

Alat Ukur Elektronik dan Cara Memakainya



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

Alat Ukur Elektronik dan Cara Memakainya

Penulis :

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom., M.Si., MM.

ISBN : 9 786235 734866

Editor :

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom.

Penyunting :

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yudianto, S.Ds., M.Kom.

Penebit :

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : info@stekom.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur pada Tuhan Yang Maha Esa bahwa buku yang berjudul “**Alat Ukur Elektronik dan Cara Memakainya**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Instrumen pengukuran dan pengujian listrik digunakan dalam pemasangan, alat ukur untuk reparasi, dan pemeliharaan semua jenis kelistrikan, terutama di fasilitas komersial dan industri. Teknisi listrik dan teknisi yang terlibat dalam pemasangan, pemeliharaan, dan perbaikan peralatan listrik memerlukan pengetahuan kerja yang baik tentang instrumen pengujian portabel dan bagaimana mereka digunakan untuk mendiagnosis dan memperbaiki masalah di lapangan.

Buku ini menjelaskan teknik Alat Ukur Untuk reparasi untuk mengidentifikasi masalah tersebut menggunakan instrumen pengujian peralatan. Meskipun mencakup banyak jenis peralatan uji, buku ini menekankan penggunaan multimeter digital (DMM), alat diagnostik ahli listrik yang paling umum dan serbaguna. Buku alat ukur elektronik dan cara memakainya mencakup penggunaan multimeter digital (DMM) dan peralatan pengujian lainnya sebagai alat ukur sirkuit listrik dan elektronik yang digunakan untuk aplikasi daya dan kontrol. Secara umum, ini berkonsentrasi pada peralatan elektromekanik dan induktif tradisional yang ditemukan di hunian komersial dan industri—motor, transformator, penerangan, dan peralatan distribusi daya.

Secara umum, buku ini tidak mencakup pengujian dan Alat Ukur untuk reparasi jenis peralatan dan sistem berikut ini: Sistem komunikasi. Penggunaan penganalisa kabel jaringan, *optical time domain reflectometers* (OTDRs), pengukur daya optik, dan peralatan lain yang digunakan untuk menguji dan pengukuran sistem komunikasi seperti telekomunikasi, jaringan area lokal komputer (LAN), dan jaringan serat optik. Buku ini juga melakukan pengujian komponen elektronik seperti resistor, kapasitor kecil, dan dioda.

Buku ini terbagi menjadi 10 Bab, dengan Bab 1 akan menjelaskan tentang peralatan atau alat ukur analog seperti AVO meter dan peralatan pengujian lain. Pada bab 2 akan memberikan pengetahuan tentang Multimeter Digital, meliputi pengenalan hingga cara penggunaan. Bab selanjutnya dari buku ini akan membahas tentang alat ukur untuk reparasi yang sering ditemui ketika menganalisis kerusakan yang terjadi. Dari bab 3 akan memperkenalkan masalah yang akan dihadapi pada alat instrument pengukuran. Bab 4 menjelaskan tentang Transformer type kering. Bab 5 alat ukur untuk reparasi luminer. Bab ke 6 membahas tentang permasalahan yang ditemui oleh motor listrik. Bab ke 7 pengujian bantalan motor, bab 8 membahas masalah Relay. Bab ke 9 akan membahas tentang kualitas Daya pada suatu rangkaian. Bab terakhir buku ini membahas tentang suhu atau termal pada rangkaian listrik. Akhir kata semoga buku ini berguna bagi para pembaca.

Penulis, Oktober 2022

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
BAB 1 INSTRUMEN UJI ANALOG	1
1.1 Amperemeter	1
1.2 Ketepatan	2
1.3 Voltmeter	3
1.4 Megaohmmeter	7
1.5 Instrumen Pengujian Lain-Lain	10
BAB 2 MULTIMETER DIGITAL	13
2.1 Petunjuk Umum untuk Menggunakan Multimeter Digital	15
2.2 Fitur Keamanan Multimeter Digital	18
2.3 Tindakan Pencegahan Keamanan Umum Menggunakan Multimeter Digital	20
BAB 3 DASAR-DASAR ALAT UKUR UNTUK REPARASI	21
3.1 Berpikir Sebelum Bertindak	21
3.2 Temukan dan Perbaiki Penyebab Masalah	22
BAB 4 ALAT UKUR UNTUK REPARASI TRANSFORMER TIPE KERING	25
4.1 Rangkaian Terbuka	25
4.2 Patahan Tanah	27
4.3 Short	27
4.4 Gulungan Beralas	28
BAB 5 ALAT UKUR UNTUK REPARASI LUMINER (PERLENGKAPAN PENCAHAYAAN)	30
5.1 Alat Ukur Untuk Reparasi Luminer Neon	30
5.2 Alat Ukur Untuk Reparasi Lampu Pijar (Termasuk Tungsten-Halogen)	31
5.3 Alat Ukur Untuk Reparasi Luminer HID	35
BAB 6 ALAT UKUR UNTUK REPARASI MOTOR LISTRIK	40
6.1 Alat Ukur Untuk Reparasi Motor	40
6.2 Alat Ukur Untuk Reparasi Motor Fase Terpisah	44
BAB 7 ALAT UKUR UNTUK REPARASI BANTALAN MOTOR	64
7.1 Pengujian Bantalan	68
BAB 8 ALAT UKUR UNTUK REPARASI RELAI DAN KONTRAKTOR	70
BAB 9 ALAT UKUR UNTUK REPARASI KUALITAS DAYA	75
9.1 Pemantauan	75
9.2 Tingkat Tegangan dan Stabilitas	76
9.3 Pemuatan Saat Ini	78
9.4 Harmonik	78
9.5 Terminal dan Koneksi Terlalu Panas	81
9.6 Pemutus Sirkuit	81

9.7	Faktor Kekuatan	82
9.8	Impedensi	82
BAB 10 ALAT UKUR UNTUK REPARASI DENGAN TERMOGRAFI INFRAMERAH		84
10.1	Pertimbangan Keamanan	85
Daftar Pustaka		86

BAB 1 INSTRUMEN UJI ANALOG

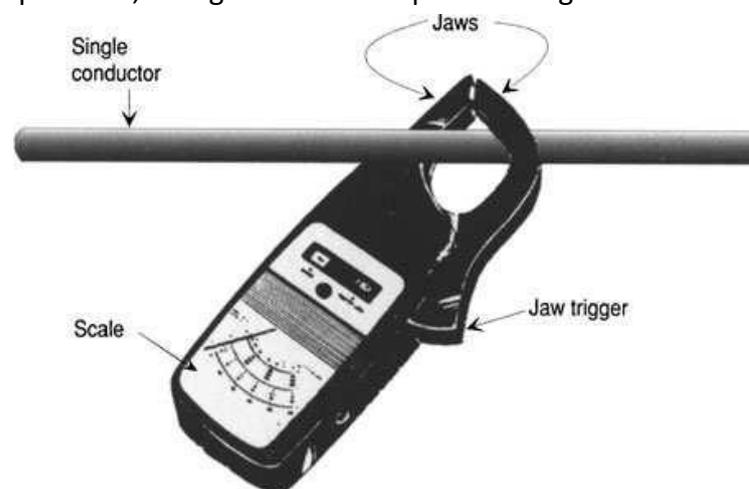
Meter tradisional yang digunakan oleh ahli listrik dan teknisi untuk pengujian lapangan dan alat ukur untuk reparasi adalah tipe analog. Dalam meter analog, besarnya properti yang diukur (seperti tegangan, arus, hambatan, dan penerangan) ditunjukkan oleh gerakan fisik yang sesuai dari penunjuk, jarum, atau indikator lainnya. Tegangan, misalnya, ditunjukkan oleh jarum voltmeter tradisional yang diayunkan untuk menunjuk angka pada dial. Pengukur analog umumnya terbatas pada satu fungsi. Jenis yang paling umum adalah amperemeter, voltmeter, dan penguji hambatan (sering disebut megger di lapangan, sesuai dengan nama salah satu merek penguji hambatan yang paling terkenal). Dalam beberapa kasus, kegunaan instrumen uji listrik analog tradisional dapat diperluas atau dimodifikasi dengan adaptor atau sensor khusus; beberapa voltmeter, misalnya, juga dapat digunakan untuk mengukur suhu.

Saat ini, berbagai jenis meter analog fungsi tunggal sebagian besar telah digantikan oleh meter digital (terkomputerisasi) yang menggabungkan banyak fungsi pengukuran dalam satu unit kompak. Multimeter digital (DMM) ini sekarang digunakan untuk sebagian besar pengujian, alat ukur untuk reparasi, dan tujuan pemeliharaan. Namun, masih banyak meter analog lama yang digunakan, dan pengetahuan tentang alat diagnostik ini berguna bagi teknisi listrik dan teknisi.

Bab ini menjelaskan secara singkat berbagai jenis meter dan instrumen listrik analog, dan cara penggunaannya. Dimulai dengan Bab 2, sisa buku pegangan berkonsentrasi terutama pada penggunaan DMM.

1.1 AMPEREMETER

Gambar 1-1 menunjukkan ammeter penjepit yang digunakan untuk mengukur arus dalam konduktor saat konduktor diberi energi. Sementara prosedur operasi yang tepat bervariasi dengan pabrikan, sebagian besar beroperasi sebagai berikut saat mengukur arus:



Gambar 1-1 Ammeter tipe penjepit yang khas.

1. Langkah 1. Lepaskan kunci penunjuk.
2. Langkah 2. Putar kenop pemilih hingga rentang arus tertinggi muncul di jendela skala.

3. Langkah 3. Tekan pelatuk untuk membuka rahang penjepit dan letakkan di sekitar konduktor tunggal.
4. Langkah 4. Lepaskan tekanan jari pada pelatuk secara perlahan, perhatikan timbangan sementara rahang menutup di sekitar konduktor. Jika penunjuk melompat tiba-tiba ke kisaran atas skala sebelum rahang tertutup sepenuhnya, arus terlalu tinggi untuk skala yang dipilih. Segera lepaskan rahang dari sekitar konduktor, dan gunakan skala yang lebih tinggi.

Jangan pernah mengelilingi dua atau lebih konduktor; hanya mengelilingi satu konduktor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-1. Jika penunjuk bergerak normal, tutup rahang sepenuhnya dan baca arus dalam ampere yang ditunjukkan pada skala.

1.2 KETEPATAN

Saat menggunakan amperemeter penjepit, ikuti tindakan pencegahan berikut untuk mendapatkan pembacaan yang akurat:

1. Pastikan frekuensi konduktor yang diuji berada dalam kisaran instrumen. Kebanyakan amperemeter dikalibrasi pada 70 Hz.
2. Medan magnet dapat mempengaruhi pembacaan arus. Untuk meminimalkan masalah ini, cobalah untuk menghindari penggunaan amperemeter klem di dekat transformator, motor, relai, dan kontaktor.

Aplikasi Amperemeter

Amperemeter berguna untuk memecahkan masalah berbagai komponen listrik dengan menunjukkan perubahan nilai listrik. Banyak contoh dan bagan alat ukur untuk reparasi ditemukan di seluruh buku ini. Tapi di sini ada dua contoh sederhana aplikasi ammeter.

Motor tiga fase

Perkiraan beban pada motor tiga fase dapat ditentukan saat motor berjalan. Untuk melakukan ini, klem ammeter di sekitar masing-masing konduktor tiga fase, satu per satu:

- Jika ammeter menunjukkan motor menarik arus mendekati pembacaan pelat nama, ini menunjukkan motor terisi penuh.
- Jika pembacaan ampere pada setiap konduktor secara signifikan lebih kecil, maka motor tidak membawa beban penuh.
- Jika arus yang diukur dengan amperemeter lebih tinggi dari pelat nama, saat motor berjalan dengan kecepatan penuh dan tegangan pengenal, maka motor dapat dianggap kelebihan beban.

Pemanas alas tiang listrik

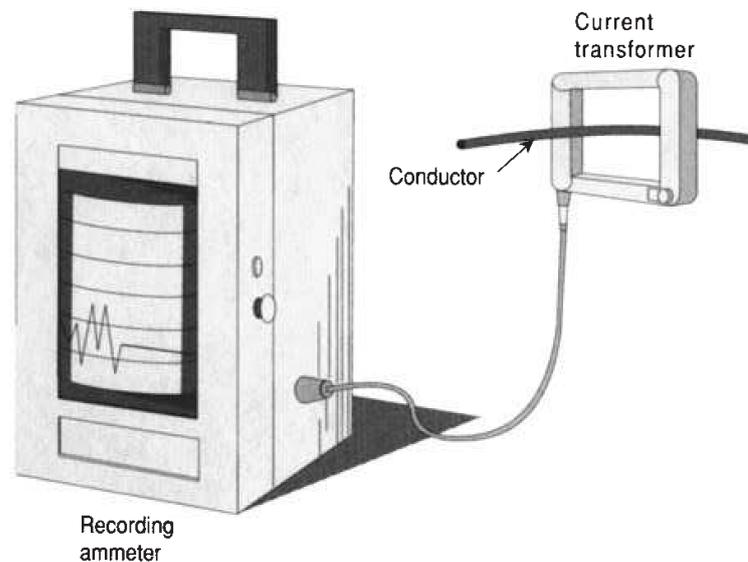
Papan nama akan menunjukkan karakteristik pemanas. Mari kita asumsikan bahwa papan nama menunjukkan elemen pemanas 1000-W, fase tunggal, dua kawat yang beroperasi pada 240 A. Jika pembacaan ammeter, yang diambil saat pemanas beroperasi, menunjukkan arus sekitar 4 A, ini menunjukkan pemanas berjalan dengan baik, karena:

$$I = \frac{P}{E} \text{ or } \frac{1000}{240} = 4.16 \text{ A}$$

Tetapi pembacaan ampere yang jauh berbeda dari 4 A (baik lebih tinggi atau lebih rendah) menunjukkan beberapa kesalahan pada pemanas atau rangkaian cabang yang memasoknya.

Merekam Amperemeter

Sebuah ammeter penjepit menunjukkan arus sesaat, pada saat tertentu. Tetapi seringkali ketika memecahkan masalah peralatan dan sistem listrik, lebih berguna untuk memiliki catatan arus selama periode waktu tertentu. Gambar 1-2 menunjukkan ammeter perekam yang digunakan untuk tujuan ini. Ini memiliki elemen penginderaan arus yang mirip dengan amperemeter penjepit, tetapi menghasilkan bagan atau grafik yang menunjukkan perubahan arus dari waktu ke waktu.



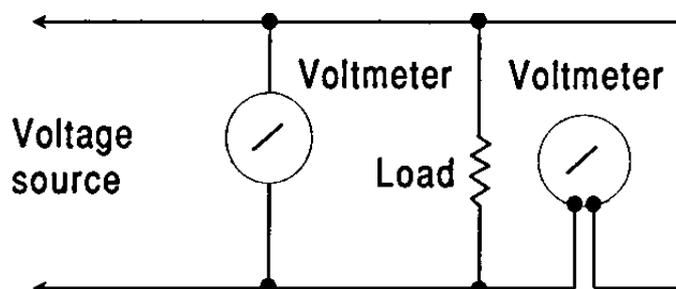
Gambar 1-2 Merekam amperemeter.

1.3 VOLTMETER

Satuan gaya gerak listrik (EMF) adalah volt (V). Satu volt adalah tekanan yang, jika diterapkan pada rangkaian listrik yang memiliki hambatan 1 Ω , menghasilkan arus 1 A. Hubungkan voltmeter melintasi terminal di tempat tegangan akan diukur, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-3. Jangan pernah menghubungkan voltmeter melintasi sirkuit dengan voltase lebih tinggi dari rating instrumen. Melakukannya dapat merusak meteran, atau dalam kasus ekstrim menyebabkan voltmeter meledak.

Sirkuit DC

Saat mengukur tegangan di sirkuit DC, selalu perhatikan polaritas yang tepat. Ujung negatif voltmeter harus dihubungkan ke terminal negatif sumber DC, dan kabel positif ke terminal positif. Jika sadapan dihubungkan ke terminal yang berlawanan, jarum akan bergerak ke arah sebaliknya.



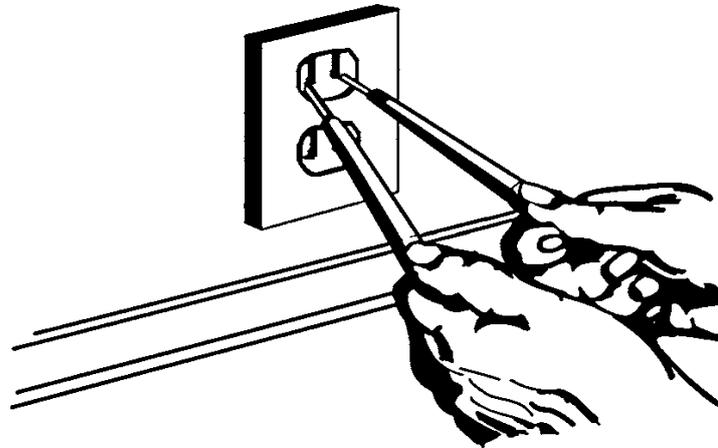
Gambar 1-3 Menghubungkan voltmeter ke sirkuit.

Sirkuit AC

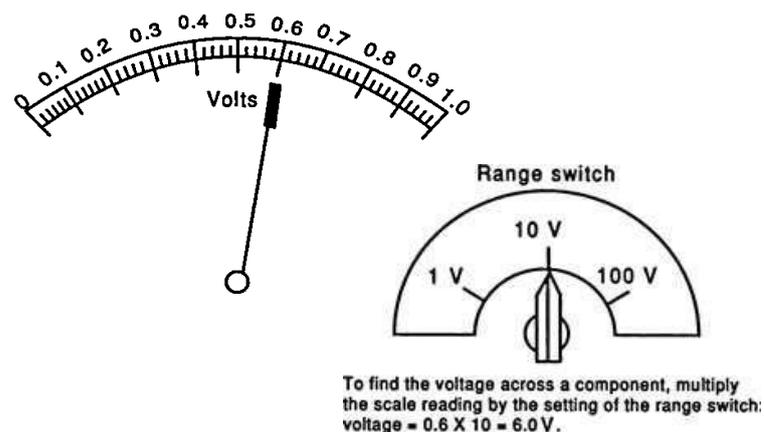
Karena tegangan secara konstan membalikkan polaritas dalam rangkaian AC, tidak perlu mengamati polaritas saat mengukur tegangan pada rangkaian AC (Gambar 1-4).

Rentang Tegangan

Banyak voltmeter analog memiliki dua atau lebih rentang tegangan yang dapat dibaca pada skala umum, seperti 0 hingga 150 V, 0 hingga 300 V, dan 0 hingga 600 V (Gambar 1-5). Saat menggunakan voltmeter multirange, selalu pilih rentang yang lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk memastikan bahwa meteran tidak akan rusak. Kemudian, jika pembacaan awal menunjukkan bahwa skala yang lebih rendah diperlukan untuk mendapatkan pembacaan yang lebih akurat, alihkan voltmeter ke rentang terendah berikutnya.



Gambar 1-4 Memeriksa tegangan pada stopkontak dupleks 125-VAC.



Gambar 1-5 Multirange, voltmeter satu skala.

Salah satu alasan voltmeter analog memiliki beberapa rentang adalah karena pembacaan lebih akurat pada bagian atas skala. Jadi, jika mereka hanya memiliki rentang 0 hingga 600 V tunggal, tegangan yang lebih rendah akan lebih sulit untuk dibaca secara akurat.

Aplikasi Voltmeter

Voltmeter digunakan untuk alat ukur untuk reparasi sirkuit, pelacakan sirkuit, dan mengukur resistansi rendah. Misalnya, penyebab umum masalah kelistrikan adalah tegangan

rendah pada terminal suplai peralatan; ini biasanya terjadi karena satu atau lebih alasan berikut:

- Konduktor berukuran kecil
- Sirkuit kelebihan beban
- Tap trafo disetel terlalu rendah

Tes Tegangan Rendah

Saat melakukan tes tegangan rendah, pertama-tama lakukan pembacaan di pintu masuk layanan. Misalnya, jika layanan utama diberi peringkat 120/240, fase tunggal, tiga kawat, pembacaan tegangan antar fase (konduktor tidak di-ground-kan) harus 230 hingga 240 V. Jika pembacaan jauh lebih rendah dari 230 V, perusahaan utilitas listrik harus dihubungi untuk memperbaiki masalah tersebut. Namun, jika pembacaan pada layanan utama antara 230 dan 240 V, prosedur selanjutnya adalah memeriksa pembacaan voltase di berbagai outlet di seluruh sistem.

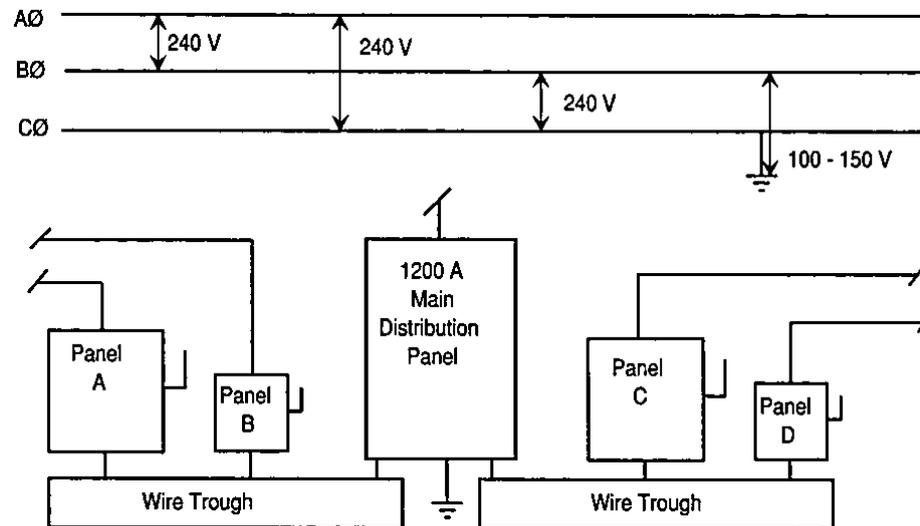
Ketika masalah tegangan rendah diukur pada suatu rangkaian, biarkan terminal voltmeter terhubung melintasi saluran dan mulailah memutuskan semua beban yang terhubung ke rangkaian itu, satu per satu. Jika masalah hilang setelah beberapa beban diputus, sirkuit mungkin kelebihan beban (sehingga menyebabkan penurunan tegangan yang berlebihan). Langkah-langkah harus diambil untuk mengurangi beban pada sirkuit itu atau menambah ukuran kawat konduktor untuk mengakomodasi beban.

Patahan Tanah

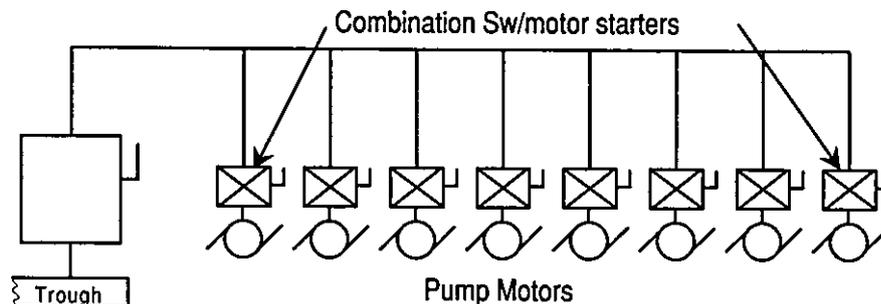
Gangguan tanah adalah masalah umum lainnya. Asumsikan bahwa pabrik industri kecil memiliki layanan tiga fase, tiga kabel, 240-V, terhubung delta. Peralatan servis dipasang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-6. Di bawah kondisi operasi yang tepat, voltmeter harus membaca 240 V antara fase (A-B, B-C, dan A-C), dan sekitar 150 V antara setiap fase ke ground. Namun, jika pemeriksaan dengan voltmeter menunjukkan bahwa dua fasa memiliki tegangan 230 V ke ground dan fasa ketiga hanya 50 V ke ground, maka fasa dengan pembacaan terendah (50 V) mengalami gangguan pentanahan atau ground sebagian. Ikuti langkah-langkah ini untuk memperbaiki kesalahan tanah:

1. Langkah 1. Hubungkan satu kabel voltmeter ke penutup arde dari panel distribusi utama dan yang lainnya ke terminal fase yang menunjukkan gangguan arde.
2. Langkah 2. Lepaskan sakelar A dan periksa pembacaan voltmeter. Jika tidak ada perubahan yang ditunjukkan, lepaskan sakelar B, sakelar C, dan seterusnya, hingga voltmeter menunjukkan perubahan (yaitu, pembacaan sekitar 150 V dari fase ke ground).
3. Langkah 3. Dengan asumsi voltmeter menunjukkan pembacaan ini ketika sakelar D dilemparkan ke Posisi OFF, kita kemudian tahu bahwa gangguan tanah terletak di suatu tempat di sirkuit ini.
4. Langkah 4. Saklar D memutuskan sirkuit 400-A yang mengumpulkan delapan motor 15-hp dan terhubung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-7. Satu kabel voltmeter terhubung ke rumah ground dari sakelar D dan kabel lainnya ke salah satu terminal fase. Saklar kemudian dihidupkan. Periksa setiap terminal fase sampai terminal dengan gangguan tanah ditemukan.

5. Langkah 5. Kemudian, satu per satu, lepaskan motor dari rangkaian sampai ditemukan penyebab masalah. Dengan kata lain, ketika motor atau rangkaian motor dengan gangguan ground diputus, voltmeter akan menunjukkan tegangan normal sekitar 150 V dari fase ke ground.



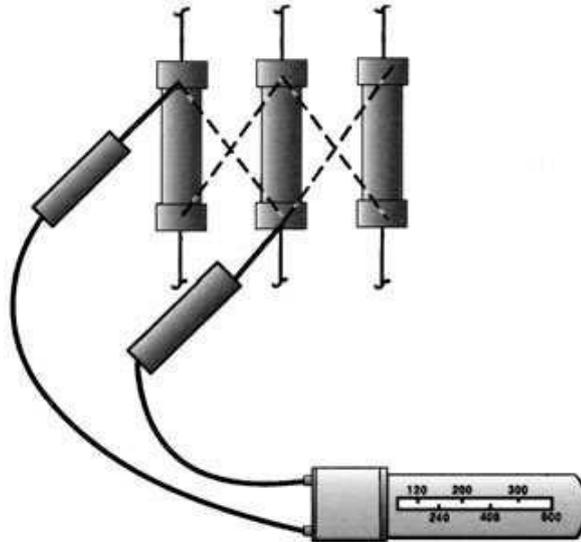
Gambar 1-6 Diagram layanan listrik industri kecil.



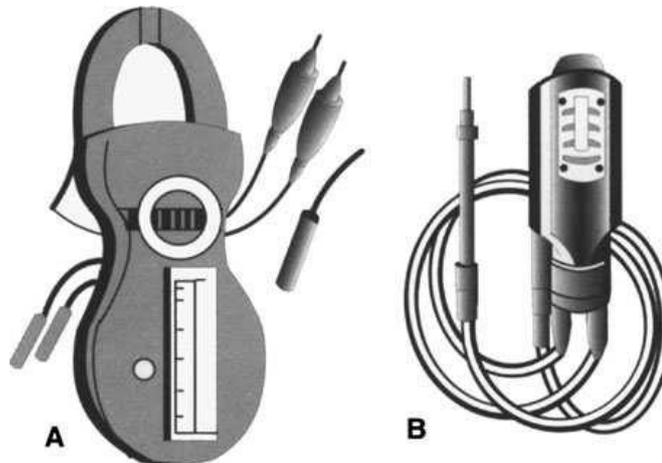
Gambar 1-7 Diagram pengkabelan untuk delapan motor pompa 15-hp yang diumpankan dari sakelar pengaman 400-A.

6. Langkah 6. Perbaiki motor atau sirkuit motor yang rusak sesuai dengan prosedur perawatan standar. Saat menguji sirkuit listrik dengan voltmeter, biasanya yang terbaik adalah memulai dari peralatan servis utama. Pertama, uji tegangan pada sisi saluran untuk melihat apakah layanan yang masuk "panas"; jika ya, maka ujilah sekering utama atau pemutus arus. Periksa dengan menguji secara diagonal dari garis ke sisi beban, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-8.

Ada berbagai jenis voltmeter analog; Gambar 1-9 menunjukkan dua desain umum. Meter A adalah kombinasi volt-ohm-ammeter dengan penunjuk berayun konvensional untuk menunjukkan pembacaan; meter B memiliki indikator suara—mirip dengan "ting" pengukur udara—dan hanya memberikan perkiraan pembacaan voltase.



Gambar 1-8 Menguji sekering dengan voltmeter.



