

Analisis Kualitas Daya Beban Satu Fasa Non-Linier Pada Computer Assisted Test CPNS

Binar Surya Gumilang^{*,a)}, Masramdhani Saputra^{a)}, Asfari Hariz Santoso^{a)}, Saddani Djulihenanto^{a)}

(Artikel diterima : September 2023, direvisi Oktober 2023)

Abstract: Along with technological advances in the digital era like today, which is growing faster, it has an impact on many fields. One field that has used a lot of technological developments is the CPNS Test which is based on the CAT (Computer Assisted Test) and uses many a lot of laptop/computer devices to support the implementation of the test. The many uses of computers, especially during the recruitment test, influence the quality of electrical power due to the typical character of the PC/laptop load, which is a non-linear single-phase load which results in neutral currents or currents containing harmonics. This is because the load on the pc/laptop has electronic components such as semiconductors where there is a switching process that creates an impure sinusoidal wave that causes harmonics. In the case study, the implementation of the CPNS CAT with the use of PC/laptop devices will certainly cause a fairly high THD and affect the electric current/power source. The thing that needs to be considered with a high THD and the supply of electricity from the generator is the effect on the performance of the generator and the influence of the generator's lifetime. Briefly, the loading of the data is to reduce the derating generator set by 6,717 kVa so that the safe loading is 23.28 kVa with a maximum capacity of 30 kVa generator. Synchronous generator loading is recommended at 81% of its nominal value with a current THD of 50%.

Keywords: Harmonics, Generator Set, Derating Factor

1. Pendahuluan

Dalam era digital yang berkembang dengan cepat seperti saat ini, kemajuan teknologi telah memberikan dampak yang signifikan pada berbagai sektor. Salah satu sektor yang telah mengadopsi perkembangan teknologi secara intensif adalah ujian Calon Aparatur Sipil Negara (CPNS) yang menggunakan metode *Computer Assisted Test* (CAT) dan mengandalkan perangkat laptop/komputer dalam penyelenggaraannya. Penggunaan perangkat komputer/laptop tidak hanya terbatas pada ujian CPNS, melainkan juga telah menjadi umum di berbagai instansi, baik dalam konteks rekrutmen maupun pelaksanaan tugas[1,3,5].

Penggunaan komputer, terutama dalam ujian rekrutmen, memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas daya listrik, disebabkan oleh karakteristik khusus beban PC/laptop yang bersifat satu fasa non-linear dan cenderung menghasilkan arus netral serta harmonisa. Hal ini disebabkan oleh komponen elektronika dalam PC/laptop, seperti semikonduktor, yang mengalami proses switching dan menghasilkan gelombang sinusoidal yang tidak murni, sehingga menimbulkan harmonisa[2,4,7].

Melalui studi kasus pelaksanaan ujian CPNS berbasis CAT dengan penggunaan perangkat PC/laptop, penelitian ini menjelaskan bahwa hal ini cenderung meningkatkan Total Harmonic Distortion (THD) dengan dampak pada arus listrik dan sumber daya listrik. Selain itu, perlu diperhatikan bahwa penggunaan dua jenis sumber daya listrik, yakni genset dan pasokan listrik dari PLN, juga memiliki implikasi terhadap kinerja genset dan umur pakainya[6].

