

SISTEM CERDAS PENGATURAN BEBAN

SMART SYSTEM OF BURDEN CONDITION ARRANGEMENT

JOHAN PONGOH



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

SISTEM CERDAS PENGATURAN BEBAN

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

Johan Pongoh

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Johan Pongoh

Nomor mahasiswa : P2700211452

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2013

Yang menyatakan

Johan Pongoh

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan hikmat, dan pengetahuan, sehingga penyusunan tesis ini telah dapat diselesaikan.

Kelancaran dan keberhasilan penulis dalam menyelesaikan penyusunan hasil penelitian ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat **Prof,Dr.Ir.H. Muhammad Tola, M.Eng** sebagai Ketua Komisi Penasehat dan **Dr.Ing. Faizal Samman, ST,. MT** sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pembimbingan proposal penelitian, pelaksanaan penelitian sampai dengan penulisan hasil penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada yang terhormat Prof.Dr.Ir.H.Salama Manjang, MT selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makassar dan terima kasih kepada para penguji. Terima kasih kepada partisipan yang telah banyak membantu dalam rangka pengumpulan data dan informasi dalam pengujian aplikasi , serta kepada rekan-rekan mahasiswa pascasarjana Teknik Informatika Universitas Hasanuddin angkatan 2011 yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan hasil penelitian ini.

Makassar, Agustus 2013

Johan Pngoh

ABSTRAK

Johan Pongoh, *sistem Cerdas Pengaturan Kondisi Beban*
(Dibimbing Oleh :Prof,Dr.Ir.H. Muhammad Tola, M.Eng, Dr.Ing. Faizal Samman, ST,. MT)

Pemasokan energi listrik secara kontinyu pada beban yang berubah-ubah dilakukan untuk mengantisipasi lonjakan beban puncak guna keseimbangan kerja pembangkit daya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan secara cerdas pengisian baterai secara kontinyu agar mendapatkan kinerja optimal system dengan mengaktifkan sumber pembangkit daya sesuai dengan kebutuhan daya beban.

Metode yang digunakan adalah perancangan dan pembuatan peralatan untuk menentukan optimalisasi dari sumber daya yang akan diaktifkan berdasarkan kebutuhan beban. Pengujian sistem dilakukan pada variasi beban induktif dan resistif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat mengatur kondisi beban yang berubah-ubah. Adapun pemakaian beban dibangkitkan oleh baterai sebagai penyimpan energi listrik yang bekerja secara paralel atau secara bergantian sesuai dengan kapasitas dari baterai itu sendiri. Pada pengujian beban resistif, dengan menggunakan beban lampu pijar 60 watt besarnya arus terukur adalah sebesar 0,3 ampere dan daya listrik terukur sebesar 68 watt, pada beban pemanas nasi arus terukur sebesar 1,42 ampere dan daya listrik terukur sebesar 315 watt. Pada pengujian beban induktif untuk beban mesin bor 75 watt, arus terukur sebesar 0,5 ampere dan daya listrik yang terukur sebesar 100 watt.

Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan beban resistif, arus akan berubah secara linier terhadap setiap perubahan beban.

Kata kunci : Sistem cerdas, pengaturan kondisi beban

ABSTRACT

Johan Pongoh, *Smart System Of Burden Condition Arrangement* (Under supervised by: **Prof,Dr.Ir.H. Muhammad Tola, M.Eng, Dr.Ing. Faizal Samman, ST., MT**)

Continuous supply of electrical energy to the variable load is done for anticipate the surge peak load in order to power plants balance work.

This research aims to smart control the battery charging continuously to get optimal system performance by activating the power plants sources in accordance with the load power necessity.

The method used is the design and manufacture of equipment to determine the optimization of the resources that will be activated based on load requirements. System testing performed on inductive and resistive load variations.

The results showed that the system can control the variable load conditions. The load generated by battery as electrical energy storage that working in parallel or alternately according to the capacity of the battery itself. On resistive load testing, using a 60 watt incandescent lamp, current was measured at 0.3 amperes and power measured at 68 watts, using rice cooker current was measured at 1.42 amperes and power measured at 315 watts. On inductive load for load testing drilling machine 75 watt, current was measured at 0.5 amperes and power measured at 100 watts.

