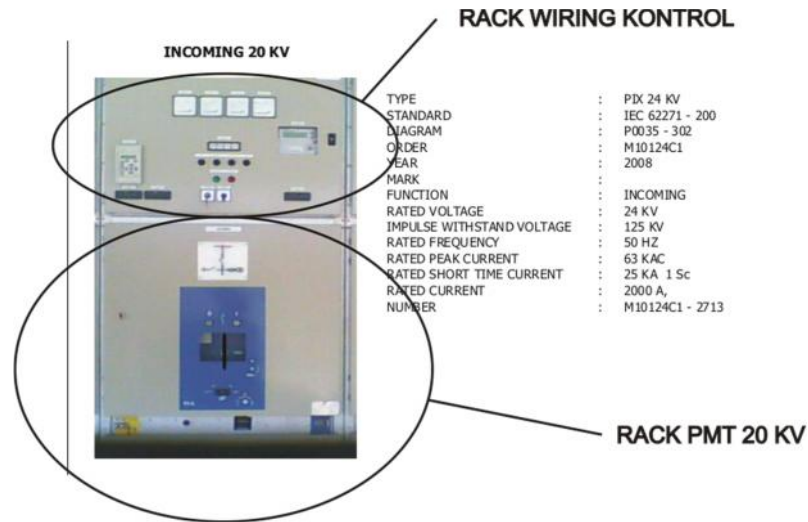


Gambar 2.7 Konfigurasi NGR (Neutral Ground Resistance) [4]

Pada gambar 2.7 adalah gambar konfigurasi transformator daya 150 kv/20 kv yang dihubungkan dengan NGR dengan nilai resistansi NGR adalah sebesar 40 ohm.

3. Sistem 20 kV

Incoming 20 kV (peralatan kubikel 20.000 volt)



Gambar 2.8 Kubikel *Incoming* 20.000 Volt [4]

Pada gambar 2.8 merupakan gambar kubikel *incoming* 20 kv. sistem pendistribusian arus pada sistem Gardu Induk dibuat percabangan sehingga apabila terjadi gangguan dapat dianulir hanya pada daerah yang terganggu. Titik sebelum Percabangan utama yang digunakan pada sistem Gardu Induk biasa disebut Incoming 20 kV. Konduktor dari trafo daya 3 fasa masuk ke kubikel *incoming* melalui kabel power berisolasi dengan kemampuan variatif tergantung besar daya trafo yang digunakan.

$$P = V.I$$

Misal Daya Trafo 30 MVA, asumsi cos phi sebesar 1, sehingga :

$$P (aktif) = V.I. \cos \theta$$

$$I = 3.10^7 ./2.10^4 \times 1.732$$

$$I = 866 A$$

Dengan demikian pemakaian kabel power pada incoming paling tidak memakai kabel berkapasitas arus nominal sebesar 900 Ampere.

Spesifikasi kubikel *Incoming* harus sesuai dengan besar trafo daya terpasang, sebagai contoh spesifikasi kubikel incoming 20kV sebagai berikut:

Rate Voltage : 24 kV

Rated frekuensi : 50 Hz

Rated Short Time Current : 25 kA 10 second

Rated Current : 2000 A

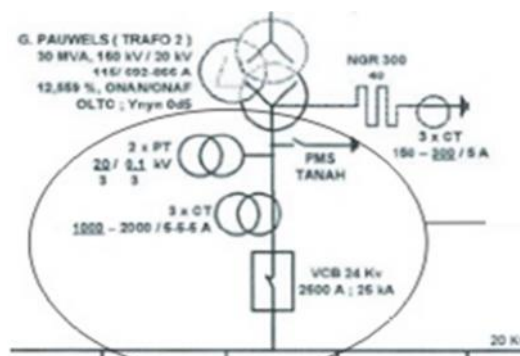
Spesifikasi merupakan bagian penting yang harus diperhatikan dari peralatan, sehingga menjadi penting sebagai dasar penyetingan sistem proteksi. Di dalam kubikel Incoming terbagi menjadi 3 *Rack*, antara lain :

Rack Wiring Kontrol dan Proteksi

Rack PMT/CB

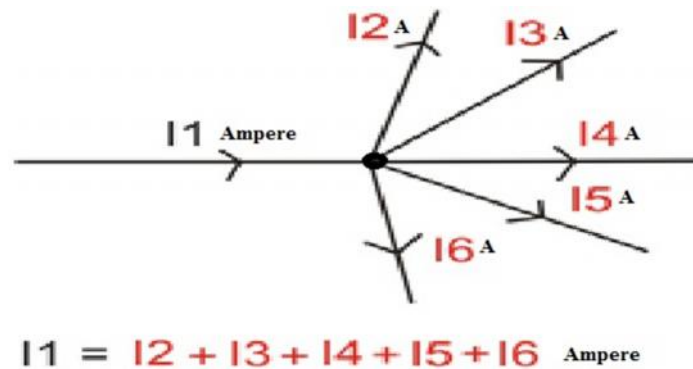
Rack PT dan CT sekaligus koneksi kabel Power ke Busbar 20 kV

Rack wiring Kontrol dan Proteksi memuat modul Rele (Proteksi) , Metering (Pengukuran) dan interlocking, perintah CB (sebagai control buka/tutup CB) . kubikel incoming juga dilengkapi dengan PMS Ground sebagai fasilitas pengaman apabila akan dilakukan pemeliharaan kubikel *incoming* 20 kV. Single Line Diagram *Incoming* seperti pada gambar 2.9 :



