



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Pedagogik : Pengembangan Instrumen Penilaian
Profesional : Pengontrolan Motor Listrik dengan
Elektronika Mekanik

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Penyusun :

**Drs. Boas Aritonang, ST
PPPPTK BBL Medan
boas_art@yahoo.co.id
082161075066**

Reviewer :

**Siska Maria Matondang, ST
PPPPTK BBL Medan
simamat_80@yahoo.com
081361605894**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pembuatan modul ini merupakan suatu usaha untuk meningkatkan kualitas profesional guru dalam proses pembelajaran bagi Lingkup Kejuruan Kelompok Teknologi. Usaha tersebut adalah sebagai tindak lanjut dari reformasi Sistem Pendidikan Kejuruan yang diserahkan kepada penyiapan tamatan dengan kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia kerja.

Kami menyadari isi yang terkandung dalam modul ini masih belum sempurna, untuk itu kepada guru maupun peserta diklat diharapkan agar dapat melengkapi, memperkaya dan memperdalam pemahaman dan penguasaan materi untuk topik yang sama dengan membaca referensi lain yang terkait. Selain kritik dan saran membangun bagi penyempurnaan modul ini, sangat diharapkan dari semua pihak.

Kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyiapan modul ini, disampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya serta ucapan terima kasih, kiranya modul yang sederhana ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta yang memerlukannya

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Peta Kompetensi	4
D. Ruang Lingkup	5
E. Cara penggunaan modul	6
 BAB II PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI	 8
A. Tujuan	8
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	8
C. Uraian Materi	9
1. Kaidah Pengembangan Instrumen Penilaian Dan Evaluasi Proses Dan Proses Hasil Belajar	9
2. Kisi-Kisi Pengembangan Instrumen	27
3. Instrumen Penilaian	33
4. Evaluasi Hasil Belajar	35
D. Aktivitas Pembelajaran	43
E. Latihan/ Kasus /Tugas	44
F. Rangkuman	45
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.	47
 BAB III PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK ELEKTROMEKANIK/ NON PEMROGRAMAN	 49
Kegiatan Pembelajaran 1. Sistem Pengoperasian Motor Listrik Dengan Kontaktor Magnet	50
A. Tujuan	50

B. Indikator Pencapaian Kompetensi	50
C. Uraian Materi	50
1. Sistem Pengontrolan Semi Otomasi	51
2. Sistem Pengontrolan Secara Otomasi	53
D. Aktivitas Pembelajaran	55
E. Latihan/Kasus/Tugas	56
F. Rangkuman	57
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.	57

Kegiatan Pembelajaran 2. Dasar Instalasi Pengontrolan Motor Listrik

Elektromekanik/Non Pemrograman	58
A. Tujuan	58
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	58
C. Uraian Materi	59
1. Pengaman Instalasi Dan Pengaman Motor Listrik	59
2. Plat Nama Motor Listrik	60
3. Dasar Pengontrolan Dengan Kontaktor Magnet	63
4. Simbol-Simbol Pengontrolan Dengan Kontaktor Magnet	64
D. Aktivitas Pembelajaran	67
E. Latihan/Kasus/Tugas	67
F. Rangkuman	69
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	69

Kegiatan Pembelajaran 3. Analisis Pengontrolan Motor Listrik Non Pem-

rograman	70
A. Tujuan	70
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	70
C. Uraian Materi	71
1. Analisis Rangkaian Kontrol Arus	71
2. Menentukan Jumlah Kontak Utama Dan Kontak Bantu Kontaktor Magnet	75
D. Aktivitas Pembelajaran	77
E. Latihan/Kasus/Tugas	78
F. Rangkuman	79

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	80
Kegiatan Pembelajaran 4. Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik	
Non Pemrograman	81
A. Tujuan	81
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	81
C. Uraian Materi	82
1. Mengkreasi Pengontrolan Motor Listrik	82
2. Aplikasi Pengontrolan Motor Listrik	108
D. Aktivitas Pembelajaran	117
E. Latihan/Kasus/Tugas	118
F. Rangkuman	118
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	119
Kegiatan Pembelajaran 5. Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik	
Non Pemrograman Pada Panel Listrik	120
A. Tujuan	120
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	120
C. Uraian Materi	121
1. Pengenalan Alat Kontrol Pada Panel Listrik	121
2. Panel Kontrol Listrik	125
3. Pengawatan Rangkaian Kontrol Listrik Pada Panel	130
D. Aktivitas Pembelajaran	134
E. Latihan/Kasus/Tugas	135
F. Rangkuman	135
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	136
Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas	137
Evaluasi	143
Penutup	153
DAFTAR PUSTAKA	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Block diagram semiototomasi	52
Gambar 2 . Pengontrolan semiotomasi	52
Gambar 3. Block diagram kontrol otomasi	53
Gambar 4. Rangkaian kontrol arus mesin pompa otomatis	54
Gambar 5. Rangkaian instalasi motor listrik	59
Gambar 6. Plat nama motor induksi 3 fasa rotor sangkar	62
Gambar 7. Plat nama motor induksi rotor belitan	62
Gambar 8. Dasar rangkaian pengontrolan	64
Gambar 9. Rangkaian kontrol arus motor putar kiri dan kanan (1)	71
Gambar 10. Rangkaian kontrol arus motor putar kiri dan kanan (2)	72
Gambar 11. Rangkaian pengasutan motor dengan tahanan	73
Gambar 12. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik (1)	74
Gambar 13. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik (2)	75
Gambar 14. Cara menghitung jumlah kontak yang digunakan	76
Gambar 15. Perencanaan pengontrolan motor listrik sederhana	83
Gambar 16. Perencanaan motor listrik dua arah putaran	85
Gambar 17. Rangkaian kontrol motor dua arah putaran secara langsung	87
Gambar 18. Rangkaian kontrol motor listrik dua arah putaran secara langsung dengan limit switch	88
Gambar 19. Rangkaian kontrol motor listrik kerja berurutan	90
Gambar 20. Rangkaian utama pengasutan motor listrik dengan tahanan	91
Gambar 21. Rangkaian kontrol pengasutan motor listrik dengan tahanan	92
Gambar 22. Rangkaian utama/tenaga starting bintang-segitiga	93
Gambar 23. Rangkaian kontrol motor listrik 3 fasa starting bintang-segitiga secara manual	95
Gambar 24. Rangkaian kontrol arus starting bintang-segitiga otomatis	96
Gambar 25. Rangkaian utama/tenaga pengasutan motor listrik rotor belitan secara otomatis	97
Gambar 26. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik rotor belitan Untuk tiga tingkat	99

Gambar 27. Signal diagram motor listrik bekerja berurutan	100
Gambar 28. Rangkaian utama/tenaga 3 unit motor listrik kerja berurutan . .	101
Gambar 29. Rangkaian kontrol arus tiga unit motor listrik kerja berurutan Otomatis	102
Gambar 30. Signal diagram kerja motor listrik bergantian otomatis	103
Gambar 31. Rangkaian kontrol arus motor listrik bekerja bergantian terus menerus secara otomatis	104
Gambar 32. Rangkaian utama/tenaga tiga unit motor listrik	105.
Gambar 33. Rangkaian utama starting bintang-segitiga dua arah putaran .	106
Gambar 34. Rangkaian kontrol starting bintang-segitiga dua arah putaran.	107
Gambar 35. Lay out transformasi material menggunakan conveyor	109
Gambar 36. Block diagram urutan start motor listrik	110
Gambar 37. Block diagram urutan stop motor listrik	110
Gambar 38. Rangkaian kontrol arus instalasi tiga unit conveyor bekerja/ berhenti berurutan otomatis	112
Gambar 39. Rangkaian utama/tenaga instalasi tiga unit conveyor bekerja/ berhenti berurutan otomatis	113
Gambar 40. Pengaman listrik NFB dan MCB	121
Gambar 41. Kontaktor magnet.	122
Gambar 42. Tombol tekan	123
Gambar 43. Time relay.	123
Gambar 44. Time relay elektronik dan socket	124
Gambar 45. Thermal over load relay (TOR)	124
Gambar 46. Panel listrik dalam keadaan kosong	126
Gambar 47. Panel listrik setelah dirangkai.	127
Gambar 48. Tata letak komponen kontrol listrik pada panel	127
Gambar 49. Rangkaian kontrol arus motor listrik 3 fasa dua arah putaran .	128
Gambar 50. Rangkaian utama motor listrik 3 fasa dua arah putaran	129
Gambar 51. Pengorganisasian terminal keluar panel kontrol	130
Gambar 52. Cara menginstalasi pengontrolan motor listrik pada panel . .	132

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kriteria Dan Tingkat Kesulitan Soal Test	21
Tabel 2. Penentuan Kategori Soal Test	21
Tabel 3. Daya Pembeda Soal Pilihan Berganda	23
Tabel 4. Penyedehanaan Tabel Daya Pembeda Soal Pilihan Ganda	24
Tabel 5. Kategori Tingkat Kesukaran Daya Beda	25
Tabel 6. Contoh Format Sistem Penilaian	29
Tabel 7. Contoh Format Kisi-Kisi Penulisan Soal	29
Tabel 8. Contoh Format Kisi-Kisi Test Objektif	30
Tabel 9. Contoh Format Kisi-Kisi Test Uraian	31
Tabel 10. Penilaian Ketrampilan Psikomotor	40
Tabel 11. Contoh Format Skala Nilai Untuk Ketrampilan Psikomotor	40
Tabel 12. Contoh Format Penyusunan Kisi-Kisi Evaluasi	42
Tabel 13. Rubrik Umpan Balik Materi Pedagogi	45
Tabel 14. Simbol Alat Kontrol Listrik	65
Tabel 15. Analisis Rangkaian Kontrol Arus Type 1	72
Tabel 16. Analisis Rangkaian Kontrol Arus Type 2	74
Tabel 17. Alat-alat kontrol digunakan pada pengontrolan Conveyor	110
Tabel18. Hubungan antar terminal pengontrolan motor listrik tiga fasa dua arah putaran pada panel listrik	130

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Modul ini berjudul “Modul Diklat Pasca Uji Kopetensi Guru Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Kelompok Kompetensi I” merupakan salah satu bagian dari keseluruhan 10 judul modul sesuai dengan kelompok kompetensi yang disiapkan untuk kegiatan Program Guru Pembelajar. Program Guru Pembejarar adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Sepuluh level judul modul ini diturunkan melalui analisis kebutuhan pembelajaran dari kisi-kisi profesional Uji Kompetensi Guru (UKG) Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik.

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalamnya disusun berdasarkan kompetensi inti guru untuk mencapai kompetensi dalam Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik. Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktek, Peserta Diklat Diharapkan mampu mengkreasi instalasi pengontrolan sistem tenaga listrik. Dalam modul ini Peserta Diklat dilatih memasang rangkaian pengontrolan motor listrik melalui alat kontrol manual, semi otomatis dan otomatis. Dan alat kontrol yang digunakan pada modul ini ialah : saklar, tombol tekan, kontaktor magnet, time relay, limit switch, sensor dan lain-lain.

Modul ini dibuat dengan dasar hukum :

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2000 tentang Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Pegawai Negeri Sipil.
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan sebagaimana diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013.

5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 tentang Guru;
6. Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya.
7. Peraturan Bersama Menteri Pendidikan Nasional dan Kepala Badan Kepegawaian Negara Nomor 14 Tahun 2010 dan Nomor 03/V/PB/2010 tentang Petunjuk Pelaksanaan Jabatan Fungsional dan Angka Kreditnya.
8. Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 14 tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Penilik dan Angka Kreditnya
9. Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 21 tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pengawas dan Angka Kreditnya.
10. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2007 tentang Standar Pengawas Sekolah
11. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2007 tentang Standar Kepala Sekolah/Madrasah
12. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.
13. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Administrasi Sekolah/Madrasah
14. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 25 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Perpustakaan
15. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor No 26 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Laboran
16. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor No 27 tahun 2008 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Konselor;
17. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2009 tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan.

18. Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya.
19. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2009 tentang Standar Penguji pada Kursus dan Pelatihan
20. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 tentang Standar Pembimbing pada Kursus dan Pelatihan

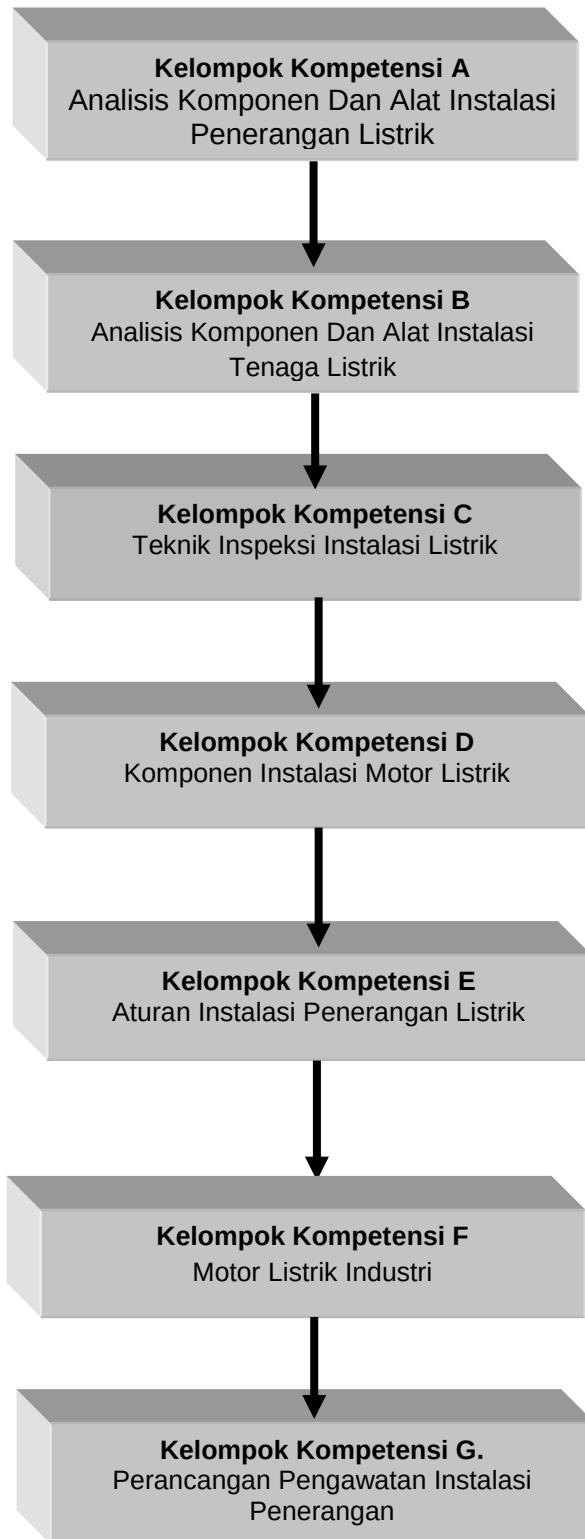
B. Tujuan

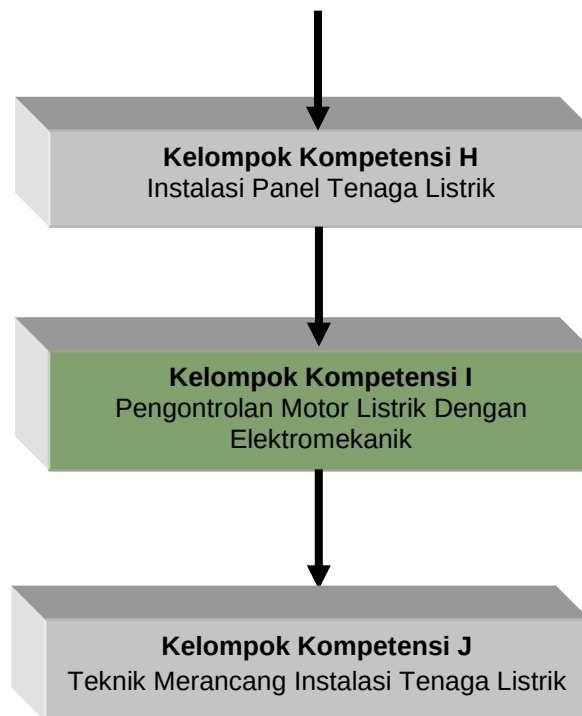
Setelah mengikuti / menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, peserta diklat diharapkan memiliki pengetahuan dan ketrampilan pedagogi tentang merancang instrumen penilaian dan evaluasi materi diklat , dan pengetahuan dan ketrampilan profesional tentang cara mengkreasi/ merencanakan instalasi pengontrolan motor listrik elektromekanik, sebagai berikut :

1. Merancang instrumen penilaian dan evaluasi materi diklat.
2. Memahami sistem pengoperasian motor listrik dengan elektromekanik
3. Memahami prinsip kerja alat kontrol motor listrik dengan kontaktor magnet.
4. Memahami dasar pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik
5. Dapat menganalisis pengontrolan motor listrik non pemrograman/ elektromekanik
6. Dapat merencanakan pengontrolan motor listrik non pemrograman/ elektromekanik
7. Dapat merancang instalasi pengontrolan motor listrik non pemrograman/ elektromekanik.
8. Dapat merangkai instalasi pengontrolan motor listrik non pemrograman/elektromekanik pada panel listrik.

C. Peta Kompetensi

PETA KOMPETENSI TEKNIK PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK





D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup modul kelompok kompetensi I ini adalah : menggambarkan berbagai rangkaian pengontrolan motor listrik dengan menggunakan kontaktor magnet sebagai alat pengontrol utama dibantu dengan alat-alat kontrol lain, sehingga pengontrolan dapat berfungsi sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Isi modul ini terdiri dari delapan kompetensi pembelajaran seperti :

1. Kompetensi Pembelajaran : Pedagogik, pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi.
 - a. Kompetensi Profesional terdiri dari beberapa kegiatan pembelajaran seperti :
 - b. Kegiatan pembelajaran 1 : Sistem Pengoperasian Motor Listrik Dengan Elektromekanik.
 - c. Kegiatan Pembelajaran 3 : Dasar Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.
 - d. Kegiatan Pembelajaran 4 : Analisis Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.

- e. Kegiatan Pembelajaran 5 : Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.
- f. Kegiatan Pembelajaran 6 : Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman Pada Panel Listrik

E. Saran Cara Penggunaan Modul.

Modul pembelajaran ini menggunakan Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi. Pelatihan Berdasarkan Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan ditempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan pengetahuan dan keterampilan secara individu secara nyata di tempat kerja.

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

a. Petunjuk Bagi Peserta

1. Baca petunjuk kegiatan belajar pada setiap modul kegiatan belajar
2. Baca tujuan dari setiap modul kegiatan belajar
3. Pelajari setiap materi yang diuraikan/dijelaskan pada setiap modul kegiatan
4. Pelajari rangkuman yang terdapat pada setiap akhir modul kegiatan

belajar

5. Tanyakan kepada instruktur yang mengajarkan pada ajaran bersangkutan apabila ada materi atau hal-hal yang masih belum jelas atau belum dimengerti.
6. Baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dikerjakan pada setiap modul kegiatan belajar.
7. Kerjakan dan jawablah dengan singkat dan jelas setiap ada ujian akhir modul kegiatan belajar (test formatif).
8. Sebaiknya jangan dilihat lebih dulu hasil rencana dan kunci jawaban pada modul. Rencanakan/kerjakan lebih dulu setiap tugas baru amati kunci jawaban dan gambar yang sudah selesai.

b. Peran Instruktur.

1. Menjelaskan petunjuk-petunjuk kepada peserta yang masih belum mengerti.
2. Mengawasi dan memandu peserta apabila ada yang masih kurang jelas.
3. Menjelaskan materi-materi pembelajaran yang ditanyakan oleh peserta yang masih kurang dimengerti.
4. Membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap siswa.

BAB II

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI.

A. Tujuan

Setelah membaca materi mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi ini, peserta diklat mampu :

1. Menentukan jenis instrumen penilaian untuk materi pengontrolan motor listrik elektromekanik dengan benar.
2. Menyusun kisi-kisi soal untuk evaluasi teknik instalasi pengontrolan motor listrik elektromekanik dengan tepat.
3. Membuat soal sesuai dengan tingkat kesulitan tertentu untuk mengevaluasi materi kompetensi peserta diklat teknik instalasi pengontrolan motor listrik sesuai dengan PUIL/SNI.
4. Memvalidasi soal-soal instalasi pengontrolan motor listrik sesuai dengan tingkat kesulitannya.
5. Menganalisis tingkat kesulitan instrumen penilaian materi instalasi pengontrolan motor listrik dengan akurat.
6. Memahami kaidah penulisan soal instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

- a. Menentukan jenis instrumen penilaian untuk materi teknik instalasi pengontrolan motor listrik.
- b. Menyusun kisi-kisi soal untuk evaluasi instalasi pengontrolan motor listrik.
- c. Membuat soal untuk mengevaluasi materi diklat instalasi pengontrolan motor listrik elektromekanik.
- d. Memvalidasi soal-soal instalasi pengontrolan motor listrik.
- e. Menganalisis tingkat kesulitan instrumen penilaian materi instalasi pengontrolan motor listrik.
- f. Memahami kaidah penulisan soal instalasi pengontrolan motor listrik.

C. Uraian Materi Pembelajaran

1. Kaidah Pengembangan Instrumen Penilaian dan Evaluasi Proses dan Hasil Belajar

Secara umum yang dimaksud instrumen adalah suatu alat yang memenuhi persyaratan akademis, sehingga dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu obyek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variable. Dalam bidang penelitian, instrument diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel– variabel penelitian untuk kebutuhan penelitian, sedangkan dalam bidang pendidikan instrument digunakan untuk mengukur prestasi belajar siswa, factor – factor yang diduga mempunyai hubungan atau berpengaruh terhadap hasil belajar, perkembangan hasil belajar siswa, keberhasilan proses belajar mengajar guru, dan keberhasilan pencapaian suatu program tertentu (Daryanto, 2012).

Pada dasarnya instrumen dapat dibagi dua yaitu tes dan non-tes. Bagian termasuk kelompok tes adalah: tes prestasi belajar, tes intelegensi, tes bakat, dan tes kemampuan akademik. Sedangkan yang termasuk dalam kelompok non-tes adalah skala sikap, skala penilaian, pedoman observasi, pedoman wawancara, angket, pemeriksaan dokumen dan sebagainya. Instrumen yang berbentuk tes bersifat performansi maksimum sedang instrumen non-tes bersifat performansi tipikal.

Pengertian instrumen dalam lingkup evaluasi didefinisikan sebagai perangkat untuk mengukur hasil belajar siswa yang mencakup hasil belajar dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Bentuk instrumen dapat berupa tes dan non-tes. Instrumen bentuk tes mencakup: tes uraian (uraian objektif dan uraian bebas), tes pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, benar salah, unjuk kerja (performance test), dan porto folio. Instrumen bentuk non-tes mencakup: wawancara, angket, dan pengamatan (observasi).

Sebelum instrumen digunakan hendaknya dianalisis terlebih dahulu. Dua karakteristik penting dalam menganalisis instrumen adalah validitas dan reliabilitasnya. Instrumen dikatakan valid (tepat atau absah) apabila instrumen digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur.

Instrumen untuk mengukur kemampuan memahami kondisi teknik listrik siswa SMK Teknologi tidak tepat jika digunakan pada siswa Sekolah menengah umum. Dalam hal ini sasaran kepada siapa instrumen itu ditujukan merupakan salah satu aspek yang harus dipertimbangkan dalam menganalisis validitas suatu instrumen. Aspek lainnya misalnya kesesuaian indikator dengan butir soal, penggunaan bahasa, kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, kaidah-kaidah dalam penulisan butir soal dan sebagainya.

Instrumen evaluasi yang baik memiliki ciri-ciri dan harus memenuhi beberapa indikator, antara lain: memiliki nilai validitas, reliabilitas, objectivitas, pratikabilitas, ekonomis, taraf kesukaran dan memiliki daya pembeda yang tegas. Batasan dan penjelasan dari indikator tersebut adalah:

a. Validitas

Di dalam buku "*Encyclopedia of Educational Evaluation*," Scarvia B. Anderson menyebutkan bahwa sebuah tes dikatakan valid apabila tes tersebut mengukur apa yang hendak diukur (Arikunto,1990). Penganalisisan terhadap tes hasil belajar sebagai suatu totalitas dapat dilakukan dengan dua cara. **Pertama**. Penganalisisan yang dilakukan dengan jalan berpikir secara rasional atau penganalisisan dengan menggunakan logika (*logical analysis*). **Kedua**, penganalisisan yang dilakukan dengan mendasarkan diri kepada kenyataan empiris, dimana penganalisisan dilaksanakan dengan menggunakan *empirical analysis* (Sudijono,1996).

Lebih jelas dikatakan bahwa validitas adalah salah satu ciri yang menandai tes hasil belajar yang baik. Untuk dapat menentukan apakah suatu tes hasil belajar telah memiliki validitas atau daya ketepatan mengukur, dapat dilakukan dari dua segi, yaitu: dari segi tes itu sendiri sebagai totalitas dan dari segi itemnya, sebagai bagian yang tak terpisahkan dari tes tersebut (Sudijono,1996). Dalam pengertian yang lain, maksud validitas di sini adalah bahwa instrumen yang disusun memiliki kemampuan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Sebuah Instrumen Evaluasi dikatakan baik apabila memiliki validitas

yang tinggi dan mampu membedakan kemampuan peserta didik (Zainul dan Nasution, 2005).

Secara umum, validitas tes dibagi menjadi dua yaitu: **Validitas tes secara rasional** dan **validitas tes secara empiris**. Validitas Tes Secara Rasional adalah validitas yang diperoleh dengan berfikir secara logis. Sebuah tes hasil belajar dapat dikatakan telah memiliki validitas rasional, apabila telah dilakukan penganalisisan secara rasional (Sudijono,1996). Untuk dapat menentukan apakah tes hasil belajar sudah memiliki validitas rasional ataukah belum, dapat dilakukan penelusuran dari dua segi, yaitu: **Validitas Isi** (*Content Validity*) dan **Validitas Konstruksi** (*Construct Validity*).

Validitas isi artinya adalah kejituan suatu tes apabila ditinjau dari isi tes tersebut. Sebuah tes hasil belajar dapat dikatakan valid, apabila materi tes tersebut mengandung atau memuat materi representatif terhadap bahan-bahan pelajaran yang diberikan (Nurkancana,1986).

Validitas konstruksi (*Construct Validity*), secara etimologis mengandung arti: susunan, kerangka atau rekaan. Validitas susunan artinya kejituan dari sebuah tes ditinjau dari susunan tes tersebut. Validitas konstruksi dari suatu tes hasil belajar dapat dilakukan penganalisisannya dengan jalan melakukan pencocokan antara aspek-aspek berfikir yang terkandung dalam tes hasil belajar tersebut, dengan aspek-aspek berfikir yang dikehendaki untuk diungkap oleh tujuan instruksional khusus (Sudijono,1996).

Validitas empiris bersumber pada pengamatan di lapangan. Tes hasil belajar dapat dikatakan telah memiliki validitas empiris apabila didasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap data hasil pengamatan di lapangan, terbukti bahwa hasil tes belajar itu secara tepat telah dapat mengukur hasil belajar yang seharusnya diungkap atau diukur lewat tes hasil belajar tersebut (Sudijono,1996). Untuk menentukan apakah tes hasil belajar sudah memiliki validitas empiris ataukah belum dapat dilakukan penelusuran dari dua segi yaitu: melalui validitas ramalan (*predictive validity*) dan Validitas bandingan.

Validitas ramalan artinya ketepatan (kejituan) dari suatu alat pengukur ditinjau dari kemampuan tes tersebut untuk meramalkan prestasi yang

dicapainya kemudian. Suatu tes hasil belajar dapat dikatakan mempunyai validitas ramalan yang tinggi, apabila hasil yang dicapai oleh anak dalam tes tersebut betul-betul dapat meramalkan sukses tidaknya anak-anak dalam pelajaran-pelajaran yang akan datang (Nurkancana,1986).

Sebuah tes hasil belajar dinyatakan memiliki nilai validitas ramalan atau belum, dapat diketahui dari korelasi antara tes hasil belajar yang sedang diuji validitas ramalannya dengan kriteria yang ada. Jika di antara kedua variabel tersebut terdapat korelasi positif yang signifikan, maka tes hasil belajar yang sedang diuji validitas ramalannya itu dapat dinyatakan sebagai tes hasil belajar yang telah memiliki daya ramal yang tepat (Sudijono, 1996).

Validitas bandingan artinya keakuratan dari sebuah tes yang dilihat dari kolerasinya terhadap kecakapan yang telah dimiliki. Perbedaan antara validitas ramalan dengan validitas bandingan dapat dilihat dari segi waktunya. (Nurkancana, 1986).

b. Reliabilitas

Sebuah instrumen memiliki nilai reliabilitas yang tinggi apabila instrumen yang disusun menghasilkan hasil pengukuran yang andal. Reliabilitas atau keandalan adalah konsistensi dari serangkaian pengukuran dan alat ukur yang digunakan.

Secara empirik, tinggi rendahnya reliabilitas ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut koefisien reliabilitas. Soal (perangkat soal) yang valid pasti reliabel, tetapi soal yang reliabel belum tentu valid. Oleh karena itu soal yang valid secara teoritis, juga sudah reliabel (andal) secara teoritis. Dengan demikian soal buatan guru yang sudah disusun melalui kisi-kisi, sudah valid secara teoritis juga sudah reliabel secara teoritis. Reliabilitas empiris soal juga dihitung dengan teknik statistik, yaitu dengan cara korelasi. Angka korelasi yang diperoleh dengan cara ini disebut koefisien reliabilitas atau angka reliabilitas (r_{11} atau r_{tt}) soal. Soal yang baik adalah soal yang mempunyai koefisien reliabilitas lebih dari sama dengan 0,70.

Koefisien reliabilitas dapat dipengaruhi oleh waktu penyelenggaraan tes. Interval penyelenggaraan yang terlalu dekat atau terlalu jauh, akan mempengaruhi koefisien reliabilitas Sukardi (2008). Faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi reliabilitas instrument evaluasi adalah: a) Panjang tes, semakin panjang suatu tes evaluasi, semakin banyak jumlah item materi pembelajaran diukur. b) Penyebaran skor, koefisien reliabilitas secara langsung dipengaruhi oleh bentuk sebaran skor dalam kelompok siswa yang diukur. Semakin tinggi sebaran, semakin tinggi estimasi koefisien reliabel. c) Tingkat kesulitan tes, tes normatif yang terlalu mudah atau terlalu sulit untuk siswa, cenderung menghasilkan skor reliabilitas rendah. d) Objektivitas, yang dimaksud dengan objektif yaitu derajat dimana siswa dengan kompetensi sama, mencapai hasil yang sama.

c. Objektivitas

Instrumen evaluasi hendaknya terhindar dari pengaruh-pengaruh subjektivitas pribadi dari si evaluator dalam menetapkan hasilnya. Untuk menekan pengaruh subjektivitas yang tidak bisa dihindari, hendaknya evaluasi dilakukan mengacu kepada pedoman tertuma menyangkut masalah kontinuitas dan komprehensif. Evaluasi harus dilakukan secara kontinu (terus-menerus). Dengan evaluasi yang berkali-kali dilakukan maka evaluator akan memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang keadaan peserta didik yang dinilai. Evaluasi yang dilakukan hanya satu atau dua kali, tidak akan dapat memberikan hasil yang objektif tentang keadaan peserta didik yang dievaluasi. Faktor kebetulan akan sangat mengganggu hasilnya.

Objektivitas yang dimaksud dalam kualitas alat evaluasi berkaitan erat dengan ketetapan atau konsistensi pada sistem pemberian skor, khususnya dalam menilai hasil kerja seseorang peserta didik. Misalnya seorang guru yang memeriksa hasil pekerjaan peserta didiknya dengan menggunakan tes uraian. Tes uraian jika tidak memiliki format penilaian per item (butir soal) rawan dengan kesalahan dalam memeriksa. Selain itu, beberapa faktor X yang mempengaruhi dalam penilaian ini, misalnya karena kedekatan, kekeluargaan dan

sebagainya. Untuk itu, objektivitas perlu dijaga dalam mengevaluasi, bahkan beberapa pendapat mengatakan bahwa objektivitas dan reliabilitas akan saling mempengaruhi dan saling menunjang satu sama lain. Kepraktisan sebuah alat evaluasi lebih menekankan pada tingkat efisiensi dan efektivitas alat evaluasi tersebut, beberapa kriteria yang dikemukakan oleh Gerson, dkk dalam mengukur tingkat kepraktisan, diantaranya adalah:

1. Waktu yang diperlukan untuk menyusun tes tersebut
2. Biaya yang diperlukan untuk menyelenggarakan tes tersebut
3. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tes
4. Tingkat kesulitan menyusun tes
5. Tingkat kesulitan dalam proses pemeriksaan tes
6. Tingkat kesulitan melakukan interpretasi terhadap hasil tes
7. Kepraktisan alat evaluasi akan memberikan manfaat yang besar bagi pelaksanaan maupun bagi peserta didik karena dirancang sedemikian sistematis terutama materi instrumen tersebut.

