

## Analisis kualitas daya pada instalasi listrik Politeknik Negeri Samarinda

Khairuddin Karim<sup>1</sup>, Rusda<sup>2</sup>, Masing<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda

**Abstract.** The purpose of this study is to determine Power Quality at Samarinda State Polytechnic Electrical Installation. Measures of power quality include voltage and current imbalances, harmonics, power factors, voltage dip / swell and sag, and flicker. The research location was the Samarinda State Polytechnic Campus. The research was conducted by conducting direct measurements using a Power Quality Analyzer and the measurement results were compared with existing standards such as the IEEE-519 standard or the NEMA standard ((National Equipment Manufacturer's Association) about voltage imbalances. Data retrieval is done by direct measurement on installation panels in several units such as Distribution Substation, Building Directorate, Electrical Engineering Laboratory, Computer Laboratory, Machine Workshop, and Electrical Workshop. The measurement results show that voltage / current fluctuations occur but are still within the permissible limits, ranging from 228 to 242 Volt. The imbalance of voltage is still below 2% and this still meets the permitted standard. While the harmonic content still meets the standards, which is still below 5%, which is only around 2.4%. To measure overall quality, data is obtained from measurements on Distribution Station Panel on side s secondary from 20kV / 380V TM Transformer 555KVA and from TM 20kV / 380 Transformer 159 kVA. Measurements are carried out for approximately 1 day 24 hours starting at around 5:00 p.m. until 5 p.m. in the following afternoon.

**Keywords:** Power Quality Analyzer, VTHD, ITHD

### 1. PENDAHULUAN

Perguruan Tinggi Teknik seperti Politeknik *Engineering* identik dengan peralatan-peralatan yang modern dan sensitif terhadap *supply* daya yang diterimanya melalui sebuah sistem *supply* daya. Peralatan-peralatan ini umumnya ada di Laboratorium ataupun workshop dan sebagian pula ada di beberapa lokasi atau unit yang lain juga mempunyai peralatan yang modern dan sensitif. Peralatan-peralatan ini membutuhkan *supply* daya dengan kualitas yang baik. Di sisi lain, peralatan-peralatan ini yang umumnya berbasis elektronika, yang mempunyai potensi untuk menurunkan kualitas daya dengan menyumbang arus/tegangan yang cacat. Monitoring terhadap kualitas daya pada suatu sistem kelistrikan di institusi pendidikan khususnya yang mempunyai laboratorium atau *workshop*/bengkel merupakan hal yang sangat mendasar dan harus dilakukan mengingat laboratorium maupun *workshop* dilengkapi dengan peralatan-peralatan berbasis elektronika atau elektronika daya. Kita ketahui bahwa beban-beban yang terdapat pada peralatan listrik perkantoran sekarang ini tidak hanya terdiri dari beban linier saja tetapi juga terdiri dari beban-beban *non-linier*.

Ada beberapa jenis beban yang ada di Politeknik Negeri Samarinda (POLNES) yang merupakan beban-beban *non-linear* seperti komputer, printer, lampu *fluorescent*, air conditioner (AC), modul-modul praktikum elektronika dan elektronika daya, dan motor listrik yang dikontrol oleh konverter statis yang ada di laboratorium-labortorium maupun *workshop*.

Dalam paper ini, menyajikan hasil penelitian tentang kondisi Kualitas Daya (*Power Quality*) Sistem Kelistrikan Politeknik Negeri Samarinda (POLNES) dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah Kualitas Daya dan sekaligus untuk memberikan masukan kepada pihak terkait atas hasil penelitian ini. Setelah permasalahan teridentifikasi, langkah penanganan sudah bisa direncanakan. Jika kualitas daya rendah akibat pengaruh harmonik, perlu merencanakan sistem filter (*filtering system*) yang sesuai dan jika *Power Factor* rendah maka perlu perencanaan *Power Factor Correction Installation*.

