Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)
Vol.1, No.2 Juni 2022
e-ISSN: 2963-7805; p-ISSN: 2963-8208, Hal 15-22

Analisis Pengukuran Tahanan Kontak dan Tahanan Pertanahan Pada Pemutus Tenaga

Prabowo Darminto
Program Studi Teknik Elektro Universitas Panca Budi Medan, Indonesia
Korespondensi penulis: prabowodarminto2@gmail.com

Abstract. *The process of maintaining the circuit breaker (PMT) is very important, including measuring contact resistance, to find out if the PMT contact is still operating properly or if it needs to be repaired, as well as grounding detention to determine how to prevent dangerous shock voltages and human equipment. In the contact resistance on the object PMT bay Cikarang I Jababeka substation has been analyzed and made a comparison between measurements with a micro ohm meter and manual calcualtions. The PMT contact calue for each phase R, S, T is 38 μΩ, 89 μΩ, 40 μΩ. This shows that the contact limit at PMT is still below the normal limit, according to PLN standards of R < 100 μΩ. The comparison presentation between contact limit mesurements using a micro ohm meter with manual calculations for each R, S, T phase is below 1%. The value of the PMT grounding resistance measurement in each phase R, S, T is 0,23 Ω, 0,19 Ω, 0, 31 Ω. That indicates that the grounding system is still good, according to the PUIL 2000 standard of ≤ 1 Ω.*

Keywords: *Substasions, circuit braker, contact resistance, grounding resistance.*

Abstrak. Proses pemeliharaan pemutus tenaga (PMT) sangat penting dilakukan diantaranya pengukuran tahanan kontak, untuk mengetahui kondisi kontak PMT masih beroperasi dengan baik atau sudah perlu dilakukan perbaikan, serta tahanan pentanahan untuk mengetahui nilainya agar mencegah terjadinya tegangan kejut yang berbahaya bagi manusia dan peralatan. Dalam pengukuran tahanan kontak dan tahanan pentanahan pada objek PMT bay Cikarang I Gardu Induk 150 kV Jababeka telah dianalisis dan dilakukan perbandingan antara pengukuran dengan micro ohm meter dan perhitungan manual. Nilai tahanan kontak PMT pada masing-masing fasa R, S, T, sebesar 38 μΩ, 89 μΩ, 40 μΩ. Hal ini menunjukkan bahwa tahanan kontak pada PMT masih dibawah batas normal, menurut standar PLN sebesar R < 100 μΩ. Presentase kesalahan untuk perbandingan antara pengukuran tahanan kontak menggunakan micro ohm meter dengan perhitungan manual pada masing-masing fasa R, S, T sebesar dibawah 1%. Nilai pengukuran tahanan pentanahan PMT di setiap fasa R, S, T sebesar 0,23 Ω, 0,19 Ω, 0, 31 Ω. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pentanahan masih baik, menurut standar PUIL 2000 sebesar ≤ 1 Ω.

Kata kunci: Gardu induk, pemutus tenaga, tahanan kontak, tahanan pertanahan.

Received April 07, 2022; Revised Mei 2, 2022; Juni 22, 2022
* Prabowo Darminto, prabowodarminto2@gmail.com

LATAR BELAKANG

Dalam sebuah perusahaan tenaga listrik yang bergerak di segala sektor mengenai ketenagalistrikan seperti pembangkit, transmisi, dan distribusi, pemeliharaan sarana instalasi memegang peranan penting dalam menunjang kualitas dan keandalan penyediaan tenaga listrik kepada konsumen. Pemeliharaan sarana instalasi menjadi salah satu proses kegiatan yang bertujuan menjaga kondisi peralatan tenaga listrik, sehingga dalam pengoperasiannya peralatan dapat selalu berfungsi dengan baik sesuai standar yang telah ditentukan PT. PLN (Persero) (Bukit, 2022).