Objektivitas suatu tes dapat ditentukan oleh tingkat atau kualitas kesamaan skor-skor yang diperoleh dengan tes tersebut meskipun hasil tes itu dinilai oleh beberapa orang penilai. Objektivitas adalah kualitas yang menunjukkan identitas atau kesamaan dari skor-skor atau diagnosis-diagnosis yang diperoleh dari data yang sama dan dari pembuat skor kompeten yang sama. Kualitas suatu objektivitas dapat dibedakan menjadi tiga tingkatan, yaitu:

1. Objektivitas tinggi, yaitu jika hasil tes itu menunjukkan tingkat kesamaan yang tinggi.
2. Objektivitas sedang, yaitu sama seperti tes yang sudah di standarisasi, tetapi pandangan subjektif skor masih mungkin muncul dalam penilaian dan interpretasinya.
3. Objektivitas fleksibel, yaitu seperti beberapa tes yang digunakan oleh Lembaga Bimbingan dan Penyuluhan untuk keperluan counseling.

d. Praktikabilitas

Sebuah instrumen evaluasi dikatakan memiliki praktikabilitas yang tinggi apabila bersifat praktis mudah pengadministrasiannya dan memiliki ciri: mudah dilaksanakan, tidak menuntut peralatan yang banyak dan memberi kebebasan kepada peserta didik mengerjakan yang dianggap mudah terlebih dahulu. Mudah pemeriksaannya artinya dilengkapi pedoman skoring, kunci jawaban. Dilengkapi petunjuk yang jelas sehingga dapat dilaksanakan oleh orang lain.

Kepraktisan adalah suatu kualitas yang menunjukkan kemungkinan dapat dijalankannya suatu kegunaan umum dari suatu teknik penilaian, dengan mendasarkannya pada biaya, waktu yang diperlukan untuk menyusun, kemudahan penyusunan, mudahnya penskoran, dan mudahnya penginterpretasian hasil – hasilnya. Sebuah tes dikatakan mempunyai kepraktisan yang baik jika kemungkinan untuk menggunakan tes itu besar. Adapun kriteria untuk mengukur praktis tidaknya suatu tes dapat dilihat dari :

- Biaya yang diperlukan untuk menyelenggarakan tes itu,
- Waktu yang diperlukan untuk menyusun tes itu,
- Sukar mudahnya menyusun tes itu,
- Sukar mudahnya menilai hasil tes itu,
- Sulit tidaknya menginterpretasikan hasil tes itu,
- Lamanya waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tes itu.

Kepraktisan merupakan syarat suatu tes standar. Kepraktisan bukan hanya dipertimbangkan ketika memilih tes yang sudah dipublikasikan, tetapi siapapun yang mengembangkan tes harus memenuhi syarat ini. Kepraktisan mengandung arti kemudahan suatu tes, baik dalam mempersiapkan, menggunakan, mengolah dan menafsirkan, maupun meng-administrasikan-nya.

Dimiyati dan Mudjiono (2010) mengemukakan faktor–faktor yang mempengaruhi kepraktisan instrument evaluasi, antara lain :

1) Kemudahan mengadministrasi

Jika instrument evaluasi diadministrasikan oleh guru atau orang lain yang memiliki kemampuan yang terbatas, kemudahan pengadministrasian adalah suatu kualitas penting yang diminta dalam instrument evaluasi. Untuk memberikan kemudahan pengadministrasian instrument evaluasi dapat dilakukan dengan jalan memberikan petunjuk yang sederhana dan jelas, subtes sebaiknya relatif sedikit, dan pengaturan tempo tes sebaiknya tidak menimbulkan kesulitan. Kesalahan-kesalahan dalam mengadministrasikan instrument evaluasi akan menurunkan kepraktisannya, sehingga dapat menyebabkan berkurangnya validitas dan reliabilitas suatu alat ukur.

2) Waktu yang disediakan untuk melancarkan evaluasi

Kepraktisan juga dipengaruhi pula oleh faktor waktu yang disediakan untuk melancarkan evaluasi, dan waktu yang cukup untuk melancarkan evaluasi dalam memberikan kepraktisan berkisar antara 20 – 60 menit.

3) Kemudahan penskor

Untuk mencapai kemudahan dalam penskoran diperlukan upaya berupa perbaikan petunjuk penskoran dan lebih memudahkan kunci penskoran, pemisahan lembar jawaban dari lembar soal, dan penskoran menggunakan mesin.

4) Kemudahan interpretasi dan aplikasi

Dalam analisis terakhir, keberhasilan atau kegagalan evaluasi ditentukan oleh penggunaan hasil evaluasi. Untuk memudahkan interpretasi dan aplikasi hasil evaluasi diperlukan petunjuk yang jelas, karena semakin mudah interpretasi dan aplikasi hasil evaluasi, semakin meningkatkan kepraktisan evaluasi.

5) Tersedianya bentuk instrument evaluasi yang ekuivalen atau sebanding.

Untuk berbagai kegunaan pendidikan, bentuk – bentuk ekuivalen untuk tes yang sama seringkali diperlukan. Bentuk –

bentuk ekuivalen dari sebuah tes mengukur aspek – aspek perilaku melalui butir – butir tes yang memiliki kesamaan dalam isi, tingkat kesulitan, dan karakteristik lainnya. Dengan demikian, satu bentuk tes dapat menggantikan yang lain, sedangkan instrument evaluasi yang sebanding adalah instrument evaluasi yang memiliki kemungkinan dibandingkan makna dari skor umum yang dimiliki, sehingga untuk tes berseri cukup menggunakan satu skala skor. Adanya bentuk – bentuk yang ekuivalen atau sebanding dari instrument evaluasi akan mempraktikkan kegiatan evaluasi.

Dalam kenyataan, banyak tes yang dibuat tidak menunjukkan kepraktisan. Padahal kepraktisan merupakan syarat suatu tes standar. Kebanyakan orang membuat tes hanya untuk kepentingan dirinya sendiri, tidak berpikir untuk orang lain. Akibatnya, ketika tes tersebut digunakan orang lain, maka orang tersebut merasakan kesulitan. Kepraktisan bukan hanya dipertimbangkan ketika memilih tes yang sudah dipublikasikan, tetapi siapapun yang mengembangkan tes harus memenuhi syarat ini. Kepraktisan mengandung arti kemudahan suatu tes, baik dalam mempersiapkan, menggunakan, mengolah dan menafsirkan, maupun mengadministrasikannya.

e. Ekonomis

Pelaksanaan evaluasi menggunakan instrumen dirancang sedemikian rupa sehingga tidak membutuhkan biaya yang mahal tenaga yang banyak dan waktu yang lama. baik ketika memproduksi maupun melaksanakan dan mengolah hasilnya. Dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria tersebut, sewajarnya dapat dihasilkan alat tes (sosal-soal) yang berkualitas yang memenuhi syarat-syarat sbb:

1. Shahih (valid), yaitu mengukur yang harus diukur, sesuai dengan tujuan.

2. Relevan, dalam arti yang diuji sesuai dengan tujuan yang diinginkan.
3. Spesifik, soal yang dibuat hanya akan dapat dijawab oleh peserta didik yang betul-betul belajar dengan rajin.
4. Tidak mengandung ketaksaan (tafsiran ganda), harus ada acuan yang jelas, tugas ditulis dengan konkret, point apa yang harus dijawab oleh siswa, sehingga jelas batasan tentang jawaban siswa yang dapat dianggap lengkap.
5. Representatif, soal mewakili materi ajar secara keseluruhan.
6. Seimbang, dalam arti pokok-pokok yang penting diwakili, dan yang tidak penting tidak selalu perlu.

Meskipun tes telah disusun dan dilakukan berdasarkan aturan dan prosedur yang baik, namun tes itu sendiri mengandung beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Gilbert Sax menjelaskan bahwa tes setidaknya memiliki kelemahan sbb:

1. Tes dapat menimbulkan kecemasan pada diri siswa, sehingga kondisi ini dapat mempengaruhi hasil tes.
2. Adakalanya tes secara psikologis memberikan dampak yang kurang baik bagi siswa karena hasil tes yang tidak sesuai dengan harapan siswa.
3. Tes cenderung menghasilkan pengkategorian secara permanent pada diri siswa (jika hasil tes menunjukkan Fawzia adalah anak yang kurang pandai, maka predikat “kurang pandai” ini sukar sekali diubah jika tidak ada perubahan hasil tes berikutnya dengan hasil yang mencolok).
4. Terkadang tes tidak merepresentasikan kepandaian seseorang. Siswa yang terlalu hati-hati dalam menelaah soal tes, seringkali kehabisan waktu untuk menyelesaikan soal. Akibatnya nilai tes yang diperoleh rendah. Sebaliknya, siswa yang membaca soal secara sepintas, mampu menyelesaikan tes meski mungkin jawabannya hanyalah sekedar menebak dan kebetulan “benar”.
5. Tes hanya mengukur aspek tingkah laku yang sangat terbatas, sementara ada sifat-sifat manusia yang lebih cocok dinilai

dengan pengamatan penerapan sikap yang diharapkan (secara aplikatif).

f. Taraf Kesukaran

Instrumen yang baik terdiri dari butir-butir instrumen yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar. Butir soal yang terlalu mudah tidak mampu merangsang peserta didik mempertinggi usaha memecahkannya sebaliknya kalau terlalu sukar membuat peserta didik putus asa dan tidak memiliki semangat untuk mencoba lagi karena di luar jangkauannya.

Menganalisis tingkat kesukaran soal artinya mengkaji soal-soal tes/ujian dari segi kesulitannya sehingga dapat di peroleh soal-soal mana yang termasuk mudah, sedang dan sukar. Sedangkan menganalisis daya pembeda artinya mengkaji soal-soal tes dari segi kesanggupan tes tersebut dalam kategori lemah atau rendah dan kategori kuat atau tinggi prestasinya (Wayan Nurkancana, 1983).

Asumsi yang digunakan untuk memperoleh kualitas yang baik, disamping memenuhi validitas dan reliabilitas adalah daya keseimbangan dari tingkat kesulitan soal tersebut. Keseimbangan yang dimaksudkan adalah adanya soal-soal yang termasuk mudah sedang dan sukar secara proporsional. Tingkat kesukaran soal dipandang dari kesanggupan atau kemampuan siswa dalam menjawabnya, bukan dilihat dari segi guru dalam melakukan analisis pembuat soal.

Ada beberapa dasar pertimbangan dalam menentukan proporsi jumlah soal kategori mudah sedang dan sukar. Pertimbangan pertama adalah adanya keseimbangan, yakni jumlah soal sama untuk ke tiga kategori tersebut. dan ke dua proporsi jumlah soal untuk ke tiga kategori tersebut artinya sebagian besar soal berada dalam kategori sedang sebagian lagi termasuk kategori mudah dan sukar dengan proporsi yang seimbang. Perbandingan antara soal mudah sedang sukar bisa di buat 3-4-3. Artinya, 30% soal kategori mudah 40% soal kategori sedang dan 30% lagi soal kategori sukar.

Di samping itu oleh karena suatu tes dimaksudkan untuk memisahkan antara murid-murid yang betul-betul mempelajari suatu pelajaran dengan murid-murid yang tidak mempelajari pelajaran itu, maka tes atau item yang baik adalah tes atau item yang betul-betul dapat memisahkan ke dua golongan murid tadi. Jadi setiap item disamping harus mempunyai derajat kesukaran tertentu, juga harus mampu membedakan antara murid yang pandai dengan murid yang kurang pandai.

Setelah judgment dilakukan oleh guru kemudian soal tersebut di uji cobakan dan dianalisis apakah judgment tersebut sesuai atau tidak. Cara melakukan analisis untuk menentukan tingkat kesukaran soal adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$I = \frac{B}{N}$$

Dimana: I = Indeks kesulitan untuk setiap butir soal, B = Banyaknya siswa yang menjawab benar setiap butir soal, N = Banyaknya yang memberikan jawaban pada soal yang di maksudkan.

Kriteria yang digunakan makin kecil indeks yang di peroleh makin sulit soal tersebut. Sebaliknya makin besar indeks yang diperoleh makin mudah soal tersebut.

Menurut keiteria yang sering diikuti indeks kesukaran sering di klasifikasikan sebagai berikut :

- Soal dengan P: 0 – 0,30 adalah soal kategori sukar.
- Soal dengan P: 0,31 – 0,70 adalah soal kategori sedang.
- Soal dengan P: 0,71 – 1,00 adakah soal kategori mudah.

Contoh:

Seorang Guru memberikan 10 pertanyaan pilihan berganda denga komposisi 3 soal mudah, 4 soal sedang dan 3 soal sukar. Jika dibuatkan susunan soalnya adalah seperti pada Tabel 2 berikut :

Tabel 1. Kriteria dan Tingkat Kesulitan Soal Tes

No. Soal	Kriteria yang diukur	Tingkat Kesukaran Soal
1	Pengetahuan	Mudah
2	Aplikasi	Sedang
3	Pemahaman	Mudah
4	Analisis	Sedang
5	Evaluasi	Sukar
6	Sintesis	Sukar
7	Pemahaman	Mudah
8	Aplikasi	Sedang
9	Analisis	Sedang
10	Sistesis	Sukar

Kemudian soal tersebut di berikan kepada 10 orang siswa dan tidak seorang pun yang tidak mengisi seluruh pertanyaan tersebut. Setelah diperiksa hasilnya seperti yang terlihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Penentuan Kategori Soal Tes

No. Soal	Banyaknya siswa yang menjawab benar (N)	Banyaknya siswa yang menjawab (B)	Indeks $\frac{B}{N}$	Karegori Soal
1	20	18	0,9	Mudah
2	20	12	0,6	Sedang
3	20	10	0,5	Mudah
4	20	20	1,0	Sedang
5	20	6	0,3	Sukar
6	20	4	0,2	Sukar
7	20	16	0,8	Mudah
8	20	11	0,55	Sedang
9	20	17	0,85	Sedang
10	20	5	0,25	Sukar

Dari sebaran data di atas ternyata ada tiga soal yang meleset, yakni soal nomor 3 yang semula di proyeksikan kedalam kategori **mudah**, setelah di coba ternyata termasuk kedalam kadegori **sedang**. demikian,juga soal nomor 4 yang semula di proyeksikan **sedang** ternyata termasuk kedalam kategori **mudah**. Soal nomor 9 semula di kategorikan **sedang** ternyata termasuk kedalam kategori **mudah**. Sedangkan tujuh soal yang lainnya sesuai dengan proyeksi semula. Atas dasar tersebut ketiga soal diatas harus diperbaiki kembali.

Soal no : 3 dinaikan dalam kategori sedang.

Soal no : 4 diturunkan dalam kategori mudah.

Soal no : 9 di turunkan kedalam kategori mudah.

g. Daya Pembeda

Daya pembeda sebuah instrumen adalah kemampuan instrumen tersebut membedakan antara anak didik yang pandai (berkemampuan tinggi) dengan anak didik yang tidak pandai (berkemampuan rendah). Indek daya pembeda ini disingkat dengan D dan dinyatakan dengan Indeks Diskriminasi.

Salah satu tujuan analisis kuantitatif soal adalah untuk menentukan dapat tidaknya suatu soal membedakan kelompok dalam aspek yang di ukur sesuai dengan perbedaan yang ada dalam kelompok itu.

Indeks yang digunakan dalam membedakan peserta tes yang berkemampuan tinggi dengan peserta tes yang berkemampuan rendah adalah indeks daya pembeda. Indeks ini menunjukkan kesesuaian antara fungsi soal dengan fungsi tes secara keseluruhan. Dengan demikian validitas soal ini sama dengan daya pembeda soal yaitu daya yang membedakan antara peserta tes yang berkemampuan tinggi dengan peserta tes yang berkemampuan rendah.

h. Hubungan antara tingkat kesukaran dan daya pembeda.

Tingkat kesukaran berpengaruh langsung pada daya pembeda soal. Jika setiap orang memilih benar jawaban ($P = 1$), atau jika setiap orang memiliki benar jawaban ($P = 0$) maka soal tidak dapat digunakan untuk membedakan kemampuan peserta tes. Oleh karena itu soal yang baik adalah soal yang memiliki daya pembeda antara peserta tes kelompok atas dan kelompok rendah. Kelompok rendah memiliki tingkat kemampuan 0.50 dan akan diperoleh daya pembeda kelompok atas maksimal 1.00.

i. Daya Pembeda Soal Pilihan Ganda

Bagaimana menentukan daya pembeda soal pilihan ganda? Yang menunjukkan tingkat kesukaran soal pilihan ganda. Daya pembeda ditentukan dengan melihat kelompok atas dan kelompok bawah berdasarkan skor total. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Daya Pembeda Soal Pilihan Ganda

No.	Nama Peserta	Nomor Soal										Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Randika	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
2	Ujang	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
3	Upik	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	7
4	Butet	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
5	Ocok	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4
6	Neneng	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
7	Frengki	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
8	Gusman	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6
9	Desi	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4
10	Andre	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	4

Untuk memudahkan perhitungan skor yang terdapat pada Tabel 3 di urutkan dari peserta tes yang memperoleh skor yang tinggi

menuju peserta yang memperoleh skor yang rendah. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Penyederhanaan Tabel Daya Pembeda Soal Pilihan ganda

No	Peserta	Nomor soal										Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Randika	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
2	Ujang	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
3	Upik	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
4	Butet	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	7
5	Ocok	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6
6	Neneng	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	4
7	Frengki	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4
8	Gusman	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	4
9	Desi	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
10	Andre	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Jmlh jawaban benar		10	5	6	6	8	5	5	5	5	0	
Jumlah peserta		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Kesukaran		0.00	0.50	0.60	0.60	0.80	0.50	0.50	0.50	0.5	1.00	

Keterangan :

Skor Siswa kelompok atas: 6 – 10

Skor Siswakelompok bawah: 5 - 1

Cara menghitung Daya Beda dari soal pilihan berganda adalah sebagai berikut:

Nilai DB memiliki rentang nilai antara -1,00 hingga +1,00. Dengan mengambil soal contoh di atas beberapa kondisi soal dapat di jelaskan sebagai berikut:

Contoh soal nomor 2. Semua siswa kelompok atas dapat menjawab benar dan semua siswa kelompok bawah menjawab salah, maka DB akan + 1,00. DB dapat di tentukan besarnya dengan rumus sebagai berikut :

$$PT - PR = \frac{TB}{T} - \frac{RB}{T}$$

Dimana:

PT adalah Proporsi siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan tinggi; **PR** adalah proporsi siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan rendah; **TB** jumlah siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan tinggi; **T** jumlah kelompok siswa yang mempunyai kemampuan tinggi. **RB** Jumlah siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan rendah **R** jumlah kelompok siswa yang mempunyai kemampuan rendah. Kategori tingkat kesukaran daya beda dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Kategori Tingkat Kesukaran Daya Beda.

No soal	Kelompok atas	Kelompok bawah	Daya Beda
1	1.00	1.00	0.00
2	1.00	0.00	1.00
3	1.00	0.10	0.90
4	1.00	0.10	0.90
5	0.30	0.60	-0.30
6	1.00	0.00	1.00
7	1.00	0.10	0.90
8	0.80	0.10	0.70
9	0.00	1.00	-1.00
10	0.00	0.00	0.00

Kembali pada tingkat kesukaran yang di tunjukkan pada tabel di atas, dapat kita lihat soal nomor 9 merupakan soal yang sukar bagi kelompok atas tetapi sangat mudah bagi kelompok bawah. Soal nomor 10 merupakan soal yang sangat sukar baik bagi kelompok atas maupun kelompok bawah. Soal nomor 2 dan nomor 6 merupakan soal yang sangat sukar bagi kelompok bawah tetapi

relatif mudah untuk kelompok atas. Perhitungan daya beda sangatlah sederhana dan menyajikan informasi yang dapat membedakan masing–masing kelompok berdasarkan kemampuan mereka. (engelhart, 1965). Soal nomor 1 dan nomor 10 tidak menunjukkan perbedaan antar kelompok. Tidak adanya perbedaan tingkat kesukaran pada soal nomor 1 dan nomor 10 yang juga menunjukkan bahwa soal tidak dapat menunjukkan perbedaan antar kelompok. Soal nomor 5 dan nomor 9 mempunyai indeks dayabeda yang baik, tetapi terbalik. Tanda negatif nomor 5 dan nomor 9 menunjukkan bahwa peserta tes yang kemampuannya tinggi tidak dapat menjawab soal dengan benar, tetapi peserta tes yang kemampuannya rendah menjawab dengan benar, data setatistik di atas menunjukkan bahwa soal nomor 5 dan 9 merupakan soal yang tidak baik, data setatistik menunjukkan bahwa soal nomer 2,3,4,6,7 dan 8 merupakan soal yang baik ditinjau dari daya pembeda.

j. Daya Pembeda Soal Uraian

Bagaimana cara menentukan daya pembeda soal uraian?. Langkah yang di lakukan untuk menghitung daya pembeda sama seperti yang dilakukan pada soal pilihan ganda. Urutkan seluruh peserta tes berdasarkan perolehan skor total dari yang tinggi keperolehan skor yang rendah. Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa cara menghitung daya pembeda adalah dengan menempuh langkah sebagai berikut :

1. Memeriksa jawaban soal semua siswa peserta tes.
2. Membuat daftar peringkat atau urutan hasil tes berdasarkan skor yang di capainya.
3. Menentukan jumlah siswa kelompok atas dan kelompok bawah.
4. Menghitung selisi tingkat kesukaran menjawab soal antara kelompok atas dan kelompok bawah.
5. Membandingkan nilai selisih yang di peroleh.
6. Menentukan ada tidaknya daya pembeda pada setiap nomor soal dengan kriteria “memiliki daya pembeda”.

2. Kisi-Kisi Pengembangan Instrumen

Setiap pengukuran membutuhkan instrument atau alat yang akan dipakai sebagai alat ukur. Pengukuran berat membutuhkan timbangan, pengukuran temperatur membutuhkan termometer. Demikian pula dengan pengukuran hasil belajar, harus menggunakan Instrumen penilaian.

Pengukuran hasil belajar, membutuhkan alat yang disebut instrumen penilaian. Instrumen ini antara lain terdiri dari tes dan skala sikap. Sebagai alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik, instrumen harus memenuhi kaidah-kaidah tertentu dalam penulisannya.

Sebelum membicarakan instrumen penilaian, terlebih dahulu perlu untuk memahami apa yang dimaksud dengan instrumen penilaian, pengukuran, penilaian dan evaluasi. Menurut lampiran Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014, “instrumen penilaian adalah alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik, misalnya: tes dan skala sikap” “Pengukuran adalah proses penetapan angka terhadap suatu gejala menurut aturan tertentu. Sedangkan evaluasi adalah penilaian yang sistematis tentang manfaat atau kegunaan suatu objek” (Ekawati dan Sumaryanta, 2011).

Khusus untuk penilaian menurut Permendikbud nomor 81 A 2013, adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan secara sistematis dan berkelanjutan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan. Sebagai alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik, instrumen harus memenuhi kaidah-kaidah berikut (Diadopsi dari Yuniarto):

a. Kaidah Penulisan Soal Secara Umum

1. Petunjuk pengerjaan dan rumusan soal harus jelas dan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar;
2. Rumusan soal harus sesuai dengan indikator;
3. Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal sebelumnya;

4. Rumusan soal tidak boleh mengandung petunjuk (clue) kepada kunci jawaban;
5. Materi soal harus sesuai dengan jenjang/jenis pendidikan atau tingkatan kelas; dan
6. Rumusan soal harus mempertimbangkan tingkat kesulitan soal.

b. Kaidah Penulisan Soal Pilihan Ganda

1. Pilihan jawaban harus homogen dan logis;
2. Hanya ada satu jawaban yang paling benar;
3. Pokok soal harus dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas;
4. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke kunci jawaban;
5. Pokok soal tidak menggunakan pernyataan yang bersifat negatif ganda;
6. Panjang rumusan pilihan jawaban relatif sama;
7. Pilihan jawaban jangan menggunakan pernyataan “Semua jawaban di atas salah” atau “Semua jawaban di atas benar” dan sejenisnya;
8. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecil atau secara kronologis; dan
9. Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama.

c. Kaidah Penulisan Soal Isian

1. Jawaban yang akan diisi oleh siswa pada titik-titik adalah jawaban yang pendek
2. Titik-titik tidak selalu ditempatkan pada akhir kalimat.

d. Kaidah Penulisan Soal Jawaban Singkat

1. Jawaban yang dituntut oleh butir soal harus singkat dan pasti, dapat berupa kata, frase, angka, simbol, tahun, atau nama tempat, nama tokoh, lambang, atau kalimat yang sudah pasti;
2. Rumusan butir soal tidak merupakan kalimat yang dikutip langsung dari buku.

e. Kaidah Penulisan Soal Bentuk Uraian

1. Batasan pertanyaan dengan jawaban yang diharapkan harus jelas;
2. Rumusan kalimat butir soal harus menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian.

Sebelum mulai menulis soal/tes, terlebih dahulu perlu ditentukan jumlah soal untuk setiap kompetensi dasar, demikian pula dengan penyebarannya. Untuk hal tersebut, dibutuhkan format seperti Tabel 6, 8, 9, 10 Sn 11.

Tabel 6. Format Sistem Penilaian

No	Kompetensi Dasar	Materi	Jumlah Soal		
			Objektif	Tertulis	Praktek

Setelah selesai mengisi format di atas, selanjutnya perlu dibuatkan kisi-kisi soal, yang tujuannya adalah untuk menentukan ruang lingkup dan sebagai petunjuk dalam menulis soal. Kisi-kisi dapat berbentuk format atau matriks seperti contoh berikut ini:

Tabel 7. Contoh Format Kisi-Kisi Penulisan Soal

Nama Sekolah	:
Mata Pelajaran	:
Alokasi Waktu	:
Bentuk Soal	:
Jumlah Soal	:

No	Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Kelas/sem	Materi pokok	Indikator	Nomor Soal

Tabel 8. Contoh Format Kisi-Kisi Tes Objektif

Nama Sekolah :
 Mata Pelajaran :
 Semester/Tahun :
 Alokasi Waktu :
 Tipe Test :
 Jumlah Butir Tes :

No	POKOK BAHASAN DAN SUB POKOK BAHASAN	JENJANG KEMAMPUAN DAN TINGKAT KESUKARAN												JUM LAH BUTIR SOAL	%
		C1			C2			C3			C4, 5, 6				
		MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SUKAR	MUDAH	SEDANG	SUKAR		
1	2	3			4			5			6			7	8
	JUM LAH BUTIR SOAL														
	PERSEN TASE														100

Keterangan:

- C1 : Proses berfikir ingatan
- C2 : Proses berfikir pemahaman
- C3 : Proses berfikir penerapan
- C4,5,6 : Proses berfikir analitis, sintesis dan evaluasi
- Mudah, Sedang, Sukar adalah tingkat kesukaran butir soal yang diinginkan, menentukan tingkat kesukaran ini didasarkan pada pertimbangan pembuat soal
- Pokok/sub pokok bahasan di kolom 2 diambil dari GBPP (Garis-Garis Besar Program Pengajaran) yang ditarik dari Tujuan Instruksional Khusus (TIK).

Tabel 9. Contoh Format Kisi-Kisi Tes Uraian

Nama Sekolah :
 Mata Pelajaran :
 Semester/Tahun :
 Alokasi Waktu :
 Tipe Test :
 Jumlah Butir Tes :

NO	POKOK BAHASAN DAN SUB POKOK BAHAN	JUMLAH SOAL PROSES BERFIKIR MAKSIMAL					JUM LAH BUTIR SOAL	%
		C2	C3	C4	C5	C6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
JUM LAH	BUTIR SOAL							
	PERSENTASE							100

d. Kaidah Penulisan Soal Pilihan Ganda

1. Pilihan jawaban harus homogen dan logis;
2. Hanya ada satu jawaban yang paling benar;
3. Pokok soal harus dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas;
4. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke kunci jawaban;
5. Pokok soal tidak menggunakan pernyataan yang bersifat negatif ganda;
6. Panjang rumusan pilihan jawaban relatif sama;
7. Pilihan jawaban jangan menggunakan pernyataan “Semua jawaban di atas salah” atau “Semua jawaban di atas benar” dan sejenisnya;
8. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecil atau secara kronologis; dan
9. Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama.

e. Kaidah Penulisan Soal Isian

1. Jawaban yang akan diisi oleh siswa pada titik-titik adalah jawaban yang pendek
2. Titik-titik tidak selalu ditempatkan pada akhir kalimat.

f. Kaidah Penulisan Soal Jawaban Singkat

1. Jawaban yang dituntut oleh butir soal harus singkat dan pasti, dapat berupa kata, frase, angka, simbol, tahun, atau nama tempat, nama tokoh, lambang, atau kalimat yang sudah pasti;
2. Rumusan butir soal tidak merupakan kalimat yang dikutip langsung dari buku.

f. Kaidah Penulisan Soal Bentuk Uraian

1. Batasan pertanyaan dengan jawaban yang diharapkan harus jelas;
2. Rumusan kalimat butir soal harus menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian.

3. Instrumen Penilaian.

Ada beberapa teknik dan alat penilaian yang dapat digunakan guru sebagai sarana untuk memperoleh informasi tentang keadaan belajar siswa. Penggunaan berbagai teknik dan alat itu harus disesuaikan dengan tujuan penilaian, waktu yang tersedia, sifat tugas yang dilakukan siswa dan banyaknya/jumlah materi pelajaran yang sudah disampaikan.

Fungsi, tujuan dan prinsip penilaian pada dasarnya adalah langkah-langkah yang dilakukan oleh guru untuk dapat menentukan capaian hasil belajar yang telah dilalui oleh peserta didik selama mengikuti proses pembelajaran, yang mana dari penilaian ini seorang pendidik (guru) dapat memperoleh potret atau profil kemampuan peserta didik yang dicapai sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah dirumuskan pada masing-masing sekolah.

Penilaian mempunyai peran yang penting dalam proses pembelajaran, sesuai dengan fungsi, tujuan dan prinsip penilaian.

a. Fungsi penilaian

- 1) Mengetahui kemajuan dan kesulitan belajar siswa
- 2) Memberikan umpan balik
- 3) Melakukan perbaikan kegiatan pembelajaran
- 4) Memotivasi guru untuk mengajar lebih baik
- 5) Memotivasi siswa untuk belajar lebih giat

b. Tujuan penilaian

- 1) Keeping track (proses pembelajaran sesuai dengan rencana)
- 2) Cheking up (mencek kelemahan dalam proses pembelajaran)
- 3) Finding out (menemukan kelemahan dan kesalahan dalam pembelajaran)
- 4) Summing up (menyimpulkan pencapaian kompetensi peserta didik)

c. Prinsip Penilaian

- 1) Sahih, penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
- 2) Objektif, penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai
- 3) Adil, penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik, karena kebutuhan dan latar belakang mereka berbeda-beda.
- 4) Terpadu, penilaian adalah salah satu komponen yang tak terpisahkan dalam proses pembelajaran
- 5) Terbuka, prosedur penilaian, kriteria penilaian dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan
- 6) Menyeluruh dan berkesinambungan, penilaian dilakukan dengan mencakup seluruh aspek kompetensi dengan menggunakan teknik penilaian yang sesuai
- 7) Sistematis, penilaian dilakukan dengan terencana dan bertahap serta mengikuti langkah-langkah baku
- 8) Beracuan kriteria, penilaian

Teknik penilaian adalah metode atau cara penilaian yang dapat digunakan guru untuk mendapatkan informasi mengenai keadaan belajar dan prestasi peserta didik. Teknik penilaian yang memungkinkan dan dapat dengan mudah digunakan oleh guru adalah teknik tes.

Tes dapat didefinisikan sebagai suatu pertanyaan atau tugas atau seperangkat tugas yang direncanakan untuk memperoleh informasi tentang trait atau atribut pendidikan atau psikologik yang setiap butir pertanyaan atau tugas tersebut mempunyai jawaban atau ketentuan yang dianggap benar. Setiap tes menuntut keharusan adanya respon dari subjek (orang yang di tes) yang dapat disimpulkan sebagai suatu trait yang dimiliki oleh subyek yang sedang dicari infomasinya.

Menurut bentuknya, tes dapat dibagi kedalam dua jenis yaitu: butir tes bentuk uraian (*essay test*) dan butir test berbentuk objektif (*objective test*). Dua bentuk test ini dapat dipilah lagi kedalam berbagai tipe, yaitu: Test uraian terbatas (*restricted essay*) dan ters uraian bebas (*extended essay*). Butir test objektif menurut tipenya dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: tes benar - salah (*true-false*), butir test menjodohkan (*matching*) dan butir tes pilhan ganda (*mulple choice*). Menurut ragamnya, tiap tes tersebut di atas dapat dipilah lagi ke dalam ragam butir test, yaitu:

1. Tipe Tes Uraian terbatas
 - a) Ragam tes jawaban singkat
 - b) Ragam tes melengkapi
 - c) Ragam tes uraian terbatas sederhana
2. Tipe tes uraian bebas
 - a) Ragam tes uraian sederhana
 - b) Ragam tes uraian ekspresif
3. Tipe tes obkektif benar salah
 - a) Ragam benar salah sederhana
 - b) Ragam benar salah dengan koreksi
4. Tipe tes obkektif menjodohkan
 - a) Ragam menjodohkan sederhana
 - b) Ragam menjodohkan hubungan sebab akibat
5. Tipe tes obkektif pilihan ganda
 - a) Ragam pilihan ganda biasa
 - b) Ragam pilihan ganda hubungan antar hal
 - c) Ragam pilihan ganda analisis kasus
 - d) Ragam pilihan ganda kompleks
 - e) Ragam pilihan ganda membaca diagram

4. Evaluasi Hasil Belajar.

a. Proses Evaluasi Hasil Belajar

Tujuan dilaksanakannya evaluasi proses dan hasil pembelajaran adalah untuk mengetahui keefektifan pelaksanaan

pembelajaran dan pencapaian hasil pembelajaran oleh setiap peserta didik. Sedangkan manfaatnya adalah: pertama, untuk memperoleh pemahaman pelaksanaan dan hasil pembelajaran yang telah berlangsung/dilaksanakan oleh guru. Kedua, untuk membuat keputusan yang berkenaan dengan pelaksanaan dan hasil pembelajaran. Ketiga, untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran dalam rangka upaya meningkatkan kualitas keluaran.

