

## Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada

Prian Gagani Chamdareno<sup>1</sup>, Faris Azharuddin<sup>2</sup>, Budiyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>)Program Studi Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27 Jakarta Pusat. DKI Jakarta 10510  
prian.gagani@ftumj.ac.id

### ABSTRAK

*Pemantauan dari penggunaan dan penghasilan energi merupakan salah satu upaya untuk menjaga ketersediaan energi, sehingga penggunaan energi yang berlebihan akan dapat dihindari dan penggunaan energi tersebut akan semakin tepat guna yang diimplementasikan dengan sistem yang mendukung seperti pemantauan, pengontrolan perangkat dan pengolahan data, pada sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ini memuat sebuah sistem pengawasan dan pengendalian, dengan cara melakukan pengumpulan dan analisa data secara real time dan dapat diakses melalui web. Aplikasi server dibuat dengan programming Visual Basic yang digunakan untuk pemantauan data secara real-time, melakukan pengontrolan perangkat keras dan data sensor disimpan kedalam database SQL Server agar dapat menampilkan history data maupun untuk pengolahan data lain.*

**Kata Kunci : SCADA, Mikrokontrol Arduino, SQL Server , Visual Basic**

### 1 PENDAHULUAN

Energi surya terbukti menjadi alternatif dalam hal pengurangan biaya listrik dan keberlanjutan energi. Di sisi lain, sistem tersebut memerlukan perawatan berkala untuk memastikan operasi yang tepat, sehingga pemantauan output energi untuk panel sel surya akan meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem. Pemantauan output dari panel individu membantu mengurangi daya yang hilang dari panel sel surya. Pada perancangan sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) berbasis realtime web monitoring sistem dan sistem kontrol untuk mengintegrasikan sistem sel surya, unit baterai, jaringan beban yang menggunakan mikrokontroler arduino. Sistem SCADA menghubungkan ke jaringan internet, dapat memantau dan mengontrol sistem sel surya, baterai dan jaringan beban secara realtime dalam berbagai kondisi operasi. Ditunjang dengan adanya datalogger yang mampu menyimpan semua data parameter operasi dan implementasi data acquisition.

### 2 TEORI DASAR

#### 2.1 Pengertian Daya

- **Daya Aktif** adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt.
- **Daya Reaktif** adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet.
- **Daya semu** adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan.
- **Sigitiga Daya** merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe - tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri.
- dimana berlaku hubungan

$$S = V \cdot I$$

$$S = \text{Daya Semu} \quad (\text{VA})$$

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$P = \text{Daya Nyata} \quad (\text{Watt})$$

$$Q = S \cdot \sin \phi$$

$$Q = \text{Daya Reaktif} \quad (\text{VAR})$$

- **Faktor Daya** didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya semu (VA) yang digunakan dalam listrik arus bolak balik (AC) atau beda sudut fasa antara V dan I. [3]

## 2.2 Pengenalan Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. [4]

## 2.3 Pengenalan Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. [5]

## 2.4 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

SCADA adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh, dengan kemampuan memantau data-data dari alat yang dikendalikan. SCADA merupakan bidang yang secara kontinyu selalu dikembangkan di seluruh bagian dunia pada berbagai tipe industri yang menghabiskan bertrilyun-trilyun rupiah. SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION) merupakan sistem pengakuisisian suatu data untuk digunakan sebagai control dari sebuah obyek. Sistem SCADA yang paling sederhana yang mungkin bisa dijumpai di dunia adalah sebuah rangkaian tunggal yang memberitahu anda sebuah kejadian (event). Sebuah sistem SCADA skala-penuh mampu memantau dan (sekaligus) mengontrol proses yang jauh lebih besar dan kompleks. terintegrasinya sistem SCADA dengan memanfaatkan seluruh perangkat yang ada sehingga memberikan kemudahan pengamatan, pencatatan dan pelaporan pada saat implementasi. [6]

## 2.5 Pengenalan Microsoft Visual Basic 2008

Microsoft Visual Basic adalah salah satu development tools untuk membangun aplikasi dalam lingkungan Windows. Dalam pengembangan aplikasi, Visual Basic menggunakan pendekatan Visual untuk merancang user interface dalam bentuk form, sedangkan untuk kodingnya menggunakan dialek bahasa Basic yang cenderung mudah dipelajari. Visual Basic telah menjadi tools yang terkenal bagi para pemula maupun para developer dalam pengembangan aplikasi skala kecil sampai ke skala besar. [7]

