

Studi Analisa *Start-Up* Gas Turbin Memanfaatkan Generator Utama Sebagai Motor Penggerak Mula dengan Menggunakan *Static Frequency Converter* (Sfc) pada Unit Blok 1-2 PT. PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar

Erwin Dermawan¹, Priani Gagani Chamdareno², Ady Rogo Priyono³

^{1,2,3} Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47

Email: ¹ erwindermawan@yahoo.com, ² priani.gagani@ftumj.ac.id, ³ rogo@ptpjb.com

ABSTRAK

Abstrak Proses start-up pembangkit merupakan proses yang krusial dalam proses beroperasinya pembangkit. Proses start-up yang handal, aman dan efisien sangat diperlukan. Terutama pada PLTGU sebagai pembangkit peakload yang hampir setiap hari mengalami proses start-stop. Proses start-up gas turbin membutuhkan starting device yang handal, aman dan efisien sehingga proses start-up tercapai sesuai target. pada saat diminta oleh P2B untuk memenuhi kebutuhan jaringan. Static frequency converter digunakan pada PLTGU Muara Tawar untuk mengubah generator utama gas turbin menjadi motor starter pada saat proses start-up gas turbin. SFC digunakan mulai dari 0rpm hingga 2500rpm pada proses tersebut. Pada putaran 2500rpm, gas turbin diputar menggunakan bahan bakar utamanya (gas/hsd) yang sudah terjadi penyalaan sejak 700rpm. Generator utama yang merupakan generator sinkron diubah menjadi motor sinkron sebagai motor starter. SFC sendiri merupakan kontrol yang terdiri dari converter AC-DC dan DC-AC. Arus AC keluaran SFC merupakan arus AC yang terkontrol frekuensi dan tegangannya. Arus AC terkontrol tersebut dialirkan menuju stator generator dan arus DC dialirkan ke rotor generator.

Kata Kunci : *Static Frequency Converter, Starting device, Generator, Start-up.*

1 PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi saat ini, listrik menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat, baik dalam rumah tangga maupun dalam bidang industri. Kebutuhan akan energi listrik telah memasuki hampir semua segi kehidupan antara lain penerangan, transportasi, komunikasi, informasi, dan pendidikan. Untuk itu energi listrik harus tersedia sehingga kegiatan yang membutuhkan energi listrik tidak terhambat. Salah satu pendukung dalam penyediaan energi listrik tersebut adalah ketersediaan teknologi yang dapat mengubah sumber energi tersebut menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh masyarakat. Beberapa yang menjadi indikator kualitas pada sistem tenaga listrik adalah kestabilan frekuensi dan tegangan [1]. Pada *power plant*, mesin sinkron bekerja sebagai sebuah alternator dengan turbin utama [2].

Turbin pada PLTG mulai beroperasi dengan bantuan energi tekanan gas panas akibat pembakaran bahan bakar dengan udara di lingkungan tertutup. Pada saat awal, putaran kompresor tidak cukup untuk bisa menyediakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran. Oleh karena itu diperlukan bantuan putaran dari luar untuk menuju putaran nominal dengan menggunakan peralatan pendukung seperti Poni motor atau motor hidrolis. Penggunaan peralatan tambahan seperti poni motor dan motor hidrolis selain menambah biaya investasi peralatan,

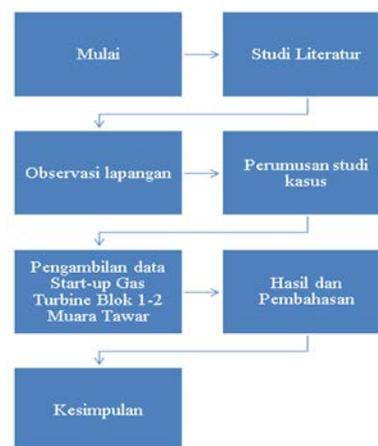
juga menambah *scope* pekerjaan yaitu harus dilakukannya pemeliharaan rutin untuk menjaga kehandalan peralatan tersebut. Banyaknya peralatan tambahan tersebut juga menambah resiko terjadinya kerusakan masing masing komponen peralatan dikarenakan banyaknya subkomponen yang terlibat. Rangkaian band pass filter adalah rangkaian yang mengizinkan lewat sinyal yang memiliki frekuensi pada rentang tertentu dan mengattenuasikan sinyal yang memiliki frekuensi di luar rentang tersebut [3]. Security home adalah sebuah rumah yang didesain untuk menjaga keamanan rumah melalui perangkat keras maupun perangkat lunak untuk memberikan keamanan dari segi pintu, system alarm, detector gerak (passive infrared), detector api, gas, maupun air [4]. Sepeda motor merupakan kendaraan yang lazim digunakan oleh semua kalangan; mulai dari kalangan atas, menengah, sampai kalangan bawah [5]. Perkembangan dibidang ilmu pengetahuan dan teknologi memiliki kemajuan yang sangat pesat yang berdampak pada kehidupan kita saat ini [6]. Rangkaian penyearah gelombang penuh adalah penyearah yang mengonversikan kedua siklus positif dan negative dari sinyal AC menjadi sinyal DC yang berdenyut [7]. Pengukuran adalah suatu perbandingan antara suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis secara eksperimen dan salah satu besaran dianggap sebagai standar [8]. Transistor film tipis organik memiliki potensi untuk penggunaan