2. Metode Penelitian

2.1 Harmonisa

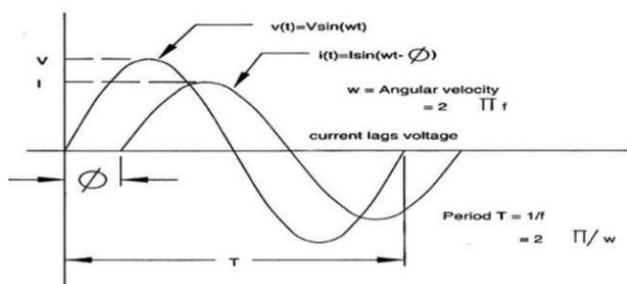
Harmonisa merupakan sebuah gangguan yang sering terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik, disebabkan oleh distorsi dalam gelombang arus dan tegangan. Distorsi ini muncul akibat pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamental. Salah satu situasi yang sering terjadi adalah ketika perangkat elektronik non-linear, seperti komputer, digunakan. Komputer cenderung menghasilkan aliran listrik yang mencakup distorsi harmonik. Sistem listrik dasar memiliki frekuensi dasar atau fundamental yang biasanya adalah 50Hz atau 60Hz, tergantung pada negara. Ketika sebuah komputer menggunakan daya yang menghasilkan gelombang arus dengan frekuensi 150Hz, 200Hz, atau kelipatan lainnya, gelombang-gelombang ini akan mengganggu karakteristik gelombang dasar dari arus atau tegangan dalam jaringan listrik. Hasilnya, tegangan atau arus yang diterima oleh peralatan lain dalam jaringan, seperti peralatan rumah tangga, mungkin tidak lagi memiliki bentuk gelombang sinusoidal yang murni. Distorsi harmonik seperti ini dapat mengakibatkan gangguan dalam operasi peralatan dan, dalam kasus yang parah, dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Oleh karena itu, manajemen distorsi harmonik menjadi hal yang sangat penting dalam teknik elektro untuk memastikan kualitas dan kehandalan sistem listrik.

Beban non-linear, seperti konverter daya statis (rectifier atau inverter), pengisi baterai, ballast elektronik, frekuensi variabel, peleburan busur listrik, pengendali daya AC thyristor, reaktor yang dikendalikan thyristor (TCR), penyearah yang dikendalikan silikon (SCR), dan pengendali kecepatan yang dapat disesuaikan, berkontribusi pada terjadinya harmonisa. Akibat dari harmonisa ini adalah penurunan kinerja komponen peralatan dalam sistem, bahkan mungkin kerusakan. Dampak umum dari gangguan harmonisa adalah peningkatan suhu pada kawat netral, yang menyebabkan kerugian dalam sistem dan transformator, serta

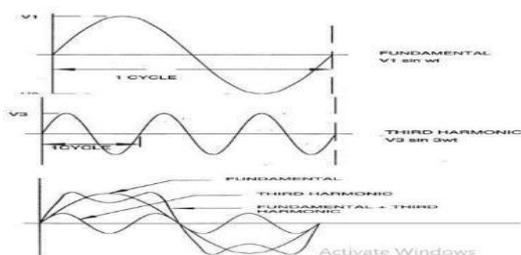
Korespondensi: binarsuryagumilang@polinema.ac.id
Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

meningkatnya arus netral dibandingkan dengan arus fasa.

Harmonisa menghasilkan distorsi pada gelombang arus dan tegangan dalam jaringan listrik, yang tidak lagi memiliki bentuk sinusoidal murni. Hal ini mengakibatkan munculnya arus, tegangan, dan daya harmonik dalam jaringan yang terhubung dengan beban non-linear. Distorsi harmonisa, yang mempengaruhi kualitas arus, tegangan, dan daya dalam jaringan, dapat diukur dengan total harmonic distortion (THD). Beban non-linier seperti pengendali kecepatan yang dapat disesuaikan, komputer, printer, dan lampu fluoresen yang menggunakan ballast elektronik adalah penyumbang utama harmonisa dalam jaringan listrik.



GAMBAR 2. 1 GELOMBANG SINUS ARUS TEGANGAN



Gambar 2. 2 Gelombang Fundamental Harmonik Ketigas dari hasil Penjumlahan

Individual Harmonic Distortion (IHD) adalah rasio antara nilai RMS dari harmonisa individual dan nilai RMS dari fundamental. Total Harmonic Distortion (THD) adalah rasio antara nilai RMS dari komponen harmonisa dan nilai RMS dari fundamental. Hubungan antara THD dengan IHD dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$THD = (IHD^2 + IHD^2 + IHD^2 + \dots)^{1/2} \quad (2-1)$$