Sasaran dari evaluasi pembelajaran adalah pelaksanaan dan pengelolaan pembelajaran untuk memperoleh pemahaman tentang strategi pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru. Cara mengajar dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran, serta minat, sikap dan cara atau kebiasaan belajar siswa.

Tahapan pelaksanaan evaluasi proses pembelajaran adalah penentuan tujuan, menentukan desain evaluasi, pengembangan instrumen evaluasi, pengumpulan informasi/data, analisis dan interpretasi dan tindak lanjut.

Tujuan evaluasi pembelajaran dapat dirumuskan dalam bentuk pernyataan atau pertanyaan. Secara umum tujuan evaluasi proses pembelajaran untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

- 1) Apakah strategi pembelajaran yang dipilih dan dipergunakan oleh guru cukup efektif.
- 2) Apakah media pembelajaran yang digunakan oleh guru cukup efektif.
- 3) Apakah cara mengajar guru menarik dan sesuai dengan pokok materi sajian yang dibahas.
- 4) Bagaimana persepsi siswa terhadap materi sajian yang dibahas berkenaan dengan kompetensi dasar yang akan dicapai.
- 5) Apakah siswa antusias untuk mempelajari materi sajian yang dibahas

- 6) Bagaimana siswa menyikapi pembelajaran yang dilaksanakan yang dilaksanakan oleh guru.
- 7) Bagaimanakah cara belajar siswa mengikuti pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru.

Desain evaluasi proses pembelajaran mencakup rencana evaluasi proses dan pelaksana evaluasi. Rencana evaluasi proses pembelajaran berbentuk matriks dengan kolom-kolom berisi tentang: Nomor urut, informasi yang dibutuhkan, indikator, metode yang mencakup teknik dan instrumen, responden dan waktu. Selanjutnya. Pelaksanaan evaluasi proses adalah guru mata pelajaran yang bersangkutan.

Dalam penyusunan instrumen evaluasi, diperlukan sebuah proses pembelajaran untuk memperoleh informasi deskriptif dan atau informasi judgemental dapat terwujud. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah: (1) Lembar pengamatan untuk mengumpulkan informasi tentang kegiatan belajar siswa dalam mengikuti proses pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru dapat digunakan sendiri oleh guru atau siswa untuk saling mengamati. (2) Kuesioner yang harus dijawab oleh siswa berkenaan dengan strategi pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru, metode dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru, minat, persepsi siswa tentang pembelajaran untuk suatu materi pokok sajian yang telah terlaksana.

Pengumpulan data atau informasi dilaksanakan pada setiap akhir pelaksanaan pembelajaran untuk materi sajian yang berkenaan dengan satu kompetensi dasar dengan maksud guru dan siswa memperoleh gambaran menyeluruh dan kebulatan tentang pelaksanaan pembelajaran yang telah dilaksanakan untuk pencapaian penguasaan satu kompetensi dasar.

Analisis dan interpretasi dilaksanakan dengan segera setelah data atau informasi terkumpul. Analisis berwujud deskripsi hasil evaluasi berkenaan dengan proses pembelajaran yang telah dilaksanakan. Sedangkan interpretasi merupakan penafsiran terhadap deskripsi hasil analisis proses pembelajaran.

Hasil analisis tersebut di atas harus ada tindak lanjutnya. Dalam evaluasi proses pembelajaran tindak lanjut pada dasarnya berkenaan dengan pembelajaran yang akan dilaksanakan selanjutnya dan evaluasi pembelajarannya. Pembelajaran yang akan dilaksanakan selanjutnya merupakan keputusan tentang upaya perbaikan pembelajaran yang akan dilaksanakan sebagai upaya peningkatan mutu pembelajaran. Sedangkan tindak lanjut evaluasi pembelajaran berkenaan dengan pelaksanaan dan instrumen evaluasi yang telah dilaksanakan mengenai tujuan, proses dan instrumen evaluasi proses pembelajaran.

b. Sasaran dan Tahap Evaluasi Hasil Belajar

Sasaran evaluasi hasil belajar siswa adalah penguasaan kompetensi yang dapat di artikan sebagai: (1) Seperangkat tindakan cerdas penuh tanggung jawab yang dimiliki seseorang sebagai syarat untuk dianggap mampu oleh masyarakat dalam melaksanakan tugas-tugas di bidang pekerjaan tertentu. (2) Kemampuan yang dapat dilakukan oleh peserta didik yang mencakup pengetahuan, keterampilan dan perilaku. (3) Integrasi domain kognitif, afektif dan psikomotor yang direfleksikan dalam perilaku. Mengacu pada pengertian kompetensi tersebut, maka hasil belajar siswa mencakup ranah kognitif, psikomotorik dan afektif yang harus dikuasai oleh setiap siswa setelah pembelajaran yang berlangsung sesuai dengan rencana pembelajaran yang disusun oleh guru.

c. Evaluasi Hasil Belajar Ranah Kognitif

Ranah kognitif sebagai ranah hasil belajar berkaitan dengan kemampuan berfikir, kemampuan memperoleh pengetahuan, pengenalan, pemahaman, konseptualisasi, penentuan dan penalaran. Bloom mengklasifikasikan ranah kognitif ini atas enam tingkatan, yaitu: Pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi.

Prosedur penyusunan evaluasi hasil belajar ranah kognitif dengan menggunakan tes sebagai instrumennya meliputi: penyusunan tes, melaksanakan testing, melakukan skoring, analisis, interpretasi dan melakukan tindakan lanjut. Model susunan tes hasil belajar ranah kognitif dapat dilihat pada contoh Tabel di atas.

d. Evaluasi Hasil Belajar Ranah Psikomotor

Ranah keterampilan motorik atau psikomotor diartikan sebagai serangkaian gerakan otot-otot yang terpadu untuk dapat menyelesaikan suatu tugas. Penilaian keterampilan psikomotor lebih rumit dan subjektif bila dibandingkan dengan penilaian dalam ranah kognitif. Penilaian keterampilan psikomotor memerlukan teknik pengamatan dengan keandalan (reabilitas) yang tinggi terhadap dimensi-dimensi yang akan diukur.

Penyusunan instrumen penilaian ranah kognitif meliputi beberapa langkah, yaitu:

1. Tahap analisis tugas: meliputi upaya untuk menjabarkan keterampilan psikomotor ke dalam dimensi-dimensinya.
2. Tahap penentuan dimensi psikomotorik: komponen penyusun suatu keterampilan yang dapat diamati dan diukur

Instrumen atau alat ukur keterampilan psikomotor terdiri dari:

1. Daftar Cek (*check list*)
2. Skalanilai (*rating scale*)
3. Catatan Anekdotik (*Anecdotal record*)

Tabel berikut ini memperlihatkan contoh form daftar cek penilaian keterampilan psikomotor.

Contoh Form Daftar Cek Penilaian Keterampilan Psikomotor

Kompetensi :

Tingkatan :

Berikan tanda cek (V) bila dilakukan dengan benar.

Tabel 10. Penilaian Keterampilan Psikomotor

NO	DIMENSI	CEK
1		
2		
3		
4		
5		
6		
DST.		
	JUMLAH SKOR	
	NILAI	

Tabel 11. Contoh format skala nilai untuk keterampilan psikomotor

Kompetensi :

Tingkatan :

NO	DIMENSI	3	2	1	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					
DST.					
	SKOR RATA-RATA (JUMLAH SKOR: n) =				
	NILAI = (SKOR RATA-RATA: 3) X 100				

Keterangan:

3 = dilakukan dengan sangat memuaskan

2 = dilakukan dengan memuaskan

1 = dilakukan kurang memuaskan

0 = tidak dilakukan

Keterangan:

A,B,C,D,E adalah ragam soal yaitu melengkapi pilihan (pilihan ganda biasa, analisis hubungan antar hal, analisis kasus. Pilihan ganda kompleks dan membaca diagram, grafik, tabel atau gambar

e. Evaluasi Hasil Belajar Ranah Afektif

Sasaran evaluasi ranah penilaian hasil belajar afektif adalah evaluasi kemampuan yang berkenaan dengan perasaan, emosi, sikap atau derajat penerimaan suatu objek yang meliputi aspek-aspek sebagai yang menurut Bloom dapat dibagi sebagai berikut:

- 1) Menerima atau mengenal, yaitu bersedia menerima dan memperhatikan berbagai stimulus yang masih bersikap pasif, sekedar mendengarkan atau memperhatikan.
 - 2) Merespon atau berpartisipasi, yaitu keinginan berbuat sesuatu sebagai reaksi terhadap gagasan, benda atau sistem nilai lebih dari sekedar mengenal.
 - 3) Menilai atau menghargai, yaitu keyakinan atau anggapan bahwa sesuatu gagasan, benda atau cara berfikir tertentu mempunyai nilai/harga atau makna.
 - 4) Mengorganisasi, yaitu menunjukkan saling berkaitan antara nilai-nilai tertentu dalam suatu sistem nilai. Serta menentukan nilai mana yang mempunyai prioritas lebih tinggi dari pada nilai yang lain. Seseorang menjadi committed terhadap sistem nilai tertentu.
 - 5) Karakteristik/internalisasi/mengamalkan, yaitu mengintegrasikan nilai ke dalam suatu filsafat hidup yang lengkap dan meyakinkan, serta perilakunya selalu konsisten dengan filsafat hidupnya tersebut.
- Langkah kerja untuk penyusunan instrumen/alat penilaian hasil belajar afektif adalah sebagai berikut:

- f. Menyusun kisi-kisi dengan format seperti yang terlihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 12. Contoh Format Penyusunan Kisi-Kisi Evaluasi

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	TEKNIK PENILAIAN	TIPE TEKNIK PENILAIAN	JUMLAH BUTIR
1	1.1.	Testing	Objektif	15
	1.2.			
	1.3.			
2	2.1.	Non - testing	Persetujuan	25
	2.2.			
	2.3.			
	2.4.			

1. Menyusun perangkat instrumen.

Perangkat instrumen disusun sesuai dengan tipe teknik pengukuran dan penilaian yang akan digunakan. Yaitu:

- a) Teknik testing dengan tes sebagai instrumennya dapat menggunakan tipe atau bentuk tes objektif atau esai.
- b) Teknik non-testing dengan bukan tes sebagai instrumennya dapat menggunakan tipe terbuka atau tertutup. Tipe terbuka berisi pertanyaan/pernyataan yang membutuhkan jawaban uraian dari peserta didik. Sedangkan tipe tertutup berisi pertanyaan/pernyataan yang diikuti dengan jawaban pendek dari peserta didik yang terdiri atas beberapa bentuk. Seperti:
 - 1) Pernyataan dengan jawaban **Ya** atau **Tidak**.
 - 2) Pernyataan dengan jawaban **Setuju** atau tidak **Setuju**
 - 3) Pernyataan/Pertanyaan frekuensi, yaitu pertanyaan/pernyataan dengan jawaban **Selalu – Kadang-kadang – tidak pernah**.

- 4) Pernyataan/Pertanyaan dengan jawaban **Penting – Tidak Penting.**
- 5) Pernyataan/Pertanyaan dengan jawaban **Mungkin – Tidak Mungkin.**
- 6) Pernyataan/Pertanyaan dengan jawaban **Baik – Cukup – Kurang/Tidak Baik.**
- 7) Skala Penilaian/Angka: pernyataan/pertanyaan dengan angka skala penilaian: 5, 4, 3, 2, 1

D. Aktivitas Pembelajaran

Untuk mengetahui pemahaman materi tentang cara mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi yang meliputi menganalisis tingkat kesulitan penulisan instrumen penilaian dan kaidah penulisan soal untuk materi diklat mengkreasi instalasi pengontrolan motor listrik.

LK. berikut ini.

Lembaran Kerja 2.1 (LK 2.1)

Materi : Pengembangan Instrumen Penilaian Dan Evaluasi.

Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi Gambaran Umum

Pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi.

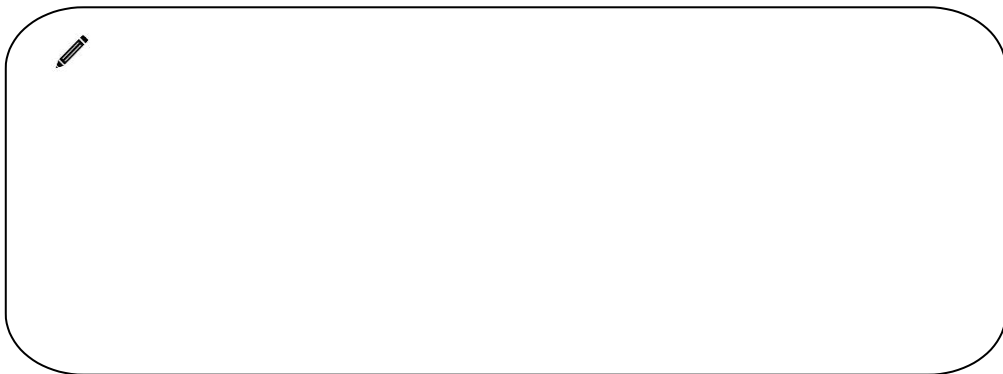
1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan Pengeraman instrumen penilaian dan evaluasi.



2. Diskusikan dengan peserta lain atau secara berkelompok tentang mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi !



3. Kerjakan secara mandiri tentang cara mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi di sekolah !



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Instrumen evaluasi yang baik memiliki ciri-ciri dan harus memenuhi beberapa kaidah, sehingga instrumen tersebut dapat digunakan dengan baik dan benar. Jelaskan kaidah apa saja yang harus dipenuhi.
2. Bagaimana cara menentukan daya pembeda soal ujian?
3. Uraikan jenis tes yang biasa digunakan dalam instrumen penilaian.
4. Jelaskan tujuan dan sasaran dari evaluasi belajar

Untuk mendapatkan umpan balik setelah mempelajari modul ini guru-guru diminta untuk mengisi rubrik umpan balik ini dan memberikan masukan yang konstruktif yang disediakan pada Tabel 13 di bawah ini :

Tabel 13. Rubrik Umpan Balik Materi Pedagogik

No	Pokok Bahasan	Ranah pengetahuan	Jawaban Guru dan Tindak Lanjut
1	Kaidah Pengembangan Instrumen Penilaian dan Evaluasi Proses Belajar dan Hasil Belajar	Apakah saudara mengerti apa yang perlu dikembangkan dalam penyusunan instrumen penilaian? (C2)	
		Apakah saudara bisa menerapkan (C3) dan menganalisis (C4) komponen-komponen instrumen penilaian?:	
		Apakah sandara bisa merancang (C6) komponen instrumen penilaian seperti: nilai validitas, reliabilitas, objectivitas, pratikabilitas, ekomonis, taraf kesukaran dan memiliki daya pembeda	
2	Kisi-Kisi Pengembangan Instrumen	Apakah saudara bisa meyakini kisi-kisi pengembangan instrumen yang saudara rancang sudah baik? (A3)	
		Apakah saudara bisa mengelola instrumen penilaian yang saudara buat? (A4)	
3	Evaluasi Hasil Belajar	Apakah saudara bisa merencanakan instrumen untuk mengevaluasi hasil belajar? (C6)	

F. Rangkuman

Instrumen adalah suatu alat yang memenuhi persyaratan akademis, sehingga dapat dipergunakan sebagai alat untuk mengukur suatu obyek ukur atau mengumpulkan data mengenai suatu variable. Dalam bidang penelitian, instrument diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel– variabel penelitian untuk kebutuhan penelitian, sedangkan dalam bidang pendidikan instrument digunakan untuk mengukur prestasi belajar siswa, factor – factor yang diduga mempunyai hubungan atau berpengaruh terhadap hasil belajar, perkembangan hasil belajar siswa, keberhasilan proses belajar mengajar guru, dan keberhasilan pencapaian suatu program tertentu (Daryanto, 2012).

Pengertian instrumen dalam lingkup evaluasi didefinisikan sebagai perangkat untuk mengukur hasil belajar siswa yang mencakup hasil belajar dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Bentuk instrumen dapat berupa tes dan non-tes. Instrumen bentuk tes mencakup: tes uraian (uraian objektif dan uraian bebas), tes pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, benar salah, unjuk kerja (performance test), dan portofolio. Instrumen bentuk non-tes mencakup: wawancara, angket, dan pengamatan (observasi).

Instrumen evaluasi yang baik memiliki ciri-ciri dan harus memenuhi beberapa kaidah antara lain: memiliki nilai validitas, reliabilitas, objectivitas, pratikabilitas, ekonomis, taraf kesukaran dan memiliki daya pembeda yang tegas.

Sebelum membicarakan instrumen penilaian, terlebih dahulu perlu untuk memahami apa yang dimaksud dengan instrumen penilaian, pengukuran, penilaian dan evaluasi. Menurut lampiran Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014, “instrumen penilaian adalah alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik, misalnya: tes dan skala sikap” “Pengukuran adalah proses penetapan angka terhadap suatu gejala menurut aturan tertentu. Sedangkan evaluasi adalah penilaian yang sistematis tentang manfaat atau kegunaan suatu objek” (Ekawati dan Sumaryanta, 2011).

Fungsi, tujuan dan prinsip penilaian pada dasarnya adalah langkah-langkah yang dilakukan oleh guru untuk dapat menentukan capaian hasil belajar yang telah dilalui oleh peserta didik selama mengikuti proses pembelajaran, yang mana dari penilaian ini seorang pendidik (guru) dapat memperoleh potret atau profil kemampuan peserta didik yang dicapai sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah dirumuskan pada masing-masing sekolah. Penilaian mempunyai peran yang penting dalam proses pembelajaran, sesuai dengan fungsi, tujuan dan prinsip penilaian.

Tes dapat didefinisikan sebagai suatu pertanyaan atau tugas atau seperangkat tugas yang direncanakan untuk memperoleh informasi tentang trait atau atribut pendidikan atau psikologik yang setiap butir pertanyaan atau tugas tersebut mempunyai jawaban atau ketentuan

yang dianggap benar. Setiap tes menuntut keharusan adanya respon dari subjek (orang yang di tes) yang dapat disimpulkan sebagai suatu trait yang dimiliki oleh subyek yang sedang dicari infomasinya.

Menurut bentuknya, tes dapat dibagi kedalam dua masam yaitu: butir tes bentuk uraian (*essay test*) dan butir test berbentuk objektif (*objective test*). Dua bentuk test ini dapat dipilah lagi kedalam berbagai tipe, yaitu: Test uraian terbatas (*restricted essay*) dan ters uraian bebas (*extended essay*). Butir test objektif menurut tipenya dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: tes benar - salah (*true-false*), butir test menjodohkan (*matching*) dan butir tes pilhan ganda (*mulple choice*).

Sasaran dari evaluasi pembelajaran adalah pelaksanaan dan pengelolaan pembelajaran untuk memperoleh pemahaman tentang strategi pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru. Cara mengajar dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran, serta minat, sikap dan cara atau kebiasaan belajar siswa.

Tahapan pelaksanaan evaluasi proses pembelajaran adalah penentuan tujuan, menentukan desain evaluasi, pengembangan instrumen evaluasi, pengumpulan informasi/data, analisis dan interpretasi dan tindak lanjut.

Tujuan evaluasi pembelajaran dapat dirumuskan dalam bentuk pernyataan atau pertanyaan. Secara umum tujuan evaluasi proses pembelajaran untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat menentukan jenis instrumen penilaian untuk materi pembelajaran pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik.
2. Dapat menyusun kisi-kisi soal untuk evaluasi instalasi pengontrolan motor listrik.
3. Dapat membuat soal untuk mengevaluasi materi diklat pengontrolan motor listrik elektromekanik.
4. Dapat memvalidasi soal-soal pengontrolan motor listrik

elektromekanik.

5. Dapat menganalisis tingkat kesulitan instrumen penilaian materi instalasi pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik.
6. Dapat memahami kaidah penulisan soal instalasi pengontrolan motor listrik.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

BAB III

PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK ELEKTROMEKANIK/NON PEMROGRAMAN SESUAI STANDAR PUIL/SNI

Penulisan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalamnya disusun berdasarkan kompetensi inti guru untuk mencapai kompetensi dalam Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik (TPTL).

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktek, peserta diklat diharapkan mampu merencanakan instalasi pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik/non pemrograman dengan menggunakan kontaktor magnet sebagai komponen utama, ditambah alat bantu pengontrolan lainnya. Dalam modul ini peserta diklat dilatih mengkreasi dan memasang rangkaian pengontrolan motor listrik melalui alat kontrol manual, semi otomatis dan otomatis, yang terdiri dari lima kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

- a. Kegiatan pembelajaran 1 : Sistem Pengoperasian Motor Listrik Dengan Elektromekanik.
- b. Kegiatan Pembelajaran 2 : Dasar Instalsi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.
- c. Kegiatan Pembelajaran 3: Analisis Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.
- d. Kegiatan Pembelajaran 4 : Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman.
- e. Kegiatan Pembelajaran 5 : Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman Pada Panel Listrik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Sistem Pengoperasian Motor Listrik Dengan Elektromekanik

A. Tujuan

Setelah membaca materi sistem pengoperasian motor listrik dengan elektromekanik pada modul ini, peserta diklat mampu :

1. Menjelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara semi otomatis dengan santun dan menghargai pendapat orang lain.
2. Menjelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara otomatis dengan santun dan menghargai pendapat orang lain.
3. Mendemonstrasikan pengontrolan motor listrik semiotomasi dan otomasi sesuai dengan lembaran kerja yang diberikan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

1. Menjelaskan sistem pengoperasian motor listrik dengan kontaktor magnet secara semi otomasi.
2. Membedakan sistem pengoperasian motor listrik dengan kontaktor magnet secara otomasi.
3. Mendemonstrasikan pengontrolan motor listrik semi otomasi dan otomasi.

C. Uraian Materi

Secara umum di industri-industri banyak digunakan motor listrik sebagai mesin penggerak untuk menggerakkan mesin produksi. Pengoperasian motor listrik ini dapat dilakukan dari yang sangat sederhana sampai pada sistem pengontrolan yang cukup rumit.

Otomasi merupakan kunci utama bagi industri untuk dapat meningkatkan daya saingnya, dimana otomasi memberikan jaminan bagi industri untuk mendapatkan peningkatan efisiensi, penghasilan produk dengan kualitas yang konsisten dan pencapaian level pencemaran lingkungan yang memenuhi

standar. Tanpa otomasi pengoperasian peralatan-peralatan di industri secara manual akan sangat sukar untuk mencapai hal-hal tersebut di atas. Otomasi melibatkan penggunaan sensor, pengontrol dan aktuator untuk mendapatkan suatu sistem yang dapat berjalan secara otomatis dengan intervensi tenaga manusia sesedikit mungkin. Salah satu komponen aktuator yang paling sering digunakan di industri adalah **motor listrik**. Menurut suatu survey, motor listrik mengkonsumsi hampir **65% dari pemakaian listrik** di industri. Jika kita dapat mengefisienkan / mengoptimasi penggunaan motor maka konsumsi listrik dapat dikurangi dan biaya – biaya akan turun

Pengoperasian adalah segala usaha atau cara yang dilakukan untuk membimbing suatu proses dalam mencapai suatu tujuan. Jadi yang dimaksud dengan pengoperasian motor listrik adalah meliputi pengaturan dan pengendalian motor listrik mulai dari saat starting sampai motor listrik tersebut berhenti sesuai dengan ketentuan atau kebutuhan.

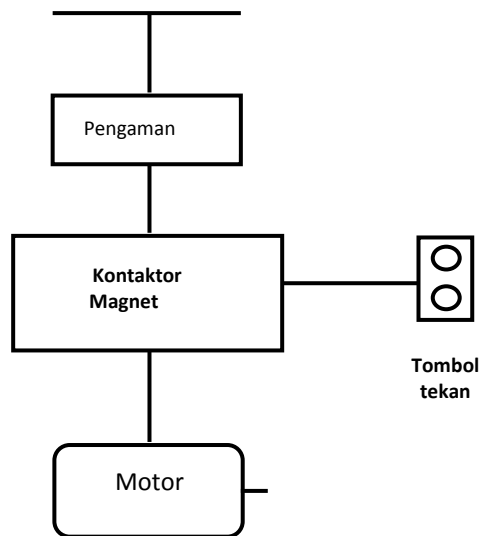
Pengoperasian dimulai saat motor listrik mulai bekerja (starting), motor listrik dalam keadaan jalan (running), dan motor listrik berhenti (pengereman). Sedangkan cara atau sistem pengontrolan motor listrik dengan kendali elektromagnetik terdiri dari dua bagian yaitu : Pengontrolan secara semiotomasi (semi automatic control) dan Pengontrolan secara otomasi (automatic control).

1. Sistem Pengontrolan Semi Otomasi.

Sistem pengontrolan ini menggunakan kontaktor magnet dan tombol tekan yang dilengkapi dengan kontrol perlindungan (protection).

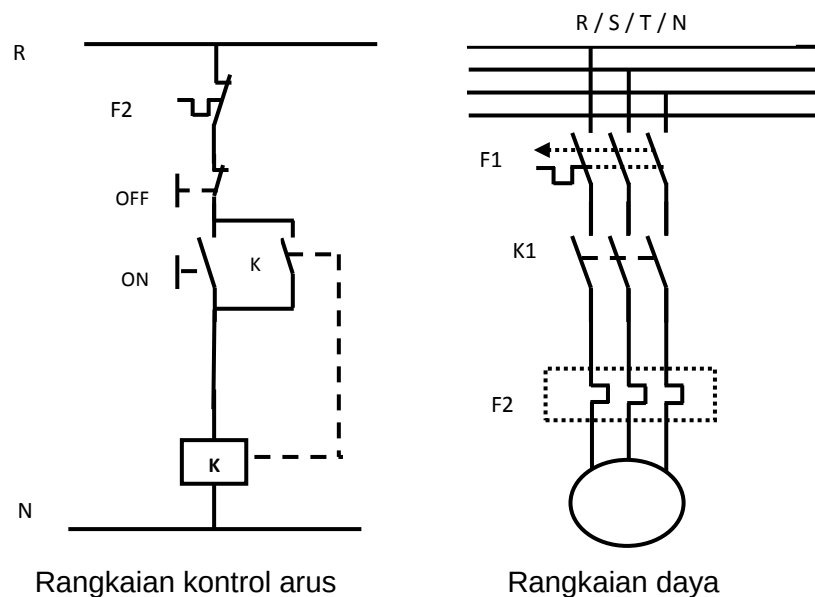
Pada sistem pengontrolan semiotomasi ini untuk menghidupkan dan mematikan sistem dilakukan dengan tangan (Start dan Stop), dan pelayanan / penyaluran tenaga ke beban (motor listrik) dihubungkan melalui kontaktor magnet, seperti dilihat pada gambar 1. Dengan sistem pengontrolan semiotomasi ini operator dapat mengoperasikan motor listrik dari tempat yang aman dan terpisah dari mesin-mesinnya.

Pengontrolan semiotomasi dapat mengontrol beban yang besar (arus listrik besar) dengan arus kontrol yang relatif kecil. Hanya dengan menekan tombol tekan untuk mengalirkan arus kepada coil (kumparan) kontaktor magnet, maka kontaktor magnet akan bekerja menghubungkan beban yang besar.



Gambar 1. Blok Diagram Kontrol Semiotomasi

Pada gambar 2 dapat dilihat contoh sederhana pengontrolan semiotomasi yang menggunakan satu buah kontaktor magnet, satu tombol tekan Normally open (NO) untuk ' ON ' dan satu tombol tekan Normally Closed (NC) untuk ' OFF ' . Dengan menekan tombol tekan pada rangkaian kontrol arus, maka dapat mengoperasikan motor listrik yang dayanya relative besar.

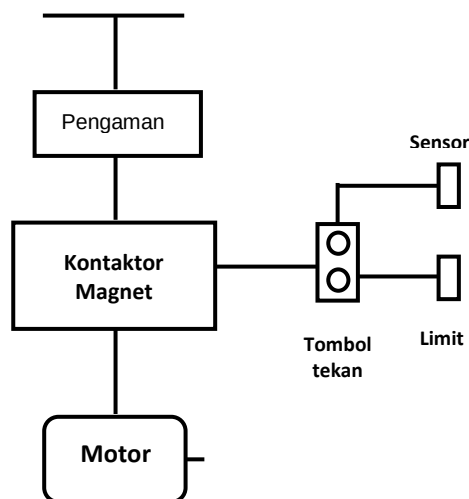


Gambar 2. Pengontrolan semiotomasi.

2. Sistem Pengontrolan Secara Otomasi.

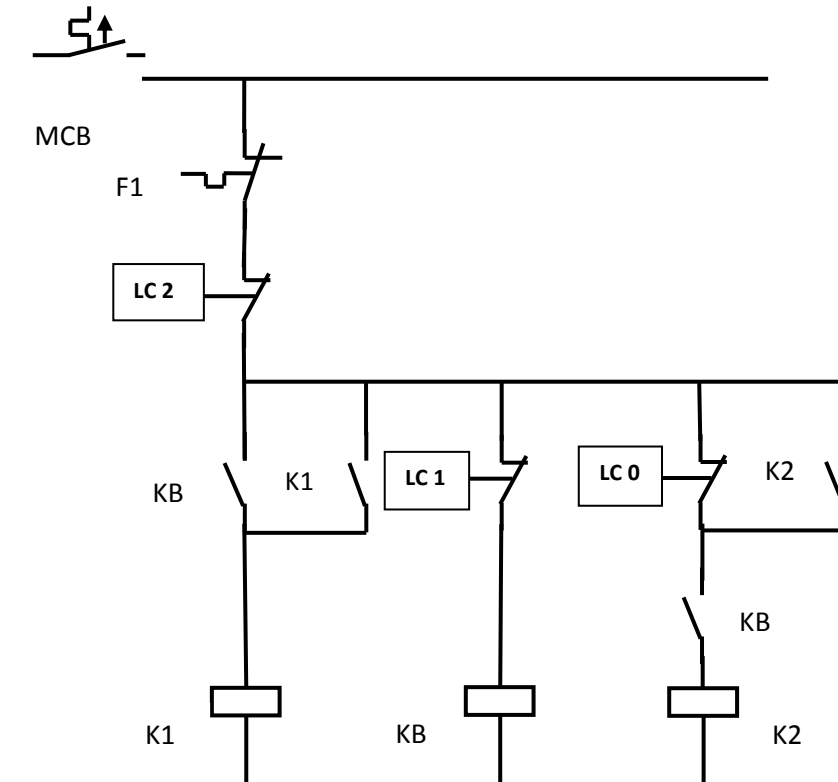
Dalam sistem pengontrolan motor-motor listrik secara otomatis, motor listrik dikontrol oleh satu atau lebih alat pengontrol otomatis (sensor). Biasanya cara otomatisasi dengan start atau stop dilakukan secara manual atau secara otomatis dengan menggunakan alat bantu kontrol misalnya saklar tekan batas (limit switch), saklar penunda waktu (time relay), saklar termis, saklar level dan sebagainya. Sebagai contoh pengontrol otomatis pada motor pompa dengan sistem pengontrolan yang dilengkapi dengan saklar pengapung (Float Switch). Saklar pengapung akan menutup rangkaian kontrol arus bila air di dalam tangki mencapai tingkat terendah (air di dalam tangki kosong), dan motor pompa akan bekerja untuk mengisi air ke tangki. Bila air telah penuh dalam tangki, saklar pengapung akan membuka rangkaian kontrol dan secara otomatis motor pompa berhenti. Begitulah seterusnya motor bekerja kembali bila tangki air mendekati kosong.

Sistem pengontrolan otomatis banyak digunakan di industri untuk instalasi mesin produksi dan kebanyakan menggunakan saklar tekan batas (Limit Switch) atau sensor. Blok diagram pengontrolan otomatis dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Kontrol Otomasi.

Contoh rangkaian pengontrolan secara otomatis dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Rangkaian kontrol arus mesin pompa air otomatis

Rangkaian kontrol yang bekerja secara otomatis seperti terlihat pada gambar dapat dijelaskan sebagai berikut. Sebuah tempat penampungan air (Bak Air) yang diisi oleh dua unit motor listrik (K1 dan K2). Saat keadaan air masih sedikit, maka diharapkan kedua unit motor listrik berkerja untuk mengisi bak air. Bila posisi volume air sudah mencapai kapasitas (keadaan aman), maka cukup satu unit motor saja yang bekerja. Hal ini bekerja secara kontiniu dan otomatis sesuai dengan keadaan volume air.

D. Aktivitas Pembelajaran

Untuk mengetahui pemahaman materi tentang sistem pengoperasian motor listrik dengan elektromekanik dilakukan dengan melalui curah pendapat, diskusi dan demonstrasi dengan menggunakan LK berikut ini

Lembaran Kerja 3.1 (LK 3.1)

Materi : Sistem Pengoperasian Motor Listrik dengan Elektromekanik.

Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi Gambaran Umum Sistem Pengoperasian Motor Listrik Dengan Elektromekanik.

1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan Sistem Pengontrolan Semi Otomasi !