Gambar 2.9 Diagram satu garis Peralatan Tegangan Menengah *Incoming*
Penyulang/*Outgoing* 20 kV [5]

Sistem pendistribusian arus / daya dari trafo tenaga disebar menjadi beberapa titik percabangan yang biasa disebut dengan Penyulang 20 kV. Pada percabangan ini berlaku hukum kirchoff 1 seperti pada gambar 2.10 :



Gambar 2.10 Hukum Kirchoff 1 [6]

Spesifikasi kubikel Penyulang 20 kV mempunyai batas kemampuan terhadap arus lebih kecil dari Kubikel Incoming 20 kV. Dengan perbandingan rasio CT 1 banding 3, sehingga mempunyai faktor keamanan dalam kordinasi sistem proteksi antara Penyulang dengan Incoming 20 kV. Adapun susunan rack dan fungsinya hampir sama dengan Incoming 20 kV, hanya ukuran Kubikel Penyulang lebih kecil dan kubikel tidak mempunyai trafo pengukuran tegangan (PT), sehingga terdapat kubikel khusus sebagai kubikel Bus PT atau sering disebut Kubikel BBVT.

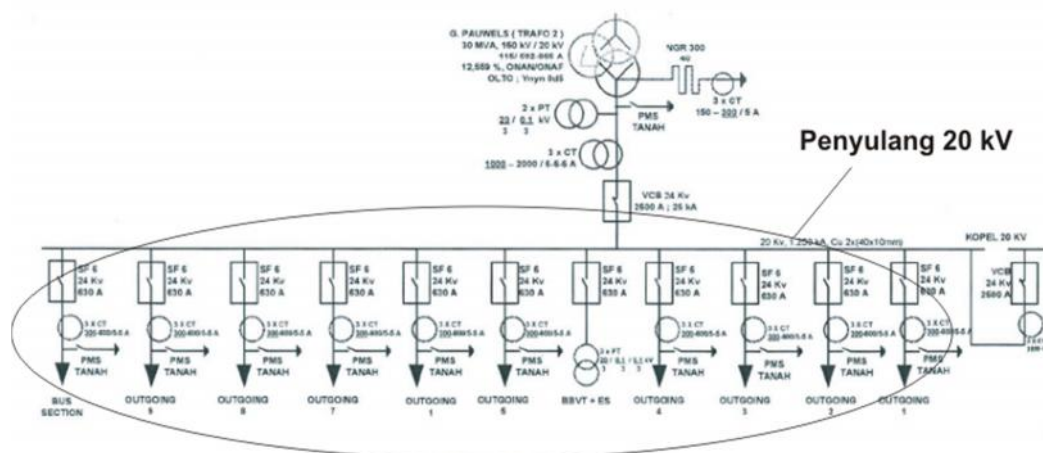


TYPE	: PDX 24 kV
STANDARD	: IEC 62271 - 200
DIAGRAM	: P0B5 - 302
ORDER	: M10124C1
YEAR	: 2008
MARK	:
FUNCTION	: OUT GOING 2
RATED VOLTAGE	: 24 kV
IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	: 125 kV
RATED FREQUENCY	: 50 HZ
RATED PEAK CURRENT	: 63 KAC
RATED SHORT TIME CURRENT	: 25 KA 1 Sc
RATED CURRENT	: 630 A
NUMBER	: M10124C1 - 2708

Gambar 2.11 Kubikel Penyulang/Outgoing 20 kv (foto pada GI New Tarahan, atas seizin PT PLN Persero)

Gambar 2.11 merupakan kubikel penyulang 20 kv yang berfungsi sebagai pembagi beban kepada konsumen. Jumlah kubikel penyulang 20 kv pada Gardu Induk, tergantung dari besar trafo daya. Dengan batas kemampuan terhadap arus merata, sehingga masing-masing penyulang dapat dibebani dengan besaran arus yang sama.

Diagram satu garis konfigurasi transformator daya beserta penyulang pada gambar 2.12



Gambar 2.12 Diagram satu garis penyulang 20 kV (single line pada GI New Tarahan ,

seizin PT. PLN Persero)



Gambar 2.13 Kubikel 20 kV (foto pada GI New Tarahan atas seizin PT. PLN Persero)

Gambar 2.13 merupakan susunan Kubikel 20 kV didesain menggunakan titik pertemuan antara Trafo, sehingga antara 2 atau lebih Trafo dengan kemampuan yang sama, dapat saling menyatu pada busbar 20 kV, titik pertemuan itu berada pada kubikel Bus Riser dan Kubikel Kopel 20 kV.

C. Mikrokontroller Arduino Uno

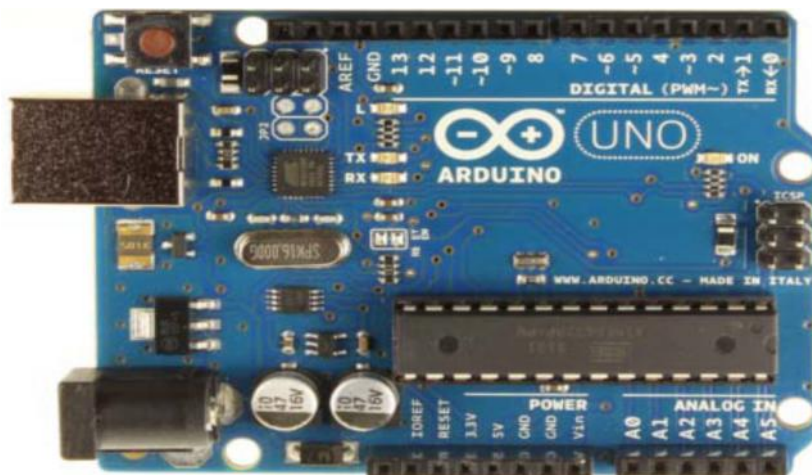
Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang

diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.14.