It can be concluded that by using a resistive load, the current will vary linearly to changes in load.

Keywords: Smart system, burden condition arrangement

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Umum	4
B. Sistem Pengontrolan	4
1. Sistem Pengontrolan Lup Tertutup.....	5
2. Sistem Kontrol Lup Terbuka.....	7
3. Sistem Kontrol Automatik.....	7
4. Pengontrol Respon.....	9
C. Motor Induksi Satu-Fase	10
D. Baterai.....	11

E. Pemilihan Inverter	14
F. Klasifikasi Desain Sistem	15
G. Road Map.....	16
III. METODE PENELITIAN	18
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	18
B. Jenis Penelitian Dan Metode Penelitian.....	18
C. Rancangan Penelitian	18
D. Instrumen Penelitian	19
E. Kerangka Pikir	19
F. Klasifikasi Desain Sistem	21
G. Model Sistem	22
H. Deskripsi Sistem	23
I. Flow Chart Sistem Kontrol.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Rancangan Sistem.....	26
B. Perancangan Sistem	28
C. Perancangan Perangkat Keras	29
1. Rangkaian Catu Daya.....	29
2. Rangkaian Driver Relai.....	30
3. Pengaturan dan Penyambungan rangkaian dengan port I/O.....	34
4. Interface I/O Microcontroller.....	37
5. Rangkaian Switch Beban.....	38

6. Algoritma Pemograman sistem.....	40
D. Analisa Pengujian Sistem.....	42
1. Algoritma Pemograman sistem.....	42
2. Pengujian Rangkaian Catu Daya.....	43
3. Pengukuran Rangkaian Driver Pemutus.....	46
4. Pengujian pengaturan pengisian baterai.....	46
5. Pengujian pengaturan beban.....	48
V. PENUTUP	53
1. Kesimpulan	53
2. Saran	54
Daftar Pustaka	55
Lampiran	57

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Komponen dasar sistem kontrol	5
2. Sistem Kontrol Lup Tertutup.....	7
3. Sistem Kontrol Lup Terbuka	7
4. Skema Sistem Kontrol Otomatis	8
5. Contoh Aksi Kontrol ON/OFF.....	9
6. Rangkaian Motor Induksi Fase Terbelah.....	10
7. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	15
8. Diagram Alir Kerangka Pikir.....	20
9. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	21
10. Sistem Cerdas Pengaturan Kondisi Beban	22
11. Flow chart sistem.....	23
12. Blok Diagram sistem.....	26
13. Mekanisme Sistem	28
14. Rangkaian catu daya.....	30
15. Rangkaian Relay	32
16. Rangkaian Ekuivalen Rangkaian Driver	32
17. Rangkaian Diagram Pemutus.....	38
18. Rangkaian Driver Pemutus Beban.....	39
19. Pengujian Rangkaian Catu Daya	44
20. Pengukuran Arus Basis Dan Tegangan Basis	

Transistor Saat Transistor ON.....	46
21. Tampilan pengisian baterai	47
22. fisik sistem pengendali beban	47
23. Fisik sistem pengendali beban saat aktif	48
24. Grafik respon relay terhadap perubahan beban resistif	51

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Pengaturan <i>Port B</i>	35
2.	Pengaturan <i>port D</i>	36
3.	Nilai data dari tombol <i>keypad</i>	37
4.	Aplikasi I/O mikrokontroler Atmega8535	38
5.	Hasil Pengukuran Catu Daya 12 Volt	45
6.	Hasil Pengujian Rangkaian Catu Daya 5V.....	45
7.	Hasil Pengujian beban resistif	48
8.	Hasil Pengujian beban induktif	49
9.	Hasil Pengujian Respon Relay beban resistif	50
10.	Hasil Pengujian Respon Relay beban induktif	51
11.	Hasil Pengujian beban induktif	52
12.	Hasil Pengujian Respon Relay beban induktif	52

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Gambar sistem	57
2.	Modeling Pengukuran Beban	58
3.	Pengujian sistem	59
4.	Kode program	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Karena berbagai persoalan teknis, tenaga listrik hanya dibangkitkan pada tempat tertentu. Sedangkan pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar diberbagai tempat, maka penyampaian tenaga listrik dari tempat dibangkitkan sampai ke tempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Tenaga Listrik dibangkitkan dalam Pusat-pusat Listrik seperti PLTS, PLTA, PLTU, PLTG, PLTP dan PLTD kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan (*step-up transformer*) yang ada di Pusat Listrik.

