

## KONSEP INTEGRASI PEMBANGKIT BERBASIS ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI SISTEM MIKROGRID DI KABUPATEN PESISIR SELATAN

**Rosnita Rauf**

Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro, Fakultas teknik  
Universitas Andalas

***Abstract** - Energy grid management systems are the future of many developed countries today was developed called smart grid. Energy management in a smart grid is to use the concept of merging a few plants and a group of users in a particular area or within a certain grid. Generating an initial variable as the giver of energy input while the end users are variable power grid as a user of this hybrid energi. Sistem simulated using HOMER program and perform calculations with MATLAB system. Integration of these variables in a management area network will provide the optimal parameter if it can be supported by computer networks to obtain communications data from the SCADA system. With mikrogrid designed to have two streams, namely electricity and information flow, SCADA here designed to cover all the flow of information from the plant to the customer. The basic activity is the activity under taken monitoring and control of activities which aim to balance the grid. Monitoring aims to add to the data on plants and customers in order to assist decision-making at the micro grid system inside. Control activities aim to maintain a balanced energy intake of multiple power plant priority points toward energy use by multiple end users in the grid.*

***Abstrak** - Sistem pengelolaan grid energi masa depan yang banyak dikembangkan negara maju saat ini biasa disebut smart grid. Pengelolaan energi dalam smart grid ini menggunakan konsep penggabungan beberapa pembangkit dan sekelompok pengguna dalam wilayah tertentu atau dalam grid tertentu. Pembangkit merupakan variabel awal sebagai pemberi masukan energi sedangkan pengguna merupakan variabel akhir grid sebagai pemakai energi. Sistem tenaga hybrid ini disimulasikan dengan menggunakan program HOMER dan melakukan perhitungan system dengan MATLAB. Penggabungan variabel-variabel tersebut dalam sebuah area network akan memberikan pengelolaan parameter yang optimal jika dapat didukung dengan jaringan computer untuk mendapatkan komunikasi data dari system SCADA. Dengan mikrogrid dirancang mempunyai dua aliran yaitu aliran listrik dan aliran informasi, SCADA disini dirancang untuk mencakup semua aliran informasi dari pembangkit hingga pelanggan. Aktivitas dasar yang dilakukan adalah aktivitas monitoring dan aktivitas kendali yang bertujuan untuk keseimbangan grid. Monitoring bertujuan untuk menambah data pada pembangkit dan pelanggan sehingga dapat membantu pengambilan keputusan pada mikro system didalam grid. Aktivitas pengendalian bertujuan untuk menjaga pengasupan energi yang seimbang dari multiple power plant menuju titik-titik prioritas penggunaan energi oleh multiple end user didalam grid.*

*Keywords: Energy, Mikrogrid, HOMER, MATLAB, SCADA*

### I. PENDAHULUAN

Menipisnya bahan bakar fosil dan peningkatan efek rumah kaca telah menjadi isu krusial yang harus ditangani secara global. Hal ini memicu banyak hal seperti penelitian dan pengembangan besar-besaran terhadap sumber energi alternatif ramah lingkungan beserta pilot plan penyaluran energi yang efisien<sup>[1]</sup>.

Energi alternatif yang banyak dikembangkan adalah seperti energi angin, solar panel, solar collector, biofuel, fuel cell, mikrohidro, atau arus laut<sup>[1]</sup>. “Meningkat

energy yang berasal dari fosil (BBM) akan habis di tahun 2025. Sudah saatnya Indonesia mengembangkan energi terbarukan mulai menerapkan teknologi pembangkit smart grid yang merupakan teknologi mengoperasikan sistem tenaga listrik dengan mengombinasikan teknologi komputer, komunikasi dan jaringan<sup>[2]</sup>

Untuk Indonesia, teknologi ini pertama kali diterapkan di Sumba Barat Daya, Nusa Tenggara Timur<sup>[2]</sup>. Semakin berkembangnya dunia industry, sebuah system automasi seharusnya dapat dikontrol dan dipantau dari

jarak jauh, hal ini disebabkan karena mobilitas yang tinggi dari para pelaku industry yang mempunyai waktu terbatas, maka seharusnya sebuah system dapat dikontrol dari manapun juga<sup>[3]</sup>.