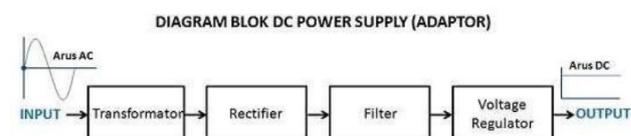
2.2. Power Supply/Adaptor Laptop

Power Supply, sering disebut sebagai catu daya, adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai penyedia sumber daya untuk perangkat lainnya. Secara umum, istilah catu daya mengacu pada sistem penyearah-filter yang mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang bersih. Arus searah ini sering digunakan untuk mengoperasikan peralatan elektronika secara langsung, meskipun mungkin diperlukan beberapa metode untuk mengatur dan menjaga tegangan tetap stabil, terutama ketika beban berfluktuasi. Biasanya, energi yang tersedia dalam bentuk arus bolak-balik (AC) harus diubah atau disearahkan menjadi arus searah berpulsa (pulsating DC), yang kemudian perlu dihaluskan atau difilter menjadi tegangan yang konstan.

Tegangan DC juga memerlukan pengaturan untuk menjalankan rangkaian dengan baik. Secara umum, sumber daya listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu sumber daya

tidak distabilkan dan sumber daya distabilkan. Sumber daya tidak distabilkan adalah jenis yang paling sederhana, di mana tegangan dan arus keluaran tidak diatur secara stabil dan cenderung berfluktuasi sesuai dengan perubahan tegangan masukan dan beban keluaran. Jenis sumber daya ini umumnya digunakan pada perangkat elektronika yang tidak peka terhadap variasi tegangan.

Sebagai ilustrasi, Gambar 2.3 dalam jurnal menunjukkan diagram kerja dari sumber daya DC [6]. Sedangkan, mesin sinkron adalah mesin AC yang kecepatannya dalam kondisi tunak (steady-state) berbanding lurus dengan frekuensi arus dalam jangkar (armature). Medan magnet yang dihasilkan oleh arus medan DC pada rotor berputar pada kecepatan yang sama dengan atau sebanding dengan medan magnet yang dihasilkan oleh arus jangkar, menghasilkan torsi yang stabil [12].



GAMBAR 2. 3 DIAGRAM KERJA POWER SUPPLY

2.3. Dioda

Dalam dunia teknik elektro, dioda adalah komponen aktif semikonduktor yang terbentuk melalui persambungan P-N. Dioda memiliki sifat khusus, di mana ia dapat mengizinkan aliran arus ketika diberi tegangan maju, namun akan menghambat aliran arus saat diberi tegangan balik. Dioda semikonduktor hanya memungkinkan aliran arus searah, yang sering dimanfaatkan dalam peran sebagai komponen penyearah arus. Pada rangkaian penyearah (rectifier) yang menggunakan dioda untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Ketika arus AC mengalir dari belakang (pada fase positif), dioda akan terbuka, memungkinkan aliran arus menuju arah depan, sehingga menghasilkan arus DC pada keluaran. Namun, ketika arus AC berubah arah (pada fase negatif), dioda akan "menutup," sehingga mencegah arus mengalir. Dengan analogi katup ini, dioda berperan sebagai alat yang mengizinkan arus hanya mengalir ke satu arah, sehingga menghasilkan arus searah. Analogi ini membantu untuk memahami prinsip dasar operasi dioda sebagai penyearah.

Jenis dioda modern yang sering digunakan dalam perancangan rangkaian adalah dioda semikonduktor. Ketika dioda digunakan dalam rangkaian sederhana seperti lampu, dioda memiliki kemampuan untuk mengizinkan atau menghambat arus listrik yang menuju lampu, bergantung pada polaritas sumber tegangan yang terhubung ke terminal dioda.

2.4. Mesin Sinkron

Mesin sinkron adalah mesin ac yang kecepatannya dalam kondisi tunak (Steady-State) sebanding dengan frekuensi arus dalam armature (jangkarnya). Medan magnet yang diciptakan oleh arus medan dc pada rotor, berputar pada kecepatan yang sama, atau sinkron dengan, medan magnet berputar yang dihasilkan oleh arus jangkar, sehingga torsi yang stabil dihasilkan.[12]

2.4.1. Mesin Synchronous Polyphase

Mesin sinkron adalah jenis mesin yang memiliki aliran arus bolak-balik dalam belitan stator, sementara eksitasi DC disediakan untuk belitan medan yang terletak pada rotor. Biasanya, belitan

stator terdiri dari belitan tiga fase. Kebutuhan daya DC yang diperlukan untuk eksitasi mesin sinkron ini sekitar satu hingga beberapa persen dari rating mesin sinkron dan biasanya dipasok oleh sistem eksitasi.

