

INSPEKSI KETENAGALISTRIKAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) KAPASITAS 250 KVA DI NASMOCO KALIGAWE

Muhamad Faizal, Adhi Kusmantoro.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : faizalmuhammad1330@gmail.com, adhiits17@yahoo.com

Abstrak

Inspeksi ketenagalistrikan merupakan langkah penting untuk memastikan keandalan, keamanan, dan efisiensi sistem kelistrikan, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Artikel ini mendokumentasikan hasil magang di PT Berkah Energi Safety dengan fokus pada inspeksi PLTD kapasitas 250 kVA di Nasmoco Kaligawe. Kegiatan ini meliputi pengumpulan data teknis, desain dan validasi Single Line Diagram (SLD), inspeksi sistem proteksi mekanikal dan elektrikal, serta penyusunan laporan teknis. Pengujian yang dilakukan mencakup pengukuran parameter operasional seperti tegangan, arus, suhu, dan tekanan, serta evaluasi fungsi sistem proteksi, pembumian, dan emisi gas buang. Proses validasi desain mengikuti standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), memastikan kelayakan operasional pembangkit. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa sistem kelistrikan PLTD berada dalam kondisi operasional yang baik, dengan tegangan dan arus sesuai standar, meskipun ditemukan perlunya perbaikan pada beberapa komponen grounding. Melalui kegiatan ini, mahasiswa memperoleh pemahaman praktis terkait pengaplikasian teori kelistrikan dan memberikan pengalaman langsung tentang integrasi teori dengan standar industri untuk mendukung pengelolaan sistem kelistrikan yang aman dan efisien.

Kata Kunci: Inspeksi Ketengalistrikan, PLTD, Single Line Diagram, Sistem Proteksi, PUIL.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) merupakan salah satu solusi penting dalam penyediaan energi listrik, terutama di wilayah yang belum terjangkau oleh jaringan utama. Selain itu, PLTD sering digunakan di sektor industri, perhotelan, dan rumah sakit sebagai sumber daya listrik cadangan yang andal dan fleksibel. Keunggulan PLTD dalam hal startup cepat serta kemampuan menyesuaikan beban menjadikannya elemen vital dalam sistem kelistrikan.

Untuk memastikan keandalan, keamanan, dan efisiensi operasional, diperlukan inspeksi ketenagalistrikan yang dilakukan secara berkala. Inspeksi ini melibatkan pengukuran parameter operasional, evaluasi perangkat proteksi, validasi desain Single Line Diagram (SLD), serta pengujian sistem pembumian dan emisi gas buang. Sistem kelistrikan yang tidak terinspeksi dengan baik berisiko mengalami kerusakan peralatan atau gangguan operasional yang dapat memengaruhi produktivitas dan keselamatan kerja secara signifikan. Proses inspeksi ketenagalistrikan harus mematuhi standar nasional seperti Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) untuk memastikan bahwa setiap komponen bekerja secara optimal dan aman. Dengan demikian, inspeksi ketenagalistrikan tidak hanya bertujuan untuk

mendeteksi dan mencegah potensi masalah, tetapi juga memastikan bahwa sistem kelistrikan sesuai dengan kebutuhan dan standar industri.



Gambar 1. Inspeksi PLTD Di Nasmoco Kaligawe

Penelitian ini bertujuan untuk mendokumentasikan dan menganalisis proses inspeksi ketenagalistrikan pada PLTD kapasitas 250 kVA di Nasmoco Kaligawe. Fokus penelitian ini adalah untuk mengumpulkan data teknis sistem kelistrikan PLTD, termasuk parameter operasional seperti tegangan, arus, suhu, dan tekanan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendesain dan memvalidasi Single Line Diagram (SLD) yang sesuai dengan standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), mengevaluasi fungsi proteksi mekanikal dan elektrikal, sistem pembumian, serta emisi gas buang. Hasil akhir penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan keandalan dan keamanan sistem kelistrikan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menyoroti pentingnya inspeksi dan pemeliharaan sistem kelistrikan PLTD untuk mendukung efisiensi dan keamanan operasional. Penelitian oleh Sugiono et al. (2020) menekankan pentingnya validasi desain kelistrikan menggunakan standar internasional untuk meminimalkan risiko operasional. Penelitian lainnya, seperti yang dilakukan oleh Wijaya et al. (2021), menggarisbawahi peran penting perangkat proteksi seperti AVR (Automatic Voltage Regulator) dan pemutus arus (MCB) dalam mencegah kerusakan sistem akibat lonjakan tegangan atau kegagalan mekanis.