Dengan kemajuan teknologi ini, maka penulis ingin mengintegrasikan dan mengatur berbagai pembangkit listrik energy terbarukan baik energy air, surya juga diesel yang ada di Kecamatan Bayang Kabupaten Pesisir Selatan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam agenda riset nasional, pengembangan energi baru dan terbarukan merupakan salah satu dari tujuh fokus nasional. Sebagai konsekuensinya, keberadaan pembangkit energi alternatif menimbulkan variabel-variabel baru dalam jaringan penyebaran listrik yang meminta peninjauan kembali keseimbangan pengasupan energi dari pembangkit- pembangkit yang berbeda untuk menjaga permintaan listrik tetap stabil<sup>[3]</sup>

Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan dari ketiga pembangkit listrik ini adalah efisiensi energi yang dihasilkan, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, dalam hal ini cahaya matahari, Air dan Diesel. Selain itu, PLTS dan PLTMH mempunyai karakteristik lain, yaitu lokasi yang jauh dari perkotaan atau pemukiman, dan sifat pembangkitan yang terdistribusi. Sehingga untuk memantau dan mengendalikan PLTS dan PLTMH dengan karakteristik yang tersebut diatas diperlukan suatu sistem monitoring dan pengendalian jarak jauh, atau SCADA (Supervisory Control And listrik Data Acquisition)<sup>[4]</sup>

### II.1.1 MikroGrid

Istilah MikroGrid mengacu pada modernisasi sistem pengelolaan energi listrik sehingga dapat memonitor, menjaga dan secara otomatis mengoptimalkan operasi antar elemen interkoneksinya – mulai dari pusat dan distribusi generator melalui jaringan transmisi tegangan tinggi dan jaringan sistem distribusi, ke pelanggan industri dan sistem automasi bangunan, ke instalasi penyimpanan energi dan ke konsumen pemakai terakhir, kendaraan listrik, peralatan dan perlengkapan rumah tangga lainnya<sup>[1]</sup>.

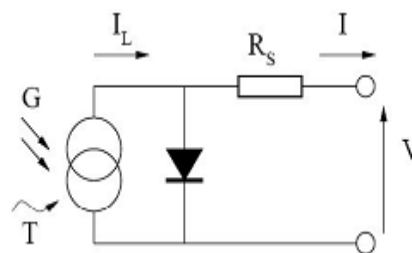
Mikrogrid akan di karakterisasikan dengan aliran dua arah atas listrik dan

informasi untuk menciptakan sebuah jaringan penyebaran energi listrik yang terdistribusi secara luas dan terotomasi. Smart grid ini memasukkan keuntungan sistem komunikasi dan komputasi terdistribusi kedalam grid. Hal ini akan menghadirkan informasi real-time dan memungkinkan keseimbangan antara asupan dan permintaan energy<sup>[1]</sup>.

### II.1.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid pada PLTS, PLTD dan PLTMH

#### 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Photovoltaic)

Komponen utama dari PLTS adalah Photovoltaic (PV) yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Rangkaian ekivalen PV yang paling sederhana terdiri dari sebuah sumber arus yang dirangkai paralel dengan sebuah dioda. Output dari sumber arus berbanding lurus dengan cahaya yang menyinari sel PV. Parameter dioda menentukan karakteristik I-V dari sel PV tersebut.



Gambar 1. Model Photovoltaic

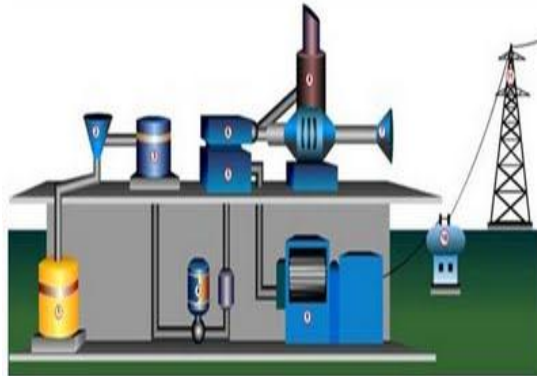
#### 2. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sesuai untuk diimplementasikan pada lokasi dimana pengeluaran bahan bakar rendah, persediaan air terbatas, minyak sangat murah dibandingkan dengan batubara dan semua beban dasarnya adalah seperti yang dapat ditangani oleh mesin pembangkit dalam kapasitas kecil, serta dapat berfungsi dalam waktu yang singkat. Kegunaan utama PLTD adalah penyedia daya listrik yang dapat berfungsi untuk pusat pembangkit, cadangan (stand by plant), beban puncak dan cadangan untuk keadaan darurat (emergency).

