



## ***Sistem Supervisory Control and Data Acquisition pada Generator Set Supervisory Control and Data Acquisition System on Generator Set***

**Yayuk Suprihartini<sup>(1)</sup>, Panji Muhamad Putra<sup>(2)</sup>, Bachrul Huda<sup>(3)</sup>.**  
[yayuk.suprihartini@ppicurug.ac.id](mailto:yayuk.suprihartini@ppicurug.ac.id), [23416015@ppicurug.ac.id](mailto:23416015@ppicurug.ac.id),  
[bachrulhuda@ppicurug.ac.id](mailto:bachrulhuda@ppicurug.ac.id)

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

### ***ABSTRAK***

*Generator set merupakan alat yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Selain itu generator set digunakan untuk mem-backup catu daya listrik pada saat suplay catu daya utama PLN mengalami kegagalan atau failure. Untuk mengetahui output genset peserta didik dapat mengetahui besaran nilai yang dikeluarkan oleh generator set portable, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat melakukan akuisisi data dan kontrol sistem secara terpusat, serta dapat memberikan gambaran implementasi transfer data dan kontrol dari generator set kesuatu sistem monitor. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang kontrol dan monitoring generator set portable pada sistem yang dinamakan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Rancangan ini menggunakan metode eksperimen dan studi literatur untuk memonitoring dan mengontrol generator set secara terpusat. Hasil penelitian membuat alat monitoring yang menampilkan nilai arus, tegangan, suhu, frekuensi, kapasitas fuel dan putaran mesin generator set. Kesimpulan penelitian adalah penggunaan sistem SCADA dapat menjadi media pembelajaran bagi peserta didik akan implementasi data yang dikirimkan generator set portable secara real time. Dimana rancangan penelitian menggunakan hardware Arduino uno sebagai basisnya dan tampilan menggunakan Visual Studio 2019.*

***Kata Kunci:*** SCADA, generator set, kontrol, monitoring

### ***ABSTRACT***

A generator set is a device that can convert motion energy into electrical energy. In addition, the generator set is used to back up the electric power supply when the main power supply fails. To find out the generator output, students can find out the amount of value issued by a portable generator set, so we need a system that can carry out data acquisition and control the system centrally, and can provide an overview of the implementation of data transfer and control from the generator

set to a monitoring system. The purpose of this design is to control and monitor a portable generator set on a system called Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). This design uses an experimental and studies literature method to monitor and control the generator set centrally. The results of this study can monitor current, voltage, temperature, frequency, fuel capacity and engine rotation generator set. The conclusion of the research using the SCADA system can be a learning medium for students to implement data sent by a portable generator set in real-time. Where the research design uses Arduino Uno hardware as the base and the display uses Visual Studio 2019.

**Keyword:** SCADA, Generator Set, control, Monitoring

## Pendahuluan

Prodi Teknik Listrik Bandara mempunyai beberapa laboratorium diantaranya laboratorium Prime Mover sebagai tempat untuk kegiatan pembelajaran praktikum mata kuliah Genset dan ACOS. Lab ini memiliki genset berkapasitas 2,2 KW yang dijadikan media praktek oleh peserta didik.

Untuk mengoptimalkan output genset supaya peserta didik dapat mengetahui besaran nilai yang dikeluarkan oleh genset, maka dibutuhkan sebuah sistem yang dapat melakukan akuisisi data dan kontrol sistem secara terpusat. Sehingga dapat memberikan gambaran bagi peserta didik implementasi pengambilan data generator set di lapangan.

Sistem SCADA merupakan suatu aplikasi untuk mendapatkan datum-datum dilapangan dengan tujuan pemantauan dan pengontrolan secara terpusat. SCADA berfungsi sebagai sistem yang dapat bekerja secara real time untuk memantau secara terpusat dan melakukan pengontrolan dari jarak jauh.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mempunyai ide untuk membuat rancangan sistem SCADA pada generator set yang belum tersedia di Laboratorium Prime Mover sehingga tujuan penelitian ini dapat menjadi media pembelajaran praktikum bagi peserta didik prodi Teknik Listrik Bandara pada mata kuliah Genset & ACOS, dan Sistem Otomasi Bandar Udara. Dimana penelitian ini akan menghasilkan tampilan indikator-

indikator generator set, Sistem SCADA dan Aplikasi Fitur pada Komputer.