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler : ATmega328
2. Tegangan Operasi : 4,5 – 5,6 V
3. Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
4. Tegangan Input (limit) : 6-20 V
5. Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
6. Pin Analog input : 6
7. Arus DC per pin I/O : 40 mA
8. Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
9. Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
10. SRAM : 2 KB
11. EEPROM : 1 KB
12. Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

Tampilan muka mikrontroller arduino uno pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Mikrokontroller arduino Uno [7]

Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima(RX) dan mengirim(TX) data secara serial.
2. External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. Pulse-width modulation (PWM): pin 3,5,6,9,10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
4. Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
5. LED: pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin

AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply external (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor POWER.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

1. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat

disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.

2. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
3. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
4. GND adalah pin ground.
5. Fungsi Masukan dan Keluaran Digital

Arduino memiliki 3 fungsi untuk masukan dan keluaran digital pada arduino board, yaitu `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`.

Fungsi `pinMode()` mengkonfigurasi pin tertentu untuk berfungsi sebagai masukan atau keluaran. Sintaksis untuk fungsi `pinMode()` adalah sebagai berikut:

```
pinMode(pin, mode)
```

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi

mode = konfigurasi yang diinginkan (INPUT, INPUT_PULLUP dan OUTPUT).

Fungsi `digitalWrite()` berfungsi untuk memberikan nilai HIGH atau LOW suatu digital pin. Sintaksis untuk fungsi `digitalWrite()` adalah sebagai berikut:

```
digitalWrite(pin, value)
```

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dikonfigurasi

value = nilai yang diinginkan (HIGH atau LOW).

Fungsi `digitalRead()` bertujuan untuk membaca nilai yang ada pada pin arduino uno. Sintaksis untuk fungsi `digitalRead()` adalah sebagai berikut:

```
digitalRead(pin)
```

Parameter: pin = angka dari pin digital yang akan dibaca

Berikut ini adalah contoh penggunaan fungsi masukan dan keluaran digital dalam sebuah program:

```
int ledPin = 13; // LED terhubung ke pin digital 13

int inPin = 7; // pushbutton terhubung ke pin digital 7

int val = 0; // variable untuk menyimpan sebuah nilai

void setup()

{

pinMode(ledPin, OUTPUT); // set pin digital 13 sebagai keluaran

pinMode(inPin, INPUT); // set pin digital 13 sebagai masukan

}

void loop()

{

val = digitalRead(inPin); // baca nilai pin input

digitalWrite(ledPin, val); // sets LED sesuai dengan nilai val }[2.2].
```

Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroller dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk arduino board. Bahasa pemrograman arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

D. IComSat v1.1 –SIM900 GSM/GPRS shield

IComSat merupakan suatu modul yang cocok dengan arduino, yaitu modul *SIM900 quad-band GSM/GPRS*. IComSat digunakan untuk pengiriman data yang menggunakan sistem SMS (*Short Message Service*). Icomsat dikontrol dengan menggunakan ATcommands. Adapun tampilan GSM shield 900 pada gambar 2.15 :



Gambar 2.15 GSM Shield 900 [8]

Fitur IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield

IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield memiliki fitur sebagai berikut :

Memiliki 4 tingkat frekuensi jaringan 850/900/1800/1900MHz.

Paket data GPRS kelas 10/8.

Di kontrol dengan AT commands (GSM 07.07, 07.05 dan *SIMCOM*

Enhanced AT Commands).

SMS (Short message service)

Power ON/OFF dan fungsi reset di dukung oleh arduino

Spesifikasi IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield

Spesifikasi IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield sebagai berikut :

Ukuran *board* IComSat memiliki ukuran *board* dengan 77.2mm X 66.0mm X 1.6mm.

Indikator yang terdapat pada IComSat yaitu PWR, status LED, net status LED.

Power supply IComSat dapat di jalankan dengan power supply 5-12 volt yang sesuai dengan arduino.

Protokol komunikasi dalam IcomSat menggunakan protokol UART.

E. Relay

Relay adalah sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. *Relay* akan bekerja berdasarkan magnet remanen yang berada didekat kontak *relay*, sehingga apabila kumparan pada *relay* dihubungkan dengan sumber tegangan maka *relay* akan bekerja. Pada *relay* ada dua kondisi yaitu kondisi NO dan NC *relay*, kondisi NO akan menjadi NC apabila *relay* dalam kondisi bekerjadan berlaku kondisi sebaliknya. *Relay* terdiri dari 3 bagian utama, yaitu :

Koil : lilitan.

Common : bagian yang terhubung dengan NC (dalam keadaan normal).

Kontak : terdiri dari NO (*normaly open*) dan NC (*normaly closs*).

Ada beberapa jenis *relay* antara lain :

SPST : Single Pole Single Throw.