Masalah energi tampaknya akan tetap menjadi topik yang hangat sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Ada beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas. Di antaranya adalah energi surya, angin, gelombang dan perbedaan suhu air laut.

Penelitian ini akan membahas system cerdas pengaturan beban sebagai kontrol utama untuk pembangkit listrik tenaga hibrit dan

prospeknya di masa depan dengan penekanan pada material. Jadi pengembangan teknologi ini bisa dijalankan bersama-sama dengan pengembangan divais-divais semikonduktor lainnya untuk aplikasi mikroelektronika.

Pemasokan energi listrik secara kontinyu pada beban yang berubah-ubah adalah merupakan bagian sangat penting yang perlu diperhatikan. Dengan menyediakan beberapa sumber daya yang di pekerjakan secara parallel dilakukan untuk mengantisipasi lonjakan beban puncak, namun tidaklah efisien apabila penyuplai daya tambahan tersebut bekerja untuk suplai yang tidak maksimal dengan daya yang disalurkan sangat kecil dari daya yang dibangkitkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah

1. Bagaimana mengendalikan kondisi pengisian baterai secara kontinyu
2. Bagaimana melakukan pengaturan beban secara cerdas dan otomatis dalam mengatur keseimbangan kerja pembangkit daya secara efisien dan optimal terhadap beban yang berubah-ubah.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengendalikan pengisian baterai secara kontinyu.

2. Mendapatkan kinerja optimal sistem dengan mengaktifkan sumber pembangkit daya secara efisien sesuai dengan kebutuhan daya beban secara cerdas dan otomatis.

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam hal :

1. Dapat mengatur suplai sumber energi listrik secara tepat tanpa adanya pemborosan energi yang tidak terpakai.
2. Memberikan solusi terhadap cara optimalisasi suplai sumber daya energi listrik secara ekonomis.
3. Menawarkan model sistem cerdas dalam menangani pengaturan pembagian kerja pembangkit daya dalam melayani beban yang berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.

E. Ruang Lingkup Masalah

Adapun ruang lingkup penelitian :

1. Sistem Cerdas Mencakup: perancangan sistem pemilih dan penentu kapasitas penyaluran sumber daya yang akan diaktifkan sesuai kebutuhan beban.
2. Kondisi Beban Mencakup : Perubahan daya serap beban yang terpakai

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain mempunyai inter relasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan Sistem Tenaga Listrik disini adalah sekumpulan Pusat Listrik dan Gardu Induk (Pusat Beban) yang satu. sama lain dihubungkan oleh Jaringan Transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

B. Sistem Pengontrolan

Kontrol atau juga disebut kendali berarti mengukur nilai dari variabel sistem yang dikontrol dan menerapkan manipulasi ke sistem untuk mengoreksi atau membatasi penyimpangan nilai yang diukur dari nilai yang dikehendaki. Sedangkan sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dan melakukan suatu sasaran tertentu.

Sehingga dapat dikatakan sistem kontrol atau sistem kendali adalah suatu kombinasi beberapa komponen yang bekerja sama dalam mengukur, memanipulasi dan memerintahkan suatu variabel untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan. Komponen dasar dari sistem kontrol adalah tujuan, komponen sistem kontrol serta hasil.

Secara umum, tujuan sistem kendali adalah untuk mengendalikan keluaran dengan berbagai masukan tertentu melalui unsur-unsur sistem kendali (Ogata, 1996).



Gambar 1. Komponen dasar sistem kontrol.

