

Technical Due Diligence Generator Set 100 kVA pada Terminal Bahan Bakar Minyak

Yanuar Mahfudz Safarudin ^{1*}, Dina Mariani ², Muhammad Chusaeni ³

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Semarang,
Jl. Kedungmundu No.18, Kedungmundu, Kec. Tembalang, Kota Semarang 50273, Indonesia

³Departemen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surabaya,
Jalan Sutorejo No 59, Surabaya 60113, Indonesia

*Email: mahfudz@polines.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini membahas mengenai studi kelayakan generator set yang ada pada terminal bahan bakar minyak milik PT. ABC. Generator set tersebut merupakan salah satu komponen dari aset milik PT. ABC yang akan diakuisisi oleh PT. XYZ. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa genset dapat bekerja dalam kondisi darurat, namun performanya kurang memadai. Di antaranya frekuensi genset yang nilainya di bawah standar yaitu 48.8, dan terdapat titik panas pada yang lokasinya sangat berdekatan dengan pompa bahan bakar.

Kata kunci: genset; *terminal due diligence*; generator; pengujian

ABSTRACT

This article discusses the feasibility study of the existing generator set at the fuel oil terminal owned by PT. A B C. The generator set is a component of PT. ABC which will be acquired by PT. XYZ. From the test results, it was found that the generator can work in emergency conditions, but its performance is inadequate. The generator frequency whose value is below standard, which is 48.8, and there are hot spots which are located very close to the fuel pump.

Keywords: generator, terminal due diligence, alternator, testing

PENDAHULUAN

Sebelum suatu perusahaan atau badan hukum mengakuisisi atau akan memulai investasi, diperlukan suatu proses Technical Due Diligence (TDD) untuk menganalisis seberapa layak atau baik performa dari suatu obyek yang akan diinvestasi. Proses tersebut meliputi peninjauan dokumen dan teknis dari alat yang akan diinvestigasi, dengan harapan

agar investor lebih yakin terhadap perusahaan yang akan diakuisisi.

Terminal BBM PT. ABC memiliki total kapasitas penyimpanan 7000 kilo liter Bahan Bakar Minyak berupa premium pertalite dan solar. BBM disuplai dari kapal tanker yang berlabuh di dermaga, dan kemudian akan didistribusikan ke truk tangki BBM menggunakan pompa. Terminal BBM dilengkapi dengan backloading pump untuk mendistribusikan BBM jenis solar dari tangki ke kapal tongkang solar.

Sistem kelistrikan PLN melalui trafo distribusi 82,5 kVA yang dilengkapi dengan backup generator set kapasitas 100 kVA digunakan untuk menyuplai proses distribusi BBM. Genset digunakan apabila listrik dari PLN padam.

Terminal BBM menggunakan empat buah pompa untuk menyalurkan BBM, yang digerakkan oleh empat buah motor induksi 3 fasa dengan kode pengenalan:

- P-1 motor induksi 3 fasa dengan kapasitas 17 kW, digunakan untuk memompa solar
- P-2 motor induksi 3 fasa dengan kapasitas 17 kW, digunakan untuk memompa premium
- P-3 motor induksi 3 fasa dengan kapasitas 17 kW, digunakan untuk memompa pertamax
- P-6 motor induksi 3 fasa dengan kapasitas 30 kW, digunakan untuk backloading pump

Pengisian BBM pada plant dilakukan secara manual dari control room di sebelah filling shed. Operator akan menekan tombol on untuk menyalakan pompa, kemudian pompa akan menyala menggunakan starting bintang delta. Setelah pengisian selesai, operator akan menekan tombol off untuk mematikan motor.

Dalam hal ini PT. XYZ berencana mengakuisisi terminal bahan bakar minyak (TBBM) di salah satu kabupaten di Kalimantan

Barat, dan atas dasar inilah PT. XYZ melakukan proses TDD terhadap terminal BBM tersebut. TDD yang dilakukan meliputi inspeksi bangunan sipil, tangki BBM, dermaga pengisian, peralatan instrumen BBM, mesin-mesin pompa BBM, generator set, APAR, pompa hidran, dan panel listrik. Pada artikel ini akan dibahas secara khusus mengenai hasil investigasi performa empat buah motor pompa BBM seperti yang telah disebutkan.