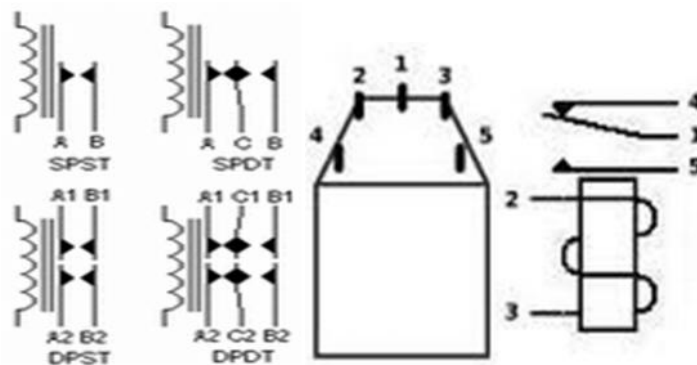
SPDT : *Single Pole Double Throw*, terdiri dari 5 buah *pin* yaitu : (2) koil, (1) *common*, (1) NC, (1) NO.

DPST : *Double Pole Single Throw*, setara dengan 2 buah saklar atau *relay* SPST.

DPDT : *Double Pole Double Throw*, setara dengan 2 buah saklar atau *relay* DPST

QPDT : *Quadruple Pole Double Throw*, atau 4 PDT, setara dengan saklar atau *relay* SPDT atau 2 buah relai DPDT. Terdiri dari 14 *pin* (termasuk 2 buah untuk koil).

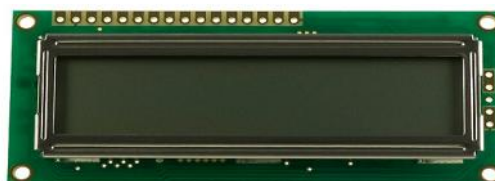
Jenis-jenis *relay* dan jumlah kaki *relay* SPST, SPDT, DPST dan DPDT pada gambar 2.17 :



Gambar 2.17 Jenis-jenis *Relay* dan Terminal kaki-kaki *relay*. [9]

F. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan suatu jenis penampil (*display*) yang menggunakan *Liquid Crystal* sebagai media refleksinya. *LCD* juga sering digunakan dalam perancangan alat yang menggunakan mikrokontroler. *LCD* dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan *teks*, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Tergantung dengan perintah yang ditulis pada mikrokontroller. Tampilan LCD 2 x 16 karakter pada gambar 2.18 :

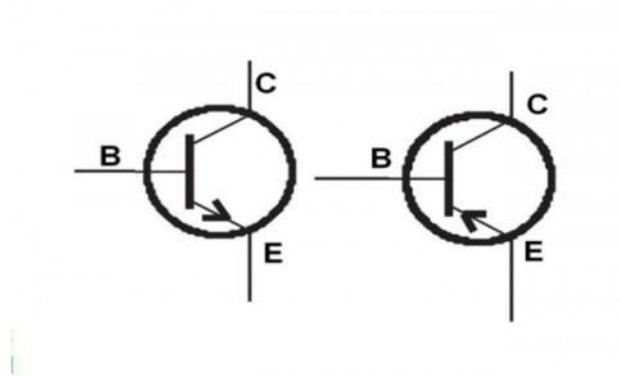


Gambar 2.18 LCD 2 x 16 Karakter [10]

LCD yang akan digunakan dalam pembuatan alat monitoring ketidakseimbangan beban menggunakan sms ini adalah *LCD* dengan tipe karakter 2 x 16 yaitu alat penampil yang dibuat pabrikan umum dijual dipasaran standar dan dapat menampilkan karakter 2 baris dengan tiap baris 16 karakter. Pada pembuatan alat ini *LCD* digunakan sebagai penampil besaran arus tiga phasa dan *Netral*. Oleh sebab itu harus di atur terlebih fungsi pin masukan pada lcd pada arduino.

G. Transistor

Transistor merupakan alat semikonduktor yang dipakai untuk penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi seperti kran listrik, dimana berdasarkan arus masukannya (*BJT*) atau tegangan masukannya (*FET*), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.



Gambar 2.19 Schematic Transistor [11]

Gambar 2.19 menjelaskan bahwa transistor memiliki 3 terminal, yaitu *basis* (B), *emitor* (E) dan *kolektor* (C). Tegangan yang disatu terminalnya misalnya emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang lebih besar daripada arus *input* basis, yaitu pada keluaran tegangan dan arus *output* kolektor. Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern.

Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam penguat. Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabilisator dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori dan fungsi rangkaian-rangkaian lainnya.

H. Kapasitor

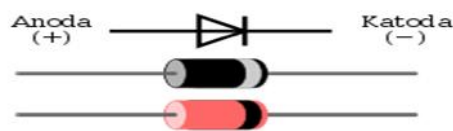
Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tertentu atau komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan di pisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor di sebut keping. Seperti juga halnya resistor, kapasitor adalah termasuk salah satu komponen pasif yang banyak digunakan dalam membuat rangkaian elektronika. Kapasitor berbeda dengan akumulator dalam menyimpan muatan listrik terutama tidak terjadi perubahan kimia pada bahan kapasitor.