Generator set adalah sebuah gulungan kawat yang terdiri dari tembaga yang mempunyai kumparan statis atau stator dan dilengkapi dengan kumparan berputar atau rotor. (Saputro, B., 2017).

Prinsip kerja generator set menggunakan prinsip hukum faraday yaitu jika ada peristiwa timbulnya gaya gerak listrik pada suatu penghantar atau kumparan akibat mengalami perubahan garis-garis gaya magnet (fluks magnetik) atau akan menimbulkan listrik).

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) adalah suatu sistem yang dapat melaksanakan perintah pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*. *Supervisory control* dalam terminologi kendali sering mengacu pada kendali yang tidak langsung atau lebih menekankan pada fungsi koordinasi dan pengawasan, sedangkan kendali pada SCADA hanya bersifat koordinatif dan sekunder (Almuhtarom dan Priyo Sasmoko, 2015).

Komputer merupakan suatu perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk mengolah data sesuai dengan prosedur. Antarmuka perangkat keras yang ada di sistem komputerisasi antara banyak komponen seperti berbagai bus, perangkat penyimpanan, lainnya I / O *device*, dan lain-lain. Sebuah antarmuka hardware dijelaskan oleh, sinyal mekanik listrik dan logis di antarmuka dan protokol untuk *sequencing*.

*Port* I/O pada komputer merupakan pintu masukan atau keluaran pada perangkat hardware. *Port* I/O berfungsi untuk menghubungkan perangkat elektronik diluar komputer seperti *mikrokontroler* atau *printer*. *Port* I/O pada komputer di bedakan menjadi *Port* serial, paralel dan USB (*Universal Serial Bus*) (Maulana, E., 2017).

Microsoft Visual Studio merupakan kumpulan development tools dari Microsoft untuk membangun aplikasi enterprise dan kelengkapannya. Visual Studio mencakup kompiler, SDK, Integrated Development Environment (IDE), dan dokumentasi umumnya berupa MSDN library. Kompiler yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic .NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe.

Microsoft Visual Studio merupakan event-driven programming (program terkendali kejadian) artinya program menunggu sampai adanya respon dari pemakaian berupa event atau kejadian tertentu (tombol klik, menu dipilih, dan lain-lain). Ketika event terdeteksi, kode yang berhubungan dengan event (prosedur event) akan dijalankan. Microsoft Visual Studio termasuk bahasa pemrograman yang mudah dipelajari. Bahasa pemrograman Visual Studio yang dikembangkan oleh Microsoft.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat rancangan kontrol dan monitoring arus, tegangan, suhu, frekuensi, kapasitas fuel dan putaran mesin generator set portable pada sistem Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).

### Metodologi Penelitian

Penelitian Sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (Scada) Pada Generator set berlokasi di Laboratorium prime mover Prodi

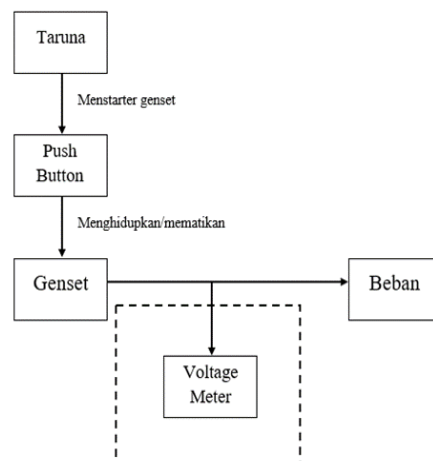
Teknik Listrik Bandara pada Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan metode studi literatur. Metode eksperimen digunakan untuk merancang sistem monitoring dan kontrol dari generator set. Selain itu peneliti juga menggunakan metode studi literatur dari teori kelistrikan yang relevan dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan penelitian.