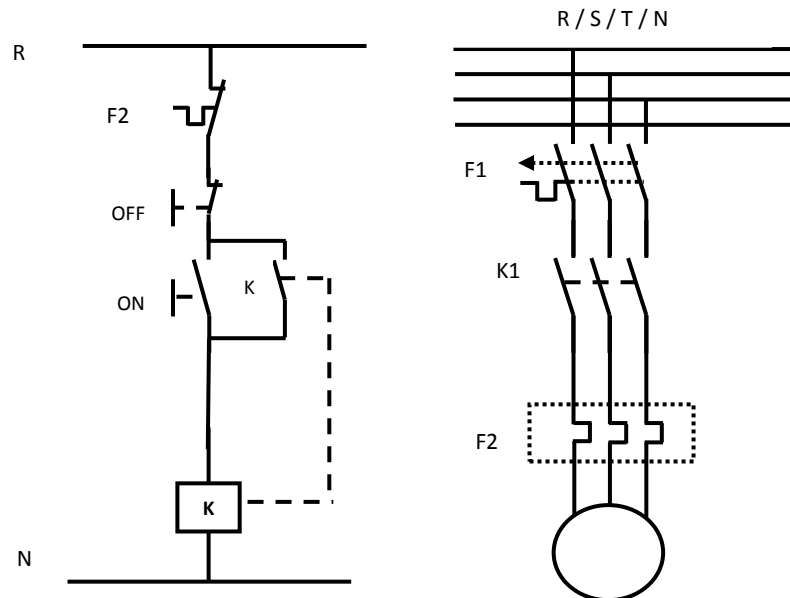
A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for writing the answer to question 1. A small pencil icon is located in the top-left corner of the box.

2. Tuliskan komponen pengontrolan yang digunakan pada sistem pengontrolan semi otomasi !



A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for writing the answer to question 2. A small pencil icon is located in the top-left corner of the box.

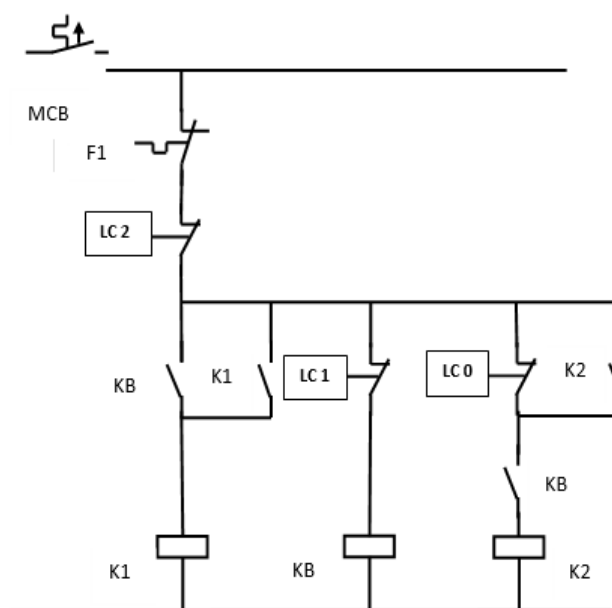
3. Demonstrasikan rangkaian pengontrolan motor listrik secara semi otomatis seperti gambar di bawah ini !



E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Latihan

1. Jelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara semi otomatis !
2. Jelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara otomatis !
3. Jelaskan prinsip kerja rangkaian kontrol arus di bawah ini .



F. Rangkuman

Otomasi merupakan kunci utama bagi industri untuk dapat meningkatkan daya saingnya, dimana otomasi memberikan jaminan bagi industri untuk mendapatkan peningkatan efisiensi, penghasilan produk dengan kualitas yang konsisten dan pencapaian level pencemaran lingkungan yang memenuhi standar. Tanpa otomasi pengoperasian peralatan-peralatan di industri secara manual akan sangat sukar untuk mencapai tujuan pengontrolan.

Pengoperasian adalah segala usaha atau cara yang dilakukan untuk membimbing suatu proses dalam mencapai suatu tujuan. Jadi yang dimaksud dengan pengoperasian motor listrik adalah meliputi pengaturan dan pengendalian motor listrik mulai dari saat starting sampai motor listrik tersebut berhenti sesuai dengan ketentuan atau kebutuhan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat menjelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara semi otomatis dengan santun dan menghargai pendapat orang lain.
2. Dapat menjelaskan sistem pengoperasian motor listrik secara otomatis dengan santun dan menghargai pendapat orang lain.
3. Dapat mendemonstrasikan pengontrolan motor listrik semiotomasi dan otomasi sesuai dengan lembar kerja yang diberikan.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.

Dasar Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman

A. Tujuan.

Setelah membaca materi dasar instalasi pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik/non pemrograman ini, peserta diklat mampu :

1. Menentukan jenis dan besar nominal pengaman instalasi yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
2. Menentukan jenis dan besar nominal saklar pemisah yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
3. Menentukan jenis dan besar nominal kontaktor magnet yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
4. Menentukan jenis dan besar nominal pengaman motor listrik yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

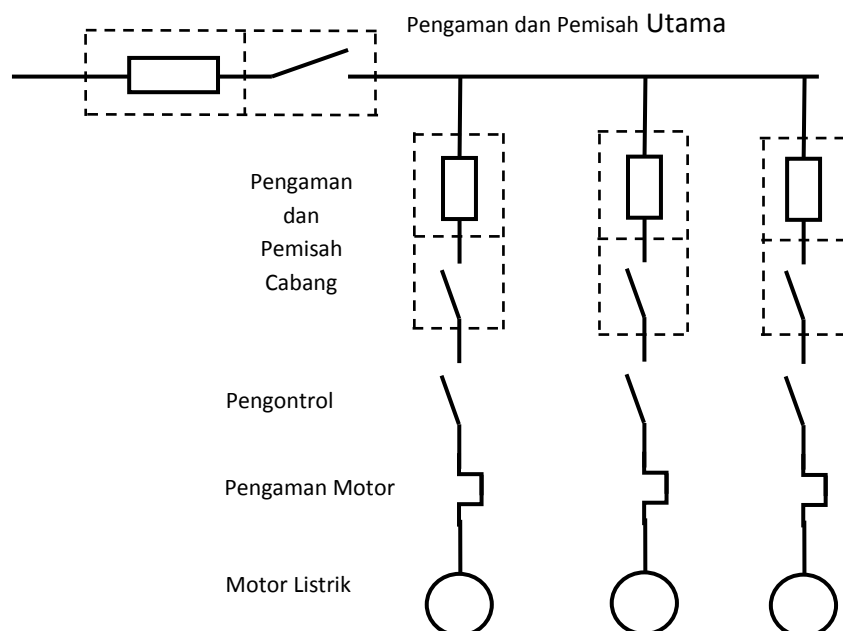
Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

1. Menentukan jenis dan besar nominal pengaman instalasi yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik.
2. Menentukan jenis dan besar nominal saklar pemisah yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik.
3. Menentukan jenis dan besar nominal kontaktor magnet yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik.
4. Menentukan jenis dan besar nominal pengaman motor listrik yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik.

C. Uraian Materi.

1. Pengaman Instalasi Dan Pengaman Motor Listrik.

Instalasi pengontrolan motor listrik seperti pada gambar di bawah ini menggunakan beberapa komponen, seperti ; pengaman utama, pemisah utama, pengaman cabang, pemisah cabang dan pengaman motor listrik (beban). Sesuai dengan kemajuan teknologi, pengaman dan pemisah tergabung pada satu alat, seperti MCCB.



Gambar 5. Rangkain Instalasi Motor Listrik.

Untuk menghitung besaran arus nominal dari komponen-komponen instalasi motor listrik sesuai dengan gambar di atas adalah sebagai berikut :

a. Pengaman utama.

Untuk pengaman utama dapat digunakan Sekring, MCCB atau NFB yang fungsinya adalah mengamankan seluruh instalasi dari arus listrik akibat hubung singkat yang besar arus nominalnya maksimum :

$$I = 250 \% \cdot I_{\text{terbesar}} + I_{\text{cabang 1}} + I_{\text{cabang...}} \text{ (besar maksimum)}.$$

b. Pemisah utama.

Untuk pemisah utama dapat digunakan saklar TPST atau sejenisnya. Saklar ini bekerja saat beban belum beroperasi, sehingga besar arus nominalnya dapat minimal :

$$I = 115 \% \cdot I_{\text{terbesar}} + I_{\text{cabang 1}} + I_{\text{cabang ..}} \text{ (besar minimum)}$$

c. Pengaman cabang.

Untuk pengaman cabang dapat digunakan MCB atau sejenisnya, yang gunanya untuk mengamankan instalasi cabang dari kelebihan arus akibat hubung singkat yang besar nominalnya adalah :

$$I = 250 \% \cdot I_{\text{nominal motor.}} \text{ (besar maksimum).}$$

d. Pemisah cabang.

Untuk pemisah cabang dapat digunakan saklar TPST atau sejenisnya yang gunanya adalah untuk memutuskan rangkaian motor listrik saat tidak beroperasi, sehingga besar arus nominalnya adalah :

$$I = 115 \% \cdot I_{\text{nominal motor.}} \text{ (besar minimum).}$$

e. Pengontrol motor listrik.

Untuk pengontrol motor listrik biasanya digunakan kontaktor magnet. Pengontrolan dapat menggunakan satu buah kontaktor magnet, atau menggunakan beberapa buah kontaktor magnet sesuai dengan jenis/fungsi pengontrolan motor listrik tersebut. Besar arus nominal kontak pengontrol adalah :

$$I = 125 \% \cdot I_{\text{nominal motor.}} \text{ (besar minimum).}$$

f. Pengaman motor listrik.

Agar motor terhindar dari kerusakan akibat arus lebih yang mengalir melalui kumparan motor listrik, maka digunakan pengaman motor. Untuk pengaman motor yang paling sederhana adalah menggunakan Thermal Over load Relay (TOR). Motor yang harganya mahal biasanya menggunakan beberapa pengaman seperti : pengaman dari panas lebih, tegangan lebih, frekuensi lebih, keseimbangan tegangan. Besar nominal pengaman motor listrik akibat arus lebih adalah :

$$I = 100 \% \text{ sampai } 110 \% \cdot I_{\text{nominal motor.}} \text{ (besar maksimal).}$$

Besar arus nominal motor listrik dapat dilihat pada nameplat motor listrik tersebut atau dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I_n = \frac{746 \times P}{\eta \cdot V \cdot \cos\phi} \text{ Ampere (Daya P = HP)}$$

2. Plat Nama (Nameplat) Motor listrik.

a. Motor induksi rotor sangkar.

Motor induksi 3 fasa selalu dilengkapi dengan plat nama yang biasanya tertempel pada body motor listrik tersebut. Dengan melihat plat nama ini, kita dapat mengetahui jenis serta besaran-besaran listrik dari motor induksi 3 fasa. Plat nama motor induksi 3 fasa dapat dilihat seperti gambar 6 dibawah ini.

3 ~ Motor	
220 / 380 V	31/18 A
7,7 KW	Cosφ = 0,8
700 1/min	50 HZ
I sol. KL. B	IP. 44

Gambar 6. Plat nama Motor Induksi 3 fasa.

Dari plat nama motor induksi di atas dapat diartikan :

- 3 N~ = Motor Induksi 3 fasa
- 220 V = Tegangan nominal hubungan delta
- 380 V = Tegangan nominal hubungan bintang
- 7,7 kW = Daya out put nominal motor
- Cos φ = 0,8 = Faktor Daya Motor.
- 700 1/min = Putaran nominal motor dengan jumlah kutubnya 8 bh (4 pasang)
- I sol. KL.B = Isolasi klas B
- IP 44 = International Protection, (4) pengaman dari benda luar dengan diameter ≥ 1 mm, dan (4) aman dari pancaran air dari segala arah.

- 31 A = Arus nominal motor hubungan delta
- 18 A = Arus nominal motor hubungan bintang.

Dengan besaran listrik di atas dapat dihitung besar listrik lainnya seperti :

- Daya masuk (P_i) = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$
= 9.466,6 Watt
- Daya keluar (P_o) = $2\pi n \cdot M \cdot 1 \text{ min.} / 60 \text{ sec}$
- Torsi (M) Motor = $\frac{P_o \cdot 60 \text{ sec}}{2\pi n \cdot 1 \text{ min}} \cdot \text{Nm} = 105 \text{ Nm}$
- Efisiensi η = $\frac{P_o}{P_i} \cdot 100\% = 81,3 \%$
- Putaran sinkron (ns) = $\frac{60 f}{P} = 750 \text{ rpm}$
- Slip (S) = $\frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100\% = 6,66 \%$

b. Motor Induksi rotor belitan.

Untuk mengetahui besaran-besaran listrik dari motor induksi 3 fasa rotor belitan dapat dilihat dari plat nama motor tersebut seperti pada gambar 7 berikut :

Type :3 ~ Mot	
$\Delta Y 220 / 380 \text{ V}$	0,48/0,28 A
0,09 KW	$\cos \phi : 0,77$
1430 1/min	50 HZ
Uerr : 127 V	0,7 A
Isol : KL.B	IP 44

Gambar 7. Plat nama Motor Induksi Rotor Belitan

Sistem tegangan yang tersedia 220/380V; /50 Hz, maka motor dihubungkan bintang.

Keterangan dari plat nama motor induksi di atas adalah :

- Tegangan nominal : 380 V

- Arus nominal : 0,28 A
- Cos ϕ : 0,77
- Daya out put (Po) : 0,09 KW
- Putaran rotor (nr) : 1430 rpm
- Putaran sinkron (ns) : 1500 rpm (4 kutub)
- Tegangan Erregung (Uerr) : 127 V (n = 0)
- Arus Erregung (Ierr) : 0,7 A

Dari data plat nama motor listrik di atas dapat dihitung besaran listrik lain seperti :

$$1. \text{ Daya masuk (Pin)} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$\text{Pin} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,28 \cdot 0,77$$

$$\text{Pin} = 142 \text{ watt.}$$

$$2. \text{ Torsi Motor (M)} = \frac{\text{Po. 60 sec}}{2 \pi \cdot N \cdot 1 \text{ min}}$$

$$M = \frac{90 \text{ W. 60 sec}}{2\pi \cdot 1430 \text{ 1/min.1min}}$$

$$M = \frac{0,60}{ns - nr} \text{ W sec} = 0,60 \text{ Nm.}$$

$$3. \text{ Slip (S)} = \frac{ns - nr}{ns}$$

$$S = \frac{1500 - 1430}{1500}$$

$$S = 0,0466$$

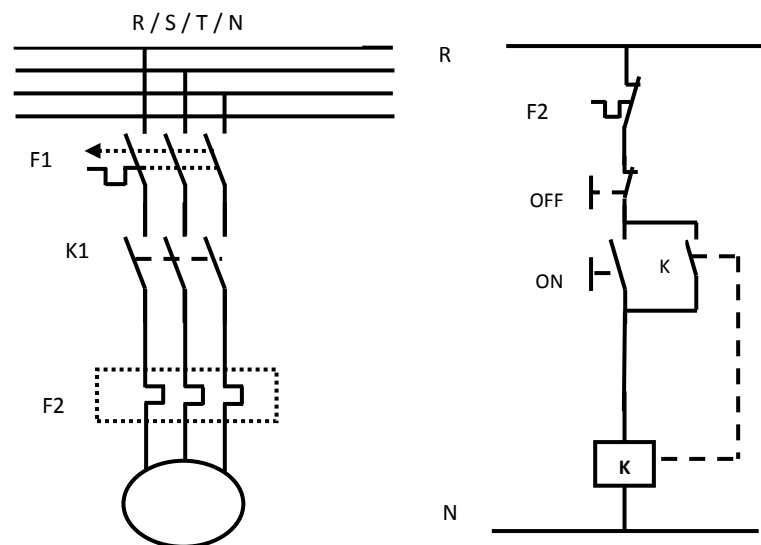
$$4. \text{ Effisiensi Motor (} \eta \text{)} = \frac{\text{Po}}{\text{Pin}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{90 \text{ W}}{142 \text{ W}} \cdot 100\%$$

$$\eta = 63,38\%$$

3. Dasar Pengontrolan Dengan Kontaktor Magnet.

Pengontrolan motor listrik non pemrograman adalah pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet yang dilengkapi dengan alat kontrol lainnya seperti ; pengaman, tombol tekan, time relay, saklar TPST, TPDT, Thermal Overload Relay, sensor dan lain-lain. Pengontrolan motor listrik secara sederhana dapat dilihat pada gambar di bawah ini, yang mana motor listrik dikontrol oleh kontaktor magnet (K1), yang dilengkapi dengan pengaman instalasi (MCB) dan pengaman motor dari arus lebih menggunakan Thermal Overload Relay (TOR). Jika K1 bekerja, maka motor listrik akan beroperasi, dan bila K1 terbuka, maka motor listrik akan berhenti.



a. Rangkaian utama/tenaga

b. Rangkaian kontrol.

Gambar 8. Dasar Rangkaian Pengontrolan.

Agar kontaktor magnet dapat bekerja/terenergi, maka coil/kumparan kontaktor magnet harus terhubung dengan tegangan listrik sesuai besaran nominalnya. Untuk menghubungkan /memutus tegangan ke coil digunakan tombol tekan NO dan tombol tekan NC. Tombol tekan hanya bekerja sesaat, agar tegangan tetap ada pada coil, maka digunakan kontak NO sebagai pengunci tegangan pada coil/kumparan. Jadi rangkaian kontrol arus ini adalah

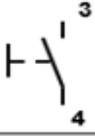
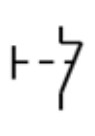
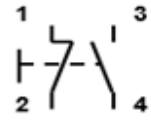
bekerja untuk mengaktifkan alat kontrol motor (tenaga) yang arus listriknya relatif kecil, artinya dengan arus kontrol yang relatif kecil dapat menghidupkan/mematikan motor listrik (Tenaga) yang arus listriknya besar.

4. Simbol-Simbol Pengontrolan Dengan Elektromekanik.

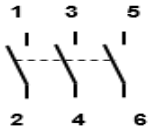
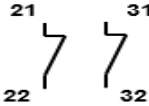
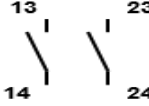
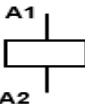
Untuk merancang/menggambarkan suatu instalasi pengontrolan motor listrik, biasanya digambarkan dalam bentuk simbol. Ada beberapa standar simbol dalam pengontrolan motor listrik, pada modul ini digunakan simbol dari standar Jerman. Untuk dapat digunakan pada perencanaan pengontrolan motor listrik, maka setiap simbol di bawah ini harus dipahami cara kerjanya. Lengkapilah tabel simbol alat di bawah ini dengan benar.

Tabel 14. Simbol Alat Pengontrolan Listrik

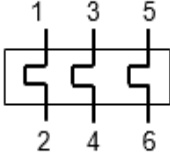
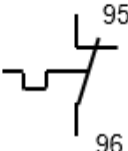
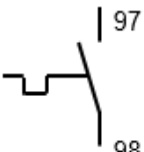
1. Tombol Tekan .

NO	NAMA	SIMBOL	KETERANGAN	
			Blm ditekan	Saat ditekan
1	Normally Open (NO)			
2	Normally Close (NC)			
3	NO + NC			

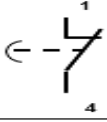
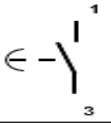
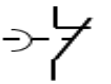
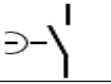
2. Kontaktor Magnet.

NO	NAMA	SIMBOL	KETERANGAN	
			Tidak Bertegangan	Bertegangan
1	Kontak Utama			
2	Kontak Bantu Normally Close (NC)			
3	Kontak Bantu Normally Open (NO)			
4	Coil (K)			

2. Thermal Over load Relay (TOR)

NAMA	SIMBOL	KETERANGAN	
		Arus Normal	Saat Arus Lebih
Terminal input/ Terminal Output			
Kontak Normally Close (NC)			
Kontak Normally Open (NO)			

3. Saklar Waktu (Time Relay) : On Delay dan Off Delay

NAMA	SIMBOL	KETERANGAN	
		Tidak bertegangan	Bertegangan
Coil Timer (T)			
Kontak NC			
Kontak NO			
Coil Timer (T)			
Kontak NC			
Kontak NO			

D. Aktivitas Pembelajaran

Untuk mengetahui pemahaman materi tentang dasar instalasi pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik dilakukan dengan melalui curah pendapat, diskusi dan demonstrasi dengan menggunakan LK berikut ini

Lembaran Kerja 3.2 (LK 3.2)

Materi : Dasar Pengontrolan motor Listrik dengan Elektromekanik.

Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi tentang Dasar Pengontrolan Motor Listrik Dengan Elektromekanik.

1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan pengaman yang digunakan pada Instalasi Pengontrolan Motor Listrik dengan Elektromekanik !



2. Tuliskan pemahaman saudara tentang Plat Nama Motor Listrik !



3. Tuliskan pemahaman Saudara tentang simbol-simbol pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik, dan jelaskan prinsip kerjanya !

E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Latihan

1. Pengaman instalasi yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik adalah ...
2. Pengaman motor listrik dari beban yang melebihi daya motor dapat digunakan
3. Plat nama motor induksi 3 fasa seperti :

D – Motor	
220/380 V	31/18 A
7,5 KW	$\cos \varphi = 0,8$
1460 1/min	50 HZ
Isol. Kl. B	IP. 23

Tuliskan/Hitunglah besaran-besaran berikut bila motor dihubungkan dengan tegangan 3 fasa 220 V/380 V; 50 Hz.

- Hubungan kumparan motor : -----
- Tegangan nominal : -----
- Arus nominal : -----
- Daya out put (P_o) : -----
- Daya in put (P_i) : -----
- Putaran motor (n_r) : -----
- Putaran medan stator (n_s) : -----
- Jumlah pasang kutub (P) : -----

- i. Slip (S) : -----
- j. Effisiensi (η) : -----

F. Rangkuman

Instalasi pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik selalu dilengkapi dengan pengaman yang terdiri dari : pengaman instalasi dan pengaman motor listrik itu sendiri. Guna pengaman ini adalah untuk menjaga instalasi dan beban listrik dari kerusakan bila terjadi perubahan pada tegangan listrik dan beban mekanik motor.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat menentukan jenis dan besar nominal pengaman instalasi yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
2. Dapat menentukan jenis dan besar nominal saklar pemisah yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
3. Dapat menentukan jenis dan besar nominal kontaktor magnet yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
4. Dapat menentukan jenis dan besar nominal pengaman motor listrik yang digunakan pada instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, bila arus motor listrik diketahui.
5. Dapat menentukan komponen kontrol yang digunakan pada suatu pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik.

Tindak Lanjut :

2. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar.
3. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar.
4. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3.

Analisis Pengontrolan Motor Listrik Non Pemrograman.

A. Tujuan.

Setelah membaca materi analisis pengontrolan motor listrik non pemrograman ini, peserta diklat mampu :

1. Menganalisis diagram signal pada suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet dengan baik.
2. Menemukan kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet dengan benar.
3. Memberikan solusi untuk mengatasi kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet dengan tepat dan ekonomis.
4. Menentukan jumlah kontak yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet dengan tepat.
5. Menentukan jumlah kontaktor magnet utama dan kontaktor magnet bantu yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan motor listrik dengan tepat.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

1. Menganalisis diagram signal pada suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
2. Menemukan kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
3. Memberikan solusi untuk mengatasi kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
4. Menentukan jumlah kontak yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
5. Menentukan jumlah kontaktor magnet utama dan kontaktor magnet bantu yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan motor listrik.

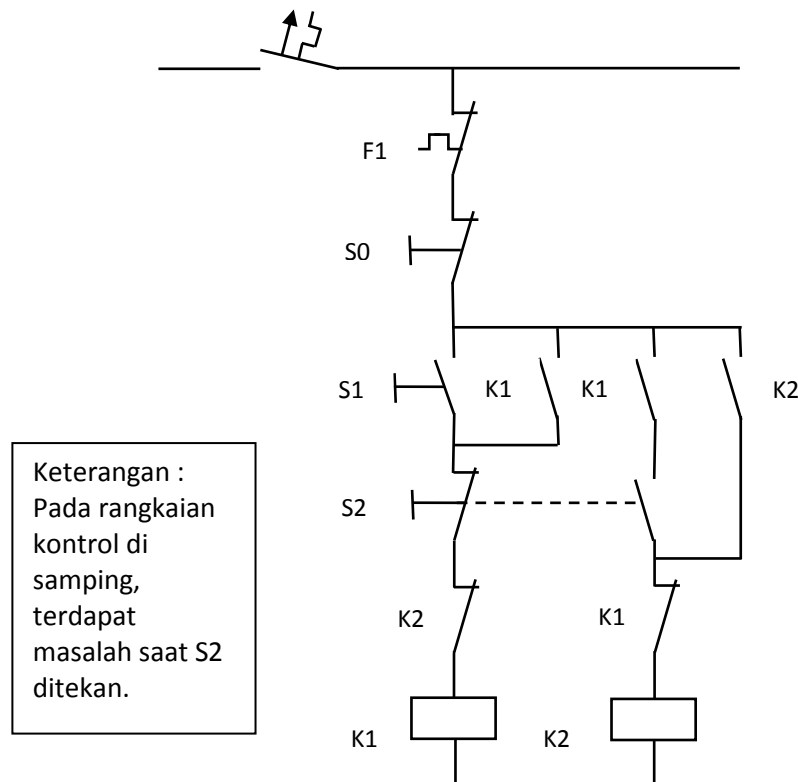
C. Uraian Materi.

1. Analisis Rangkaian Kontrol Arus.

Untuk merencanakan suatu pengontrolan motor listrik dengan kontaktor magnet, harus dipastikan rangkaian kontrol yang dibuat dapat bekerja dengan baik/handal bila dioperasikan. Ada kalanya rangkaian kontrol bekerja saat tertentu, dan tidak bekerja saat lain, berarti rangkaian kontrol yang dibuat belum baik/handal dan perlu digunakan **kontaktor magnet bantu** untuk memastikan rangkaian kontrol arus bekerja dengan baik/handal. Untuk jelasnya dapat dipelajari beberapa rangkaian kontrol arus yang mengontrol rangkaian utama/beban.

a. Rangkaian kontrol arus untuk motor listrik dua arah putaran

Pada rangkaian kontrol arus di bawah ini diharapkan dapat mengontrol motor listrik yang bekerja dengan putaran kiri terlebih dahulu melalui kontaktor magnet K1, setelah putaran kiri baru boleh bekerja dengan putaran kanan melalui kontaktor magnet K2. Untuk mengontrol putaran motor ini digunakan dua buah kontaktor magnet.

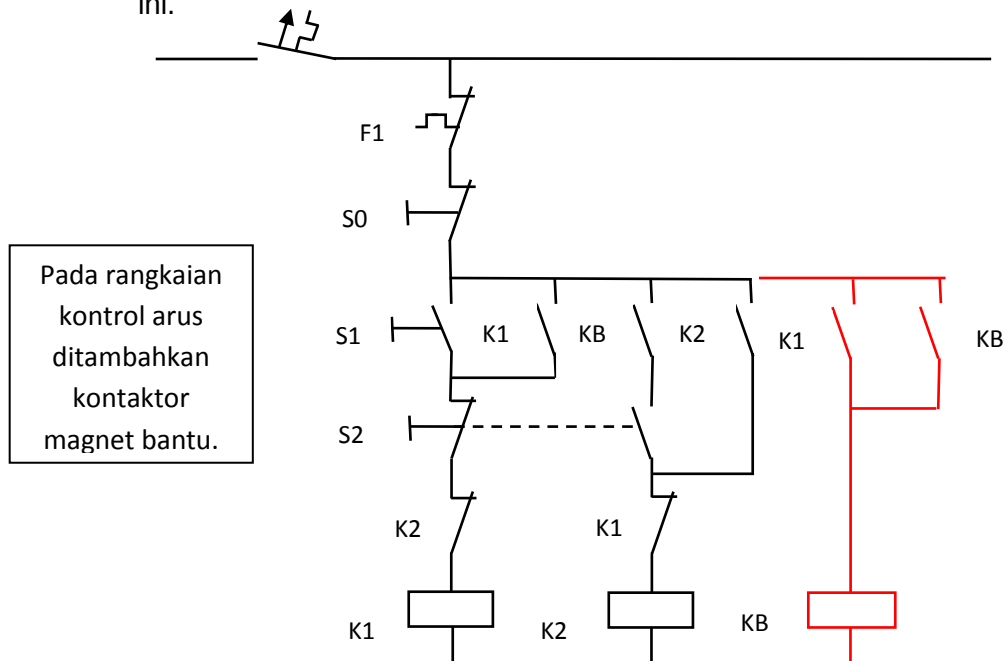


Gambar 9. Rangkaian kontrol arus putar kiri dan kanan (1)

Tabel 15. Analisis Rangkaian Kontrol Arus Dengan Type 1

No	Komponen	Signal Kontak										
		S0	S1	S2 NC	S2 NO	Coil K1	13-14 K1	21-22 K1	23-24 K1	Coil K2	21-22 K2	13-14 K2
1	S1 ditekan											
2	S2 ditekan											
3	S0 ditekan											

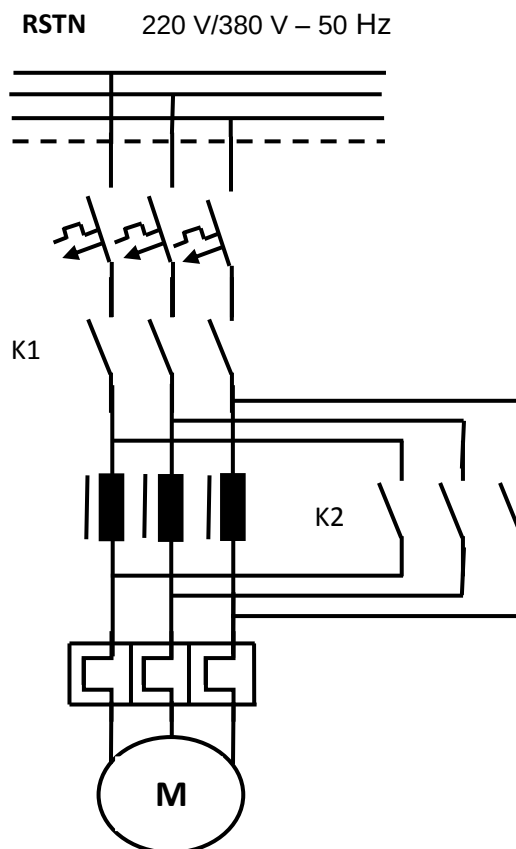
Agar pengontrolan motor listrik putar kiri dan putar kanan dapat bekerja dengan baik tanpa ada masalah, maka pada rangkaian kontrol arus ditambahkan satu buah kontaktor magnet bantu, seperti gambar di bawah ini.



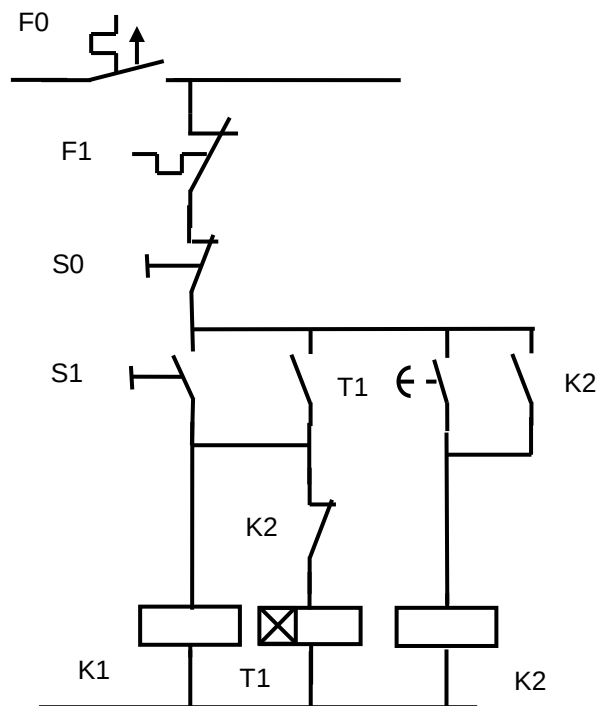
Gambar 10. Rangkaian kontrol arus putar kiri dan kanan (2)

b. Analisis Rangkaian kontrol Arus Pada Pengasutan Motor Listrik Dengan Tahanan.

Motor listrik 3 fasa biasanya menggunakan arus listrik yang lebih besar saat awal bekerja (Starting), karena motor listrik memiliki kumparan/lilitan yang terbuat dari inti besi yang dililit oleh kawat email. Jadi untuk mengurangi arus awal dari motor listrik ini, salah satu dapat menggunakan tahanan yang terhubung seri dengan kumparan motor. Untuk mengontrol motor starting dengan tahanan mula menggunakan 2 buah kontaktor magnet. Agar pengontrolan dapat berjalan dengan baik, maka saat starting yang bekerja adalah kontaktor magnet K1 terlebih dahulu baru bekerja kontaktor magnet K2.



Gambar 11. Rangkaian Utama/Tenaga Starting Motor Dengan Tahanan.