Pengertian lain Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik. Kapasitor atau yang sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama halnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik. Zat dielektrik yang digunakan untuk menyekat kedua penghantar komponen tersebut dapat digunakan untuk membedakan jenis kapasitor. Beberapa pengertian kapasitor yang menggunakan bahan dielektrik antara lain berupa kertas, mika, plastik cairan dan lain sebagainya. Jika kedua ujung plat metal diberi

tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutup negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutup positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini “tersimpan” selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kaki nya. Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas.[12]

I. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 1 buah junction, sering disebut sebagai komponen 2 lapis (lapis N dan P). Dioda merupakan suatu semikonduktor yang hanya dapat menghantar arus listrik dan tegangan pada satu arah saja. Bahan pokok untuk pembuatan dioda adalah Germanium (Ge) dan Silikon/Silsilum (Si). Dioda mempunyai dua elektrode yang aktif dimana arus listrik dapat mengalir dari anoda ke katoda, dan kebanyakan dioda digunakan karena karakteristik satu arah yang dimilikinya. Fungsi paling umum dari dioda adalah untuk mengalirkan arus listrik mengalir dalam suatu arah yang sering juga disebut kondisi bias maju (*forward*) dan untuk menahan arus dari arah sebaliknya sering disebut kondisi bias mundur (*reverse*). Secara simbol dan bentuk fisik dioda dapat dilihat pada gambar 2.20 :



Gambar 2.20. *Schematic dan Konstruksi Dioda* [12]

Dioda akan bekerja pada saat tegangan *breakdown* diberi tegangan minimal 0.7 Volt supaya arus listrik dapat mengalir dari anoda ke katoda. Dioda sering juga digunakan sebagai penyearah tegangan dari AC ke DC dan juga sering digunakan pada rangkaian *power supply*.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Perancangan tugas akhir dilakukan di rumah tinggal sedangkan untuk penelitian dan pengujian alat dilakukan di gardu induk new tarahan yang akan di mulai bulan juli 2015 sampai dengan bulan agustus 2015.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

a. Instrumen dan komponen Elektronika yang terdiri atas:

1. Multitester
2. SCT-013-030 (Sensor Arus)
3. Transistor
4. Resistor
5. Dioda
6. Relay
7. LCD
8. Mikrokontroler Arduino

b. Perangkat kerja yang terdiri atas:

1. Komputer
2. *Power supply*

3. Papan proyek (*Project Board*)
4. Bor PCB
5. Solder
6. Kabel penghubung

c. Komponen bantu yang terdiri atas:

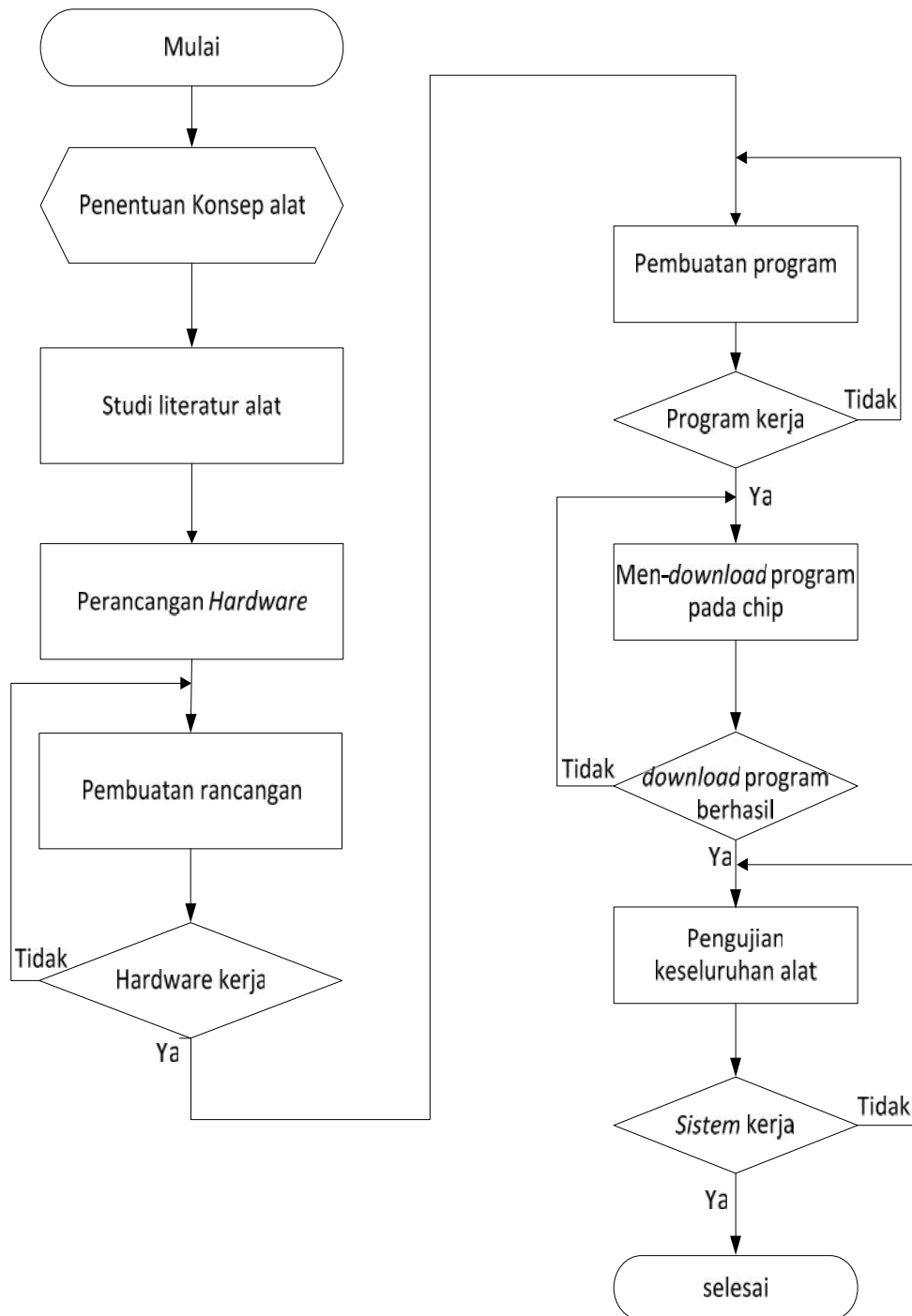
1. Papan plastik mika (*Accrilyc*)
2. PCB
3. Solder
4. Timah