pada aplikasi elektronika yang biayanya rendah, permukaannya luas, ringan dan fleksibel [9]. Energi merupakan bagian yang paling penting bag makhluk hidup untuk bisa terus bertahan hidup [10]. Dihunian yang modern saat ini, tak sedikit pula rumah yang memiliki kamera cctv untuk mendukung keamanan rumahnya [11]. Iradiasi surya biasanya diukur dengan solarimeter yang ditempatkan pada permukaan datar [12]. Material organik telah menjadi perhatian para peneliti meskipun karakternya kurang dari silikon [13]. PLTH ini dioperasikan untuk memikul beban [14]. Energi sangat penting untuk manusia untuk bisa bertahan hidup [15]. Operasi pembangkit tenaga listrik harus aman dan terpercaya [16]. Ada banyak sumber energi terbarukan seperti energi air, energi angin dan energi matahari [17]. Teknik elektro merupakan salah satu dari ilmu teknik dasar yang merupakan komponen esensial dari perkembangan ilmu pengetahuan alam dan teknologi [18]. Untuk dapat mendayai suatu beban listrik dengan baik, dalam hal ini merupakan rumah kaca, diperlukan desain sistem yang baik pula [19]. Mengerjakan proyek tepat waktu sesuai dengan biaya, lingkup pekerjaan, serta mutu yang sudah ditetapkan menjadi target setiap perusahaan [20]. Intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya [21]. Sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara akan bisa bertahan jika sumber energi terbarukan digunakan [22]. Kemajuan teknologi yang pada masa sekarang ini terus mengalami perkembangan dan di ikuti oleh sebagian bahkan hampir semua kalangan [23]. Tegangan sirkuit terbuka akan bertambah jika sel sel surya dihubungkan secara seri [24]. Transistor efek medan berbasis semikonduktor organik bisa dimanfaatkan untuk sensor kelembaban [25]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini, hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik [26]. Salah satu bahan semikonduktor organik yang sering digunakan adalah pentacene karena ketersediaannya dan kinerja divaisnya [27]. Penggunaan kapasitor bank di industri misalnya sebagai alat kompensator faktor daya, memperbaiki drop tegangan pada ujung jaringan, atau kenaikan suhu dan arus pada penghantar bisa diperkecil dengan di pasang kapasitor [28]. Arduino berfungsi membaca nilai pada sensor tegangan AC, sensor tegangan DC, LCD [29]. Perkembangan teknologi mendorong sektor industri untuk lebih kreatif dalam membuat sebuah alat sederhana yang dapat membantu masyarakat dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat berguna bagi banyak orang dan berfungsi baik [30]. Didalam sistem jaringan distribusi listrik lokal

(local grid) yang kita mengenal istilah microgrid dan nanogrid yang terkenal untuk pembangkit listrik yang berdiri sendiri [31]. Dalam perkembangan dan dengan tujuan efisiensi yaitu tanpa menggunakan peralatan tambahan yang banyak, maka generator utama yang sudah terhubung dengan kompresor dan turbin dapat dipilih dan digunakan sebagai pengganti komponen-komponen sebelumnya dengan cara, generator diubah menjadi motor dengan menggunakan SFC (*static frequency converter*) untuk kemudian berfungsi sebagai penggerak mula. SFC (*static frequency converter*) menghubungkan antara terminal masukan generator dengan suplai daya dari jaringan luar dan selanjutnya melakukan tugas pengaturan terhadap putaran selama proses *starting generator*.

