

Individual Test pada Automatic Transfer Switch sebelum dilakukan Energize

Rahmat Pratopo*, Melisa Mulyadi

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi,
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

Article Info

Article history:

Received
July 8, 2025

Accepted
September 29, 2025

Keywords: Automatic
Transfer Switch, ATS,
individual test

Abstract

Automatic Transfer Switch (ATS) is a very important device in a building, especially a data center building. ATS functions to maintain uninterrupted current flow, both primary (PLN) and secondary (Genset). Considering the importance of the ATS device, an individual test must be carried out before energize. The function of this test is to make sure it's reliability of the ATS device. The Visual Inspection methodology verifies the completeness of ATS identity before installation. The Insulation Resistance Test verifies that phase-to-phase and phase-to-ground insulation remains above the prescribed minimum threshold. The Contact Resistance and Continuity Test are essential in diagnosing the quality of electrical connections and circuit pathways, preventing excessive resistance variations that may lead to equipment failure or operational hazards. The Current Transformer Test serves to validate load detection accuracy. Lastly, the Torque Verification procedure ensures the mechanical robustness of terminal connections. The findings provide a foundation for preventive maintenance strategies and offer recommendations for enhancing the long-term reliability of ATS systems within data center infrastructures. The testing procedures are conducted in accordance with both national and international standards, such as SNI, PUIL, ANSI/NETA, IEC, and NFPA.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diserahkan:
8 Juli 2025

Diterima:
29 September 2025

Kata Kunci: Saklar
Transfer Otomatis, ATS,
tes individual

Abstrak

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan suatu perangkat yang sangat penting dalam suatu bangunan terutama bangunan data center. ATS berfungsi untuk menjaga aliran arus agar tidak terputus baik primer (PLN) maupun sekunder (Genset). Mengingat sangat pentingnya perangkat ATS, ATS harus dilakukan individual test sebelum difungsikan. Individual test ini berfungsi untuk menguji kehandalan perangkat ATS. Metode Inspeksi Visual digunakan untuk memverifikasi kelengkapan identitas ATS sebelum dipasang. Uji Resistansi Isolasi memastikan bahwa isolasi antar fasa dan fasa-ground masih berada diatas batas minimum. Uji Resistansi Kontak dan Kontinuitas memeriksa kualitas sambungan listrik serta jalur internal, sangat krusial untuk memastikan transisi daya yang cepat tanpa lonjakan resistansi yang dapat beresiko merusak komponen. Uji Current Transformer yaitu memverifikasi akurasi deteksi beban. Dan Uji Torsi untuk menjamin kekuatan mekanik dan koneksi terminal. Hasilnya memberikan pedoman pemeliharaan preventif dan rekomendasi peningkatan keandalan operasional ATS di lingkungan bangunan Data Center. Pengujian ini mengacu pada standar-standar yang berlaku di Indonesia dan Internasional seperti SNI, PUIL, ANSI/NETA, IEC, dan NFPA.

*Corresponding author. Rahmat Pratopo

Email address: RAHMAT.12024006040@student.atmajaya.ac.id

1. PENDAHULUAN

Automatic Transfer Switch (ATS) memiliki peran yang penting dalam sistem kelistrikan bangunan gedung, lebih spesifik untuk bangunan *Data Center*. Seperti memastikan transisi daya otomatis antara sumber utama dari jalur Pembangkit Listrik Negara (PLN) dan sumber cadangan dari Generator Set (Genset) untuk menjaga operasional yang berkelanjutan (SNI 04-7018-2004). ATS sendiri termasuk dalam kategori *Transfer Switching Device/ TSE* yaitu peralatan yang memiliki 1 atau lebih komponen pemindah dan sistem mekanis yang terasosiasi untuk memutus sirkuit beban dari sumber listrik ke sumber lainnya (*IEC-60947-6-1 Edisi 3.0 tahun 2021 hal. 10*). Prosesnya disebut dengan *Transfer Switching*, kontrolnya dapat dilakukan secara otomatis, manual, maupun jarak jauh (*IEC 60947-6-1:2021 hal. 7*).

Bangunan *Data Center* yaitu sebuah bangunan atau bagian dari bangunan yang fungsi utamanya sebagai tempat bagi ruang komputer dan area pendukungnya (*ANSI/TIA-942-A 2012 hal. 3*) Gangguan sekecil apapun harus dieliminasi untuk meningkatkan redundansi dan kehandalan. Keduanya harus disiapkan baik untuk ruangan Data Center maupun Infrastruktur Data Center itu sendiri serta dalam layanan eksternal dan pasokan utilitas (*ANSI/TIA-942-A hal. 62*).

Metode *Individual Test* (Pengujian Individual) ATS yang dijelaskan pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi resiko dalam sistem *switching* PLN-Genset dan memastikan performa optimal pada setiap komponen utama. Penulis memasukan metode-metode yang akan dilakukan sesuai dengan referensi dari ANSI/NETA ATS-2009 yaitu diantaranya *Visual Test*, Uji Resistensi Isolasi (*Insulation Resistant Test*), Uji Resistansi Kontak (*Contact Resistance Test*), Uji Kontinuitas (*Continuity Test*), Uji Transformasi Daya (*Current Transformer Test*), & Uji Torsi (*Bolt Tightening Torque Test*).

Penelitian ini berkontribusi dalam penyusunan metode pengujian ATS yang sistematis dan standar, memberikan panduan bagi teknisi maupun pihak terkait dalam implementasi pemeliharaan, perbaikan, dan inspeksi secara berkala. Melalui pengujian ini, harapannya yaitu sistem ATS dapat berfungsi secara optimal dalam dan menjamin keamanan dan efisiensi operasional bangunan *data center*, mengurangi kemungkinan gangguan daya, serta meningkatkan keberlanjutan infrastruktur terhadap skenario kegagalan sistem elektrikal yang tidak terduga. Penulis menyadari keterbatasan penulis dalam menyusun keseluruhan proses yang berkaitan dengan tema ini. Sehingga penulis sampaikan batasan-batasan yang tidak penulis bahas pada jurnal ini:

- Proses perhitungan kapasitas ATS, *Genset* & Trafo,
- Proses *energize Genset* & Trafo,
- Desain & perhitungan instalasi pengkabelan dari Genset – PKG – ATS, Trafo – ATS, maupun ATS ke panel distribusi tegangan rendah (LVMDB).