C. Prosedur Kerja

Langkah kerja dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Studi literature
2. Penentuan spesifikasi rancangan
3. Perancangan perangkat keras
4. Perancangan perangkat lunak
5. Pembuatan alat
6. Pengujian alat

Adapun diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1.Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

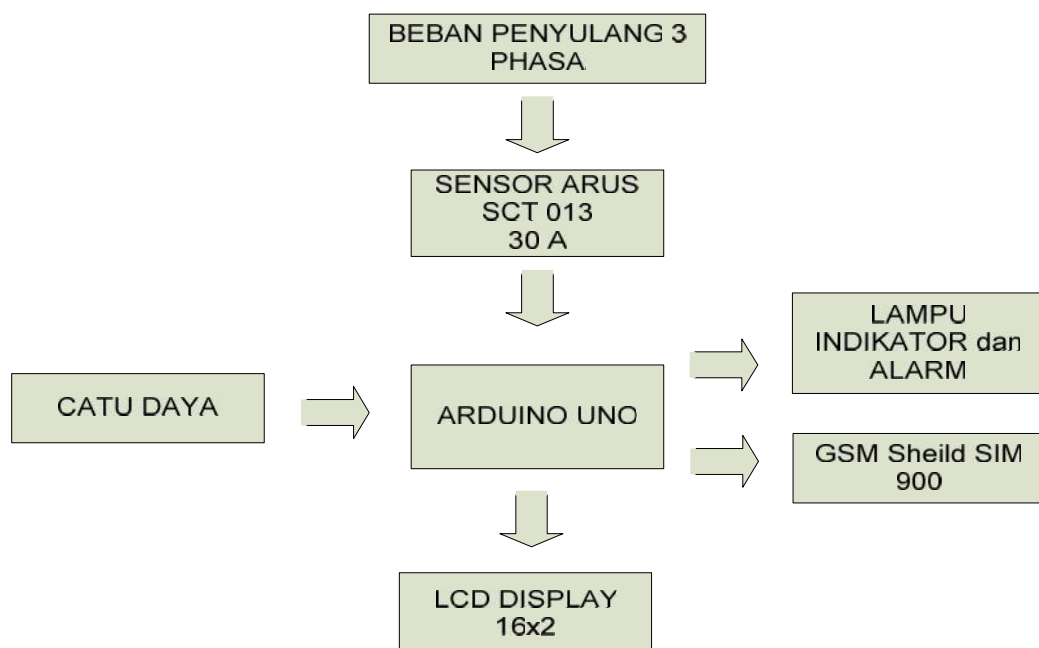
D. Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya adalah:

- a. Karakteristik Sistem penyulang 3 Phasa
- b. Karakteristik komponen-komponen yang akan digunakan serta prinsip kerjanya.
- c. Cara kerja dan pemrograman mikrokontroller Arduino.

1. Spesifikasi Rancangan

Secara garis besar sistem pada tugas akhir ini adalah seperti gambar 3.3 :



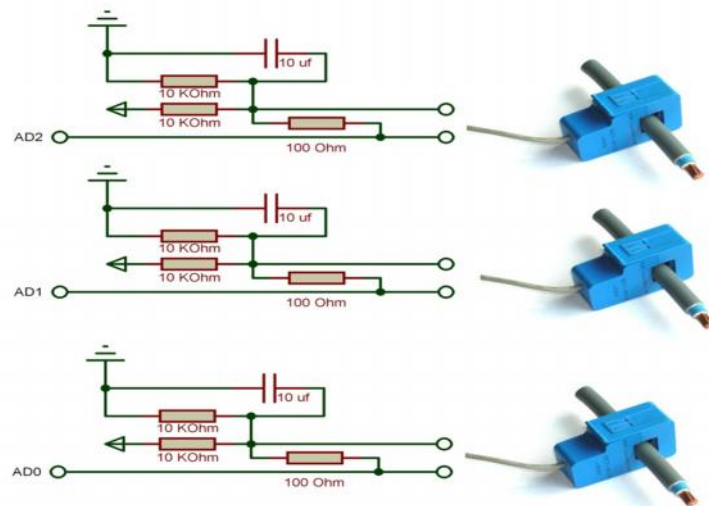
Gambar 3.3 Blok Diagram Tugas Akhir

2. Perancangan Perangkat Keras

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 3.3 adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Sensor arus SCT 013-030

Sensor arus pada rancangan alat ini berfungsi sebagai tempat untuk input sensor arus, sehingga ketika sensor arus terpasang pada kabel sistem 3 fasa maka sensor arus akan bekerja dan melalui mikrokontroller, rangkaian ini dibuat sebanyak 3 buah, karena untuk inputannya sendiri membutuhkan 3 rangkaian sebagai pembacaan nilai arus R.S.T pada penyulang sistem 3 fasa dalam pengerjaan rangkaian menggunakan software Proteus, adapun gambar rangkaian pada 3.4 :