Penelitian Siahaan dan Siahaan (2018) menunjukkan bahwa desain Single Line Diagram (SLD) yang baik dapat membantu memetakan distribusi daya secara efektif, mengurangi risiko kegagalan sistem, dan meningkatkan efisiensi energi. Selain itu, penggunaan teknologi pengukuran terbaru seperti sensor suhu RTD dan alat analisis emisi gas buang telah terbukti efektif dalam memantau kondisi operasional PLTD. Teknologi ini memungkinkan deteksi di terhadap potensi masalah yang dapat mengganggu kinerja sistem.

Dengan mengintegrasikan teknologi terbaru dan pendekatan praktis, penelitian ini memberikan panduan komprehensif untuk memastikan sistem kelistrikan PLTD bekerja secara efisien, aman, dan

sesuai dengan kebutuhan industri. Kontribusi penelitian ini juga mendukung pengelolaan sistem kelistrikan yang lebih baik, sesuai dengan standar nasional maupun internasional.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasi lapangan dan analisis teknis untuk mengevaluasi sistem kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) kapasitas 250 kVA di Nasmoco Kaligawe. Metode ini dirancang untuk memastikan kelayakan operasional sistem kelistrikan dengan mengintegrasikan standar teknis dan prosedur inspeksi ketenagalistrikan.

Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data Teknis:

Pengumpulan data teknis dilakukan dengan mendokumentasikan parameter utama PLTD seperti tegangan (400 V), arus (360,9 A), suhu air pendingin (70°C), dan tekanan oli (4 bar). Data ini dikumpulkan menggunakan alat ukur seperti multimeter, tang ampere, dan sensor suhu. Informasi tambahan terkait perangkat proteksi seperti AVR, MCB, dan sistem grounding juga dicatat untuk analisis lebih lanjut.

DESKRIPSI	DATA MESIN
	No.1
Jenis Penggerak	Diesel
Brand / Merk	PERKINS
Daya (KW)	239
Type	1306C-E87TAG6 GCB330A
Buatan / Tahun	England / -
Serial Number	WGHF7004 N10405X
Putaran (RPM)	1500

DESKRIPSI	DATA GENERATOR
	No.1
Brand / Merk	STAMFORD
Model / Type No	UCDI274K14
Buatan / Tahun	UK / -
Serial Number	X13E202423
Phasa (Ø)	3
Frekuensi (Hz)	50

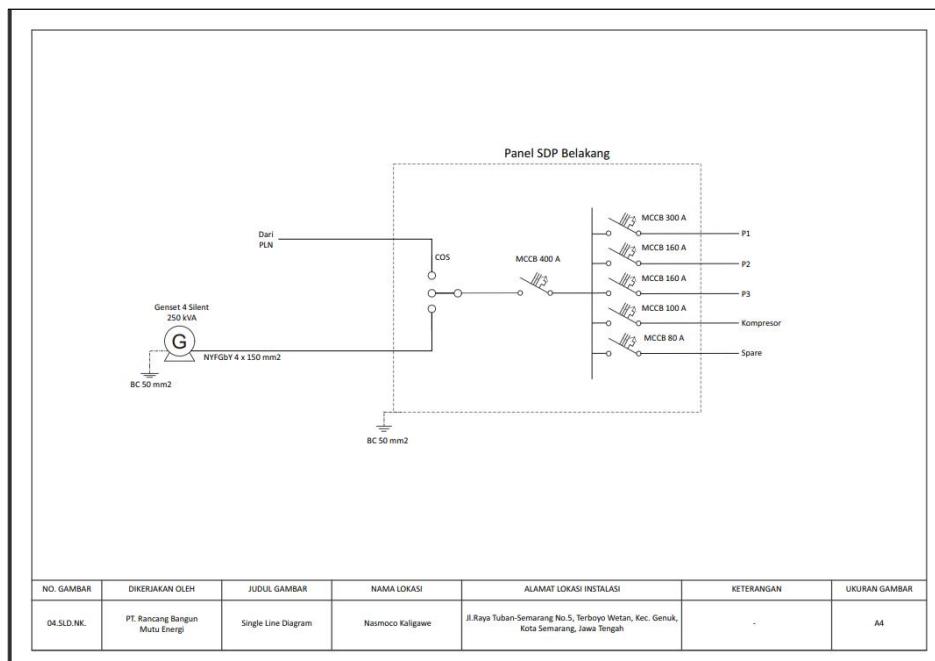
Daya (kVA) / (KW)	250 / 200
Arus Nominal (ampere)	360,9
Tegangan (Volt)	400
Power Faktor ($\cos \phi$)	0,8
Putaran (RPM)	1500

Tabel 7. Spesifikasi Mesin dan Generator Unit PLTD Di Nasmoco Kaligawe

2. Inspeksi dan Pengujian Sistem Kelistrikan:

Inspeksi melibatkan pemeriksaan fisik pada generator, kabel, panel distribusi, serta sistem pembumian. Pengujian meliputi:

- Pengukuran Tahanan Pembumian:** Mengukur nilai resistansi grounding untuk memastikan perlindungan optimal.
- Pengujian Proteksi Mekanikal dan Elektrikal:** Melakukan evaluasi fungsi perangkat



proteksi, termasuk AVR, pengukur frekuensi, dan alat pemutus sirkuit.