Dalam sistem yang lebih modern, eksitasi mesin sinkron sering disediakan oleh AC exciters dan rectifier berbasis state-of-the-art, seperti jembatan dioda sederhana atau phase-controlled rectifier. Banyak karakteristik penting dalam perilaku mesin sinkron dapat dianalisis dengan mempertimbangkan satu mesin yang terhubung ke bus yang tidak terbatas. Untuk memahami perilaku kondisi tunak mesin sinkron, perlu memperhatikan persamaan torsi [3].

$$T = \frac{\pi}{2} \left(\frac{Poles^2}{2} \right) \Phi R F f \sin \delta R F \quad (2-2)$$

Dimana:

Φ : resultan air-gap flux per kutub

Ff : nilai mmf dari belitan medan DC

$\delta R F$: sudut fasa listrik antara sumbu magnet ΦR dan Ff

2.4.2. Rangkaian Ekuivalen Mesin Sinkron

Rangkaian ekuivalensi mesin sinkron, juga dikenal sebagai model ekuivalen generator sinkron, adalah suatu representasi matematis yang digunakan untuk memodelkan perilaku mesin sinkron atau generator sinkron dalam analisis sistem tenaga listrik. Model ini membantu dalam memahami dan memprediksi bagaimana mesin sinkron berinteraksi dengan jaringan listrik serta bagaimana ia merespons terhadap berbagai gangguan dan kondisi operasi.

Tegangan terminal fase- α adalah jumlah dari penurunan tegangan tahanan jangkar $R_a i_a$ dan tegangan induksi. Tegangan e_{af} yang diinduksi oleh fluks belitan medan (sering disebut sebagai tegangan yang dibangkitkan atau tegangan internal) dapat ditemukan dari turunan waktu dengan arus jangkar ia set sama dengan nol. Tegangan terminal dapat dinyatakan sebagai.[14]

$$v_a = R_a i_a + \frac{di_a}{dt} + e_{af} \quad (2-3)$$

Tegangan yang dihasilkan dari Persamaan. 2-3 berada pada frekuensi ω_e , sama dengan frekuensi listrik tegangan terminal generator. Amplitudo rmsnya adalah sebagai berikut:

$$E_{af} = \frac{\omega_e L_{af} I_f}{\sqrt{2}} \quad (2-4)$$

Dalam kondisi operasi sinkron ini, semua besaran jangkar mesin (hubungan arus dan fluks) juga akan berubah secara sinusoidal terhadap waktu pada frekuensi kita. Jadi, kita dapat menulis persamaan di atas dalam hal rms mereka, amplitudo kompleks. Demikian pula, persamaan tegangan terminal, Persamaan. 2.3, dapat ditulis dalam bentuk amplitudo kompleks rms sebagai berikut

$$V_a = R_a I_a + j X_s I_a + E_{af} \quad (2-5)$$

di mana $X_s = \omega_e L_s$ dikenal sebagai reaktansi sinkron.

2.5. Generator Set (Genset)

Genset adalah sebuah benda atau perangkat yang fungsinya untuk menghasilkan daya listrik, genset merupakan sebuah singkatan dari generator set. Alat ini mempunyai dua perangkat yang berbeda dan bercampur menjadi satu, terdiri dari perangkat

mesin dan alternator. Mesin berfungsi untuk perangkat pemutar, dan generator atau alternator sebagai alat pembangkit listrik. Kedua perangkat ini saling bekerja sama untuk menghasilkan arus atau daya listrik, misalnya pada perangkat mesin (engine) perangkat ini memutar sebuah generator yang terbuat dari sekumpulan tembaga. Sehingga pada saat terjadi perputaran terus menerus dengan kecepatan yang stabil hal ini tentunya akan menghasilkan arus listrik.[13]