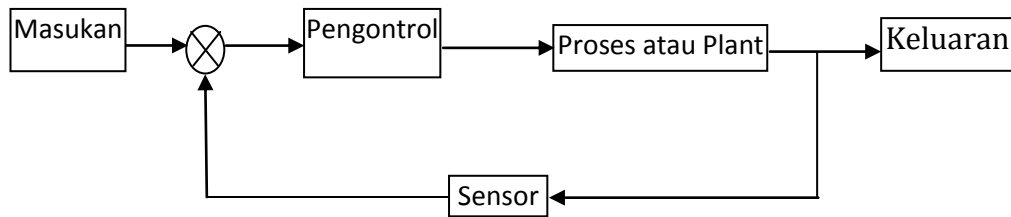
Ada dua konfigurasi umum sistem kontrol yaitu, sistem kontrol lup terbuka (*open loop system*) dan sistem kontrol umpan balik (*feedback control system*) atau seringkali disebut sistem kontrol lup tertutup (*closed loop system*).

1. Sistem Pengontrolan Lup Tertutup

Sistem pengontrolan lup tertutup adalah sistem pengontrolan yang sinyal keluarannya berpengaruh pada pengaturan. Sistem pengontrolan lup tertutup merupakan sistem kendali berumpan-balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dengan sinyal umpan balik diumpankan ke pengendali untuk memperkecil kesalahan dan membuat keluaran sistem mendekati nilai

yang diinginkan. Aksi dari umpan balik ini untuk memperkecil kesalahan tersebut. Elemen ukur dapat berupa transduser, suatu peralatan yang mengubah suatu besaran fisik ke besaran fisik yang lain, yang merupakan umpan balik dari keluaran yang dimasukkan ke pengatur untuk dicari selisihnya dengan masukan.

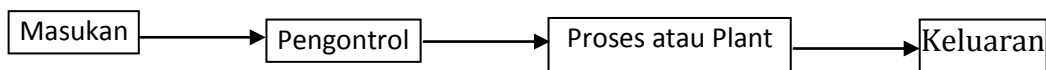
Pengendalian dengan menggunakan komputer melalui beberapa tahapan. Proses kendali dimulai dengan mengambil besaran fisik yang diukur melalui suatu transduser. Besaran fisik diubah menjadi sinyal listrik. Selanjutnya sinyal listrik, yang mewakili besaran fisik yang diukur, disamping dengan kecepatan yang sesuai dengan kecepatan transduser dan dikuantisasi menjadi level-level tegangan yang kemudian diinterpretasikan atau dikodekan dalam bentuk digital. Setelah sinyal elektrik tersebut didiskritkan maka komputer menerima sinyal diskrit tersebut melalui kartu antar muka yang kemudian di proses secara digital. Hasil pemrosesan tersebut akan menghasilkan suatu *error* atau kesalahan dari besaran fisik yang diinginkan. Sinyal kesalahan itu akan diproses dengan menggunakan mikrokontroler dan jenis kendali lainnya. Sinyal pengendalian ini akan dikembalikan dari bentuk diskrit menjadi bentuk analog untuk menggerakkan penggerak atau *actuator* sehingga melakukan suatu proses untuk memperkecil kesalahan yang terjadi. Hal tersebut dilakukan terus-menerus sampai didapatkan besaran fisik yang diinginkan seperti pada Gambar 2 (Ogata, 1996).



Gambar 2. Sistem Kontrol Lup Tertutup

2. Sistem Kontrol Lup Terbuka

Pada sistem kontrol lup terbuka seperti pada Gambar 3, keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Sistem kontrol lup terbuka keluarannya tidak dapat digunakan sebagai pembanding umpan balik dengan masukan. Apabila ada gangguan, sistem kontrol lup terbuka tidak dapat melaksanakan tugas yang diharapkan (Ogata, 1996).