Gambar 12. Rangkaian Kontrol Arus Pengasutan Motor Listrik (1)

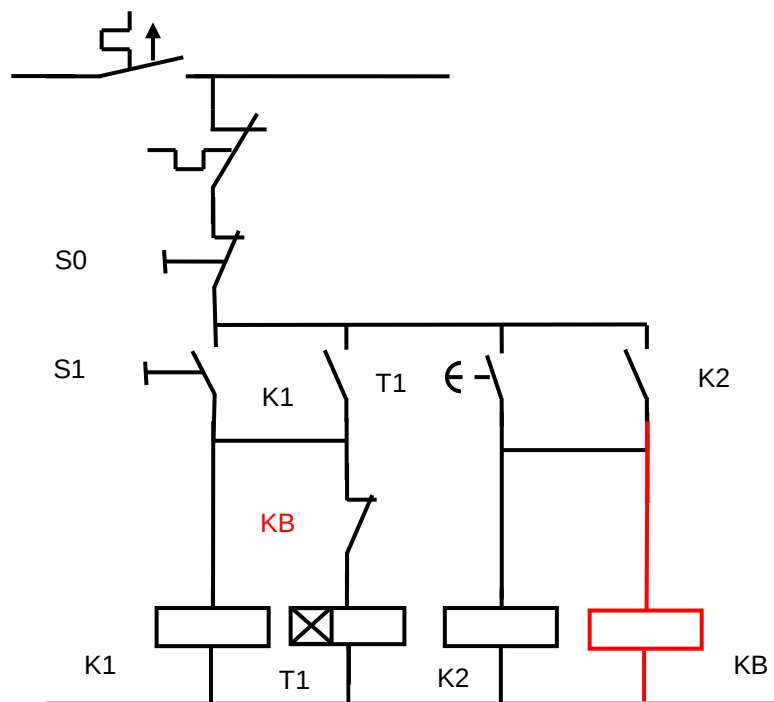
Tabel 16. Analisis Rangkaian Kontrol Arus Dengan Diagram Signal Type 2

No	Kode Kontak/Coil	Impuls Diagram
1	S0	
2	S1	
3	K1 (Coil)	
4	K1 (13-14)	
5	T (t = 2 s)	
6	T (NO)	
7	K2	
8	K2 (21-22)	
9	K2 (13- 14)	

Bila dianalisis rangkaian kontrol arus di atas, terdapat suatu masalah yang mana kemungkinan kontak NC pada K2 bekerja membuka terlebih

dahulu sebelum kontak NO K2 (pengunci) bekerja/terhubung tergantung kualitas kontaktor magnet yang dipakai. Bila hal ini terjadi rangkaian kontrol tidak dapat bekerja dengan baik.

Agar pengontrolan pengasutan motor listrik dapat berjalan dengan baik, maka sebaiknya digunakan kontaktor magnet bantu (KB) seperti gambar di bawah ini.



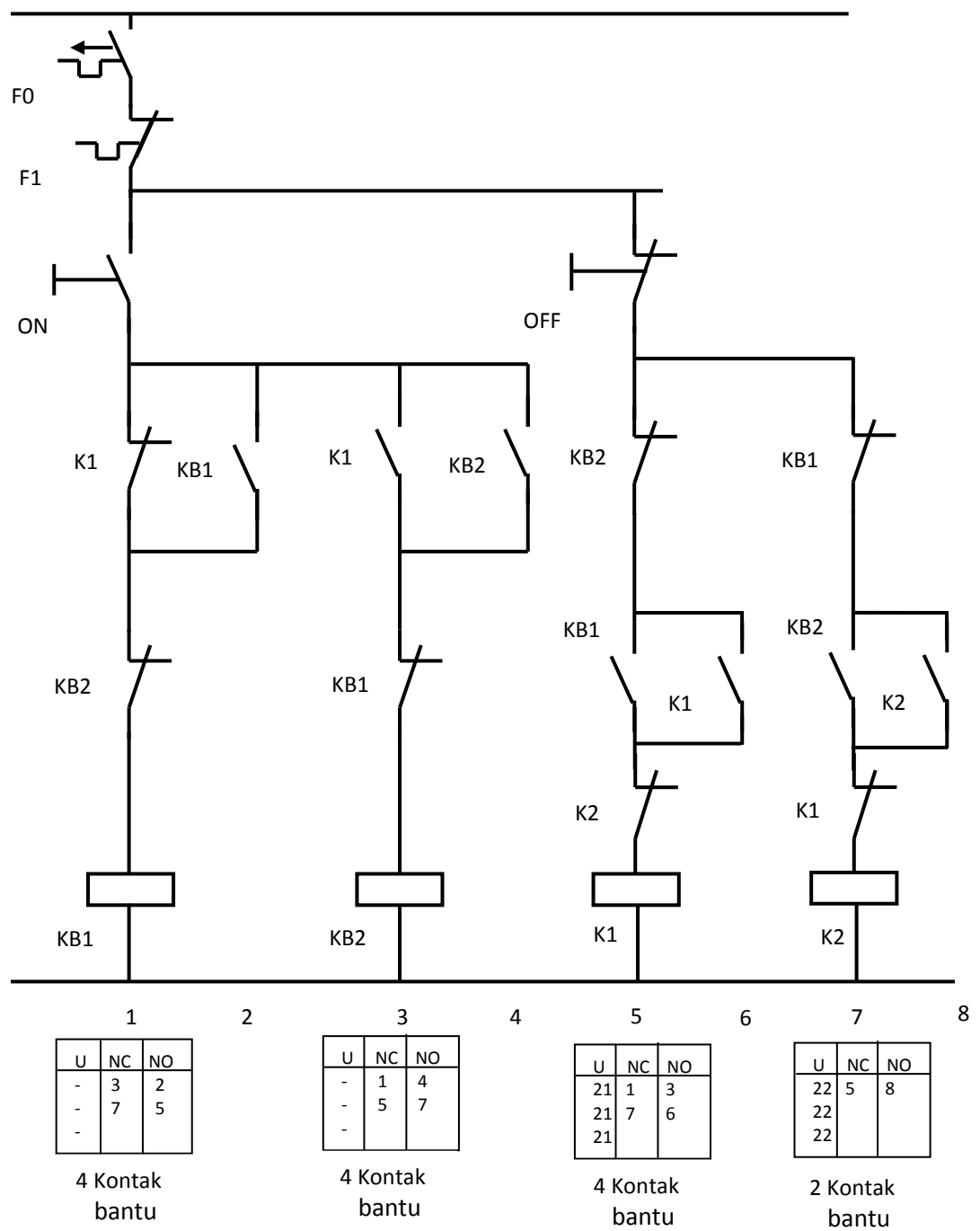
Gambar 13. Rangkaian Kontrol Arus Pengasutan Motor Listrik (2)

Dengan tambahan kontaktor magnet bantu KB, maka kontaktor magnet K2 pasti bekerja terlebih dahulu baru kontak NC dari KB akan memutuskan rangkaian time relay, sehingga rangkaian pengontrolan pengasutan motor listrik bekerja normal.

2. Menentukan Jumlah Kontak Utama dan Bantu Dari Kontaktor Magnet

Rangkaian pengontrolan motor listrik adakalanya membutuhkan kontak bantu yang lebih banyak dari yang biasa, untuk itu perlu dianalisis berapa jumlah kontak bantu yang dibutuhkan. Untuk pengontrolan yang rumit dan membutuhkan beberapa kontaktor magnet, maka kontak bantu

yang dipakai akan lebih banyak. Menentukan jumlah kontak bantu yang dibutuhkan pada suatu rangkaian pengontrolan dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 14.Cara menghitung jumlah kontak yang digunakan.

D. Aktifitas Pembelajaran.

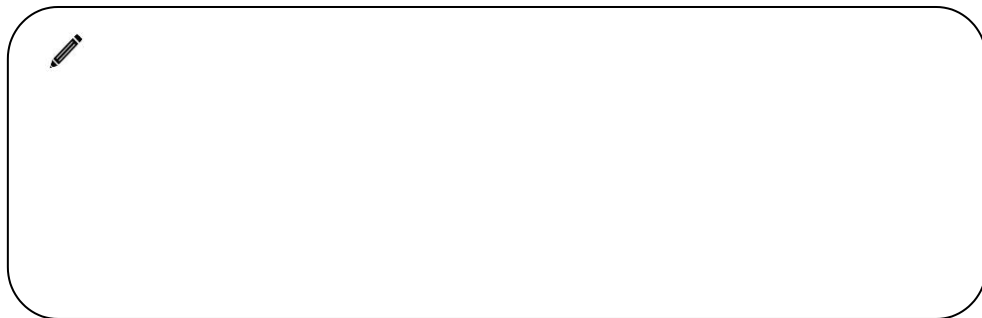
Untuk mengetahui pemahaman materi tentang Analisis Pengontrolan Motor Listrik Dengan Elektromekanik dilakukan dengan melalui curah pendapat, diskusi dengan menggunakan LK berikut ini

Lembaran Kerja 3.3 (LK. 3.3)

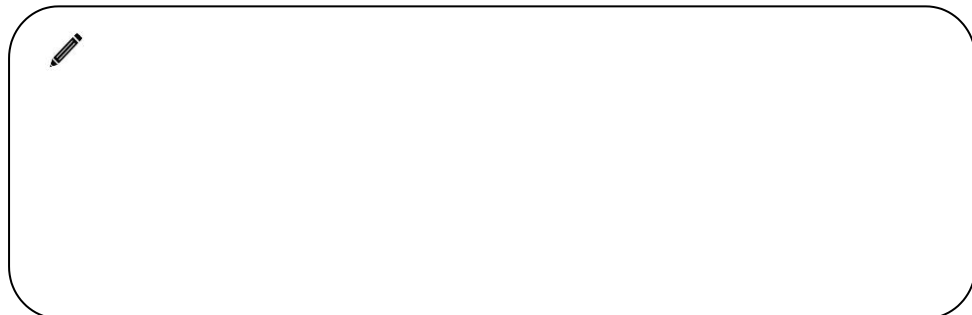
Materi : Analisis Pengontrolan Motor Listrik dengan Elektromekanik.

Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi Gambaran Umum Analisis Pengontrolan Motor Listrik Dengan Elektromekanik.

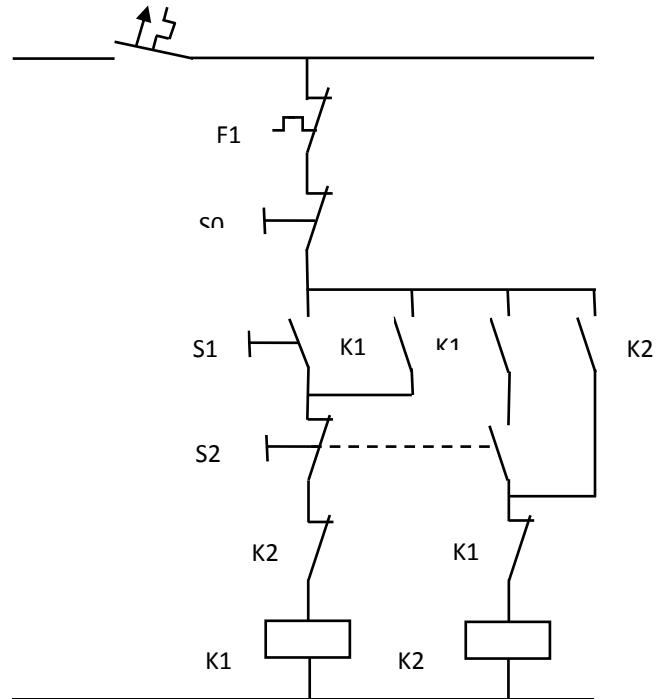
1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan diagram signal suatu rangkaian pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik !



2. Tuliskan cara menentukan jumlah kontak yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik i !



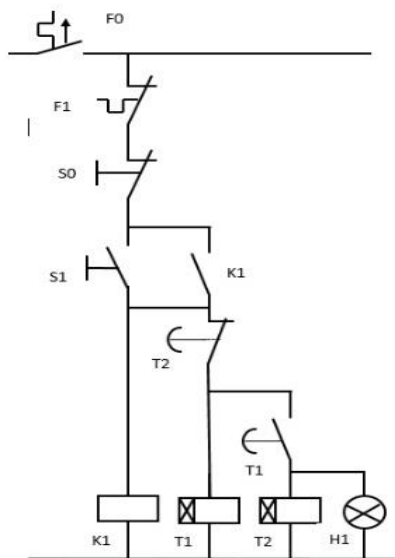
3. Tuliskan masalah yang mungkin terjadi pada rangkaian kontrol arus di bawah ini !



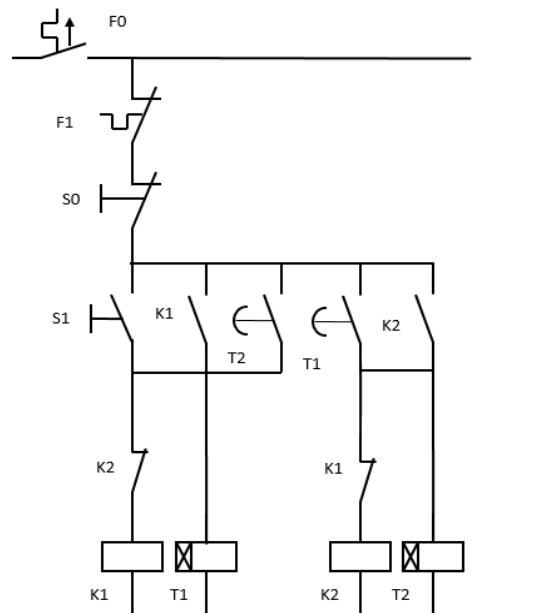
E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Latihan

1. Gambarkanlah signal diagram kerja rangkaian kontrol listrik dari gambar kontrol arus di bawah ini.



2. Jelaskanlah kelemahan rangkaian kontrol arus di bawah ini yang menghidupkan dua buah kontaktor magnet bekerja bergantian secara otomatis.



F. Rangkuman.

Untuk merencanakan suatu pengontrolan motor listrik dengan kontaktor magnet, harus dipastikan rangkaian kontrol yang dibuat dapat bekerja dengan baik/handal bila dioperasikan. Ada kalanya rangkaian kontrol bekerja saat tertentu, dan tidak bekerja saat lain, berarti rangkaian kontrol yang dibuat belum baik/handal dan perlu digunakan **kontaktor magnet bantu** untuk memastikan rangkaian kontrol arus bekerja dengan baik/handal.

Kontaktor magnet yang berkualitas (baik) mempunyai kedudukan kontak bantu Normally Close (NC) akan terbuka terlebih dahulu, baru kontak Normally Open (NO) menutup.

Time relay elektronik tidak dianjurkan terhubung dengan tegangan listrik pada saat rangkaian kontrol sudah pada posisi bekerja (running). Kontak dari time relay **Off Delay** akan kembali ke posisi semula, bila tegangan listrik terputus ke kumparnya.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.

Umpan Balik :

1. Dapat menganalisis diagram signal pada suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
2. Dapat menemukan kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
3. Dapat memberikan solusi untuk mengatasi kelemahan suatu rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
4. Dapat menentukan jumlah kontak yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet.
5. Dapat menentukan jumlah kontaktor magnet utama dan kontaktor magnet bantu yang dibutuhkan pada suatu pengontrolan motor listrik.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik/Non Pemrograman

A. Tujuan

Setelah membaca materi merencanakan pengontrolan motor listrik elektromekanik/non pemrograman ini, peserta diklat mampu :

1. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan dua buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan sesuai kebutuhan dengan benar.
2. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan tiga buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik dengan benar.
3. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan empat buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi dengan tepat.
4. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik yang menggunakan kontaktor magnet dan time relay untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik dengan tepat.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

1. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan dua buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan sesuai kebutuhan.
2. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan tiga buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik.
3. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan empat buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi.
4. Merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik yang menggunakan kontaktor magnet dan time relay untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik.

C. Uraian Materi

1. Mengkreasi Pengontrolan Motor Listrik.

Mengkreasi suatu pengontrolan motor listrik dapat dilakukan jika prinsip kerja yang dibutuhkan dari motor listrik tersebut dapat diketahui. Contoh sederhana sebuah mesin bor digerakkan oleh motor listrik yang bekerja dan berhenti bekerja dengan dikontrol oleh satu kontaktor magnet, tombol tekan NC dan tombol tekan NO serta dilengkapi dengan pengamanan rangkaian/instalasi dan pengamanan motor listrik.

Pengontrolan dapat dilakukan pada satu unit motor listrik atau beberapa unit motor listrik yang kerjanya saling berhubungan antara motor listrik yang satu dengan motor listrik yang lain. Pada modul ini direncanakan pengontrolan motor listrik mulai dari yang sederhana sampai pada yang relatif rumit.

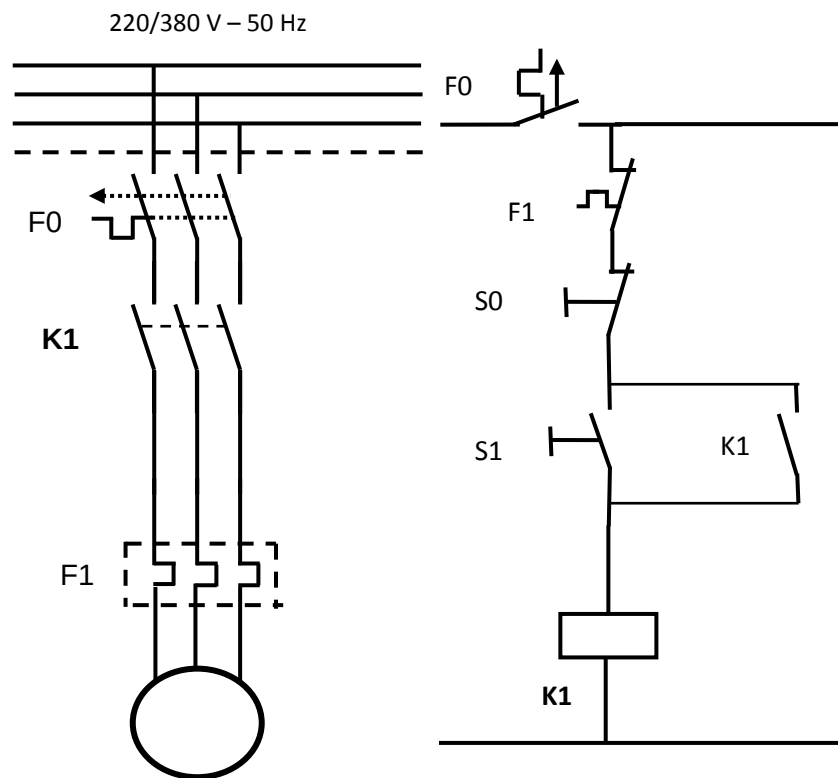
Untuk dapat mengkreasi/merancang sebuah pengontrolan motor listrik diperlukan latihan yang banyak, maka pada modul ini akan disajikan dengan masalah-masalah pengontrolan motor listrik yang dilengkapi dengan langkah-langkah perencanaan. Dengan mengamati langkah-langkah perencanaan peserta diklat dapat memahami perencanaan suatu rangkaian kontrol motor listrik sesuai prinsip kerja pengontrolan motor yang dibutuhkan. Agar rangkaian kontrol yang dibuat dapat dipergunakan untuk aplikasi, maka sebaiknya rangkain kontrol yang dibuat dicoba di laboratorium pengontrolan motor listrik untuk memastikan fungsinya sesuai dengan keinginan.

a. Masalah pengontrolan dengan satu buah kontaktor magnet.

Satu unit motor listrik dikontrol oleh satu buah kontaktor magnet. Untuk pengontrolan dengan kontaktor magnet dibutuhkan alat bantu pengontrolan seperti : tombol tekan Normally Close (NC) untuk Stop/mati (OFF) dan tombol tekan Normally Open (NO) untuk kerja/hidup serta pengamanan instalasi pengontrolan (MCB) dan pengamanan beban lebih Thermal Over load Relay (TOR).

Untuk merancang rangkaian kontrol suatu instalasi motor listrik, terlebih dahulu diketahui prinsip kerja dan rangkaian tenaga/utama. Rangkaian pengontrolan motor listrik yang hanya membutuhkan motor listrik bekerja

(ON) dan motor listrik berhenti (OFF), maka dapat dirancang sebagai berikut :



a. Rangkaian tenaga

b. Rangkaian kontrol arus

Gambar 15. Perencanaan pengontrolan motor listrik sederhana.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

- 1) Tegangan listrik tersedia pada jaringan dan MCB terhubung.
- 2) Saat tombol tekan S1 (ON) ditekan, maka coil K1 akan mendapat tegangan, dan kontaktor magnet bekerja menghubungkan motor listrik dengan sumber tegangan.
- 3) Apabila tombol tekan S1 dilepas maka, kontaktor magnet akan terbuka kembali dan motor listrik akan terputus dengan tegangan listrik. (tanpa kontak NO dari kontaktor magnet K1)
- 4) Agar motor listrik dapat bekerja normal, maka pada rangkaian kontrol dilengkapi dengan kontak bantu NO yang terhubung paralel dengan tombol tekan S1 (ON).
- 5) Untuk memutuskan rangkaian digunakan tombol tekan S0 (OFF).

b. Masalah pengontrolan dengan dua kontaktor magnet.

Motor listrik dapat bekerja dengan dua arah putaran, yaitu putaran arah kiri dan putaran arah kanan. Motor listrik putar arah kiri-kanan, biasanya digunakan untuk menutup/membuka pintu atau untuk alat angkat beban. Pengontrolan motor listrik seperti ini terdiri dari dua posisi, posisi pertama arah kanan dan posisi kedua arah kiri. Untuk itu pengontrolan membutuhkan dua buah kontaktor magnet dan alat bantu lainnya, seperti; tombol tekan, pengaman instalasi dan pengaman beban/motor. Motor listrik tiga fasa berputar dua arah dengan menukarkan fasa yang satu dengan yang lainnya, dan motor listrik satu fasa dapat bekerja dua arah putaran dengan membalik arah kumparan bantu atau kumparan utama. Untuk jelasnya dapat diamati gambar di bawah ini.

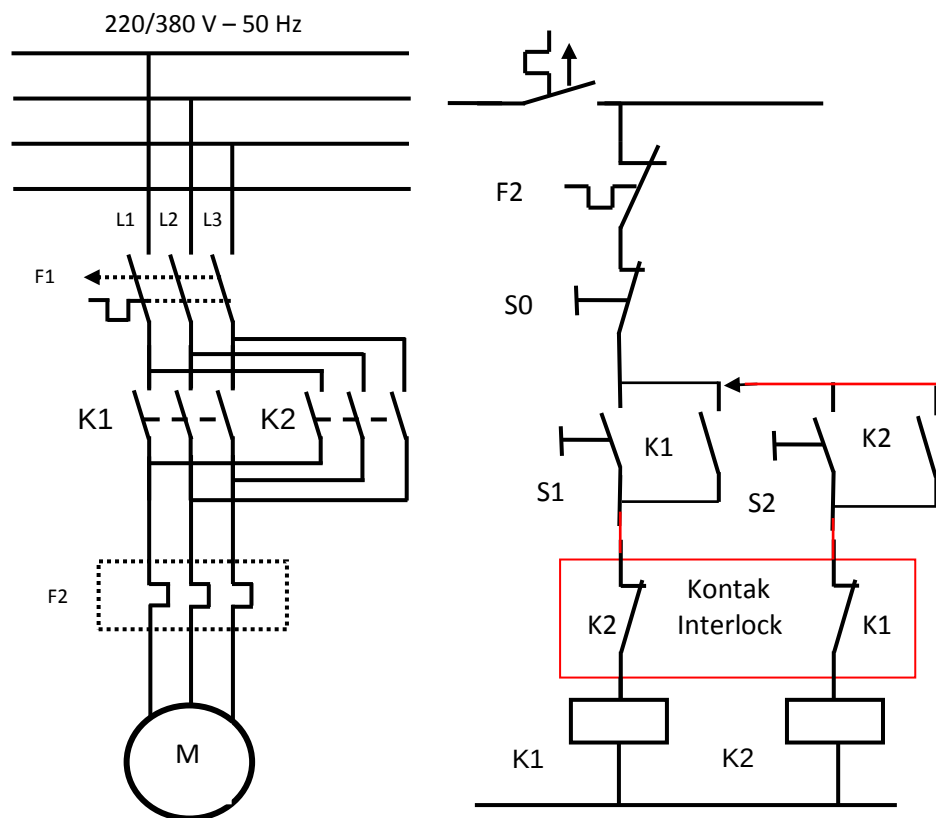
1) Kontrol motor listrik dua arah putaran secara tidak langsung.

Dasar perencanaan pengontrolan motor listrik dua arah putaran adalah rangkaian pengontrolan yang menggunakan satu buah kontaktor magnet. Disarankan tanpa melihat gambar pengontrolan dua arah putaran, rencanakanlah pengontrolan motor listrik dua arah putaran secara langsung.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol:

- a) Gambarkan terlebih dulu rangkaian kontrol dengan satu kontaktor magnet untuk posisi pertama (putaran arah kiri).
- b) Untuk posisi kedua, ditambahkan satu buah kontaktor magnet yang dihubungkan setelah tombol tekan stop (S0) yang dilengkapi dengan tombol tekan untuk kontaktor magnet kedua (perhatikan tanda panah).
- c) Kontaktor magnet satu dan kontaktor magnet dua pada pengontrolan motor listrik dua arah putaran tidak boleh terhubung dengan tegangan listrik pada waktu yang bersamaan, hal ini dapat mengakibatkan hubung singkat pada rangkaian utama/tenaga.

- d) Agar kontaktor magnet K1 dan kontaktor magnet K2 tidak terhubung pada waktu yang bersamaan, maka dapat digunakan kontak bantu NC dari K1 dan K2 (kontak interlock)
- e) Tegangan listrik tersedia pada jaringan dan MCB terhubung.
- f) Tombol tekan S1 ditekan sesaat, maka kontaktor magnet K1 bekerja untuk motor listrik putaran kiri.
- g) Tombol tekan S2 ditekan sesaat K2 tidak dapat bekerja karena ada kontak interlock antara K1 dengan K2. Jadi harus terlebih dulu "OFF" melalui tombol kekan S0, baru S2 ditekan sesaat, K2 bekerja untuk motor listrik putaran kanan.
- h) Untuk memutuskan rangkaian digunakan tombol tekan S0 (OFF)



a. Rangkaian utama/tenaga

b. Rangkaian kontrol arus.

Gambar 16 . Perencanaan instalasi motor listrik dua arah putaran

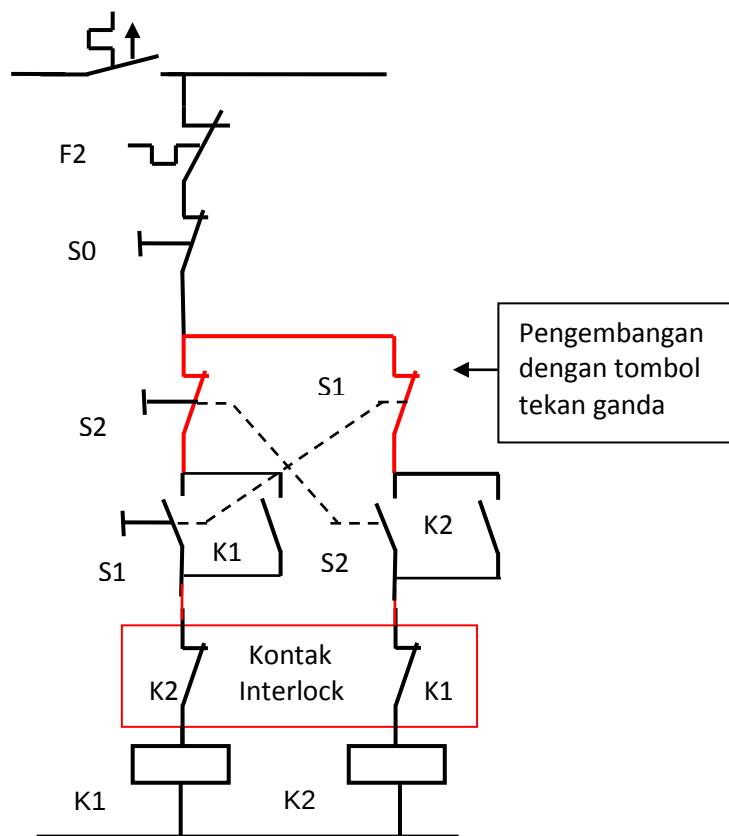
2) Kontrol motor listrik dua arah putaran secara langsung.

Agar motor listrik dapat membalik arah putaran secara langsung, maka perlu pengembangan rangkaian kontrol motor dua arah secara langsung di atas. Dengan menggunakan tombol tekan untuk S1 dan S2 dapat menghubungkan dan memutuskan rangkaian. Jadi S1 dan S2 digunakan tombol tekan ganda yang terdiri dari satu kontak NC dan satu kontak NO.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

Dari rangkaian kontrol motor listrik dua arah putaran secara tidak langsung dan tanpa melihat gambar yang sudah jadi dimodul ini, rencanakanlah pengontrolan motor listrik dua arah putaran secara langsung :

- a) Kontak NC dari tombol tekan ganda S1 digunakan untuk memutuskan rangkain kontaktor magnet dua (K2), dan kontak NC dari tombol tekan ganda S2 digunakan untuk memutuskan rangkainian kontaktor magnet satu (K1).
- b) Saat tombol tekan ganda S1 ditekan kontaktor magnet K1 bekerja menghubungkan motor listrik berputar arah kanan.
- c) Saat tombol tekan S2 ditekan kontaktor magnet untuk putaran arah kanan terputus melalui kontak NC dari S2, dan kontak NO dari S2 menghubungkan kontaktor magnet dua K2 untuk menghubungkan motor listrik putaran arah kiri secara langsung.
- d) Untuk stop digunakan tombol tekan S0.
- e) Sebelum melihat gambar rangkaian kontrol berikut ini, rencanakanlah rangkaian pengontrolan motor listrik dua arah putaran secara langsung (motor listrik berputar arah kiri dan arah kanan secara langsung tanpa stop).



Gambar 17. Rangkaian kontrol arus motor dua arah putaran secara langsung

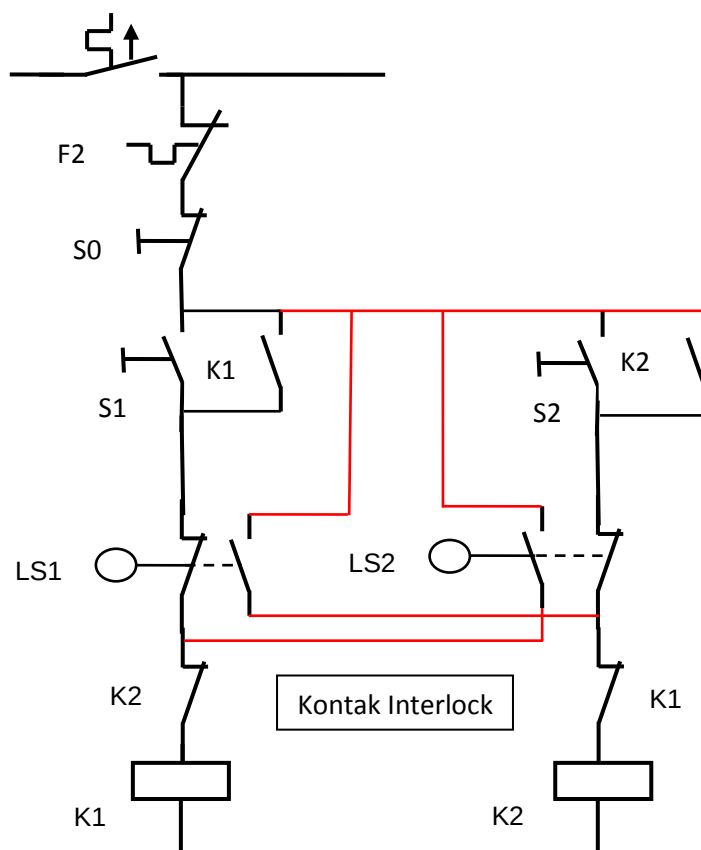
3) Kontrol motor listrik dua arah putaran secara langsung dengan limit switch (saklar pembatas).

Rangkaian kontrol arus menggunakan saklar limit switch (LS) untuk membatasi putaran motor arah kanan dan putaran motor arah kiri, maka rangkaian kontrol dapat otomatis memutuskan rangkaian bila limit switch tersentuh oleh gerakan motor listrik yang dikontrol. Tanpa melihat gambar yang sudah jadi, rencanakanlah terlebih dahulu pengontrolan motor listrik dua arah putaran dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

- Perhatikan rangkaian kontrol arus dua arah putaran secara tidak langsung (gambar 12).

- b) Limit switch (LS) digunakan untuk membatasi gerakan putaran motor listrik atau membuat motor listrik berhenti.
- c) Gunakan limit switch (LS) yang terdiri dari kontak NC dan NO, yang mana NO untuk menghubungkan rangkaian yang satu, dan kontak NC memutuskan rangkaian yang lain.
- d) Untuk memuruskan rangkaian, maka secara umum kontak NC dihubungkan seri dengan kumparan kontaktor magnet.
- e) Saat tombol tekan S1 ditekan motor listrik berputar menuju arah kanan, bila menyentuh limit switch LS motor akan berhenti. Dan untuk menggerakkan motor ke arah kiri digunakan kontak NO dari tombol tekan S2.
- f) Untuk stop digunakan tombol tekan S0 Normally Close (NC).



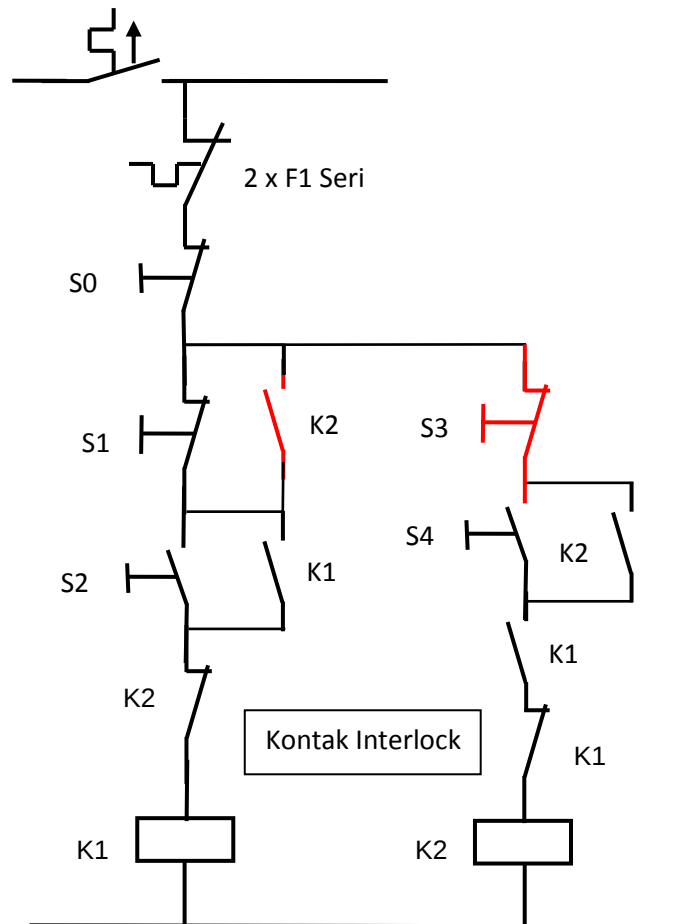
Gambar 18. Rangkaian kontrol motor listrik dua arah putaran secara langsung dengan limit switch.