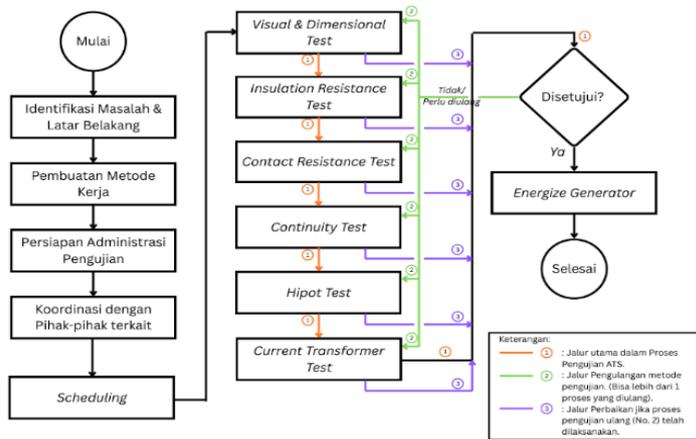
2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Gambaran Umum

Penelitian ini disusun untuk menjelaskan tahapan metode-metode yang ada dalam pengujian individual ATS pada bangunan *Data Center* dengan tujuan untuk menjelaskan urutan kegiatan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar mutu teknis. Pada praktiknya, proses pengujian ini membutuhkan metode kerja, *form checklist*, Prosedur Kerja, dan personil-personil yang berpengalaman dalam memastikan perangkat yang akan dipasang memiliki kualitas yang baik.

Selain itu, dipastikan juga bahwa seluruh proses ini harus diketahui oleh seluruh pihak-pihak yang terkait, seperti Konsultan Perencana, Konsultan Pengawas, Pihak *Stakeholder* mengingat proses ini adalah proses krusial yang memastikan sistem redundansi bekerja dengan baik. Selain itu, output dari pengujian ini nantinya didokumentasikan dan digunakan sebagai referensi dalam operasional dan perawatan.

Mengingat pentingnya proses ini, penulis telah menyiapkan alur proses pengujian yaitu dari mulai identifikasi masalah & latar belakang, pembuatan metode pengujian, persiapan administrasi pengujian, koordinasi dengan pihak-pihak terkait, *scheduling*, hingga jenis-jenis pengujian sebelum akhirnya ATS dialiri listrik untuk pertama kali. Untuk alur proses pengujian, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.
Diagram alir metode pelaksanaan pengujian ATS.

2.2 Identifikasi Masalah

Banyaknya kegagalan dalam distribusi tegangan listrik disebabkan oleh banyak masalah, salah satunya adalah tidak dilakukan pengujian yang standar. Padahal sudah banyak peraturan dalam negeri maupun luar negeri yang mengatur standarisasi pengujian peralatan distribusi listrik mengingat tingginya resiko yang harus diterima apabila terjadi kegagalan. Salah satu Standar keselamatan yang mengatur pada peralatan kelistrikan yaitu NFPA 70B tahun 2023.

Bangunan *Data Center* merupakan bangunan krusial, dimana infrastruktur MEP menjadi kunci penting kehandalan bangunan ini. Sistem redundansi tenaga listrik yang disiapkan pada bangunan ini memegang peranan dalam menghadapi bahaya *blackout* atau pemadaman dari sumber listrik utama.

ATS merupakan alat yang sangat penting dalam memastikan sistem redundansi suatu bangunan. Dengan banyaknya kemungkinan-kemungkinan yang terjadi mengingat bangunan *Data Center* harus memiliki kehandalan dalam memastikan sistem telekomunikasi tidak terputus, maka sebagai insinyur sudah seharusnya memastikan kualitas seluruh infrastruktur redundansi berjalan dengan baik. Salah satunya dengan Pengujian Individual (*Individual Test*) yang dapat memastikan kualitas ATS yang dibeli memiliki kehandalan dan kualitas terbaik.

2.3 Pembuatan Metode Kerja & Administrasi Pengujian

Dalam mempersiapkan proses pengujian suatu instalasi atau alat, maka hal yang harus dibuat adalah Buku Metode Kerja & Form *Checklist*. Dari Metode Kerja & Form *Checklist* ini akan diketahui pekerjaan apa yang akan dilakukan dalam masing-masing pengujiannya

dan apa saja yang perlu disiapkan agar pekerjaan pengujian dapat berjalan dengan lancar. Seperti Alat ukur yang dikalibrasi, personil yang memiliki sertifikasi, dan lain-lain.

Form Checklist memuat pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan kualitas suatu instalasi atau alat. Personil yang bertanggung jawab atas pekerjaan pengujian disebut dengan Personil QC (*Quality Control*) yang mengetahui bagaimana alat tersebut akan diuji. Dari pekerjaan-pekerjaan yang disebutkan dalam *Form Checklist* dapat diidentifikasi juga resiko-resiko yang dapat terjadi sehingga personil K3 (Keselamatan & Kesehatan Kerja) harus selalu siaga dalam pekerjaan pengujian.

2.4 Koordinasi dengan pihak-pihak terkait

Proses Pengujian dibantu oleh pihak Vendor untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian pengujian tidak ada yang terlewat prosesnya. Pihak-pihak yang terkait dengan proses pengujian seperti Konsultan Perencana, Konsultan Pengawas, & Perwakilan *Stakeholder* bagian MEP harus mengetahui adanya pekerjaan pengujian ini sebagai pihak yang menyetujui bahwa proses telah dilakukan dan lulus tahap pengujian. Oleh karena itu, diperlukan juga proses komunikasi dengan pihak terkait untuk memastikan jadwal pengujian tersebut akan dilakukan. Tabel 1 menunjukkan jenis-jenis dokumen yang diperlukan dalam setiap pengujian.

Tabel 1.

Jenis dokumen yang diperlukan

No	Dokumen yang diperlukan	No	Dokumen yang diperlukan
1	Izin Kerja	4	Checksheet
2	Job Safety Analysis	5	Buku Manual alat ukur
3	Prosedur Kerja		

Jenis-jenis dokumen yang diperlukan dalam setiap pengujian, yaitu Izin Kerja, *Job Safety Analysis*, *Prosedur Kerja*, *Checksheet*, Buku Manual Alat Ukur.

- Izin kerja merupakan dokumen yang dikeluarkan kontraktor pelaksana pengujian kepada Konsultan pengawas yang menyatakan rencana yang meliputi jadwal, rencana kerja, dan aktivitas yang akan dilakukan selama pekerjaan pengujian.
- Job Safety Analysis* berisi tentang kemungkinan-kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat terjadi selama aktivitas pengujian. Contohnya dapat dilihat pada Tabel 2, 3, & 4.
- Prosedur kerja berisikan prosedur kerja yang berkaitan selama aktivitas pengujian. Contohnya dapat dilihat pada Tabel 5 - 13.
- Checksheet* merupakan form yang berisi poin-poin prosedur kerja secara singkat dan diisikan sesuai dengan hasil pengujian yang terjadi selama proses pengujian.
- Buku Manual Alat Ukur merupakan dokumen yang terlampir pada box alat ukur yang berisikan cara mengoperasikan alat ukur yang akan digunakan untuk aktivitas pengujian.