Adapun tahapan-tahap penelitian sebagai berikut:

### Desain Perancangan

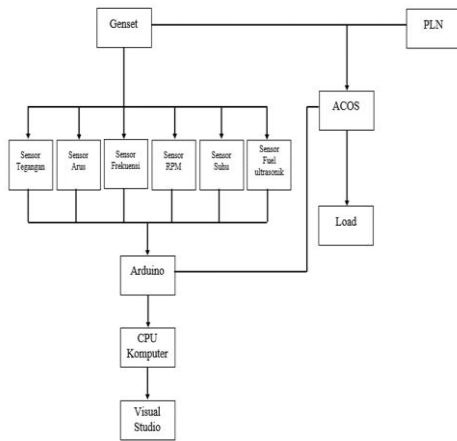
Pada kondisi awal Generator set di Laboratorium prime mover Prodi Teknik Listrik Bandara hanya terpasang instrument voltage meter sebagai parameter ukur dari output tegangan yang dihasilkan oleh generator set tersebut. Untuk melengkapi kemampuan pengetahuan peserta didik dibutuhkan media untuk dapat melihat output apa saja yang dihasilkan oleh genset tersebut sebagai gambaran implementasi pengambilan data dari genset.



**Gambar 1.** Blok Diagram Kondisi Saat Ini

Melihat kondisi yang sekarang, peneliti memiliki ide untuk membuat rancangan sistem SCADA pada generator set. Tujuan utama dari

rancangan sistem ini dapat melakukan akuisisi data output dari generator set portable dan dapat melakukan kontrol sistem secara terpusat.



**Gambar 2.** Blok Diagram Kondisi Yang Diinginkan

### Pembahasan

Pembahasan penelitian ini meliputi :

#### Instalasi Hardware

Rancangan ini diperlukan perangkat hardware sebagai berikut:

- Komputer
- Prosesor minimum 1.8 GHz.
- Komputer mempunyai minimum RAM 2 GB disarankan RAM 4 GB.
- Ruang hard disk disarankan terdapat 20-50 GB ruang kosong.
- *Video card* yang mendukung resolusi tampilan minimum 720p (1280 x 720).

#### Catu Daya

Rangkaian catu daya sangat dibutuhkan untuk mikrokontroler Arduino Uno dan sensor yang digunakan. Karena pada rangkaian minimum sistem tegangan yang digunakan adalah 9-12 Vdc, dan setiap sensor membutuhkan tegangan 5Vdc, rancangan ini menggunakan adaptor sebagai catu daya dari Arduino. Adaptor adalah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan AC menjadi DC.

### Komunikasi Arduino Mega 2560 dengan Komputer

Data yang diterima oleh mikrokontroler Arduino UNO dari setiap sensor adalah analog dan digital. Supaya data tersebut dapat terkirim oleh Arduino UNO ke PC (Personal Computer), peneliti menggunakan kabel USB Arduino sebagai pendukung transfer data.

### Pemrograman Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak (software) digunakan untuk menentukan aplikasi yang dibutuhkan sesuai dengan spesifikasinya. Adapun aplikasi yang di gunakan adalah Aplikasi Visual Studio 2019

- Minimum Windows 7 SP1.
- Visual Studio tersedia dalam bahasa Inggris, Mandarin (Sederhana) dan lain-lain.

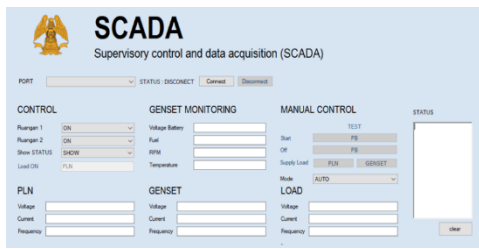
Menentukan setiap sub-sub program



**Gambar 3.** Flowchart Semua Sub Program

#### Program Tampilan Utama

Berfungsi untuk menampilkan program sistem SCADA pada PC.