4) Kontrol dua unit motor listrik bekerja berurutan

Untuk keperluan tertentu ada kalanya pengontrolan motor listrik bekerja berurutan sesuai tuntutan kerja mesin. Motor listrik bekerja berurutan yang dimaksud pada modul ini adalah: awalnya motor listrik pertama yang bekerja/beroperasi melalui kontaktor magnet satu (K1), setelah itu baru dapat bekerja motor listrik kedua melalui kontaktor magnet dua (K2). Untuk keadaan stop/berhenti harus terlebih dahulu motor listrik kedua, setelah itu baru dapat motor listrik pertama berhenti. Tanpa melihat gambar yang sudah jadi, rencanakanlah terlebih dahulu pengontrolan dua buah motor listrik bekerja berurutan dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

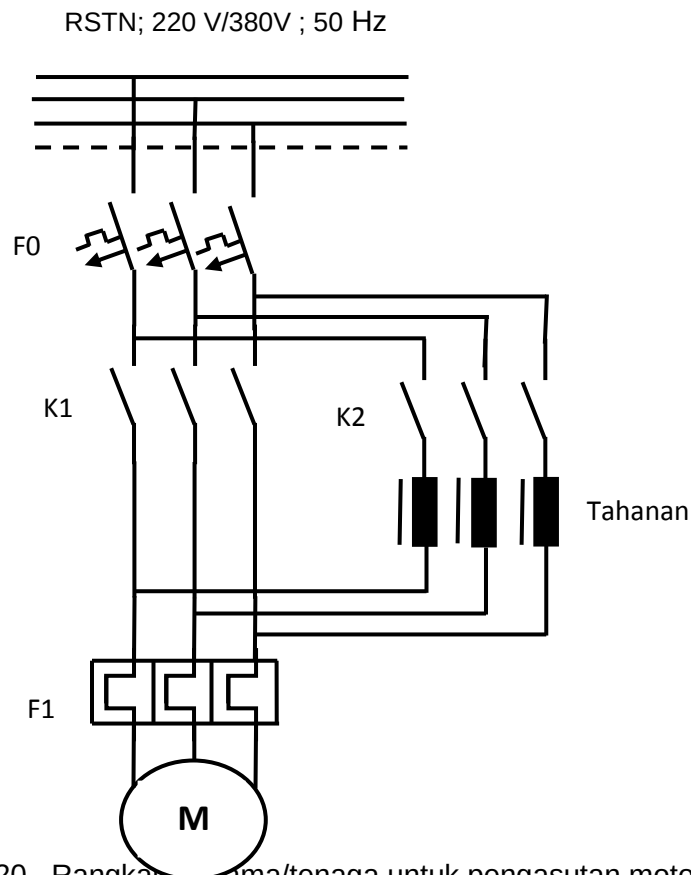
- a) Dari rangkaian kontrol arus dengan satu buah kontaktor magnet (K1), ditambah satu lagi rangkaian kontaktor magnet untuk motor listrik kedua (K2). Agar kedua rangkaian kontaktor magnet dapat berhenti ditambahkan satu tombol tekan stop S0 dan dua buah kontak dari pengaman motor listrik.
- b) Agar K2 tidak dapat bekerja sebelum K1 bekerja, maka kontak NO dari K1 diserikan dengan rangkaian K2.
- c) Untuk stop harus dimulai dari rangkaian K2, untuk itu kontak NO dari K2 dihubungkan paralel dengan tombol stop (S1) rangkaian kontaktor magnet K1.
- d) Jadi rangkaian bekerja dengan motor listrik pertama lebih dahulu hidup, baru motor listrik kedua.
- e) Untuk stop motor listrik kedua lebih dahulu, baru motor listrik pertama.



Gambar 19. Rangkaian kontrol motor listrik bekerja berurutan

5) Kontrol pengasutan motor listrik 3 fasa dengan tahanan.

Secara umum motor induksi tiga fasa menggunakan arus listrik yang relatif besar saat awal beroperasi (starting), hal ini terjadi untuk membangkitkan kemagnetan pada inti motor listrik tersebut. Untuk mengurangi arus awal (starting) pada motor induksi tiga fasa dapat digunakan dengan menghubungkan **tahanan depan** saat awal motor listrik beroperasi, setelah itu tahanan harus terlepas dari rangkaian motor listrik tersebut. Jadi saat awal bekerja rangkaian motor listrik terhubung melalui tahanan (K2 bekerja), setelah beberapa waktu rangkaian motor listrik terhubung melalui kontaktor magnet K1 (tanpa tahanan). Tanpa melihat gambar yang sudah jadi, rencanakanlah terlebih dahulu rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik dengan tahanan depan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

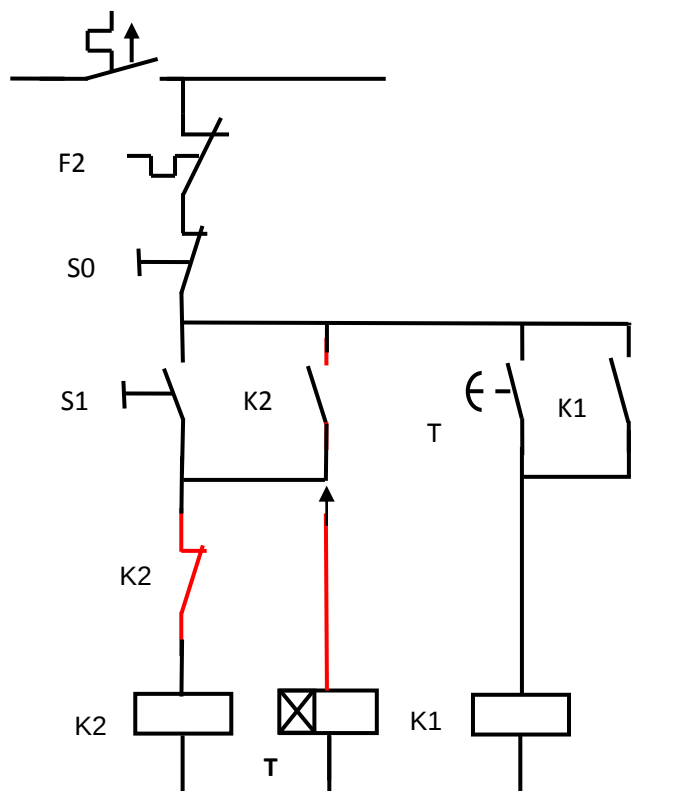


Gambar 20. Rangkaian utama/tenaga untuk pengasutan motor listrik dengan tahanan depan.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

- Dari rangkaian pengontrolan menggunakan satu buah kontaktor magnet (K1), ditambah satu lagi rangkaian kontaktor magnet (K2) sebagai rangkaian dengan tahanan pengasutan.
- Rencanakanlah rangkaian kontrol arus pengasutan yang bekerja dimulai dari rangkaian kontaktor magnet dua (K2) pengasutan, setelah waktu tertentu dapat bekerja rangkaian kontaktor magnet satu (K1) motor listrik running.
- Dengan menghubungkan time relay pada rangkaian yang bekerja pertama, maka rangkaian kedua dapat bekerja dengan bantuan kontak NO time relay.
- Tombol tekan S1 menghubungkan rangkaian tahanan pengasutan (K2), setelah waktu tertentu rangkaian kontaktor magnet satu (K1

-) bekerja (motor listrik running). Untuk itu time relay terhubung dengan rangkaian kontaktor magnet dua (K2).
- e) Jadi kontak NO dari time relay dipakai untuk menghubungkan kontaktor magnet satu (K1).
 - f) Time relay yang digunakan adalah time relay elektronik, maka saat rangkaian running time relay dan kontaktor magnet dua harus terputus (OFF).
 - g) Untuk stop digunakan tombol tekan S0 dengan kontak Normally Close (NC).



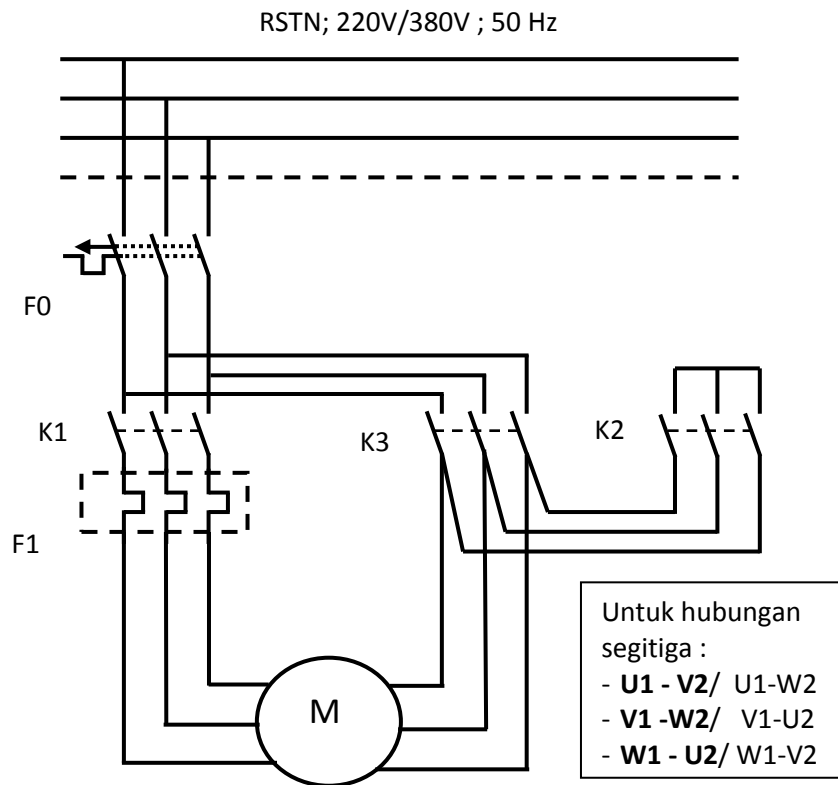
Gambar 21. Rangkaian kontrol Pengasutan motor listrik dengan tahanan

c. Masalah pengontrolan dengan tiga buah kontaktor magnet

Pengontrolan motor listrik yang menggunakan tiga buah kontaktor magnet sebagai kontak pengendali dapat diamati sebagai berikut :

1) Motor listrik 3 fasa starting bintang-running segitiga secara manual dan otomatis.

- a. Rangkaian utama/tenaga untuk pengontrolan motor listrik tiga fasa rotor sangkar dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 22 . Rangkaian utama/tenaga starting bintang-segitiga.

- b. Untuk menjalankan motor listrik induksi tiga fasa rotor sangkar starting bintang – running segitiga harus diperhatikan besar daya nominal motor, dan tegangan nominal satu fasa kumparan stator harus sama besarnya dengan tegangan line jaringan.

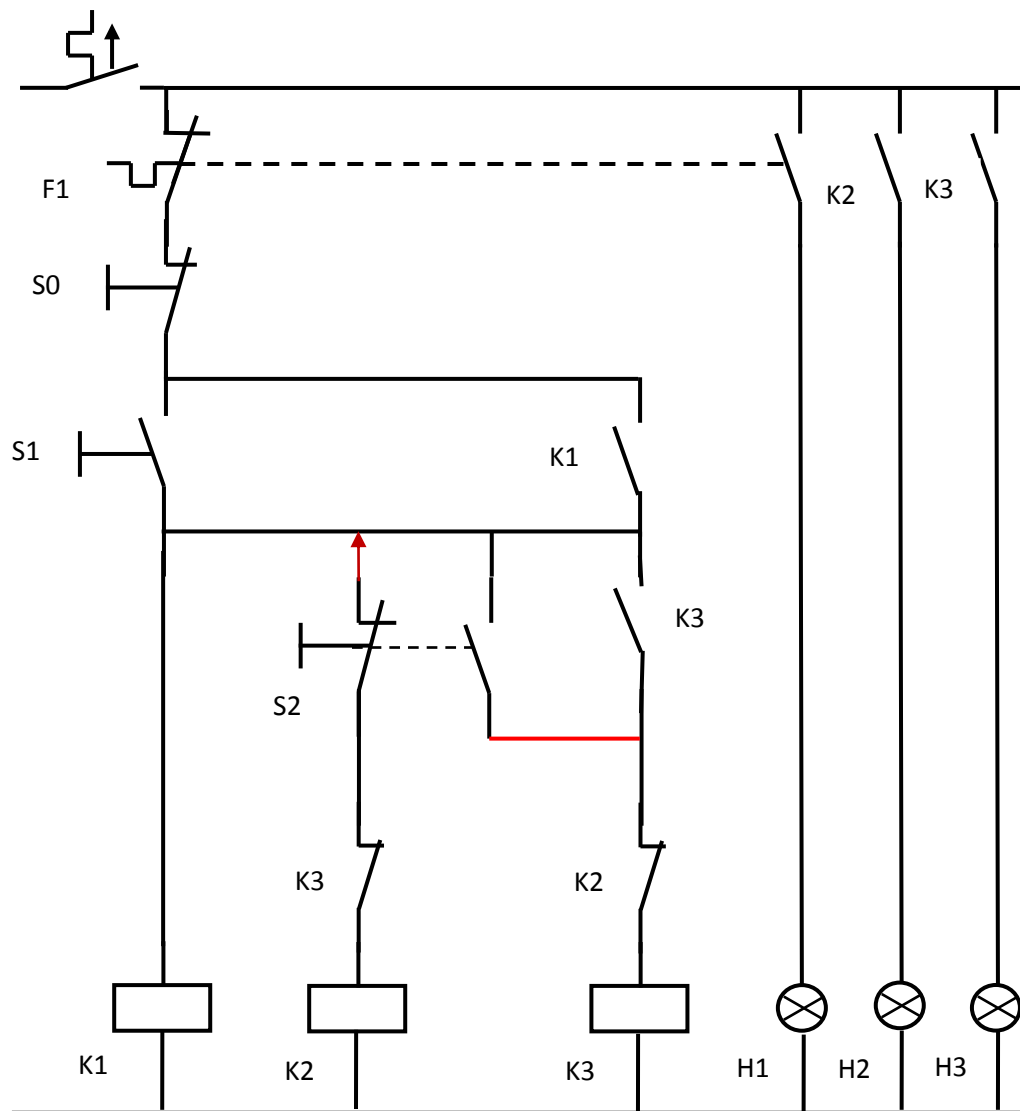
Kumparan stator motor saat starting dalam keadaan hubungan bintang, artinya kontaktor magnet utama K1 dan kontaktor magnet untuk hubungan bintang K2 bekerja. Untuk keadaan running kontaktor magnet utama dan kontaktor magnet hubungan segitiga (delta) bekerja. Pada saat hubungan bintang tegangan pada kumparan per fasa sekitar 58% dari tegangan nominal. Hal ini dapat memperkecil arus yang mengalir pada motor. Namun starting bintang-segitiga mempunyai kelemahan, yaitu terjadinya pemutusan

arus listrik ke motor saat pemindahan hubungan dari bintang ke segitiga. Untuk melakukan starting bintang-running segitiga dapat digunakan tiga buah kontaktor magnet. K1 kontaktor utama dan K2 kontak hubungan bintang ($K1 + K2 = \text{Hubungan bintang}$), dan K3 untuk hubungan segitiga ($K1 + K3 = \text{Hubungan segitiga}$).

Tanpa melihat rangkaian kontrol arus yang sudah jadi, rencanakanlah pengontrolan motor listrik starting bintang – running segitiga dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja kerja kontrol :

- a) Rangkaian pengontrolan dengan dua kontaktor magnet bekerja bersamaan, yaitu kontaktor magnet utama K1 dan kontaktor magnet untuk hubungan bintang K2 (K1 dan K2 bekerja)
- b) Dengan menggunakan tombol tekan ganda, kontak NC dari tombol tekan digunakan untuk memutuskan rangkaian K2, dan kontak NO digunakan untuk menghubungkan rangkaian K3.
- c) Sumber tegangan tiga fasa tersedia pada jaringan RSTN.
- d) Bila tombol tekan S1 ditekan (bekerja), kontaktor magnet 2 (K2) akan bekerja membuat hubungan bintang pada kumparan stator motor. Dalam waktu hampir bersamaan Kontaktor magnet 1 (K1) akan bekerja menghubungkan motor dengan jaringan tegangan, maka motor bekerja dalam hubungan bintang.
- e) Tombol tekan ganda S2 ditekan, maka rangkaian K2 terputus oleh kontak NC S2, dan kontak NO S2 menghubungkan rangkaian kontaktor magnet 3 (K3) motor terhubung segitiga (running).
- f) Untuk stop digunakan tombol tekan S0.



Gambar 23 . Rangkaian kontrol motor listrik 3 fasa
starting bintang-segitiga secara manual

- c. Rangkaian utama/tenaga starting bintang-running segitiga bekerja secara otomatis dapat dilihat seperti gambar rangkaian utama/tenaga di atas, dan untuk rangkaian kontrolnya dapat direncanakan seperti langkah-langkah perencanaan berikut ini.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

- Lihat rangkaian kontrol starting bintang-segitiga secara manual, fungsi dari tombol ganda S2 diganti dengan kontak NO time relay.
- Time relay terhubung dengan rangkaian kontaktor magnet (K1).

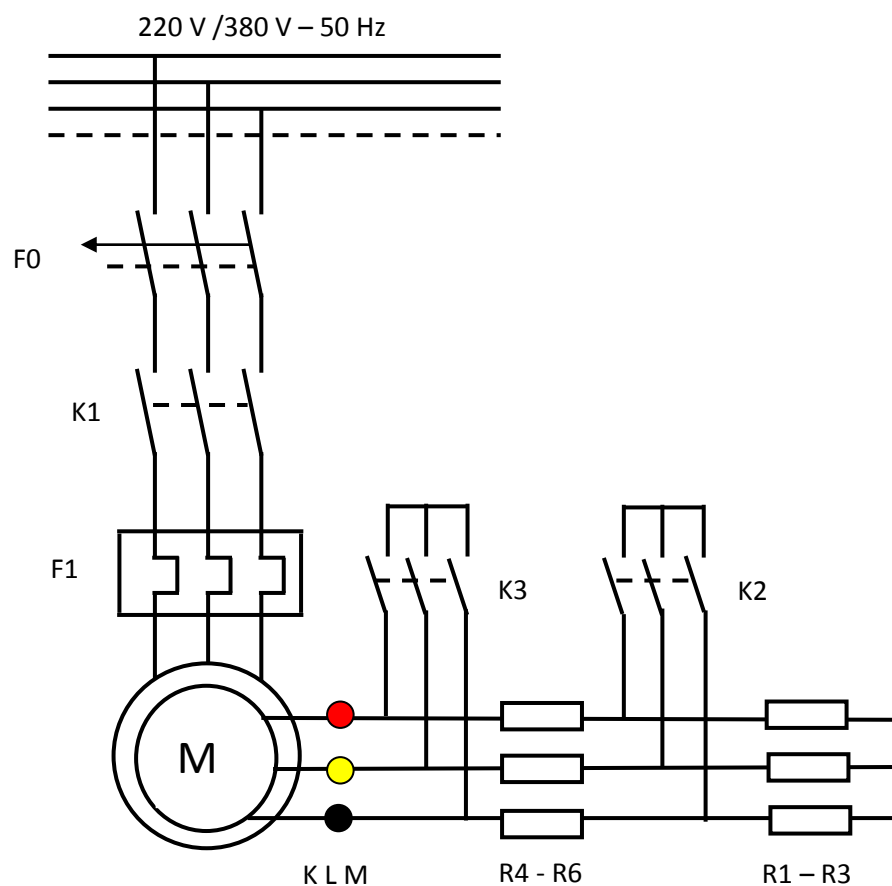
-
- The diagram illustrates a power distribution system with three busbars at the top. The leftmost busbar is connected to a source (indicated by a lightning bolt and an upward arrow) and has a fuse (F1) and a switch (S0) connected to it. The middle busbar is connected to a switch (S1) and a circuit breaker (K1). The rightmost busbar is connected to circuit breakers K2 and K3. A fault, indicated by a red line and the number 3, originates from the middle busbar, passes through circuit breaker K3, and terminates at load H3. Other components include a transformer (T) connected to the middle busbar, and various other circuit breakers (K1, K2, K3) and switches (S0, S1, T) distributed throughout the system. The loads H1, H2, and H3 are connected to the rightmost busbar.

96

2. Pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belitan otomatis

a. Rangkaian utama/tenaga pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belitan dapat dilakukan dengan menambahkan tahanan luar yang disambungkan dengan belitan/kumparan rotor. Motor induksi dengan rotor belitan mempunyai cincin seret yang merupakan terminal penghubung dengan tahanan luar. Dengan mengatur besar tahanan pengasutan (tahanan luar), maka motor induksi tiga fasa rotor belitan dapat :

- Mengurangi arus mula (Arus start)
- Menghasilkan kepel mula yang besar
- Memperbalik factor daya ($\cos \phi$)
- Mempengaruhi efisiensi.



Gambar 25. Rangkaian utama/tenaga pengasutan motor listrik rotor belitan otomatis

Pengasutan motor induksi rotor belitan pada dasarnya dapat dilakukan secara bertingkat yang disesuaikan dengan daya motor (gambar 25). Pengontrolan tahanan tiap tingkat dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa unit kontaktor magnet. Dari gambar rangkaian utama dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Tingkat I : K1 bekerja (ON), K2 dan K3 terbuka OFF, motor listrik bekerja dengan tahanan pengasutan R1 – R3 ditambah R4 – R6 (start).
- Tingkat II : K1 dan K2 bekerja (ON), K3 terbuka (OFF), motor listrik bekerja dengan pengasutan R4 – R6 (start).
- Tingkat III : K1 dan K3 bekerja (ON), K2 terbuka (OFF), motor bekerja normal (running).

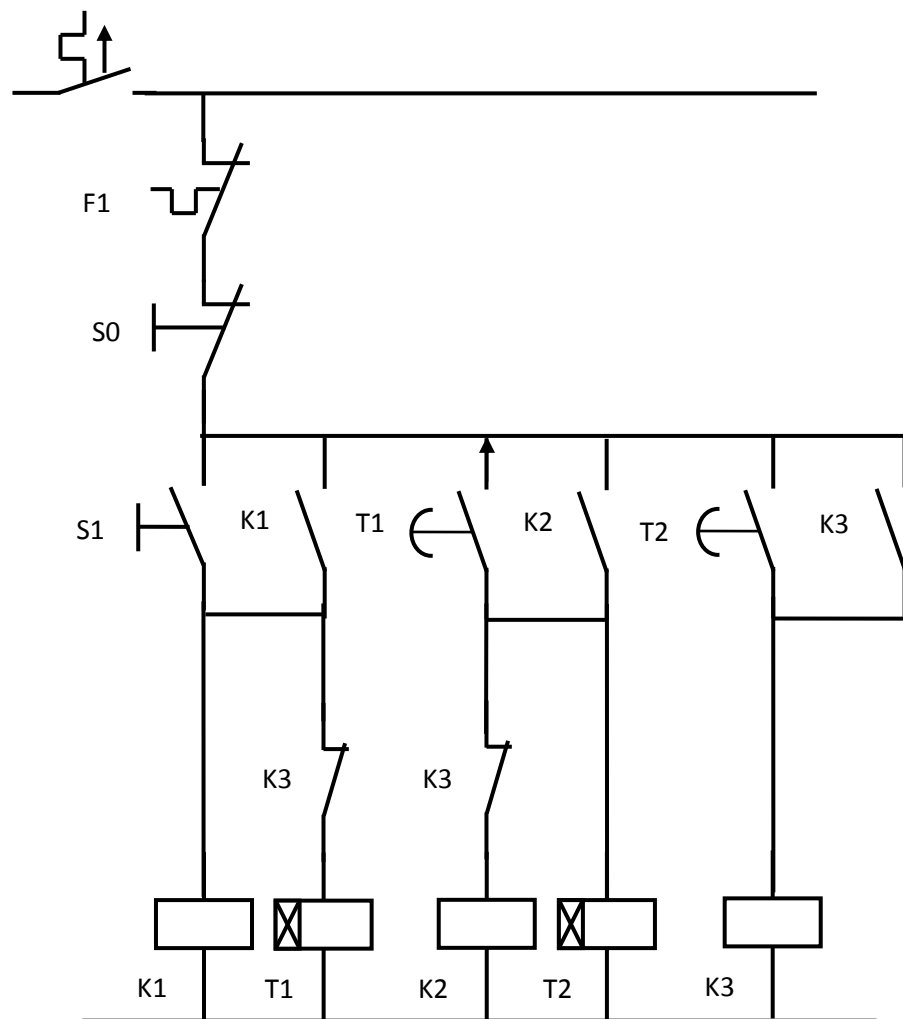
Disarankan tanpa melihat rangkaian kontrol arus yang sudah jadi, rencanakanlah kontrol pengasutan motor induksi tiga fasa rotor belitan untuk tiga tingkat dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

- a) Buatlah rangkaian satu buah kontaktor magnet lengkap dengan tombol tekan ON dan tombol tekan OFF.
- b) Hubungkan satu buah time relay (T1) melalui kontaktor magnet K1, gunakan kontak NO dari time relay (T1) untuk mengaktifkan kontaktor magnet K2 pada pengasutan tingkat dua.
- c) Hubungkan time relay kedua (T2) melalui kontaktor magnet K2, gunakan kontak NO time relay T2 untuk mengaktifkan kontaktor magnet K3 pada pengasutan tingkat tiga.
- d) Time relay elektronik harus OFF saat running agar tidak cepat rusak.
- e) Jadi saat tombol tekan S1 ditekan, kontaktor magnet K1 akan bekerja menghubungkan rangkaian utama, dan terjadi pengasutan tingkat pertama.

- f) Sesuai pengaturan waktu, kontak time relay T1 akan mengaktifkan kontaktor magnet K2 untuk pengasutan tingkat dua, sekaligus mengaktifkan time relay T2.
- g) Kontak time relay T2 akan mengaktifkan kontaktor magnet K3 untuk motor listrik kerja (running)
- h) Untuk stop digunakan tombol tekan NC S0.

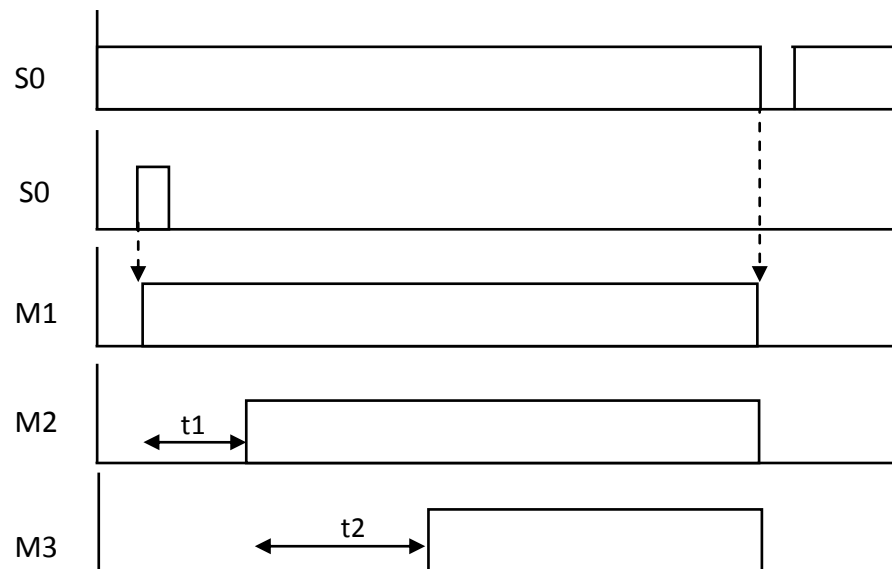
b. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik rotor belitan



Gambar 26. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor listrik rotor belitan untuk tiga tingkat.

3. Tiga unit motor listrik bekerja berurutan otomatis

- a. Motor listrik bekerja berurutan maksudnya adalah motor listrik yang bekerja dimulai dari motor listrik satu (M1), motor listrik dua (M2), motor listrik tiga (M3) dan seterusnya, seperti signal diagram di bawah ini.



Gambar 27. Signal diagram motor listrik bekerja berurutan.

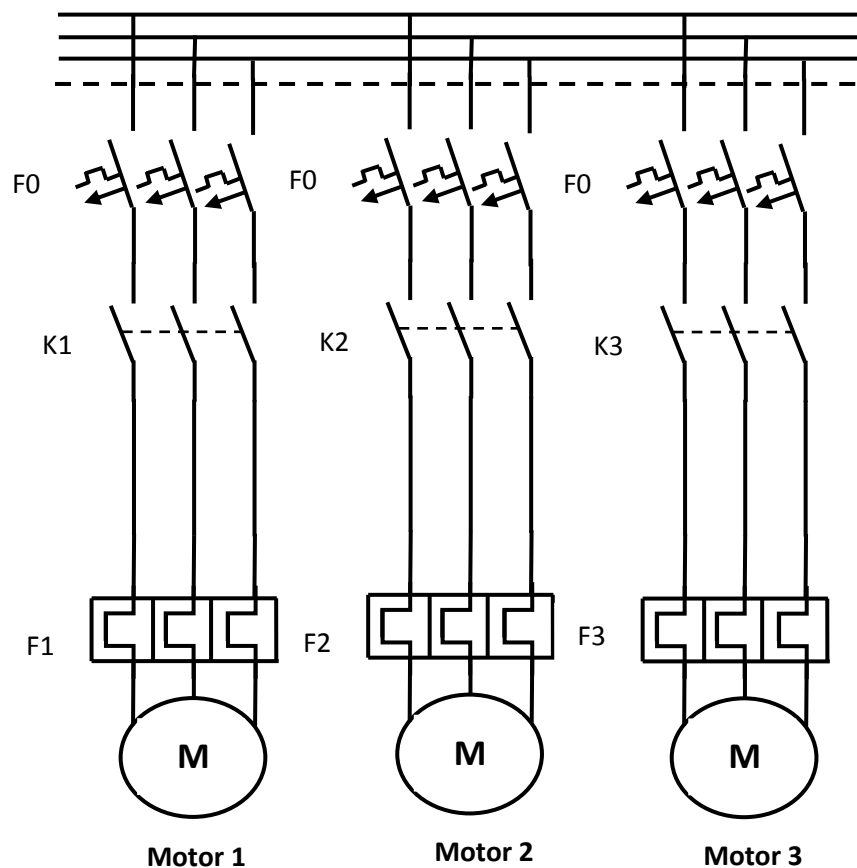
Dari signal diagram di atas dapat ditentukan jumlah kontaktor magnet utama yang dibutuhkan, yaitu tiga buah sesuai dengan jumlah beban yang akan dikontrol. Untuk time relay dibutuhkan sebanyak dua buah sesuai dengan interval waktu antara beban satu dengan beban yang lain. Dengan tidak melihat rangkaian kontrol arus yang sudah selesai (sudah jadi), rencanakanlah rangkaian kontrol arus tiga unit motor listrik bekerja berurutan secara otomatis dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian :

- Buatlah rangkaian satu buah kontaktor magnet lengkap dengan tombol tekan ON dan tombol tekan OFF serta pengamanan rangkaian.
 - a) Hubungkan satu buah time relay (T1) melalui kontaktor magnet K1, gunakan kontak NO dari time relay (T1) untuk mengaktifkan kontaktor magnet K2.