Berdasarkan IEV (*International Electrotechnical Vocabulary*) 441-14-20 disebutkan bahwa *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar / *switching* mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi hubung singkat atau *short circuit* (Tommy, 2022).

KAJIAN TEORITIS

Seiring lamanya pengoperasian pemutus tenaga (PMT), maka sangat diperlukan pengecekandan pengukuran salah satu pada tahanan kontak. Rangkaian tenaga listrik sebagian besar terdiri dari banyak titik sambungan (Walid, 2022). Dimana sambungan ialah dua atau lebih permukaan dari beberapa jenis konduktor bertemu secara fisik dan pertemuan dari beberapa konduktor ini yang menyebabkan adanya suatu hambatan/resistan. Jadi tahanan kontak adalah adanya pertemuan dari beberapa konduktor yang menyebabkan suatu hambatan/resistan. Tujuan dari pengukuran tahanan kontak ini untuk mengetahui nilai tahanan kontak yang harus seminimal mungkin agar PMT beroperasi dengan baik. Dalam pengukuran tahanan kontak pada pemutus tenaga (PMT) menggunakan alat ukur *mikro ohm meter*(Syahfitri, 2022).

Selain itu, dalam suatu gardu induk dibtuhkan suatu sistem resistansi pentanahan ynag baik.hal ini dimaksud agar ketika terjadi gangguan ke tanah pada gardu induk tidak akan membahayakan keselamatan manusia, sebab arus gangguan akan mengalir pada bagian peralatan dan ke piranti pentanahan. Hal ini akan menimbulkan pada permukaan tanah yang berbahaya bagimanusia dan peralatan yang berada di area gardu induk. Oleh sebab itu diperlukan sistem pentanahan yang baik dan efektif. Dalam pengukuran tahanan pentanahan dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester*(Pahlevi, 2022).

METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dengan teknik yang digunakan berupa teknik penelitian lapangan untuk melakukan pengukuran tahanan kontak dan tahanan pentanahan pada Pemutus Tenaga (PMT). Adapun metode perhitungan yang digunakan dalam menganalisis tahanan kontak dan tahanan pentanahan dengan perhitungan manual (Handika, 2022).

Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)
Vol.1, No.2 Juni 2022
e-ISSN: 2963-7805; p-ISSN: 2963-8208, Hal 15-22

Pada pengukuran tahanan kontak, dilakukan saat kondisi kontak-kontak PMT tertutup(*close*). Pengukuran dilakukan terhadap terminal fasa R dan titik *grounding*, terminal fasa S dan titik *grounding*, terminal fasa T dan titik *grounding*. Nilai standar pengukuran tahanan kontak pada pemutus tenaga ditetapkan sebesar R < 100 μΩ (sesuai dengan P3B O&M PMT/001.01 danSK Direksi Tahun 2012/2013).

Faktor yang mempengaruhi nilai resistansi pentanahan yaitu, tahanan jenis tanah (ρ), panjang elektroda pentanahan, dan luas *switchyard* gardu induk. Jenis tahanan pentanahannya yaitu pasir basah bernilai 200 Ωm. Nilai standar mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini yaitu ≤ 1 ohm. Dijelaskan bahwa nilai sebesar 1 Ω merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistansi pentanahan (*grounding*) yang masih bisa ditoleransi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Tahanan Kontak Pada PMT Fasa R

Gambar 1. Hasil tahanan kontak pada PMT fasa R.

Dapat dilihat pada *display*, bahwa nilai tahanan kontak pada PMT fasa R adalah 38 μΩ. Darihasil pengukuran tersebut nilai tahanan kontak masih dibawah 100 μΩ dan dapat dikatakan tahanan kontak pada PMT fasa R dalam keadaan baik atau masih layak digunakan.

Dari gambar 1 dengan menekan tombol Ω akan diketahui hasil pengukuran tegangan yang tercantum pada alat ukur *micro ohm meter*, nilai tegangan disini merupakan nilai tegangan jatuh(*voltage drop*) seperti pada gambar 5 sebagai berikut.