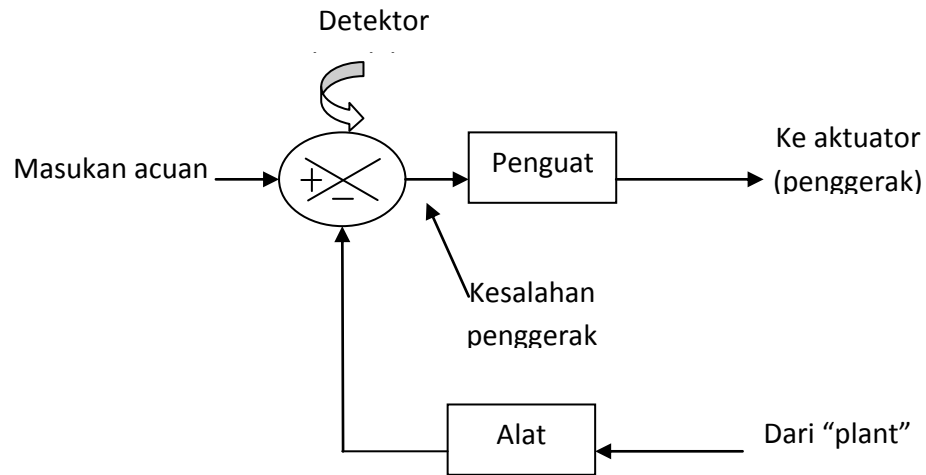


Gambar 3. Sistem Kontrol Lup Terbuka

3. Sistem Kontrol Automatik

Sistem kontrol otomatis membandingkan antara harga yang sebenarnya dengan keluaran “plant” dengan harga yang diinginkan, menentukan deviasi, dan menghasilkan suatu sinyal kontrol yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai suatu harga yang kecil. Kontroler otomatis harus mendeteksi sinyal kesalahan penggerak, yang biasanya mempunyai tingkat daya yang sangat kecil, dan memperkuatnya sehingga mempunyai daya yang cukup tinggi, dengan kata lain memerlukan penguat. Keluaran kontroler diumpankan ke peralatan daya,

seperti motor pneumatik atau katup, motor hidraulik, atau motor listrik. Gambar 4 menunjukkan diagram blok kontroler otomatis di industri (Ogata, 1996).



Gambar 4. Skema Sistem Kontrol Automatik

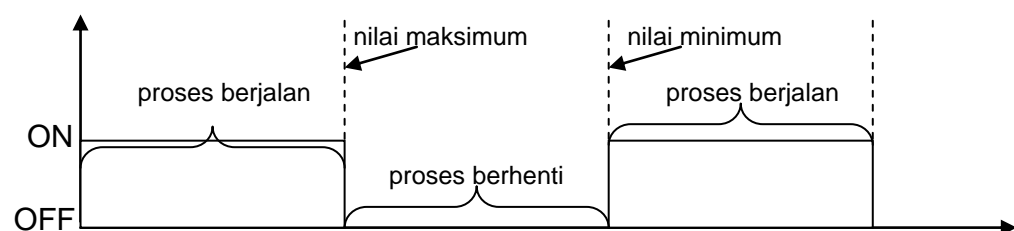
Dari Gambar 4 terlihat bahwa kontroler terdiri dari detektor kesalahan dan penguat. Elemen ukur adalah suatu perangkat yang mengubah variabel keluaran menjadi besaran lain yang sesuai seperti perpindahan, tekanan, atau sinyal listrik yang dapat digunakan untuk membandingkan sinyal keluaran dengan sinyal masukan acuan. Elemen-elemen ini terletak pada lintasan umpan balik dari loop tertutup. Titik setel pada kontroler harus diubah menjadi masukan acuan yang mempunyai satuan yang sama dengan sinyal umpan balik dari elemen ukur. Penguat memperkuat daya sinyal kesalahan penggerak, yang selanjutnya akan menggerakkan aktuator. Sering kali suatu penguat yang dilengkapi dengan rangkaian umpan balik yang sesuai, digunakan untuk mengubah sinyal kesalahan penggerak dengan menguatkannya dan kadang-kadang

dengan mendiferensiasikan dan atau mengintegrasikan sinyal tersebut untuk menghasilkan sinyal kontrol yang lebih baik. Aktuator adalah sebuah elemen yang mengubah masukan “*plant*” sesuai dengan sinyal kontrol sedemikian rupa sehingga sinyal umpan balik dapat dibuat sama dengan sinyal masukan acuan.