Tabel 2.

Jenis resiko keamanan pada pengujian *visual* dan *dimensional test*

No	Resiko Keamanan
1	Kejatuhan benda dari atas
2	Mengalami tegangan sentuh langsung dan tak langsung

Tabel 3.

Saran Pengamanan pada pengujian *visual* dan *dimensional test*

No	Saran/ Suggest
1	Mengatur fasilitas untuk pentanahan dimana koneksi pada instrumen aman pada saat pengujian
2	Memakai APD yang sesuai dengan standar.

Tabel 4.

Alat pelindung diri dan pengaman pada pengujian *visual* dan *dimensional test*

No	Saran/ Suggest	No	Saran/ Suggest
1	Sarung tangan elektrik	3	Helm safety
2	Sepatu safety elektrik	4	Lock out tag out (LOTO)

2.5 Penjadwalan Pengujian

Proses Pengujian dilakukan setelah proses instalasi telah selesai dilakukan dan dilakukan pada jam kerja yang telah ditentukan oleh pihak pengawas yaitu dimulai dari Hari Senin-Sabtu pukul 08.00 – 17.00 sesuai dengan waktu kerja proyek, ditambah waktu *overtime* sesuai kebutuhan kegiatan pekerjaan dengan persetujuan otoritas yang berwenang.

2.6 Proses Pengujian

2.6.1 Visual & Dimensional Test (Uji Visual & Ukuran)

Pengecekan Visual dan Ukuran adalah untuk memastikan semua peralatan yang berhubungan dengan Sistem ATS telah tersedia dan sesuai dengan standar. Pengecekan dan pengujian ini menitik beratkan kelengkapan secara visual, misal Nomor Identitas Alat (ID), cacat yang teridentifikasi dengan visual, ukuran, ketebalan cat, dan kelengkapan komponen sesuai dengan gambar dan lain-lain.

Tabel 5.

Prosedur kerja pengujian visual dan dimensional test

No	Prosedur Pekerjaan
1	Pastikan lingkungan dan area objek yang akan diuji sudah aman
2	Sebelum melakukan pengecekan, pastikan bahwa objek yang akan dicek dalam keadaan tidak bertegangan, Gunakan APD sesuai dengan standar
3	Pengecekan ini bertujuan untuk memastikan: <i>Outside View and Construction, Outline dimension, Name Plate Data, Types and Quantity of accessories, Paint Coating and Surface Finish shall be visual and have no defect, damage, etc.</i>

2.6.2 Insulation Resistance Test (Uji Tahanan Isolasi)

Pemeriksaan Isolasi bertujuan untuk memverifikasi bahwa isolasi konduktor, aksesoris dan perangkat elektrik sudah baik serta konduktor elektrik dengan konduktor protektif dipastikan tidak terhubung singkat. Pengujian ini juga untuk mengetahui konduktor isolasi yang kurang bagus ketika terjadinya kebocoran arus. Standar pengujian ini merujuk kepada ANSI/ NETA ATS-2009. Hasil Pengukuran dikatakan lulus uji apabila hasil pengukuran lebih besar dari nilai standar minimum, dan dikatakan gagal apabila hasil pengukuran lebih kecil dari nilai standar minimum. Ilustrasi *insulation test* ditunjukkan Gambar 2.

**Gambar 2.**

Ilustrasi *insulation test* menggunakan alat test kyoritsu 3005A

Tabel 6.**Prosedur kerja pengujian insulation resistance test**

No	Prosedur Pekerjaan
1	Pastikan lingkungan dan area objek yang akan diuji sudah aman, Gunakan APD sesuai dengan Standar.
2	Melakukan pelepasan cover bagian belakang dan samping dari panel ATS
3	Sebelum melakukan pengukuran, pastikan bahwa objek yang akan diukur dalam keadaan tidak bertegangan
4	Lepaskan semua koneksi komponen yang terhubung ke jalur listrik, terutama perangkat yang sensitif dan alat instrumentasi
5	Pastikan Pembumian pada objek sudah terhubung dengan baik
6	Siapkan alat uji insulation resistance test yang sudah terkalibrasi dan dalam keadaan baik serta siap pakai
7	Lakukan elektrikal <i>zero</i> pada alat ukur
8	Pasang kabel tes ke terminal yang sudah disediakan pada alat ukur, kemudian nyalakan alat ukur
9	Melakukan setting nominal dari tegangan yang akan digunakan dan pada tampilan alat akan menunjukkan besaran nilai tahanan, tekan dan putar saklar pada alat sesuai dengan kebutuhan pengujian
10	Lihat level tegangan kerja dan level uji tegangan sesuai dengan standar atau tidak.
11	Ukur tahanan insulasi sampai satu menit agar hasil pengukuran sudah stabil dan maksimal
12	Catat hasil pengukuran sesuai dengan checksheet dan dokumentasikan
13	Matikan alat ukur dan lepaskan kabel test dari objek
14	Grounding setiap terminal pada objek yang sudah diuji untuk menghilangkan sisa-sisa tegangan hasil dari pengukuran insulasi, lepaskan kabel test yang terhubung ke alat ukur dan simpan kembali alat uji

Apabila hasil pengukuran gagal, maka pengecekan pada setiap hubungan harus diulang. Dan pastikan bahwa alat tidak ada yang terhubung dengan komponen lainnya

Tabel 7.**Standar Hasil Insulation Test**

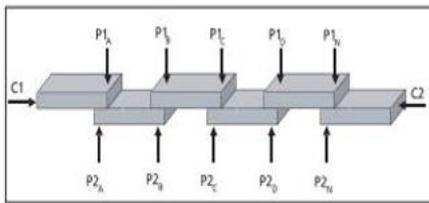
Nominal Rating of Equipment In Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum IR in Mega Ohms	Nominal Rating of Equipment In Volts	Minimum Test Voltage, DC	Recommended Minimum IR in Mega Ohms
250	500	25	8,000	2,500	2,500
600	1,000	100	15,000	2,500	5,000
1,000	1,000	100	25,000	5,000	10,000
2,500	1,000	500	34,500	5,000	100,000
5,000	2,500	1,500	46,000 and above	5,000	100,000