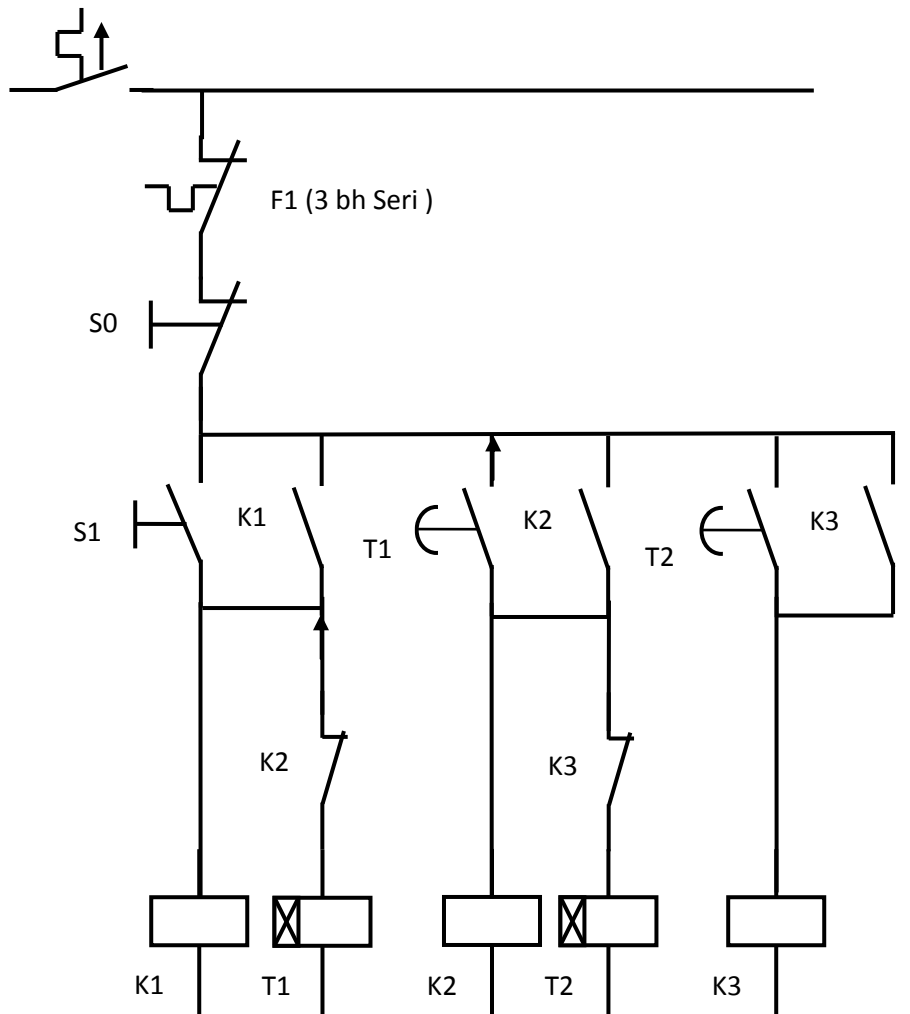
- b) Hubungkan time relay kedua (T2) melalui K2, gunakan kontak NO dari time relay K2 untuk mengaktifkan kontaktor magnet K3.
- c) Time relay elektronik harus OFF saat running.
- d) Jadi saat tombol tekan S1 ditekan, kontaktor magnet K1 akan bekerja menghubungkan rangkaian utama, motor M1 bekerja.
- e) Sesuai pengaturan waktu, kontak time relay T1 akan mengaktifkan kontaktor magnet K2 untuk motor listrik M2 bekerja.
- f) Kontak time relay T2 akan mengaktifkan kontaktor magnet K3 untuk motor listrik M3 bekerja.
- g) Untuk stop digunakan tombol tekan S0 kontak Normally Close (NC).

220 V/380 V – 50 Hz



Gambar 28. Rangkaian utama/tenaga tiga unit motor listrik kerja berurutan.

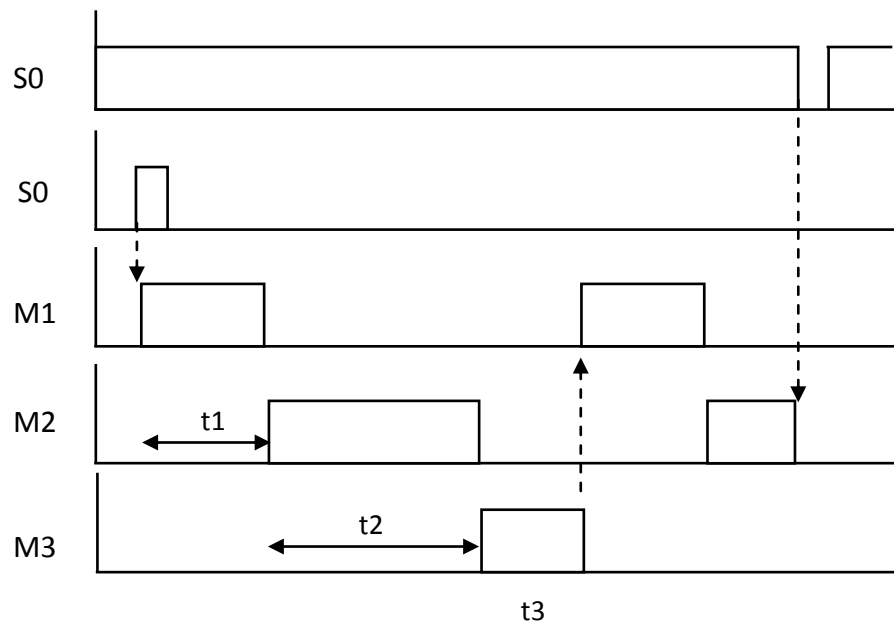
b. Rangkaian kontrol arus tiga unit motor listrik bekerja berurutan.



Gambar 29. Rangkaian kontrol arus tiga unit motor listrik bekerja berurutan otomatis.

4. Tiga unit motor listrik bekerja bergantian terus menerus otomatis

a. Motor listrik ada kalanya bekerja bergantian agar motor listrik yang lain dapat istirahat sesuai dengan kebutuhannya. Motor listrik bekerja dimulai dari motor listrik satu (M1), motor listrik dua (M2), dan motor listrik tiga (M3). Bekerja bergantian secara otomatis sesuai dengan lamanya satu motor listrik dibutuhkan bekerja. Untuk jelasnya amati signal diagram di bawah ini :



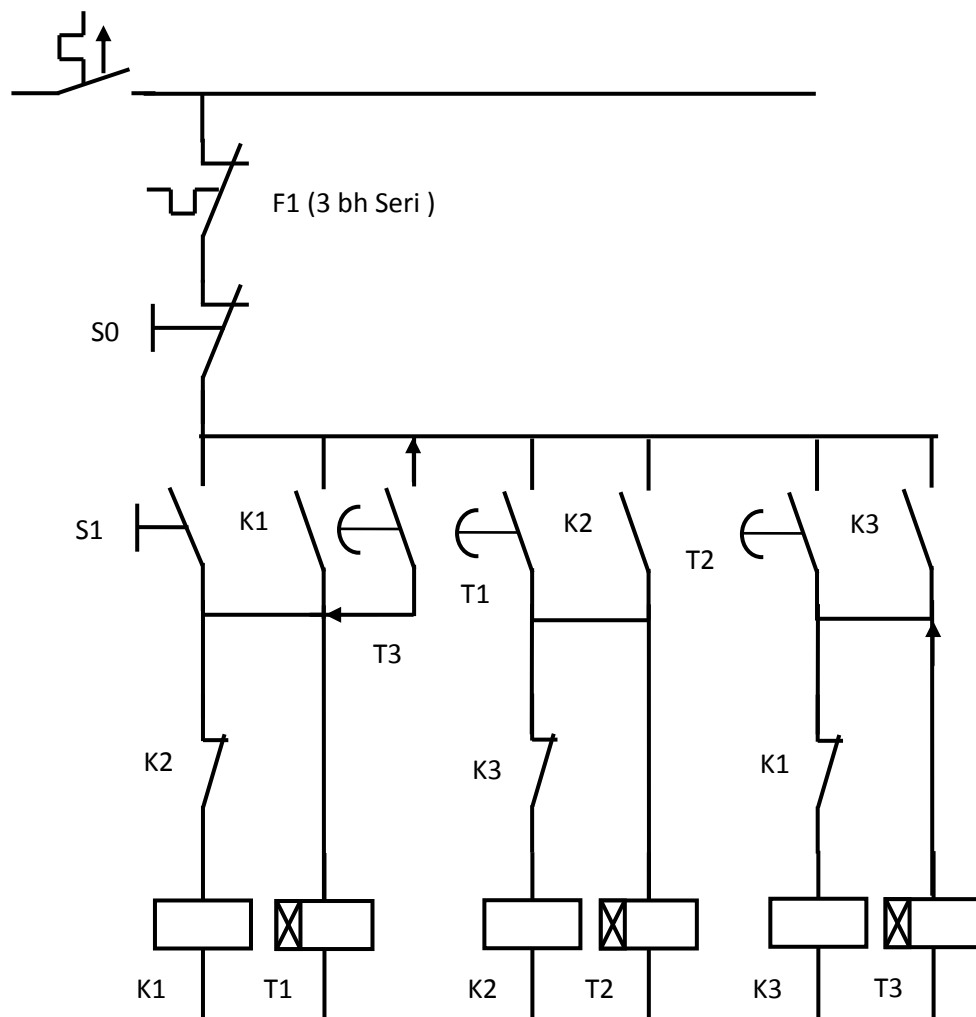
Gambar 30. Signal diagram kerja motor listrik bekerja bergantian otomatis.

Dari signal diagram di atas dapat ditentukan jumlah kontaktor magnet utama yang dibutuhkan, yaitu tiga buah sesuai dengan jumlah beban yang akan dikontrol. Untuk time relay dibutuhkan sebanyak tiga buah untuk mengontrol lamanya tiap beban bekerja. Rencanakanlah rangkaian kontrol arus tiga unit motor listrik bekerja bergantian terus-menerus secara otomatis dengan mengikuti langkah-langkah perencanaan berikut :

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol:

- Buatlah rangkaian satu buah kontaktor magnet lengkap dengan tombol tekan ON dan tombol tekan OFF serta pengaman rangkaian.
- Hubungkan satu buah time relay (T1) melalui kontaktor magnet K1, gunakan kontak NO dari time relay (T1) untuk mengaktifkan kontaktor magnet K2. Dan gunakan kontak NC dari K2 untuk memutuskan rangkaian kontaktor magnet K1.
- Hubungkan time relay kedua (T2) melalui K2, gunakan kontak NO dari time relay T2 untuk mengaktifkan kontaktor magnet K3,

- dan kontak NC dari K3 memutuskan rangkaian kontaktor magnet K2.
- d) Hubungkan time relay ketiga (T3) melalui K3, gunakan kontak NO dari time relay T3 untuk mengaktifkan kembali kontaktor magnet K1.
- e) Time relay elektronik harus OFF saat running agar tidak cepat rusak.



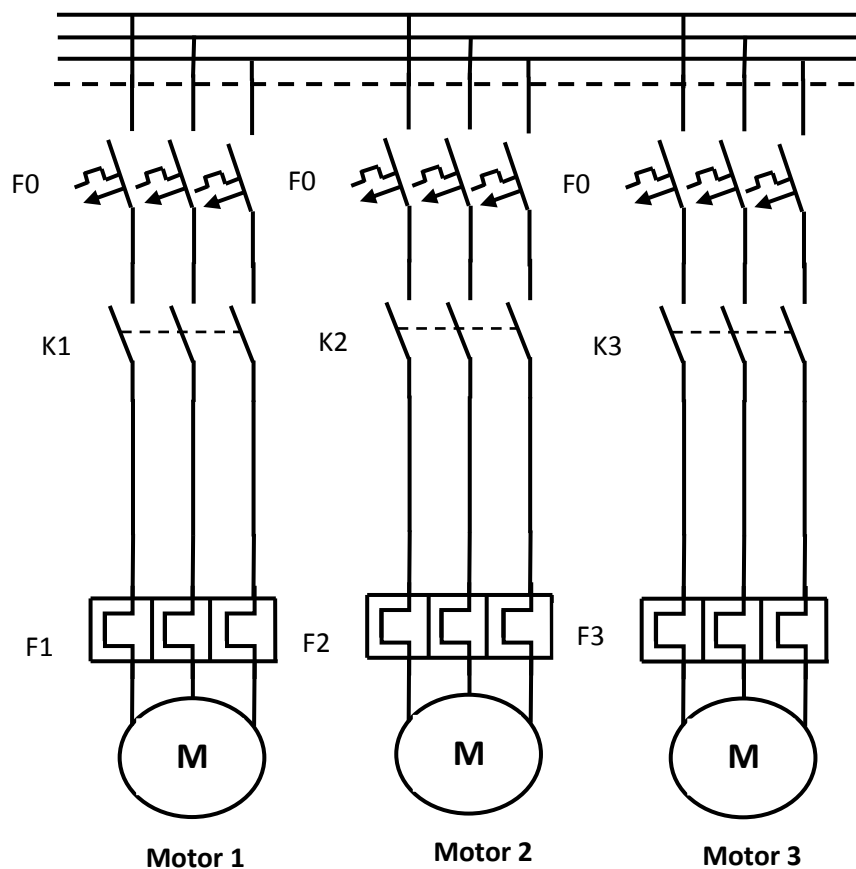
Gambar 31. Rangkaian kontrol arus motor listrik bekerja bergantian terus menerus secara otomatis.

- f) Jadi saat tombol tekan S1 ditekan, kontaktor magnet K1 akan bekerja menghubungkan rangkaian utama, motor M1 bekerja.

- g) Sesuai pengaturan waktu, kontak time relay T1 akan mengaktifkan kontaktor magnet K2 motor listrik M2 bekerja, dan motor listrik M1 stop/berhenti.
- h) Kontak time relay T2 akan mengaktifkan kontaktor magnet K3 motor listrik M3 bekerja, dan motor listrik M2 stop/berhenti.
- i) Kontak NO dari time relay T3 akan mengaktifkan kembali kontaktor magnet K1 motor listrik M1 kembali bekerja.
- j) Demikian seterusnya kerja motor listrik M1, M2 dan M3 kerja bergantian secara otomatis.
- k) Untuk stop digunakan tombol tekan S0 Normally Close (NC).

Rangkaian utama/tenaga instalasi tiga unit motor listrik bekerja bergantian terus-menerus secara otomatis sesuai pengaturan waktu time relay dapat diamati seperti gambar di bawah ini :

220 V/380 V – 50 Hz



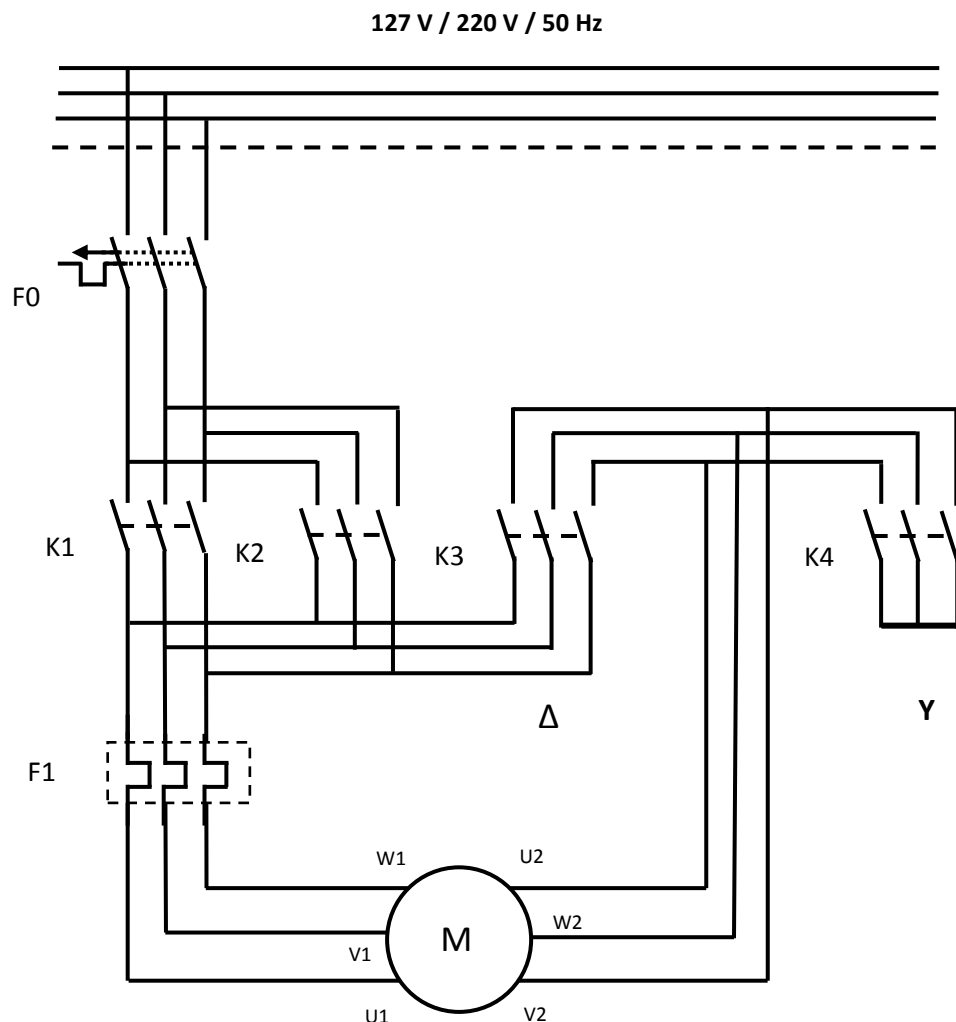
Gambar 32. Rangkaian utama/tenaga tiga unit motor listrik.

c. Pengontrolan dengan empat buah kontaktor magnet.

Untuk pengontrolan yang lebih rumit biasanya menggunakan kontaktor magnet yang relatif banyak. Dengan banyaknya variasi/posisi pengontrolan yang dirangkai, maka perlu lebih teliti dalam merancangnya. Salah satu pengontrolan motor listrik yang menggunakan empat buah kontaktor magnet adalah starting motor induksi tiga fasa dua arah putaran.

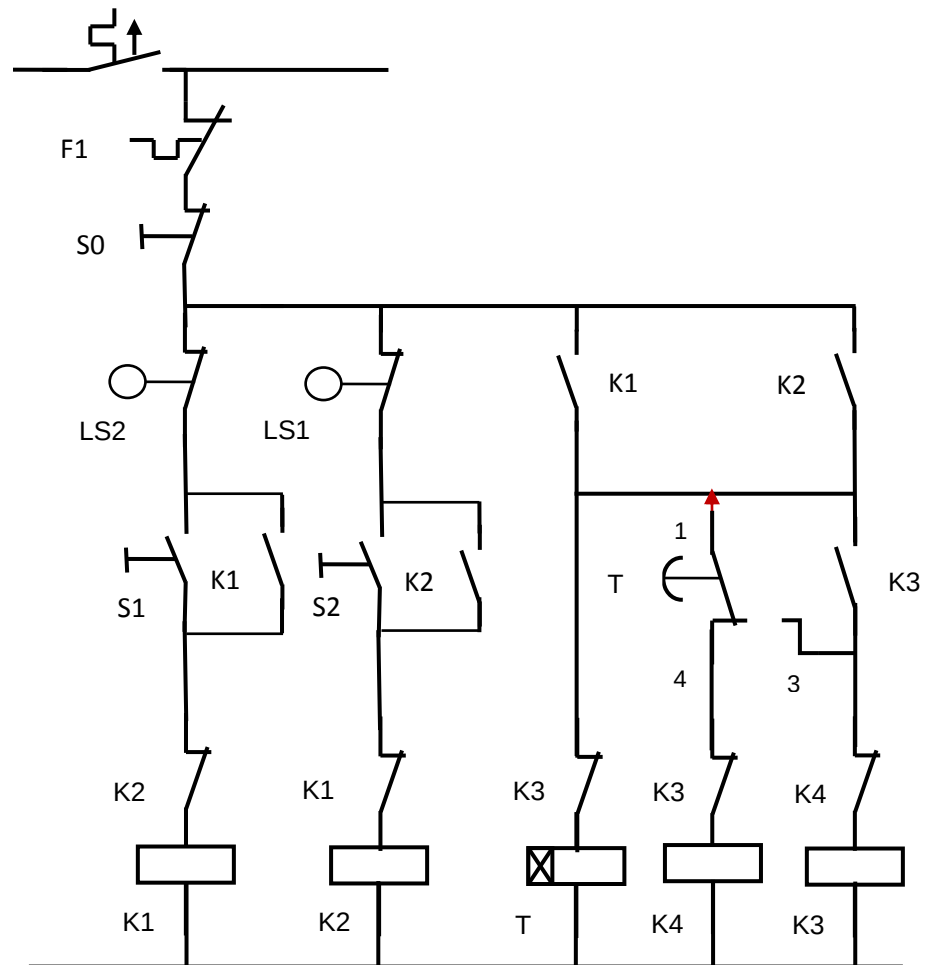
Pengontrolan motor listrik tiga fasa starting bintang-running segitiga dua arah putaran.

- a. Rangkaian utama/tenaga pengontrolan motor listrik 3 fasa starting bintang-segitiga dua arah putaran dapat diamati seperti gambar di bawah ini :



Gambar 33. Rangkaian utama/tenaga starting bintang-segitiga dua arah putaran

- b. Rangkaian kontrol arus starting bintang-segitiga dua arah putaran



Gambar 34. Rangkaian kontrol arus starting bintang-segitiga dua arah putaran.

Langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol :

Dari rangkaian kontrol motor listrik dua arah putaran secara tidak langsung, dan rangkaian kontrol starting bintang-segitiga, digabungkan rangkaiannya dengan memperhatikan prinsip kerja pengontrolan yang diinginkan.

1. Gunakan Limit Switch (LS) untuk membatasi gerakan motor listrik baik arah kanan, maupun putaran arah kiri.
2. Tombol tekan S1 direncanakan untuk mengaktifkan rangkaian kontaktor magnet K1 untuk motor listrik arah kanan.

3. Tombol tekan S2 direncanakan untuk mengaktifkan kontaktor magnet K2 untuk motor listrik arah kiri.
4. Kontak NC dari Limit switch LS1 digunakan untuk memutuskan rangkain kontaktor magnet dua (K2), dan kontak NC dari Limit Switch LS2 digunakan untuk memutuskan rangkainian kontaktor magnet satu (K1).
5. Agar peserta diklat dapat melatih sendiri membuat rangkaian kontrol, rencanakanlah pengontrolan motor listrik tiga fasa dua arah putaran tanpa melihat gambar yang sudah siap.
6. Saat tombol tekan ganda S1 ditekan kontaktor magnet K1 bekerja menghubungkan motor listrik dengan sumber tegangan tiga fasa untuk putaran arah kanan, sekaligus menghubungkan rangkaian kontaktor magnet K3 untuk hubungan kumparan motor secara bintang.
7. Setelah beberapa detik sesuai pengaturan waktu, kontak timer memutuskan rangkaian K3 bintang dan menghubungkan rangkaian kontaktor magnet untuk segitiga.
8. Saat tombol tekan S2 ditekan kontaktor magnet untuk putaran arah kanan terputus melalui kontak NC dari S2, dan kontak NO dari S2 menghubungkan kontaktor magnet dua K2 untuk menghubungkan motor listrik putaran arah kiri secara

2. Aplikasi Pengontrolan Motor Listrik

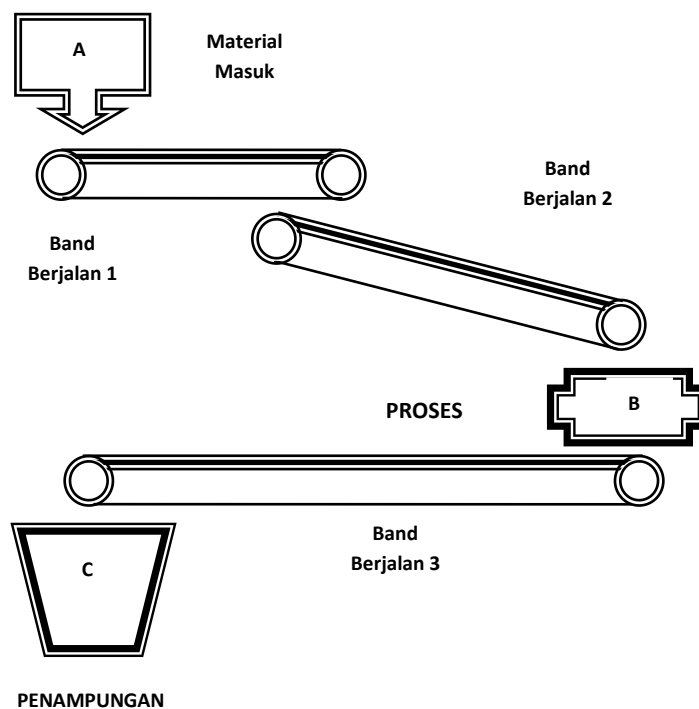
Mesin produksi di industri-industri banyak digerakkan oleh motor-motor listrik, yang mana dengan menggunakan tenaga listrik ini dapat menghemat penggunaan energi. Motor listrik sebagai penggerak mesin produksi dikontrol oleh alat kontrol seperti: Kontaktor magnet, Time relay, Circuit Breaker, dan alat bantu kontrol lainnya.

Dengan menggunakan alat-alat kontrol kontaktor magnet ini dapat memudahkan manusia mengoperasikan mesin produksi. Pengontrolan dengan menggunakan alat kontrol kontaktor magnet dapat dijelaskan dengan contoh mesin produksi yang menggunakan motor listrik sebagai penggeraknya sebagai berikut :

a. Motor listrik Sebagai Penggerak Alat Transfortasi Material.

Salah satu penggunaan motor listrik di industri adalah untuk penggerak alat tranfortasi material (Band berjalan). Agar material yang dipindahkan dapat berjalan dengan baik, maka dibuat Band berjalan tersebut bekerja menurut urutan tertentu sesuai dengan kebutuhan mesin produksi. Sebagai contoh dapat dipelajari urutan Band bejalan (Conveyor) seperti berikut : Motor listrik penggerak Band berjalan bekerja dan berhenti secara berurutan digunakan untuk proses pemindahan material yang direncanakan menggunakan tiga unit band berjalan (Conveyor), yang mana band berjalan digerakkan oleh tiga unit motor induksi tiga fasa seperti gambar

s
k
e
m
a
t
r
a
n
s
f
o
r
t
T

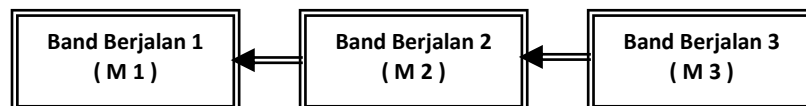


Gambar 35. Lay out Transfortasi Material Menggunakan Conveyor.

Dari lay out trasfortasi material di atas, pertama-tama material masuk pada bagian A. Setelah melalui proses, material tersebut berpindah melalui band berjalan 1 (M1) dengan kecepatan tertentu,

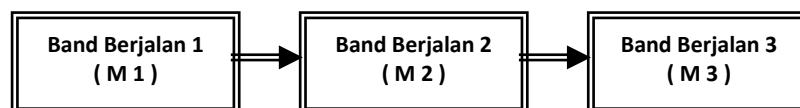
dan berpindah lagi ke band berjalan 2 (M2), yang diteruskan ke bagian B. Setelah diproses di bagian B, material jatuh pada band berjalan 3 (M3) yang diteruskan ke bagian C sebagai tempat akhir trasfortasi. Untuk trasfortasi material diperlukan kecepatan band berjalan 1, band berjalan 2, serta band berjalan 3 dibuat sama kecepatannya.

Berdasarkan arah jalannya material tersebut, maka urutan starting motor yang baik agar tidak terjadi penumpukan material pada band berjalan adalah dengan memulai starting dari band berjalan 3 (M3), kemudian band berjalan 2 (M2) dan terakhir band berjalan 1 (M1). Dengan kata lain starting motor berurutan dari M3 – M2 – M1, seperti gambar 36 di bawah ini.



Gambar 36. Block Diagram Urutan Start Motor Listrik.

Untuk menghentikan (stop) alat tranfortasi material tersebut berlawanan dengan saat menghidupkan (start), yaitu dimulai dari M1, M2 dan M3. Hal ini dilakukan agar tidak terdapat sisa material pada band berjalan.



Gambar 37. Block Diagram Urutan Stop Motor Listrik

Urutan bekerja dan berhenti dari sistem pengontrolan band berjalan ini berlangsung secara otomatis dengan menggunakan time relay. Pengaturan waktu dari time relay disesuaikan dengan panjang masing-masing band berjalan, sehingga bila mesin berhenti tidak terdapat lagi penumpukan/sisa material pada band berjalan.

b. Rangkaian Kontrol Motor Band Berjalan (Conveyor)

Rangkaian kontrol arus merupakan bagian dari instalasi motor listrik, yang merupakan rangkaian dari alat-alat kontrol seperti coil kontaktor magnet, kontak bantu dari kontaktor magnet utama, kontak bantu thermal over load relay, tombol tekan, time relay sekring dan lampu tanda.

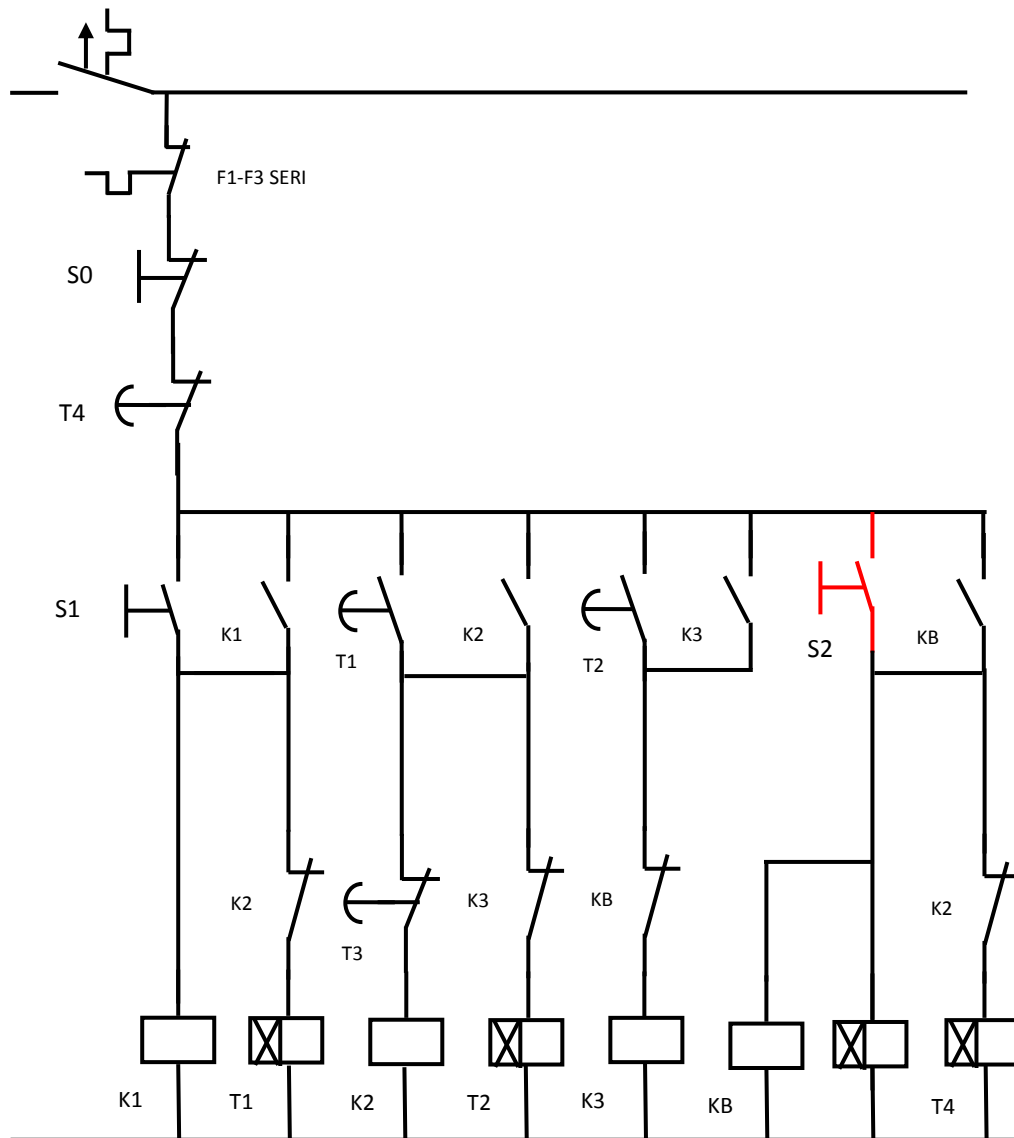
Untuk pengontrolan motor induksi tiga fasa bekerja dan berhenti secara otomatis berurutan menggunakan alat-alat kontrol seperti tabel 17.

Tabel 17. Alat-alat Kontrol Digunakan Pada Pengontrolan Conveyor

NO	NAMA ALAT KONTROL	JMLH	NOTASI
1	MCCB (Pengaman Utama) 3Ø	1	F1
2	MCB (Pengaman Cabang) 3Ø	3	F2, F3, F4
3	Thermal Over load Relay (TOR)	3	TOR 1-TOR 3
4	Tombol Tekan Normally Closed	1	S1
5	Tombol Tekan Normally Open	2	S2, S3
6	Time Relay ON Delay	4	T1,T2, T3, T4
7	Kontaktor Utama	3	K1, K2, K3
8	Kontaktor Bantu	1	KB
9	Lampu Tanda Warna Merah	1	H4
10	Lampu Tanda Warna Hijau	3	H1, H2, H3

Alat-alat kontrol tersebut di atas dijadikan dalam satu rangkaian listrik yang dirancang untuk instalasi pengontrolan tiga unit motor listrik untuk menggerakkan konveyor. Rangkaian kontrol tiga unit motor listrik dapat diamati pada gambar berikut.

1) Rangkaian kontrol arus untuk pengontrolan motor listrik starting bintang-segitiga dua arah putaran dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



Gambar 38. Rangkaian kontrol arus instalasi tiga unit conveyor bekerja/berhenti berurutan Otomatis.

Pada rancangan kontrol tiga unit motor induksi tiga fasa ini bekerja otomatis dengan menggunakan time relay. Time relay yang akan digunakan adalah relay waktu elektronika, maka saat mesin (beban) sudah bekerja normal atau berhenti, relay waktu tersebut harus terbebas

dari tegangan listrik (relay waktu tidak bekerja). Time Relay elektronika tidak tahan bekerja dalam waktu yang relatif lama.