GAMBAR 2. 4 GENSET

Jenis – jenis Genset

Berikut ini adalah jenis-jenis genset berdasarkan cara kerjanya:

1. Genset Bahan Bakar Bensin
Jenis ini memanfaatkan bensin sebagai bahan bakar utama. Genset bahan bakar bensin memiliki kapasitas 1000 watt, dan umum digunakan untuk kebutuhan bisnis dan rumah.
2. Genset Bahan Bakar Diesel
Mesin genset bahan bakar diesel adalah yang paling banyak dijual di pasaran karena peminatnya sangat tinggi. Bahan bakar utama genset ini adalah jenis diesel. Umumnya, genset diesel dapat menghasilkan energi hingga 5000watt (5kw) hingga 2.000.000 watt (2MW). Genset ini memiliki variasi atau kapasitas mulai 2 hingga 16 silinder.
3. Genset Bahan Bakar Gas
Gas merupakan bahan bakar utama genset jenis ini. Gas yang dipakai biasanya adalah LPG (Liquid Petroleum Gas), CNG (Compressed Natural Gas), dsb. Jenis ini sebenarnya tidak begitu umum di pasaran, sebab harganya memang cenderung mahal. Akan tetapi, kualitasnya lebih baik dibandingkan bahan bakar bensin dan diesel.

2.5 Tempat Dan Waktu

Waktu dan tempat pelaksanaan penelitian sebagai berikut:
Waktu pelaksanaan: Waktu pelaksanaan CAT CPNS pada bulan Agustus – Desember 2021
Tempat Pelaksanaan: Tempat pelaksanaan CAT CPNS di berbagai kota jawa timur 3

2.6 Metode Pengambilan Data

2.6.1 Studi Literatur

Studi Literatur adalah jenis-jenis referensi yang diambil penulis sebagai acuan yang berupa Buku / E-Book dan jurnal yang kebenarannya tulisannya bisa dipertanggung jawabkan dan Harmonisa, penggunaan beban non linier, dan catu daya energi listrik.

2.6.2 Observasi

Observasi adalah pengamatan penulis pada kondisi lapangan

tempat dilaksanakan CAT CPNS di berbagai kota di Jawa Timur yang dilakukan untuk mengetahui masalah yang timbul akibat penggunaan beban non linier dalam jumlah yang massif secara bersamaan.

2.6.3 Pengukuran

Pengukuran dilakukan penulis untuk mendapatkan data-data untuk mengerjakan penelitian terkait Analisis Kualitas Daya Beban Satu Fasa Non-Linear Pada Pelaksanaan Computer Assisted Test CPNS, seperti data arus RST tegangan RST dan Daya Semu beserta jumlah beban non linier berupa computer.

TABEL 2. 1 HASIL PEMBACAAN ALAT DETEKSI PADA TEGANGAN GRID

Tes CPNS Jawa Timur							
Genset 30 Kva							
Lokasi	Arus Beban (A)			Tegangan (V)			Daya Semu (VA)
	R	S	T	R	S	T	
Situbondo	3.65	3.6	3.6	225	225	225	2441.25
Ngawi	5.45	5.65	5.55	223	223	223	3712.95
Probolinggo	8.15	8.22	8.32	221	221	221	5456.49
UINSA Surabaya	10.46	10.45	10.46	223	223	223	6995.51
Mojokerto	22	37	17	231	233	231	17630

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Proses Pengambilan Data

Untuk mengetahui nilai harmonisa, dilakukan berbagai macam pengukuran untuk pengambilan data. Adapun proses pengukuran yang dilakukan meliputi:

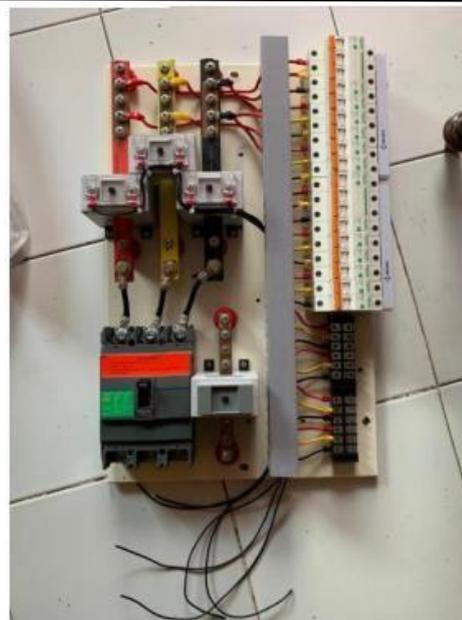
1. Perancangan alat ukur
2. Pengukuran nilai kualitas daya pada masing masing beban saat terhubung dengan beban.