2.6.3 Contact Resistance Test (Uji Tahanan Kontak)

Pengujian tahanan kontak bertujuan untuk mengetahui nilai resistansi pada pemutus tenaga yang diakibatkan adanya titik-titik sambungan yang menyebabkan timbulnya rugi-rugi daya. Semakin besar nilai tahanan kontak maka akan semakin besar rugi daya yang ditimbulkan. Busbar dalam sistem tenaga yang terdiri dari sambungan join busbar dan sambungan lainnya digunakan untuk mengalirkan arus ke elemen-elemen dalam sistem. Koneksi yang dibuat ini dapat terdegradasi oleh getaran dan korosi. Baut diatur kekencangannya dengan torsi tertentu. Salah satu cara yang paling ekonomis untuk menentukan kualitas koneksi adalah dengan mengukur tahanan kontak. Tabel 8 menjelaskan prosedur kerja pengujian *Contact Resistance* dan Gambar 3 menjelaskan ilustrasi koneksi *Busbar* dengan *Busbar* dan alat yang digunakan untuk menguji Resistansinya. Apabila hasil pengukuran gagal, maka pengecekan pada setiap hubungan harus diulang. Dan pastikan bahwa alat tidak ada yang terhubung dengan komponen lainnya.

Tabel 8.**Prosedur kerja contact resistance test**

No	Prosedur Pekerjaan
1	Lakukan sesuai tabel 6 langkah 1 - 5
2	Siapkan alat uji contact resistance yang sudah terkalibrasi dan dalam keadaan baik serta siap pakai
3	Pastikan bahwa alat uji sudah terkalibrasi dan dalam keadaan baik
4	Lakukan elektrikal zero pada alat ukur, pasang kabel test ke terminal yang sudah disediakan pada alat ukur, nyalakan alat ukur dan pada tampilan alat akan menunjukkan besaran nilai tahanan.
5	Tekan tombol start pada alat sesuai dengan kebutuhan pengujian. Lihat level parameter dan level uji tahan kontak (Ohm), tunggu sampai satu menit agar hasil pengukuran sudah stabil dan maksimal.
6	Catat hasil pengukuran sesuai dengan Checksheet dan dokumentasikan
7	Matikan alat ukur dan lepaskan kabel test dari objek, lepaskan kabel test yang terhubung ke alat ukur dan simpan kembali alat uji

**Gambar 3.**

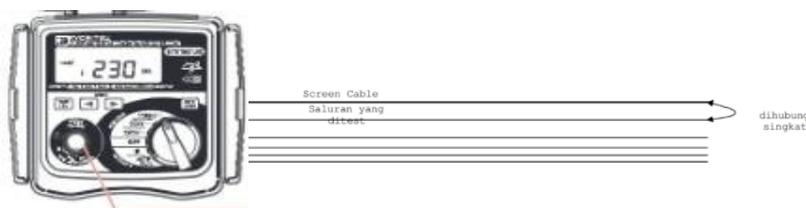
Ilustrasi Koneksi antar Busbar menggunakan alat test DLRO 200

Kriteria uji yang dinilai pada *Contact Resistance Test* adalah:

1. Perbandingan nilai resistansi sambungan baut dengan nilai serupa.
2. Tegangan Uji Resistansi Isolasi dan nilai Resistansi harus sesuai dengan spesifikasi pabrikan
3. Pastikan tidak ada bukti gangguan atau kegagalan isolasi yang diamati pada akhir total waktu tegangan aplikasi selama masa uji tegangan menahan dielektrik.
4. Nilai Mikro Ohm atau Tegangan DC tidak boleh turun hingga melebihi batas normal yang ditunjukkan dalam spesifikasi pabrikan.

2.6.4 Continuity Test (Uji Kontinuitas)

Continuity Test bertujuan untuk memeriksa rangkaian listrik untuk melihat apakah penghantar yang digunakan itu tersambung dengan baik atau terganggu atau terputus. Uji Kontinuitas dilakukan dengan menempatkan tegangan kecil melintasi jalur yang dipilih. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan multimeter, dan apabila kontinuitas kabel baik/ tidak terputus, maka pada alat ukur multimeter akan berbunyi *Buzzer*. Apabila hasil pengukuran gagal, maka pengecekan pada setiap hubungan harus diulang. Dan pastikan bahwa alat tidak ada yang terhubung dengan komponen lainnya. Ilustrasi koneksi *continuity test* ditunjukkan Gambar 4.

**Gambar 4.**

Ilustrasi koneksi continuity test

Tabel 9.Prosedur kerja *continuity test*

No	Prosedur Pekerjaan
1	Lakukan sesuai tabel 6 langkah 1 - 5
2	Siapkan alat uji insulation resistance test yang sudah terkalibrasi dan dalam keadaan baik serta siap pakai
3	Lakukan elektrikal zero pada alat ukur.
4	Kabel yang akan diukur dihubungkan dengan sisi kirim dari Alat Ukur sedang ujung kabel lainnya dihubungkan dengan sisi terima Alat Ukur Continuity Tester.
5	Bila menggunakan Multimeter, ujung kirim dihubungkan dengan Multimeter sedangkan ujung lainnya di shortkan menggunakan jumper untuk kabel R-S, S-T.
6	Alat Ukur pada sisi kirim akan menyalurkan frekuensi sebesar 550 Hz, Bila kontinuitas kabel baik/tidak putus, maka pada alat ukur Multimeter akan terdapat/berbunyi buzzer "Bip" .
7	Selanjutnya untuk kabel berikutnya dilakukan dengan langkah yang sama.
14	Hasil pengukuran setiap kabel (baik atau tidak) dicatat dalam sebuah format yang telah disepakati.

2.6.5 Hipot/HV Test (Uji Dielektrik)

Uji Hipot/ *HV Test* merupakan salah satu pengujian penting yang dilakukan pada peralatan elektrikal seperti *switchgear*, Trafo, dan ATS setelah tiba di lokasi pemasangan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan tidak adanya kebocoran arus yang dapat membahayakan operasional perangkat. Selain itu, pengujian ini juga menilai kualitas isolasi peralatan listrik guna mencegah resiko kegagalan operasional

Uji Hipot menilai arus bocor yang melebihi batas yang telah ditentukan, atau meningkat dengan cepat dengan cara yang tidak terkendali. Batas arus bocor berkisar dari 0.5-20mA secara tipikal. Apabila hasil pengukuran gagal, maka pengecekan pada setiap hubungan harus diulang dan pastikan bahwa alat tidak ada yang terhubung dengan komponen lainnya.

Tabel 10.