2 METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan uraian tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Memulai penelitian dengan mencari literatur dan observasi lapangan yang berhubungan dengan penelitian. Dari hasil tersebut dilakukan perumusan studi kasus. Setelah melakukan perumusan, dilakukan pengambilan data yang kemudian diolah dan dianalisa menjadi pembahasan. Apabila telah selesai maka dapat ditarik kesimpulan terhadap penelitian ini. Secara umum tahapan tertuang dalam gambar berikut:

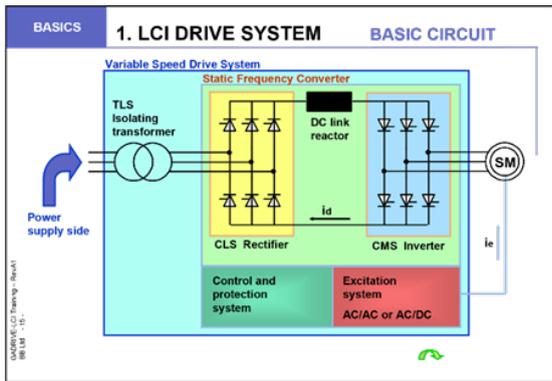


Gambar 1. Blok Diagram Alur Penelitian

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Static frequency converter ini terdiri dari *Rectifier* dan *Inverter* pada satu sistem. Dimana sumber tegangan AC diubah menjadi DC yang kemudian dikembalikan lagi menjadi arus AC dengan

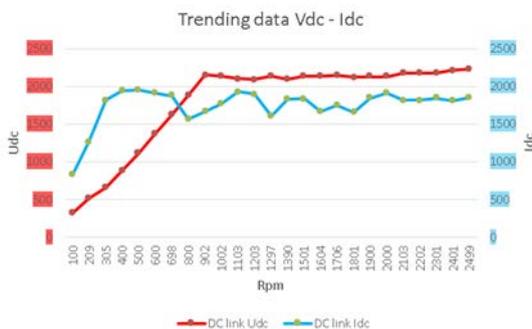
setting Frekuensi dan tegangan yang disesuaikan dengan kebutuhan motor.



Gambar 2. Arsitektur ilustrasi *single line SFC*

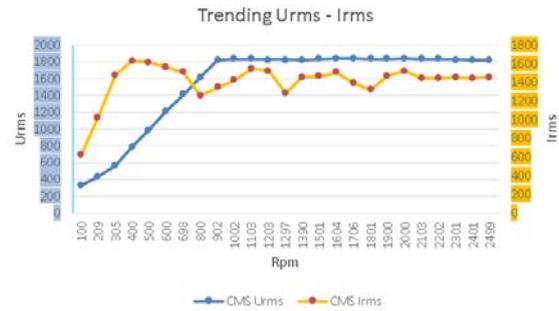
Untuk mengubah masukan tiga fase dengan tegangan dan frekuensi yang konstan menjadi tegangan dan frekuensi yang bervariasi, SSD terdiri dari dua *converter thyristor* dalam tiga koneksi jembatan. CLS rectifier sebagai penyearah. CMS inverter berfungsi sebagai inverter. Keduanya dihubungkan oleh reaktor DC untuk *decoupling* (memperhalus keluaran arus DC). Sirkuit kontrol menyesuaikan arus listrik antara penyearah dan inverter. Terutama untuk *thyristor* pada *rectifier*. *Power supply side* memastikan bahwa arus listrik secara kontinu menyuplai terhubung dari satu *thyristor* ke yang lainnya. Sedangkan arus yang dibutuhkan untuk belitan rotor generator disuplai oleh sistem eksitasi terpisah (berbeda dan lebih kecil dari sistem eksitasi yang digunakan untuk pada saat mesin sinkron pada mode generator (normal operasi).

Pada proses pengambilan data start-up menggunakan SFC pada PLTGU Blok 1-2 Muara Tawar diperoleh data karakteristik suplai arus ke generator (motor mode).



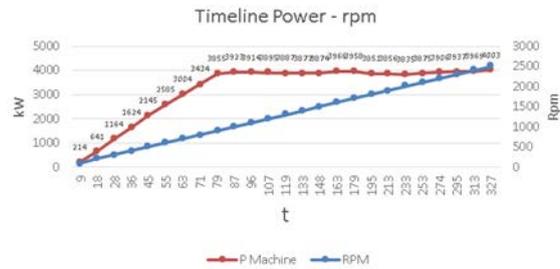
Gambar 1 Grafik trend Vdc – Idc dari *converter* pada proses *start-up*.