Komponen-komponen penting mesin PLTD adalah :

- Mesin / motor

- Sistem bahan bakar
- Sistem udara masuk
- Sistem pembuangan gas
- Sistem pendinginan
- Sistem pelumasan
- Sistem penggerak mula

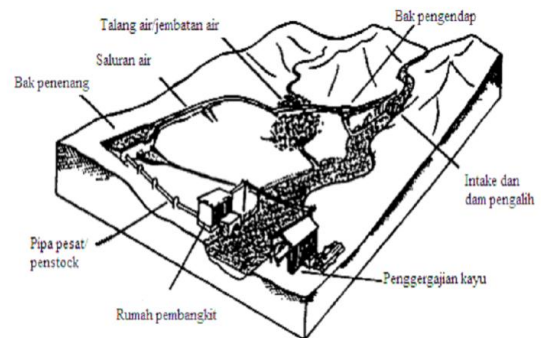


**Gambar 2** Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

### 3. Model Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikrohidro

Yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal

dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.



**Gambar 3.** skema pembangkit listrik tenaga mikrohidro

#### II.1.3 Software HOMER

Software HOMER adalah suatu perangkat lunak yang digunakan untuk operasi model sistem pembangkit listrik skala kecil (micropower), perangkat lunak ini mempermudah evaluasi disain sistem pembangkit listrik untuk berbagai jenis pembangkit listrik skala kecil baik yang tersambung ke jaringan listrik atau pun tidak. Perangkat Lunak ini melakukan perhitungan keseimbangan energi untuk setiap konfigurasi sistem yang akan dipertimbangkan. Kemudian menentukan konfigurasi yang layak, apakah dapat memenuhi kebutuhan listrik di bawah kondisi yang ditentukan, perkiraan biaya modal, penggantian, operasi dan pemeliharaan, bahan bakar, dan bunga<sup>[3]</sup>.

Kelebihan perangkat lunak ini adalah penggunaannya mudah, bisa mensimulasi, mengoptimasi suatu model kemudian secara otomatis bisa menemukan konfigurasi sistem optimum yang bisa mensuplai beban dengan biaya sekarang (NPC) terendah, dan bisa menggunakan parameter sensitifitas untuk hasil yang lebih bagus dan akurat.

#### II.1.4 Simulasi MATLAB

Matlab adalah interactive program untuk numerical computation dan data visualization, digunakan secara ekstensif oleh control engineers untuk analysis dan design.

Mengingat bervariasinya lingkungan yang menentukan ketersediaan sumber energi Surya, Energi Air skala Kecil dan Diesel sebagai pembangkit cadangan diperlukan

pemodelan pembangkit energi angin dan listrik serta baterai penyimpanan untuk mempermudah perancangan dan analisa sistem pembangkit tersebut. Demikian juga pemodelan sistem hibrid juga diperlukan dalam perancangan pengendali hibrid untuk mengoptimalkan kinerja masing-masing pembangkit yang digunakan. Dalam penelitian ini, penulis memodelkan pembangkit energi surya, air dan diesel serta kendali hibrid menggunakan MATLAB Simulink. Model yang dibuat merupakan gabungan dari beberapa model ke tiga system pembangkit tersebut.

**II.1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid**

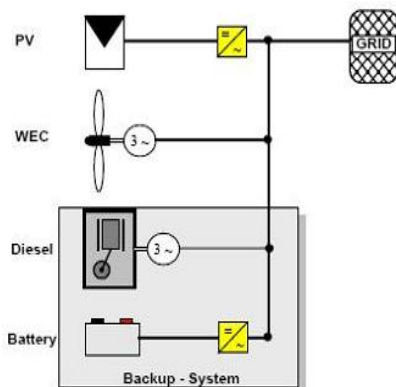
Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) adalah suatu sistem pembangkit listrik dengan memadukan beberapa sumber energi baru dan terbarukan.

PLTH (Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid) adalah membangkitkan listrik digunakan lebih dari 1 macam pembangkit. Tetapi yang agak berbeda adalah kombinasi ini menggabungkan sumber energi yang dapat diperbaharui (renewable) dengan yang tidak dapat diperbaharui (unrenewable).

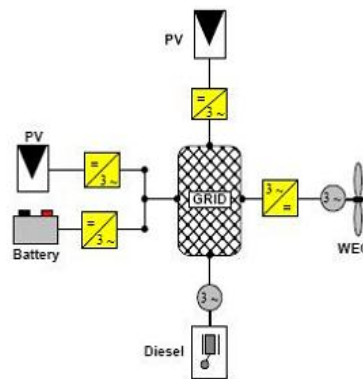
**II.1.5.1 Arsitektur Sistem Tenaga Hybrid**

Dalam penelitian ini, akan dibahas arsitektur pembangkit listrik tenaga nya yang terdiri dari 3(tiga) model yang nantinya disesuaikan dengan kondisi yang ada<sup>[3]</sup>.