Dapat dilihat pada *display*, hasil pengukuran tegangan pada PMT fasa R adalah 3,82 mV. Nilai tersebut akan dimasukkan pada perhitunggan, kemudian dibandingkan antara hasil perhitungan dan pengukuran menggunakan alat ukur *micro ohm meter*.

Hasil Pengukuran Tahanan Kontak Pada PMT Fasa S

Hasil pengukuran tahanan kontak pada PMT fasa S adalah seperti pada gambar 6 berikut.

Gambar 2. Hasil pengukuran tahanan kontak pada PMT fasa S

Dapat dilihat pada *display*, bahwa nilai tahanan kontak pada PMT fasa S adalah 39 μΩ. Darihasil pengukuran tersebut nilai tahanan kontak masih dibawah 100 μΩ dan dapat dikatakan tahanan kontak pada PMT fasa S dalam keadaan baik atau masih layak digunakan.

Dari gambar 6 dengan menekan tombol Ω akan diketahui hasil pengukuran tegangan yang tercantum pada alat ukur *micro ohm meter*, nilai tegangan disini merupakan nilai tegangan jatuh (*voltage drop*) seperti pada gambar 7 sebagai berikut:

Gambar 3. Hasil pengukuran tegangan pada PMT fasa S

Dapat dilihat pada display, hasil pengukuran tegangan pada PMT fasa S adalah 3,90 mV. Nilai tersebut akan dimasukkan pada perhitunggan, kemudian dibandingkan antara hasil perhitungan dan pengukuran menggunakan alat ukur *micro ohm meter*.

Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)
Vol.1, No.2 Juni 2022
e-ISSN: 2963-7805; p-ISSN: 2963-8208, Hal 15-22

Hasil Pengukuran Tahanan Kontak Pada PMT Fasa T

Hasil pengukuran tahanan kontak pada PMT fasa T adalah seperti pada gambar 4 berikut.

Gambar 4. Hasil pengukuran tahanan kontak pada PMT fasa T

Dapat dilihat pada *display*, bahwa nilai tahanan kontak pada PMT fasa T adalah 40 μΩ. Darihasil pengukuran tersebut nilai tahanan kontak masih dibawah 100 μΩ dan dapat dikatakan tahanan kontak pada PMT fasa T dalam keadaan baik atau masih layak digunakan.

Dari gambar 4 dengan menekan tombol Ω akan diketahui hasil pengukuran tegangan yang tercantum pada alat ukur *micro ohm meter*, nilai tegangan disini merupakan nilai tegangan jatuh (*voltage drop*) seperti pada gambar 9 sebeagai berikut.

Gambar 5. Hasil pengukuran tegangan pada PMT fasa T

Dapat dilihat pada *display*, hasil pengukuran tegangan pada PMT fasa T adalah 4,04 mV. Nilai tersebut akan dimasukkan pada perhitunggan, kemudian dibandingkan antara hasil perhitungan dan pengukuran menggunakan alat ukur *micro ohm meter*.

Perhitungan Tahanan Kontak Pada Fasa R

Sesuai dengan hasil alat ukur *micro ohm meter* pada fasa R tercantum arus dan tegangan. Pada saat pengukuran seperti pada gambar 2 diketahui nilai arus (I) sebesar 101 A, dan nilai tegangan (V) sebesar 3,82 mV. Nilai arus dan tegangan tersebut akan dimasukkan pada perhitungan menggunakan rumus Hukum Ohm agar dapat diketahui nilai tahanan kontak pada PMT fasa R. Maka didapat nilai tahanan kontak yaitu 37,8 μΩ. Hasil perhitungan pada fasa R akan dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan *micro ohm meter* pada fasa R.