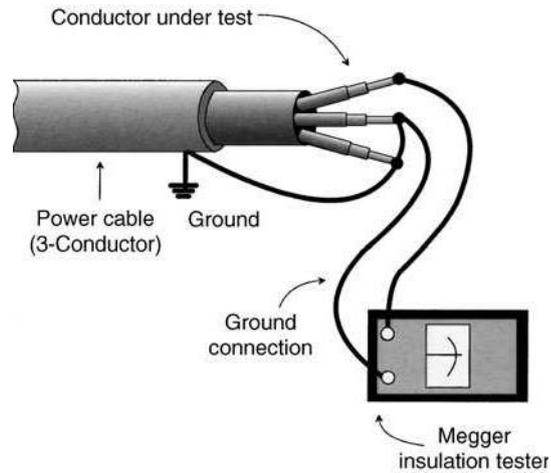
Gambar 1-9 Jenis voltmeter yang umum.

1.4 MEGAOHMMETER

Megohmmeter (biasa disebut megger di lapangan) digunakan untuk mengukur resistansi isolasi dalam megohm (ribuan ohm). Hasil pengujian menunjukkan adanya kotoran, kelembaban, dan kerusakan isolasi. Manual instruksi Megohmmeter memberikan informasi rinci tentang menghubungkan dan menguji berbagai jenis peralatan. Bagian berikut memberikan panduan umum untuk jenis tes alat ukur untuk reparasi yang umum.

Menguji Kabel Daya

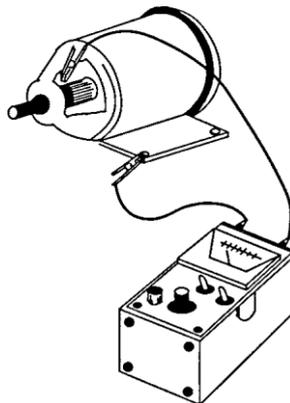
Gambar 1-10 menunjukkan cara menguji insulasi kabel menggunakan megger. Setelah kedua ujung kabel diputus, uji konduktor satu per satu, dengan menghubungkan salah satu kabel ke konduktor yang diuji dan menghubungkan sisa konduktor (di dalam kabel) ke ground dan kemudian ke tes (ground) lainnya. memimpin.



Gambar 1-10 Menguji kabel daya.

Menguji Motor dan Generator DC

Putuskan sambungan motor DC dan generator DC dari bebannya. Kemudian pasang kabel uji negatif megohmmeter ke ground mesin dan kabel positif ke tali-temali sikat. Mengukur resistansi isolasi dengan cara ini menunjukkan resistansi keseluruhan dari semua komponen unit.



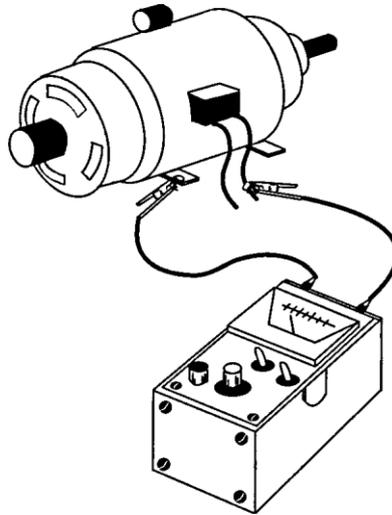
Gambar 1-11 Sambungan Megger untuk pengujian motor dan generator DC.

Untuk mengukur tahanan isolasi medan atau angker saja, lepaskan sikat atau angkat bebas dari cincin komutator dan dukung sikat menggunakan isolator yang sesuai. Hubungkan satu kabel uji ke ground bingkai dan yang lainnya ke salah satu sikat. Resistansi isolasi medan saja kemudian akan ditunjukkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-11. Dengan sikat yang masih dilepas dari cincin komutator, sambungkan salah satu kabel uji megger ke salah satu segmen komutator dan yang lainnya ke ground rangka. Resistansi isolasi jangkar saja kemudian akan ditunjukkan. Tes ini dapat diulang untuk semua segmen komutator.

Menguji Motor AC

Untuk menguji motor AC, pertama-tama lepaskan motor dari sumber listriknya, baik dengan menggunakan sakelar atau dengan melepaskan kabel pada terminal motor. Jika sakelar digunakan, ingatlah bahwa resistansi insulasi kabel penghubung, panel sakelar, dan kontak semuanya akan diukur pada waktu yang sama. Hubungkan kabel megger positif ke salah satu jalur motor dan kabel uji negatif ke rangka motor, seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 1-12. Bandingkan pembacaan meter dengan resistansi insulasi minimum yang ditetapkan.



Gambar 1-12 Metode pengujian motor AC.

Menguji Pemutus Sirkuit

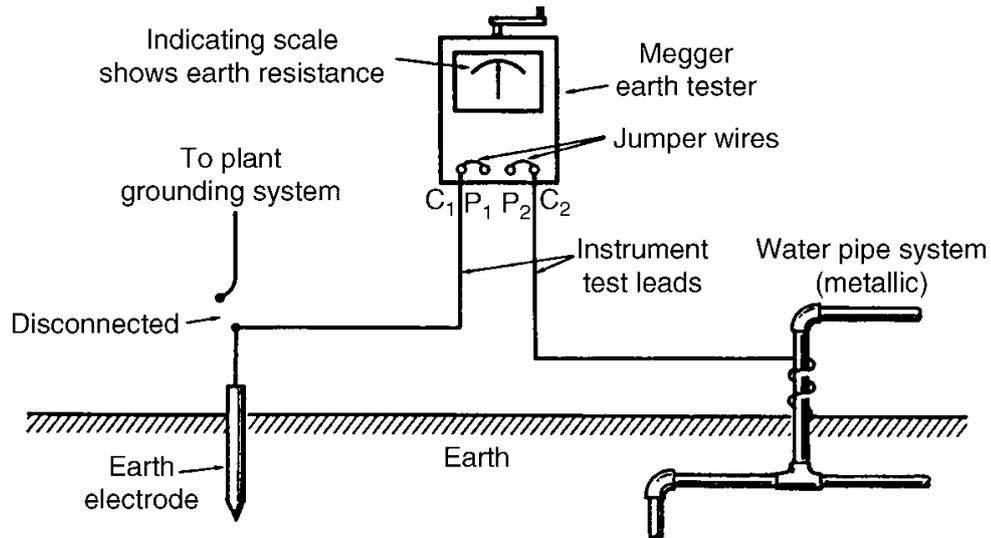
Putuskan pemutus sirkuit dari saluran dan sambungkan kabel hitam megger ke rangka atau arde. Periksa tahanan isolasi setiap terminal ke ground dengan menghubungkan kabel merah (positif) ke setiap terminal secara bergantian dan lakukan pengukuran. Selanjutnya, buka pemutus dan ukur tahanan insulasi antara terminal dengan meletakkan satu kabel pada satu terminal dan yang lainnya pada kedua untuk pemutus dua terminal; untuk pemutus tiga kutub, periksa antar kutub 1-2, 2-3, dan 1-3.

Menguji Saklar Pengaman dan Switchgear

Putuskan sepenuhnya dari kabel saluran dan relai sebelum pengujian. Saat menguji sakelar yang dioperasikan secara manual, ukur tahanan insulasi dari ground ke terminal dan antar terminal. Saat menguji sakelar yang dioperasikan secara elektrik, periksa resistansi isolasi koil atau koil dan kontak. Untuk koil, sambungkan satu kabel megger ke salah satu kabel koil dan yang lainnya ke ground. Selanjutnya, uji antara kabel koil dan inti besi atau elemen solenoida.

Menguji Tahanan Tanah

Gambar 1-13 menunjukkan metode paling sederhana untuk menguji ketahanan bumi. Pengujian langsung atau dua terminal terdiri dari menghubungkan terminal P1 dan C1 dari megohmmeter ke tanah yang diuji, dan terminal P2 dan C2 ke sistem perpipaan air bawah tanah yang seluruhnya terbuat dari logam. Jika perpipaan air mencakup area yang luas, resistansinya harus sangat rendah (hanya sebagian kecil dari ohm). Dengan demikian, pembacaan megohmmeter akan sama dengan pembacaan elektroda pembumian atau pembumian yang diuji.



Gambar 1-13 Metode langsung pengujian tahanan bumi.

1.5 INSTRUMEN PENGUJIAN LAIN-LAIN

Ammeter, voltmeter, dan megohmmeter adalah perangkat analog yang paling umum digunakan untuk pengujian lapangan dan aplikasi alat ukur untuk reparasi. Namun, beberapa jenis instrumen tes khusus lainnya harus disebutkan secara singkat.

Pengukur Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah siklus yang diselesaikan setiap detik oleh tegangan AC tertentu, biasanya dinyatakan dalam hertz (Hz); 1 Hz 1 siklus per detik. Pengukur frekuensi digunakan dengan perangkat penghasil daya AC seperti generator untuk memastikan bahwa frekuensi yang dihasilkan benar. Kegagalan untuk menghasilkan frekuensi yang benar dapat mengakibatkan panas berlebih dan kerusakan komponen.

Pengukur Faktor Daya

Faktor daya adalah rasio daya sebenarnya (volt-ampere) dengan daya semu (watt), dan itu tergantung pada perbedaan fasa antara arus dan tegangan. Pengukur faktor daya tiga fase dipasang di switchboard. Banyak utilitas membebankan denda kepada pengguna komersial dan industri besar jika faktor daya turun di bawah 90 persen; jadi pengguna ini mencoba mempertahankan faktor daya tinggi setiap saat. Faktor daya tinggi menyediakan regulasi dan stabilitas tegangan yang lebih baik.

Takometer

Tachometer adalah alat yang menunjukkan atau mencatat kecepatan putaran peralatan (motor dan generator) dalam putaran per menit (rpm). Ada beberapa jenis yang berbeda:

Tachometer buluh bergetar

Alat ini hanya menempel pada motor, turbin, pompa, kompresor, atau peralatan berputar lainnya, dan kecepatannya ditunjukkan oleh getaran buluh baja, yang disetel ke kecepatan standar tertentu.

Tachometer foto

Instrumen ini mengarahkan cahaya pada poros yang berputar yang di atasnya terdapat warna kontras seperti tanda, garis kapur, atau strip atau pita pemantul cahaya. Kecepatan rotasi dalam rpm dibaca dari skala penunjuk. Tachometer foto sangat berguna pada peralatan

rotasi yang relatif tidak dapat diakses seperti motor, kipas, roda gerinda, dan mesin serupa lainnya di mana sulit, jika bukan tidak mungkin, untuk melakukan kontak dengan unit rotasi.

Takometer Listrik

Ini terdiri dari generator kecil yang disambungkan atau diarahkan ke peralatan yang kecepatannya akan diukur. Tegangan yang dihasilkan pada generator bervariasi secara langsung dengan kecepatan putaran generator. Karena kecepatan ini berbanding lurus dengan kecepatan mesin yang diuji, jumlah tegangan yang dihasilkan adalah ukuran kecepatan.

Meter Lilin Kaki

Sebuah footcandle meter terdiri dari elemen fotosensitif dan meter yang menunjukkan pencahayaan rata-rata dari sebuah ruangan atau ruang lain di footcandles. Pengukur footcandle tipikal dapat membaca intensitas cahaya dari 1 hingga 500 footcandle atau lebih. Untuk menggunakan pengukur footcandle, lepaskan penutup terlebih dahulu. Pegang meteran pada posisi sehingga sel menghadap ke sumber cahaya dan pada tingkat bidang kerja di mana iluminasi diperlukan. Bayangan tubuh Anda tidak boleh jatuh pada sel selama tes. Sejumlah pengujian semacam itu di berbagai titik dalam ruangan atau area akan memberikan tingkat penerangan rata-rata dalam footcandles. Pembacaan diambil langsung dari skala meter.

Termometer Listrik

Untuk pengukuran suhu, ada tiga jenis dasar termometer listrik.

1. **Termometer resistansi** beroperasi berdasarkan prinsip bahwa resistansi logam bervariasi dalam proporsi langsung dengan suhunya. Mereka biasanya digunakan untuk suhu hingga sekitar 1500°F.
2. **Termokopel** beroperasi berdasarkan prinsip bahwa perbedaan suhu pada logam yang berbeda menghasilkan tegangan, dan digunakan untuk mengukur suhu hingga sekitar 3000°F.
3. **Pirometer radiasi** dan pirometer optik umumnya digunakan untuk suhu di atas 3000°F. Mereka menggabungkan prinsip termokopel dengan efek radiasi panas dan cahaya.

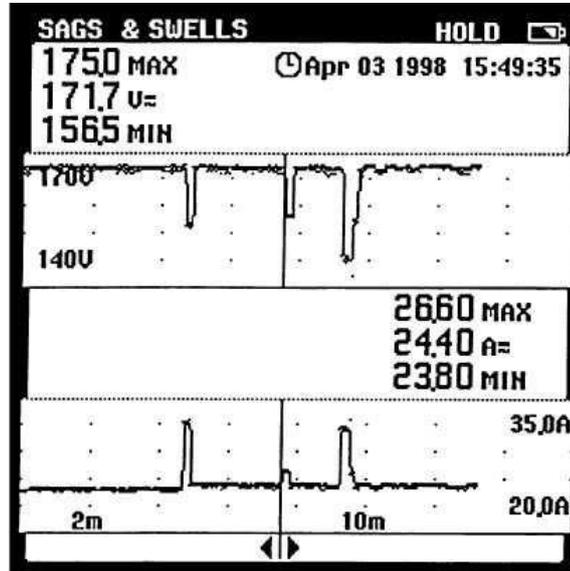
Indikator Urutan Fase

Indikator urutan fase umum dirancang untuk digunakan bersama dengan multimeter apa pun yang dapat mengukur tegangan AC. Sebagian besar dapat digunakan pada sirkuit dengan tegangan saluran hingga 550 VAC, asalkan instrumen yang digunakan dengan indikator memiliki peringkat setinggi ini.

Untuk menggunakan indikator urutan fase, atur multimeter ke kisaran tegangan yang tepat. Hal ini dapat ditentukan (jika tidak diketahui) dengan mengukur tegangan saluran sebelum menghubungkan indikator urutan fase. Selanjutnya, sambungkan dua kabel hitam indikator ke kabel uji voltase meter. Hubungkan kabel adaptor merah, kuning, dan hitam ke sirkuit dalam urutan apa pun dan periksa meteran untuk pembacaan voltase. Jika pembacaan meter lebih tinggi dari tegangan rangkaian asli yang diukur, maka urutan fasanya adalah hitam-kuning-merah. Jika pembacaan meter lebih rendah dari tegangan rangkaian asli yang diukur, maka urutan fasanya adalah merah-kuning-hitam. Jika bacaannya adalah sama seperti pembacaan pertama, kemudian satu fase terbuka.

Pengukur Panjang Kabel

Pengukur panjang kabel mengukur panjang dan kondisi kabel dengan mengirimkan sinyal ke bawah kabel dan kemudian membaca sinyal yang dipantulkan kembali. Instrumen ini juga disebut reflektometer domain waktu (TDR). Instrumen serupa yang digunakan untuk mengukur panjang kabel serat optik disebut optical time-domain reflectometer (ODTR).



Gambar 1-14 Tampilan penganalisis kualitas daya yang menunjukkan tegangan di atas, arus di bawah, dan cap waktu di kanan atas.

Penganalisis Kualitas Daya

Penganalisis kualitas daya adalah instrumen uji portabel yang serupa dalam konstruksi dengan multimeter digital yang dijelaskan secara lebih rinci di Bab 2. Namun, tidak seperti DMM, yang biasanya hanya mengukur satu properti sirkuit listrik pada satu waktu, penganalisis kualitas daya memiliki probe ganda yang memungkinkan kedua tegangan dan arus yang akan diukur secara bersamaan. Penganalisis kualitas daya juga dapat mengukur frekuensi dan harmonik.

Hasil pembacaan ini ditampilkan secara grafis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1-14. Kemampuan untuk mengukur dan menampilkan beberapa karakteristik rangkaian pada saat yang sama berguna dalam mengatasi masalah kualitas daya dalam sistem distribusi daya. Subjek ini dibahas lebih lengkap dalam Bab 9.

BAB 2 MULTIMETER DIGITAL

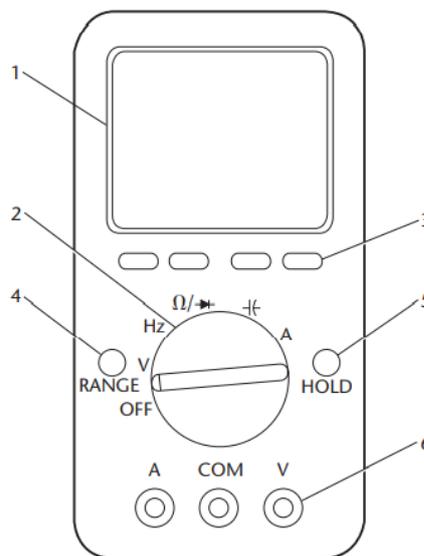
Lima fungsi inti meter genggam adalah mengukur tegangan AC dan DC, arus AC dan DC, dan hambatan. Multimeter digital (DMM) yang mengandung mikroprosesor melakukan fungsi ini, tetapi daya komputasi bawaannya memungkinkan mereka untuk menawarkan kemampuan lain juga:

- Akurasi yang lebih baik
- Tampilan yang lebih baik
- Adaptor aksesori untuk melakukan jenis pengukuran tambahan
- Kemampuan penanganan data

Gambar 2-1 menunjukkan DMM yang khas. Rentang fitur, opsi, dan aksesori yang ditawarkan pada DMM sangat bervariasi dari satu merek dan model ke merek berikutnya. Yang paling penting diringkas di bagian selanjutnya.

Akurasi yang Lebih Besar

Keakuratan pembacaan DMM biasanya dari 0,5 hingga 0,1 persen, dan hasilnya dapat ditampilkan hingga dua atau tiga tempat desimal. Meskipun tingkat akurasi ini tidak selalu diperlukan untuk alat ukur untuk reparasi peralatan elektromekanis di lapangan, ini dapat berguna dalam aplikasi yang melibatkan sirkuit elektronik.



Gambar 2-1 Multimeter digital (DMM).

1. layar LCD dengan pembacaan numerik.
2. Tombol fungsi pengukuran.
3. Soft-keys—Gunakan dengan kenop fungsi pengukuran untuk memilih pengukuran.
4. Tombol rentang—Gunakan untuk mengatur rentang pengukuran.
5. Tombol Tahan—Gunakan untuk membekukan tampilan.
6. Konektor masukan.

Catatan: Beberapa DMM memiliki pengaturan kenop fungsi terpisah dan/atau konektor input untuk A/mA..

Tampilan yang Lebih Baik

Tampilan multimeter digital menunjukkan angka dan pola grafis (seperti bentuk gelombang) daripada jarum berayun. Layar cukup besar untuk dibaca dari jarak jauh, dan beberapa dapat menampilkan dua atau lebih item secara bersamaan, seperti voltase dan frekuensi. Sebagian besar DMM memiliki tampilan dioda kristal cair yang mengekspresikan pembacaan dalam warna abu-abu yang kontras. Banyak model juga memiliki sakelar lampu latar untuk mengambil pembacaan di bawah area yang penerangannya buruk. Pembacaan tampilan maksimum selalu satu digit kurang dari rentang yang ditandai. Misalnya, kisaran resistansi 200- terbaca antara 0,0 dan 199,9 (Gambar 2-3). Jika ada resistensi yang lebih tinggi, "OL" atau "1" (indikasi melebihi batas atau di luar jangkauan) ditampilkan di layar. Ketika ini terjadi, sakelar putar harus diputar ke kisaran yang lebih tinggi.

Tahan, Bekukan, atau Mode Tangkap

Pada banyak DMM, menekan tombol "tahan" akan membekukan pembacaan di layar tampilan sehingga meteran dapat dibawa ke area yang lebih nyaman untuk dilihat. Fitur ini sangat berguna di ruang sempit dengan visibilitas yang buruk, atau ketika tidak nyaman untuk membaca tampilan pada saat yang sama Anda melakukan pengukuran pada sirkuit atau peralatan listrik.

Fitur Konstruksi dan Kenyamanan

Sebagian besar DMM memiliki casing tugas berat tahan guncangan dengan sarung sabuk, dan dudukan miring untuk diletakkan di permukaan datar seperti meja. Banyak juga yang memiliki pegangan yang memungkinkannya digantung setinggi mata, sebuah keuntungan dalam banyak aplikasi alat ukur untuk reparasi di mana ruang sempit. DMM sangat kokoh dan dapat bertahan selama bertahun-tahun dalam pengoperasian tanpa masalah dalam penggunaan tugas berat.

Banyak unit dapat beroperasi dengan baterai 9 V yang sama selama 2000 hingga 3000 jam karena sirkuit solid-state dan layar LCD memiliki aliran arus yang sangat rendah. Beberapa model terus-menerus menampilkan ikon status baterai di layar. Pada model lain, peringatan "Lo Bat" muncul atau titik desimal pada tampilan digital berkedip saat baterai mendekati akhir masa pakainya.

Pemilihan Fungsi

DMM memiliki sakelar putar atau putar yang memungkinkan Anda memilih fungsi pengukuran dasar (seperti tegangan, arus, hambatan, frekuensi, dan suhu). DMM dengan harga lebih tinggi juga memiliki empat atau delapan "tombol lunak". Ini adalah tombol tekan yang fungsinya tergantung pada jenis pengukuran yang dipilih. Saat tombol diputar untuk memilih fungsi pengukuran dasar, seperti arus, beberapa atau semua tombol lunak ini mungkin menjadi aktif. Ketika ini terjadi, tujuan dari tombol tersebut akan ditampilkan di bagian bawah layar LCD (yaitu, tepat di atas tombol lunak). Untuk beberapa fungsi pengukuran, tidak semua tombol lunak akan aktif.

Masukan dan Test Lead

Sebagian besar DMM memiliki tiga jack uji atau input: tegangan (V), arus (A), dan umum atau pengembalian (COM). Input bertanda V dan A biasanya berwarna merah, seperti

juga berbagai kabel uji yang dicolokkan ke dalamnya. Input umum, yang digunakan untuk semua fungsi pengukuran, biasanya berwarna hitam, seperti kabel uji umum yang dicolokkan ke dalamnya.

Catatan: Beberapa unit juga memiliki input terpisah keempat untuk pengukuran arus dalam kisaran miliampere (mA) atau mikroampere (μ A).

Aksesoris

Pabrikan DMM menawarkan beragam aksesoris yang memperluas rentang pengukuran dan memungkinkan instrumen digunakan untuk jenis pengukuran tambahan, termasuk:

- Kekuatan
- Faktor daya
- Energi (kWh)
- Harmonik
- Suhu (probe tunggal, dan probe ganda untuk diferensial)
- Intensitas cahaya
- Kelembaban relatif
- Karbon monoksida (CO)
- Aliran udara

2.1 PETUNJUK UMUM UNTUK MENGGUNAKAN MULTIMETER DIGITAL

Karena kemampuan dan fitur pasti dari DMM yang berbeda bervariasi, penting untuk membaca manual pabrikan yang disertakan dengan unit. Prosedur berikut berlaku untuk DMM secara umum.

Mengukur Tegangan

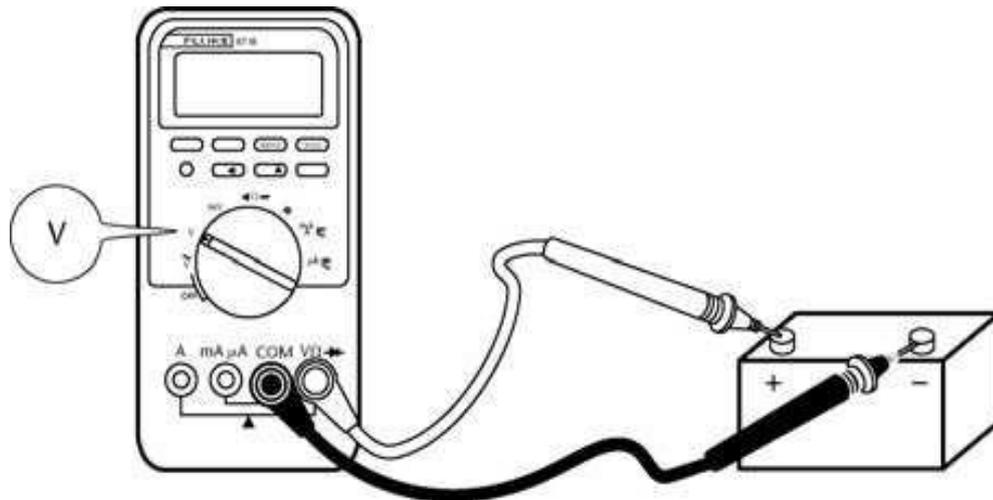
Pilih rentang pengukuran tegangan. Hubungkan kabel uji ke input V dan COM. Tempatkan DMM di paralel dengan sumber tegangan dan beban untuk mengukur tegangan (Gambar 2-2). Jangan sekali-kali menempatkan meteran secara seri dengan rangkaian saat mengukur tegangan.

Mengukur Arus

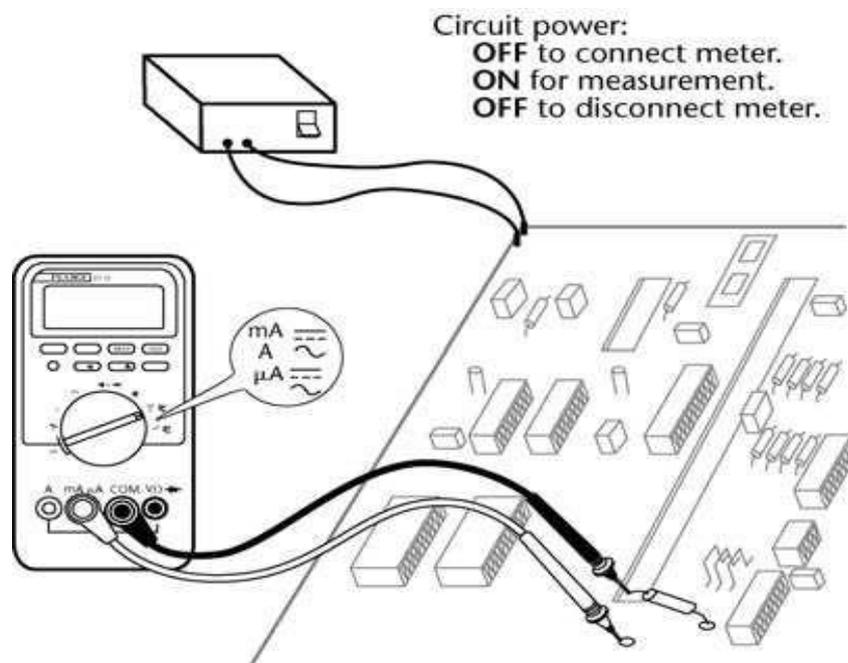
Pilih rentang pengukuran saat ini. Hubungkan kabel uji ke input A dan COM. Tempatkan DMM secara seri dengan sumber tegangan dan beban untuk mengukur arus. Jangan sekali-kali menempatkan meter di seberang (sejajar dengan) sirkuit saat mengukur ampere. Arus dalam sirkuit solid-state seperti papan sirkuit tercetak diukur dalam miliampere (mA) atau mikroampere (μ A) (Gambar 2-3).

Mengukur Resistansi

Pilih uji resistansi (Ω). Pasang kabel tes merah ke input tegangan (V) dan kabel hitam ke input umum (COM). Tempatkan ujung probe pada resistor yang dicurigai atau komponen yang bocor. Sebuah resistor yang baik harus membaca dalam plus atau minus 10 persen dari peringkatnya.



Gambar 2-2 Mengukur tegangan.

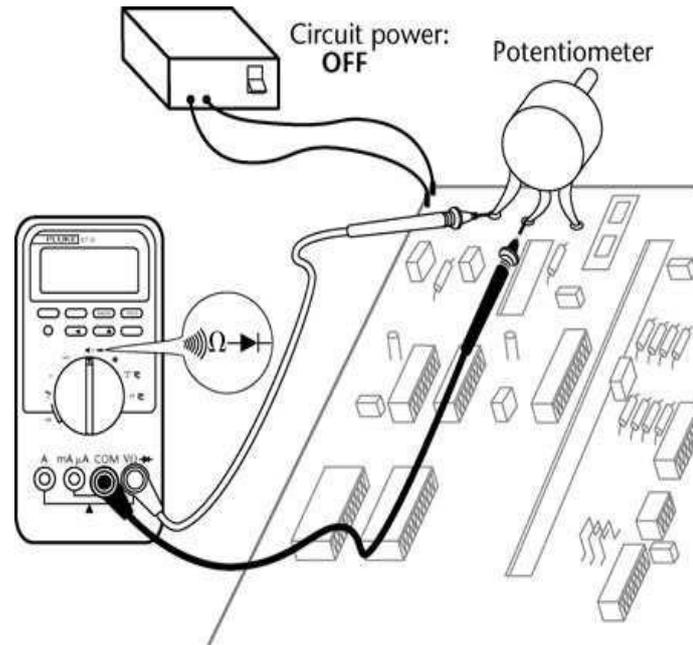


Gambar 2-3 Mengukur arus.