Prosedur kerja HV test

No	Prosedur Pekerjaan
1	Siapkan gambar dan alat-alat.
2	Keselamatan Koordinasi dengan personil yang terlibat tentang lingkup pekerjaan.
3	Lepaskan semua peralatan yang dapat rusak dengan uji hipot. Amankan daerah benda uji untuk safety.
4	Pastikan wilayah pengujian bersih.
5	Lakukan test Tahanan Isolasi selama 1 menit per titik uji sebelum uji hipot.
6	Discharge tegangan sisa pada Objek ke tanah menggunakan grounding stick.
7	Lakukan DC / AC hipot test dan peningkatan tegangan perlahan-lahan. Pantau Kebocoran pada interval sampai nilai uji nominal tercapai.
8	Tegangan Nominal AC hipot adalah 2kV, dengan durasi 1 menit per titik uji.
9	Tegangan Nominal untuk AC tes hipot adalah 80% dari nilai tegangan 2kV, durasi 1 menit per titik uji.
10	Catat nilai kebocoran arus setiap 1 menit.
11	Setelah 1 menit, kurangi tegangan rendah perlahan sampai nol dan kemudian matikan tes hipot.
12	Discharge tegangan sisa pada Objek ke Ground menggunakan grounding stick.
13	Lakukan test Tahanan Isolasi untuk 1 menit per titik uji setelah pengujian hipot.
14	Discharge tegangan sisa pada Objek ke tanah menggunakan grounding stick.
15	Catat semuanya pada form yang telah disediakan.

2.6.6 Current Transformer Test (Uji Trafo Daya)

Uji *Current Transformer* bertujuan untuk mengetahui rasio CT, tingkat akurasi, polaritas, *Burden* CT, dan tahanan belitan sesuai dengan *name plate* yang tertera pada CT.

Standar pengujian & standar ratio error yang mengacu ke IEC 61869-2-2012

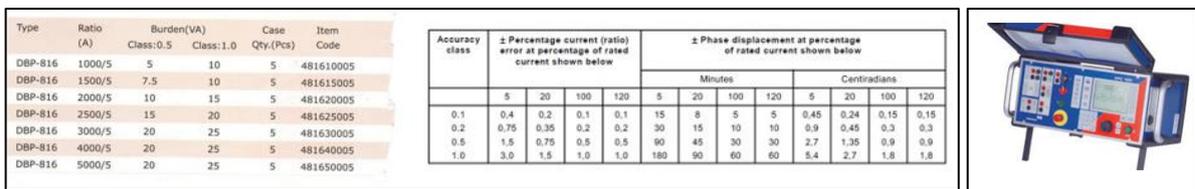
Pengujian Rasio CT menguji rasio error pembacaan arus yang masuk dari sisi primer CT. Apabila CT yang digunakan menggunakan kelas 0.5, maka pada saat alat khusus (CPC100) mengalir daya ke sisi arus primer CT, maka pada sisi arus sekunder CT yang dibaca oleh alat ukur harus memiliki rasio error $\pm 0.5\%$. CPC100 akan otomatis menghitung deviasi dan menampilkan hasil *pass/fail*

Pengujian Polaritas menguji arah arus yang masuk dari sisi primer ke sisi sekunder CT. Apabila CT yang digunakan dialiri arus dengan arah tertentu pada sisi primer CT menggunakan CPC100, maka CPC100 akan mendeteksi arah arus pada sisi sekunder CT. Jika arahnya sesuai, maka CPC100 akan menampilkan hasil “Polarity OK” pada layar CPC100. Jika arah terbalik, maka akan menampilkan hasil “Polarity Negative”.

Pengujian Burden CT bertujuan untuk memastikan daya pada sisi sekunder CT tepat dan sesuai dengan power meter yang dipasang pada panel ATS. Apabila daya sekunder CT yang masuk ke alat ukur melebihi daya yang seharusnya, maka akan terjadi ketidak akuratan pada power meter. Gambar 5 menunjukkan alat ukur yang digunakan.

Tabel 11.
Prosedur Kerja Current Transformer Test

No	Prosedur Pekerjaan
1	Lakukan sesuai tabel 6 langkah 1 - 5
2	Pastikan bahwa alat uji sudah terkalibrasi dan dalam keadaan baik serta siap pakai.
3	Lakukan elektrikal zero pada alat ukur.
4	Pasang kabel test ke terminal yang sudah disediakan pada alat ukur, nyalakan alat ukur
5	Pasang kabel power, kabel primer, kabel sekunder, dan kabel output sesuai warna pada alat uji
6	Pasang kabel primer alat pada terminal primer CT, kabel p1 di sambungkan dengan terminal p1 CT dan kabel p2 disambungkan dengan terminal p2 CT, tekan tombol power (on/off) untuk menghidupkan alat uji
7	Periksa apakah wiring pada CT sudah benar atau tidak dengan cara memastikan hasil pembacaan nilai pada line sudah sesuai dengan pada pembacaan DPM atau tidak, missal ; kita menginject arus pada line R maka pembacaan pada DPM pun harus pada line R juga.
8	Catat hasil pengukuran dan kemudian bandingkan dengan pembacaan pada DPM checksheet dan dokumentasikan, matikan alat ukur dan lepaskan kabel test dari objek.
9	Grounding setiap terminal pada objek yang sudah diuji untuk menghilangkan sisa-sisa tegangan hasil dari pengukuran insulasi.
10	Lepaskan kabel test yang terhubung ke alat ukur dan simpan kembali alat uji.



Gambar 5.
Alat ukur omicron CPC100, spesifikasi tipe CT, dan Standar Akurasi pada CT.

2.6.7 Bolt Tightening Torque Test (Uji kerapatan torsi baut)

Pengencangan baut pada ATS, angkur pada pondasi, dan baut-baut yang tersambung pada busbar dan busduct bertujuan untuk menghindari adanya intermitten contact yang akan menyebabkan besarnya nilai dari tahanan kontak dan menghasilkan panas pada setiap sambungan busbar. Penggunaan baut standar dan kunci torsi yang telah terkalibrasi akan meminimalisir terjadinya getaran pada pondasi genset dan memperkuat sambungan antar komponen mesin.

Hasil pengencangan torsi dikatakan lulus uji apabila sudah terdengar suara crack pada kunci torsi yang sudah sesuai dengan standar kekuatan torsi pada kualitas baut (Tabel 12). Apabila hasil pengencangan gagal, maka perlu disiapkan baut untuk mengganti yang rusak/patah. Kemudian lakukan penorsian ulang pada baut yang rusak dan setelahnya diberi *marking*.

Tabel 12.