Alat dan Bahan yang digunakan pada saat tes CAT CPNS yaitu :

1. Digital Power Meter Serie 500
2. Current Transformer dengan Ratio 50/5A (4buah)
3. Tang Ampere
4. MCCB 250 A
5. MCB Utama 32 A (2 buah)
6. MCB Cabang 16 A (12 buah)
7. Busbar Ukuran 5x20 Cm
8. Kabel Nyy Ukuran 0,75 Mm

Berikut adalah hasil dari perancangan alat, ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah ini.

Pengambilan data dilakukan selama pelaksanaan TES CPNS di berbagai kota. pengambilan data kualitas daya difokuskan pada instalasi listrik menggunakan beban non-linier, yaitu perangkat PC atau laptop, dalam jumlah yang signifikan. Salah satu nya adalah pengambilan data harmonik diambil selama pelaksanaan CPNS di Kota Mojokerto dengan penggunaan sebanyak 300 laptop sebagai beban non-linier. Selain itu masih ada beberapa lokasi lagi dengan penggunaan beban non linier sejumlah lebih dari 100. Berikut ini adalah hasil dari pengambilan data selama pelaksanaan CPNS..



GAMBAR 3. 1 LAYOUT TATA LETAK KOMPONEN PADA PANEL

Dari data table 3.1 dapat diketahui bahwa setiap kota memiliki arus beban yang berbeda tergantung pada jumlah laptop yang digunakan. Jumlah laptop yang digunakan adalah sebagai berikut:

Situbondo	: 100 Laptop
Ngawi	: 128 Laptop
Probolinggo	: 150 Laptop
UINSA Surabaya	: 200 Laptop
Mojokerto	: 300 Laptop

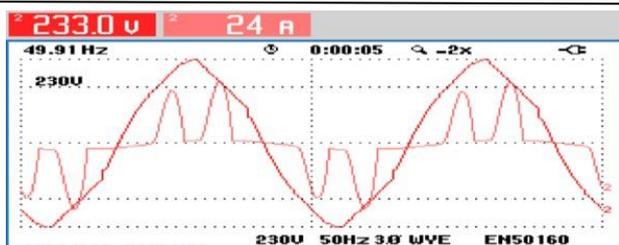
3.2 Analisa Karakteristik Harmonisa Beban Pada Setiap Fasa

Hasil analisa beban harmonik di lokasi CAT CPNS kota Mojokerto dengan beban 300 buah laptop dijabarkan sebagai berikut. Dimulai dengan mengukur data arus, tegangan, daya, orde harmonisa, dan besar harmonik dalam satuan persen menggunakan power meter dengan hasil yang didapatkan ditampilkan pada Gambar 3.2

Power & Energy				
	FULL L1	L2	L3	Total
kW	3.5	7.7	2.6	13.9
kVA	5.0	8.6	3.8	18.5
kVAR	+ 3.6	< 3.9	< 2.8	< 3.1
PF	0.70	0.89	0.68	0.75
Cosφ	1.00	0.99	0.98	
A rms	22	37	17	
U rms	L1 231.4	L2 233.6	L3 231.5	

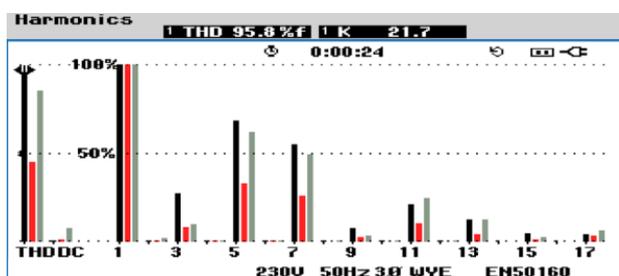
GAMBAR 3. 2 DATA PADA POWER METER

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa total beban memiliki daya aktif sebesar 13,9 kW, daya semu 18,5 kVA, daya reaktif 3,1 kVAR. Diketahui bahwa pembagian beban antar fasa tidak seimbang ini dikarenakan jumlah laptop yang charging pada saat pengukuran tidak bekerja semua sehingga arus yang terukur tidak seimbang.