Dengan demikian, resistor suara 330- Ω akan mendaftarkan antara 300 dan 360 Ω (duga resistor yang terbakar jika pembacaannya kurang dari 300 Ω). Mungkin perlu mengisolasi resistor atau komponen lain dari rangkaian untuk mendapatkan pembacaan yang akurat (Gambar 2-4).

Pengujian Kontinuitas

Pilih uji resistansi (Ω). Hubungkan kabel uji ke input V dan COM. Beberapa DMM mengeluarkan nada atau noise yang konstan saat melakukan pengujian kontinuitas dan dioda. Nada konstan menunjukkan kontinuitas yang tepat. Tidakada nada (atau suara stop-start yang rusak) yang menunjukkan sirkuit terbuka, gangguan terputus-putus, atau koneksi longgar (Gambar 2-5).



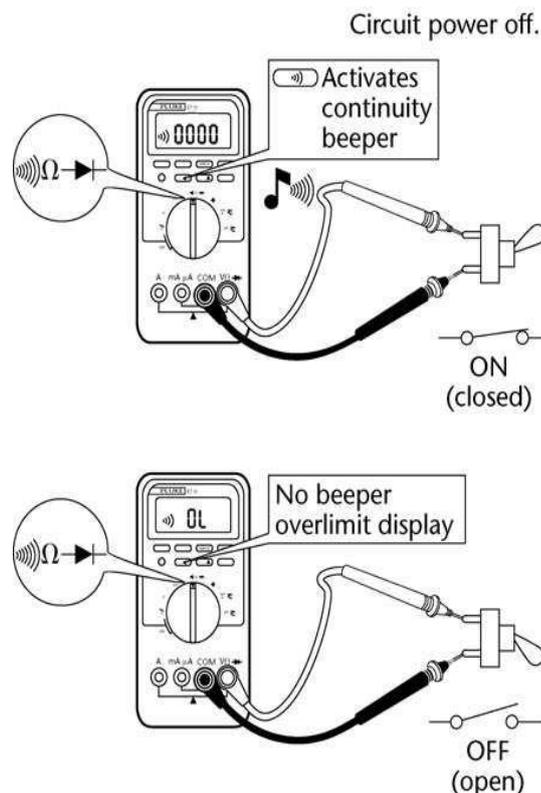
Gambar 2-4 Mengukur resistansi.

Mengukur Kapasitansi

Pilih pengukuran kapasitansi (F). Hubungkan kabel uji ke input V dan COM. Kapasitor harus diisolasi dari sirkuit untuk memberikan pengukuran DMM yang akurat (Gambar 2-6). Lepaskan kapasitor filter besar sebelum mencoba mengukurnya.

Mengukur Frekuensi

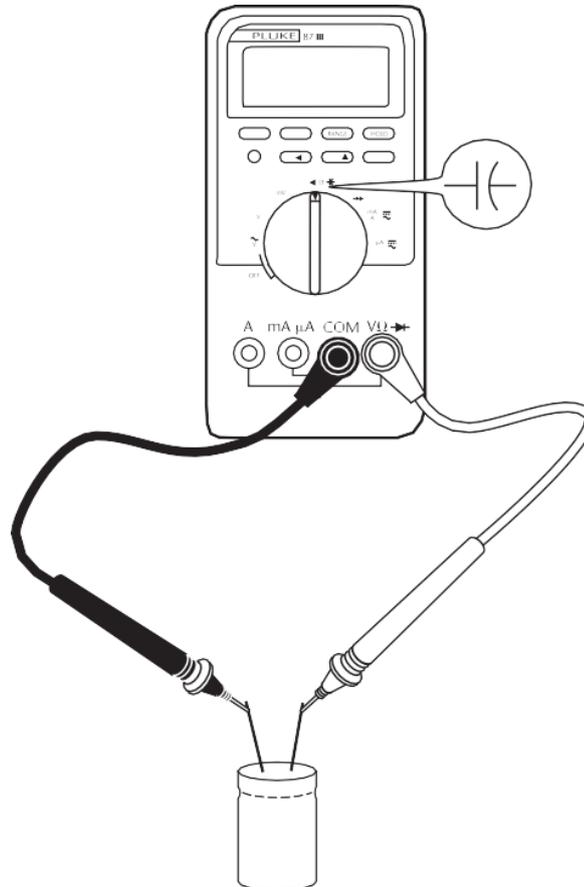
Pilih pengukuran frekuensi (Hz). Hubungkan kabel uji ke input V dan COM. Seperti pengukuran DMM lainnya, mulai dari pita tertinggi dan turunkan ke rentang frekuensi yang benar.



Gambar 2-5 Pengujian untuk kontinuitas.

Pengujian Dioda

Pilih uji dioda ($\rightarrow|$). Hubungkan kabel uji ke input V dan COM. Beberapa DMM memiliki nada yang dapat didengar untuk pengujian dioda. Sentuh probe merah ke anoda dan probe uji hitam ke terminal katoda dioda. Katoda dapat ditandai dengan garis hitam atau putih di salah satu ujung dioda (Gambar 2-7). Pembacaan dioda silikon normal hanya akan menunjukkan pengukuran overlimit (OL atau 1) jika kabel uji dibalik.

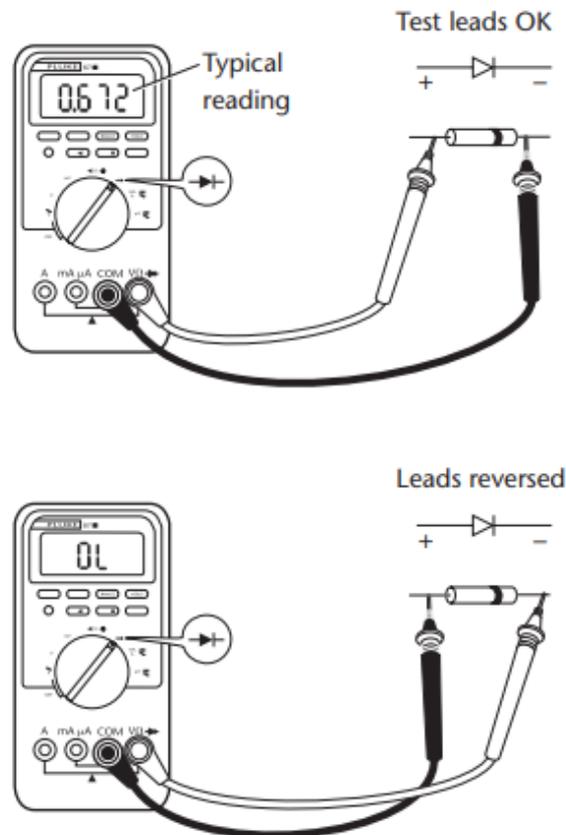


Gambar 2-6 Mengukur kapasitansi.

2.2 FITUR KEAMANAN MULTIMETER DIGITAL

Pengukur uji genggam tidak boleh disambungkan ke peralatan listrik atau sistem yang beroperasi pada tegangan yang melebihi nilai pengukur. Meskipun ini merupakan tindakan pencegahan keamanan yang penting saat menggunakan pengukur apa pun, ini bahkan lebih penting dengan DMM. Meter digital lebih sensitif daripada model analog lama terhadap tegangan lebih transien yang disebabkan oleh sambaran petir di dekatnya, sakelar utilitas, starter motor, dan sakelar kapasitor.

Transien tegangan tinggi dapat merusak sirkuit elektronik di dalam DMM, dan dalam kasus yang parah menyebabkan meteran meledak. DMM memiliki sekering internal yang berfungsi untuk melindungi instrumen uji (dan orang yang menggunakannya) dari bahaya saat melakukan pembacaan pada sistem dengan tegangan atau peringkat arus yang lebih tinggi daripada DMM. Namun, masih sangat penting untuk tidak pernah mencoba membaca pada sistem yang tegangan atau arusnya lebih tinggi dari nilai DMM itu sendiri. Underwriters Laboratories Inc. telah menetapkan peringkat keamanan untuk DMM.



Gambar 2-7 Pengujian dioda.

Standar UL 3111-1 mendefinisikan empat kategori peringkat energi untuk peralatan pengujian dan pengukuran, dengan CAT IV menawarkan tingkat perlindungan tertinggi.

CAT IV mencakup koneksi utilitas dan semua konduktor luar ruangan (karena bahaya petir). Contohnya termasuk peralatan pintu masuk layanan, meter watt-jam, dan switchboard/switchgear.

CAT III mencakup peralatan distribusi daya di dalam gedung dan struktur serupa. Ini termasuk panelboard, feeder, busway, motor, dan penerangan.

CAT II mencakup beban fase tunggal yang terhubung ke stopkontak yang terletak lebih dari 10 m dari sumber daya CAT III atau lebih dari 20 m dari sumber CAT IV.

CAT I mencakup peralatan elektronik dan energi rendah. DMM disertifikasi untuk keempat kategori ini oleh UL dan laboratorium pengujian independen lainnya. Tingkat sertifikasi ditandai langsung pada DMM, dan sering disertakan dalam iklan untuk DMM. Pengukur dengan nilai lebih tinggi dapat digunakan dengan aman untuk fungsi pengukuran tingkat yang lebih rendah.

PENTING

Nomor kategori DMM lebih penting daripada peringkat tegangannya saat menentukan tingkat perlindungan yang diberikannya. Dengan kata lain, meteran CAT III, 600 V menawarkan perlindungan yang lebih baik terhadap transien energi tinggi daripada meteran CAT II, 1000 V.

2.3 TINDAKAN PENCEGAHAN KEAMANAN UMUM UNTUK MENGGUNAKAN MULTIMETER DIGITAL

- Saat gambar skema, denah bangunan, atau dokumentasi lain tersedia, periksa kisaran tegangan, arus, hambatan, dan properti lainnya yang diharapkan sebelum melakukan pengukuran dengan DMM. Putar sakelar fungsi ke kisaran yang sesuai.
- Jika rentang yang sesuai untuk pengukuran tertentu tidak diketahui, mulailah dari skala tertinggi untuk tegangan, arus, dan seterusnya. Pilih rentang yang lebih rendah secara progresif hingga pengukuran berada dalam rentang yang benar.
- Jika tampilan overlimit (OL atau 1) menyala, ubah ke skala pengukuran yang lebih tinggi.
- Lepaskan kabel uji dari sirkuit atau perangkat yang sedang diuji saat mengubah rentang pengukuran.
- Pengukuran resistansi dan dioda hanya boleh dilakukan pada sirkuit yang tidak diberi energi.
- Lepaskan semua kapasitor sebelum melakukan pembacaan kapasitansi dengan DMM.

BAB 3

DASAR-DASAR ALAT UKUR UNTUK REPARASI

Sebagian besar pekerjaan yang dilakukan oleh ahli listrik dan teknisi melibatkan perbaikan dan pemeliharaan peralatan dan sistem listrik. Untuk mempertahankan sistem tersebut pada kinerja puncak, pekerja harus memiliki pengetahuan yang baik tentang apa yang biasa disebut sebagai alat ukur untuk reparasi—kemampuan untuk menentukan penyebab kegagalan fungsi dan kemudian memperbaikinya. Alat ukur untuk reparasi mencakup berbagai masalah, mulai dari pekerjaan kecil seperti menemukan korsleting atau gangguan arde pada peralatan rumah tangga hingga melacak kerusakan pada instalasi industri yang kompleks. Prinsip-prinsip dasar yang digunakan adalah sama dalam kedua kasus. Alat ukur untuk reparasi membutuhkan pengetahuan menyeluruh tentang teori kelistrikan dan peralatan pengujian, dikombinasikan dengan pendekatan sistematis dan metodis untuk menemukan dan mendiagnosis masalah. Kiat dan prinsip umum berikut dimaksudkan untuk membantu menentukan proses alat ukur untuk reparasi. Jenis peralatan dan sistem listrik tertentu dijelaskan dalam bab-bab selanjutnya dari buku ini.

3.1 BERPIKIR SEBELUM BERTINDAK

Pelajari masalahnya secara menyeluruh, dan tanyakan pada diri Anda pertanyaan-pertanyaan ini:

- Apa saja tanda peringatan yang mendahului masalah?
- Pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan apa yang telah dilakukan sebelumnya?
- Apakah masalah serupa pernah terjadi sebelumnya?
- Jika sirkuit, komponen, atau peralatan masih beroperasi, apakah aman untuk melanjutkan operasi sebelum pengujian lebih lanjut?

Jawaban atas pertanyaan-pertanyaan ini biasanya dapat diperoleh dengan:

- Menanyakan kepada pemilik atau operator peralatan.
- Meluangkan waktu untuk memikirkan masalahnya.
- Mencari gejala tambahan.
- Konsultasi alat ukur untuk reparasi grafik.
- Memeriksa hal-hal yang paling sederhana terlebih dahulu.
- Mengacu pada catatan perbaikan dan pemeliharaan.
- Memeriksa dengan instrumen yang dikalibrasi.
- Periksa ulang semua kesimpulan sebelum memulai perbaikan pada peralatan atau komponen sirkuit.

Sumber dari banyak masalah bukanlah satu bagian saja, melainkan hubungan antara bagian yang satu dengan bagian yang lain. Misalnya, pemutus sirkuit yang tersandung dapat diatur ulang untuk menghidupkan kembali suatu peralatan, tetapi apa yang menyebabkan pemutus tersebut tersandung? Ini bisa disebabkan oleh konduktor "panas" yang bergetar sesaat bersentuhan dengan tanah, atau sambungan yang longgar pada akhirnya dapat menyebabkan panas berlebih, atau sejumlah penyebab lainnya. Terlalu sering, peralatan yang dioperasikan

secara elektrik dibongkar seluruhnya untuk mencari penyebab keluhan tertentu, dan semua bukti dihancurkan selama operasi pembongkaran. Periksa lagi untuk memastikan solusi mudah untuk masalah tersebut tidak terlewatkan.

3.2 TEMUKAN DAN PERBAIKI PENYEBAB MASALAH

Setelah kegagalan listrik telah diperbaiki di semua jenis sirkuit listrik atau peralatan, pastikan untuk menemukan dan memperbaiki penyebabnya sehingga kegagalan yang sama tidak akan terulang kembali. Penyelidikan lebih lanjut dapat mengungkapkan komponen rusak lainnya. Perlu diketahui juga bahwa meskipun bagan dan prosedur alat ukur untuk reparasi sangat membantu dalam mendiagnosis malfungsi, mereka tidak pernah bisa lengkap; ada terlalu banyak variasi dan solusi untuk masalah yang diberikan.

Catatan: Selalu periksa hal-hal yang paling mudah dan jelas terlebih dahulu; mengikuti aturan sederhana ini akan menghemat waktu dan masalah.

Untuk menyelesaikan masalah kelistrikan secara konsisten, pertama-tama Anda harus memahami bagian dasar rangkaian listrik, bagaimana fungsinya, dan untuk tujuan apa. Jika Anda tahu bahwa bagian tertentu tidak melakukan tugasnya, maka penyebab malfungsi harus berada dalam bagian atau rangkaian bagian ini.

Kesalahan Intermitten

Menemukan dan mendiagnosis kesalahan intermiten, di mana masalah pendek, terbuka, atau lainnya hanya terjadi sementara, atau hanya dalam kondisi tertentu, selalu merupakan masalah alat ukur untuk reparasi yang sulit. Dua fitur yang ditemukan di sebagian besar DMM dapat membantu mengidentifikasi kesalahan yang terputus-putus.

Mode pengambilan kontinuitas

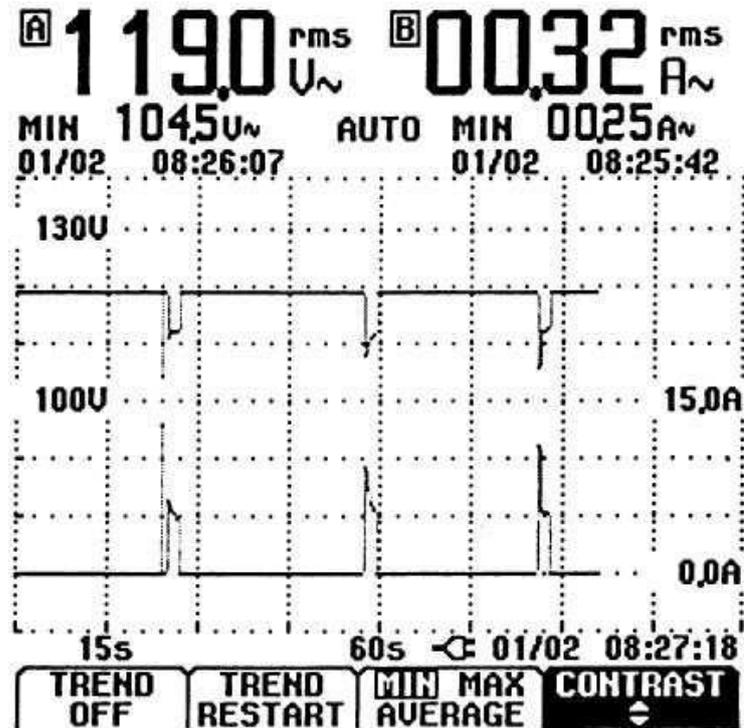
Fitur ini berguna untuk menemukan koneksi intermiten dengan kabel pengukur kecil dan bundel kabel, dan bahkan kontak relai intermiten. Untuk memeriksa pembukaan intermiten, tempatkan kabel pada sambungan yang biasanya tertutup atau korslet dan pilih mode Pengambilan Berkelanjutan pada DMM. Goyangkan kabel dan panaskan sambungan dengan senapan panas, atau dinginkan dengan pendingin sirkuit untuk membuat bukaan intermiten muncul. Saat bukaan ditangkap (sependek 250 s), tampilan menunjukkan transisi dari buka ke posisi singkat. Celana pendek terputus-putus dapat ditemukan dengan cara yang sama, dengan menghubungkan ke sirkuit yang biasanya terbuka dan menggunakan teknik penggoyangan dan pemanasan/pendinginan untuk menangkap arus pendek. Satu-satunya perbedaan adalah bahwa garis transisi akan bergerak dari bawah tampilan ke atas.

Modus perekaman

Terkadang kesalahan intermiten tidak berhasil diinduksi saat mengamati tampilan DMM. Beberapa unit kelas atas memiliki mode perekaman dengan cap tanggal dan waktu. Jenis DMM ini dapat dibiarkan terhubung ke sirkuit atau peralatan listrik untuk waktu yang lama untuk merekam terjadinya gangguan intermiten. Tanggal dan waktu terjadinya dapat memberikan petunjuk yang memungkinkan teknisi listrik atau teknisi untuk melacak penyebab kesalahan (Gambar 3-1).

Bekerja dengan Aman Itu Penting

Alat ukur untuk reparasi listrik pada dasarnya berbahaya. Bahaya bekerja dengan listrik termasuk sengatan listrik dan sengatan listrik, kebakaran, dan cedera ledakan busur.



Gambar 3-1 Merekam tampilan DMM.

Ledakan busur adalah "ledakan" energi tinggi yang dapat terjadi ketika sesuatu terjadi seperti korsleting yang tidak disengaja pada terminal transformator atau batang bus di papan panel—misalnya, dengan menjatuhkan obeng logam. NFPA 70E-2004, Standar untuk Keselamatan Listrik di Tempat Kerja, adalah standar yang mengatur untuk perlindungan terhadap bahaya listrik di tempat kerja. Alat ukur untuk reparasi sangat berbahaya, karena tukang listrik dan teknisi sering bekerja pada peralatan dan sistem yang diberi energi ("hidup").

Selain bahaya listrik, pekerjaan pengujian dan pemeliharaan juga melibatkan bahaya lain seperti jatuh dari atap dan tangga, dan kecelakaan dengan perkakas listrik. Seluruh buku telah ditulis tentang keselamatan listrik. Bagian ini merangkum tindakan pencegahan keselamatan penting saat melakukan alat ukur untuk reparasi pada peralatan dan sistem listrik. Ini didasarkan pada aturan keselamatan NFPA 70E.

Orang yang memenuhi syarat

Pasal 100 dari Kode Listrik Nasional mendefinisikan orang yang memenuhi syarat sebagai "Seseorang yang memiliki keterampilan dan pengetahuan yang berkaitan dengan konstruksi dan pengoperasian peralatan dan instalasi listrik dan telah menerima pelatihan keselamatan tentang bahaya yang terlibat." NFPA 70E menggunakan definisi yang sama. Untuk membantu mencegah kecelakaan dan cedera, hanya orang yang memenuhi syarat yang memenuhi definisi ini yang boleh melakukan pekerjaan alat ukur untuk reparasi listrik. Orang yang tidak terlatih, tidak memenuhi syarat, tidak boleh diizinkan untuk melakukan pengujian dan pemeliharaan listrik.

Alat pelindung diri

Alat ukur untuk reparasi sering kali melibatkan pengujian sirkuit dan peralatan berenergi. Karena bahayanya, NFPA 70E mendefinisikan pengujian listrik sebagai tugas

berbahaya yang hanya boleh dilakukan dengan memakai alat pelindung diri (APD) yang sesuai. APD minimum untuk pekerjaan troubleshooting kelistrikan adalah sebagai berikut:

- Kemeja lengan panjang dan celana dari serat alam, seperti katun atau wol. Jangan memakai kain sintesis seperti poliester atau nilon, yang dapat meleleh dan terbakar jika terjadi ledakan busur listrik.
- Sepatu bot berujung baja.
- Hanya topi plastik keras yang boleh dipakai untuk pekerjaan listrik.
- Kacamata atau kacamata pengaman.
- Sarung tangan kerja.

Selain itu, jangan memakai perhiasan logam seperti cincin, jam tangan, rantai, dan anting-anting saat bekerja di sekitar sirkuit dan peralatan listrik. Emas dan perak adalah konduktor listrik yang sangat baik. Bekerja pada peralatan berenergi seperti papan panel dan pusat kendali motor dengan penutup tertutup sangat berbahaya. Hubungan arus pendek atau pemutus arus yang rusak pada papan panel yang diberi energi dapat mengakibatkan ledakan busur, menyebabkan luka bakar parah dan cedera lain pada pekerja yang terlibat. NFPA 70E memerlukan APD tambahan berikut saat melakukan “operasi switching” pada peralatan listrik hidup:

- Pakaian tahan api (FR).
- Jaket FR flash atau jas dengan tudung di atas pakaian FR.
- Pelindung wajah dengan rating busur.
- Pelindung pendengaran.
- Sarung tangan dengan nilai tegangan.
- Alat pengenal tegangan.

APD adalah subjek yang kompleks. APD yang benar diperlukan tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan, tegangan operasi, dan arus gangguan yang tersedia. Untuk informasi lengkap tentang subjek ini, lihat NFPA 70E-2004, Standar untuk Keselamatan Listrik di Tempat Kerja.

Hindari bekerja "langsung"

Pengujian listrik harus sering dilakukan pada sirkuit dan peralatan berenergi. Tetapi teknik paling aman untuk melakukan tugas-tugas seperti memperbaiki dan mengganti komponen yang rusak adalah dengan mematikan daya. APD tidak diperlukan ketika tidak ada bahaya listrik untuk dilindungi. Jadi, aturan keselamatan paling sederhana untuk pekerjaan pemeliharaan listrik adalah—Jangan bekerja secara langsung!

Penguncian/penandaan

Ketika sistem kelistrikan dimatikan untuk melakukan pekerjaan pemeliharaan dengan aman, tindakan pencegahan harus diambil untuk memastikan bahwa sirkuit tidak dihidupkan kembali secara tidak sengaja saat pekerjaan sedang berlangsung. Penguncian/penandaan adalah metode yang lebih disukai untuk mengendalikan sumber energi untuk meminimalkan bahaya bagi personel. Detailnya rumit, dan di luar cakupan buku ini. Tetapi setiap perusahaan harus memiliki prosedur penguncian/penandaan resmi, yang harus selalu diikuti ketika rangkaian listrik dimatikan selama pekerjaan konstruksi atau pemeliharaan. Untuk informasi lebih lanjut, lihat NFPA 70E, Lampiran G “Contoh Prosedur Penguncian/Tagout.”

BAB 4

ALAT UKUR UNTUK REPARASI TRANSFORMER TIPE KERING

Trafo tipe kering adalah bagian dari sebagian besar instalasi listrik. Ukurannya berkisar dari transformator bel pintu kecil hingga unit tiga fase 25-kVA yang dipasang di lemari listrik (Gambar 4-1) hingga unit besar yang berdiri sendiri dengan nilai beberapa ratus kVA (Gambar 4-2). Teknisi listrik harus mengetahui cara menguji dan mendiagnosis masalah yang timbul pada transformator—terutama pada catu daya atau transformator kontrol tipe kering yang lebih kecil.

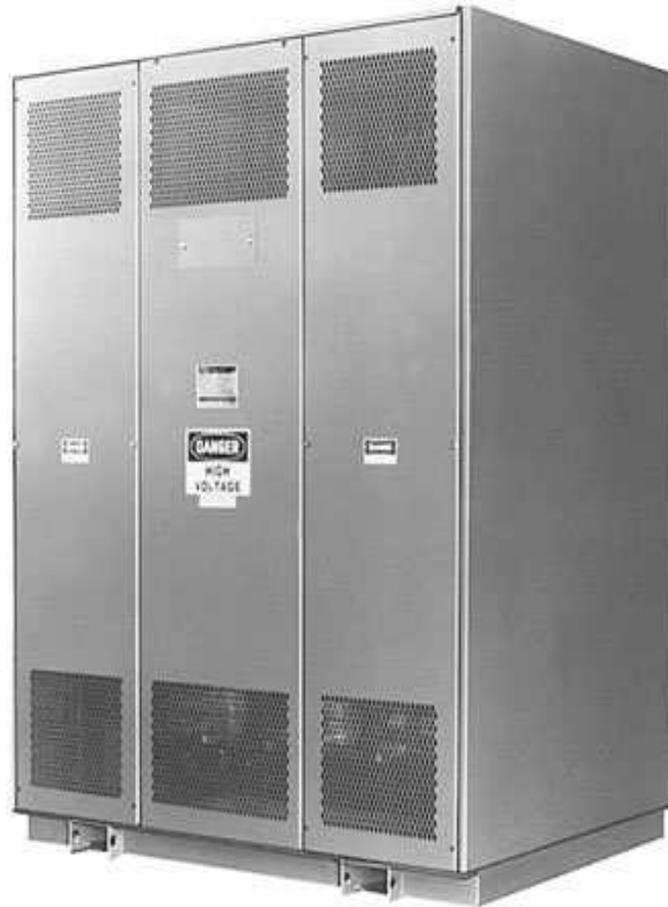
4.1 RANGKAIAN TERBUKA

Jika salah satu belitan dalam transformator mengalami kondisi putus atau "terbuka", tidak ada arus yang dapat mengalir dan oleh karena itu, transformator tidak akan menghasilkan keluaran apa pun. Gejala dari transformator hubung-terbuka adalah bahwa rangkaian, yang memperoleh daya dari transformator, tidak diberi energi atau "mati". Gunakan voltmeter AC atau DMM untuk memeriksa terminal keluaran transformator, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-3. Pembacaan 0 V menunjukkan rangkaian terbuka.

Kemudian lakukan pembacaan tegangan pada terminal input. Jika ada tegangan, ini menunjukkan bahwa salah satu belitan transformator terbuka. Namun, jika tidak ada pembacaan tegangan pada terminal input, maka bukaan harus berada di tempat lain di sisi saluran sirkuit; mungkin sakelar pemutus terbuka.



Gambar 4-1 Trafo tipe kering (25-kVA, tiga fase). (Courtesy of Square D Company.)



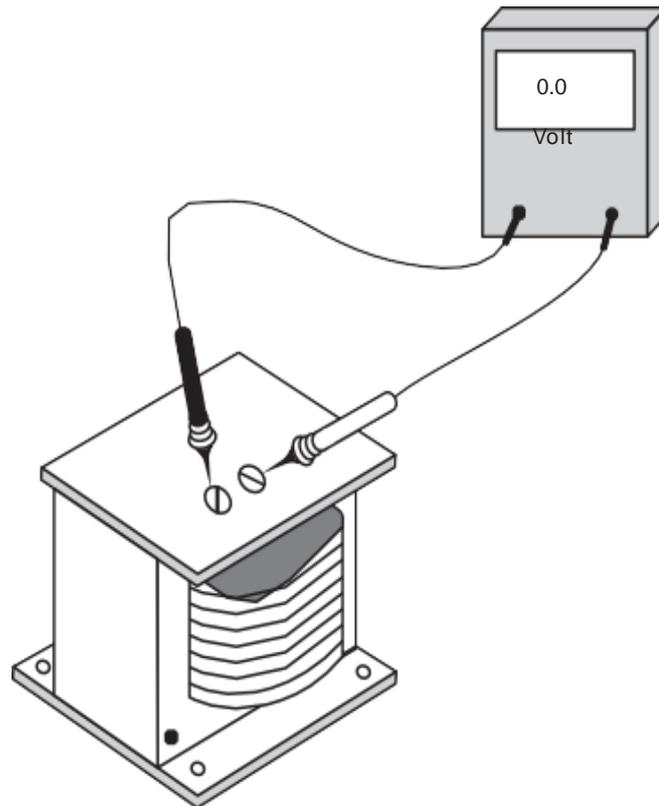
Gambar 4-2 Trafo tipe kering (300-kVA, tiga fase). (Courtesy of Square D Company.)