## 2.6 Pengenalan Database dan SQL Server

Database adalah suatu susunan/kumpulan data operasional lengkap dari suatu organisasi/perusahaan yang diorganisir/dikelola dan disimpan secara terintegrasi dengan menggunakan metode tertentu dengan menggunakan komputer sehingga mampu menyediakan informasi yang diperlukan pemakainya. Sistem Database adalah suatu sistem penyusunan dan pengelolaan record-record dengan menggunakan komputer, dengan tujuan untuk menyimpan atau merekam serta memelihara data operasional lengkap sebuah organisasi/perusahaan sehingga mampu menyediakan informasi yang diperlukan pemakai untuk kepentingan proses pengambilan keputusan. [8]

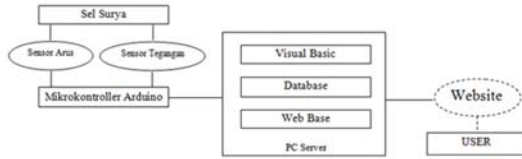
## 2.7 Pengenalan Sistem

Istilah sistem berasal dari bahasa Yunani yaitu "systema". Ditinjau dari sudut katanya sistem berarti sekumpulan objek yang bekerja bersama-sama untuk menghasilkan suatu kesatuan metode, prosedur, teknik yang digabungkan dan diatur sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan yang berfungsi untuk mencapai tujuan. Aji Supriyanto (2005:238) menyatakan bahwa sistem merupakan sekumpulan komponen atau subsistem yang saling berintegrasi dan berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu.[9]

## 3 PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Perancangan Sistem SCADA

Secara keseluruhan perancangan sistem SCADA yang dibuat dapat digambarkan seperti skematik blok diagram sebagai berikut :

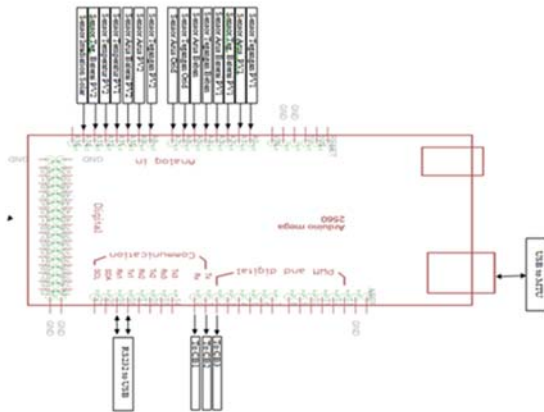


Gambar 1 Skematik diagram sistem SCADA

Sistem SCADA yang dirancang terbagi menjadi tiga bagian yaitu Pengamatan (*Supervisory*) untuk mengukur beberapa parameter pada plant, pengendali (*Control*) untuk mengendalikan *Breaker* output panel surya dan Akuisisi data (*Data Aquisition*) yang digunakan untuk membuat riwayat data & berbagai akumulasi data.

### 3.2 Perancangan Remote Terminal Unit

Bagian inti dari desain RTU ( Remote terminal Unit) ini adalah pengendali mikro single-board bernama Arduino Mega yaitu board mikrokontroler berbasis ATmega2560. Perancangan Desain RTU ini memakai komunikasi serial dalam aplikasinya, karena pada penerapannya tidak memakan jarak yang jauh antara RTU dengan MTU.



Gambar 2 Blok Diagram RTU

### 3.3 Perancangan Master Terminal Unit

MTU (Master Terminal Unit) pada perancangan SCADA ini pada dasarnya adalah sebuah komputer yang memiliki sistem operasi windows yang mana komputer ini bertindak sebagai server database, server aplikasi SCADA dan server Web SCADA. Komputer server ini menjalankan SQL Server sebagai database dan menyediakan layanan Web server dengan IIS (Internet Information System) yang dikeluarkan

oleh Microsoft dengan menggunakan pemrograman Visual Basic. Skrip Visual Basic yang berjalan pada MTU memiliki dua fungsi utama. Pertama, mereka menyediakan interface RTU untuk meng-upload data ke database SQL SERVER

### 3.4 Perancangan Graphical User Interface

Perancangan GUI (Graphical User interface) dibagi menjadi dua, yaitu aplikasi Master berbasis Visual Basic dan Aplikasi Client Visual Web GUI berbasis dan kedua aplikasi tersebut diprogram dalam skrip Visual Basic.