Meskipun pekerjaan TDD sering dilakukan pada dunia industri, namun belum banyak artikel yang membahas mengenai hasil investigasi peralatan pada industri. Hingga saat artikel ini ditulis, hanya ada beberapa sumber artikel yang membahas mengenai TDD, antara lain hasil investigasi TDD pada PLTA mini di Indonesia (Sukismo, 2020), pembangkit listrik tenaga surya di Cina (Li M, 2022), dan pada bangunan pemukiman, komersial, dan industri (Beata Kutera, 2016). Rendahnya jumlah artikel mengenai TDD tersebut salah satunya disebabkan karena para pelaku TDD umumnya merupakan pekerja teknis atau konsultan yang kurang tertarik menulis artikel.

Kemudian terkait penggunaan alat termograf, telah banyak artikel yang membahasnya, antara lain penggunaan termograf pada panel listrik (Ahmad Yanie, 2021), roda gigi (A Mahmudi, 2020), dan peralatan gardu induk (Jidan Jainudin, F.I. 2022). Akan tetapi dari keseluruhan artikel termograf tersebut belum ada yang meneliti penggunaan termograf pada motor induksi tiga fasa.

Artikel yang membahas motor induksi tiga fasa umumnya berkaitan dengan penggunaan inverter untuk mengatur kecepatan putaran beserta analisa harmonisnya (Cut Mouliza Meutia Vasya, 2019), soft starting (Agus Saputra, 2017), dan aplikasi motor induksi tiga fasa (A Wibawanto, 2020).

METODE PENELITIAN

Dalam menguji genset, beberapa tahapan meliputi review dokumen, pemeriksaan visual, pengukuran parameter kelistrikan, dan pengambilan data termograf dilakukan. Pengujian dilakukan dengan setelah berkoordinasi dengan tim K3 dari PT. ABC maupun PT. XYZ, dan menggunakan alat yang telah terkalibrasi. Dokumen kalibrasi dari alat ukur telah diperiksa oleh PT. XYZ sebelum investigasi dilakukan.

Pengujian awal dilakukan dengan mereview dokumen yang berkaitan dengan panel listrik. Dokumen tersebut antara lain:

1. Certificate of Inspection dari Biro Klasifikasi Indonesia terhadap

Generator G-01, MCC, motor P2, P3, dan P6 tertanggal 6 Juli 2018, berlaku hingga 6 Juli 2022

2. Riwayat pemakaian genset Desember 2020-September 2021
3. Laporan harian pelaksanaan sarana dan fasilitas
4. Catatan pemeliharaan hidran
5. Catatan pemeliharaan APAR
6. Jadwal pemeliharaan sarpras K3LL
7. Jadwal pemeliharaan sarana dan fasilitas penerimaan, penimbunan, dan penyaluran TBBM

Pengamatan dilanjutkan dengan pengamatan visual pada genset yang kemudian didokumentasikan menggunakan kamera digital tanpa menggunakan blitz. Pengamatan visual dilakukan untuk mengamati kondisi fisik dari panel yang diinspeksi. Pada hari yang sama, dilakukan pula pengujian beban nol. Genset dihidupkan tanpa dibebani, kemudian mengukur parameter kelistrikan, dan asap dari genset. Langkah selanjutnya adalah pengujian berbeban, di mana genset dinyalakan dan dibebani dengan beban plant TBBM. Pada saat pembebanan, seluruh parameter kelistrikan dicatat untuk dianalisis. Kemudian pengamatan termograf juga dilakukan pada kondisi beban genset maksimal. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada indikasi overheat pada part-part pada panel genset. Langkah-langkah metode penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Metode pengujian genset TBBM PT. ABC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Review Dokumen

Berdasarkan dokumen yang direview, terdapat satu unit genset nomor pengenal G-01. Tidak ada riwayat pengadaan pada tahun berapa genset tersebut mulai dibeli dan digunakan, hanya pada *Certificate of Inspection* tertulis bahwa genset ini diproduksi pada tahun 1978 dan mulai digunakan pada tahun 2006. Genset tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Genset G-01