PERINGATAN!

Pastikan benar-benar bahwa instrumen pengujian Anda dirancang untuk pekerjaan itu dan dikalibrasi untuk voltase yang benar. Jangan pernah menguji sisi utama transformator apa pun di atas 600 V kecuali Anda memenuhi syarat, memiliki instrumen pengujian tegangan tinggi yang benar, dan pengujian dilakukan di bawah pengawasan yang tepat.

Namun, jika ada tegangan pada saluran atau sisi primer dan tidak ada tegangan pada sisi sekunder atau beban, buka sakelar untuk memutus arus rangkaian, dan letakkan tag peringatan (tag-out dan kunci) pada sakelar ini. agar tidak tertutup kembali secara tidak sengaja saat seseorang sedang mengerjakan rangkaian.

Lepaskan semua kabel primer dan sekunder transformator dan periksa setiap belitan di transformator untuk kontinuitas (sirkuit kontinu), seperti yang ditunjukkan oleh pembacaan resistansi yang diambil dengan ohmmeter. Kontinuitas ditunjukkan oleh pembacaan resistansi yang relatif rendah pada transformator kontrol, sedangkan belitan terbuka akan ditunjukkan oleh pembacaan resistansi tak terbatas (OL atau 1). Dalam kebanyakan kasus, transformator kecil seperti itu harus diganti, kecuali tentu saja kerusakan dapat diakses dan dapat diperbaiki.



Gambar 4-3 Memeriksa sirkuit terbuka di transformator.

4.2 PATAHAN TANAH

Kadang-kadang beberapa belitan pada belitan sekunder transformator mengalami hubung singkat sebagian, yang pada gilirannya menyebabkan jatuh tegangan pada belitan sekunder. Gejala umum dari kondisi ini adalah panas berlebih pada transformator yang disebabkan oleh arus sirkulasi besar yang mengalir pada belitan korsleting. Cara termudah untuk memeriksa kondisi ini adalah dengan voltmeter. Lakukan pembacaan pada saluran atau sisi primer transformator terlebih dahulu untuk memastikan tegangan normal ada. Kemudian lakukan pembacaan di sisi sekunder. Jika transformator mengalami gangguan hubung singkat atau ground sebagian, pembacaan tegangan sekunder akan lebih rendah dari biasanya. Ganti trafo yang rusak dengan yang baru dan baca lagi pada trafo sekunder. Jika pembacaan tegangan sekarang normal dan rangkaian beroperasi dengan baik, biarkan trafo pengganti dalam rangkaian, dan buang atau perbaiki trafo asli.

4.3 SHORT

Kadang-kadang belitan transformator menjadi korsleting total. Dalam kebanyakan kasus, ini mengaktifkan perangkat pelindung arus lebih (pemutus sirkuit atau sekering) dan menonaktifkan sirkuit. Tetapi dalam beberapa kasus, transformator dapat terus mencoba beroperasi dengan panas berlebih yang berlebihan—karena arus sirkulasi yang sangat besar. Panas ini akan sering melelehkan insulasi di dalam trafo, yang mudah dideteksi oleh baunya. Juga, tidak akan ada output tegangan melintasi belitan korsleting dan sirkuit sekunder yang disuplai oleh belitan itu akan mati.

Hubungan pendek mungkin di sirkuit sekunder eksternal atau mungkin di belitan transformator. Untuk menentukan lokasinya, lepaskan sirkuit sekunder dari belitan dan

lakukan pembacaan dengan voltmeter. Jika tegangan normal dengan sirkuit eksternal terputus, maka masalahnya ada di sirkuit eksternal. Namun, jika pembacaan tegangan masih nol pada kabel sekunder, transformator korsleting dan harus diganti.

4.4 GULUNGAN BERALAS

Kerusakan isolasi cukup umum terjadi pada transformator yang lebih tua—terutama yang telah kelebihan beban. Pada titik tertentu, isolasi rusak atau rusak dan konduktor terbuka menjadi terbuka. Kawat yang terbuka sering kali bersentuhan dengan rumahan transformator dan mengardekan belitan.

Jika belitan mengembangkan pembumian, dan sebuah titik di sirkuit eksternal yang terhubung ke belitan ini juga diarde, sebagian belitan akan dihubungsingkat. Gejalanya adalah panas berlebih, biasanya terdeteksi oleh rasa atau bau, dan pembacaan tegangan rendah seperti yang ditunjukkan pada skala voltmeter. Dalam kebanyakan kasus, transformator dengan kondisi ini harus diganti. Sebuah megohmmeter digunakan untuk menguji kondisi ini. Lepaskan kabel dari belitan primer dan sekunder. Pengujian kemudian dapat dilakukan pada kedua belitan dengan menghubungkan kabel uji negatif megger ke ground terkait dan kabel uji positif ke belitan yang akan diukur. Resistansi isolasi kemudian harus diukur antara belitan itu sendiri, dengan menghubungkan satu kabel uji ke primer dan kabel uji kedua ke sekunder.

Bagan alat ukur untuk reparasi pada Tabel 4-1 mencakup masalah transformator tipe kering yang paling umum.

Tabel 4-1 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk transformator tipe kering.

Malfungsi	Kemungkinan penyebab
Terlalu panas	Kelebihan beban terus menerus; koneksi eksternal yang salah; ventilasi yang buruk; suhu udara sekitar yang tinggi.
	Tegangan masukan tinggi.
	Saluran udara tersumbat atau ventilasi tidak memadai.
Tegangan dikurangi menjadi nol.	Belokan pendek; kehilangan koneksi ke papan terminal transformator.
Tegangan sekunder berlebih.	Tegangan masukan tinggi; akumulasi kotoran pada papan terminal primer.
Kehilangan konduktor tinggi.	Kelebihan muatan; terminal biard tidak pada posisi tap yang identik.
Distorsi kumparan.	Kumparan dihubung pendek.
Kegagalan isolasi.	kelebihan beban terus menerus; akumulasi kotoran pada gulungan; kerusakan mekanis dalam penanganan; gelombang petir.
	Temperatur inti yang sangat tinggi karena tegangan input tinggi atau frekuensi rendah.
Pemutus sekering terbuka.	Sirkuit pendek; kelebihan muatan.

Pemanasan kabel yang berlebihan.	Sambungan yang tidak dibaut dengan benar.
Tegangan tinggi ke tanah.	Biasanya kondisi muatan statis.
Getaran dan kebisingan.	Frekuensi rendah; tegangan masukan tinggi; klem inti dilonggarkan pada pengiriman atau penanganan; perangkat keras longgar di kandang; lokasi.
Arus eksitasi tinggi.	Frekuensi rendah; tegangan masukan tinggi; belokan korsleting (belitan).
Kehilangan inti tinggi.	Frekuensi rendah; tegangan masukan tinggi.
Merokok.	Kegagalan isolasi.
Isolasi yang terbakar.	Gelombang petir; switching atau gangguan saluran; bushing yang rusak.

BAB 5

ALAT UKUR UNTUK REPARASI LUMINER (PERLENGKAPAN PENCAHAYAAN)

Kode Listrik Nasional (Pasal 100) mendefinisikan luminer sebagai berikut:

Luminer. Unit penerangan lengkap yang terdiri dari lampu atau lampu bersama dengan bagian yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, untuk menempatkan dan melindungi lampu dan pemberat (jika ada), dan untuk menghubungkan lampu ke catu daya.

Bangunan komersial, industri, atau institusional pada umumnya berisi ratusan atau bahkan ribuan luminer. Untuk alasan ini, alat ukur untuk reparasi luminer adalah bagian penting dari pekerjaan tukang listrik pemeliharaan biasa. Bab ini mencakup tiga jenis pencahayaan yang paling umum digunakan dalam aplikasi komersial, industri, dan institusional:

- Luminer neon
- Luminer pijar
- Luminer pelepasan intensitas tinggi (HID)

5.1 ALAT UNTUK REPARASI LUMINER NEON

Lampu neon adalah sumber penerangan pelepasan listrik. Arus mengalir dalam busur melalui tabung kaca yang diisi dengan uap merkuri antara kontak yang disebut katoda di setiap ujung lampu tabung. Bagian dalam tabung dilapisi dengan bubuk yang disebut fosfor yang bersinar ketika tereksitasi oleh radiasi ultraviolet, menghasilkan cahaya tampak.

Lampu neon membutuhkan komponen tambahan yang disebut ballast untuk beroperasi. Ballast melakukan dua fungsi:

1. Ini menghasilkan sentakan tegangan tinggi untuk menguapkan merkuri di dalam lampu dan memulai busur dari satu ujung ke ujung lainnya.
2. Setelah lampu dinyalakan, balast membatasi arus ke nilai yang lebih rendah yang diperlukan untuk pengoperasian yang benar.

Ada banyak jenis lampu neon dan ballast. Jenis ballast yang lebih tua yang dikenal sebagai core-and-coil masih banyak digunakan, tetapi ballast elektronik juga umum digunakan.

Hampir semua luminer fluoresen yang dipasang pada konstruksi modern menggunakan lampu start cepat dan lampu start instan. Jenis lampu fluoresen yang lebih tua menggunakan komponen terpisah yang disebut starter untuk memanaskan katoda lampu sebelum busur dipukul. Lampu dan perlengkapan pemanasan awal jarang digunakan dalam sistem pencahayaan komersial modern, dan tidak termasuk dalam panduan alat ukur untuk reparasi ini.

Bagan alat ukur untuk reparasi (Tabel 5-1) mencantumkan kesalahan, kemungkinan penyebab, dan tindakan korektif yang harus diambil saat memecahkan masalah luminer fluoresen.

5.2 ALAT UKUR UNTUK REPARASI LAMPU PIJAR (TERMASUK TUNGSTEN-HALOGEN)

Meskipun luminer fluoresen dan HID sekarang digunakan untuk sebagian besar aplikasi penerangan area di fasilitas komersial, industri, dan institusional, luminer pijar masih banyak digunakan untuk penerangan dekoratif dan aksen.

- Lampu pijar tradisional dibuat dalam ribuan jenis dan warna yang berbeda dari fraksi watt hingga lebih dari 10 kW masing-masing, meskipun jenis yang paling umum digunakan untuk aplikasi penerangan umum adalah antara 40 dan 200 W (Gambar 5-2). Pijar tradisional menghasilkan cahaya melalui filamen yang dipanaskan hingga pijar (cahaya putih) dalam ruang hampa.
- Lampu halogen tungsten (juga dikenal sebagai kuarsa-halogen dan kuarsa-iodida) menggunakan desain lampu di dalam lampu (Gambar 5-3). Selubung kuarsa bagian dalam diisi dengan uap yodium, yang menghambat penguapan filamen tungsten dan dengan demikian memperpanjang masa pakai lampu. Lampu tungsten-halogen secara fisik tidak dapat dipertukarkan dengan jenis lampu pijar lainnya dan memerlukan luminer khusus.

Tabel 5-1 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk luminer fluoresen.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Berkedip dan mematikan, bersama dengan efek berkilauan selama periode cahaya.	Akhir masa pakai lampu yang normal, bahan emisi pada elektroda habis.	Ganti lampu.
Berkedip lampu yang relatif baru.	Salah dari starter yang rusak. Kontak sirkuit longgar.	Lampu kursi dengan aman; tonjolan indikator harus tepat di atas slot soket. Periksa apakahudukan lampu terpasang dengan kokoh dan ditempatkan dengan benar; kencangkan semua koneksi
Berkedip dengan dua ballast lampu. Satu lampu menyala dan salah satu ujung lainnya dapat berkedip dan mati tanpa memulai; akhirnya kedua lampu dapat menyala.	dfarts dingin memukul lampu. Kabel starter tidak terpasang dengan benar.	Tutup atau lindungi lampu. Periksa diagram pengkabelan pada ballast dan sambungkan kembali kabel dengan benar atau ganti kedudukan lampu di salah satu ujung perlengkapan.
Tidak ada upaya awal, awal yang lambat.	Sirkuit terbuka di elektroda atau kebocoran udara di lampu.	Periksa lampu di perlengkapan lain; jika tidak ada lampu neon, gantilah.

Mulai lambat dari lampu jenis mulai cepat selama kondisi kelembaban tinggi.	Debu atau kotoran pada lampu mengatasi efek lapisan silikon.	Cuci lampu di dalam air yang mengandung deterjen ringan. Bilas lampu dengan air bersih untuk mencegah terbentuknya film pada bohlam.
Masa pakai lampu yang sangat singkat disertai dengan penghitaman ujung yang parah pada lampu.	Elektroda tidak dipanaskan.	Periksa kontak yang buruk antara pin lampu dan soket. Periksa sirkuit terbuka - kontak soket longgar atau putus.
Masa pakai lampu yang sangat singkat disertai dengan penghitaman ujung yang parah pada lampu.	Kontak sirkuit yang longgar menyebabkan kedipan on-off.	Pastikan dudukan lampu terpasang dengan kokoh dan lampu terpasang dengan benar; periksa kabel sirkuit.
	Tegangan terlalu rendah atau terlalu tinggi.	Periksa tegangan saluran dan pastikan berada dalam kisaran pada pelat nama ballast.
Masa pakai lampu yang sangat singkat disertai dengan penghitaman ujung yang parah pada lampu.	Pada ballast start instan seri, satu lampu padam dan yang lainnya menyala redup. Jika lampu yang mati tidak diganti, lampu yang redup akan segera padam.	Segera ganti lampu yang padam.
	Ballast start instan seri, kedua lampu mati, hanya satu lampu yang mungkin rusak.	Periksa kedua lampu untuk menentukan mana yang rusak; pasang kembali lampu yang bagus.
Masa pakai lampu yang sangat singkat disertai dengan penghitaman ujung yang parah pada lampu.	Ballast tidak sesuai spesifikasi atau ballast yang digunakan salah.	Gunakan ballast bersertifikat CBM dengan rating yang benar untuk ukuran lampu.
	Peralatan pemberat yang tidak tepat dari sumber DC.	Periksa peralatan ballast.
Menghitam pekat pada salah satu atau kedua ujungnya, memanjang 2 hingga 3 inci dari alas.	Akhir masa pakai lampu yang normal.	Ganti lampu.

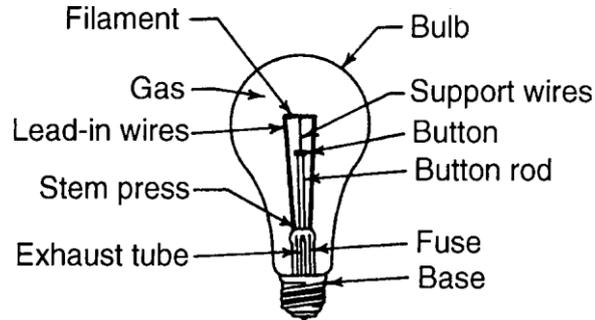
Bagan alat ukur untuk reparasi untuk luminer fluoresen. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Menghitam pekat pada salah satu atau kedua ujungnya, memanjang 2 hingga 3 inci dari alas.	Dengan lampu mulai cepat, disertai dengan masa pakai yang singkat—kontak yang buruk antara pin lampu dan soket.	Periksa jarak soket yang tepat atau konstruksi soket yang buruk tidak memberikan penyekaan pin yang tepat saat lampu dipasang.
Menghitam umumnya dalam 1 inci dari ujung.	Deposit merkuri.	Harus menguap saat lampu dioperasikan.
Menghitam di awal kehidupan	Tegangan terlalu rendah atau terlalu tinggi.	Periksa tegangan saluran untuk memastikannya berada dalam kisaran yang ditunjukkan pada pelat nama ballast.
	Kontak sirkuit yang longgar menyebabkan kedipan on•off.	Pastikan dudukan lampu terpasang dengan kokoh dan lampu terpasang dengan benar; periksa kabel sirkuit.
Menghitam di awal kehidupan.	Ballast tidak sesuai spesifikasi atau ballast yang digunakan salah.	Gunakan ballast bersertifikat CBM dengan rating yang benar untuk ukuran lampu.
Bintik padat —hitam dengan lebar sekitar /2 inci, memanjang sekitar setengah keliling lampu, berpusat sekitar 1 inci dari alasnya.	Tanda usia normal dalam pelayanan. Jika masa pakainya masih awal, menunjukkan penyalan lampu yang berlebihan atau arus pengoperasian yang tinggi.	Periksa rating off atau ballast atau tegangan arus tinggi yang tidak biasa. Ballast mungkin tidak dirancang dengan benar.
Cincin —cincin kecoklatan di salah satu ujung atau keduanya, sekitar 2 inci dari alas.	Ini mungkin terjadi pada beberapa lampu selama pengoperasian.	Tidak akan mempengaruhi kinerja lampu.
Garis-garis gelap memanjang pada tabung.	Gumpalan merkuri mengembun di bagian bawah tabung.	Bagian bawah tabung lebih dingin daripada bagian atas; dengan memutar tabung 180 ° butiran merkuri ini akan menguap karena meningkatnya kehangatan.

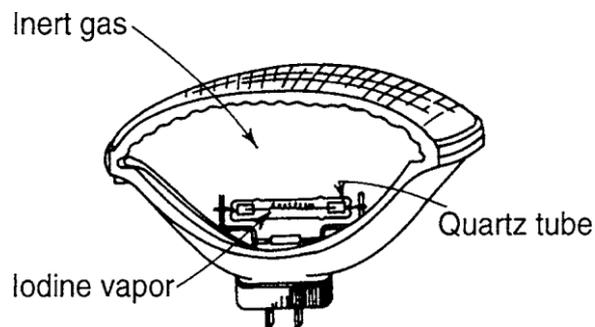
Bagan alat ukur untuk reparasi untuk luminer fluoresen. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Diucapkan berputar-putar, spiral, atau berkibar aliran busur.	Dapat terjadi pada lampu baru.	Harus musim dalam operasi normal.
	Ballast tidak sesuai spesifikasi atau ballast yang digunakan salah.	Gunakan ballast bersertifikat CBM dengan rating yang benar untuk ukuran lampu.
Diucapkan berputar-putar, spiral, atau berkibar aliran busur.	Mulai tegangan tinggi.	Periksa voltase dan perbaiki, jika memungkinkan. Jika kondisi berlanjut, ganti lampu.
Gangguan radio.	Radiasi garis dan umpan balik garis.	Terapkan filter interferensi radio pada lampu atau perlengkapan.
Kebisingan: suara dengungan yang mungkin stabil atau datang dan pergi.	Variasi internal dalam pemberat.	Kencangkan kisi-kisi perlengkapan, seperti kaca, panel samping. Jika pemberat terus berisik, gantilah.
	Ballast yang terlalu panas.	Kedipan lampu yang berkepanjangan cenderung memanaskan pemberat; ganti ballast.
Output cahaya berkurang.	Angin dingin menghantam lampu.	Tutup atau lindungi lampu. Meningkatkan ventilasi perlengkapan.
Output cahaya berkurang.	Suhu rendah.	Lampirkan lampu.
	Tegangan sirkuit rendah.	Periksa voltase dan perbaiki jika memungkinkan.
	Debu atau kotoran pada lampu, perlengkapan, dinding, atau langit-langit.	Membersihkan.
Lampu beroperasi pada kecerahan yang tidak sama.	Tegangan sirkuit rendah pada ballast lead-lag dua lampu.	Periksa voltase dan perbaiki jika memungkinkan. Kemungkinan ballast rusak.

Bagan alat ukur untuk reparasi berikut (Tabel 5-2) mencakup masalah yang paling sering ditemui dengan luminer pijar.



Gambar 5-1 Komponen dasar lampu pijar.



Gambar 5-2 Komponen dasar lampu tungsten-halogen.

5.3 ALAT UKUR UNTUK REPARASI LUMINER HID

Lampu pelepasan intensitas tinggi (HID) adalah istilah umum untuk lampu yang memiliki tabung busur dan disuplai oleh ballast. Jenis lampu HID termasuk uap merkuri, halida logam, dan natrium tekanan tinggi. Lampu natrium tekanan rendah sebenarnya bukan HID, tetapi menggunakan ballast dan menyerupai lampu HID dengan cara lain.

Bagan alat ukur untuk reparasi pada Tabel 5-3 mencantumkan teknik alat ukur untuk reparasi untuk luminer HID.

Tabel 5-2 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk luminer pijar.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Lampu tidak menyala, tapi ternyata oke	Lampu longgar	Kencangkan di soket
	Koneksi longgar atau rusak	Terminal aman
		Perbaiki kabel
Lampu menyala redup	Tegangan rendah	Cocokkan peringkat lampu dengan tegangan saluran
		Meningkatkan tegangan saluran
Umur lampu pendek	Tegangan tinggi	Cocokkan peringkat lampu dengan tegangan saluran
		Ganti lampu

	Bohlam retak karena kejutan mekanis	Pastikan air tidak menetes ke bohlam
Umur lampu pendek.	Terlalu panas karena lampu terlalu besar.	Ganti dengan lampu dengan ukuran yang sesuai dengan luminer.
	Getaran yang berlebihan.	Gunakan perangkat penyerap guncangan.
Kerusakan lampu.	Bola lampu kontak air.	Gunakan luminer tertutup dan kedap uap jika ada semprotan air.
		Sambungan segel tempat batang saluran masuk ke luminer.
	Bohlam menyentuh luminer.	Gunakan ukuran lampu yang benar.
		Luruskan soket.
Lampu gagal menyala atau bersinar lemah	Lampu telah mencapai akhir masa pakainya.	Ganti lampu.
	Lampu terlalu panas dari operasi sebelumnya.	Nyalakan kembali saat lampu sudah dingin.
	Lampu longgar.	Kencangkan di soket.
		Jika solder telah meleleh atau lubang dasar berlubang buruk, periksa kontak yang buruk atau soket yang rusak.
	Suhu rendah.	Pastikan ballast memiliki tegangan yang cukup untuk menyalakan lampu pada suhu lingkungan terendah.
Lampu gagal menyala atau bersinar lemah.	Tegangan rendah.	Periksa tegangan rangkaian terbuka pada soket atau keran ballast jika tidak sesuai dengan tegangan suplai.
		Tingkatkan tegangan saluran jika perlu.
		Cari kesalahan kabel atau koneksi yang buruk.
Keluaran cahaya rendah.	Lampu hampir habis masa pakainya.	Ganti lampu.
	Tegangan rendah.	Periksa tegangan saluran dan tap ballast yang dipilih.
	Kesalahan kabel.	Periksa kabel dan koneksi.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Keluaran cahaya rendah.	Ballast yang salah.	Pastikan pemberat tepat untuk lampu.
	Output ballast rendah.	Periksa untuk melihat apakah ballast memberikan arus awal yang tepat.
	Draf yang berlebihan.	Lindungi lampu tabung tunggal dari angin yang berlebihan.
	Perlengkapan kotor, berkarat, atau tidak memadai.	Bersihkan, poles, atau ganti perlengkapan.
	Posisi pembakaran yang salah.	Beberapa perlengkapan dirancang untuk pengoperasian hanya dengan alasnya naik atau turun. Perhatikan posisi pembakaran yang benar.
Lampu sering padam selama beberapa menit setiap kali.	Tegangan turun.	Pisahkan sirkuit penerangan dari sirkuit daya berat.
		Menyediakan pengatur tegangan.
		Gunakan ballast yang memberikan perlindungan lebih besar terhadap penurunan tegangan, seperti ballast output yang diatur.
	Kesalahan kabel.	Periksa kabel. Kencangkan koneksi.
	Gangguan listrik yang sering terjadi.	Konsultasikan dengan perusahaan utilitas.
	Ballast yang salah.	Pasang ballast yang benar.
Warna bohlam luar tidak normal kehijauan atau kekuningan. Bagian dalam teroksidasi.	Lampu aus karena pemakaian yang sangat lama, sehingga tabung busur berubah warna.	Ganti lampu.
	Segel bohlam luar rusak.	Ganti lampu.
	Kotoran atau debu.	Lap bohlam dengan hati-hati agar tidak menggores permukaan. Perlengkapan bersih.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Efek stroboskopik yang mengganggu.	Kedipan siklik.	Hubungkan perlengkapan dalam pengaturan ter-huyung-huyung pada pasokan tiga fase.
		Gunakan ballast lead-lag dua lampu.
Bagan Gangguan radio.	Komponen sirkuit.	Periksa sirkuit, karena lampu itu sendiri umumnya tidak menimbulkan gangguan radio, dan ballast standar, biasanya menekan radiasi ulang saluran apa pun.
		Jika ballast lampu individu tidak digunakan, mungkin perlu menambahkan kapasitor kecil di seluruh lampu.
Ballast berisik.	Getaran siklik.	Kencangkan penutup ballast.
		Ganti ballast.
Terbakar sinar matahari atau berjemur.	Paparan sinar lampu tanpa bohlam luar atau kontak yang terlalu lama pada jarak yang sangat pendek dari lampu.	Ganti lampu yang tidak memiliki bohlam luar.
		Matikan lampu saat bekerja di dekat mereka atau tutupi bagian tubuh yang terbuka.
		Gunakan perlengkapan tertutup.
Lampu tidak akan masuk perlengkapan.	Pembukaan perlengkapan terlalu kecil atau soket tidak berada di tengah.	Pindahkan soket atau coba pemanjang soket jika perubahan posisi pusat lampu tidak kritis.
	Basis yang rusak.	Ganti basis. Periksa penanganan yang kasar.
Lampu tidak akan masuk perlengkapan.	Dasar bengkok.	Periksa keselarasan bohlam dasar. Jika lebih dari 3° ke segala arah, lampu mungkin rusak.
Perangkat arus lebih terbuka saat lampu dinyalakan.	Arus transien tinggi dengan durasi yang sangat singkat. Biasanya disebabkan oleh ballast atau komponen rangkaian.	Gunakan pemutus sirkuit leburan waktu tunda atau tipe termal-magnetik.
Lampu pecah atau retak pada bohlam luar.	Pengiriman kerusakan atau kesalahan penanganan.	Periksa operator dan pekerja yang menangani bohlam.

	Air menetes pada bohlam panas.	Periksa kebocoran atau kondensasi pada perlengkapan.
	Perlengkapan yang disegel dengan buruk menghirup udara lembab.	Gunakan perlengkapan kedap uap tertutup.
Kerusakan lampu.	Bohlam menyentuh perlengkapan, tepi soket, pengubah bohlam logam, konduktor panas, atau insulator panas selama penyisipan atau pengoperasian.	Luruskan atau sesuaikan soket.
		Gunakan pemanjang soket untuk memberikan jarak yang cukup.
		Lepaskan bohlam yang bersentuhan dengan logam atau elemen lainnya.
	Gunakan lampu tugas cuaca.	
	Bohlam retak karena kejutan mekanis.	Ganti lampu. Jangan biarkan bohlam berbenturan satu sama lain.
Tabung busur bengkak, retak, atau pecah.	Operasi kelebihan watt.	Periksa kabel ballast dan soket.
Ujung tabung busur terbelah atau kabel internal meleleh.	Arus atau tegangan berlebih karena pengoperasian tanpa pemberat atau kerusakan petir lainnya.	Periksa kabel ballast dan soket.
		Periksa kemungkinan kerusakan petir.
		Periksa tegangan yang sangat tinggi yang diterapkan pada lampu panas, bahkan untuk sesaat, yang mengakibatkan pelepasan di tabung luar.
Dasar longgar.	Pengoperasian yang tidak normal atau lampu yang rusak.	Periksa pengoperasian di luar batas suhu yang dipublikasikan.
		Periksa apakah dasar semen sangat terganggu sebelum atau dalam 10 jam pertama operasi.
Berdetak.	Sepotong kaca atau semen lepas.	Lampu yang memiliki kondisi ini tidak boleh dianggap cacat jika sebaliknya memuaskan.
Menghitamnya tabung busur bagian dalam.	Layanan panjang.	Ganti lampu jika output lampu terlalu rendah.

BAB 6

ALAT UKUR UNTUK REPARASI MOTOR LISTRIK

Alat ukur untuk reparasi Motor listrik beroperasi berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Motor listrik memiliki magnet stasioner, atau stator, dengan belitan yang terhubung ke konduktor suplai, dan magnet yang berputar. Tidak ada hubungan listrik antara stator dan rotor. Medan magnet yang dihasilkan pada belitan stator menginduksi tegangan pada rotor.