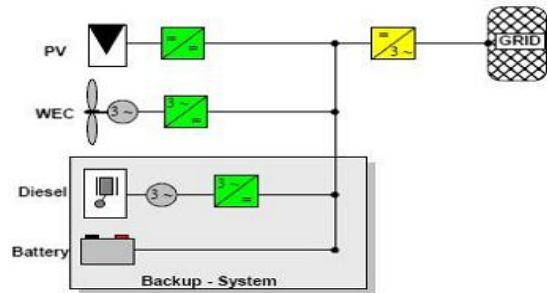
1. Pembangkit-pembangkit dan baterai dipasang disuatu lokasi dan dihubungkan ke AC bus sebelum dikoneksikan ke grid.



2. Pembangkit terdistribusi pada lokasi yang berbeda dan setiap pembangkit di koneksikan ke grid secara terpisah.



3. Dilakukan konversi tegangan AC ke DC pada pembangkit yang menghasilkan daya AC. Selanjutnya daya DC tersebut dikoneksikan ke DC bus dan sebuah pengubah tegangan DC ke AC digunakan untuk mengumpankan ke grid (AC).



**II.1.6 Sistem Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)**

SCADA merupakan system yang mengkombinasikan telemetri (pengukuran jarak jauh) dan akuisisi data SCADA mengumpulkan informasi dari peralatan di lapangan yang selanjutnya dikirimkan ke pusat, kemudian dilakukan analisa dan pengendalian yang diperlukan dan menampilkan informasi tersebut pada layar operator<sup>[3]</sup>.

SCADA berfungsi untuk memantau dan mengendalikan peralatan di lapangan dari jarak jauh menggunakan jaringan telekomunikasi<sup>[4]</sup>.

Arsitektur system SCADA terdiri dari komponen sebagai berikut :

1. Peralatan lapangan (sensor dan actuator)
2. Remote Terminal Unit (RTU), umumnya berupa PLC (Programmable Logic Control) yang berfungsi mengendalikan actuator, membaca sinyal dari sensor dan berkomunikasi dengan pusat pengendali.
3. Jaringan komunikasi, digunakan untuk menghubungkan RTU dengan stasiun

pusat pengendali yang berupa jaringan kabel atau radio.

4. Stasiun pusat pengendali, merupakan stasiun pusat monitoring dan pengendalian yaitu SCADA

### II.1.7 Programmable Logic Control (PLC)

Sebelum adanya Programmable Logic Controller, sudah banyak peralatan kontrol sekuensial, semacam cam shaft dan drum. Ketika relay muncul, panel kontrol dengan relay menjadi kontrol sekuens yang utama. Ketika transistor muncul, solid state relay diterapkan pada bidang dimana relay elektromagnetik tidak cocok diterapkan seperti untuk kontrol dengan kecepatan tinggi.

Sekarang sistem kontrol sudah meluas sampai ke keseluruhan pabrik dan sistem kontrol total dikombinasikan dengan feedback, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat.

Hal-hal yang dapat dikerjakan oleh PLC adalah :

1. Untuk Tipe Kontrol URUTAN (Sekuens) :
  - a. Pengganti Relay Kontrol Logic Konvensional termasuk Timer/Counter.
  - b. Pengganti Pengontrol card PCB.
  - c. Sebagai mesin Kontrol Auto/Semi Auto/Manual dan proses-proses.
2. Untuk Tipe Kontrol Canggih :
  - a. Operasi Aritmatik (+,-,x,:) )
  - b. Penanganan Informasi.
  - c. Kontrol Analog (Suhu, Tekanan, dll).
  - d. PID Control (Proportional-Integral-Derivatif)
  - e. Kontrol Servo Motor.
  - f. Kontrol Stepper Motor.
3. Untuk Tipe Kontrol Pengawasan :
  - a. Proses monitor dan alarm.
  - b. Monitor dan diagnosa kesalahan.
  - c. Antarmuka dengan computer (RS232C/RS 422).
  - d. Antarmuka Printer/ASCII.
  - e. Jaringan kerja Otomatisasi Pabrik.
  - f. Local Area Network.
  - g. Wide Area Network.
  - h. FA (Factory Automation), FMS (Factory Management System), CIM (Computer Integration Management), dll.