- Pengujian Parameter Operasional:** Uji tanpa beban dan uji pembebahan untuk menilai performa PLTD.

3. Desain dan Validasi Single Line Diagram (SLD):

Diagram satu garis dirancang menggunakan perangkat lunak Visio, menggambarkan distribusi daya

dari PLTD ke beban. Validasi desain dilakukan dengan membandingkan hasil inspeksi lapangan terhadap standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

Gambar 2. Single Line Diagram Nasmoco Kaligawe

4. Penyusunan Laporan Teknis:

Semua hasil pengujian dan inspeksi didokumentasikan dalam Laporan Hasil Pemeriksaan dan Pengujian (LHPP) serta Surat Pernyataan Kesesuaian Persyaratan Pemeriksaan dan Pengujian (SPKP3). Laporan ini berisi evaluasi kondisi sistem, desain SLD, dan rekomendasi perbaikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses inspeksi dan pengujian PLTD kapasitas 250 kVA di Nasmoco Kaligawe melibatkan evaluasi berbagai aspek untuk memastikan sistem bekerja sesuai spesifikasi teknis dan standar keselamatan.

1. Pengujian Operasional Tanpa Beban

Pengujian tanpa beban dilakukan selama 10 menit untuk memastikan kestabilan parameter operasional. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan sebesar 400 V dengan arus 360,9 A, sesuai dengan spesifikasi PLTD.

2. Pengujian Operasional dengan Beban

Pengujian dilakukan secara bertahap hingga mencapai beban 80% dari kapasitas terpasang (200 kW). Sistem menunjukkan performa yang stabil dengan parameter tegangan, arus, suhu, dan frekuensi berada dalam batas aman.

3. Pengukuran Tahanan Pembumian

Nilai tahanan pembumian tercatat sebesar $1,59 \Omega$ untuk grounding body dan $0,14 \Omega$ untuk grounding panel kontrol. Kedua nilai ini memenuhi standar maksimum 5Ω sesuai PUIL.

No.	Evaluasi	Hasil Evaluasi	Keterangan
1.	Pemeriksaan Visual		
	- Sambungan sistem pembumian	TT	Sesuai
	- Jenis kabel pembumian	BC	Sesuai
	- Ukuran Kabel pembumian	35 mm ²	Sesuai
2.	Pengukuran Resistansi Pembumian	Nilai Resistansi	Kriteria
	- Resistansi Pembumian Body	1,59	$\leq 5 \Omega$
	- Resistansi Pembumian Panel Kontrol	0,14	

Tabel 2. Pengukuran Tahanan Pembumian

4. Pengujian Sistem Proteksi Mekanikal dan Elektrikal

Perangkat proteksi seperti AVR (Automatic Voltage Regulator), emergency stop, low oil

pressure alarm, dan high temperature alarm diuji dan berfungsi sesuai dengan spesifikasi pabrikan.

No.	Uraian Pengaman	Satuan	Setting		Hasil Uji		Keterangan
			Alarm	Trip	Alarm	Trip	
1.	Stop Darurat (Emergency Stop)	-	-	-	-	✓	Normal, Berfungsi
2.	Tekanan Pelumas (Low Oil Pressure)	Bar	2,00	1,30	✓	✓	Setting mengikuti data dari pabrikan, Proteksi Berfungsi
3.	Suhu Air Pendingin (High Temperature)	°C	95	100	✓	✓	Setting mengikuti data dari pabrikan, Proteksi Berfungsi

Tabel 3. Sistem Proteksi Mekanikal dan Elektrikal

5. Pengujian Sistem Pendingin

Temperatur air pendingin di inlet dan outlet masing-masing tercatat pada 38,7 °C dan 79,3 °C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pendingin bekerja normal dalam menjaga kestabilan suhu mesin.

Evaluasi	Hasil Inspeksi
Level Air Radiator	High
Temperatur Water Inlet	38,7 °C
Temperatur Water Outlet	79,3 °C
Kebocoran Sistem Pendingin	Tidak ada

Tabel 4. Pengujian Sistem Pendingin

6. Pengujian Emisi Gas Buang

Hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi gas buang berada dalam batas yang diizinkan oleh peraturan, mendukung aspek keberlanjutan lingkungan.