**Gambar 4.** Tampilan Awal SCADA

**Port Komunikasi**

Berfungsi untuk mengkoneksikan Visual Studio 2019 dengan Arduino Uno.

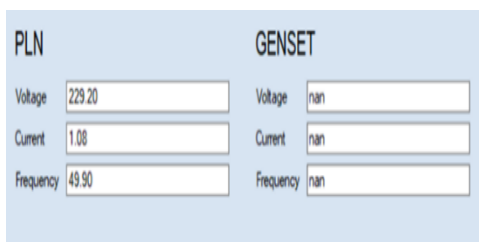


**Gambar 5.** Tampilan *Port* akan Terbaca jika sudah Menekan Tombol *Connect*

**Sistem Monitoring SCADA**

Sistem SCADA salah satu dari fungsinya adalah dapat melakukan pengakuisisian data. Ada beberapa parameter yang akan di monitor oleh sensor – sensor Arduino. Diantaranya adalah tegangan PLN dan Genset, arus, putaran mesin (RPM), frekuensi, tegangan baterai, suhu, kapasitas fuel, dan dapat memonitor perpindahan *change over* PLN ke genset atau sebaliknya jika terjadi kegagalan.

Jika SCADA menampilkan *auto* maka PLN akan terbaca besaran nilainya sedangkan Genset akan terbaca “nan”.



**Gambar 6.** Tampilan PLN dalam sistem SCADA

Jika SCADA menampilkan *auto* dan PLN mengalami kegagalan maka PLN akan

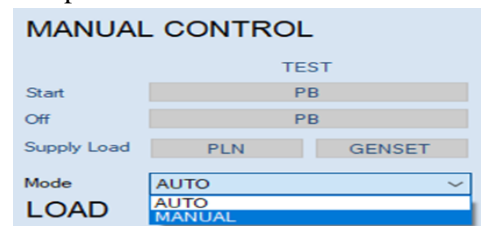
terbaca “nan” sedangkan Genset terbaca besaran nilainya.

**Sistem Kontrol SCADA**

Pada sistem SCADA memiliki kelebihan untuk melakukan pengontrolan jarak jauh. Pada rancangan ini Arduino akan memerintahkan relay untuk melakukan pengontrolan.

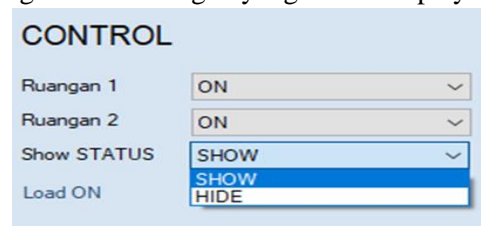
Pengontrolan mode *auto* dan *manual*

Sistem ini dapat mengubah mode ACOS dari *auto* ke manual atau sebaliknya. Serta dapat melakukan test genset tanpa berbeban maupun berbeban.



**Gambar 7.** Tampilan Pergantian *Auto* dan *Manual*

Pengontrolan ruangan yang akan display



**Gambar 8.** Tampilan Kontrol Ruangan yang display dan status

Selain itu terdapat status yang menjelaskan riwayat koneksi Arduino dengan Visual Studio. Pada kolom status dapat melakukan *hide* dan *show*.

**Hasil Penelitian**

Adapun Hasil uji coba rancangan penelitian ini sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Tegangan PLN (Volt)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	224,4	223,4
2	224,4	224,5
3	224,4	223,6
Σ Rata-rata	224,4	223,8

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Tegangan Genset (Volt)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	229,6	229,5
2	229,6	229,6
3	229,6	229,6
Σ Rata-rata	229,6	229,5

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Arus PLN (Ampere)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	1,05	1,06
2	1,05	1,07
3	1,05	1,06
Σ Rata-rata	1,05	1,06

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Arus Genset (Ampere)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	1,04	1,06
2	1,04	1,04
3	1,04	1,05
Σ Rata-rata	1,04	1,05