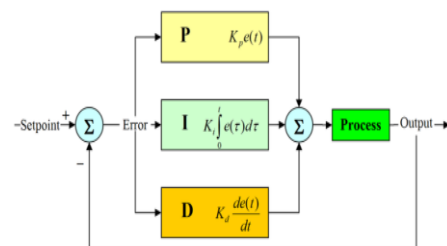
Keuntungan dari penggunaan PLC dalam Otomatisasi adalah :

1. Waktu Implementasi proyek dipersingkat.
2. Modifikasi lebih mudah tanpa biaya tambahan.
3. Biaya proyek dapat dikalkulasi dengan akurat.
4. Training penguasaan teknik lebih cepat.
5. Perancangan dengan mudah diubah dengan software, perubahan dan penambahan dapat dilakukan pada software.
6. Aplikasi kontrol yang luas.
7. Maintenance yang mudah. Indikator Input dan Output dengan cepat dan mudah dapat diketahui pada sebuah system. Konfigurasi output dengan tipe relay plug in.
8. Keandalan tinggi.
9. Perangkat controller standar.
10. Dapat menerima kondisi lingkungan industri yang berat.

### II.1.8 Kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*)

Kontrol PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut.

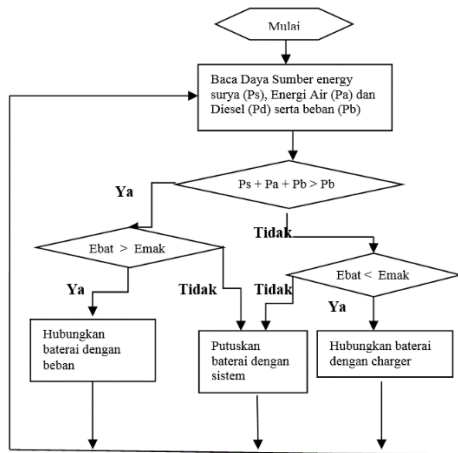
Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu **Proportional**, **Integratif** dan **Derivatif**. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plant.



Gambar 2.4 Blok Diagram Kontrol PID

### II.2 Kerangka Konsep Penelitian

Sistem hibrid yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pembangkit energi surya, air dan diesel yang menggunakan salah satu arsitektur dari ketiga macam model.



Gambar 2.4 Diagram Alir proses charge dan discharge baterai

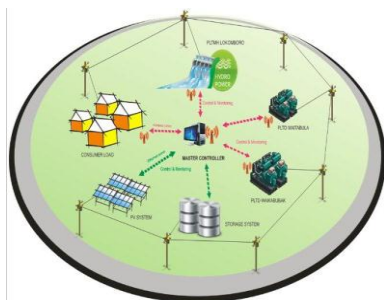
### III. METODOLOGI PENELITIAN

Mikrogrid adalah konsep grid modern yang menggunakan teknologi digital sebagai dasarnya. Teknologi digital memungkinkan produsen untuk mentransmisikan listrik dan berkomunikasi dengan konsumen secara dua arah<sup>(1)</sup>.

#### III.1 Metode yang digunakan

Dalam melakukan penelitian ini, metode yang digunakan adalah secara kuantitatif, dimana desain yang diteliti adalah spesifik dan menunjukkan hubungan antar variable yang satu dengan yang lainnya.

Sistem smart grid dapat kita lihat pada gambar berikut<sup>(1)</sup>,



Gambar 3.1 Skema Pembangkit Mikrogrid

#### III.2 Data dan Informasi yang diperlukan

Dari gambar system mikrogrid diatas, maka dibutuhkan data primer berupa :

1. Single line diagram pada daerah yang akan diteliti
2. Data-data kapasitas daya dari sumber-sumber yang ada

Begitu juga data sekunder dari hasil pengukuran variabel yang dioperasikan dengan menggunakan instrument.

### III.3 Sumber data dan informasi

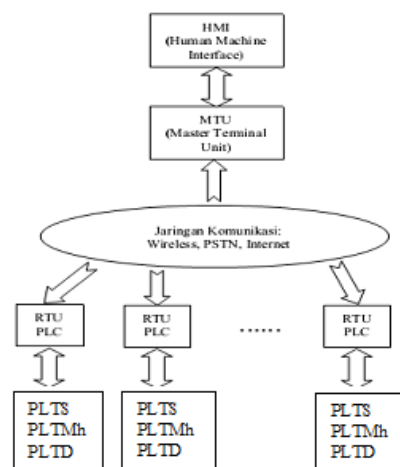
Data diambil dari lokasi penelitian yang dikaji yaitu di Dinas Kehutanan Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Pesisir Selatan serta mencari informasi dimana energy air, surya dan diesel itu berada.