Standar torsi berdasarkan ukuran baut

<i>Marking bolt</i>		4.6		4.8		8.8 / 9.8		10.9	
<i>Diameter</i>	<i>Wrench Size</i>	<i>Max Torsi</i>		<i>Max Torsi</i>		<i>Max Torsi</i>		<i>Max Torsi</i>	
		<i>Lb.ft</i>	<i>NM</i>	<i>Lb.ft</i>	<i>NM</i>	<i>Lb.ft</i>	<i>NM</i>	<i>Lb.ft</i>	<i>NM</i>
<i>M5</i>	<i>8 mm</i>	1.5	2.5	2	3	4.5	6	6.5	9
<i>M6</i>	<i>10 mm</i>	3	4	4	5.5	7.5	10	11	15
<i>M8</i>	<i>13 mm</i>	7	9.5	10	13	18	25	26	35
<i>M10</i>	<i>16 mm</i>	14	19	18	25	37	50	55	75
<i>M12</i>	<i>18 mm</i>	26	35	33	45	63	85	97	130
<i>M16</i>	<i>24 mm</i>	59	80	85	115	159	215	232	315
<i>M18</i>	<i>27 mm</i>	74	100	110	150	170	230	-	-

Tabel 13.

Prosedur kerja bolt thightening torque test

<i>No</i>	<i>Prosedur Pekerjaan</i>
1	Kendurkan mur Penyetel
2	Geser baji penyetel sepanjang skala sampai indicator segaris dengan nilai pengencang yang diinginkan (Sesuai dengan Tabel Rekomendasi Nilai Beban Torsi).
3	Kencangkan mur penguncinya.
4	Pasang kunci yang sesuai dengan ukuran mur yang akan di kencangkan pada penggerak kunci momen
5	Masukan kunci soket pada mur yang akan dikencangkan
6	Tempatkan tangan kiri di ujung penggerak dan tangan kanan pada tangkal kunci momen. Tarik secara merata dengan tangan kanan sampai terdengar bunyi klik
7	Bunyi Klik mengindikasikan bahwa nilai torsi telah tercapai
8	Beri tanda baut yang telah di kencangkan oleh kunci momen menggunakan cat mengenai mur dan baseplate nya.

Apabila seluruh rangkaian pengujian ini telah dilaksanakan dan diterima oleh baik oleh para pengawas dari masing-masing pihak, maka proses selanjutnya adalah melakukan energize, yaitu menghidupkan Genset secara otomatis untuk dialirkan ke jalur instalasi listrik gedung, dimana ATS akan berperan sebagai pemicu pemindahan jalur primer sumber listrik dari PLN ke Genset.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menimbang dan memperhatikan metode pelaksanaan diatas, maka diperlukan staff yang ahli dalam memproses seluruh kegiatan yang disebutkan diatas. Staff ini merupakan bagian dari kontraktor pemasang ATS yang memiliki tugas dan tanggung jawabnya masing-masing.

3.1 Hasil-hasil Pengujian

a. *Visual & Dimensional Test* (Uji Visual & Ukuran

Hasil pengujian *visual & dimensional test* memastikan kesesuaian antara unit ATS yang datang ke proyek sesuai dengan dokumen pabrik yang dikeluarkan setelah dilakukan FAT (*Factory Acceptence Test*) bersama dengan Vendor. Selain itu, pengujian ini juga memastikan kelengkapan komponen, kode unit, ukuran, lokasi pemasangan, instalasi

lapangan (seperti dudukan pada pedestal, *mounting, grounding*, kerapihan jalur kabel, labeling, dan lain-lain) sesuai dengan gambar kerja yang telah disepakati bersama. Gambar 9 merupakan dokumen yang merepresentasikan kesesuaian ATS dengan dokumen-dokumen yang telah disepakati.

Pengujian Visual & Pengukuran telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 6.

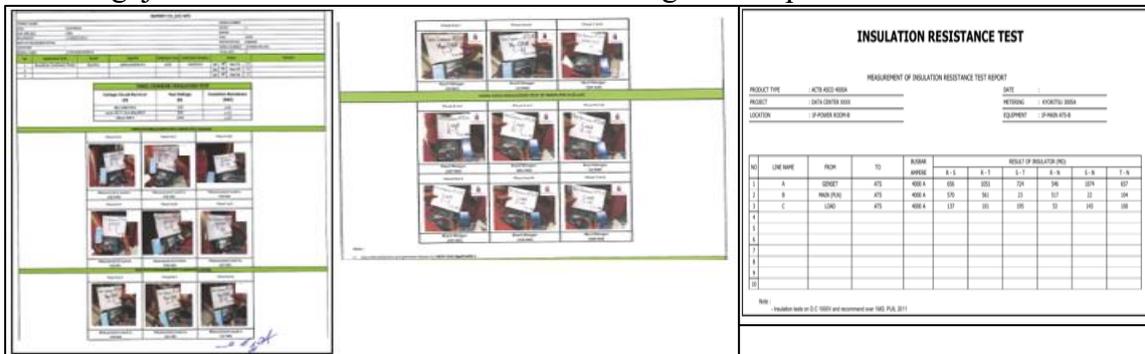


Gambar 6.

Hasil pengujian visual & dimensional test

b. Insulation Resistance Test (Uji Tahanan Isolasi)

Pengujian Tahanan Isolasi telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 7.



Gambar 7.

Hasil pengujian insulation resistance test

c. Contact Resistance Test (Uji Tahanan Kontak)

Pengujian Tahanan Kontak telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 8.



Gambar 8.

Hasil pengujian contact resistance test

Hasil pengujian ini dinyatakan aman karena hasil uji pada form *Contact Resistance Test* (Gambar 11) menyatakan *Drop Voltage* tidak lebih dari ambang batas yaitu 3mV dan resistansi dibawah $30\mu\Omega$. Arus yang di injeksi sebesar 100A dan tegangan yang jatuh tidak jauh berbeda dari arus yang di injeksi. Artinya koneksi ATS dalam keadaan optimal, bersih dari kotoran maupun karat.

d. Continuity Test (Uji Kontinuitas)

Pengujian Tahanan Isolasi telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 9.



Gambar 9.
Hasil pengujian continuity test

Hasil pengujian dinyatakan aman, seluruh instalasi per masing-masing fase R, S, T, dan N mengeluarkan suara *Buzzer* yang artinya instalasi mengalir dari ujung-ujung titik pengujian dan tidak terputus ditengah-tengah sirkuit. Jikalau *Buzzer* tidak berbunyi, artinya instalasi di busbar atau kabel didalam ATS ada kerusakan ataupun terpotong, sehingga berbahaya jika dialiri listrik.

e. Current Transformer Test (Uji Trafo Daya)

Pengujian *Current Transformer Test* dilakukan 3 jenis pengujian, yaitu Pengujian Rasio, *Burden*, dan *Polarity*. Pengujian telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 10, 11, dan 12.