Manufacture	: AVK
Year of Built	: 1978
Safety Protection	: Non

hazardous area

Capacity	: 100 kVA
Rating Voltage	: 400 Volt
Frequency	: 50 Hz
Rated rpm	: 1500



Gambar 1 Generator Set G1

Genset tersebut merupakan genset tipe backup dan bukan merupakan genset *prime mover*, artinya genset tersebut hanya dioperasikan apabila ada gangguan kelistrikan/pemadaman dari sumber PLN. Genset tersebut tidak dilengkapi dengan ATS (*Automatic transfer switch*) sehingga genset hanya dapat dinyalakan secara manual ketika ada pemadaman PLN. Genset tersebut memiliki jadwal pemeriksaan rutin setiap seminggu tiga kali (Selasa, Kamis, dan Sabtu) meliputi pemeriksaan fisik, fungsi genset, aki, dan *warming up* dengan durasi 10 menit. Kemudian data penggunaan genset apabila terjadi pemadaman, semua tercatat dalam dokumen riwayat bulanan pemakaian. Berdasarkan review dokumen laporan pemakaian genset, pemakaian genset tersebut semenjak Juli 2020 hingga Juni 2021 (1 tahun) beroperasi selama 80 jam 12 menit.

**PENGOPERASIAN MESIN GENERATOR SET
DI GUDANG K3LL**

Bulan : DESEMBER 2020 - JUNI 2021

No	Hari	Tanggal	Waktu			Volume BBM		Keterangan
			Mulai	Selesai	TOTAL	Awal	Akhir	
1	Kamis	03/12/2020	15:40	18:00	02:20	14,0cm	26,0 cm	Muaz
2	Rabu	09/12/2020	06:30	07:45	01:15	25,0cm	23,5cm	Turfan
3	Rabu	16/12/2020	11:25	12:30	01:05	23,5cm	22,5cm	Joko
4	Senin	25/01/2021	10:45	12:55	02:10	20,0cm	17,0cm	Joko
5	Senin	25/01/2021	10:30	12:20	01:50	17,0cm	28,0cm	Usparni
6	Selasa	26/01/2021	13:10	16:20	03:10	28,0cm	24,5cm	Joko
7	Selasa	26/01/2021	16:30	17:30	01:00	24,5cm	18,5cm	Usparni
8	Rabu	26/01/2021	07:25	10:40	03:15	18,0cm	12,0cm	Burhanudin
16605								
9	Rabu	27/01/2021	10:00	11:05	01:05	12,0cm	24,0cm	Joko
10	Rabu	27/01/2021	11:15	12:15	01:00	24,0cm	21,0cm	Joko
11	Rabu	27/01/2021	13:15	14:20	01:05	21,0cm	19,0cm	Joko
12	Rabu	27/01/2021	14:30	14:50	00:20	19,0cm	17,5cm	Usparni
13	Rabu	28/01/2021	15:05	16:55	01:50	15,5cm	26,5cm	Muaz
14	Kamis	28/01/2021	07:20	07:35	00:15	26,5cm	20,5cm	Usparni
09385								
15	Kamis	28/01/2021	07:45	09:30	01:45	20,5cm	18,5cm	Muaz
16	Kamis	28/01/2021	09:40	10:55	01:15	18,5cm	15,8cm	Joko
17	Jum'at	29/01/2021	07:25	08:30	01:05	14,0cm	12,5cm	Arik
18	Jum'at	29/01/2021	14:40	16:35	01:55	12,5cm	23,0cm	Usparni
19	Sabtu	06/02/2021	07:30	09:50	02:20	23,0cm	19,5cm	David
20	Sabtu	06/02/2021	09:55	12:50	02:55	18,5cm	29,7cm	Turfan
21	Sabtu	13/02/2021	10:15	12:00	01:45	29,3cm	28,1cm	Fajar
22	Jum'at	26/02/2021	18:40	19:40	01:00	26,2cm	22,5cm	Muaz
23	Rabu	17/03/2021	09:45	12:30	02:45	22,3cm	21,3cm	Usparni
16485								
24	Rabu	17/03/2021	13:00	14:15	01:15	16,5cm	16,0cm	Fajar
25	Rabu	31/03/2021	07:05	08:05	01:00	16,0cm	24,0cm	Burhanudin
26	Kamis	01/04/2021	10:40	11:20	00:40	24,0cm	21,8cm	Joko
27	Sabtu	03/04/2021	18:00	20:50	02:50	19,6cm	19,2cm	Damiri
28	Sabtu	10/04/2021	16:00	17:35	01:35	17,5cm	10,7cm	Doni
29	Rabu	14/04/2021	09:05	12:20	03:15	10,7cm	20,6cm	Fajar
30	Rabu	14/04/2021	13:15	14:20	01:05	22,0cm	21,0cm	Muaz
31	Rabu	14/04/2021	13:15	14:15	01:00	20,0cm	19,5cm	Muaz
32	Senin	17/04/2021	07:20	07:50	00:30	19,5cm	19,0cm	Arik
13140								