Ketika motor listrik tidak berfungsi, belitan stator (stasioner) sering rusak, dan harus diperbaiki atau diganti. Masalah stator biasanya disebabkan oleh satu atau lebih hal berikut:

- Bantalan aus
- Kelembaban
- Kelebihan beban
- Isolasi yang buruk
- Pengoperasian fase tunggal motor tiga fase

6.1 ALAT UKUR UNTUK REPARASI MOTOR

Untuk mendeteksi cacat pada motor listrik, belitan biasanya diuji untuk gangguan tanah, terbuka, pendek, dan mundur. Metode yang tepat untuk melakukan tes ini tergantung pada jenis motor yang diservis. Namun, terlepas dari jenis motornya, pengetahuan tentang beberapa istilah penting diperlukan untuk memecahkan masalah motor dengan benar:

Ground: Sebuah belitan menjadi ground ketika membuat kontak listrik dengan rangka besi motor. Penyebab umum arde termasuk baut yang menahan pelat ujung yang bersentuhan dengan belitan; kabel menekan laminasi di sudut slot; atau sakelar sentrifugal diarde ke pelat ujung.

Sirkuit terbuka: Koneksi yang longgar atau kotor, serta kabel yang putus, dapat menyebabkan sirkuit terbuka pada motor listrik.

Korsleting: Jika dua atau lebih belitan saling bersentuhan, hasilnya adalah korsleting listrik. Kondisi ini dapat terjadi pada belitan baru jika belitan kencang dan hentakan diperlukan untuk menempatkan kabel pada posisinya. Dalam kasus lain, panas berlebih yang disebabkan oleh beban lebih menurunkan isolasi dan menyebabkan hubungan pendek. Hubungan pendek sering dideteksi dengan mengamati asap dari belitan saat motor beroperasi, atau jika motor menarik arus berlebih tanpa beban.

Bagan pada Tabel 6-1 mencantumkan alat dan perlengkapan yang digunakan dalam perawatan dan alat ukur untuk reparasi motor listrik. Bagian berikut menjelaskan penyebab umum malfungsi motor.

Kumparan Beralas

Kumparan yang diarde dalam belitan motor biasanya menyebabkan pemutus arus berulang kali. Ikuti langkah-langkah ini untuk menguji koil yang diarde menggunakan penguji kontinuitas:

1. Buka dan kunci alat pemutus, untuk memastikan motor tidak diberi energi.

2. Tempatkan satu kabel uji pada rangka motor dan yang lainnya pada masing-masing konduktor (daya) yang tidak diarde yang memasok motor. Jika ada koil yang diarde di sembarang titik dalam belitan, lampu penguji kontinuitas akan menyala, atau tampilan meteran akan menunjukkan tak terhingga.
3. Untuk motor tiga fase, uji setiap fase secara terpisah, setelah memutuskan hubungan bintang atau delta.
4. Kadang-kadang kelembaban pada insulasi lama di sekitar kumparan menyebabkan tanah dengan resistansi tinggi yang sulit dideteksi dengan lampu uji. Sebuah megger dapat digunakan untuk mendeteksi kesalahan tersebut.
5. Uji belitan armature dan komutator untuk ground dengan cara yang sama.
6. Pada beberapa motor, pemegang sikat dihubungkan ke pelat ujung. Sebelum armatur diuji untuk ground, angkat sikat menjauh dari komutator.

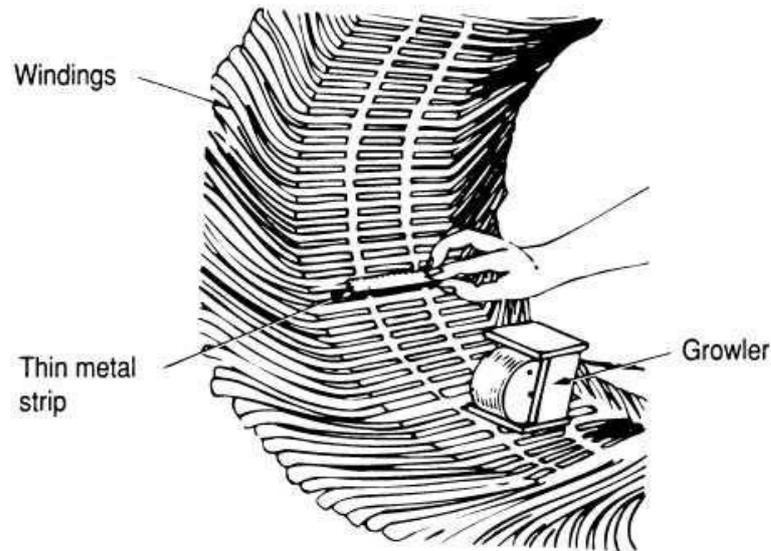
Tabel 6-1 Alat Ukur Untuk perawatan motor listrik.

Alat atau Peralatan	Aplikasi
Multimeter, voltmeter, ohmmeter, amperemeter penjepit, wattmeter, pengukur faktor daya penjepit.	Ukur tegangan, resistansi, arus, dan daya rangkaian. Berguna untuk pelacakan sirkuit dan alat ukur untuk reparasi.
Stetoskop transistor.	Mendeteksi kerusakan bantalan mesin berputar dan katup bocor.
Takometer.	Periksa kecepatan putaran mesin.
Merekam meter, instrumen.	Berikan catatan permanen tentang tegangan, arus, daya, suhu, dll., pada grafik untuk studi analitik.
Penguji resistansi isolasi, termometer, psikrometer.	Uji dan pantau resistansi isolasi; gunakan termometer dan psikrometer untuk koreksi suhu-kelembaban.
Penguji dielektrik oli portabel; filter oli portabel.	Uji OCB, oli transformator, atau oli isolasi lainnya. Rekondisi oli bekas.
Pengukur celah udara.	Periksa celah udara motor atau generator antara rotor dan stator.
Pelarut pembersih.	Menghilangkan lemak atau kotoran dari gulungan motor atau bagian listrik lainnya.
Batu tangan (kasar, sedang, halus), rig penggilingan, strip kanvas.	Grinding, smoothing, dan finishing komutator atau slip ring.
Skala tegangan pegas.	Memeriksa tekanan sikat pada komutator motor DC atau pada cincin lewati motor AC; menguji tekanan kontak listrik pada relai, starter, atau kontaktor.
Kaca pembesar, teropong.	Gunakan kaca pembesar untuk memeriksa sikat, komutator, atau kontak atau bagian listrik kecil; teropong memungkinkan

	pemeriksaan dekat bagian jarak jauh atau tegangan tinggi.
Penguji putaran motor.	Memeriksa arah putaran motor sebelum penyambungan.

Kumparan korsleting

Korsleting belitan dalam kumparan biasanya akibat kegagalan isolasi pada kabel, yang disebabkan oleh minyak, kelembaban, dan sejenisnya.



Gambar 6-1 Growler digunakan untuk menguji stator motor AC.

Salah satu cara murah untuk menemukan kumparan korsleting adalah dengan menggunakan growler dan sepotong baja tipis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6-1.

1. Tempatkan growler di inti seperti yang ditunjukkan, dengan potongan baja tipis pada jarak satu rentang kumparan dari pusat growler.
2. Uji kumparan dengan menggerakkan growler di sekitar lubang stator dan selalu menjaga jarak yang sama dari strip baja.
3. Jika ada kumparan yang memiliki satu atau lebih lilitan korsleting, potongan baja akan bergetar sangat cepat dan menyebabkan suara dengungan yang keras. Dengan menempatkan dua slot di mana baja bergetar, kedua sisi kumparan korsleting dapat ditemukan.
4. Kadang-kadang satu kumparan atau kelompok kumparan yang lengkap menjadi hubung singkat pada sambungan akhir. Pengujian untuk gangguan ini sama dengan pengujian untuk koil korsleting.

Rangkaian terbuka

1. Ketika satu atau lebih kumparan menjadi hubung-terbuka karena putusnya belitan atau sambungan yang buruk di ujungnya, kumparan tersebut dapat diuji dengan penguji kontinuitas seperti yang dijelaskan sebelumnya. Jika pengujian ini dilakukan pada ujung setiap belitan, bukaan dapat dideteksi oleh lampu yang gagal menyala. Lepaskan insulasi dari sambungan kelompok kutub, dan uji setiap kelompok secara terpisah.

2. Sirkuit terbuka pada belitan start mungkin sulit ditemukan, karena masalahnya mungkin pada sakelar sentrifugal, bukan belitan itu sendiri. Faktanya, sakelar sentrifugal lebih cenderung menyebabkan masalah daripada belitan karena bagian menjadi aus, rusak, dan kemungkinan besar, kotor. Tekanan yang tidak memadai dari bagian yang berputar dari sakelar sentrifugal terhadap bagian yang diam akan mencegah kontak menutup dan dengan demikian menghasilkan sirkuit terbuka.

Koneksi Kumparan Terbalik

Koneksi terbalik menyebabkan arus mengalir melalui kumparan ke arah yang salah. Hal ini menyebabkan gangguan pada sirkuit magnetik, yang menghasilkan kebisingan dan getaran yang berlebihan.

Kesalahan dapat ditemukan dengan menggunakan kompas magnetik dan sumber daya arus searah, sebagai berikut:

1. Sesuaikan untuk mengirim sekitar seperempat hingga seperenam dari arus beban penuh melalui belitan, dengan lead DC ditempatkan pada awal dan akhir dari satu fase.
2. Jika belitan adalah tiga fase, terhubung bintang, belitan ini pada awal satu fase dan titik bintang. Jika belitan terhubung delta, lepaskan titik delta dan uji setiap fase secara terpisah.
3. Tempatkan kompas di bagian dalam stator dan uji setiap kelompok kumparan pada fase itu. Jika fase terhubung dengan benar, jarum kompas akan terbalik dengan pasti saat dipindahkan dari satu kelompok kumparan ke yang lain. Namun, jika salah satu kumparan dibalik, kumparan terbalik akan membentuk medan dengan arah yang berlawanan dengan yang lain, sehingga menyebabkan efek penetralan yang ditunjukkan oleh jarum kompas yang menolak untuk menunjuk secara pasti ke kelompok itu. Jika hanya ada dua kumparan per kelompok, tidak akan ada indikasi jika salah satunya terbalik, karena kelompok itu akan sepenuhnya dinetralkan.
4. Ketika seluruh grup kumparan dibalik, arus mengalir ke arah yang salah di seluruh grup itu. Pengujian untuk gangguan ini sama dengan pengujian untuk kumparan terbalik. Magnetisasi belitan dengan DC, dan ketika jarum kompas dilewatkan di sekitar kelompok kumparan, itu harus secara bergantian menunjukkan Utara-Selatan, Utara-Selatan, dan seterusnya.

Fase Terbalik

Kadang-kadang dalam belitan tiga fase, fase lengkap dibalik dengan mengambil awal dari gulungan yang salah atau menghubungkan salah satu belitan dalam hubungan yang salah dengan yang lain ketika membuat hubungan bintang atau delta.

Sambungan delta: Dalam belitan terhubung-delta, putus salah satu titik di mana fase-fase terhubung bersama dan lewati arus melalui tiga belitan secara seri. Tempatkan kompas di bagian dalam stator dan uji setiap kelompok kumparan dengan menggerakkan kompas secara perlahan satu putaran penuh di sekitar stator. Pembalikan jarum dalam menggerakkan kompas satu putaran mengelilingi stator harus tiga kali jumlah kutub dalam belitan.

Sambungan wye: Dalam belitan yang terhubung star atau wye, sambungkan ketiga start bersama-sama dan tempatkan pada satu kabel DC. Kemudian sambungkan ujung DC lainnya dan titik bintang, sehingga mengalirkan arus melalui ketiga belitan secara paralel. Uji dengan kompas dengan cara yang sama seperti belitan delta. Hasilnya kemudian harus sama, atau

pembalikan jarum dalam membuat satu putaran di sekitar stator harus lagi tiga kali jumlah kutub dalam belitan.

Pengujian untuk fase terbalik ini hanya berlaku untuk belitan nada penuh. Jika belitan adalah pitch fraksional, pemeriksaan visual yang cermat harus dilakukan untuk menentukan apakah ada fase terbalik atau kesalahan dalam menghubungkan koneksi bintang atau delta.

6.2 ALAT UKUR UNTUK REPARASI MOTOR FASE TERPISAH

Jika motor fase-terpisah gagal untuk memulai, masalahnya mungkin disebabkan oleh satu atau lebih dari kesalahan berikut:

- Bantalan yang kencang atau “beku”
- Bantalan yang aus, memungkinkan rotor terseret pada stator
- Poros rotor bengkok
- Satu atau kedua bantalan tidak sejajar
- Sirkuit terbuka pada belitan start atau running
- Sakelar sentrifugal rusak
- Koneksi yang tidak benar di kedua belitan
- Ground di salah satu lilitan atau keduanya
- Celana pendek antara dua gulungan

Bantalan yang kencang atau aus: Bantalan yang kencang atau aus mungkin disebabkan oleh kegagalan sistem pelumasan, atau ketika bantalan baru dipasang, dapat menjadi panas jika poros tidak diminyaki dengan baik. Jika bantalan aus sedemikian rupa sehingga memungkinkan rotor terseret pada stator, ini biasanya akan mencegah rotor dari mulai. Bagian dalam laminasi stator akan aus terang di mana mereka digosok oleh rotor. Ketika kondisi ini ada, umumnya dapat dengan mudah dideteksi dengan pengamatan dekat medan stator dan permukaan rotor ketika rotor dilepas.

Poros dan bantalan bengkok tidak sejajar: Poros rotor yang bengkok biasanya akan menyebabkan rotor terikat pada posisi tertentu tetapi kemudian berjalan bebas hingga kembali ke posisi yang sama lagi. Uji poros bengkok dengan menempatkan rotor di antara pusat-pusat pada mesin bubut dan memutar rotor perlahan-lahan sementara pahat atau penanda dipegang di tiang pahat dekat dengan permukaan rotor. Jika rotor bergoyang, itu merupakan indikasi poros bengkok. Bantalan yang tidak sejajar biasanya disebabkan oleh pengencangan pelat pelindung ujung yang tidak merata. Saat memasang pelindung ujung atau braket pada motor, kencangkan baut secara bergantian, pertama-tama tarik dua baut, yang berlawanan secara diametris.

Sirkuit terbuka dan sakelar sentrifugal yang rusak: Sirkuit terbuka baik pada belitan start atau running akan mencegah motor untuk distart. Kesalahan ini dapat dideteksi dengan pengujian secara seri dengan awal dan akhir setiap belitan dengan lampu uji atau ohmmeter. Sakelar sentrifugal yang rusak umumnya disebabkan oleh kotoran, pasir, atau benda asing lainnya yang masuk ke sakelar. Sakelar harus dibersihkan secara menyeluruh dengan larutan pembersih gemuk dan kemudian diperiksa apakah ada pegas yang lemah atau patah. Jika belitan ada pada rotor, sikat terkadang menempel pada penahan dan gagal membuat kontak yang baik dengan slip ring. Hal ini menyebabkan percikan pada sikat. Mungkin juga akan ada

tempat tertentu di mana rotor tidak akan mulai sampai digerakkan cukup jauh agar sikat menyentuh cincin.

Tempat sikat harus dibersihkan dan sikat dipasang dengan hati-hati agar dapat bergerak lebih bebas dengan gesekan minimum antara sikat dan tempat sikat. Sambungan dan arde terbalik: Sambungan terbalik disebabkan oleh penyambungan koil atau kelompok koil yang tidak benar. Sambungan yang salah dapat ditemukan dan diperbaiki dengan melakukan pemeriksaan yang cermat pada sambungan dan menyambungkan kembali sambungan yang ditemukan salah. Tes kompas dengan sumber daya DC juga dapat digunakan untuk menemukan kumparan terbalik. Uji belitan start dan running secara terpisah, eksitasi hanya satu belitan pada satu waktu, dengan arus searah. Kompas harus menunjukkan kutub alternatif di sekitar belitan. Pengoperasian motor yang memiliki arde pada belitan akan bergantung pada lokasi arde dan apakah rangka diarde atau tidak. Jika rangka diarde, maka saat terjadi arde pada belitan, biasanya putus sekering atau trip gawai proteksi arus lebih.

Pengujian arde dapat dilakukan dengan lampu uji atau penguji kontinuitas. Satu kabel uji harus ditempatkan pada rangka dan yang lainnya pada kabel ke belitan. Jika tidak ada ground, lampu tidak menyala, juga tidak akan ada defleksi saat meteran digunakan. Jika lampu menyala atau meteran menunjukkan kontinuitas, ini menunjukkan adanya arde—karena kerusakan di suatu tempat di insulasi motor.

Hubung singkat: Hubungan pendek antara dua belitan dapat dideteksi dengan menggunakan lampu uji atau penguji kontinuitas. Tempatkan salah satu kabel uji pada satu kabel dari belitan awal dan kabel uji lainnya pada kabel dari belitan yang berjalan. Jika belitan ini diisolasi dengan benar satu sama lain, lampu seharusnya tidak menyala.

Jika ya, ini merupakan indikasi tertentu bahwa ada gangguan pendek atau ground di antara belitan. Kondisi seperti ini biasanya akan menyebabkan bagian dari belitan start terbakar. Belitan awal selalu dililitkan di atas belitan yang sedang berjalan, sehingga belitan awal yang rusak dapat dengan mudah dilepas dan diganti tanpa mengganggu belitan yang sedang berjalan.

Mengidentifikasi Motor

Motor listrik tanpa identitas (tanpa papan nama atau label timah) harus sering dirawat dan diperbaiki. Ikuti langkah-langkah ini untuk menentukan karakteristik motor yang tidak diketahui, berdasarkan metode identifikasi motor Standar NEMA. Pertama, buat sketsa gulungan untuk membentuk wye. Identifikasi satu ujung koil luar dengan nomor satu (1), dan kemudian gambarkan spiral menurun dan beri nomor setiap ujung koil secara berurutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6-2.

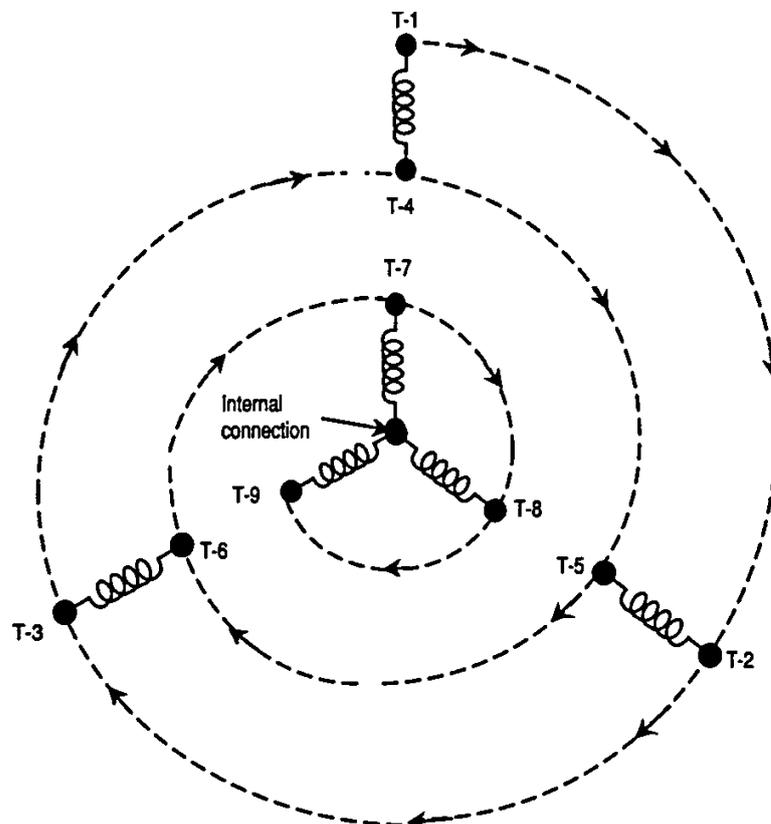
Menggunakan DMM, ohmmeter, atau penguji kontinuitas, rangkaian individu kemudian dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Langkah 1. Hubungkan satu probe tester ke lead apapun, dan periksa kontinuitas ke masing-masing dari delapan lead lainnya. Pembacaan hanya dari satu lead lain menunjukkan salah satu dari sirkuit dua-kawat. Pembacaan ke dua lead lainnya menunjukkan sirkuit tiga kawat yang membentuk koneksi wye internal.

Langkah 2. Lanjutkan memeriksa dan mengisolasi kabel sampai keempat sirkuit telah ditemukan.

Tandai kabel dari tiga sirkuit utama T-7, T-8, dan T-9 dalam urutan apa pun. Sadapan lainnya harus sementara ditandai T-1 dan T-4 untuk satu sirkuit, T-2 dan T-5 untuk sirkuit kedua, dan T-3 dan T-6 untuk sirkuit ketiga dan terakhir. Tegangan uji berikut adalah untuk rentang tegangan ganda yang paling umum yaitu 230/460 V. Untuk rentang motor lainnya, tegangan yang tercantum harus diubah secara proporsional dengan peringkat motor.

Karena semua kumparan secara fisik dipasang di slot pada rangka motor yang sama, kumparan akan bertindak hampir seperti kumparan primer dan sekunder transformator. Gambar 6-3 menunjukkan pengaturan listrik yang disederhanakan dari kumparan. Tergantung pada daya kelompok koil yang diterapkan, pembacaan tegangan yang dihasilkan akan menjadi aditif, subtraktif, seimbang, atau tidak seimbang tergantung pada lokasi fisik terkait dengan koil itu sendiri.



Gambar 6-2 Identifikasi satu kumparan luar dan kemudian gambar spiral yang menurun dan beri nomor pada setiap kumparan.

Langkah 3. Motor dapat distart pada 230 V dengan menghubungkan sadapan T-7, T-8, dan T-9 ke sumber tiga fasa. Jika motor terlalu besar untuk dihubungkan langsung ke saluran, tegangan harus dikurangi dengan menggunakan starter tegangan rendah atau cara lain yang sesuai.

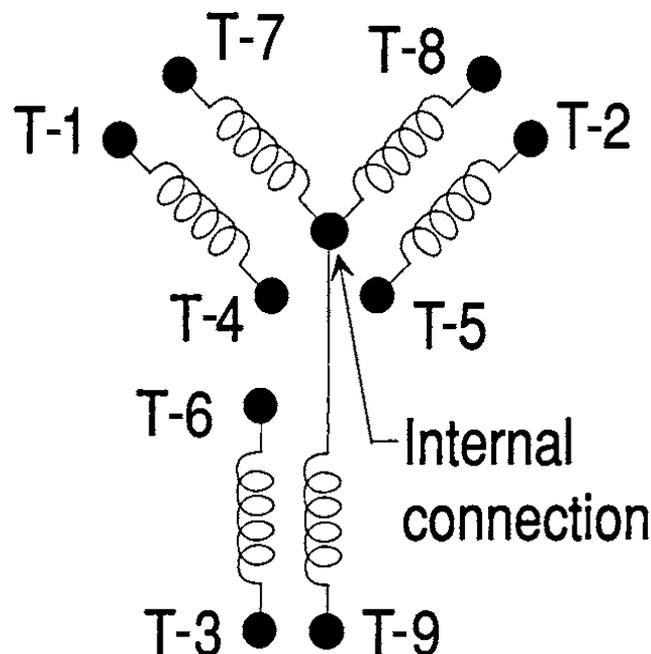
Langkah 4. Mulai motor tanpa beban terhubung dan bawa ke kecepatan normal.

Langkah 5. Dengan motor berjalan, tegangan akan diinduksi di masing-masing sirkuit dua kawat terbuka yang ditandai T-1 dan T-4, T-2 dan T-5, dan T-3 dan T-6. Dengan voltmeter, periksa pembacaan tegangan setiap rangkaian. Tegangan harus kira-kira 125 hingga 130 V dan harus sama di setiap sirkuit.

Langkah 6. Dengan motor masih berjalan, sambungkan dengan hati-hati kabel yang ditandai sementara T-4 dengan T-7 dan kabel saluran.

Baca tegangan antara T-1 dan T-8 dan juga antara T-1 dan T-9. Jika kedua pembacaan memiliki nilai yang sama dan kira-kira 330 hingga 340 V, sadapan T-1 dan T-4 dapat diputuskan dan diberi tanda T-1 dan T-4 secara permanen.

Langkah 7. Jika kedua pembacaan tegangan memiliki nilai yang sama dan kira-kira 125 hingga 130 V, putuskan dan tukar kabel. Jika tes meminta tegangan yang sama dari 125 hingga 130 V dan pembacaannya hanya 80 hingga 90 V, ini dapat diterima selama pembacaan tegangan hampir sama. T-1 dan T-4 dan tandai secara permanen (T-1 asli diubah menjadi T-4 dan T-4 asli diubah menjadi T-1).

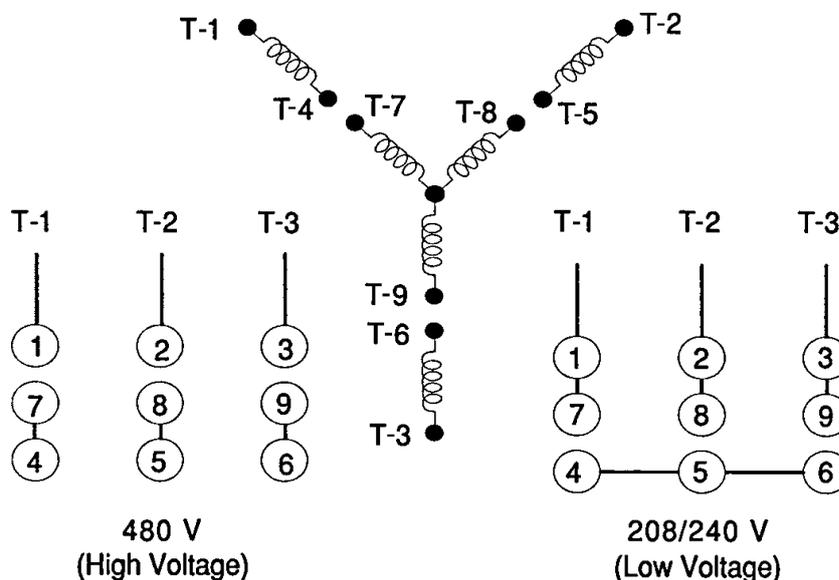


Gambar 6-3 Pengaturan listrik yang disederhanakan dari kumparan motor wye-wound.

Catatan

Tegangan yang dirujuk selama pengujian hanya untuk referensi dan akan sangat bervariasi dari motor ke motor, tergantung pada ukuran, desain, dan pabrikan.

- Langkah 8. Jika pembacaan antara T-1 dan T-8 dan antara T-1 dan T-9 nilainya tidak sama, putuskan T-4 dari T-7 dan sambungkan kembali T-4 ke sambungan T-8 dan garis.
- Langkah 9. Ukur tegangan sekarang antara T-1 dan T-7 dan juga antara T-1 dan T-9. Jika tegangannya sama dan kira-kira 330 hingga 340 V, tag T-1 secara permanen ditandai T-2 dan T-4 ditandai T-5 dan diputus. Jika pembacaan yang diambil sama tetapi kira-kira 125 sampai 130 V, sadapan T-1 dan T-4 diputus, dipertukarkan, dan diberi tanda T-2 dan T-5 (T-1 diubah menjadi T-5, dan T-4 diubah menjadi T-2). Jika kedua pembacaan tegangan berbeda, kabel T-4 diputus dari T-8 dan dipindahkan ke T-9. Pembacaan tegangan dilakukan lagi (antara T-1 dan T-7 dan T-1 dan T-8) dan kabel-kabel bertanda T-3 dan T-6 secara permanen bila diperoleh pembacaan yang sama kira-kira 330 hingga 340 V.
- Langkah 10. Ikuti prosedur yang sama untuk dua sirkuit lainnya yang sementara ditandai T-2 dan T-5 dan T-3 dan T-6, hingga ditemukan posisi di mana kedua pembacaan tegangan sama dan kira-kira 330 menjadi 340 V dan tag berubah sesuai dengan tanda timah standar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6-4.



Gambar 6-4 Penandaan standar NEMA untuk motor tegangan ganda, motor wye-wound.

- Langkah 11. Setelah semua sadapan telah diberi tag dengan benar dan permanen, sadapan T-4, T-5, dan T-6 dihubungkan bersama dan pembacaan tegangan dilakukan antara T-1, T-2, dan T-3. Tegangan harus sama dan sekitar 230 V.

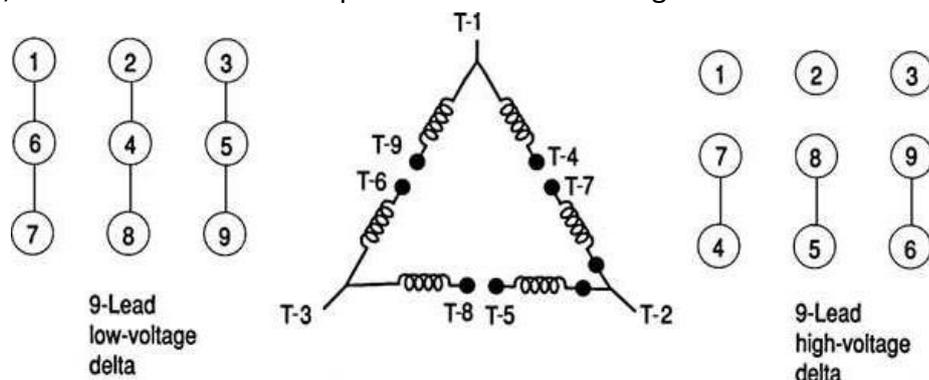
Langkah 12. Sebagai pemeriksaan tambahan, motor dimatikan dan sadapan T-7, T-8, dan T-9 diputus, dan sadapan T-1, T-2, dan T-3 dihubungkan ke saluran.