### 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan akan menggunakan metode penelitian deskriptif. Pengambilan data akan dilakukan oleh surveyor (mahasiswa/alumni mahasiswa Jurusan Teknik Elektro). Data primer berupa hasil pengukuran besaran listrik pada beberapa panel gedung di POLNES.

Alat ukur yang digunakan adalah Power Quality Analyzer (PQ Analyzer). Alat ukur ini mempunyai kemampuan yang sangat andal dan sangat aman dalam menggunakannya. Adapun kemampuan alat ini seperti; mampu mengukur semua parameter secara bersamaan (Simultaneously measure all parameters at once), mampu merekam data secara bersamaan (Simultaneously record trend graphs and event waveforms), mudah dalam pengaturan pengukuran (Simple setup), mampu menganalisis dan membuat laporan dengan format yang sangat familiar dengan aplikasi yang ada

saat ini seperti Word, dan beberapa kemampuan lainnya. Alat ukur ini juga memenuhi standar pengukuran seperti:

- IEC61000-4-7 dan IEC610002-4 Class 3 untuk pengukuran harmonik arus dan tegangan, daya, inter-harmonic, sudut fasa, faktor Total Harmonic Voltage Distortion (THD<sub>v</sub>) dan faktor Total Harmonic Current Distortion (THD<sub>i</sub>);
- IEC61000-4-30 Class S, EN 50160, IEEE 1159 untuk pengukuran kualitas daya;
- IEC61000-4-5, untuk pengukuran flicker.

Untuk standar keamanan, alat ukur ini memenuhi EN61000-4-7 dan standar EMC: EN61326 Class A. Data sekunder diperoleh dari Bagian Perlengkapan Politeknik Negeri Samarinda berupa gambar Single Line Diagram (SLD) Sistem Kelistrikan Politeknik Negeri Samarinda. Selain single line diagram, data sekunder yang dibutuhkan berupa data beban yang ada dalam gedung / unit-unit yang ada di POLNES.

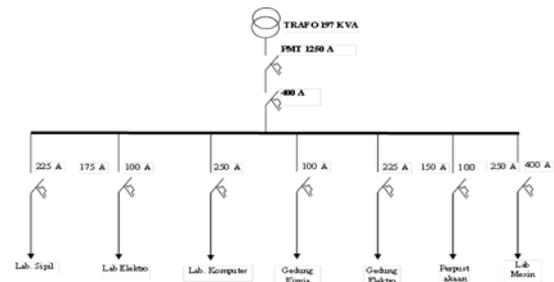
Urutan kerja yang akan dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data. Pengambilan data dilakukan hanya beberapa titik (gedung) dan gedung yang dipilih berdasarkan diagnosa awal bahwa gedung tersebut mempunyai banyak beban non linear yang sangat memungkinkan akan mempengaruhi kualitas daya sistem kelistrikan baik secara individu (pergedung/bus) maupun secara keseluruhan;
- Analisis data (klasifikasi data). Data berupa: Arus, tegangan, daya, frekuensi, harmonik, keseimbangan arus dan tegangan dianalisis baik dari segi besarnya maupun pengaruh dan penyebabnya;
- Menghitung besaran-besaran kualitas daya berdasarkan rumus/persamaan-persamaan yang ada;
- Membandingkan hasil pengukuran dan/atau hasil perhitungan dengan standar yang ada;
- Kesimpulan;
- Rekomendasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