Keterangan:
Total Penggunaan Mesin Generator Set Periode:
1. Tanggal 08 Juli 2020 - 01 Desember 2020 : 28:37:00
2. Tanggal 03 Desember 2020 - 18 Juni 2021 : 51:35:50
80:12:50

Diketahui, _____, Manager Operasional
Staff Sarfas _____, Staff K3LL _____, SPV, Teknis _____

Gambar 2 Catatan riwayat penggunaan genset

Gambar 3 Jadwal pemeriksaan fasilitas

Kemudian dari dokumen *Certificate of Inspection* dari Biro Klasifikasi Indonesia No. 1723-09-SMC/E007-L11/P1/18 terhadap genset G-01, didapatkan bahwa genset tersebut telah diuji pada 6 Juli 2018 dan dinyatakan layak operasi. *Certificate of Inspection* tersebut berlaku hingga 6 Juli 2022.

PT. BIRO KLASIFIKASI INDONESIA (Persero)
CERTIFICATE OF INSPECTION

Berdasarkan atas permintaan _____ PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero) telah melaksanakan pemeriksaan dan pengujian terhadap Peralatan Listrik dengan data teknis sebagai berikut :

GENERATOR

Tag No. / No. seri : G-01 / 2080510
Pabrik Pembuat : AVK
Digunakan untuk : Power Generator
Kapasitas Generator : 100 kVA
Tahun dibuat : 1978
Tahun digunakan : 2006
Klasifikasi Area : Non Hazardous Area
Pemilik : _____
Lokasi Inspeksi : _____

Referensi : PERMEN ESDM NO. 18 th 2018; API RP 500B, API RP 500, IEC 92,NEMA MG1 PUIL
Lampiran : 1 halaman
Pemeriksaan dan pengujian meliputi : 1. Penelaahan Dokumen Teknik
2. Pemeriksaan Visual
3. Pengujian

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan pengujian, PT. Biro Klasifikasi Indonesia menyimpulkan bahwa peralatan listrik tersebut diatas telah sesuai dengan persyaratan regulasi pemerintah dan referensi yang diacu.
Sertifikat ini mendeskripsikan temuan pada saat dan di tempat pemeriksaan dan penerbitan sertifikat ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sertifikat ini berlaku hingga : 6 Juli 2022

Semarang, 6 Juli 2018
Kepala Cabang Pratama
Inspektur, _____

Gambar 4 Certificate of Inspection dari Generator G-01

Pengamatan Visual

Pengamatan visual fisik genset dilakukan terhadap *part-part* genset dan hasil pengamatan adalah sebagai berikut.

1. Kondisi fisik genset

Secara umum genset dalam kondisi baik. Namun posisi genset berada tepat di samping pompa backload P6 dengan berjarak kurang dari 3 meter tanpa pembatas. Padahal genset tersebut adalah tipe non hazardous area. Hal ini tidak direkomendasikan, dan seharusnya peralatan genset terpisah dengan backloading. Kemudian *nameplate* genset juga sudah tidak terbaca.



