

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis perhitungan teoritis, dan analisis ekonomi terhadap penggulangan ulang transformator 3 fasa 75 kVA, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelayakan Operasi Penggulangan Ulang Transformator: Hasil pengujian resistansi belitan primer dan sekunder, serta rasio belitan transformator setelah penggulangan ulang menunjukkan nilai yang sangat baik dan memenuhi standar IEEE serta SPLN.
  - Pengukuran resistansi belitan primer menunjukkan pola penurunan nilai yang konsisten dengan prinsip kerja *tap changer*, dengan deviasi antar fasa yang sangat kecil ( $< 0.3 \Omega$ ), menandakan keseragaman gulungan dan kualitas sambungan yang presisi.
  - Pengukuran resistansi belitan sekunder menunjukkan nilai yang stabil di kisaran 161.0-162.7 m $\Omega$ , dengan variasi antar fasa hanya 0.98%, jauh di bawah batas toleransi IEEE  $\pm 15\%$ .
  - Pengujian rasio pada kelima tap menunjukkan akurasi luar biasa dengan deviasi maksimal 0.048% (Tap 1), yang hanya 1/10 dari batas toleransi SPLN ( $\pm 0.5\%$ ). Konsistensi ini membuktikan keahlian teknis dalam proses *rewinding* dan fungsi *tap changer* yang presisi.
2. Proses Pengujian Transformator: Proses pengujian transformator setelah penggulangan ulang sangat krusial untuk memverifikasi kelayakan operasi. Pengujian meliputi hambatan belitan (menggunakan Van Guard LTCA-10) dan rasio transformator (menggunakan Transformer Turn Ratio Test/TTR). Pengujian ini dilakukan setelah perbaikan dan perakitan selesai, memastikan semua standar yang berlaku terpenuhi.

3. Sisi Ekonomis Penggulungan Ulang Transformator: Penggulungan ulang transformator menawarkan keuntungan ekonomis yang signifikan dibandingkan dengan pembelian transformator baru.
  - Biaya penggulungan ulang total adalah Rp 37.648.340, yang jauh lebih rendah dibandingkan estimasi harga transformator baru yang berkisar antara Rp 200.000.000 – Rp 250.000.000. Ini berarti penggulungan ulang hanya sekitar 15–20% dari biaya pembelian baru.
  - Waktu tunggu untuk penggulungan ulang relatif singkat, yaitu 15 hari kerja, dibandingkan dengan pembelian transformator baru yang memerlukan sekitar 90 hari kerja ( $\pm 3$  bulan).
  - Meskipun transformator baru memiliki keunggulan dalam keandalan teknis, umur operasional lebih panjang, serta garansi pabrikan, penggulungan ulang tetap menjadi solusi yang sangat ekonomis dan efisien dari segi waktu untuk memulihkan performa transformator.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa saran yang dapat diajukan:

1. Untuk Penelitian Selanjutnya:
  - Disarankan untuk melakukan analisis lebih lanjut mengenai efisiensi transformator setelah penggulungan ulang secara langsung, tidak hanya berdasarkan asumsi, untuk memberikan data yang lebih konkret mengenai peningkatan efisiensi energi.
  - Melakukan studi perbandingan umur operasional transformator yang melakukan perbaikan belitan dengan transformator baru dalam jangka panjang, serta mempertimbangkan faktor-faktor degradasi material yang mungkin terjadi setelah *rewinding*.

- Menambahkan analisis terhadap rugi-rugi transformator (rugi tembaga dan rugi inti) sebelum dan sesudah *rewinding* untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai performa transformator.
- Memasukkan analisis penyebab kerusakan awal transformator untuk memberikan rekomendasi pencegahan yang lebih baik di masa mendatang.

## 2. Untuk Industri dan Pengguna Transformator:

- Mengingat keuntungan ekonomis dan waktu yang signifikan, penggulangan ulang dapat menjadi pilihan yang sangat baik untuk transformator yang mengalami kerusakan belitan, terutama jika komponen lain seperti inti besi, *bushing*, dan tangki masih dalam kondisi baik.
- Penting untuk memastikan bahwa proses penggulangan ulang dilakukan oleh tenaga ahli yang kompeten dan mengikuti standar internasional (seperti IEEE dan SPLN) untuk menjamin kualitas dan keandalan transformator setelah perbaikan.
- Meskipun biaya lebih rendah, perlu dipertimbangkan bahwa transformator hasil *rewinding* mungkin tidak memiliki garansi pabrikan seperti transformator baru. Oleh karena itu, inspeksi berkala dan pemeliharaan yang ketat menjadi sangat penting.
- Perusahaan atau industri disarankan untuk memiliki program pemeliharaan prediktif yang kuat untuk transformator mereka, termasuk pengujian rutin, guna mendeteksi potensi kerusakan lebih awal dan memutuskan opsi perbaikan atau penggantian secara tepat waktu.