Hubungkan T-1 ke kabel yang terhubung dengan T-7, T-2 ke jalur yang sama dengan T-8 yang sebelumnya terhubung, dan T-3 ke kabel yang sama dengan T-9. Dengan T-4, T-5, dan T-6 masih terhubung bersama untuk membentuk koneksi wye, motor dapat dihidupkan kembali tanpa beban. Jika semua tanda lead benar, putaran motor dengan lead T-1, T-2, dan T-3 yang terhubung akan sama seperti ketika T-7, T-8, dan T-9 terhubung.

Motor sekarang siap untuk diservis dan disambungkan secara seri untuk tegangan tinggi atau paralel untuk tegangan rendah seperti yang ditunjukkan oleh sambungan Standar NEMA yang ditunjukkan pada Gambar 6-5.

Motor Luka Delta Tiga Fasa

Kebanyakan motor lilitan delta tegangan ganda juga memiliki sembilan sadapan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6-6, tetapi hanya ada tiga sirkuit yang masing-masing terdiri dari tiga sadapan. Gunakan tes kontinuitas untuk menemukan tiga kelompok kumparan, seperti yang dilakukan untuk motor wye-wound. Setelah grup koil ditemukan dan diisolasi, lakukan pemeriksaan resistansi lebih lanjut untuk menemukan kabel umum di setiap grup koil. Sebuah DMM, jembatan Wheatstone, atau perangkat sensitif lainnya mungkin diperlukan, karena resistensi beberapa motor delta-luka sangat rendah.



Gambar 6-5 Penandaan standar NEMA untuk motor tegangan ganda dengan lilitan delta.

Setiap kelompok kumparan terdiri dari dua kumparan yang diikat bersama dengan tiga kabel yang dibawa ke sambungan motor atau kotak terminal. Membaca resistansi dengan cermat antara masing-masing dari tiga sadapan menunjukkan bahwa pembacaan dari salah satu sadapan ke masing-masing dari dua sadapan lainnya akan sama (sama), tetapi pembacaan hambatan antara kedua sadapan tersebut akan menjadi dua kali lipat bacaan sebelumnya; Gambar 6-6 mengilustrasikan tekniknya:

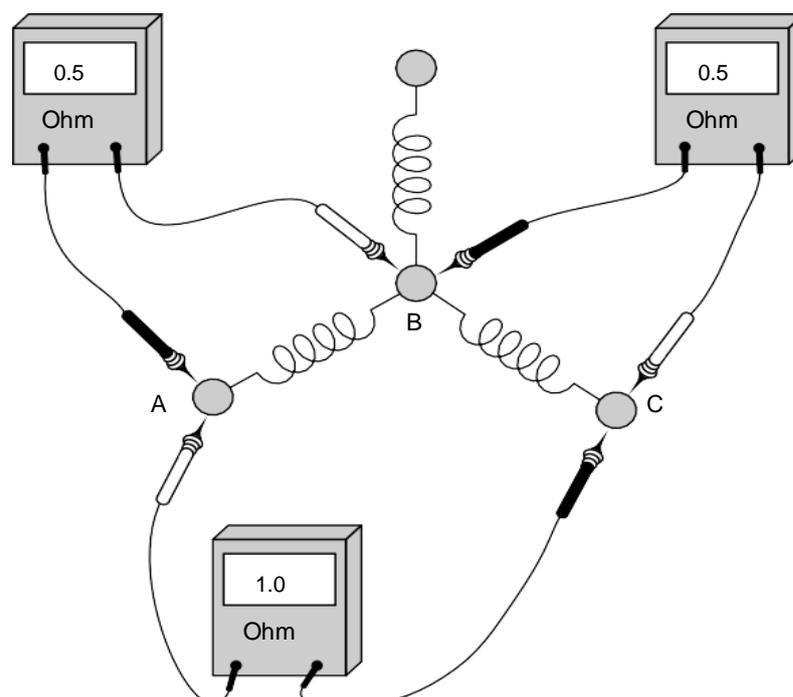
Langkah 1. Kawat umum yang ditemukan pada kelompok kumparan pertama secara permanen ditandai T-1, dan dua sadapan lainnya untuk sementara ditandai T-4 dan T-9. Kawat umum dari kelompok kumparan berikutnya ditemukan dan ditandai secara permanen T-2 dan kabel lainnya sementara ditandai T-5 dan T-7. Kabel bersama dari grup

kumparan terakhir ditempatkan dan ditandai T-3 dengan kabel lainnya untuk sementara ditandai T-6 dan T-8.

Catatan

Prosedur ini mungkin tidak bekerja pada beberapa motor yang terhubung dengan wye dengan kumparan konsentris.

- Langkah 2. Setelah sadapan ditandai, hubungkan motor ke saluran tiga fase 230-V menggunakan sadapan T-1, T-4, dan T-9. Lead T-7 terhubung ke saluran dan T-4, dan motor dimulai tanpa beban terhubung. Pembacaan tegangan dilakukan antara T-1 dan T-2. Jika tegangannya kira-kira 460 V, tandanya benar dan dapat ditandai secara permanen.
- Langkah 3. Jika pembacaan voltase 400 V atau kurang, tukar T-5 dan T-7 atau T-4 dan T-9 dan baca voltase lagi. Jika tegangan kira-kira 230 V, tukarkan T-5 dengan T-7 dan T-4 dengan T-9. Pembacaan sekarang harus sekitar 460 V antara sadapan T-1 dan T-2. Kabel yang terhubung bersama sekarang sebenarnya adalah T-4 dan T-7 dan ditandai secara permanen. Sisa timah di setiap kelompok sekarang dapat ditandai T-9 dan T-5, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6-7.
- Langkah 4. Hubungkan salah satu kabel dari grup kumparan terakhir (bukan T-3) ke T-9. Jika pembacaan kira-kira 460 V antara T-1 dan T-3, tandai secara permanen lead ini T-6. Jika pembacaan 400 V atau kurang, tukar T-6 dan T-8. Pembacaan sekarang 460 V harus ada antara T-1 dan T-3. T-6 diubah menjadi T-8 dan ditandai secara permanen dan T-8 sementara diubah menjadi T-6.



Gambar 6-6 Menggunakan DMM untuk menguji sadapan motor.

Jika semua sadapan sekarang ditandai dengan benar, pembacaan yang sama kira-kira 460 V dapat diperoleh antara sadapan T-1, T-2, dan T-3.

- Langkah 5. Untuk memeriksa ulang tanda-tanda ini, matikan motor dan sambungkan kembali menggunakan T-2, T-5, dan T-7. Hubungkan T-2 ke kabel yang sama dengan T-1, sambungkan T-5 di mana T-4 berada, dan sambungkan T-7 di mana T-9 sebelumnya terhubung. Saat mulai, motor harus berputar ke arah yang sama seperti sebelumnya.
- Langkah 6. Hentikan motor dan sambungkan kabel T-3, T-6, dan T-8 ke kabel saluran yang sebelumnya terhubung ke T-2, T-5, dan T-7, dan saat motor mulai itu masih harus berputar ke arah yang sama. Motor sekarang siap untuk diservis dan dihubungkan secara seri untuk tegangan tinggi atau paralel untuk tegangan rendah seperti yang ditunjukkan oleh sambungan Standar NEMA yang ditunjukkan pada Gambar 6-6.

Pencatatan

Catatan yang akurat merupakan elemen penting dari program perawatan motorik yang efektif. Catatan pada setiap motor harus mencakup hal berikut, minimal:

- Deskripsi lengkap, termasuk data usia dan papan nama.
- Lokasi dan aplikasi, pembaruan saat motor dipindahkan ke area yang berbeda atau digunakan untuk tujuan yang berbeda.
- Notasi pemeliharaan preventif terjadwal dan pekerjaan perbaikan sebelumnya yang dilakukan.
- Lokasi motor duplikat atau yang dapat dipertukarkan.

Bagan Alat ukur untuk reparasi

Bagan alat ukur untuk reparasi (Tabel 6-2) mencantumkan masalah motorik umum beserta penyebab dan solusinya.

Tabel 6-2 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Kebocoran oli dari sumbat overflow.	Steker overflow retak atau rusak.	Ganti steker.
	Penutup steker tidak kencang.	Kencangkan steker atau lengkapi paking.
Motor kotor.	Ventilasi terhalang, gulungan ujung diisi dengan debu atau serat halus.	Motor bersih akan bekerja lebih dingin 10° hingga 30°C. Debu dapat berupa semen, serbuk gergaji, debu batu, debu biji-bijian, debu batu

		bara, dan sejenisnya. Bongkar seluruh motor dan bersihkan semua gulungan dan bagian.
Motor kotor.	Gulungan rotor tersumbat.	Bersihkan, giling, dan potong komutator. Bersihkan dan rawat belitan dengan pernis isolasi yang baik.
	Bantalan dan braket dilapisi di dalam.	Debu dan cuci dengan pelarut pembersih.
Motor basah.	Tunduk pada menetes.	Lap motor dan keringkan dengan mensirkulasikan udara panas melalui motor. Pasang penutup jenis tetes atau kanopi di atas motor untuk perlindungan.
	Tenggelam dalam genangan air.	Bongkar dan bersihkan bagian. Panggang gulungan dalam oven pada suhu 105 ° C selama 24 jam atau sampai cukup tahan terhadap tanah. Pertama pastikan bushing komutator dikeringkan dari air.
Motor gagal start.	Sirkuit tidak lengkap.	Saklar terbuka, lead rusak.
	Sikat tidak turun pada komutator.	Ditopang oleh pegas sikat, perlu diganti. Kuas usang. Hapus dan pasir, bersihkan kotak sikat.
	Kuas terjebak di pemegang.	Lepaskan braket dan ganti bantalan, atau rekondisi bantalan lama jika pemeriksaan memungkinkan.
	Armature dikunci oleh bantalan beku di motor atau penggerak utama.	Saklar terbuka, lead rusak.
Motor gagal start.	Listrik mungkin mati.	Periksa sambungan saluran ke starter dengan lampu. Periksa kontak di starter.
Motor mulai, lalu berhenti dan membalikkan arah putaran.	Bidang shunt dan seri saling berlawanan.	Sambungkan kembali medan shunt atau seri untuk memperbaiki polaritas. Kemudian arah armature sambung

		mengarah untuk rotasi. Diinginkan Bidang dapat dicoba secara terpisah untuk menentukan arah rotasi secara individual.
Motor tidak mencapai kecepatan pengenal.	Kelebihan muatan.	Periksa bantalan untuk melihat apakah dalam kondisi baik dengan pelumasan yang benar. Periksa beban yang digerakkan untuk beban atau gesekan yang berlebihan.
Motor tidak mencapai kecepatan pengenal.	Mulai perlawanan tidak semua keluar.	Periksa starter untuk melihat apakah secara mekanis dan elektrik tidak benar.
Motor tidak mencapai kecepatan pengenal.	Tegangan rendah.	Ukur tegangan dengan meteran dan periksa dengan pelat nama motor.
	Hubungan pendek pada belitan jangkar atau di antara batang-batang.	Untuk jangkar korsleting, periksa komutator untuk batang yang menghitam dan batang yang berdekatan yang terbakar. Periksa belitan untuk koil atau baji yang terbakar.
Motor tidak mencapai kecepatan pengenal.	Memulai beban berat dengan medan yang sangat lemah.	Periksa relai medan penuh dan kemungkinan pengaturan medan penuh rheostat medan.
	Motor mati netral.	Periksa pengaturan pabrik dari perlengkapan sikat atau motor uji untuk pengaturan netral yang sebenarnya.
	Motor dingin.	Menambah beban pada motor untuk menaikkan temperaturnya, atau menambahkan field rheostat untuk mengatur kecepatan.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor berjalan terlalu cepat.	Tegangan di atas nilai.	Perbaiki voltase atau dapatkan rekomendasi perubahan celah udara dari pabrikan.
	Beban terlalu ringan.	Menambah beban atau memasang tahanan tetap pada rangkaian jangkar.
Motor berjalan terlalu cepat.	Kumparan seri terbalik.	Sambungkan kembali kabel kumparan secara terbalik. Pasang kumparan baru atau yang diperbaiki.
	Kumparan medan seri korsleting.	Setel ulang netral dengan memeriksa tanda pengaturan pabrik atau menguji netral.
	Pengaturan netral bergeser menjadi netral.	Sambungkan kembali kabel kumparan secara terbalik. Pasang kumparan baru atau yang diperbaiki.
Motor berjalan terlalu cepat.	Ventilasi motor dibatasi, menyebabkan medan shunt panas.	Medan panas memiliki resistansi tinggi; periksa penyebab medan panas untuk mengembalikan arus medan shunt normal.
Motor mendapatkan kecepatan dengan mantap dan menambah beban tidak memperlambatnya.	Pengaturan beban kecepatan yang tidak stabil.	Periksa motor untuk melihat apakah mati netral. Jika medan seri memiliki shunt di sekitar rangkaian seri yang dapat dilepas, periksa medan seri untuk menentukan belitan korsleting.
Motor mendapatkan kecepatan dengan mantap dan menambah beban tidak memperlambatnya.	Shunt atau seri kumparan medan terbalik.	Uji dengan kompas dan sambungkan kembali koil.
	Kutub komutator terlalu kuat atau celah udara kutub komutasi terlalu kecil.	Periksa dengan pabrik untuk perubahan yang disarankan pada koil atau celah udara.
Motor berjalan terlalu lambat terus menerus.	Tegangan di bawah nilai.	Periksa voltase dan koreksi nilai pada papan nama.

	Motor beroperasi dingin.	Motor dapat berjalan 20% lambat karena beban ringan. Pasang motor yang lebih kecil.
Motor berjalan terlalu lambat terus menerus.	Kelebihan muatan.	Periksa bantalan motor dan drive untuk melihat apakah dalam kondisi baik. Periksa gesekan yang berlebihan dalam drive.
	Pengaturan netral bergeser.	Periksa pengaturan pabrik dari perlengkapan sikat atau uji pengaturan netral yang sebenarnya.
	Armature memiliki kumparan korsleting atau batang komutator.	Lepaskan armature ke bengkel dan masukkan ke dalam kondisi kelas satu.
Motor terlalu panas atau panas.	Kelebihan beban dan menarik arus 25 hingga 50% lebih banyak dari nilai.	Kurangi beban dengan mengurangi kecepatan atau persneling di drive atau memuat di drive.
	Tegangan di atas nilai.	Motor menjalankan drive di atas kecepatan pengenal yang membutuhkan hp yang berlebihan. Kurangi voltase ke peringkat papan nama.
	Ventilasi yang tidak memadai.	Lokasi motor harus diubah.
Motor terlalu panas atau panas.	Menarik arus berlebih karena koil korsleting.	Perbaiki kumparan jangkar atau pasang kumparan baru.
	Ground di armature seperti dua ground yang merupakan short.	Cari dasar dan perbaiki atau mundur dengan set kumparan baru. Periksa braket atau tumpuan ke rotor tengah dan tentukan kondisi keausan bantalan untuk penggantian bantalan.
	Armature menggosok permukaan kutub karena off-center rotor	Perbaiki kumparan jangkar atau pasang kumparan baru.

	menyebabkan gesekan dan arus yang berlebihan.	
Armatur panas.	Inti panas di satu tempat menunjukkan korsleting meninju dan kehilangan besi yang tinggi.	Terkadang irisan logam slot penuh telah digunakan untuk penyeimbang. Ini harus dihapus dan cara lain untuk menyeimbangkan diselidiki.
	Ketegangan sikat terlalu tinggi.	Batasi tekanan hingga 2 hingga 2 1/2 psi. Periksa kerapatan kuas dan batasi kerapatan yang direkomendasikan oleh produsen kuas.
Armatur panas.	Meninju tidak terisolasi. Punching telah diputar atau alur pita dikerjakan di inti. Slot mesin.	Pengoperasian motor tanpa beban akan menunjukkan inti panas dan menarik arus jangkar tanpa beban yang tinggi. Ganti inti dan mundurkan armature. Jika perlu tambahkan alur pita, giling menjadi inti. Periksa suhu pada inti dengan termometer; tidak melebihi 90°C.
Komutator panas.	Menyisir netral.	Setel ulang netral.
	Tingkat sikat terlalu abrasif.	Dapatkan rekomendasi dari produsen.
	Bar korsleting.	Selidiki mika komutator dan undercutting, dan perbaiki.
Komutator panas.	Ventilasi yang tidak memadai.	Periksa untuk motor panas.
Lapangan panas.	Tegangan terlalu tinggi.	Periksa dengan meteran dan termometer dan sesuaikan voltase dengan nilai pelat nama.
	Belokan korsleting atau belokan ground.	Perbaiki atau ganti dengan koil baru. Periksa masing-masing koil untuk resistansi yang sama dalam 10% dan jika satu koil terlalu rendah, ganti koil.

	Resistansi tiap kumparan tidak sama.	Periksa untuk motor panas.
Lapangan panas.	Ventilasi yang tidak memadai.	Periksa untuk motor panas.
	Kumparan tidak cukup besar untuk memancarkan watt kerugiannya.	Kumparan harus diganti jika ruang tersedia di motor.
Motor bergetar, menunjukkan ketidakseimbangan.	Armatur tidak seimbang.	Hapus dan keseimbangan statis atau keseimbangan dalam mesin keseimbangan dinamis.
	Ketidaksejajaran.	Sejajarkan kembali motor dan penggerak.
Motor bergetar, menunjukkan ketidakseimbangan.	Katrol longgar atau eksentrik.	Kencangkan katrol pada poros atau katrol eksentrik yang benar.
	Sabuk atau rantai cambuk.	Sesuaikan ketegangan sabuk.
	Mismating gigi dan pinion.	Recut, menyetel kembali, atau mengganti bagian. Kopling keseimbangan.
	Ketidakseimbangan dalam kopling.	Ganti atau luruskan poros.
	Poros bengkok.	Kencangkan katrol pada poros atau katrol eksentrik yang benar.
Motor bergetar, menunjukkan ketidakseimbangan.	Pondasi tidak memadai.	Anggota tempat pemasangan yang kaku. Kencangkan baut penahan.
	Motor terpasang longgar.	Tambahkan shim di bawah bantalan kaki untuk memasang setiap kaki dengan kencang.
	Kaki motor tidak rata.	Periksa dan atur pada pengaturan pabrik atau uji netral yang sebenarnya
Motor memercik pada sikat atau tidak berpindah.	Pengaturan netral tidak benar-benar netral.	Anggota tempat pemasangan yang kaku. Kencangkan baut penahan.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor percikan di sikat atau tidak berpindah-pindah	Komutator kasar.	Giling dan gulung tepi setiap batang.
	Eksentrik komutator.	Putar, giling, dan gulung, komutator.
	Mika tinggi—tidak undercut.	Melemahkan mika.
	Kekuatan tiang komutasi terlalu besar menyebabkan kompensasi berlebih atau kekuatan terlalu lemah yang mengindikasikan underkompensasi.	Periksa dengan pabrikan untuk perubahan yang benar pada celah udara atau koil baru untuk koil komutator.
Motor memercik pada sikat atau tidak berpindah.	Kutub komutasi korsleting.	Perbaiki koil atau pasang koil baru.
	Kumparan jangkar korslet pada batang komutator.	Perbaiki angker.
	Kumparan sirkuit terbuka.	Perbaiki angker.
	Sambungan solder yang buruk ke batang komutator.	Resolder dengan paduan solder yang tepat.
Motor memercik pada sikat atau tidak berpindah.	Batang tinggi atau batang longgar pada komutator pada kecepatan tinggi.	Periksa mur atau baut komutator dan kencangkan kembali serta gerinda permukaan komutator.
	Jenis sikat kelas yang salah. Tekanan sikat terlalu ringan, kerapatan arus berlebihan, sikat tersangkut di dudukan. Sikat shunt longgar.	Periksa sikat dan ganti seperlunya.
	Sikat mengobrol karena film kotor pada komutator.	Pasang kembali permukaan komutator dan periksa perubahan kuas.
Motor memercik pada sikat atau tidak berpindah.	Getaran.	Hilangkan penyebab getaran dengan memeriksa pemasangan dan keseimbangan rotor.
Keausan sikat berlebihan.	Kuas terlalu lembut.	Tiup debu dari motor dan ganti sikat dengan kualitas yang direkomendasikan oleh pabrikan.

	Komutator kasar.	Menggiling wajah komutator.
Keausan sikat berlebihan.	Matikan pengaturan netral.	Periksa kembali netral pabrik atau uji netral yang sebenarnya.
	Debu abrasif dalam ventilasi udara.	Perbaiki sikat dan perbaiki kondisi dengan melindungi motor.
	Ketegangan sikat berlebihan.	Sesuaikan tekanan pegas agar tidak melebihi 2 hingga 21/2 psi.
Keausan sikat berlebihan.	Keausan listrik karena hilangnya film pada muka komutator.	Permukaan sikat dan permukaan komutator. Periksa perubahan tingkat sikat.
	Threading dan grooving.	Permukaan sikat dan permukaan komutator. Periksa perubahan tingkat sikat.
	Minyak atau gemuk dari atmosfer atau bantalan.	Kondisi oli yang benar dan permukaan sikat dan komutator.
Motor berisik.	Kuas bernyanyi.	Periksa sudut sikat dan lapisan komutator, permukaan komutator.
	Obrolan kuas.	Resurface komutator dan sikat wajah.
	Motor terpasang longgar.	Kencangkan baut pondasi.
Motor berisik.	Pondasi berongga dan berfungsi sebagai papan suara.	Lapisi bagian bawah dengan bahan kedap suara.
	Bingkai tegang.	Shim kaki motor untuk pemasangan yang sama.
	Armature meninju longgar.	Ganti inti pada angker.
	Armature menggosok permukaan tiang.	Perbarui dengan mengganti bantalan atau merelokasi braket atau tumpuan.
	Dengung magnet.	Lihat pabrikan.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor berisik.	Sabuk tamparan atau hentakan.	Periksa kondisi sabuk dan sesuaikan ketegangan sabuk.
	Beban arus yang berlebihan.	Mungkin tidak menyebabkan panas berlebih tetapi periksa bagan untuk koreksi koil korsleting atau arde.
	Getaran mekanis.	Periksa grafik untuk penyebab getaran.
	Bantalan berisik.	Periksa keselarasan, pemuatan bantalan, dan pelumasan.
Kios-kios motor.	Aplikasi yang salah.	Ubah jenis atau ukuran. Konsultasikan dengan produsen.
	Motor yang kelebihan beban.	Kurangi beban.
	Tegangan motor rendah.	Lihat bahwa tegangan papan nama dipertahankan.
	Rangkaian terbuka.	Periksa sekring, pemutus arus, relai beban lebih, starter, dan tombol tekan.
Kios-kios motor.	Resistansi kontrol yang salah dari rotor luka.	Periksa urutan kontrol. Ganti resistor yang rusak. Perbaiki sirkuit terbuka.
Motor terhubung tetapi tidak hidup	Satu fase terbuka.	Hubungkan kembali fase terbuka.
	Motor mungkin kelebihan beban.	Kurangi beban.
	Rotor rusak.	Cari batang atau cincin yang rusak. Hapus lonceng akhir.
	Koneksi kumparan stator buruk.	Periksa urutan kontrol. Ganti resistor yang rusak. Perbaiki sirkuit terbuka.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor berjalan dan kemudian mati.	Masalah listrik.	Periksa sambungan longgar ke saluran, ke sekering, dan kontrol.
Motor tidak datang dengan kecepatan.	Tidak diterapkan dengan benar.	Konsultasikan dengan pemasok untuk jenis yang tepat.
	Tegangan terlalu rendah pada terminal motor karena line drop.	Gunakan keran transformator tegangan tinggi atau kurangi beban.
Motor tidak datang dengan kecepatan.	Jika rotor luka, operasi kontrol yang tidak tepat dari resistensi sekunder.	Kontrol sekunder yang benar.
	Beban awal terlalu tinggi.	Periksa beban motor yang seharusnya dibawa saat start.
	Torsi pull-in rendah dari motor sinkron.	Ubah resistansi awal rotor atau ubah desain rotor.
	Periksa apakah semua sikat terpasang pada cincin.	Periksa koneksi sekunder.
Motor tidak datang dengan kecepatan.	Batang rotor rusak.	Cari retakan di dekat cincin. Rotor baru mungkin diperlukan karena perbaikan biasanya bersifat sementara. Temukan kesalahan dengan perangkat pengujian dan perbaiki.
	Sirkuit primer terbuka.	Kurangi beban.
Motor membutuhkan waktu terlalu lama untuk berakselerasi.	Pemuatan berlebih.	Periksa jatuh tegangan yang berlebihan.
	Sirkuit yang buruk.	Cari retakan di dekat cincin. Rotor baru mungkin diperlukan karena perbaikan biasanya bersifat sementara. Temukan kesalahan dengan perangkat pengujian dan perbaiki.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor membutuhkan waktu terlalu lama untuk berakselerasi.	Rotor sangkar-tupai rusak.	Ganti dengan rotor baru.
	Tegangan yang diterapkan terlalu rendah.	Dapatkan perusahaan listrik untuk meningkatkan keran tegangan.
Rotasi yang salah.	Urutan fase yang salah.	Sambungan balik motor atau pada switchboard.
Motor terlalu panas saat berjalan di bawah beban.	Periksa kelebihan beban.	Kurangi beban.
Motor terlalu panas saat berjalan di bawah beban.	Blower atau pelindung udara yang salah, mungkin tersumbat oleh kotoran dan menghalangi ventilasi motor yang baik.	Ventilasi yang baik ditunjukkan oleh aliran udara yang terus menerus meninggalkan motor. Jika tidak, periksa pabrikan.
	Motor mungkin memiliki satu fase terbuka.	Periksa untuk memastikan bahwa semua lead terhubung dengan baik.
	Kumparan yang diarde.	Cari dan perbaiki.
	Tegangan terminal tidak seimbang.	Periksa kabel, sambungan, dan transformator yang rusak.
Motor terlalu panas saat berjalan di bawah beban.	Koil stator korslet.	Perbaiki dan kemudian periksa pembacaan wattmeter.
	Tegangan terlalu tinggi atau rendah.	Periksa terminal motor dengan voltmeter.
	Rotor menggosok lubang stator.	Jika bukan mesin yang buruk. mengganti bantalan yang aus.
Motor bergetar setelah koreksi dilakukan.	Motor tidak sejajar.	Sejajarkan kembali motor dan penggerak.
	Fondasi yang lemah.	Perkuat basis.
	Kopling tidak seimbang.	Kopling keseimbangan.
	Peralatan yang digerakkan tidak seimbang.	Menyeimbangkan kembali peralatan yang digerakkan.
	Bantalan bola rusak.	Ganti bantalan.
	Bantalan tidak sejalan.	Berbaris dengan benar.

Bagan alat ukur untuk reparasi untuk motor listrik. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Motor bergetar setelah koreksi telah dilakukan.	Menyeimbangkan bobot bergeser.	Seimbangkan kembali rotor.
	Gulungan rotor luka diganti.	Seimbangkan kembali rotor.
	Motor polifase berjalan satu fasa.	Periksa sirkuit terbuka.
	Permainan akhir yang berlebihan.	Sesuaikan bantalan atau tambahkan mesin cuci.
Arus saluran tidak seimbang pada motor polifase selama operasi normal.	Tegangan terminal tidak sama.	Periksa lead dan koneksi. Periksa kontak yang terbuka.
	Operasi satu fase.	Periksa perangkat kontrol.
	Kontak rotor yang buruk dalam mengontrol tahanan rotor-luka.	Pastikan sikat terpasang dengan benar dan shunt dalam kondisi baik.
	Sikat tidak dalam posisi yang tepat di rotor luka.	Periksa lead dan koneksi. Periksa kontak yang terbuka.
Suara gesekan.	Kipas menggosok pelindung udara.	Hapus gangguan.
	Insulasi pemogokan kipas.	Kipas bening.
	Longgar di pelat tempat tidur.	Kencangkan baut penahan.
Kebisingan magnetik.	Celah udara tidak seragam.	Periksa dan perbaiki kecocokan atau bantalan braket.
	Bantalan longgar.	Perbaiki atau perbarui.
	Ketidakseimbangan rotor.	Menyeimbangkan kembali.

BAB 7

ALAT UKUR UNTUK REPARASI BANTALAN MOTOR

Motor arus bolak-balik menyumbang persentase yang tinggi dari pekerjaan perbaikan listrik. Proporsi kegagalan yang tinggi disebabkan oleh bantalan yang rusak. Kegagalan selongsong dan bantalan bola dapat terjadi pada motor yang lebih baru dan lebih tua; tetapi bantalan motor yang disegel jauh lebih rentan terhadap kegagalan.