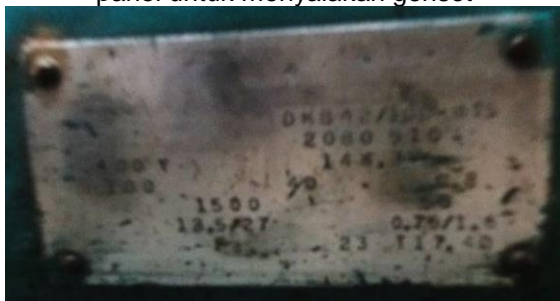
Gambar 5 Posisi genset tepat di sebelah backloading pump



Gambar 6 Kondisi fisik genset tampak kanan



Gambar 7 Kondisi genset tampak kiri dengan panel untuk menyalakan genset



Gambar 8 Panel genset sudah tidak terbaca

2. Tangki bahan bakar

Tangki bahan bakar genset terletak tepat di sebelah genset. Tangki tersebut menjadi satu dengan tangki diesel PMK. Dari hasil pemeriksaan visual terlihat tidak ada penutup

tangki. Tangki hanya ditutup corong untuk mengisi solar. Tidak terlihat ada kebocoran mayor (solar menetes). Tangki sudah terlihat berubah warna menjadi kehitaman.



Gambar 9 Tangki bahan bakar tampak depan

3. Panel starter genset

Panel starter genset, untuk menghidupkan genset. Selot kunci sudah dalam kondisi rusak. Terlihat salah satu alat ukur sudah lepas. Panel dalam kondisi berkarat.



Gambar 10 Kondisi panel starter genset

4. Voltage regulator

Voltage regulator dalam kondisi baik, karena tegangan yang dihasilkan sesuai rating.

5. Aki

Aki dalam kondisi baik, dan ditempatkan di atas wadah (tidak menempel di tanah). Aki dapat menyalakan dynamo-starter dengan baik.



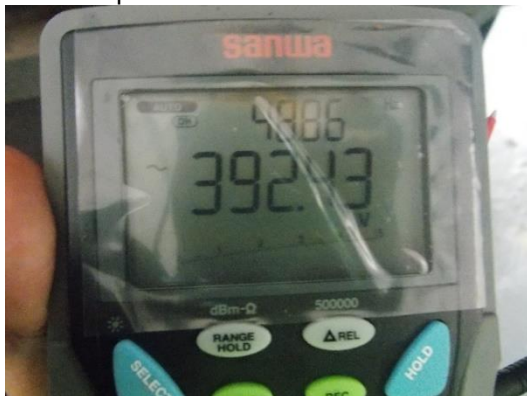
Gambar 11 Kondisi fisik aki

6. Automatic transfer switch

Genset tersebut tidak dilengkapi dengan ATS (*Automatic transfer switch*) sehingga genset hanya dapat dinyalakan secara manual ketika ada pemadaman PLN.

Pengujian Beban Nol

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan genset dalam keadaan beban kosong. Genset dinyalakan dari ruang MCC-01 dalam durasi waktu 10 menit. Hasil pengamatan didapatkan bahwa genset dapat distarter secara normal dari panel. Genset tidak dilengkapi dengan ATS (*Automatic transfer switch*) yang akan secara otomatis menyalakan genset apabila PLN padam, sehingga genset perlu dinyalakan secara manual oleh operator dari panel. Kondisi aki baik. Genset berhasil distarter dalam waktu kurang dari 3 detik. Suara mesin diesel terdengar normal. Kemudian tegangan genset menunjukkan nilai normal yaitu berkisar 390 Volt, akan tetapi nilai frekuensi berada di bawah standar yaitu 48.8 Hz dari yang seharusnya 50 Hz. Kemudian asap keluaran genset tampak normal.



Gambar 12 Parameter genset beban kosong menggunakan alat ukur



Gambar 13 Parameter genset beban kosong pada panel pengukuran



Gambar 14 Asap keluaran diesel terlihat normal pada beban nol

Pengujian Pembebanan Genset

Inspeksi pembebanan dilakukan dengan cara membebani genset dengan beban yang terpasang dalam plant berupa beban lampu dan motor pengisi bahan bakar. Pengujian dilakukan pada daya beban berkisar 46 kVA dan arus keluaran rata-rata 70 ampere. Pada saat pengujian, parameter yang dipantau antara lain tegangan fasa, arus keluaran, daya keluaran, dan frekuensi. Menurut standar PUIL 2011, SNI 04-0227-2003, dan IEEE Std 1159 - 2009, maksimal tegangan turun adalah 10% dari tegangan nominal untuk tegangan 400 V. Artinya tegangan terendah yang diizinkan adalah 360 Volt. Hasil didapatkan bahwa tegangan fasa-fasa normal pada 383, 384.51, dan 383.69 Volt dari rating 400 Volt, sehingga dapat dikatakan tegangan generator adalah normal. Kemudian frekuensi terukur adalah 47.78 Hz, sehingga frekuensi genset dapat dikatakan di bawah standar yang seharusnya 50 Hz.