Perhitungan Tahanan Kontak Pada Fasa S

Sesuai dengan hasil alat ukur *micro ohm meter* pada fasa S tercantum arus dan tegangan. Pada saat pengukuran seperti pada gambar diketahui nilai arus (I) sebesar 100 A, dan nilai tegangan (V) sebesar 3,90 mV. Nilai arus dan tegangan tersebut akan dimasukkan pada perhitungan menggunakan rumus Hukum Ohm agar dapat diketahui nilai tahanan kontak pada PMT fasa S. Maka didapat nilai tahanan kontak yaitu 39 μΩ. Hasil perhitungan pada fasa S akandibandingkan dengan hasil pengukuran dengan *micro ohm meter* pada fasa S.

Perhitungan Tahanan Kontak Pada Fasa T

Sesuai dengan hasil alat ukur *micro ohm meter* pada fasa T tercantum arus dan tegangan. Pada saat pengukuran seperti pada gambar 6 diketahui nilai arus (I) sebesar 100 A, dan nilai tegangan (V) sebesar 4,04 mV. Nilai arus dan tegangan tersebut akan dimasukkan pada perhitungan menggunakan rumus Hukum Ohm agar dapat diketahui nilai tahanan kontak pada PMT fasa T. Maka didapat nilai tahanan kontak yaitu 40,4 μΩ. Hasil perhitungan pada fasa T akan dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan *micro ohm meter* pada fasa T.

Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan

Hasil perbandingan antara pengukuran tahanan kontak dengan *micro ohm meter* seperti pada tahanan R, S, T dan perhitungan menggunakan rumus yang sudah diketahui pada uraian sebelumnya dimana Hh adalah hasil hitung dan Hp adalah hasil pengukuran, maka jika dihitung manualpada masing-masing fasa yaitu:

- Fasa R = 0,52%
- Fasa S = 0%
- Fasa T = 0,99%

Dalam pengukuran tahanan kontak terdapat nilai arus dan tegangan. Nilai arus pada fasa R,S, dan T berbeda karena pada saat memberikan arus dalam memposisikan range arus tidak akuratpada titik 100 A. sedangkan nilai tegangan pada fasa R, S, dan T berbeda karena hasil ukur antaraarus yang diberikan dengan hambatan yang diperoleh dari pengujian tahanan kontak tersebut. Akan tetapi, dapat dikatakan pegukuran tahanan kontak pada PMT bay Cikarang I ini terbilang baik dan setelah dibandingkan dengan perhitungan manual haislnya tidak jauh berbeda dan nilai kesalahan tidak tinggi.

Pengaruh Nilai Tahanan Kontak Pada Pemutus Tenaga (PMT)

Nilai tahanan kontak pada PMT yang normal harus (acuan awal) disesuaikan denganpetunjuk/manual dari masing-masing pabrikan PMT (dikarenakan nilai ini akan berbeda antar merk), namun apabila di petunjuk/manual dari pabrikan tidak mencantumkan nilai tersebut, makadapat menggunakan nilai standar R<100 μΩ (sesuai dengan P3B O dan M PMT/001.01). Pada pemutus tenaga (PMT) nilaii tahanan kontak harus dibawah 100 μΩ karena untuk mencegah terjadinya panas pada kontak pemutus tenaga tersebut.

Proses terjadinya panas bukan karena nilai tahanan kontak, melainkan oleh arus yang mengalir pada pemutus tenaga. Pertemuan dari beberapa konduktor menyebabkan suatu hambatan terhadap arus yang melaluinya, sehingga mengakibatkan panas dan kerugian teknis.

Dapat dicontohkan jika nilai tahanan kontak adalah 1 Ω dan arus yang mengalir 100 A, pemutus tenaga beroperasi dalam satu hari (t = 24 x 60 x 60 = 86400 detik), dan untuk mendapatkan nilai P dan E, maka dengan menggunakan persamaan 2 dan 3, didapat P = 10.000 Watt dan E = 864 Mega Joule.

Untuk menjadi panas dari energy akan dikonversikan menjadi kalori, karena 1 joule = 0,24 kalori. Dengan demikian panas yang timbul pada tahanan kontak dapat dihitung dengan Q = 0,24x E, maka didapat Q = 203.040.000 kalori.