GAMBAR 3. 3 PROFIL DAYA DAN ENERGI PADA POWER METER

Dari Gambar 3.3, terlihat bahwa bentuk gelombang arus pada beban tidak mengikuti pola sinusoidal yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh adanya beban non-linier yang cukup banyak dan karakteristik beban tersebut menyebabkan distorsi pada gelombang. Selain itu, keberadaan filter pasif yang kurang memadai mengakibatkan tingginya tingkat noise gelombang keluaran yang terlihat dalam bentuk "ripple".



GAMBAR 3. 4 SPEKTRUM HARMONISA PADA POWERMETER

Berdasarkan gambar 3.4 dapat diketahui bahwa timbul harmonisa pada orde ke-3 hingga ke-17 dan memiliki orde harmonisa tertinggi pada orde ke-5.

Pada gambar tersebut juga diketahui bahwa harmonisa arus pada fasa R memiliki nilai yang sangat tinggi dibanding dengan fasa lainnya pada setiap orde harmonisa sedangkan fasa S memiliki nilai lebih rendah.

TABEL 3. 2 DERATING GENERATOR

No	Kapasitas Genset (kVA)	THDF	kVA baru	Derating (kVA)	Derating (%)
1	30kVA	77.61%	23.28	6,717 kVA	22.39%
	THDF = 100% - 22.39% = 77.61%				
	kVA baru = 30 kVA - (22.39% x 30kVA) = 23.28 kVA				
	Derating = 22.39% x 30kVA = 6,717 kVA				
derating (%) = 22.39%					

Berdasarkan hasil Analisa data THD pada distribusi energi listrik di lokasi CAT CPNS ditemukan bahwa beberapa nilai seperti THDF melebihi standar yang telah ditetapkan sebesar 22.39%. Kondisi ini menyebabkan peningkatan rugi-rugi dan pengurangan efisiensi dalam operasi generator set. Hal ini menyebabkan kapasitas daya terpasang pada generator yang tersedia di lokasi CAT CPNS juga akan berkurang (derating), sehingga perlu dilakukan perhitungan derating untuk pertimbangan operasional genset. Semakin rendah nilai Total Harmonic Distortion (THD) arus akan bergerak linier dengan kapasitas daya terpasang generator.

THDF pada suatu generator dipengaruhi oleh adanya THD dalam generator tersebut yang diakibatkan penggunaan beban non linier pada sisi beban pada kasus ini 300 buah laptop.

• Derating THDF=

$$= \left(\frac{\sqrt{2x}(I_r + I_s + I_t)}{\frac{1}{3}(I_r + I_s + I_t)} \right) \times 100\%$$

$$= \sqrt{2x} \left(\frac{\frac{1}{3}(22 + 37 + 17)}{\frac{1}{3}(180 + 200 + 100)} \right) \times 100\%$$

$$= 22,39\%$$

- THDF = 100% - 22,39 % = 77,61%
- Kva Baru = 30 Kva - (22,39 x 30 kva) = 23,28 Kva
- Derating (Kva) = 22,9% x 30 Kva = 7 Kva