Sistem fase tiga empat kawat atau tiga kawat
Tegangan nominal (V)
230/400 ¹⁾
400/690 ¹⁾
1.000

¹⁾ Tegangan nominal sistem 220/380 V yang ada harus dikembangkan menuju nilai yang direkomendasikan yaitu 230/400 V. Periode transisi paling lambat tahun 2003. Selama periode ini, sebagai langkah pertama, penyuplai tenaga listrik di negara yang mempunyai sistem 220/380 V harus mengganti ke dalam julat tegangan 230/400 V dengan toleransi +5%, -10 %. Pada akhir periode transisi ini, toleransi 230/400 V ± 10% harus telah tercapai; setelah periode ini, pengurangan julat ini akan dipertimbangkan.

Gambar 15 Parameter tegangan menurut SNI



Gambar 16 Panel alat ukur parameter genset untuk tegangan fasa-fasa, arus, dan frekuensi



Gambar 17 Frekuensi genset yang jauh di bawah standar

Setelah hasil inspeksi pembebanan, didapatkan hasil bahwa genset G-01 dalam kondisi yang kurang baik, karena setelah dibebani sekitar 46 kVA walaupun parameter tegangan yang ditunjukkan generator menunjukkan hasil yang baik, namun parameter frekuensi menunjukkan angka di bawah standar. Secara garis besar genset mampu untuk memikul beban kelistrikan terminal bahan bakar secara darurat, namun perlu dilakukan perbaikan atau penggantian genset agar peralatan listrik pada plant dapat bekerja secara normal dan aman pada saat PLN padam.

Kemudian dilakukan uji titik panas pada panel genset dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 18 Titik panas panel genset pada busbar fasa T



Gambar 19 Titik panas panel genset pada kontaktor dasa T



Gambar 20 Titik panas panel genset pada AVR bagian relay



Gambar 21 Titik panas panel genset pada AVR bagian resistor keramik

Menurut standar ANSI/IEEE C37.40-1981, temperatur obyek maksimal untuk circuit breaker adalah 30°C di atas suhu ruangan, sehingga temperatur maksimal obyek adalah 60°C. Hasil analisa pengukuran termograf adalah panel genset dalam kondisi yang tidak baik karena terdapat titik panas dengan temperatur 128.9°C pada busbar fasa T, 63.1°C pada kontaktor fasa T, 68.2°C pada relay di bagian AVR, dan 75.5°C pada resistor keramik di bagian AVR pada panel genset. Hal ini perlu mendapatkan perhatian khusus karena panel

tersebut berada di sebelah genset dan menjadi satu ruangan dengan backloading pump sehingga tingginya temperatur panel tersebut termasuk dalam kategori berisiko tinggi karena dapat menyebabkan kebakaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan secara garis besar kondisi kelistrikan dapat disimpulkan bahwa walaupun genset dapat bekerja untuk menghidupkan plant pada saat darurat (pemadaman), namun terdapat beberapa catatan. Yang pertama lokasi genset dan diesel PMK tipe non hazardous area berdekatan dengan backloading pump, yang seharusnya dipisah. Kemudian frekuensi genset di bawah standar SNI, yaitu hanya 48.8 Hz. Terdapat titik panas pada panel genset, dan hal ini merupakan kondisi yang sangat berbahaya karena letaknya berdekatan dengan pompa backloading. Sangat disarankan untuk mengganti genset tersebut dan meletakkannya terpisah dengan backloading pump.