Dari uraian perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa jika nilai tahanan kontak besar akanberpengaruh dan dapat menimbulkan panas pada kontak pemutus tenaga.

Untuk mengetahui batas panas atau kalori dapat ditinjau dari batas standar tahanan kontak yaitu 100 μΩ. Dengan demikian jika nilai tahanan kontak 100 μΩ dan arus yang mengalir adalah100 A, pemutus tenaga beroperasi dalam waktu satu hari (t = 24 x 60 x 60 = 86400 detik), dan untuk mendapatkan nilai P dan E, maka dengan menggunakan persamaan 2 dan 3, didapat P = 1 Watt dan E = 86400 Joule.

Untuk menjadi panas dari energy akan dikonversikan menjadi kalori, karena 1 joule = 0,24 kalori. Dengan dmeikian panas yang timbul pada tahanan kontak dapat dihitung dengan Q = 0,24x E, maka didapat Q = 20.304 kalori.

Dari kedua uraian perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai tahanan kontak berpengaruh terhadap PMT, jika nilai tahanan kontak besar dalam jangka lama maka kontak pemutus tenaga akan panas dan akan terjadi *break down* atau terjadinya kerusakan. Sedangkan jika nilai tahanan kontak kecil sesuai batas standar kontak, maka pemutus tenaga akan beroperasidengan baik tanpa adanya kerusakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur *micro ohm meter*. Nilai tahanan kontak pada masing-masing fasa R, S, T yaitu 38 μΩ, 89 μΩ, 40 μΩ terbilang baik karena dibawah 100 μΩ, dengan demikian pemutus tenaga dalam keadaan baik atau masih layak digunakan. Dalam pemutus tenaga (PMT) nilai tahanan kontak sangat berpengaruh, karena jika nilai tahanan kontak besar akan menyebabkan panas dan kerugian teknis. Perbandingan hasil pengukuran tahanan kontak dengan *micro ohm meter* dan perhitungan manual dapat disimpulkanbahwa nilai tahanan kontak PMT masing-masing fasa R, S, dan T tersebut tidak jauh berbeda, dan presentase kesalahan terhitung kecil yaitu dibawah 1%. Sistem pentanahan sangat vital karenasebagai sistem pengaman untuk gardu induk. Nilai tahanan pentanahan tidak boleh melebihi standar PUIL 2000 sebesar 1 ohm. Pengukuran tahanan pentanahan menggunakan alat ukur *earthground tester*.

DAFTAR REFERENSI

Bukit, M. (2022). Analisis Pengaruh Penambahan Beban Pada Tahan Stator Terhadap Putaran Motor Induksi Tiga Phasa. *Jurnal Minfo Polgan*, *10*(2), 36–40. https://doi.org/10.33395/jmp.v10i2.11461

Handika, D. M. (2022). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular Untuk Aplikasi 5G. *Data Sciences Indonesia (DSI)*, *2*(1), 9–12. https://doi.org/10.47709/dsi.v2i1.1518

Pahlevi, R. N. (2022). ANALISIS DAN RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKUR LAMPU LALU LINTAS UNTUK KEADAAN DARURAT. *Jurnal Deli Sains Informatika*, *1*(2). www.arduino.cc

Syahfitri, E. S. (2022). RANCANG BANGUN MESIN CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROL) BERBASIS MIKROKONTROLLER. *Jurnal Deli Sains Informatika*, *1*(2).

Tommy, A. (2022). Implementation of a Gas Leakage Detection System Using the MQ-6 Sensor. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, *2*(1), 17–21. https://doi.org/10.47709/brilliance.v2i1.1536

Walid, F. (2022). Analisis Pengaruh Kecepatan Terhadap Penggunaan Daya Listrik Pada Solar Boat RE15. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, *2*(2), 2809–476. https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i2.1527