No	ITEM TEST	Hasil Pengukuran		Keterangan
		Hasil Ukur	Standar	

1	PLTD Unit #1			
	O2	15 %	18,2 %	
	CO	118 mg/m ³	< 600	
	NOx	577 mg/m ³	< 1400	
	SOx	0 mg/m ³	< 800	Dibawah nilai standard Maksimal

Tabel 5. Pengujian Emisi Gas Buang

7. Pengujian Tingkat Kebisingan

Pengujian tingkat kebisingan dilakukan di beberapa area PLTD dengan hasil berikut:

No	ITEM TEST	Hasil Pengukuran		Keterangan
		Hasil Ukur	Standar	
1	PLTD Unit <ul style="list-style-type: none"> - Dalam Ruangan - Ruangan Kontrol - Area Kerja/diluar area pembangkit 	93,8 dB 87,1 dB 69,9 dB	90 dB 70 dB 60 dB	Disarankan untuk memakai Earplug pada saat Generator beroperasi.

Tabel 6. Pengujian Tingkat Kebisingan

Pembahasan

1. Kinerja Sistem Operasional

Tegangan dan arus yang stabil selama uji tanpa beban dan uji pembebanan menunjukkan bahwa sistem distribusi daya bekerja optimal. Hal ini memastikan bahwa PLTD mampu memenuhi kebutuhan daya beban hingga 80% dari kapasitas terpasang.

2. Efektivitas Sistem Proteksi

Perangkat proteksi seperti AVR dan *emergency stop* berfungsi dengan baik dalam menjaga kestabilan tegangan dan melindungi sistem dari potensi kerusakan. Sistem pembumian dengan resistansi rendah memastikan keamanan dari arus bocor.

3. Efisiensi Sistem Pendinginan

Perbedaan suhu air pendingin di inlet dan outlet menunjukkan bahwa sistem pendingin bekerja dengan baik untuk menjaga suhu mesin tetap stabil selama operasi.

4. Kepatuhan terhadap Standar Lingkungan

Pengujian emisi gas buang menunjukkan bahwa PLTD mematuhi peraturan terkait polusi udara, terutama untuk parameter karbon monoksida dan sulfur dioksida.

5. Tingkat Kebisingan

Tingkat kebisingan di dalam ruangan pembangkit dan ruang kontrol melebihi batas yang diizinkan. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah perbaikan seperti pemasangan peredam suara dan penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh operator.

6. Rekomendasi Perbaikan

- Memperbaiki tata letak ruang pembangkit untuk mengurangi tingkat kebisingan.
- Melakukan pemantauan emisi gas buang secara berkala untuk menjaga performa pembakaran.
- Meningkatkan dokumentasi dan validasi desain Single Line Diagram (SLD) untuk mendukung pemeliharaan di masa mendatang.

IV. KESIMPULAN

Hasil inspeksi dan pengujian PLTD kapasitas 250 kVA di Nasmoco Kaligawe menunjukkan bahwa sistem kelistrikan bekerja dengan baik sesuai spesifikasi teknis dan standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Parameter operasional seperti tegangan sebesar 400 V, arus 360,9 A, dan suhu air pendingin dalam batas aman menunjukkan kinerja sistem yang optimal. Sistem proteksi, termasuk AVR, emergency stop, dan grounding, berfungsi efektif dalam menjaga keamanan dan stabilitas operasional.

Pengujian emisi gas buang menunjukkan hasil yang memenuhi standar lingkungan, dengan nilai karbon monoksida (CO) sebesar 577 mg/m³ dan nitrogen oksida (NO_x) sebesar 118 mg/m³, yang berada di bawah ambang batas yang diizinkan. Namun, tingkat kebisingan di ruang pembangkit dan ruang kontrol melebihi batas standar, sehingga penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti earplug sangat direkomendasikan.

Keseluruhan hasil penelitian ini menegaskan pentingnya inspeksi berkala untuk menjaga keandalan dan keamanan sistem. Diperlukan peningkatan dalam dokumentasi desain Single Line Diagram (SLD) dan pemeliharaan rutin untuk memastikan keberlanjutan operasional sistem kelistrikan yang efisien dan aman.

VI. REFERENSI

- Sugiono, T., Wijaya, R., & Siahaan, D. (2020). Validasi Desain Kelistrikan Menggunakan Standar Internasional Untuk Meminimalkan Risiko Operasional. *Jurnal Teknik Elektro*, 18(2), 123–134.
- Siahaan, D., & Siahaan, A. (2018). Efisiensi Distribusi Daya Melalui Desain Single Line Diagram Pada PLTD. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(4), 567–578.
- PUIL. (2000). Peraturan Umum Instalasi Listrik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Siregar, T. (2020). Peran Sistem Proteksi Mekanikal Dan Elektrikal Dalam PLTD. *Jurnal Energi Terbarukan*, 12(3), 145–160.
- Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2021. (2021). Diakses dari jdih.esdm.go.id
- Pemenuhan Keselamatan Ketenagalistrikan Pada Instalasi Rumah. (n.d.). Diakses dari gatrik.esdm.go.id
- Ketenagalistrikan - DESDM SUMSEL. (n.d.). Diakses dari desdm.sumselprov.go.id