DAFTAR PUSTAKA

- Suksmo Satriyo Pangarso, Jaka Aminata, Nuki Agya Utama, "Technical Due Diligence for Minihydro Power Plant Project in Indonesia", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 997, Maret 2020.
- Li, M., Yang, B., Yao, W., Zhu, Y., Xie, X., Zhang, R. (2022). Research on Technical Due Diligence Scheme and Technical Points of Photovoltaic Power Station. In: He, J., Li, Y., Yang, Q., Liang, X. (eds) The proceedings of the 16th Annual Conference of China Electrotechnical Society. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 891. Springer, Singapore.
- Beata Kutera, Hubert Anysz, "The methodology of technical due diligence report preparation for an office, residential and industrial buildings", MATEC Web Conf. 86 07009 (2016), November 2016.
- Ahmad Yanie, Yusa Ananda, Lisa Adriana Siregar, "Rancang Bangun Peralatan Deteksi Panas Kabel Pada Panel Listrik Untuk Mengatasi Beban Lebih", JET (Journal of Electrical Technology) Vol 6, No 2 (2021), Juni 2021, <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/4387>
- Basino Basino, Pungkas Prayitno, Sobri Sobri, J. Preston Siahaan, Muhamad Bisri Mustofa, " Rancang Bangun Detector Kebakaran Panel Listrik Berbasis Mikrocontroller Atmega 328 Pada

- Kapal Penangkap Ikan", AAKSARA Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal Vol. 8 No. 1, Januari 2012, <http://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/Aksara/article/view/1006>
- A. Mahmudi, "Karakteristik Penyebaran Panas Pada Sistem Transmisi Roda Gigi Dengan Termografi," ROTASI, vol. 22, no. 2, pp. 127-132, Jul. 2020. <https://doi.org/10.14710/rotasi.22.2.127-132>
- Jidan Jainudin, "Analisis Pemeliharaan Kinerja Dengan Metode Thermovisi Pada Peralatan Gardu Induk 500 kV Tambun", Media ElektriKA, vol. 15, no. 2, Desember 2022. <https://doi.org/10.26714/me.v15i2.9754>
- SIBURIAN, Jhonson M.; Siahaan, Thamrin; Sinaga, Johannes. "Analisis Peningkatan Kinerja Jaringan Distribusi 20 kV dengan Metode Thermovisi Jaringan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru", JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO, [S.I.], v. 9, n. 1, p. 8-19, July 2020. ISSN 2720-9784. Available at: <http://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologienergi/article/view/619>. Date accessed: 15 feb. 2023.
- Pasaribu, F. I. (2021). "Penentuan Hot Point dan Monitoring Peralatan Menggunakan Thermal Imagers Fluke dengan Metode Thermovisi". JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING, 4(2), 113–128. <https://doi.org/10.31289/jesce.v4i2.4814>
- IEEE Std 1159 -2009 IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
- Cut Mouliza Meutia Vasya, Rakhmad Syafutra Lubis, Mansur Gapy, "Simulasi Filter Aktif Cascaded Multilevel Inverter Untuk Meminimalisir Harmonisa Pada Motor Induksi 3 Fasa", KITEKTRO Vol 4 No 3 (2019), Desember 2019 <https://jurnal.usk.ac.id/kitektro/article/view/13794>
- H. Mahfudhi, T. Sukmadi, and A. Nugroho, " Pengoperasian Motor Induksi Tiga Fasa dari Catu Daya Satu Fasa (Forward-Reverse) Menggunakan Kapasitor dengan Pengontrolan Frekuensi dan Sudut Fasa ", Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 5, no. 1, pp. 42-48, Jun. 2016. <https://doi.org/10.14710/transient.v5i1.42-48>
- Agus Saputra, Syukriyadin Syukriyadin, Mahdi Syukri, "Perancangan Rangkaian Pengasutan Soft Starting pada Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Arduino Nano", KITEKTRO Vol 2 No 4 (2017), Desember 2017 <https://jurnal.usk.ac.id/kitektro/article/view/9671>
- A. Wibawanto, M. Facta, and T. Sukmadi, "Perilaku Pengemudian Motor Induksi 3 Fasa dalam Sistem Konveyor Terkendali", Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 9, no. 1, pp. 128-136, Mar. 2020. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i1.128-136>
- Standar Nasional Indonesia, Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2011 (PUIL 2011)
- Standard for Infrared Inspection of Electrical Sistem & Rotating Equipment 2008 Edition