Sedangkan data karakteristik suplai arus ke generator (motor mode) yaitu:



Gambar 2 Grafik trend Urms -Irms dari *inverter* pada proses *start-up*.

Kemudian untuk data daya yang dihasilkan untuk memutar generator (motor mode):



Gambar 3 Grafik trend Daya – rpm pada proses *start-up*.

Kemudian untuk perhitungan daya, berikut perhitungan pemakaian daya SFC untuk proses *start-up*:

Tabel 1 Perhitungan pemakaian Daya SFC .

Waktu penggunaan SFC (Jam)	0.09
Kebutuhan Daya Per Jam (kW)	4003
Total Kebutuhan Daya (kWh)	499.19
Biaya (Rp)	1,231,397.17

Terkait kehandalan, berikut data gangguan karena SFC yang berimbas pada kinerja unit:

Tabel 2 Data kegagalan SFC.

Tanggal	3-Feb-2017	9-Jan-2018
SFC11	<i>Upgrade</i>	Kerusakan Motor SSD
SFC13	Komunikasi dengan Egatrol, FG Step 15	Proses Start
Akibat	GT12 SF	GT11 SF
Durasi	2jam 35menit	0jam 28menit

Dari data tersebut kerugian dikarenakan gagal fungsi SFC yaitu pada tahun 2017 sebesar :

- Pengaruh Kinerja Unit / Indeks Kesiapan Pembangkit EAF yang hilang

$$= \frac{2\text{jam } 35\text{menit}}{8760\text{jam}} \times 100 = 0.029\%$$

- Pengaruh finansial perusahaan Terhadap Faktor kesiapan (Komponen A&B): EAF Loss Compensation per jam

$$= \frac{1}{\text{Jumlah Jam Setahun} \times \text{DMN}} \times (\text{Hkap} + \text{Hfix})$$

$$= \frac{1}{8760} \times (\text{Hkap} + \text{Hfix}) \times 137000\text{kW}$$

$$= \text{Rp. } 9,240,074.47$$

Untuk perhitungan kerugian produk energi listrik ketika terjadi gangguan dapat menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Kerugian Komponen C – D per jam} = \text{Daya Mampu hilang (MW)} \times 1000 \times (\text{Harga Komponen C} + \text{D})$$

$$= \text{Rp. } 123,783,610.-$$

Sehingga kerugian finansial tahun 2017 adalah Rp. 343,646,518.21

Kemudian untuk kerugian dikarenakan gagal fungsi SFC pada tahun 2018 sebesar :

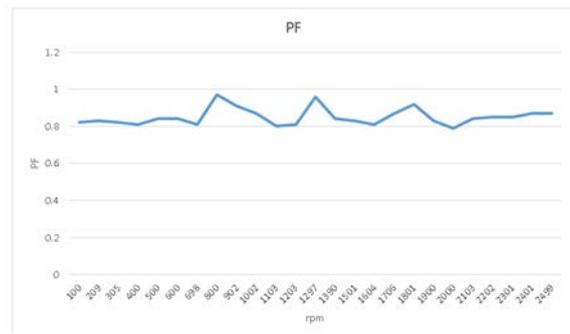
- Pengaruh Kinerja Unit / Indeks Kesiapan Pembangkit EAF yang hilang

$$= \frac{0\text{jam } 28\text{menit}}{8760\text{jam}} \times 100\% = 0.005\%$$

- Pengaruh finansial perusahaan

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka kerugian finansial tahun 2018 adalah Rp. 62,077,719.4

Terkait dengan efisiensi dan faktor daya, pada pengambilan data proses start-up gas turbin didapat faktor daya yang relatif tinggi yakni di atas 0.8pf. SFC beroperasi dalam kisaran faktor daya tinggi (0,8 hingga 0,9).



Gambar 4 Grafik trend faktor daya pada proses start-up.

Untuk mengkompensasi daya reaktif yang dipakai untuk arus eksitasi, pengontrol faktor daya dipasang, yang mana menjadikannya menjadi lebih hemat energi.

Fungsi SFC tidak hanya digunakan sebagai pemutar awal ketika proses start-up gasturbin, namun dengan fasilitas yang ada di control SFC maka SFC dapat disetting untuk beberapa fungsi setpoint putaran. Untuk di Muara Tawar mode SFC digunakan juga untuk proses pendinginan paksa (*Fast Cooling*), *Compressor washing* dan juga untuk mode *Purging*. Untuk mode *Fast Cooling* SFC menggunakan setpoint putaran 200rpm. Sedangkan untuk *Compressor washing* menggunakan setpoint putaran 450rpm. Dan untuk mode *Purging* menggunakan setpoint putaran 850rpm.