### 3.5 Perancangan Aplikasi Master SCADA

Pada aplikasi Master menggunakan Windows Form Visual Basic yang memiliki user authorized tersendiri dalam skrip visual basic untuk mencegah akses dari pengguna yang tidak berwenang seperti gambar 3.3.



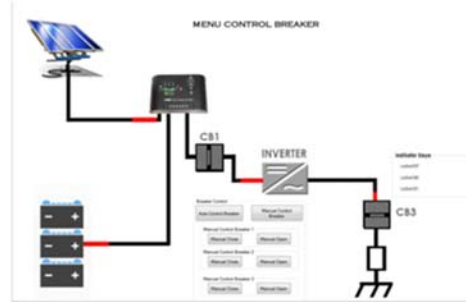
Gambar 3 User Authorized sistem SCADA

Aplikasi Master Visual Basic pada MTU memiliki semua fungsi komponen SCADA meliputi :

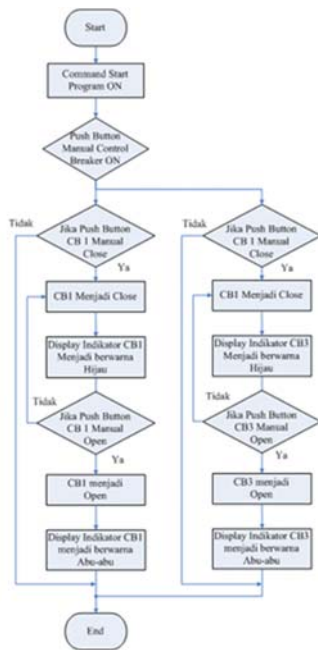
- Supervisory  
 Penarikan semua data parameter dari RTU untuk ke display interface windows form visual basic dan menyimpan data-data tersebut ke database SQL Server.



Gambar 4 Interface General Monitoring sistem SCADA



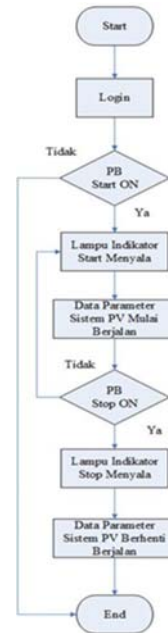
Gambar 6 Interface Control Breaker Sistem SCADA



Gambar 5 Flowchart General Monitoring sistem SCADA

- Control

Dalam sistem Sel Surya ini obyek yang akan dilakukan sistem kontrol adalah Circuit Breaker (CB). Dalam metode pengoperasiannya, sistem kontrol ini memiliki dua mode yaitu mode manual dan mode auto.



Gambar 7 Flowchart Control Breaker Sistem SCADA

Data Acquisition

Data Acquisition dalam sistem Sel Surya ini menampilkan kalkulasi produksi dan penggunaan daya pada kurun waktu hari ini, hari kemarin, 30 hari terakhir dan waktu sejak pemasangan hingga pengoperasian saat ini. Selain kalkulasi data

operasi tersebut, pada data acquisition ini juga menampilkan kalkulasi penyetaraan terhadap kepentingan lingkungan. Diantaranya yaitu produksi Sel Surya terhadap emisi

CO<sub>2</sub> yang dapat disimpan, dan Penyetaraan terhadap pohon yang ditanam.

Gambar 3.6 Menu Historian Sistem SCADA

Aplikasi Client berbasis Visual Web GUI merupakan secondary program SCADA system SEL SURYA. Tujuan utama dari aplikasi ini adalah menjadikan aplikasi SCADA dapat ditampilkan dalam Web dan dapat diakses secara mobile pada berbagai perangkat yang mempunyai akses internet.



Gambar 3.7 Interface aplikasi web SCADA

#### 4 PENGUJIAN SISTEM

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan sistem SCADA yang dirancang. Pengujian ini dilakukan pada setiap bagian perancangan mulai dari pengujian sensor hingga pengujian fungsi sistem SCADA.