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Tegangan Baterai (Volt)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	11,92	11,52
2	11,91	11,54
3	11,91	11,52
Σ Rata-rata	11,91	11,52

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan dan Pengukuran Kapasitas *Fuel*

No.	Pembacaan Sensor %	Pembacaan Sensor (liter)
1	60	14,28
2	55	13,09
3	50	11,9
Σ Rata-rata		12,9

No.	Tinggi	Panjang	Lebar	Perhitungan Rumus	Pembacaan Sensor
1	6,5	57	38	14,07	14,28
2	6	57	38	12,9	13,09
3	5,5	57	38	11,9	11,9
Σ Rata-rata				12,9	13,09

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran Frekuensi PLN (Hz)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	50,02	49,9
2	50,01	50
3	50,02	49,8
Σ Rata-rata	50,01	49,9

**Tabel 8.** Hasil Pengukuran Frekuensi Genset (Hz)

No.	Pengukuran Avometer	Pembacaan Sensor
1	50,03	49,9
2	50,03	49,8
3	50,02	49,8
Σ Rata-rata	50,02	49,8

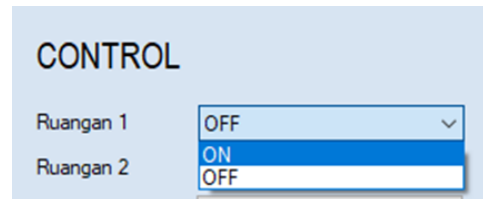
**Tabel 9.** Hasil Pengukuran RPM Genset

No.	Pengukuran Stroboscope	Pembacaan Sensor
1	1147	1339
2	1147	1489
3	1147	1467
Σ Rata-rata	1147	1431

**Tabel 10.** Suhu Genset (°C)

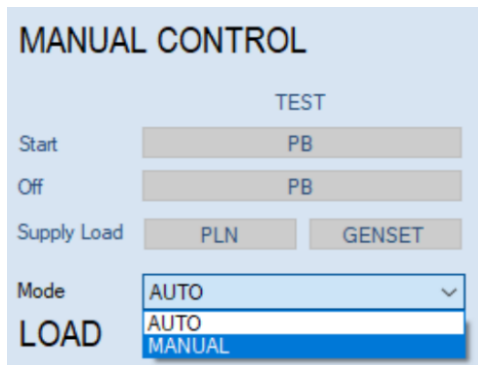
No.	Pengukuran Thermometer	Pembacaan Sensor
1	67	60
2	65	58
3	68	62
Σ Rata-rata	66,6	60

Pengujian ON/Off Ruangan



**Gambar 9.** Text box ON/OFF

Pengujian Kontrol *auto/ manual*



**Gambar 10.** Manual Kontrol Genset

Dengan mengacu dari beberapa literatur teori maupun jurnal penelitian yang dibuat sebelumnya diantaranya jurnal penelitian Purwanto Vicky Rendra, Hariyadi Slamet, Lady Silk M. *Sistem Monitoring dan Kontrol Genset Menggunakan SCADA di Politeknik Penerbangan Surabaya* dalam jurnal tersebut di jelaskan kontrol dan monitoring tegangan dan arus pada sebuah generator set.

Menurut Jurnal penelitian Antona, Tuti Angrainia & Muhammad Ikhsan, yang berjudul *Pengendalian Beban Generator Otomatis Berbasis PLC dan SCADA dengan Mempertimbangkan Arus pada Konsumen*. Pada Jurnal Politeknik Negeri Padang bahwa alat yang digunakan untuk mengendalikan beban generator dapat menggunakan Programmable Logic Control dan Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).

Menurut jurnal penelitian Pujotomo Isworo yang berjudul *Implementasi Sistem SCADA Untuk Pengendalian Jaringan Distribusi 20 KV*. Pada Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol.1 No.1 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta membahas tentang implementasikan dalam pengendalian sistem tenaga listrik dengan menggunakan aplikasi sistem SCADA yang semakin berkembangnya kemajuan teknologi komputer. Dimana sistem SCADA dapat menyuplai daya maupun melakukan pemutusan aliran listrik dengan

mudah supaya kelebihan beban yang dipakai tidak terjadi.