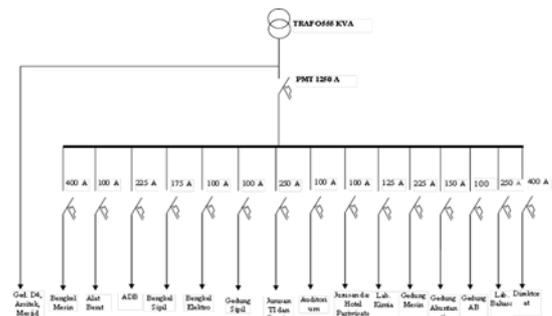
Pengambilan data Sistem Kelistrikan dilakukan di beberapa tempat di lingkungan Politeknik Negeri Samarinda. Data diperoleh baik melalui pengukuran dengan menggunakan Power Quality Analyzer (Seri PQA 3100 – HIOKI) maupun dengan melakukan pencatatan pada panel-panel listrik. Single line diagram Sistem Kelistrikan Politeknik Negeri Samarinda seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Pada penelitian ini, akan dibahas mengenai: Fluktuasi tegangan dan arus, Ketidak-seimbangan tegangan dan arus, besar THD<sub>v</sub> (Total Harmonic Distortion)<sub>v</sub>, dan True Power Factor (TPF).



Gambar 5.10 Single line diagram instalasi Listrik POLNES ah pemasangan kapasitor

Gambar 1. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Politeknik Negeri Samarinda Section I



Gambar 2. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan Politeknik Negeri Samarinda Section II

#### A. Panel Utama Trafo 555 kVA

Panel ini melayani:

- Gedung D-IV, Jurusan Arsitek, dan Masjid;
- Bengkel Jurusan Teknik Mesin;
- Gedung Program Studi Alat Berat;
- Gedung ADB;
- Bengkel Teknik Sipil;
- Bengkel Teknik Elektro;
- Gedung Jurusan Teknik Sipil;
- Gedung Jurusan TI dan Jurusan Desain Produk;
- Auditorium;
- Gedung Jurusan Parawisata dan Hotel Parawisata;
- Laboratorium Jurusan Teknik Kimia;
- Gedung Jurusan Teknik Mesin;
- Gedung Jurusan Akuntansi;
- Gedung Jurusan Administrasi Bisnis;
- Laboratorium Bahasa;
- Direktorat.

Kondisi kualitas daya

- Tegangan dan Arus. Tegangan cukup stabil berkisar antara 228 V s/d 242 Volt. Tegangan paling tinggi terdapat pada fasa T (biru) sedangkan tegangan paling kecil terdapat pada fasa R (merah)
- Arus cukup stabil dengan nilai arus terbesar 720 A yang terjadi pada fasa R (merah) dan terjadi pada sekitar pukul 11.00.
- Ketidak-seimbangan tegangan masih di bawah 1%, sementara ketidak-seimbangan arus berkisar antara 2,5% s/d 22,5%. Ketidakseimbangan arus terjadi

sekitar pukul 24.00 s/d 08.00 pagi dan mulai naik pada waktu malam sekitar pukul 20.00.

- 4) Persentase THD<sub>v-f</sub> paling besar 2,1% yang terjadi pada fasa S (hijau) dan terjadi pada pukul 17.00 s/d 22.00. Arus harmonik paling besar 16 A pada fasa T (biru). Sedangkan harmonik didominasi oleh harmonik ke-5 kemudian harmonik ke-7 dan kemudian harmonik ke-11.
- 5) Power Faktor (PF) sangat bagus yaitu berkisar antara 0,8 s/d 0,9 lagging.

#### B. Panel Utama Trafo 197 kVA

Panel ini melayani:

- 1) Laboratorium Teknik Sipil;
- 2) Laboratorium Teknik Elektro;
- 3) Laboratorium Komputer B
- 4) Gedung Jurusan Teknik Kimia;
- 5) Gedung Teknik Elektro;
- 6) Gedung Perpustakaan;
- 7) Laboratorium Teknik Mesin.