##### 4.1 Pengujian Perangkat Keras

Untuk melakukan pengujian perangkat keras, diperlukan adanya perbandingan antara

nilai pengukuran dengan menggunakan alat ukur standart (telah terkalibrasi oleh badan kalibrasi tertentu) dengan nilai pengukuran pada mikrokontroller arduino.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Sensor Tegangan Sel Surya

No. Beban	Tegangan (Alat Ukur)	Tegangan (Sensor)	Error (%)
1	11	10.47	4.82
2	11.25	10.78	4.18
3	11.46	10.91	4.80
4	11.73	11.36	3.15
5	12	11.68	2.67
6	12.14	11.83	2.55
7	12.27	11.88	3.18
8	12.35	12.15	1.62
9	12.4	12.2	1.61
10	12.57	12.29	2.23

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Sensor Tegangan Baterai Sel Surya

No. Beban	Tegangan (Alat Ukur)	Tegangan (Sensor)	Error (%)
1	12	11.55	3.75
2	12.25	11.8	3.67
3	12.4	11.87	4.27
4	12.73	12.3	3.38
5	13	12.68	2.46
6	13.14	13	1.07
7	13.27	13.1	1.28
8	13.35	13.15	1.50
9	13.4	13.2	1.49
10	13.57	13.29	2.06

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Sensor Tegangan Beban

No. Pengujian	Tegangan (Alat Ukur)	Tegangan (Sensor)	Error (%)
1	212.6	210.5	0.99
2	222	215.3	3.02
3	225.4	220	2.40
4	227.6	221.2	2.81
5	230.8	224	2.95

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Sensor Arus Searah Baterai Sel Surya

No. Beban	Arus (Alat Ukur)	Arus (Sensor)	Error (%)
1	0.18	0.174	3.33
2	1.45	1.44	0.69
3	1.55	1.46	5.81
4	5.05	4.95	1.98
5	6.6	6.55	0.76

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Sensor Tegangan Baterai Sel Surya

No. Beban	Arus (Alat Ukur)	Arus (Sensor)	Error (%)
1	0.07	0.065	7.14
2	0.22	0.198	10.00
3	1.05	0.99	5.71
4	1.16	1.136	2.07
5	1.6	1.57	1.88

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Sensor Arus Bolak-Balik Beban

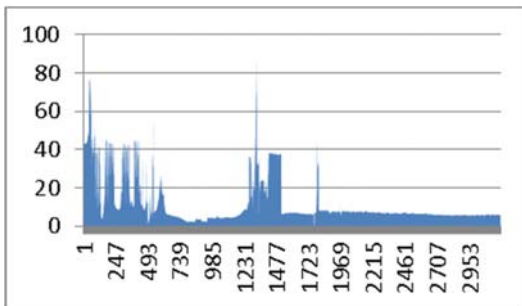
No. Beban	Arus (Alat Ukur)	Arus (Sensor)	Error (%)
1	0.15	0.144	4.00
2	0.2	0.184	8.00
3	0.277	0.268	3.25
4	0.28	0.269	3.93
5	0.3	0.279	7.00

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Sensor Suhu

No. Pengujian	Suhu (Alat Ukur °C)	Suhu (Sensor °C)	Error (%)
1	28.9	28.2	2.42
2	30.1	29.5	1.99
3	32.2	31.5	2.17
4	35	34.4	1.71
5	36.3	35.6	1.93

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Sensor Radiasi Matahari

No. Pengujian	Solar Irradiance (Alat Ukur W/m <sup>2</sup> )	Solar Irradiance (Sensor W/m <sup>2</sup> )	Error (%)
1	120	115	4.17
2	185.2	179.7	2.97
3	220.5	211.8	3.95
4	288.2	276.7	3.99
5	300.5	295.6	1.63



Gambar 4.1 Pengujian Daya Sel Surya

## 4.2 Pengujian Perangkat Lunak

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Aplikasi Master SCADA

No Pengujian	Pengujian	Waktu Respon command aplikasi (s)
1	Menu Sistem Monitoring	1.5
2	Menu Control Breaker	2.1
3	Menu Historian	1.2
4	Menu Data Acquisition	1.6

**Tabel 4.10** Hasil Pengujian Aplikasi Web SCADA

No	Pengujian	Waktu (s)
1	Menu Sistem Monitoring	2
2	Menu Control Breaker	2.6
3	Menu Historian	1.4
4	Menu Data Acquisition	1.7

## 5 KESIMPULAN

- Desain dari aplikasi SCADA yang dibuat merupakan desain tetap, yaitu apabila ada pengembangan dari sisi hardware atau pada sistemnya, maka desain dari aplikasi ini harus diubah dan source code-nya harus ditambah.
- Desain dari aplikasi SCADA yang dibuat merupakan desain tetap, yaitu apabila ada pengembangan dari sisi hardware atau pada sistemnya, maka desain dari aplikasi ini harus diubah dan source code-nya harus ditambah.