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Arus

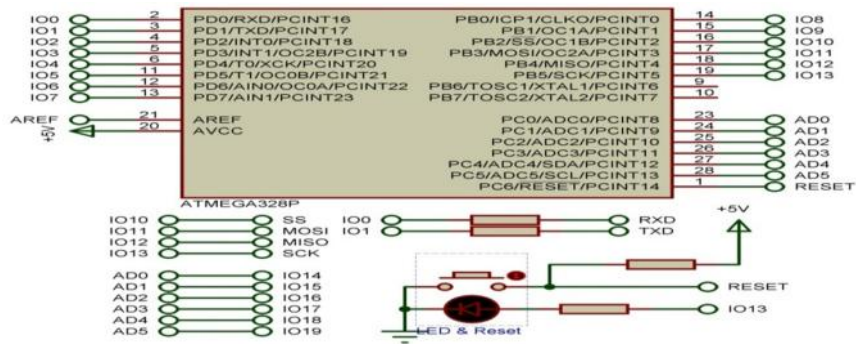
b. Sistem Pengendali Utama

Dalam penelitian ini untuk pengendali utama digunakan mikrokontroller Arduino yang merupakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang bersifat open source .Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, dengan terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk

menggunakannya. Mikrokontroller Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (nonUSB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. Lead dari baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin Gnd dan Vin dari konektor Power. Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 5V. Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di board. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui regulator on-board, atau diberikan oleh USB .
- 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh regulator on-board. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- GND

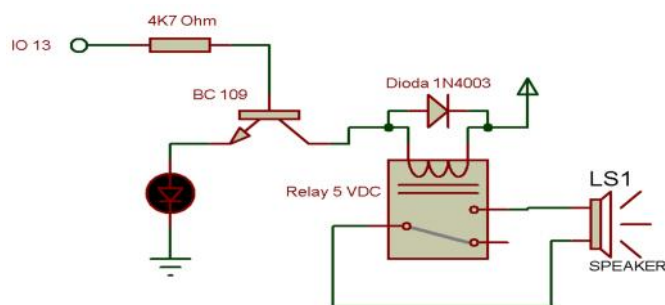


Gambar 3.5 Sistem Minimum Mikrokontroler Arduino

Gambar 3.5 adalah sistem minimum mikrokontroler arduino yang menggambarkan banyaknya jumlah pin. Jenis ATmega yang dipakai adalah ATmega 328P .

c. Rangkaian Indikator Alarm

Rangkaian indikator alarm adalah rangkaian yang berfungsi untuk memberikan peringatan atau tanda terjadi ketidakseimbangan arus pada penyulang 3 phasa, rangkaian ini digunakan *relay* sebagai pengganti saklar atau *switch* untuk system indicator Alarm. Rangkaian Indikator alarm dapat dilihat seperti pada gambar 3.6 berikut :

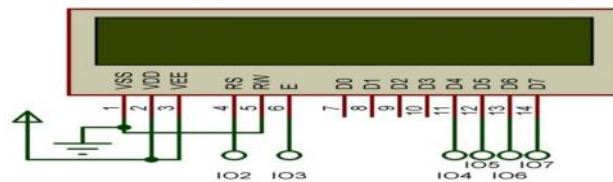


Gambar 3.6 Rangkaian indikator Alarm

Gambar 3.6 merupakan rangkaian indikator Alarm yang akan bekerja apabila mikrokontroller mendeteksi adanya ketidakseimbangan pada sistem penyulang 3 phasa kemudian PORT IO 13 pada kaki mikrokontroller akan menjadi high dan saat kaki basis transistor diberikan arus maka transistor akan bekerja dan mengalirkan arus dari kolektor ke emitor sehingga led akan menyala dan kumparan koil *relay* akan menjadi magnet dan kontak *relay* akan bekerja sehingga Alarm berupa sirine akan berbunyi (ON).

d. Rangkaian LCD

Rangkaian *LCD* digunakan untuk menampilkan perintah-perintah yang ditulis pada program mikrokontroller. *LCD* dalam rangkaian ini akan menampilkan nilai Arus pada beban penyulang tiga fasa yang terbaca pada *pin input ADC* dan hasil arus netral. Dapat dilihat pada gambar 3.7 rangkaian *LCD* ke mikrokontroller



Gambar 3.7 Rangkaian *LCD* ke mikrokontroller

3. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah proses rangkaian selesai dibuat langkah selanjutnya adalah membuat perangkat lunak. Spesifikasi perangkat lunak yang akan dirancang meliputi :

- Perangkat lunak/program Arduino IDE untuk keperluan komunikasi mikrokontroler dengan komputer PC.
- Program pembacaan sensor arus SCT 013-030
- Perancangan Software Arduino

Untuk menyelesaikan rangkaian diatas agar bisa bekerja sesuai dengan yang kita inginkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat program lunak yang akan diupload ke Arduino board.