Gambar 10.
Hasil Pengujian Ratio Test

MAIN CONTRACTOR	CONSTRUCTION MANAGEMENT	SET CONSULTANT	OWNER

Cx_L2 TEST ATS			
ATS Name	1F-ATS-A	Manufacturer	1 21 78 NFI 1 - 001 WA
Type of ATS	2Pole 4W	Serial Number	1202
Location	70x70 DPM A	Year of manufacture	1998
Does of implementation	4000 A	Standard	IEC 947-1 IEC 60364-4-410
Verification	4000 A		

Visual Inspection		Checked	Result
1. Name plate data matches design documentation referenced in Section A.	✓	OK	Not OK
2. Equipment is mounted in its final location per the design drawings, plans and specifications.	✓	OK	Not OK
3. Equipment tag leg lengths.	✓	OK	Not OK
4. Mechanical damage to ATS, nuts, bolts, and washers.	✓	OK	Not OK
5. ATS support pad is adequate to the load and level.	✓	OK	Not OK
6. Equipment is appropriately anchored and aligned with required area clearances.	✓	OK	Not OK
7. ATS is easily accessible from energizing side.	✓	OK	Not OK
8. Terminal, terminals installed in accordance with Section A Reference documentation.	✓	OK	Not OK
9. The absence of mounting height clearance at the junction cover and mounting base.	✓	OK	Not OK
10. Holes cover with or seals at ATS	✓	OK	Not OK
11. Inspections and mechanical test are performed as recommended by the manufacturer.	✓	OK	Not OK
12. Change log entries are included according to specifications.	✓	OK	Not OK

Measurement of Ratio & Polarity Current Transformer						
No.	Phase	Sec. Term	Result Ratio	Device	Polarity	Result
1	L1	S1-S2	4000 / 4000	OK	OK	OK
2	L2	S1-S2	4000 / 4000	OK	OK	OK
3	L3	S1-S2	4000 / 4000	OK	OK	OK

Measurement of Burden Current Transformer						
No.	Phase	Sec. Term	V knee	I knee	Result	
1	L1	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
2	L2	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
3	L3	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK

Measurement of Burden Voltage Transformer						
No.	Phase	Sec. Term	V knee	I knee	Result	
1	L1	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
2	L2	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
3	L3	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK

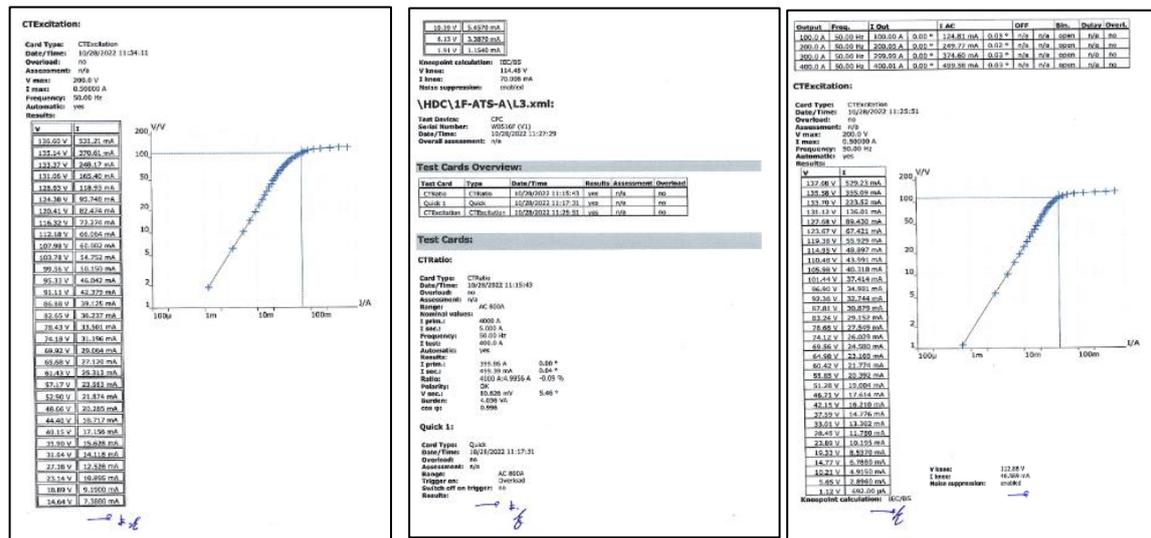
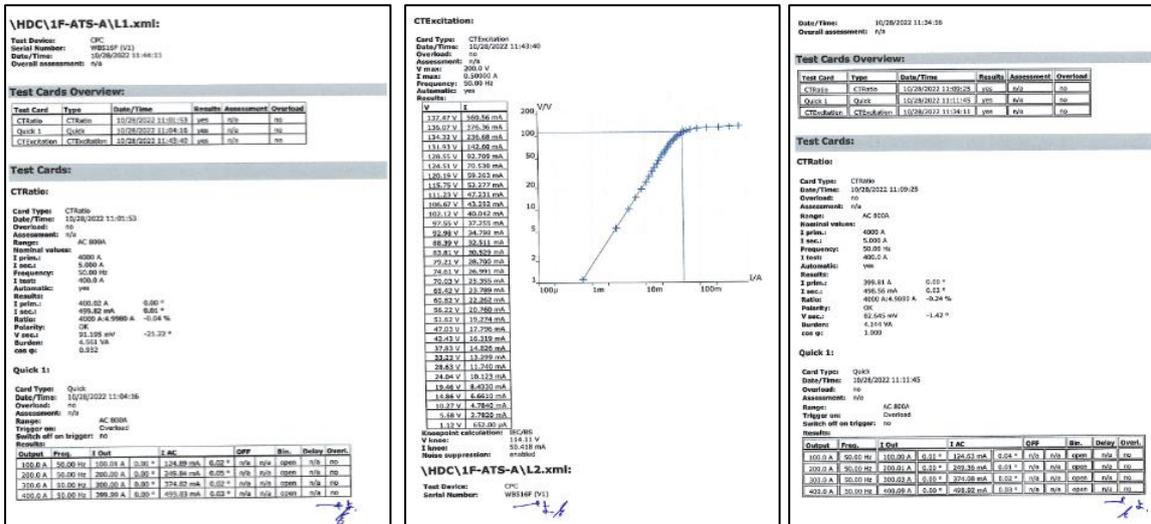
Measurement of Burden Voltage Transformer						
No.	Phase	Sec. Term	V knee	I knee	Result	
1	L1	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
2	L2	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK
3	L3	S1-S2	795.11 V	50.00 mA	OK	OK

Measurement of DPM with Primary Injector						
Phase L1						
No.	CT ratio	Inject Current Primary	Monitoring Device	Expected Current Reading	Actual Device Current Reading	Result
1	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
2	500 A	500 A	Schneider	500 A	0.500 mA	OK
3	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
4	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK

Phase L2						
No.	CT ratio	Inject Current Primary	Monitoring Device	Expected Current Reading	Actual Device Current Reading	Result
1	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
2	500 A	500 A	Schneider	500 A	0.500 mA	OK
3	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
4	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK

Phase L3						
No.	CT ratio	Inject Current Primary	Monitoring Device	Expected Current Reading	Actual Device Current Reading	Result
1	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
2	500 A	500 A	Schneider	500 A	0.500 mA	OK
3	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK
4	500 A	500 A	PM600	500 A	0.500 mA	OK

Gambar 11. Hasil pengujian polaritas, beban, knee Point & DPM with primary injector.