4. Pengontrol Respon

Pengontrol respon adalah fungsi atau aksi kontrol yang diterapkan dalam pelaksanaan suatu proses pengendalian. Secara umum terdapat empat jenis pengontrol respon yang sering digunakan untuk proses pengendalian dalam bidang industri yaitu kontrol dua posisi (*ON/OFF*), Pengontrol ini dinamakan kontrol dua posisi atau juga sering disebut *snap controller*, karena hanya memiliki dua posisi sebagai elemen kontrol terakhir yaitu posisi *ON* atau *OFF*. Pengontrol ini, tidak akan mempertahankan elemen kontrol akhir pada posisi antara *ON* dan *OFF*.

Dalam penerapannya, pengontrol jenis ini diterapkan pada sistem yang memiliki tujuan untuk mendapatkan hanya satu nilai yang diinginkan. Dalam sistem seperti ini, suatu proses misalnya akan bekerja ketika ada suatu masukan nilai minimum dan akan berhenti ketika nilai maksimum (*Ogata, 1996*).

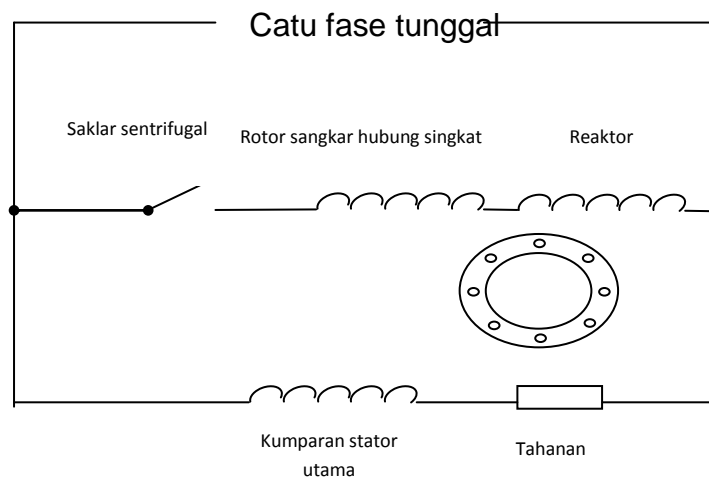


Gambar 5. Contoh Aksi Kontrol ON/OFF

C. Motor Induksi Satu-Fase

Motor induksi merupakan motor arus bolak balik (*ac*) yang paling banyak digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu. Tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator (Ogata, 1996).

- a. Berdasarkan prinsip kerja
 - Motor induksi rotor sangkar dan motor induksi rotor belitan,
 - Motor komutator seri, kompensasi, shunt, dan repulsion.
- b. Berdasarkan arus dan tegangan
 - Motor induksi satu-fase ,
 - Motor induksi tiga-fase.



Gambar 6. Rangkaian Motor Induksi Fase Terbelah

Untuk motor induksi satu – fase, prinsip kerjanya serupa dengan motor tiga-fase kecuali bahwa medan berputar dari sumber satu – fase . Medan berputar diperoleh dengan satu jenis rangkaian pemisah fase. Stator mempunyai dua gulungan, yaitu utama dan tambahan. Yang terakhir adalah dari kawat yang lebih ringan walaupun dengan jumlah

gulungan yang sama dan ditempatkan di dalam celah – celah mendekati 90° listrik dari gulungan utama. Reaktor membantu memberikan beda fase 90° antara kedua gulungan. Tahanan di dalam gulungan utama membatasi arus asut dan menghentikan begitu motor mencapai kecepatan normal. Jadi motor mulai hidup sebagai jenis 2–fase yang menghasilkan medan berputar Begitu kecepatan telah tercapai, secara otomatis gulungan tambahan terputus dengan menggunakan sakelar sentrifugal. Arus asut yang besar dapat dibatasi oleh tahanan yang seri dengan gulungan utama atau gulungan berputar dan tahanan sendiri dapat dihentikan setelah pengasutan tercapai. Karakteristik motor adalah prestasi shuntnya. Torsi pengasutan jelek, dan dengan demikian memerlukan suatu katrol yang longgar atau pengemudi sabuk yang ringan bila torsi pengasutan terlalu rendah walaupun kecepatannya adalah hamper konstan. Melepaskan tahanan starting dan mengganti reaktor dengan sebuah kapasitor masih memberikan faktor – daya juga dihasilkan sehingga sekarang tipe kapasitor dipakai secara umum pada motor induksi satu – fase.