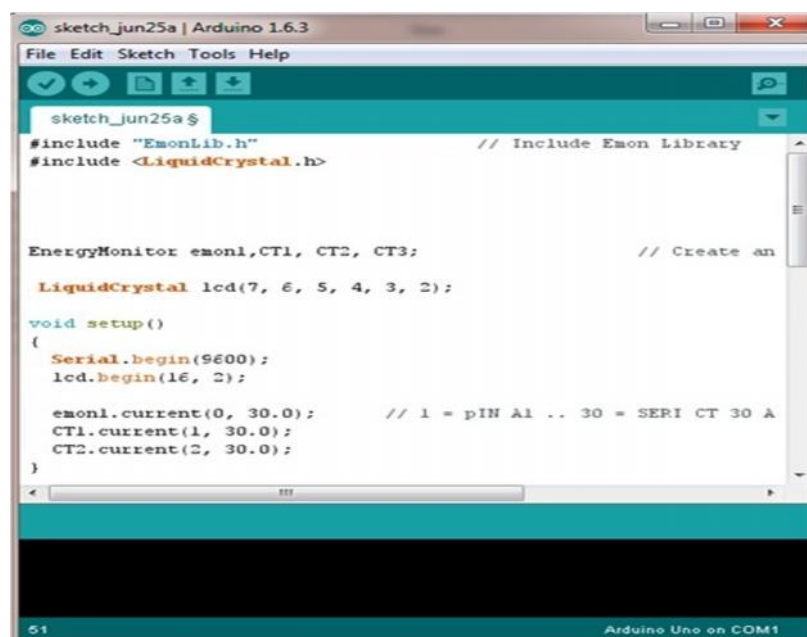
Adapun bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

Void setup : berfungsi untuk menentukan pin-pin yang akan digunakan sebagai input atau output.

PinMode : berfungsi mendefinisikan pin yang dipakai untuk keluaran dan masukan.

VoidLoop : untuk merubah dan merespon program yang dibuat.

Aktifkan Program Arduino lalu buat program pada sketch Arduino sebagaimana pada gambar 3,8 lalu Save program setelah muncul done saving selanjutnya program di *compile* untuk memeriksa apakah program sudah benar. Setelah program di *compile* dan tidak ada kesalahan maka akan tampil *done compiling* yang berarti program sudah siap untuk di *upload*



Gambar 3.8 program mikrokontroller arduino

4. Pembuatan Alat

Langkah selanjutnya setelah perancangan pembuatan alat berdasarkan sketsa awal yang telah dibuat tersebut. Adapun beberapa proses yang dilakukan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

- a. Menuliskan algoritma program kemikrokontroler Arduino.
- b. Menggambar rangkaian elektronik menggunakan komputer dengan bantuan program aplikasi Diptrace.
- c. Melakukan pelarutan pada PCB dengan larutan ferokorit.
- d. Memplot hasil gambar rangkaian pada PCB.
- e. Melakukan pengeboran pada PCB.
- f. Melakukan pemasangan komponen pada PCB.
- g. Mendisain tataletak masing masing bagian pada alat yang selesai dibuat.

5. Pengujian Alat

Pengujian dari hasil perancangan alat ini dilakukan pada masing-masing bagian yaitu pada rangkaian dan program, pada pengujian perangkat keras dilakukan pengujian per-blok rangkaian, dan pengujian secara keseluruhan. Pengujian per-blok bertujuan agar kesalahan pada rangkaian dapat diketahui apakah masing-masing bagian dari rangkaian dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya. Sedangkan pengujian keseluruhan dimaksudkan, untuk mengetahui apakah hasil dari perancangan yang telah selesai pengerjaannya dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasi, dan rancangan dari alat tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan tugas akhir yang berjudul Monitoring Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa menggunakan SMS (short message service) atau pesan singkat , dapat disimpulkan bahwa :

1. *Prototype* ini dapat di gunakan sebagai pemberi informasi tambahan pada saat beban tiga phasa mengalami ketidakseimbangan dengan media pesan singkat dan bunyi alarm.
2. Pemberitahuan dapat dikirim melalui pesan singkat ke beberapa telepon seluler dengan proses waktu pengiriman selama 10 detik.

B. SARAN

Dari hasil pembahasan tugas akhir yang berjudul Monitoring Ketidakseimbangan Beban Tiga Fasa menggunakan SMS (short message service) atau pesan singkat, maka saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Kestabilan tegangan masukan pada *Prototype* sangat berpengaruh pada tingkatan ke akuratan pembacaan arus maka perlu di buat catu daya yang dapat mengikuti perubahan tegangan masukan .
2. Ketersediaan signal sangat berpengaruh dalam proses pengiriman pesan singkat, diharapkan menggunakan penyedia telekomunikasi yang jarang sekali mengalami gangguan jaringan atau signal .

DAFTAR PUSTAKA

1. *Chapman, Stephen J. 1991. Second Edition Electric Machinery Fundamentals. Singapore: McGraw-Hill Book Co*
2. Stevenson, Jr. William D, “ Analisis sistem tenaga “ terjemahan Ir. Karnal Idris, Erlangga, jakarta, cetakan keempat, 1994
3. philosophy setting and configuration transmission engineering transformer design, PLN P3B Jawa bali, 2014
4. “ gardu induk ” operasi dan pemeliharaan . PT PLN (persero)
5. “ pedoman O dan M transformer tenaga” PT PLN (persero) P3B SUMATERA
6. Zuhail.1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
7. *[http://www. Data shet mikrokontroller arduino.co](http://www.Data sheet mikrokontroller arduino.co)*
8. *<http://www. Data shet GSM shield 900.web.id>*
9. *Elektronika dasar web.id*
10. Andriyawan Singgih. Rancang Bangun Pengaturan Pakan Pada Model Tambak Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32(prototipe)” skripsi.UNILA,2013.

11. Saputro D. Erwin. Aplikasi Sistem Proteksi (And Logic) Sebagai Pembatas Arus Ngr Berbasis Mikrokontroller Di Gi New Tarahan,skripsi UML,2011
12. Darsana Putu. Sistem Proteksi Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Sensor Arus. Universitas Negeri Yogyakarta. 2015