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan peneliti, terdapat beberapa perbedaan antara pengukuran yang dilakukan secara manual dengan sensor. Alangkah lebih baik jika menggunakan sensor yang dapat melakukan pengukuran yang lebih presisi. Sehingga dapat melakukan akuisisi data secara tepat. Untuk pengontrolan yang dilakukan oleh sistem SCADA ini dapat dilakukan dari jarak jauh. Pengontrolan sendiri selain terdapat ruangan yg dapat dikontrol dapat melakukan mode manual dan auto genset. Baik monitoring data dan kontrol semuanya akan ditampilkan dalam tampilan Visual Studio 2019.

### Kesimpulan

Kesimpulan penelitian adalah Penggunaan sistem SCADA ini menjadi media pembelajaran bagi taruna akan implementasi data yang dikirimkan generator set portable secara real time. Sistem SCADA yang penelitian buat dapat mengambil data dengan parameter tegangan PLN dan Genset, Arus PLN dan Genset, temperature, kapasitas fuel, frekuensi, dan putaran mesin (RPM). Untuk sistem pengontrolan SCADA dapat melakukan kontrol terhadap beban yang akan disuplay maka penulis membuat 2 ruangan yang dapat disuplay. Selain itu dapat memindahkan mode manual dan auto pada ACOS genset. SCADA yang dibuat menggunakan basis Arduino uno dengan menggunakan sensor-sensor sebagai media pengambil data dan menggunakan relay sebagai media pengontrolannya. Data yang telah diterima oleh Arduino uno akan dikirimkan ke PC dan akan ditampilkan dengan tampilan Visual Studio 2019.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan peneliti mengambil saran sebagai berikut rancangan ini

dapat menggunakan kabel Fiber optic atau serial kabel tergantung dari device yang di gunakan sebagai media pengiriman datanya. Sehingga komputer dan monitor dapat diletakan tidak dekat dengan genset. Pada rancangan ini dapat pula ditambahkan fitur untuk dapat memonitoring data cos phi dan oil pressure genset. Sehingga tampilan monitoring SCADA jauh lebih lengkap. Selain menggunakan Arduino Uno pada sistem SCADA dapat menggunakan basis Programmable Logic Controller (PLC).

#### Daftar Pustaka

- Almuhtarom dan Priyo Sasmoko. (2015) *Perancangan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) menggunakan Software CX- Supervisor pada Simulasi Listrik Redundant berbasis Programmable Logic Controller (PLC OmronCP1E NA- 20DRA)* Gema Teknologi 18.2. hal: 88-93.
- Antona, Tuti Angrainia & Muhammad Ikhsan. (2015). *Pengendalian Beban Generator Otomatis Berbasis PLC dan SCADA dengan Mempertimbangkan Arus pada Konsumen*. Jurnal Politeknik Negeri Padang.
- Balitanas M.O., Kim T. (2011). Retraction Note to: *Supervisory Control and Data Acquisition System CAIN Issues*. In: Kim T., Adeli H., Robles R.J., Balitanas M. (eds) *Information Security and Assurance. Communications in Computer and Information Science*, vol 200. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23141-4\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23141-4_43)
- Ge, Y., Hu, S., Song, H. (2019). *et al. Design and implementation of aeroengine fault data simulation generator*. *SN Appl. Sci.* **1**, 1539
- <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1604-z>
- Gutzwiller R.S., Lange D.S., Reeder J., Morris R.L., Rodas O. (2015) *Human-Computer Collaboration in Adaptive Supervisory Control and Function Allocation of Autonomous System Teams*. In: Shumaker R., Lackey S. (eds) *Virtual, Augmented and Mixed Reality*. VAMR 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9179. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_46)
- Handoko Rusiana Iskandar, Use Priatna. (2018). *Prototype Development of Load Shedding Automatic Systems for 3 Phase Generator Set Application*. Journal of Electrical Engineering and Information Technology Vol. 16. No. 1, April 2018.
- Hardi, Bobby. (2019). *Pembuatan Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, Suhu dengan Sensor INA219 dan MLX90615 Berbasis Internet of Things*.
- Maulana, E. (2017). *Teknik Antarmuka Komputer*. Teknik, Vol. 8, no 2 pp.81-91.
- Mayadevi, N., Ushakumari, S. & Vinodchandra, S.S. *Erratum to: SCADA-based Operator Support System for Power Plant Equipment Fault Forecasting*. *J. Inst. Eng. India Ser. B* **96**, 209 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40031-014-0183-z>
- Muhtadi, Fariz. (2019). *Rancangan Monitoring Generator set Tipe Perkins sebagai Logbook Digital di Gedung Airfield Ground Lighting Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*.
- M. Soleh. (2017). *Desain Sistem SCADA Untuk Peningkatan Pelayanan Pelanggan Dan Efisiensi Operasional Sistem Tenaga Listrik di APJ Cirebon*, J. Telekomun. dan Komput., vol. 5,