D. Baterai

Terdapat banyak tipe baterai penyimpan muatan yang berbeda-beda di pasaran. Memilih tipe baterai untuk sebuah sistem tertentu mencakup banyak pertimbangan, baik dari segi fisiknya maupun dari segi kimianya yang membentuk karakteristik baterai tersebut, diantaranya :

a. Tegangan yang diisyaratkan.

Tegangan baterai harus stabil, mengingat arus listrik yang mengalir ke beban bervariasi langsung dengan tegangan. Sebuah baterai tidak boleh memberikan tegangan yang cukup tinggi sehingga dapat merusak peralatan. Untuk mencegahnya digunakan regulator tegangan dalam peralatan.

b. Arus yang diisyaratkan.

Dalam beberapa aplikasi, penarikan arus dapat dikatakan hampir konstan. Dalam penerapan lainnya sistem diharapkan dapat memberikan arus yang besar untuk suatu periode pendek.

c. Kapasitas Ampere-Jam dan Watt-Jam

Sebuah baterai harus memiliki kapasitas ampere jam yang cukup untuk mengirim daya pada beban hingga ada sumberdaya untuk mengisi kembali muatan baterai. Spesifikasi Ampere-Jam menyatakan kuantitas arus yang dapat diperoleh dari baterai selama periode pelepasan tanpa memperhatikan tegangan ratingnya.

Kapasitas Ampere-Jam sebuah baterai biasanya dispesifikasikan bersama dengan suatu pedoman jam standar. Baterai memiliki kapasitas tertentu jika muatannya dikosongkan dalam waktu tertentu. Jika penarikan arusnya lebih tinggi, kapasitasnya dapat menjadi lebih rendah. Rating ampere-jam hanya berlaku pada laju pelepasan yang spesifik yang biasanya berkisar antara 5 hingga 30 jam dan pada temperatur kira-kira

20° C. disamping dalam Ampere-Jam, baterai biasa juga dilengkapi dengan rating Watt-Jam. Kapasitas dalam Watt-Jam menyatakan jumlah energy yang dapat disimpan oleh baterai. Sebuah baterai biasanya dispesifikasikan oleh presentase pelepasan terdalam (deepest discharge) yang dapat ditoleransi secara normal oleh baterai tersebut. Sebagai contoh jika sebuah baterai memiliki kedalaman pelepasan yang diisinkan adalah 80 %, maka 20 % energi yang tersimpan dalam baterai harus tetap ada dan tidak boleh dilepaskan.

Tingkat energi atau state of charge (SOC) yang ada dalam baterai perlu diketahui untuk mengungkapkan kuantitas energy yang masih ada tersedia dalam baterai. Tegangan pada baterai berfluktuasi secara linier terhadap SOC, sehingga hal tersebut dapat dijadikan indikator. Indikator inilah yang dipantau sensor pada system control yang selanjutnya dibandingkan dengan harga setting.

Kapasitas baterai dapat ditentukan dengan mengacu pada hal-hal sebagai berikut :

- a. Intensitas matahari rata-rata minimum perbulan.
- b. Periode waktu dimana cuaca berawan sepanjang hari.
- c. Intensitas matahari minimum pada kondisi cuaca berawan sepanjang hari yaitu pada kondisi waktu penyinaran sebesar 0 % sehari.
- d. Isi baterai minimum yang harus tersisa pada akhir periode waktu dimana cuaca berawan sepanjang hari.

Kapasitas baterai dapat ditentukan dengan persamaan :

$$K_B = \frac{Q_L \times NOS}{V_{BR} \times DOD \times E_B} \quad (1)$$

Dimana

K_B = Kapasitas baterai (Ah)

NOS = Jumlah hari tanpa sinar matahari

DOD = Kedalaman pengosongan baterai

E_B = Efisiensi baterai

V_{BR} = Tegangan baterai

E. Pemilihan Inverter

Untuk memperoleh daya bolak balik (AC) dari sumber arus searah fotovoltaik diperlukan inverter yang dapat mengkonversikan daya DC kedalam bentuk daya AC.