- aplikasi ini harus diubah dan source code-nya harus ditambah.
- Pada aplikasi web SCADA yang telah dibuat memiliki respon waktu yang lebih lama dibandingkan aplikasi Master SCADA. Hal ini dikarenakan pola operasi aplikasi web yang menunggu proses aplikasi Master SCADA selesai dalam kurun satu kali interval waktu.
- Pengujian semua sensor memiliki rata-rata error sebesar 1.07% - 10.00%. Namun error tersebut dapat mengalami perubahan selama proses operasi PV berlangsung.
- Terdapat beberapa factor yang visual basic ini, yakni dari komunikasi serial dari RTU (Remote Terminal Unit) ke MTU (Maser Terminal Unit), serta spesifikasi komputer yang digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rizal Fachri, Ira Devi Sara, dan Yuwaldi Away (2015), Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time. Jurnal Rekayasa Elektriika Vol. 11, No. 4, Agustus 2015, hal. 123-128
- [2] A. Tsagaris, D.G. Triantafyllidis (2013), Data Monitoring System for Supervising the Performance Assessment of a Photovoltaic Park. Journal Electric Department of Automation, Technological Educational Institute of Thessaloniki
- [3] J. Jamali (2013), Pengertian Daya, [www.eprints.ung.ac.id/4104/7/2013-1-20401-521309007-bab2-25072013043000.pdf](http://www.eprints.ung.ac.id/4104/7/2013-1-20401-521309007-bab2-25072013043000.pdf) . Diakses tanggal 20 November 2015
- [4] Ilham Efendi (2014), Pengertian dan kelebihan Arduino. <http://www.it-jurnal.com/2014/05/pengertian-dan-kelebihan-arduino.html>. Diakses Tanggal 20 November 2015
- [5] Hidayah Nur Laili (2014), Komunikasi Serial. <http://lilymutz.blogspot.co.id/>. Diakses tanggal 27 November 2015
- [6] Pratama Darazat (2015), SCADA. [https://www.academia.edu/11350607/KONSEP\\_DASAR\\_DATABAS\\_E](https://www.academia.edu/11350607/KONSEP_DASAR_DATABAS_E). Diakses Tanggal 5 Desember 2015
- [7] Hendra (2010). Pengenalan Visual Basic. <http://www.oocities.org/indoprogram/tutorial/vb/Modul1/>. Diakses Tanggal 5 Desember 2015
- [8] Renaldy Taufan (2013). Konsep Dasar Database. [www.academia.edu/11350607/KONSEP\\_DASAR\\_DATABAS\\_E](http://www.academia.edu/11350607/KONSEP_DASAR_DATABAS_E). Diakses Tanggal 5 Desember 2015
- [9] SR Wahyuni (2011). Pengertian Sistem. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37763/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses Tanggal 10 Desember 2015
- [10] All About Circuits. Millman's Theorem. <http://www.allaboutcircuits.com/textbook/direct-current/chpt-10/millmans-theorem/>. Diakses Tanggal 12 Desember 2015
- [11] Open Energy Monitor. Measuring AC Voltage with an AC to AC power adapter. <https://openenergymonitor.org/emon/buildingblocks/measuring-voltage-with-an-acac-power-adapter>. Diakses tanggal 15 Desember 2015
- [12] Naila. Introduction of ACS712 Current Sensor Module – 30A with Arduino. <http://www.14core.com/introduction-of-ac712-current-sensor-module-30a-with-arduino>. Diakses Tanggal 15 Desember 2015
- [13] Henry. ACS712 Arduino AC Current Tutorial. [henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/acs712-arduino-accurrent-tutorial](http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/acs712-arduino-accurrent-tutorial). Diakses tanggal 20 Desember 2015