Berdasarkan perhitungan diatas derating factor pada generator sinkron berbanding terbalik dengan THD, Jadi pembebanan generator sinkron disarankan 81% dari nilai nominalnya dengan THD arus sebesar 50%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisa data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Harmonisa arus pada fasa R memiliki nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan fasa lainnya pada setiap orde harmonisa, sementara fasa S memiliki nilai THD arus yang sangat rendah pada setiap orde harmonisa.
2. Harmonisa orde ketiga menyebabkan nilai THD arus netral mencapai tingkat yang tinggi, yaitu sebesar 125,8%. Dampak dari ini adalah peningkatan suhu penghantar dalam rangkaian instalasi tegangan rendah, sehingga perlu perhatian khusus dalam desain instalasi tegangan rendah untuk mengurangi akumulasi kabel yang dapat menyebabkan panas berlebihan.
3. Untuk menentukan kerugian generator dengan akurasi yang tinggi, diperlukan informasi yang tepat mengenai parameter generator sinkron dalam kondisi pembebanan non-linier.
4. Secara ringkas, berdasarkan data pembebanan, direkomendasikan untuk mengurangi derating generator set sebesar 6.717 kVa, sehingga pembebanan yang aman adalah sekitar 23,28 kVa, dengan mempertimbangkan kapasitas maksimum genset sebesar 30 kVa. Pembebanan generator sinkron sebaiknya dijaga pada tingkat 81% dari nilai nominalnya, dengan nilai THD arus sekitar 50%

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rashid, Muhammad H. 1999, Elektronika Daya. Jilid 1. Jakarta : PTPrenhallindo

[2] Lander C.W., 1993, Power Electronics, Third Edition, Mc Graw-Hill NewDelhi India

[3] IEEE Std 519-1992, 1993, Recommended Practice And Requirements For Harmonic Control In Electric Power System, Institute Of Electrical And Electronic Engineers,

- Inc. 1993.
- [4] Sankaran, C. 2002. Power Quality. Florida : CRC Press LLC
- [5] Hermawan, A., Sakti, G. H., Ronilaya, F., & Hermawan, S. L. (2022). Audit Energi dan Penilaian Kualitas Daya Pada Penerangan Jalan Umum Politeknik Negeri Malang. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(3), 199-204.
- [6] Saputra, M., Ridzki, I., Wiwaha, S. S., & Djulihenanto, S. (2023). Implementation of Power Factor Correction using Asynchronous Boost Converter on Single Phase Full-Bridge Diode. *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, 17(2), 34-40.
- [7] Hubert, Charles . 1982, "Electric Circuits AC/DC". McGraw-Hill Internasional.
- [8] Santoso, A. H., Rizka, E., & Mukti, H. (2022). Analisis Pembebanan Terhadap Perkiraan Umur Transformator Distribusi 20 kV Penyulang Lowokwaru di PT. PLN (PERSERO) UP3 Malang. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(3), 121-126.
- [9] Ananto, R. A., Duanaputri, R., Santoso, A. H., & Hakim, M. F. (2023). Perencanaan Desain Single Tuned Passive Filter Harmonisa Pada AC Microgrid Turbin Tenaga Angin. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1), 78-81.
- [10] Aziz, A. S., Tajuddin, M. F. N., Adzman, M. R., Ramli, M. A., & Mekhilef, S. (2019). Energy management and optimization of a PV/diesel/battery hybrid energy system using a combined dispatch strategy. *Sustainability*, 11(3), 683.
- [11] Hidayat, M. N., Yustika, L. M., Putri, R. I., & Nurhadi, S. (2020, September). Design and analysis of a multiple input single output converter to support the development of DC house in Indonesia. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 2255, No. 1)*. AIP Publishing.
- [12] Mumtaz, F. N., Sudiharto, I., & Qudsi, O. (2022). Shunt Active Power Filter untuk Meredam Harmonisa Beban Non-Linear Satu Fasa. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 16(1), 9-19.
- [13] Alfarezy, D. (2023). ANALISIS HARMONISA PADA BAGIAN AUXILARY PLTU X (Doctoral dissertation, ITN MALANG).
- [14] Duanaputri, R., Hakim, M. F., Rachman, R. A., & Nadhiroh, N. (2023). Analisis Kestabilan Transien Akibat Penambahan Generator di Pabrik Gula. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(2), 118-123.
- [15] Ananto, R. A., Duanaputri, R., Santoso, A. H., & Hakim, M. F. (2023). Perencanaan Desain Single Tuned Passive Filter Harmonisa Pada AC Microgrid Turbin Tenaga Angin. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1), 78-81.