Menjadikan Generator sebagai motor starter pada proses start-up gas turbin mengeliminasi peralatan-peralatan seperti *gearbox*, *torque converter*, *Poni motor (starter)*. Dengan ketiadaan peralatan ini menyebabkan kemudahan, fleksibilitas dalam penggunaan dan mengurangi biaya perawatan (*Costless Maintenance*). Penggunaan tanpa *gearbox* ini juga menghilangkan rugi-rugi daya seperti rugi gesekan, dan rugi-rugi panas. Karena SFC merupakan sebuah kontrol sehingga penggunaannya dapat dipakai pada generator yang tipikal

4 KESIMPULAN

Bisa disimpulkan Dari hasil perhitungan dan analisa parameter dan performa operasi SFC sebagai starting device dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Penggunaan daya pada SFC untuk *start-up* hanya sebesar 499.19 kWh atau setara Rp. 1,231,397.17 adalah sangat murah dari segi biaya. Faktor daya yang berkisar 0.8-0.97 juga menunjukkan penggunaan daya pada SFC efisien.
- Tingkat kehandalan SFC sangat tinggi yaitu 99.971% pada tahun 2017 dan 99.99% pada tahun 2018. Hal ini sangat penting mengingat SFC merupakan alat utama yang menentukan dapat beroperasi atau tidaknya gas turbin.
- SFC sebagai *control static starting device* penggunaannya dapat dipakai pada lebih dari 1 generator. Sehingga fleksibilitas ini menyebabkan hanya dibutuhkan 2 SFC untuk 3 generator (atau lebih) yang fungsinya redundan untuk saling back-up.
- Kemudahan penggunaan yaitu kemudahan untuk mendapat putaran yang dituju seperti *Fast cooling* 200rpm, *Compressor washing* 450rpm, dan *Purging* 850rpm, tanpa memerlukan penggantian/ penambahan peralatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. ALAM, S. SYAHRIAL, and N. TARYANA, "Pemodelan dan Simulasi Automatic Voltage Regulator untuk Generator Sinkron 3 kVA Berbasis Proportional Integral," *Reka Elkomika*, vol. 3, no. 2, 2015.
- [2] A. K. Datta, A. M. A, M. N. R, and R. B. V, "Operational Benefits in Large Synchronous Machine with the Application of Static Drives," *ELELIJ*, vol. 3, no. 2, pp. 131–139, May 2014.
- [3] F. Fadliandi and A. Asriyadi, "Eksperimen dan Simulasi Rangkaian Band Pass Filter (BPF) dengan Resistor dan Kapasitor," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 1, no. 2, pp. 69–78, 2018.
- [4] H. Isyanto and M. Syahrullah, "Perancangan Security Home (Keamanan pada Rumah) Menggunakan Mikrokontroler Berbasis SMS (Short Message Service)," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 1, no. 2, pp. 85–96, 2018.
- [5] H. Isyanto, A. Solikhin, and W. Ibrahim, "Perancangan dan Implementasi Security System pada Sepeda Motor Menggunakan RFID Sensor Berbasis Raspberry Pi," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 2, no. 1, pp. 29–38, 2019.
- [6] M. H. Widiyanto, "Alat Pengatur Suhu Otomatis pada Ruangan Produksi Textile Spining Berbasis Mikrokontroler Atmega32 di PT. San Star Manunggal," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 2, no. 1, pp. 51–58, 2019.
- [7] F. Fadliandi, N. Hasanah, and A. Asriyadi, "Simulasi dan Pembuatan Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh dengan Trafo Center Tapped dengan Memakai Perangkat Lunak LT SPICE," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 2, no. 1, pp. 23–28, 2019.
- [8] D. Almanda and B. Kusuma, "Audit Energi Listrik Pabrik," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [9] F. Fadliandi, H. Isyanto, and P. Gagani, "Pengaruh Ketebalan Lapisan Isolator Sio2 terhadap Mobilitas Lubang dari Transistor Efek Medan Organik Pentacene," *Prosiding Semnastek*, 2016.
- [10] H. Isyanto, B. Budiyanto, F. Fadliandi, and P. G. Chamdareno, "Pendingin Untuk Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya," *Prosiding Semnastek*, 2017.
- [11] H. Muchtar and R. Apriadi, "Implementasi Pengenalan Wajah Pada Sistem Penguncian Rumah Dengan Metode Template Matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (Opencv)," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 2, no. 1, pp. 39–42, 2019.
- [12] P. G. Chamdareno, B. Budiyanto, F. Fadliandi, and H. Isyanto, "STUDI EKSPERIMEN TERHADAP PANEL SURYA DAN INVERTER," *Prosiding Semnastek*, 2017.
- [13] F. Fadliandi, H. Isyanto, and P. G. Chamdareno, "The comparison of organic field effect transistor (OFET) structures," in *2017 2nd International Conference on Frontiers of Sensors Technologies (ICFST)*, 2017, pp. 6–9.
- [14] P. G. Chamdareno and H. Hilal, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten," *RESISTOR (elektRonika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, vol. 1, no. 1, pp. 35–42, 2018.