- no.1,p.25,2017,doi:10.22441/incomtech.v5i1.1132.
- Pujotomo Isworo. (2014). *Implementasi Sistem SCADA Untuk Pengendalian Jaringan Distribusi 20 KV*. Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol.1 No.1 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta.
- Purwanto Vicky Rendra, Hariyadi Slamet, Lady Silk M. (2017). *Sistem Monitoring dan Kontrol Genset Menggunakan SCADA di Politeknik Penerbangan Surabaya*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP), 28 September 2017.
- Rismawan, W. (2013). *Perancangan dan Pembuatan Alat Sistem Monitoring Parameter Utama Generator dan Boiler Di Power Plant PT. Dian Swastika Sentosa Tbk. Serang Berbasis Client Server*.
- Rozaq, Imam Abdul. (2018). *Karakteristik dan Kalibrasi Sensor PH Menggunakan Arduino Uno di Universitas Muria Kudus*.
- Saputro, B. (2017). *Analisis Keandalan Generator Set Sebagai Power Supply Darurat Apabila Power Supply Dari PLN Mendadak Padam Di Morodadi Poultry ShopBlitar*. *JurnalQuaTeknika*, 7(2),17-25.  
<https://doi.org/10.35457/Quateknika.V7i2.239>
- Sari, Kartika, dkk. (2015). *Implementasi Sistem Pakan Ikan Menggunakan Buzzer dan Aplikasi Antarmuka Berbasis Mikrokontroler*.
- Stockwell, K., Dunnett, S. *Application of a Reliability Model Generator to a Pressure Tank System*. *Int. J. Autom. Comput.* **10**, 9–17 (2013).  
<https://doi.org/10.1007/s11633-013-0691-3>
- Streit, F., Wituschek, S., Pschyklenk, M. (2020). *et al. Data acquisition and control at the edge: a hardware/software reconfigurable approach*. *Prod. Eng. Res. Devel.* **14**, 365–371  
<https://doi.org/10.1007/s11740-020-00964-x>
- Syahwil, Muhammad. (2013). *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta Penerbit Andi.
- Tadros, M., Ventura, M. & Guedes Soares, C. (2020). *Optimization of the Performance of Marine Diesel Engines to Minimize the Formation of SO<sub>x</sub> Emissions*. *J. Marine. Sci. Appl.* **19**, 473–484.  
<https://doi.org/10.1007/s11804-020-00156-0>
- Utama, B. (2013). *Pemeliharaan Genset Berdasarkan Operation and Maintenance (OM)*. Available, FromMasputz.com.  
<http://www.bimasaktiutaa.com/pemeliharaan-genset-berdasarkan-operation-and-maintenance-om/>
- Wang, KS., Sharma, V.S. & Zhang, ZY. (2014). *SCADA data based condition monitoring of wind turbines*. *Adv. Manuf.* **2**, 61–69  
<https://doi.org/10.1007/s40436-014-0067-0>