Terdapat tiga factor yang perlu diperhatikan dalam memilih inverter, yaitu :

- a. Tipe gelombang yang dihasilkan.
- b. Tegangan masukan
- c. Daya keluaran

Tipe gelombang yang dihasilkan inverter sangat penting diperhatikan terutama jika beban-beban AC tersebut adalah motor-motor. Distorsi harmonic yang ditimbulkan harus serendah mungkin. Umumnya harga inverter sebandingan dengan kualitas gelombang sinus yang dihasilkan. Pemilihan dalam ukuran inverter yang tepat, memungkinkan inverter tersebut memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan

(menerima) beban surge yang terjadi saat pengasutan beban motor (jika ada). Pemilihan inverter diharapkan memiliki regulasi yang baik, distorsi harmonic yang rendah, keandalan yang tinggi. Efisiensi inverter yang ada dipasaran saat ini mencapai 90 % hingga 98 %. Penentuan kapasitas inverter yang digunakan dalam sistem ini menggunakan persamaan :

$$P_i = \frac{\text{daya beban maksimum} \times a}{\text{faktor daya}} \quad (2)$$

Dimana

P_i = kapasitas inverter (kVA)

a = factor keamanan inverter = 1,3 sampai dengan 1,8

F. Klasifikasi Desain Sistem

Sistem ini disebut juga dengan Pengatur daya beban, dimana selain berdiri sendiri dapat juga digabungkan (hybrid) dengan listrik PLN (grid connected) atau dengan sumber listrik yang lain. Jenis sistem dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu tanpa baterai dan yang menggunakan baterai (Strong, Steve J. and William G. Scheller, 1993: 72). Pada penelitian ini adalah membahas sistem PLTS yang menggunakan baterai sebagai penyimpan energi listrik (storage sistem). Secara umum bagian-bagian sistem adalah terdiri dari:

Sistem Cerdas Pelacak Cahaya Matahari	Sistem pengaturan Beban	Cerdas kondisi
	Acquisition PLTS (Monitoring)	

Gambar 7. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Sistem Cerdas Pelacak Cahaya Matahari ;
 - a. Sensor device sistem for data acquisition.input.
 - b. Tracking controlling sistem (actuator and drives PWM)
 - c. Buck Converter (AD / DA converter).
 - d. Batterai Smart Charger Regulator (BSCR).
 - e. Master controlling devices (micro controller unit).

Penelitian pada point ini akan dibahas oleh peneliti yang lain

2. Penyuplai Beban Cerdas (smart balancing load);
 - a. Current Sensor
 - b. Balancing Control Load sistem (equipment intelligent load power regulator suitability).

Pada pembahasan ini merupakan bagian yang akan di teliti

3. Sistem Monitoring (Smart Monitoring sistem):
 - a. Monitoring PLTS.
 - b. Monitoring Penyuplai Beban.

Penelitian pada point ini akan dibahas oleh peneliti yang lain

G. Road Map

Adapun Road map yang menyangkut penelitian terdahulu adalah:

1. Inggih Surya Permana ***Judul Rancang bangun Pengontrolan Beban Secara Elektronik Pada Pembangkit Listrik*** , Jurnal PENS

Hasil : Pengontrolan beban secara elektronik pada generator sinkron 1 fasa menghasilkan frekuensi yang stabil yaitu 50 hz, dengan beban total generator (beban konsumen dan beban komplemen) cenderung tetap yaitu $160W \pm 5\%$.

2. Aprilian P.Kawihing, ***Pemerataan beban Transformator pada Saluran distribusi sekunder***, Jurnal Teknik elektro UNSRAT, 2013

Hasil: Ketidakseimbangan yang terjadi membawa pangaruh negatif pada jaringan distribusi sekunder gardu MH 40. Ketidakseimbangan menyebabkan ada arus yang mengalir pada kabel netral. Jika arus yang mengalir pada kabel netral semakin besar, menyebabkan losses semakin meningkat

3. R. Sudaryanto, ***Pengiriman Data pengendalian Beban Listrik Jinjangan Memakai PLC berbasis Mikrokontroler AT89C51***, Jurnal LIPI.

Hasil : Sinyal digital telah berhasil dibentuk dan ditransmisikan melalui jaringan listrik dengan memakai modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*)