- [15] B. Budiyo and F. Fadliandi, "The Improvement of Solar Cell Output Power Using Cooling and Reflection from Mirror," *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 8, no. 3, p. 1320, 2017.
- [16] R. Samsinar, N. Purnomo, and D. Almada, "Studi Kelayakan Core Iron Stator Dengan Metode Loop/ELCID Test," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 103–116, 2018.
- [17] F. Fadliandi, B. Budiyo, and H. Isyanto, "SIMULASI KARAKTERISTIK LISTRIK DARI SEL SURYA YANG TERHUBUNG SECARA PARALEL DAN PENGUJIANNYA SECARA EKSPERIMEN," *Prosiding Semnastek*, 2018.
- [18] F. Fadliandi, P. G. Chamdareno, and H. Isyanto, "Perbandingan Pemahaman tentang Instalasi Listrik Rumah Tinggal antara Sebelum dan Sesudah Mengikuti Pelatihan," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [19] L. Halim and C. F. Naa, "Desain Sistem Pendayaan Energi Listrik pada Rumah Kaca Pintar dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 43–50, 2019.
- [20] E. B. Prasetya, "Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi dengan Metode Critical Path dan Earned Value Management," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 53–68, 2018.
- [21] D. Almada and D. Bhaskara, "Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 43–52, 2018.
- [22] F. Fadliandi, H. Isyanto, and B. Budiyo, "Bypass Diodes for Improving Solar Panel Performance," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 8, no. 5, p. 2703, 2018.
- [23] H. Isyanto and D. Arsito, "Sistem Pengaman Rumah dan Peringatan Dini Kebakaran Berbasis SMS dengan Menggunakan Raspberry Pi," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2018.
- [24] H. Isyanto, F. Fadliandi, and B. Budiyo, "STUDI SIMULASI DAN EKSPERIMEN PADA KARAKTERISTIK LISTRIK SEL SURYA YANG TERHUBUNG SECARA SERI," *Prosiding Semnastek*, 2018.
- [25] F. Fadliandi and B. Budiyo, "Transistor Efek Medan Berbasis Semikonduktor Organik Pentacene untuk Sensor Kelembaban," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 204–209, 2017.
- [26] R. Samsinar and W. Wiyono, "Studi Keandalan Rekonfigurasi Jaringan Program Zero Down Time (Zdt) di Kawasan Sudirman Central Business Distric (Scbd) Menggunakan Software ETAP 12.6," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 65–72, 2019.
- [27] F. Fadliandi, M. Kunta Biddinika, and S. I. Omi, "The Humidity Dependence of Pentacene Organic Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor.," *Telkomnika*, vol. 15, no. 2, 2017.
- [28] D. Almada and N. Majid, "Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Sub Station Welding di PT. Astra Daihatsu Motor," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 7–14, 2019.
- [29] H. Muchtar and R. Sumanjaya, "Control Switch Otomatis pada Tegangan Energi Alternatif dan Tegangan Sumber PLN Menggunakan Raspberry Pi," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [30] M. H. Widiyanto, "Pengaplikasian Sensor Hujan dan LDR untuk Lampu Mobil Otomatis Berbasis Arduino Uno," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 1, no. 2, 2018.
- [31] S. Sriyono and B. Budiyo, "Studi Penggunaan DC Nanogrid dengan Sumber Photovoltaic pada Beban Bertegangan dibawah Dua Puluh Empat Volt," *RESISTOR (elektronika kendali telekomunikasi tenaga listrik komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2019.