Jenis Bantalan

Ada banyak jenis bantalan motor, dengan bantalan bola yang paling umum. Ada beberapa jenis bantalan bola yang digunakan pada motor:

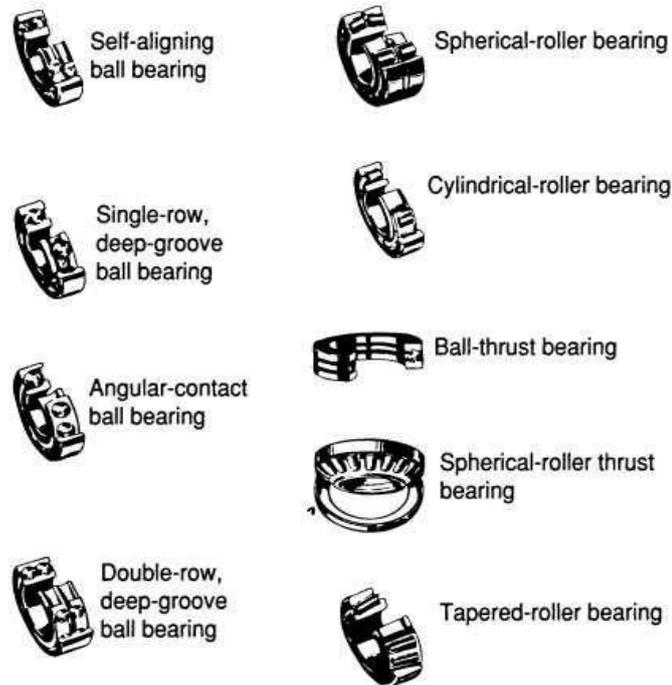
- Buka
- Terlindung tunggal
- Terlindung ganda
- Disegel
- Baris ganda dan tipe khusus lainnya

Bantalan terbuka, seperti namanya, adalah konstruksi terbuka dan harus dipasang di rumah tertutup. Bantalan ini kurang cenderung menyebabkan pengadukan gemuk, dan karena alasan ini sebagian besar digunakan pada motor besar. Bantalan berpelindung tunggal memiliki pelindung di satu sisi untuk mengecualikan gemuk dari belitan motor. Bantalan berpelindung ganda memiliki pelindung di kedua sisi bantalan. Bantalan jenis ini kurang rentan terhadap kontaminasi, tidak memerlukan perawatan, dan tidak memerlukan pelumasan ulang. Biasanya digunakan pada motor berukuran kecil atau sedang.

Setiap jenis bantalan memiliki karakteristik yang menjadikannya pilihan terbaik untuk aplikasi tertentu. Penggantian harus dilakukan dengan jenis bantalan yang sama. Daftar fungsi berikut memberikan pemahaman dasar tentang aplikasi bantalan, panduan untuk analisis masalah bantalan karena kesalahan penerapan, dan menekankan pentingnya penggantian yang tepat.

Gambar 7-1 menunjukkan beberapa jenis bantalan yang digunakan pada motor listrik. Berikut ini adalah deskripsi singkat dari masing-masing:

Bantalan bola yang menyelaraskan diri: Bantalan bola yang menyelaraskan diri digunakan untuk beban radial dan beban dorong sedang di kedua arah. Bantalan bola ini, memiliki dua baris bola yang menggelinding pada permukaan bulat cincin luar, mengkompensasi misalignment sudut akibat kesalahan dalam pemasangan, defleksi poros, dan distorsi pondasi. Bantalan ini tidak mungkin memberikan pengaruh tekukan pada poros—pertimbangan penting dalam aplikasi kecepatan tinggi yang membutuhkan akurasi ekstrem.



Gambar 7-1 Berbagai jenis bantalan.

Bantalan bola beralur dalam satu baris: Bantalan bola beralur dalam satu baris akan menopang, selain beban radial, beban dorong yang cukup besar di kedua arah, bahkan pada kecepatan yang sangat tinggi. Keuntungan ini dihasilkan dari kontak erat yang ada antara bola dan alur yang dalam dan terus menerus di setiap ring. Saat menggunakan bantalan jenis ini, penyelarasan yang cermat antara poros dan rumah sangat penting. Bantalan ini juga tersedia dengan segel dan pelindung, yang mengecualikan kotoran dan menahan pelumas.

Bantalan bola kontak sudut: Bantalan bola kontak sudut mendukung beban dorong yang berat dalam satu arah, terkadang dikombinasikan dengan beban radial sedang. Sudut kontak yang curam, memastikan kapasitas dorong tertinggi dan kekakuan aksial, diperoleh dengan bahu penyangga dorong tinggi pada cincin bagian dalam dan bahu tinggi serupa di sisi berlawanan dari cincin luar.

Bantalan bola dalam dua baris, dalam alur: Bantalan bola dalam dua baris memiliki perpindahan aksial yang lebih rendah daripada desain baris tunggal, kapasitas dorong yang besar di kedua arah, dan kapasitas radial yang tinggi karena dua baris dari bola.

Bantalan rol bulat: Bantalan rol bulat memiliki kapasitas maksimum, karena jumlah, ukuran, dan bentuk rol, dan keakuratan dalam memandunya. Karena bantalan secara inheren menyelaraskan diri, ketidaksejajaran sudut antara poros dan rumah tidak memiliki efek yang merugikan, dan kapasitas penuh selalu tersedia untuk pekerjaan yang bermanfaat.

Bantalan rol silinder: Jenis bantalan ini memiliki kapasitas radial tinggi dan memberikan pemanduan roller yang akurat, menghasilkan gesekan rendah yang memungkinkan pengoperasian pada kecepatan tinggi. Jenis baris ganda sangat cocok untuk spindel perkakas mesin.

Bantalan dorong bola: Bantalan dorong bola dirancang untuk beban dorong dalam satu arah saja. Garis beban melalui bola sejajar dengan sumbu poros, menghasilkan kapasitas dorong tinggi dan defleksi aksial minimum.

Bantalan dorong rol bulat: Bantalan dorong rol bulat dirancang untuk membawa beban dorong yang berat, atau beban gabungan, yang sebagian besar merupakan daya dorong. Bantalan ini memiliki satu baris rol yang menggelinding pada lintasan luar berbentuk bola dengan penyelarasan diri penuh. Sangkar, yang dipusatkan oleh selongsong cincin bagian dalam, dibangun sehingga pelumas dipompa langsung ke flensa pemandu cincin bagian dalam yang luar biasa tinggi.

Bantalan rol tirus: Karena sumbu rol dan jalurnya membentuk sudut dengan sumbu poros, bantalan rol tirus sangat cocok untuk membawa beban radial dan aksial yang bekerja secara simultan. Bantalan jenis ini biasanya harus disesuaikan dengan bantalan lain yang mampu membawa beban dorong ke arah yang berlawanan. Bantalan rol tirus dapat dipisahkan; kerucutnya (cincin dalam) dengan rol dan cangkirknya (cincin luar) dipasang secara terpisah. Hal yang boleh dan tidak boleh dilakukan untuk perakitan bantalan bola, perawatan, inspeksi, dan pelumasan ditunjukkan pada Tabel 7-1.

Frekuensi Pelumasan

Frekuensi pelumasan motor tidak hanya bergantung pada jenis bantalan tetapi juga pada aplikasi motor. Motor ukuran kecil dan menengah yang dilengkapi dengan bantalan bola (kecuali bantalan yang disegel) dilumasi setiap 3 hingga 6 tahun jika tugas motor normal. Aplikasi berat (suhu tinggi, lokasi basah atau kotor, atau korosif atmosfer), mungkin memerlukan pelumasan yang lebih sering.

Tabel 7-1 Anjuran dan larangan untuk perakitan, perawatan, dan pelumasan bantalan bola.

LAKUKAN
bekerja dengan alat yang bersih, di lingkungan yang bersih
JANGAN singkirkan semua kotoran luar dari rumah sebelum membuka bantalan.
JANGAN perlakukan bantalan bekas dengan hati-hati seperti yang baru.
JANGAN gunakan pelarut bersih dan minyak pembilasan.
LAKUKAN letakkan bantalan di atas kertas atau kain bersih.
LAKUKAN lindungi bantalan yang dibongkar dari kotoran dan kelembapan.
JANGAN gunakan lap bersih dan tidak berbulu untuk menyeka bantalan.
JANGAN simpan bantalan terbungkus kertas tahan minyak saat tidak digunakan.
Bersihkan bagian luar rumah sebelum mengganti bantalan.
JANGAN menjaga pelumas bantalan tetap bersih saat mengaplikasikan dan tutup wadah saat tidak digunakan.
Pastikan ukuran poros berada dalam toleransi yang ditentukan yang direkomendasikan untuk bantalan.
LAKUKAN simpan bantalan dalam karton asli yang belum dibuka di tempat yang kering.
JANGAN gunakan sikat berbulu pendek yang bersih dengan bulu yang tertanam kuat untuk menghilangkan kotoran, kerak, atau serpihan.
Pastikan bahwa, saat dipasang, bantalannya berbentuk persegi dan ditahan dengan kuat pada bahu poros.
LAKUKAN ikuti instruksi pelumasan yang disertakan dengan mesin. Gunakan hanya gemuk di mana gemuk ditentukan; gunakan hanya oli di mana oli ditentukan. Pastikan untuk menggunakan jenis pelumas yang tepat yang diminta.
LAKUKAN tangani gemuk dengan dayung bersih atau gemuk. Simpan minyak dalam wadah bersih. Tutup wadah gemuk.

Anjuran dan larangan untuk perakitan, perawatan, dan pelumasan bantalan bola. (Lanjutan)

JANGAN
JANGAN bekerja di bawah cacat alat yang buruk, bangku kasar, atau lingkungan yang kotor.
JANGAN gunakan alat yang kotor, rapuh, atau terkelupas.
JANGAN menangani bantalan dengan tangan yang kotor dan lembab.
JANGAN memutar bantalan yang tidak bersih. JANGAN memutar bantalan apa pun dengan udara terkompresi.
JANGAN gunakan wadah yang sama untuk membersihkan dan membilas bantalan akhir.
JANGAN menggores atau menggores permukaan bantalan.
JANGAN menghilangkan gemuk atau oli dari bantalan baru.
JANGAN menggunakan jenis atau jumlah pelumas yang salah.
JANGAN gunakan bantalan sebagai pengukur untuk memeriksa lubang rumah atau kecocokan poros.
JANGAN memasang bantalan pada poros yang menunjukkan keausan berlebihan.
JANGAN membuka karton sampai bantalan siap dipasang.
JANGAN menilai kondisi bantalan sampai setelah dibersihkan.
JANGAN memukul langsung pada bantalan atau cincin, saat memasang, karena ini dapat menyebabkan kerusakan pada poros dan bantalan.
JANGAN mengisi berlebihan saat melumasi. Gemuk dan oli berlebih akan keluar dari wadah yang terisi penuh melewati segel dan penutup, mengumpulkan kotoran, dan menyebabkan masalah. Terlalu banyak pelumas juga akan menyebabkan panas berlebih, terutama jika bantalan beroperasi pada kecepatan tinggi.
JANGAN izinkan mesin apa pun tidak beroperasi selama berbulan-bulan tanpa membalikinya secara bertahap. Ini mencegah kelembaban yang mungkin mengembun dalam bantalan berdiri dari menyebabkan korosi.

Pelumasan pada bantalan lengan harus diganti setidaknya setahun sekali. Bila tugas motor berat atau oli tampak kotor, oli harus lebih sering diganti.

Prosedur Pelumasan

Kebersihan dan penggunaan pelumas yang tepat sangat penting saat melumasi motor. Ikuti prosedur ini:

1. Bersihkan rumah bantalan, pistol gemuk, dan perlengkapannya.
2. Berhati-hatilah agar kotoran tidak masuk ke bantalan saat mengoles.
3. Selanjutnya, lepaskan sumbat pelepas dari bagian bawah rumah bantalan. Ini mencegah tekanan yang berlebihan menumpuk di dalam rumah bantalan selama pelumasan.
4. Tambahkan gemuk, dengan motor berjalan jika memungkinkan, sampai mulai mengalir dari lubang pelepas. Biarkan motor berjalan 5 sampai 10 menit untuk membuang kelebihan lemak. Pasang kembali steker pelepas dan bersihkan rumah bantalan.
5. Hindari mengoles terlalu banyak. Ketika terlalu banyak gemuk yang dipaksa masuk ke dalam bantalan, terjadi pengadukan pelumas, yang mengakibatkan suhu tinggi dan akhirnya bantalan rusak.

6. Pada motor yang tidak memiliki lubang relief, oleskan pelumas dengan hemat. Jika memungkinkan, bongkar motor dan bungkus kembali rumah bantalan dengan jumlah gemuk yang tepat. Selama prosedur ini, selalu jaga kebersihan secara ketat.

7.1 PENGUJIAN BANTALAN

Dua dari tes yang paling efektif adalah apa yang disebut tes "rasa" dan tes "suara". Lakukan tes "rasa" saat motor berjalan; jika rumah bantalan terasa terlalu panas saat disentuh, kemungkinan itu tidak berfungsi.

Selama pengujian "suara", dengarkan suara asing yang datang dari motor. Juga, salah satu ujung batang baja (panjang sekitar 3 kaki dan diameter 1,2 inci) dapat ditempatkan pada rumah bantalan sementara ujung lainnya menempel pada telinga. Batang kemudian bertindak sebagai penguat, mentransmisikan suara yang tidak biasa seperti bunyi gedebuk atau gerinda, yang menunjukkan bantalan yang rusak. Alat pendengar khusus, seperti stetoskop transistor, juga dapat digunakan untuk tujuan tersebut.

Bagan alat ukur untuk reparasi pada Tabel 7-2 mencantumkan masalah paling umum dengan bantalan motor.

Tabel 7-2 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk bantalan motor.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Bantalan panas—umum.	Poros bengkok atau pegas.	Luruskan atau ganti poros. Kurangi ketegangan sabuk.
	Tarikan sabuk yang berlebihan.	Pindahkan katrol lebih dekat ke bantalan. Gunakan katrol yang lebih besar.
	Katrol terlalu jauh.	Sejajarkan kembali drive.
	Diameter katrol terlalu kecil.	Luruskan atau ganti poros. Kurangi ketegangan sabuk.
	Ketidaksejajaran.	Pindahkan katrol lebih dekat ke bantalan. Gunakan katrol yang lebih besar.
Bantalan panas—lengan.	Alur oli pada bantalan terhalang oleh kotoran.	Lepaskan braket atau alas dengan bantalan dan bersihkan alur oli dan rumah bantalan; memperbarui minyak.
	Cincin oli bengkok atau rusak.	Perbaiki atau ganti cincin oli.
	Minyak terlalu berat.	Gunakan minyak ringan yang direkomendasikan.

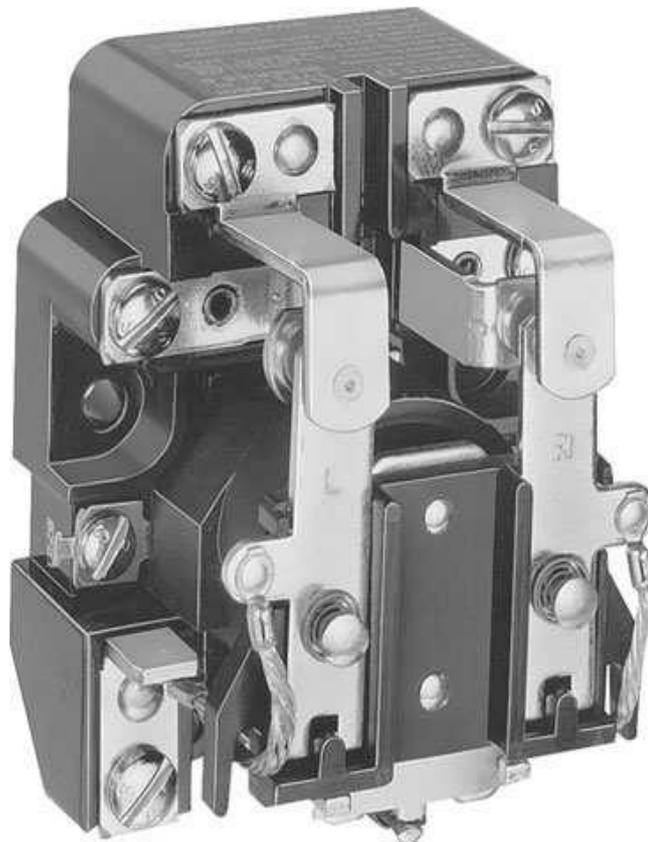
	Minyak terlalu ringan.	Gunakan oli yang lebih berat yang direkomendasikan.
Bantalan panas—lengan.	Minyak tidak mencukupi.	Isi reservoir ke tingkat yang tepat di steker luapan dengan motor dalam keadaan diam.
	Terlalu banyak dorongan akhir.	Kurangi daya dorong yang disebabkan oleh mesin yang digerakkan atau suplai sarana eksternal untuk membawa daya dorong.
	Bantalan yang aus.	Ganti bantalan.
Bantalan panas—bola.	Minyak tidak cukup.	Ganti bantalan.
	Pelumas rusak atau terkontaminasi.	Buang gemuk lama, cuci bantalan secara menyeluruh dengan minyak tanah, dan ganti dengan gemuk baru.
	Pelumas berlebih.	Kurangi jumlah lemak. Bantalan tidak boleh lebih dari setengah terisi.
Bantalan panas—bola.	Panas dari motor panas atau sumber eksternal.	Lindungi bantalan dengan mengurangi suhu motor.
	Bantalan kelebihan beban.	Periksa keselarasan, dorong samping, dan dorong ujung.
	Bola rusak atau balapan kasar.	Ganti bantalan; pertama bersihkan perumahan secara menyeluruh.

BAB 8

ALAT UKUR UNTUK REPARASI RELAI DAN KONTAKTOR

Arelay adalah perangkat elektromagnetik atau solid-state yang digunakan dalam rangkaian kontrol starter motor magnetik, pemanas, solenoida, timer, dan perangkat lainnya. Mereka sering digunakan untuk aplikasi remote control. Relai diproduksi dalam sejumlah konfigurasi yang berbeda, baik dalam desain mekanik maupun solid-state. Gambar 8-1 menunjukkan jenis relai yang sering digunakan untuk mengendalikan motor kecil satu fasa dan beban ringan lainnya seperti pemanas atau lampu pilot.

Kontaktor adalah perangkat elektromagnetik yang serupa dalam konstruksi dan operasinya dengan relai, tetapi dirancang untuk menangani arus yang jauh lebih tinggi (Gambar 8-2) yang terlibat dalam aplikasi seperti menyalakan dan mematikan sejumlah besar lampu stadion. Tabel 8-1 menjelaskan prosedur alat ukur untuk reparasi untuk relai dan kontaktor.



Gambar 8-1 Relai single-pole, single-throw (SPST) dengan rating 30 A, 600 V. (Courtesy of Schneider Electric Company.)



Gambar 8-2 NEMA ukuran 1 kontaktor dengan nilai 10HP, 575 V. (Courtesy of Schneider Electric Company.)

Tabel 8.1 Bagan alat ukur untuk reparasi kontaktor dan relai.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Kegagalan untuk menarik.	Entah tidak ada tegangan atau tegangan rendah di terminal koil.	Buka sekering atau pemutus sirkuit, sakelar saluran terbuka, atau putusnya kabel.
		Tegangan saluran di bawah normal.
		Relai beban lebih terbuka atau disetel terlalu rendah.
		Toggle tripping (pemutus non-otomatis) rusak.
		Kontrol level atau tombol start dalam posisi OFF.
Kegagalan untuk menarik.	Entah tidak ada tegangan atau tegangan rendah di terminal koil.	Sirkuit pull-in terbuka, korsleting, atau diarde.
		Kontak di sirkuit pelindung atau pengontrol terbuka atau salah satu koneksi kuncirnya putus.
	Koil operasi terbuka atau diarde.	Periksa dan uji koil.
	Kawat timah koil longgar atau tidak terhubung.	Periksa dan perbaiki.

Bagan alat ukur untuk reparasi kontaktor dan relai. (Lanjutan)

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Kegagalan untuk menarik.	Celah magnet yang berlebihan, keselarasan yang tidak tepat.	Periksa dan perbaiki.
	Armature terhambat atau endapan gummy antara armature dan permukaan kutub.	Periksa dan perbaiki.
	Pengikatan disebabkan oleh engsel yang cacat atau bergetah.	Ganti atau turunkan.
	Gaya pegas jangkar yang berlebihan.	Kurangi kekuatan pegas.
Kegagalan untuk menarik.	Kontak yang biasanya tertutup dilas bersama.	Ganti kontak.
Kegagalan peralatan untuk memulai dengan kontaktor tertutup.	Satu kontak tidak menutup.	Ganti set kontak.
	Kontak terbakar.	Gunakan kain ampelas untuk memoles atau menggantinya dengan ringan.
	Sambungan kunci kontak rusak.	Mengganti.
Kegagalan untuk keluar.	Koil operasi diberi energi.	Kontak dalam rangkaian pengontrol atau pelindung tersandung tertutup, korsleting, atau shunt.
		Perangkat tersandung rusak; seperti sakelar tersandung kelebihan beban tidak menyentuh pelepasan, plunger relai undervoltage macet atau tidak dapat disetel, tombol stop rusak, atau mekanisme pelepasan waktu tunda yang rusak (ventilasi udara tertutup).
Kegagalan untuk keluar.	Koil operasi diberi energi.	Arus mengikuti jalur yang tidak disengaja karena alasan, insulasi yang rusak, tanda pensil, kelembaban,

		atau lacquer terkelupas dari dasar relai.
	Magnetisme residual berlebihan, karena armature tertutup rapat terhadap muka kutub.	Sesuaikan atau ganti.
Kegagalan untuk keluar.	Armature terhambat atau endapan gumming antara armature dan permukaan kutub.	Jelas dan bersih.
	Pengikatan yang disebabkan oleh engsel yang cacat atau bergetah.	Ganti atau turunkan.
	Pegas tekanan kontak atau pegas angker terlalu lemah atau tidak disetel dengan benar.	Ganti atau sesuaikan.
	Posisi pemasangan yang tidak tepat (terbalik).	Pasang dengan benar.
Kegagalan untuk keluar.	Kontak yang biasanya dibuka dilas bersama.	Ganti kontak.
Relai waktu tunda beroperasi terlalu cepat.	Mekanisme pelarian rusak.	Udara keluar terlalu bebas karena lubang di bellow atau ventilasi udara terbuka. Plunger dashpot aus, atau oli dashpot terlalu encer.
	Shim nonmagnetik pada celah udara terlalu besar atau pegas jangkar terlalu kuat.	Sesuaikan atau ganti.
	Magnet di luar penyesuaian.	Menyesuaikan.
Kontak diadu atau berubah warna.	Kontak terlalu panas karena kelebihan beban.	Kurangi beban dan ganti kontak.
	Kontak tidak dipasang dengan benar.	Mereparasi.
	Hambatan rusak dari penggunaan kasar atau pemutus menutup dengan terlalu banyak kekuatan.	Ganti penghalang; periksa tegangan tinggi.

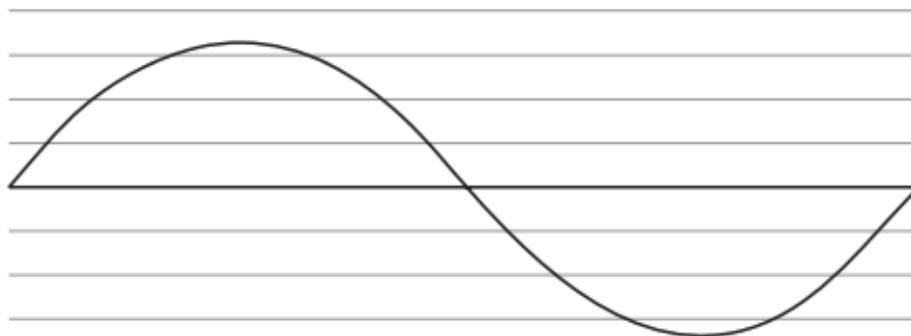
	Tindakan menyeka kontak pada penutupan tidak cukup.	Benar.
Kontak diadu atau berubah warna.	Paparan cuaca, air yang menetes, udara asin, atau getaran.	Gunakan jenis penutup NEMA yang sesuai.
Obrolan atau dengungan berlebihan.	Getaran perangkat di sekitarnya dikomunikasikan ke relai.	Atur secara berbeda.
	Relay menerima sinyal yang kontradiktif.	Benar.
	Memantulkan kontak pengontrol atau pelindung.	Benar.
Obrolan atau dengungan berlebihan.	Tegangan saluran berfluktuasi atau tidak mencukupi.	Pertimbangkan untuk menggunakan transformator buck-and-boost.
	Resistansi sirkuit koil yang berlebihan.	Mengurangi resistensi.
	Pegas jangkar atau pegas tekanan kontak terlalu kuat.	Mengurangi.
	Penurunan tegangan koil yang berlebihan pada penutupan.	Benar.
	Lokasi pin antibeku yang tidak tepat.	Cari di posisi yang benar.
Obrolan atau dengungan berlebihan.	Pergerakan bebas armature terhambat karena bagian yang cacat atau kotoran.	Bersihkan dan ganti bagian yang sesuai.
Temperatur kumparan yang berlebihan.	Arus atau tegangan yang berlebihan.	Kurangi beban atau sesuaikan keran pada trafo.
	Hubungan pendek pada kumparan. Ganti koil.	Benar.
	Arus eddy dan histeresis yang berlebihan.	Ganti dengan relai berperingkat benar.
	Suhu ruangan tinggi.	Bersihkan dan ganti bagian yang sesuai.

BAB 9

ALAT UKUR UNTUK REPARASI KUALITAS DAYA

Masalah kualitas daya adalah setiap perubahan tegangan, arus, atau frekuensi yang mengakibatkan kegagalan atau penurunan kinerja peralatan pengguna akhir. Dalam kehidupan nyata sistem tenaga listrik, tegangan dan arus umumnya bukan gelombang sinus murni 60-Hz yang ditunjukkan dalam buku teks (Gambar 9-1). Sebaliknya, bentuk gelombang biasanya terdistorsi oleh transien tegangan, harmonik, dan fenomena lainnya (Gambar 9-2). Bentuk gelombang ini dapat ditampilkan pada layar monitor daya dan instrumen lain untuk mendiagnosis masalah kualitas daya. Masalah kualitas daya dapat disebabkan oleh banyak hal faktor:

- Level tegangan (kondisi stabil) dan stabilitas tegangan (lonjakan dan penurunan)
- Keseimbangan saat ini (pemuatan fase)
- Harmonik
- Faktor daya
- Pembumian
- Terminal dan koneksi yang terlalu panas
- Pemutus sirkuit yang rusak atau marginal



Gambar 9-1 Bentuk gelombang sinus ideal yang mewakili tegangan atau arus.

9.1 PEMANTAUAN

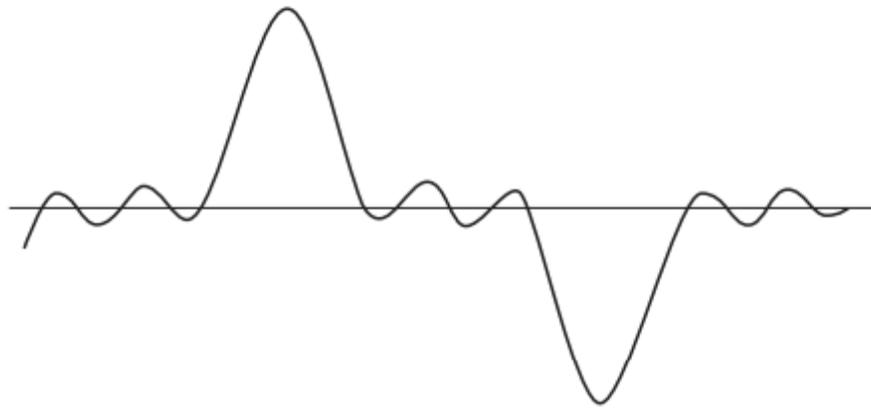
Monitor perekaman biasanya dipasang untuk merekam karakteristik sistem daya selama periode waktu tertentu, seperti 24 jam, atau 7 hari. Pemantauan jangka panjang ini memberikan informasi apakah masalah kualitas daya disebabkan oleh peristiwa acaksatu kali, atau peristiwa berulang yang berulang. Seringkali, masalah kualitas daya tidak disebabkan oleh satu peristiwa, tetapi oleh kombinasi faktor (seperti penurunan tegangan, transien utilitas, harmonik, dan koneksi netral-ke-tanah yang tidak tepat).

Daya dapat dipantau di lokasi yang berbeda dalam sistem tenaga listrik:

Saat beban: Menempatkan monitor di sirkuit cabang yang memasok motor atau peralatan utilitas lainnya menganalisis kualitas daya pada titik penggunaan.

Pada peralatan distribusi: Menempatkan monitor pada feeder ke panelboard atau pusat kendali motor (MCC) menganalisis kualitas daya di seluruh bagian bangunan.