### III.4 Teknik pengumpulan data dan informasi

1. Untuk teknik pengumpulan data dengan melakukan survey ke daerah yang sudah menggunakan system mikrogrid atau study lapangan terkait dengan penelitian ini.
2. Mengambil data dilapangan berupa data system pembangkitan (daya, tegangan, beban).
3. Mengambil informasi dari literature yang mendukung dari pada penulisan thesis ini.

### III.5 Instrumen penelitian

Pembahasan thesis ini dari ketiga model pembangkit tersebut yang merupakan tenaga hybrid menggunakan program HOMER yang melakukan perhitungan keseimbangan energi untuk setiap konfigurasi sistem yang akan dipertimbangkan. Begitu juga perhitungannya yang dilakukan dengan program MATLAB yang dioperasikan pada komputer personal. Validasi program juga dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa program dapat digunakan untuk menghitung optimalisasi daya pada sistem yang ditinjau. Sistem pengontrolan dari sistem tenaga hybrid tersebut menggunakan SCADA dimana system mikrogrid ini telah diimplementasikan.



Gambar 3.2 Diagram alir system SCADA pada system tenaga hybrid

#### IV. KESIMPULAN

Microgrids modern, versi skala kecil dari sistem listrik terpusat. Mikrogrid ini bertujuan dalam sistem keandalan, pengurangan emisi karbon, diversifikasi sumber energi, dan pengurangan biaya, yang didirikan oleh komunitas yang dilayani. Seperti jaringan listrik massal, mikrogrid menghasilkan, mendistribusikan, dan mengatur aliran listrik ke konsumen, tetapi melakukannya secara lokal. Microgrids secara cerdas memiliki cara yang ideal untuk mengintegrasikan sumber daya energy baru terbarukan pada tingkat masyarakat dan memungkinkan untuk partisipasi pelanggan di perusahaan listrik. Pengelolaan energi dalam mikrogrid ini menggunakan konsep penggabungan beberapa pembangkit dalam hal ini ada tiga pembangkit PLTMH, PLTS dan PLTD serta sekelompok pengguna dalam wilayah tertentu atau dalam grid tertentu.

Sistem tenaga hybrid ini disimulasikan dengan menggunakan program HOMER dan melakukan perhitungan system dengan MATLAB. Penggabungan variabel-variabel tersebut dalam sebuah area network akan memberikan pengelolaan parameter yang optimal jika dapat didukung dengan jaringan computer untuk mendapatkan komunikasi data dari system SCADA.

#### *Biodata Penulis*

*Rosnita Rauf, lahir di Bandar Lampung pada tanggal 5 September 1974, merupakan anak ketujuh dari tujuh bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 6 Bandar Lampung, SMP Negeri 1 Pahoman dan SMA Negeri 4 Langkapura, Bandar Lampung. Setelah Lulus dari SMU tahun 1992 kemudian melanjutkan pendidikan S1 Program Studi Elektro Fakultas Teknik di Universitas Ekasakti, Padang dan lulus pada tahun 1997, lalu bekerja di Universitas Ekasakti, Padang. Dan sekarang melanjutkan Pasca Sarjana di UNAND aliansi ITB Fakultas Teknik pada program studi Teknik Elektro*

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tinton Dwi Atmaja, Dadan Ridwan Saleh, Cloud Computing untuk Mendukung Aplikasi Smart Grid, LIPI Bandung 2011
- [2] Vivanews, Pembangkit Smart Grid Pertama di Indonesia, 2012
- [3] Aryuanto<sup>1)</sup> Yusuf Ismail Nakhoda<sup>2)</sup>, Pengembangan Sistem SCADA Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida, ITN 2009
- [4] National Institute of Standards and Technology (NIST), US, Guide To SCADA and Industrial Control System Security
- [5] Duane Hanselman and Bruce Littlefield, 1995. *The Student edition of MATLAB Ver. 4.0*, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [6] E. Ortjohann, O. Omari, R. Saiju, N. Hamsic, D. Morton. (2003). A simulation Model For Expandable Hybrid Power Systems. Proceedings of 2 nd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference. Kassel, Germany.
- [7] Graham, Goodwin C., Graebe, Stefen F., and Mario E. Salgado, "Control System Design," Date Retrieved: March 2010