Kondisi kualitas daya

- 1) Tegangan bervariasi antara 228 Volt s/d 243 Volt. Tegangan paling tinggi terjadi pada Fasa T (Biru) dan paling rendah terjadi pada Fasa R (merah). Tegangan tertinggi terjadi sekitar pukul 22.30.
- 2) Arus paling besar terjadi antara pukul 10.00 s/d 14.00 dan terjadi pada Fasa T (biru) dengan arus tertinggi ± 160 A. Arus mulai naik pada sekitar pukul 07.30 pagi dan turun sekitar pukul 17.00 sore.
- 3) Ketidak-seimbangan tegangan masih dibawah 0,5% sedangkan ketidak-seimbangan arus mencapai 58% yang terjadi pada pukul 16.00 dan sekitar pukul 06.00 pagi;
- 4) THD<sub>v-f</sub> paling tinggi sebesar 2,3% dan terjadi sekitar pukul 17.00 di Fasa S (hijau). V<sub>harmonik</sub> tertinggi juga pada Fasa S (hijau) yaitu sebesar 4,8 Volt. Sedangkan I<sub>harmonik</sub> tertinggi pada fasa R (merah) sebesar 4,8 A dan terjadi sekitar pukul 11.00. Harmonik didominasi oleh harmonik ke-5 kemudian harmonik ke-7 dan seterusnya harmonik ke-11.
- 5) Power Faktor pada jurusan ini sangat bagus yang berkisar antara 0,97 - 0,98 lagging.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil, yaitu sebagai berikut.

##### Pada sisi Trafo 555 kVA

1. Tegangan. Rata-rata tegangan untuk tiap fasa masing-masing adalah 233,43 Volt (V1), 233,18 (V2), dan 236,58 (V3).
2. Arus. Besar arus pada tiap fasa masih dalam batas arus nominalnya (Besar PMT terpasang 1250 A).

Arus maksimum terjadi pada fasa V1 yaitu sebesar 755,2 A.

3. Ketidak-seimbangan tegangan % Ketidak-seimbangan =  $(2,183 / 234,397) \times 100\% = 0,93\%$  masih di bawah 2%.
4. Ketidak-seimbangan arus. Ketidak-seimbangan arus terbesar yaitu sebesar 22,30%. Angka ini masih di bawah 30 % yaitu angka yang disarankan jika menggunakan standar NEMA MG-1.
5. Persentase THD<sub>v-f</sub> paling besar 2,1% yang terjadi pada fasa S (hijau). Sedangkan harmonik didominasi oleh harmonik ke-5 kemudian harmonik ke-7 dan kemudian harmonik ke-11.
6. Crest Factor atau Faktor Puncak Tegangan (Vcf) paling besar adalah 1,420 sedangkan Icf sebesar 1,6587.
7. Power Faktor (PF) sangat bagus yaitu berkisar antara 0,9714 s/d 0,9806 lagging.

##### Pada sisi Trafo 197 kVA

1. Tegangan. Tegangan bervariasi antara 228,92 Volt s/d 242,9 Volt. Fasa T (Biru) selalu mempunyai tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan tegangan fasa lainnya. Nilai tegangan terendahnya sebesar 232,81 Volt, dan terbesarnya adalah 242,9 Volt.
2. Arus Fasa T selalu mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan fasa lainnya, sedangkan Fasa S (hijau) selalu mempunyai nilai yang paling rendah dibandingkan dengan fasa lainnya dengan nilai arus terendahnya sebesar 4,09 A.
3. Ketidak-seimbangan tegangan % Ketidak-seimbangan =  $(1,883 / 235,977) \times 100\% = 0,798\%$  masih di bawah 2%.
4. Total Harmonic Distortion (THD<sub>v-f</sub>). THD<sub>v-f</sub> paling tinggi sebesar 2,26% pada fasa S (hijau). Rata-rata I<sub>harmonik</sub> sebesar 16,07% pada fasa R (Merah), 21% pada fasa S (Hijau), dan 7,6% pada fasa T (Biru).
5. Power Factor. Nilai rata-rata Power Factor pada jalur Trafo 197 kVA ini adalah sebesar 0,9552 lagging.
6. Hasil analisis untuk pengukuran pada Sub Panel Distribusi yaitu Panel Laboratorium Listrik, Panel Laboratorium Komputer, dan Panel Laboratorium Mesin, semua variable kualitas dayanya masih memenuhi standar yang ada.