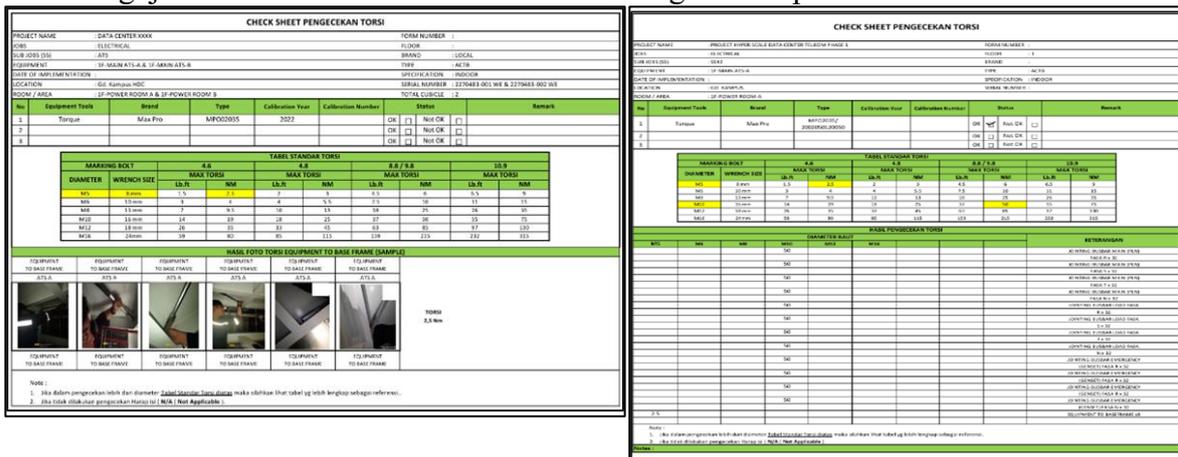
Gambar 12. Hasil pembacaan CPC100 atas pengujian current transformer

Pengujian Rasio, Burden, dan Polaritas dinyatakan aman dan sesuai dengan standar, dimana:

- a. Deviasi rasio CT berada dibawah 0,5% (0.04 – 0.14% pada fasa R, S, dan T)
 - b. Hasil uji Burden Test masih dibawah standar yaitu 25VA (hasil uji dikisaran 4.03 – 4.94VA), Knee Point diatas 5V (hasil uji 114,44 – 112,88V), dan pembacaan pada DPM (*Digital Power Monitoring*) sesuai dengan *primary injection* yang dialiri oleh alat CPC100
 - c. Hasil uji *polarity* yang dikeluarkan oleh alat CPC100 menyatakan bahwa *Polarity* sesuai (OK)
- Pengujian ini menghasilkan data yang memastikan keakuratan pembacaan dari Power Meter hasil dari konversi daya current transformer.

f. Bolt Tightening Torque Test (Uji kerapatan torsi baut)

Pengujian Tahanan Isolasi telah dilakukan dengan hasil pada Gambar 13.



Gambar 13.

Hasil pengujian bolt tightening torque test

Pengujian *Bolt Tightening Torque* dinyatakan aman karena nilai hasil uji seluruh koneksi baut pada busbar berada pada torsi 50NM (baut M10) dan 2,5NM (baut M5), hasil dari seluruh pengujian dibuatkan 1 tabel yang menyatakan status dari masing-masing pengujian seperti terlihat pada Tabel 14.

Tabel 14.

Kesimpulan hasil tiap pengujian

No	Jenis Pengujian	Status
1	Visual & Dimensional Test	OK
2	Insulation Resistance Test	OK
3	Contact Resistance Test	OK
4	Continuity Test	OK
5	Current Transformer Test	OK
6	Torque Tightening Bolt Test	OK

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian ATS di proyek *Data Center*, tidak ditemukan adanya cacat pada produk, malfungsi pada sistem distribusi daya, dan kegagalan individual test. Masing-masing pengujian merepresentasikan kehandalan ATS ini sehingga dinyatakan handal dan siap untuk dialiri arus baik primer (PLN) maupun sekunder (Genset).

Selain berperan sebagai pengendalian kualitas, *Individual Test* turut berkontribusi dalam meningkatkan kesadaran pihak teknis akan pentingnya konsistensi pelaksanaan prosedur kerja. Implementasi hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data tidak hanya mengidentifikasi kelemahan sistem beroperasi, tetapi juga membangun budaya pemeriksaan menyeluruh yang lebih sistematis dan terukur.

Saran-saran pengembangan yang dapat diberikan sebagai berikut:

- a. Integrasikan data historikal dan prediktif dengan cara mengembangkan sistem pencatatan digital untuk merekam hasil uji individual test sebagai bahan analisis dimasa mendatang.
- b. Studi perbandingan terhadap Metode Non-destruktif lain dengan melakukan studi lanjutan mengenai efektifitas metode lain, seperti *Thermal Imaging* atau pengujian impedansi sambungan untuk memastikan kualitas sambungan listrik.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 04-7018-2004: Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga*. Jakarta: BSN.
2. Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 0225:2011 – Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)*. Jakarta: BSN.
3. NETA. (2009). *ANSI/NETA Standard for Acceptance Testing Specifications for Electrical Power Equipment and Systems*. InterNational Electrical Testing Association.
4. *IEC 60947-6-1:2021 – Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment*, Geneva: IEC, 2021. International Electrotechnical Commission.
5. *IEC 61869-2:2012 – Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers*. Geneva: IEC, 2012. International Electrotechnical Commission (IEC).
6. *NFPA 70B: Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance*, Quincy, MA: NFPA, 2023. National Fire Protection Association.
7. Telecommunications Industry Association (TIA). (2012). *ANSI/TIA-942-A: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*. Arlington, VA: TIA Standards and Technology Department.