Pada layanan: Menempatkan monitor pada konduktor layanan masuk ke switchboard atau peralatan layanan lainnya menganalisis kualitas daya di seluruh bangunan (Gambar 9-3). Di sinilah kapasitor biasanya dipasang untuk meningkatkan faktor daya dengan alasan menghindari biaya penalti utilitas.



Gambar 9-2 Bentuk gelombang sinus terdistorsi oleh masalah kualitas daya.

9.2 TINGKAT TEGANGAN DAN STABILITAS

Tingkat Tegangan

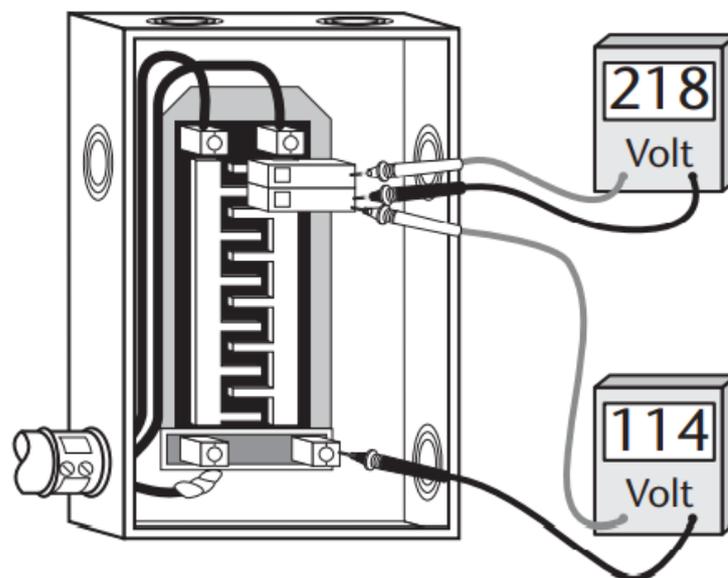
Periksa level tegangan pada terminal panel utama dan setiap rangkaian cabang. Tegangan pada panel idealnya 120/208 atau 277/480 V, tiga fase, empat kawat. Tegangan pada stopkontak atau peralatan penggunaan mungkin lebih rendah karena jatuh tegangan pada rangkaian cabang, tetapi idealnya tidak kurang dari 115/200 atau 265/460 V.

Untuk keselamatan, lakukan pengukuran tegangan pada sisi beban pemutus sirkuit utama atau cabang bila memungkinkan. Tindakan pencegahan ini membantu melindungi instrumen uji dan operator dari arus gangguan potensial pada penyulang (Gambar 9-4).

Tegangan rendah menyebabkan motor listrik berjalan lebih lambat dari kecepatan desainnya, lampu pijar menyala redup, masalah start untuk lampu fluorescent dan HID, dan masalah kinerja untuk perangkat elektronik dan data. Tegangan lebih menyebabkan motor bekerja lebih cepat, memperpendek masa pakai lampu pijar, dan dapat merusak komponen elektronik yang sensitif.



Gambar 9-3 Peralatan servis: panel distribusi utama. (Courtesy of Schneider Electric Company.)



Gambar 9-4 Teknik pengukuran tegangan aman pada papan panel.

Sebagian besar peralatan listrik dan elektronik dirancang untuk mentolerir kisaran 10 persen dari tegangan pengenal dan masih beroperasi dengan baik. Namun, tegangan papan panel dalam kisaran 115/200 atau 265/460 V mungkin akan diterjemahkan menjadi tegangan rendah yang tidak dapat diterima pada stopkontak atau peralatan penggunaan, karena penurunan tegangan tambahan pada konduktor rangkaian cabang. Penyebab umum tegangan rendah pada panel adalah pengaturan tap rendah pada trafo, konduktor feeder yang terlalu

panjang atau terlalu kecil, dan koneksi yang longgar. Kondisi pertama menghasilkan tegangan suplai yang lebih rendah; dua yang terakhir menghasilkan impedansi yang lebih tinggi yang meningkatkan penurunan tegangan.

Stabilitas Tegangan

Sags tegangan dapat disebabkan oleh salah satu beban pada sirkuit cabang, atau di tempat lain dalam sistem distribusi, termasuk sag dan brownout yang dihasilkan utilitas. Ini paling mudah dianalisis menggunakan instrumen seperti peng analisis kualitas daya yang mengukur tegangan dan arus secara bersamaan. Lakukan pengukuran di setiap sirkuit cabang di panelboard.

Penurunan tegangan yang terjadi bersamaan dengan lonjakan arus biasanya menunjukkan adanya masalah di hilir titik pengukuran. Ini akan menjadi gangguan terkait beban pada sirkuit cabang.

Penurunan tegangan yang terjadi bersamaan dengan penurunan arus biasanya menunjukkan masalah di bagian hulu titik pengukuran, yang berasal dari tempat lain dalam sistem distribusi. Gangguan terkait sumber tipikal termasuk motor tiga fase besar yang on line (starting) atau melorot di jaringan utilitas.

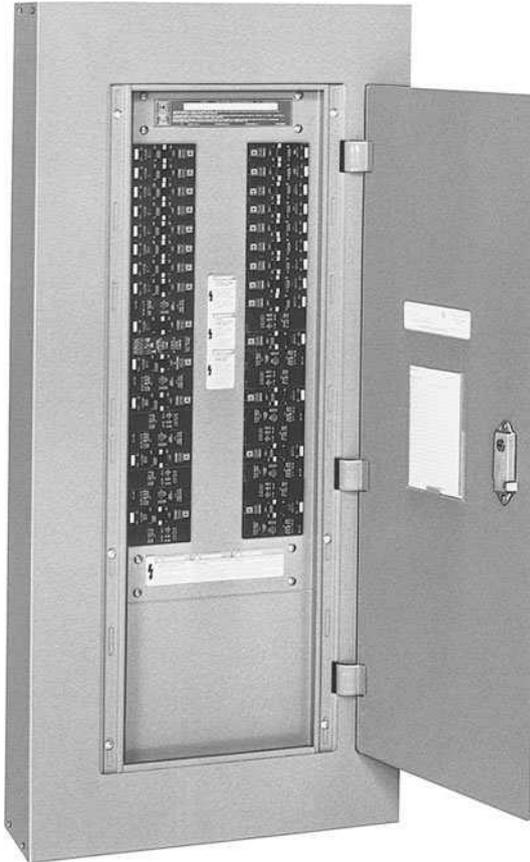
9.3 PEMUATAN SAAT INI

Ukur arus pada setiap fase penyulang dan rangkaian cabang (Gambar 9-5). Penting untuk melakukan pengukuran ini menggunakan ammeter true-RMS atau multimeter digital (DMM). Karena kombinasi arus fundamental dan harmonik menghasilkan bentuk gelombang yang terdistorsi, pengukur penginderaan rata-rata berbiaya lebih rendah akan cenderung membaca rendah, membuat Anda berasumsi bahwa rangkaian diberi beban lebih ringan daripada yang sebenarnya.

Pembebanan pada ketiga fase tersebut harus seimbang mungkin. Arus yang tidak seimbang kembali pada konduktor netral, yang mungkin sudah membawa beban tinggi karena harmonik yang disebabkan oleh beban nonlinier. Dalam sistem distribusi listrik tiga fasa yang ideal dan seimbang, ada sedikit atau tidak ada beban pada netral. Baik pengumpan panel maupun sirkuit cabang tidak boleh dibebani hingga batas maksimum yang diizinkan (80 persen dari peringkat perangkat arus lebih, untuk beban kontinu). Harus ada beberapa kapasitas cadangan untuk memungkinkan arus harmonik.

9.4 HARMONIK

Harmonik adalah frekuensi yang merupakan kelipatan dari frekuensi dasar (120 Hz, 180 Hz, 240 Hz, dan seterusnya). Arus harmonik frekuensi tinggi yang disebabkan oleh beban non-linier seperti komputer, penggerak motor dengan kecepatan yang dapat diatur, pengontrol yang dapat diprogram, dan perlengkapan fluoresen dengan ballast elektronik dapat menyebabkan pemanasan yang signifikan dalam sistem distribusi daya, terutama pada konduktor yang diarde (netral). Harmonik mempengaruhi operasi atau peralatan seperti motor, trafo, dan panas berlebih pada konduktor netral.



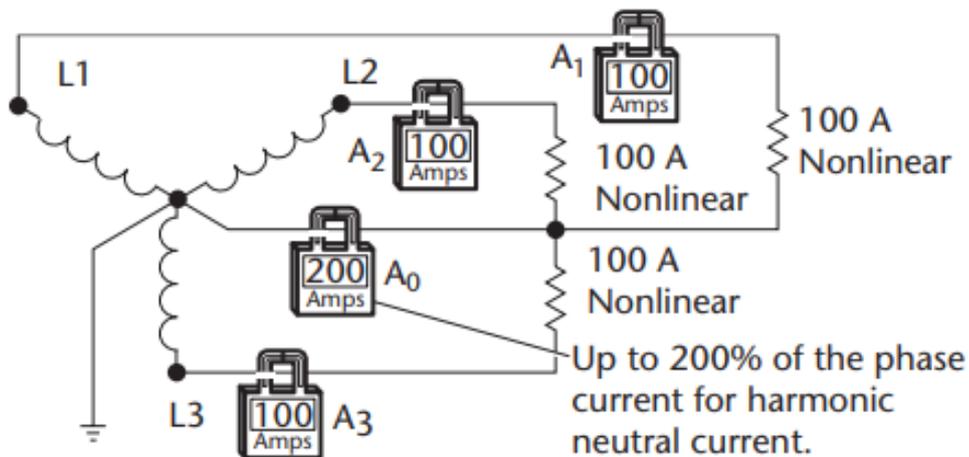
Gambar 9-5 Papan panel sirkuit cabang. (Courtesy of Schneider Electric Company.)

Triplen Harmonik

Harmoni rangkap tiga adalah kelipatan frekuensi dasar berikut: 3, 6, 9, 12, dan seterusnya. Mereka sangat berbahaya bagi kualitas daya karena arus harmonik rangkap tiga dapat bertambah di netral sistem tenaga tiga fase, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9-6. Beban nonlinier mencakup peralatan listrik umum seperti catu daya mode sakelar yang digunakan di komputer dan periferalnya, dan ballast perlengkapan fluoresen atau HID.

Netral yang kelebihan beban merupakan potensi bahaya kebakaran karena, tidak seperti konduktor fasa, netral yang kelebihan beban tidak dilindungi oleh perangkat arus lebih. Harmonik ketiga dapat membebani konduktor netral sistem bahkan ketika beban telah seimbang di antara tiga fase.

Untuk alasan ini, Kode Kelistrikan Nasional 310.15(B) (4)(c) mensyaratkan bahwa “Pada rangkaian empat-kawat, tiga-fasa, wye di mana sebagian besar beban terdiri dari beban nonlinier, arus harmonik hadir di konduktor netral; netral karenanya harus dianggap sebagai konduktor pembawa arus.” Akibatnya, ini mensyaratkan bahwa konduktor netral dari sistem tiga fase, empat kawat tersebut setidaknya berukuran sama dengan konduktor fase. Dalam praktiknya, sistem netral yang melayani proporsi beban nonlinier yang tinggi (seperti area kantor dengan banyak komputer dan lampu fluoresen) terkadang bahkan lebih besar, hingga dua kali lipat ukuran konduktor fase terkait (Gambar 9-6).



Gambar 9-6 Pengaruh harmonik akibat beban nonlinier.

Sirkuit Cabang Multikawat

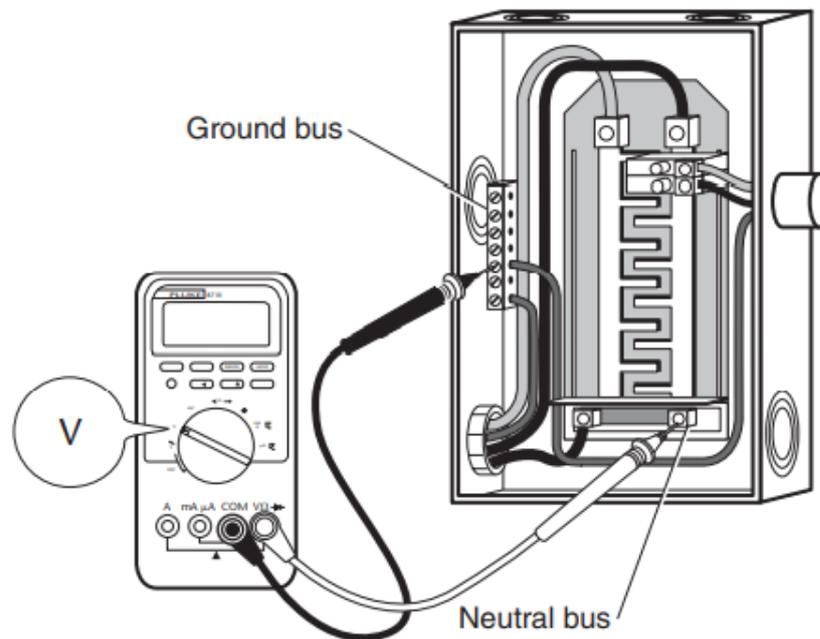
Netral umum yang digunakan bersama oleh dua atau tiga sirkuit cabang fase tunggal dikenai beban lebih yang sama seperti netral pengumpan panel tiga fase, karena pembebanan asimetris dan harmonik ketiga. Arus harmonik dalam konduktor ground (netral) rangkaian pengumpan atau cabang dapat diukur menggunakan DMM, atau dengan menggunakan meteran tipe probe untuk mengukur potensial dari netral ke ground (Gambar 9-7).

Landasan

Konduktor elektroda netral dan pembedian harus diikat bersama hanya sekali, di pintu masuk layanan atau titik distribusi dari sistem yang diturunkan secara terpisah. Sambungan arde netral lainnya di tempat lain dalam sistem, seperti subpanel atau stopkontak, merupakan pelanggaran terhadap Kode Kelistrikan Nasional. Sayangnya, koneksi hilir yang tidak tepat antara konduktor netral dan pentanahan juga sangat umum, dan sering kali menjadi sumber masalah kualitas daya.

Ketika konduktor netral dan elektroda pembedian diikat di subpanel atau lokasi lain, jalur pembedian menjadi jalur balik paralel untuk arus beban normal, dan akan ada arus terukur di tanah.

Untuk menentukan apakah ada koneksi yang tidak tepat, ukur arus pada konduktor ground (netral) dan kemudian pada konduktor elektroda ground dan lihat rasio di antara keduanya. Misalnya, jika arus netral adalah 70 A dan arus ground adalah 2 A, arus ground yang kecil mungkin menunjukkan kebocoran normal. Tetapi jika netral berukuran 40 A dan tanah hijau berukuran 20 A, ini mungkin menunjukkan bahwa ada koneksi ground netral yang tidak tepat. Semakin kecil rasio arus netral-ke-tanah, semakin besar kemungkinan ikatan netral-tanah ada. Semua koneksi netral-ke-tanah yang tidak diizinkan oleh Kode Kelistrikan Nasional harus dilepas. Ini akan meningkatkan keamanan dan kualitas daya.



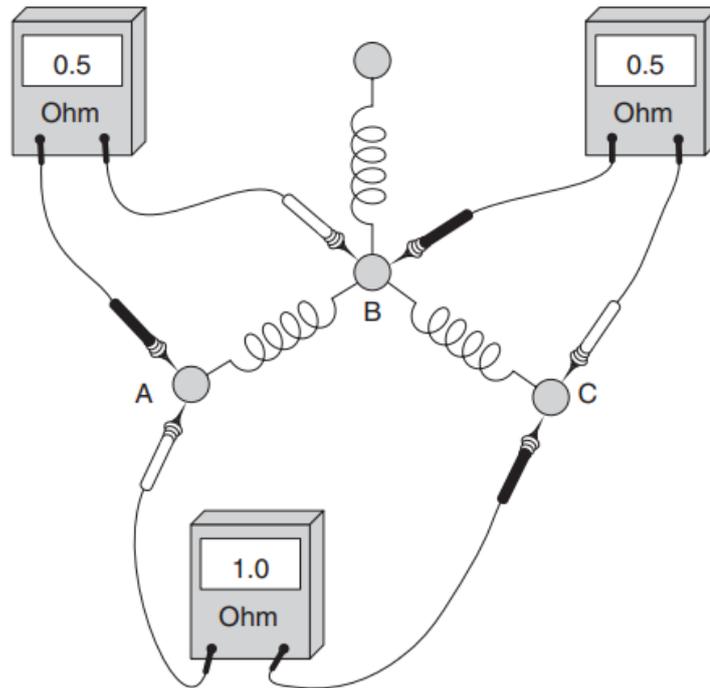
Gambar 9-7 Mengukur arus netral.

9.5 TERMINAL DAN KONEKSI TERLALU PANAS

Sambungan yang buruk dan pemutusan yang longgar meningkatkan impedansi rangkaian dan dengan demikian jatuh tegangan. Mereka juga dapat menyebabkan masalah intermiten yang sulit didiagnosis, seperti sirkuit yang berputar dan mati secara tidak terduga (sambungan yang longgar dapat terbuka saat memanas, dan kemudian menutup kembali saat mendingin). "Titik panas" yang menunjukkan kemungkinan koneksi yang buruk dan pemutusan seringkali dapat ditemukan menggunakan pemindaian termal, yang dibahas lebih lanjut dalam Bab 10. Inspeksi visual mungkin juga berguna. Program pemeliharaan preventif untuk memeriksa dan mengencangkan sambungan konduktor secara teratur dapat membantu mencegah jenis masalah ini sebelum terjadi.

9.6 PEMUTUS SIRKUIT

Meskipun pemutus sirkuit kotak cetakan biasanya memiliki masa pakai yang lama, kontak dan pegas dapat aus, terutama jika perangkat sering tersandung atau digunakan sebagai sakelar untuk menghidupkan dan mematikan peralatan atau sirkuit. Seperti koneksi buruk lainnya, pemutus marginal meningkatkan impedansi sirkuit dan penurunan tegangan. Terlalu panas karena koneksi internal yang buruk juga dapat menyebabkan "gangguan tersandung." Ukur penurunan tegangan melintasi pemutus sirkuit, dari sisi saluran ke sisi beban, untuk menentukan kondisi komponen internal (lihat Gambar 9-8). Jika penurunan tegangan melebihi 100 milivolt (mV), pemutus sirkuit cabang harus diganti. Pembacaan dalam kisaran 35 hingga 100 mV harus dicatat dan pemutus tersebut diperiksa ulang secara berkala.



Gambar 9-8 Mengukur jatuh tegangan pada pemutus sirkuit.

9.7 FAKTOR KEKUATAN

Faktor daya adalah elemen kunci dari kualitas daya; itu dihitung sebagai daya nyata (volt-ampere) dibagi dengan daya nyata (watt). Baik utilitas listrik dan insinyur fasilitas biasanya mencoba mempertahankan faktor daya sedekat mungkin dengan kesatuan (1.0). Namun, banyak jenis peralatan dan perangkat yang terpasang pada sistem suplai listrik modern menyebabkan faktor daya leading atau lagging, karena impedansi menyebabkan pergeseran fasa antara bentuk gelombang tegangan dan arus. Faktor daya adalah ukuran seberapa efisien beban menggunakan listrik atau berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh beban versus berapa banyak utilitas yang harus disediakan. Utilitas listrik sering mengenakan denda tinggi pada pengguna listrik besar (pabrik industri, kampus perkantoran) yang gagal menjaga faktor daya di atas beberapa minimum seperti faktor daya 0,95.

9.8 IMPEDANSI

Impedansi adalah jantung dari faktor daya. Biasanya, harus ada nilai impedansi kurang dari 0,5 antara fase dan konduktor ground (netral), dan antara konduktor netral dan konduktor ground peralatan. Tabel 9.1 merangkum rekomendasi alat ukur untuk reparasi kualitas daya.

Tabel 9-1 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk masalah kualitas daya.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
	Tegangan suplai utilitas terlalu rendah.	Konsultasikan utilitas.

Level tegangan rendah pada panelboard atau peralatan pintu masuk servis.	Pengaturan tap transformator terlalu rendah.	Gunakan keran tegangan tinggi.
	Sambungan longgar pada konduktor layanan pengumpan.	Periksa koneksi.
Penurunan tegangan bertepatan dengan lonjakan arus. ketika diukur di papan panel.	Beban hilir dengan arus masuk yang tinggi. seperti motor atau lampu pijar.	Pertimbangkan untuk memberi makan beban sensitif dari sirkuit atau papan panel lain.
Lonjakan tegangan bertepatan dengan penurunan arus, bila diukur pada panelboard.	Gangguan terkait sumber hulu.	Konsultasikan utilitas.
Arus netral yang signifikan pada penyulang tiga fasa.	Pemuatan tidak seimbang pada berbagai fase papan panel.	Papan panel keseimbangan.
Arus pada netral penyulang tiga fasa sama atau melebihi arus fasa.	Harmonik yang dihasilkan oleh beban nonlinier.	Tingkatkan ukuran konduktor netral pengumpan.
Arus pada netral bersama dari cabang rangkaian multikawat sama atau melebihi arus fasa.	Harmonik yang dihasilkan oleh beban nonlinier.	Gunakan sirkuit cabang dua kawat individu.
Potensi netral-ke-tanah melebihi 0,5 V.	Sambungan netral-ke-tanah pada panel selain peralatan pintu masuk servis.	Lepaskan koneksi netral-ke-tanah yang tidak tepat.
Level tegangan rendah pada stopkontak atau peralatan utilisasi.	Sirkuit cabang panjang berjalan.	Pasang konduktor berukuran besar untuk mengimbangi penurunan tegangan.
	Koneksi longgar di sirkuit cabang.	Periksa dan kencangkan sambungan.
Penurunan tegangan pada pemutus sirkuit melebihi 100 mV, dari beban ke sisi saluran.	Kontak pemutus sirkuit dan pegas aus.	Ganti pemutus sirkuit.

BAB 10

ALAT UKUR UNTUK REPARASI DENGAN TERMOGRAFI INFRAMERAH

Termografi inframerah (juga disebut pemindaian termal) adalah alat diagnostik penting untuk memecahkan masalah peralatan dan sistem listrik. Overheating dapat menjadi gejala dari berbagai jenis masalah, dan peralatan biasanya melewati tahap di mana ia mengeluarkan panas sebelum kegagalan fisik yang sebenarnya terjadi. Panas ini adalah radiasi infra merah, dalam panjang gelombang energi (tidak terlihat oleh mata manusia).

Termografi inframerah menggunakan kamera inframerah untuk "melihat" dan mengukur energi panas yang dipancarkan oleh peralatan listrik yang terlalu panas. Informasi ini digunakan untuk menunjukkan masalah listrik sebelum terjadi kegagalan. Kamera inframerah, pada dasarnya, mengambil foto peralatan listrik dengan mendeteksi energi panas daripada cahaya tampak. Termografi inframerah digunakan untuk mendeteksi jenis umum masalah pemeliharaan listrik berikut ini:

Sambungan Buruk: Getaran dan siklus termal dapat menyebabkan sambungan listrik kendur. Kelembaban dan kontaminasi dapat menimbulkan korosi pada sambungan. Koneksi yang buruk menyebabkan hot spot yang mudah dideteksi menggunakan kamera inframerah.

Konduktor Kelebihan Beban: Konduktor listrik kelebihan beban biasanya menyebabkan perangkat pelindung seperti pemutus sirkuit dan sekering beroperasi. Ketika tidak, konduktor yang kelebihan beban menjadi lebih panas dari biasanya.

Hubung Singkat dan Gangguan Pembumihan: Hubungan pendek dan gangguan pembumihan (hubung singkat yang melibatkan pembumihan peralatan) juga harus menyebabkan perangkat pelindung beroperasi. Namun terkadang arus, meskipun tidak cukup untuk mengoperasikan pemutus sirkuit atau relai gangguan tanah, cukup untuk merusak insulasi konduktor dan menyebabkan panas berlebih yang dapat memicu kebakaran.

Harmonik: Arus harmonik frekuensi tinggi yang disebabkan oleh beban elektronik seperti komputer, penggerak motor dengan kecepatan yang dapat diatur, dan perlengkapan fluoresen dengan ballast elektronik dapat menyebabkan pemanasan yang signifikan dalam sistem distribusi daya, khususnya pada konduktor yang diarde (netral).

Masalah mekanis: Masalah seperti kopleng kendur dan ketidaksejajaran poros motor menyebabkan panas berlebih yang dapat dideteksi dengan pemindaian termal.

Bagan alat ukur untuk reparasi pada Gambar 10-1 mencantumkan masalah operasional khas peralatan listrik yang dapat diidentifikasi menggunakan pemindaian termal (termografi inframerah).

Tabel 10-1 Bagan alat ukur untuk reparasi untuk masalah yang diidentifikasi dengan pemindaian termal.

Gejala	Kemungkinan penyebab	Tindakan atau Item untuk Diperiksa
Terminal atau koneksi yang terlalu panas.	Terminal longgar atau berkarat.	Kencangkan atau ganti terminal.

	Konduktor rusak.	Ganti konduktor.
Transformator terlalu panas.	Kegagalan isolasi.	Lihat Bab 8.
	Putaran korsleting pada inti transformator.	Lihat Bab 8.
Bushing transformator terlalu panas.	Koneksi longgar.	Kencangkan atau perbaiki konektor.
	Kesalahan internal.	Lihat Bab 8.
Motor terlalu panas.	Poros yang tidak sejajar.	Lihat Bab 10.
	Tegangan tinggi atau rendah.	Lihat Bab 10.
	Koil stator korslet.	Lihat Bab 10.
	Koneksi yang salah.	Lihat Bab 10.

10.1 PERTIMBANGAN KEAMANAN

Termografi inframerah adalah teknik alat ukur untuk reparasi nonkontak. Hal ini biasanya dilakukan pada sistem energi yang beroperasi pada beban penuh. Namun, meskipun kamera inframerah atau termometer elektronik tidak perlu menghubungi peralatan, dalam banyak kasus pemindaian termal masih merupakan pekerjaan yang berbahaya. Ini karena sering dilakukan pada peralatan berenergi seperti panelboard dan switchboard, dengan penutup dilepas. Kesalahan dapat mengakibatkan kontak yang tidak disengaja dengan bagian "beraliran listrik" dan kemungkinan sengatan listrik, luka bakar, atau cedera busur api pada teknisi. Untuk alasan ini, semua pekerjaan pemindaian termal di sekitar konduktor dan peralatan yang terbuka harus dilakukan sesuai dengan NFPA 70E-2004, Standar Keselamatan Listrik di Tempat Kerja—terutama jarak pendekatan minimum dan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Barmawi, Malvino. 1995. Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- C. Wu, Q. Wu, C. Yuan, P. Li, Y. Zhang and Y. Xiao, "Multimeter digital recognition based on feature coding detection", *2017 10th International Congress on Image and Signal Processing BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI)*, pp. 1-6, 2017.
- K. Tingting, L. Yan, Z. Lei and H. Yan, "Development of multi-channel automatic digital multimeter calibration device", *2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)*, pp. 108-113, 2019.
- Kosim. 2005. Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Ukur. Bandung: Departemen Pendidikan Nasional.
- Melville B. Stout, 1986. Basic Electrical Measurement. New Delhi : Prentice Hall of India.
- Millman, Jacob. 1986. Mikro Elektronika Sistem Digital dan Rangkaian Analog. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- N. Faulkner and J. Gust, "Using digital multimeters in place of analog null meters for metrological applications", *29th Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM 2014)*, pp. 496-497, 2014.
- Sha, M. Liu and X. Chen, "The Design of Digital Multimeter Automatic Calibration System and Application of PID Algorithm", *2019 IEEE 8th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC)*, pp. 1302-1305, 2019.
- Sugiri. 2004. Elektronika Dasar dan Peripheral computer. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- T. Ni, H. Miao, L. Wang, S. Ni and L. Huang, "Multi-meter Intelligent Detection and Recognition Method under Complex Background", *2020 39th Chinese Control Conference (CCC)*, pp. 7135-7141, 2020.
- W. Djatmiko, "Prototipe resistansi meter digital," *J. Nas. Tek. Elektro*, pp. 1–8, 2017.
- Wenxiong Mo, Liqiang Pei, Qingdan Huang and Weijie Liao, "Digital Multimeter Reading Recognition for Automation Verification", *Proceedings of the 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture (AIAM2020). Association for Computing Machinery New York NY USA*, pp. 217-221, 2020.
- Woollard, Barry. 2002. Elektronika Praktis. Jakarta. Penerbit PT. Pradnya Paramita.
- X. -c. Cui, H. -c. Duan and J. -l. Wang, "Recognition of numerals on digital meters in dynamic measuring", *2009 IEEE International Symposium on IT in Medicine & Education*, pp. 1296-1301, 2009.
- Yong, J. (2013). Troubleshooting & Repairing Switch Mode Power Supplies.

Alat Ukur Elektronik dan Cara Memakainya

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen dan ilmu sosiologi. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik).

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-5734-86-6 (PDF)



Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

Alat Ukur Elektronik dan Cara Memakainya



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang

Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id