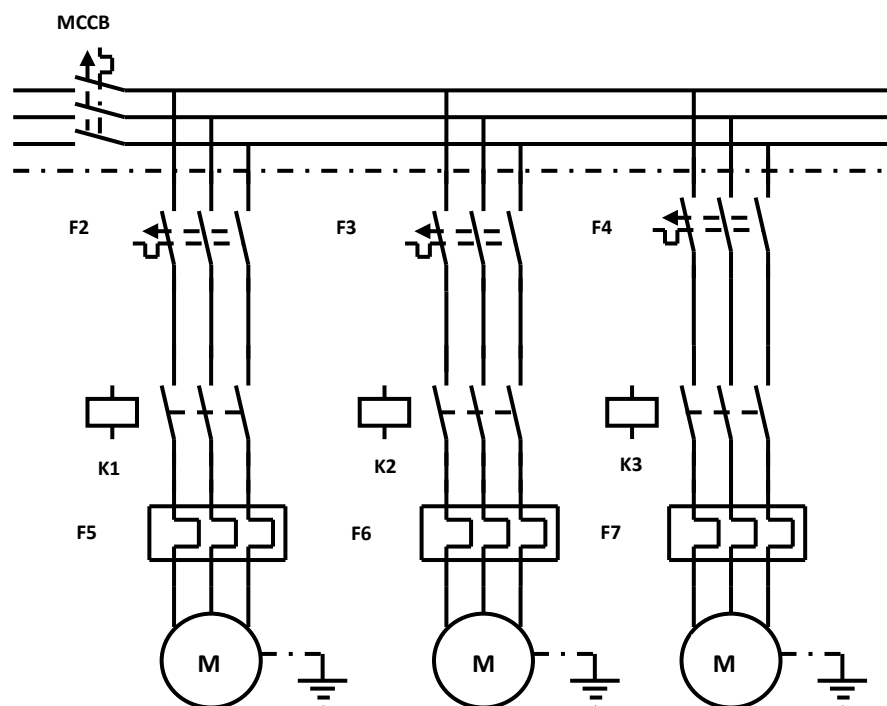
2) Rangkaian Utama/Tenaga Rangkaian Tiga Motor Listrik.

Pada instalasi motor-motor listrik perlu dibuat gambar rangkaian utama dari sistem pengontrolan motor. Hal ini untuk memudahkan cara menghubungkan (menginstalasi) komponen-komponen utama seperti: motor listrik, kontak utama, pengaman dan sumber tegangan.

Pada rangkaian utama dapat dilihat rangkaian dari komponen-komponen yang digunakan seperti :

- MCCB utama sebagai pengaman utama dari beberapa beban cabang.
- MCB sebagai pengaman rangkaian utama setiap motor listrik.
- Thermal over load relay masing-masing motor listrik.
- Kontaktor magnet utama untuk masing-masing motor listrik.
- Cara pengasutan (starting) motor listrik yang digunakan.

Rangkaian utama/tenaga untuk pengontrolan tiga unit motor induksi tiga fasa bekerja dan berhenti berurutan secara otomatis dapat digambarkan seperti gambar 39.



Gambar 39. Rangkaian utama 3 unit conveyor bekerja/berhenti berurutan otomatis

Biasanya rangkaian utama ini terdiri dari dua bagian sesuai dengan tempat pemasangan alat kontrol seperti : yang dipasang di dalam panel kontrol dan yang dipasang di luar panel kontrol.

Komponen yang dipasang di dalam panel kontrol adalah : kontaktor magnet, pengaman instalasi dan pengaman motor (beban). Sedangkan bagian yang dipasang diluar panel seperti jaringan listrik dan motor listrik. Biasanya motor listrik ditempatkan di lapangan.

3) Cara kerja rangkaian pengontrolan tiga unit motor listrik.

Rangkaian kontrol arus dan rangkaian utama adalah merupakan satu rangkaian yang saling berhubungan. Pada sistem pengontrolan tiga unit motor induksi tiga phasa bekerja dan berhenti berurutan secara otomatis sesuai dengan rangkaian kontrol arus dan rangkaian utama di atas mempunyai cara kerja sebagai berikut :

a. Cara mengoperasikan conveyor :

- 1) Pada keadaan berhenti normal tidak ada alat kontrol yang bekerja (aktif), dan beban dalam keadaan terbuka.
- 2) Untuk mengoperasikan motor, tombol tekan S2 diberi energi I(ditekan), maka kontaktor 3 (K3) akan terenergi (bekerja) yang dikunci oleh kontak bantu K3 (NO), dan kontak utama kontaktor 3 (K3) akan menghubungkan motor tiga dengan tegangan jala-jala (M3 bekerja). Hal ini dapat dilihat melalui lampu tanda H3 warna hijau menyala.
- 3) Bekerjanya kontaktor 3 (K3) sekaligus mengaktifkan relay waktu 2 (T2), setelah waktu Relay waktu 2 (T2) tercapai, kontak T2 (NO) akan menghubungkan kontaktor 2 (K2) dan relay waktu 1 (T1) yang dikunci oleh kontak bantu K2 (NO), dan kontak utama kontaktor 2 (K2) akan menghubungkan motor dua dengan tegangan jala-jala (M2 bekerja). Hal ini dapat dilihat melalui lampu tanda H2 warna hijau menyala. Hampir bersamaan dengan itu kontak bantu K2 (NC) akan membuka relay waktu 2 (T2) dan relay waktu 4 (T4).

- 4) Setelah waktu relay waktu 1 (T1) tercapai, kontak T1 (NO) akan menghubungkan kontaktor 1 (K1) yang dikunci oleh kontak bantu K1 (NO), dan motor listrik satu akan terhubung dengan tegangan jala-jala (M1 bekerja). Hal ini juga dapat dilihat melalui lampu tanda H1 warna hijau akan menyala. Kontak bantu K1 (NC) akan membuka relay waktu 1 (T1), sehingga tidak ada relay waktu yang bekerja setelah semua motor listrik bekerja normal.

Dari uraian di atas dapat terlihat bahwa motor listrik bekerja berurutan mulai dari motor tiga (M3), motor dua (M2) dan terakhir motor satu (M1) yang berlangsung secara otomatis melalui relay waktu (time relay).

b. Cara menghentikan conveyer :

- 1) Bila tombol tekan S3 ditekan, maka motor listrik akan berhenti secara normal dengan berurutan.
- 2) Saat tombol tekan S3 bekerja, maka kontaktor bantu (K1A) dan relay waktu 3 (T3) akan terenergi (bekerja) yang dikunci oleh kontak bantu K1A (NO). hampir bersamaan kontak bantu K1A (NC) akan membuka kontaktor 1 ((K1), sehingga motor satu akan terbuka dari tegangan jala-jala (M1 berhenti).
- 3) Setelah waktu Relay waktu 3 (T3) tercapai, kontak T3 (NC) akan membuka kontaktor 2 (K2) dan motor dua M2 akan berhenti. Kontaktor 2 (K2) terbuka akibatnya relay waktu 4 (T4) terhubung (terenergi) melalui kontak bantu K2 (NC).
- 4) Setelah waktu relay waktu 4 (T4) tercapai, kontak T4 NC akan membuka semua sistem, sehingga alat-alat kontrol kembali pada posisi awal (tidak aktif).

Dari uraian cara memberhentikan motor di atas dapat terlihat bahwa motor listrik tersebut berhenti (stop) secara berurutan mulai dari motor satu (M1), motor dua (M2), dan terakhir motor tiga (M3) yang berlangsung secara otomatis melalui time relay. Bila terjadi gangguan (emergency), maka motor listrik dapat diberhentikan

secara mendadak melalui tombol tekan S1, dan ke tiga unit motor listrik tersebut akan berhenti secara serentak.

c. Cara kerja pengaman instalasi dan beban listrik.

Adapun cara kerja pengaman yang digunakan sesuai dengan fungsi dari alat pengaman tersebut, seperti berikut :

1) Pengaman instalasi (MCB) akan bekerja bila terjadi hubung singkat pada rangkaian yang diamankan oleh MCB tersebut. Bila pada rangkaian kontrol arus terjadi hubung singkat, maka MCB pada rangkaian kontrol tersebut akan terputus/terbuka, dan rangkaian kontrol arus akan terputus dengan tegangan. Dengan terputusnya rangkaian kontrol arus ini, rangkaian utama akan terbuka dan motor akan berhenti seluruhnya. Dan bila hubung singkat terjadi pada rangkaian utama, maka motor listrik pada rangkaian utama tersebut akan berhenti.

2) Pengaman beban lebih (Thermal Over load Relay) akan bekerja bila beban mekanik motor melebihi daya nominalnya, akibatnya arus listrik yang mengalir melalui rangkaian utama akan bertambah besar sehingga relay beban lebih akan bekerja dan kontak bantunya akan membuka rangkaian kontrol. Terbukanya rangkaian kontrol arus, maka motor akan berhenti seluruhnya dan lampu tanda H4 warna kuning akan menyala.

D. Aktifitas Pembelajaran

Untuk mengetahui pemahaman materi tentang merencanakan pengontrolan motor listrik dengan elektromekanik dilakukan dengan melalui curah pendapat, diskusi dan demonstrasi dengan menggunakan LK berikut ini

Lembaran Kerja 3.4 (LK. 3.4)

Materi : Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik dengan Elektromekanik.

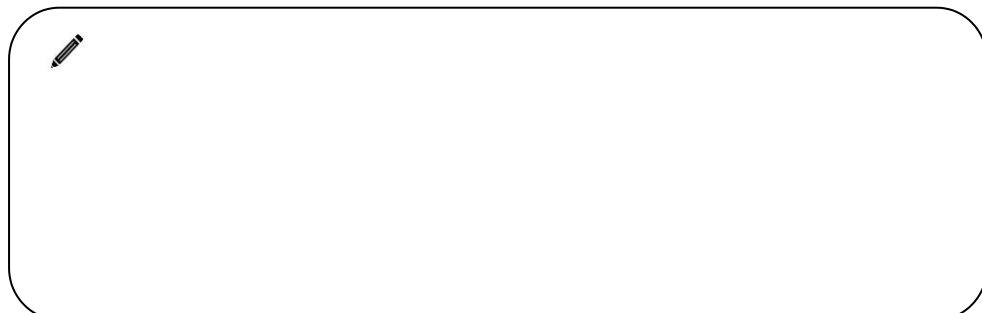
Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi Gambaran Umum

Merencanakan Pengontrolan Motor Listrik Dengan Elektromekanik.

1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan Perencanaan Pengontrolan Motor Listrik Dengan Dua Buah Kontaktor Magnet !



2. Tuliskan pemahaman Saudara tentang Pengontrolan Motor Listrik yang menggunakan tiga buah kontaktor magnet !



3. Lakukanlah praktek merangkai pengontrolan yang ada pada materi pembelajaran 4 ini dengan mengikuti “ langkah-langkah perencanaan dan prinsip kerja rangkaian kontrol “, sesuai dengan ketersediaan alat dan bahan praktek !

E. Latihan/Kasus/Tugas

Kasus

Satu unit motor induksi tiga fasa memiliki daya yang relatif besar. Untuk mengoperasikannya dibutuhkan pengasutan arus yang cukup besar agar tidak mengganggu sistem jaringan yang ada. Setelah perhitungan yang akurat diambil tidakan dengan pengasutan menggunakan Autotrafo tiga fasa yang memiliki dua sadapan sekunder. Rencanakanlah instalasi pengontrolan motor induksi tiga fasa pengasutan autotrafo dengan menggambarkan rangkaian kontrol arus dan rangkaian utama/tenaga.

F. Rangkuman

Mengkreasi suatu pengontrolan motor listrik dapat dilakukan jika prinsip kerja yang dibutuhkan dari motor listrik tersebut dapat diketahui. Contoh sederhana sebuah mesin bor digerakkan oleh motor listrik yang bekerja dan berhenti bekerja dengan dikontrol oleh satu kontaktor magnet, tombol tekan NC dan tombol tekan NO serta dilengkapi dengan pengaman rangkaian/instalasi dan pengaman motor listrik.

Pengontrolan dapat dilakukan pada satu unit motor listrik atau beberapa unit motor listrik yang kerjanya saling berhubungan antara motor listrik yang satu dengan motor listrik yang lain. Pada modul ini direncanakan pengontrolan motor listrik mulai dari yang sederhana sampai pada yang relatif rumit.

Untuk dapat mengkreasi/merancang sebuah pengontrolan motor listrik diperlukan latihan yang banyak, modul ini memecahkan beberapa masalah-masalah pengontrolan motor listrik yang dilengkapi dengan langkah-langkah perencanaan.

Agar rangkaian kontrol yang dibuat dapat dipergunakan untuk aplikasi, maka sebaiknya rangkain kontrol yang dibuat dicoba di laboratorium

pengontrolan motor listrik untuk memastikan fungsinya sesuai dengan keinginan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat merencanakan rangkaian rangkaian pengontrolan motor listrik dengan dua buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan.
2. Dapat merencanakan rangkaian pengontrolan dengan tiga buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik.
3. Dapat merencanakan rangkaian pengontrolan motor listrik dengan empat buah kontaktor magnet untuk beberapa aplikasi.
4. Dapat merencanakan rangkaian pengontrolan yang menggunakan kontaktor magnet dan time relay untuk beberapa aplikasi pengontrolan motor listrik.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Non Pemrograman Pada Panel Listrik

A. Tujuan.

Setelah membaca materi rancangan instalasi pengontrolan motor listrik non pemrograman pada panel listrik, peserta diklat mampu :

1. Mengidentifikasi alat-alat pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik dengan tepat.
2. Menjelaskan alat bantu pada pengontrolan yang dipasang pada panel listrik dengan benar.
3. Menggambarkan lay out tata letak komponen kontrol pada panel listrik dengan rapi dan andal.
4. Mengidentifikasi panel listrik untuk pengontrolan motor listrik dengan tepat.
5. Menjelaskan cara meletakkan komponen pengontrolan motor listrik pada panel listrik dengan tepat.
6. Menjelaskan titik terminal kontak pada rangkaian kontrol motor listrik pada panel listrik dengan benar.
7. Memasang rangkaian pengawatan instalasi pengontrolan motor listrik pada panel listrik dengan rapi aman dan andal.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini adalah peserta diklat dapat :

1. Mengidentifikasi alat-alat pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik.
2. Menjelaskan alat bantu pada pengontrolan yang dipasang pada panel listrik.
3. Menggambarkan lay out tata letak komponen kontrol pada panel listrik.
4. Mengidentifikasi panel listrik untuk pengontrolan motor listrik.
5. menjelaskan cara meletakkan komponen pengontrolan motor listrik pada panel listrik.

6. Memasang rangkaian pengawatan instalasi pengontrolan motor listrik pada panel listrik.

C. Uraian Materi

1. Pengenalan Alat Kontrol Pada Panel Listrik

Pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik menggunakan beberapa kontaktor magnet dan dilengkapi dengan alat bantu pengontrolan seperti : Tombol tekan, Thermal over load relay, Time relay dan alat bantu lainnya. Kontaktor magnet sebagai alat utama pengontrol beban, alat bantu pengontrolan diperlukan pada rangkaian kontrol untuk dapat memfungsikan kontaktor magnet dengan baik.

a. Pengaman Instalasi Listrik.

Pengaman listrik harus selalu dipasang pada setiap panel dengan urutan pemasangan sebagai berikut : NFB (No Fuse Breaker) dan MCB (Miniature Circuit Breaker). Besarnya arus pengaman tidak boleh melebihi arus nominal kabel yang dipasang pada rangkaian pengendali atau rangkaian pengawatan (ayat 412 C 2 , ayat 412 C 5, PUIL 2000).



NFB



MCB 1 FASA



MCB 3 FASA

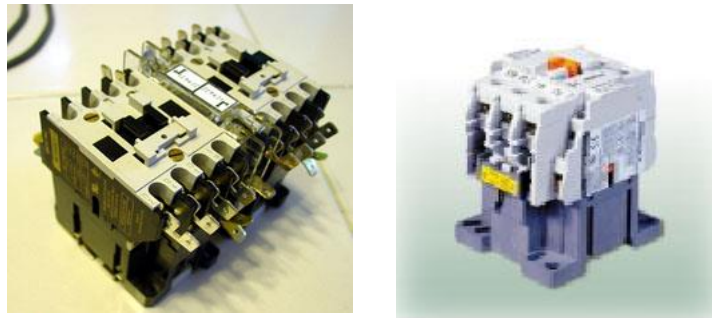
Gambar 40. Pengaman NFB dan MCB

Pengaman listrik NFB digunakan untuk pengaman induk, MCB 1 fasa digunakan untuk pengaman rangkaian pengendali dan MCB 3 fasa untuk pengaman rangkaian pengawatan.

b. Kontaktor Magnet

Kontaktor magnet adalah saklar yang bekerja berdasarkan elektromagnetis yang digunakan untuk membuka dan menyambung rangkaian listrik (*load*). Kontaktor magnet bekerja untuk merubah kontak-kontak Normally Open (NO) dan Normally Close (NC).

Pada kontaktor magnet terdapat dua kontak yaitu: *Kontak Utama* (NO) yang diberi nomor terminal 1-2, 3-4 dan 5-6. dan *kontak bantu* dengan nomor terminal 13-14 (NO) dan 21-22 (NC). Kontak utama pada terminal 1-3-5 dihubungkan ke sumber energi dan terminal 2-4-6 dihubungkan ke beban (*load*).



Gambar 41. Kontaktor Magnet

Keterangan kontaktor magnet lihat pada tabel di bawah ini :

Kode Terminal	Kontak	Keterangan
a - b	-	Source (Coil)
1 - 2 3 - 4 5 - 6	NO	Kontak utama
13-14	NO	Kontak Bantu
21-22	NC	

Terminal a-b merupakan kumparan penguat magnet yang berfungsi untuk menghasilkan kemagnitan. Kontaktor magnet pabrikan terdiri dari beberapa kontak diantaranya: 3NO+1NO; 3 NO+1NO 1NC; 3 NO+2NO 2NC. Untuk kemampuan arusnya dapat memilih dengan kemampuan arus 10 A; 15 A; 25 A; 30A; 50 A dll.

c. Push Botton (Tombol Tekan).

Push botton disebut juga saklar tekan atau tombol tekan. Bekerja pada saat tombol ditekan akan merubah kontak NO menjadi terhubung/tertutup dan NC menjadi terputus/terbukan. Berdasarkan jenis kontaknya terdiri dari: Single kontak dan Double kontak.



OFF-Normally Close

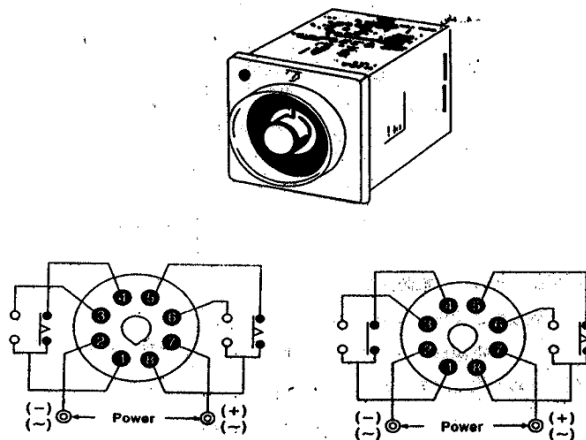


ON-Normally open

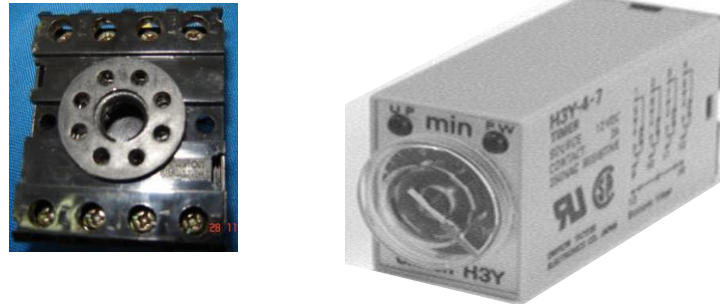
Gambar 42. Tombol Tekan

d. Saklar Penunda Waktu (Time Relay)

Time Delay adalah saklar penunda waktu yang digunakan sebagai alat bantu sistim pengendali. Terminal Source terdapat pada nomor 2-7, Kontak NO pada terminal 1-3 dan 6-8 dan kontak NC terdapat pada terminal 1-4 dan 5-8



Gambar 43. Time relay

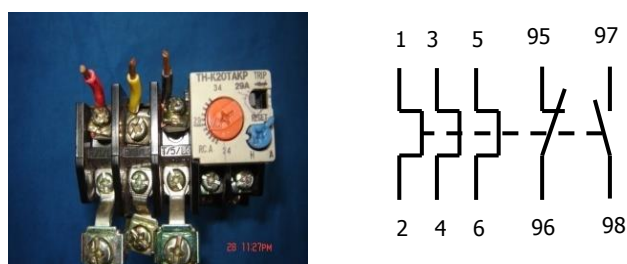


Gambar 44. Time relay elektronik dan socket.

e. Thermal Over load Relay (TOR)

Thermal Over load Relay adalah peralatan kontrol listrik yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih.

Jaringan listrik akan putus bila arus yang melewati lebih besar dari *setting* arus *Thermal Over Load Relay* dengan melalui proses panas yang terdapat pada relay. Pada saat me-reset memerlukan waktu untuk mengaktifkan kembali karena perlu proses pendinginan temperature terlebih dahulu.



Gambar 45. Thermal Over load Relay (TOR).

f. Lampu Indikator.

Lampu tanda/indikator berfungsi untuk memberi tanda bagi operator bahwa panel dalam keadaan kerja/bertegangan atau tidak. Warna merah sebagai tanda panel dalam keadaan kerja, maka harus

hati-hati. Sedangkan warna hijau bahwa panel dalam keadaan ON arus mengalir kerangkaian beban listrik. Lampu indikator ini juga berfungsi sebagai tanda tegangan kerja 3 fase, dengan warna lampu merah, kuning, hijau.

2. Panel Kontrol Listrik

Panel kontrol listrik adalah peralatan yang berfungsi untuk tempat komponen dan rangkaian pengontrolan motor listrik. Dari panel kontrol ini dapat mengatur dan mengendalikan beban listrik di bengkel listrik atau industri yang menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Setiap beban motor listrik berdaya besar di industri selalu dilengkapi dengan panel kontrol listrik. Guna mengoperasikan motor listrik dimana motor listrik dapat dikendalikan dari dekat maupun jauh diperlukan alat kontrol sebagai penghubung sekaligus sebagai pengatur. Agar motor dan alat kontrolnya dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya, banyak faktor yang harus dipertimbangkan baik mesin maupun alat kontrolnya.

Bila terjadi gangguan kelistrikan di lapangan, maka alat pengaman yang ada di panel kontrol akan bekerja untuk mengamankan instalasi listriknya. Jadi alat pengaman yang ada di panel kontrol akan mendeteksi bagian yang mengalami gangguan, sehingga operator dapat menentukan lokasi gangguan.

a. Bagian-Bagian Panel Kontrol Motor Listrik.

Panel listrik merupakan lemari penempatan komponen control listrik, sehingga komponen pengontrolan ini tersusun dengan baik, aman dan rapi. Penempatan komponen kontrol ada yang ditempatkan dibagian dalam panel, dan ada juga yang dibagian luar (nampak dari luar). Jadi untuk menghubungkan komponen kontrol yang dibagian dalam panel dengan yang di luar panel harus melalui terminal.

Pada bagian dalam panel ditempatkan komponen kontrol seperti ; MCB, kontaktor magnet, thermal over load relay, time relay, terminal. Komponen kontrol ini ditempatkan menggunakan rel omega (Ω), dan kabel kontrol dan kabel tenaga diletakkan dalam kabel kanal (saluran

kabel). Untuk komponen bagian luar, biasanya diletakan pada pintu panel seperti ; lampu indikator, alat ukur. Dan untuk beban (motor listrik) juga dihubungkan melalui terminal. Penempatan semua komponen control ini harus memenuhi persyaratan panel listrik sesuai dengan PUIL yaitu :

- Semua penghantar/ kabel harus disusun rapi
- Semua komponen harus dipasang rapi
- Semua bagian yang bertegangan harus terlindungi
- Semua komponen sudah terpasang kuat
- Jika terjadi gangguan tidak meluas / mempunyai keandalan yang tinggi
- Mudah diperluas / dikembangkan jika diperlukan

b. Bentuk Panel Listrik.

Secara umum panel listrik terbuat dari plat besi yang dibentuk berbentuk kotak segi empat yang dilengkapi dengan pintu. Ukuran panel listrik dimulai dari ukuran kecil sampai yang besar. Bentuk panel listrik dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.



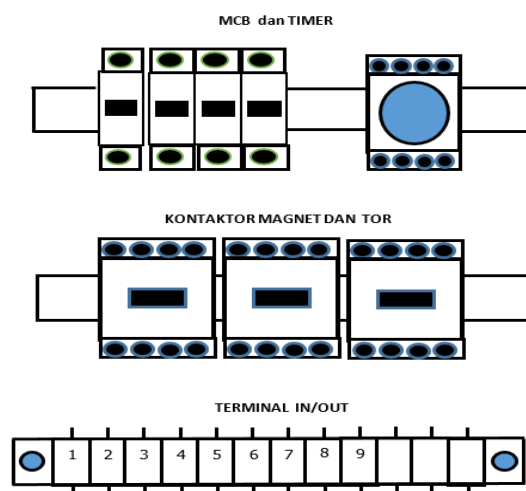
Gambar 46. Panel listrik keadaan kosong.



Gambar 47. Panel listrik setelah dirangkai.

c. Tata Letak Komponen Kontrol

Untuk menempatkan komponen control motor listrik harus tersusun dengan rapi, kuat dan mudah untuk membuat rangkaian antara satu komponen dengan komponen yang lain. Untuk modul ini komponen pengaman diletakkan pada bagian atas panel, lapis kedua untuk Kontaktor magnet dan time relay dan lapis ketiga adalah terminal, seperti gambar di bawah ini.



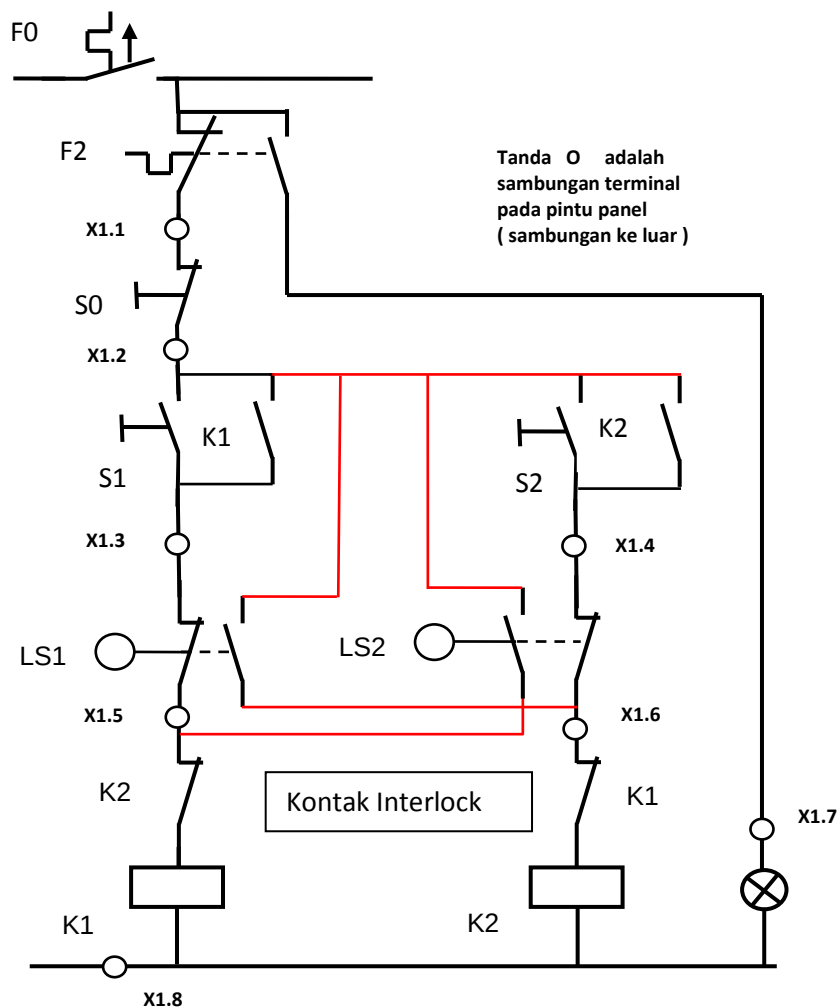
Gambar 48. Tata letak komponen kontrol listrik pada panel.

d. Rangkaian Kontrol Motor Listrik Pada Panel Listrik.

Rangkaian pengontrolan motor listrik pada panel listrik dirangkai berdasarkan rangkaian kontrol arus dan rangkaian utama/tenaga yang dirancang sesuai dengan kebutuhan. Untuk modul ini rangkaian pengontrolan sederhana yang dibuat adalah instalasi pengontrolan motor listrik dua arah putaran sebagai latihan cara merangkai pengontrolan pada panel listrik.

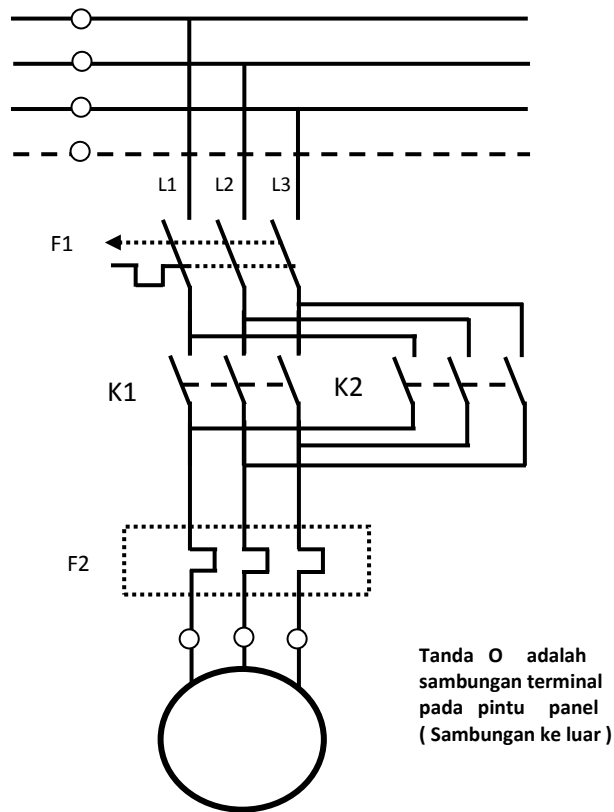
Untuk memudahkan pengenalan rangkaian kontrol, maka instalasi pengontrolan motor listrik biasanya digambar dalam bentuk; gambar rangkaian kontrol arus, dan gambar rangkaian utama/tenaga.

1) Rangkaian kontrol arus motor listrik tiga fasa dua arah putaran.



Gambar 49. Rangkaian kontrol arus.

- 2) Rangkaian utama/tenaga instalasi pengontrolan motor listrik tiga fasa dua arah putaran.

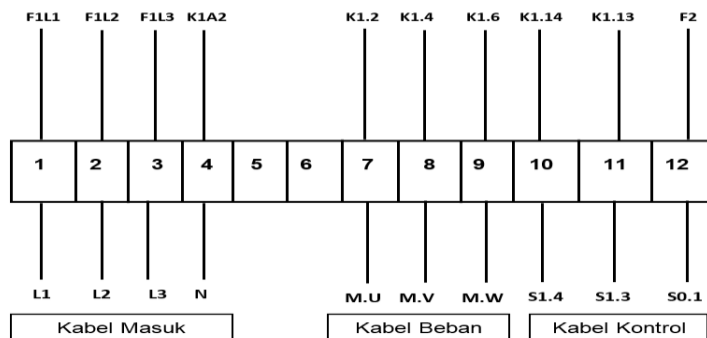


Gambar 50. Rangkaian utama/tenaga motor listrik tiga fasa dua arah putaran.

e. Kelompok Titik Terminal Kontak.

Dari gambar rangkaian kontrol arus dan rangkaian utama/tenaga di atas, penggunaan nomor terminal setiap persambungan antara bagian dalam panel dengan bagian luar diatur sedemikian rupa. Hal ini penting dilakukan agar mudah menyusun saluran kabel dan tampilannya rapi, dan bila terjadi gangguan akan mudah mencari titik gangguannya pada panel kontrol listrik.

Pembagian kelompok terminal kontak biasanya dibagi dengan tiga bagian yaitu : kelompok kabel masuk, kelompok kabel beban, dan kelompok kabel kontrol.



Gambar 51. Pengelompokan terminal keluar panel listrik.

Sambungan/rangkaian dari satu komponen kontrol dengan komponen kontrol yang lain dilakukan melalui terminal masing-masing komponen. Agar sambungan pada terminal komponen kontrol kuat dan aman, maka tiap titik terminal komponen hanya di ijinakan dua kabel. Bila ada yang lebih dari dua kabel, maka sambungan dilakukan pada terminal yang lain.

3. Pengawatan Rangkaian Kontrol Motor Listrik Pada Panel

Panel kontrol listrik terbuat dari plat besi yang dibentuk menjadi box segi empat yang dilengkapi dengan pintu. Di dalam panel diletakkan komponen-komponen kontrol tenaga listrik seperti:

1. MCB
2. Kontaktor magnet
3. Time relay
4. Terminal
5. Kabel Canal.

Dan di luar panel diletakkan : tombol tekan, lampu indikator, alat ukur, motor listrik dan lainnya yang dianggap perlu di amati saat sistem bekerja.

Untuk merangkai rangkaian kontrol tenaga listrik pada panel dapat dilakukan dengan melihat gambar rangkain kontrol arus dan rangkaian utama/tenaga yang direncanakan/digambar terlebih dahulu. Cara menghubungkan komponen di dalam panel dengan komponen di luar panel dilakukan melalui suatu terminal. Panel kontrol 3 fasa selalu dilengkapi dengan lampu indikator R, S, T berwarna Merah, Kuning dan

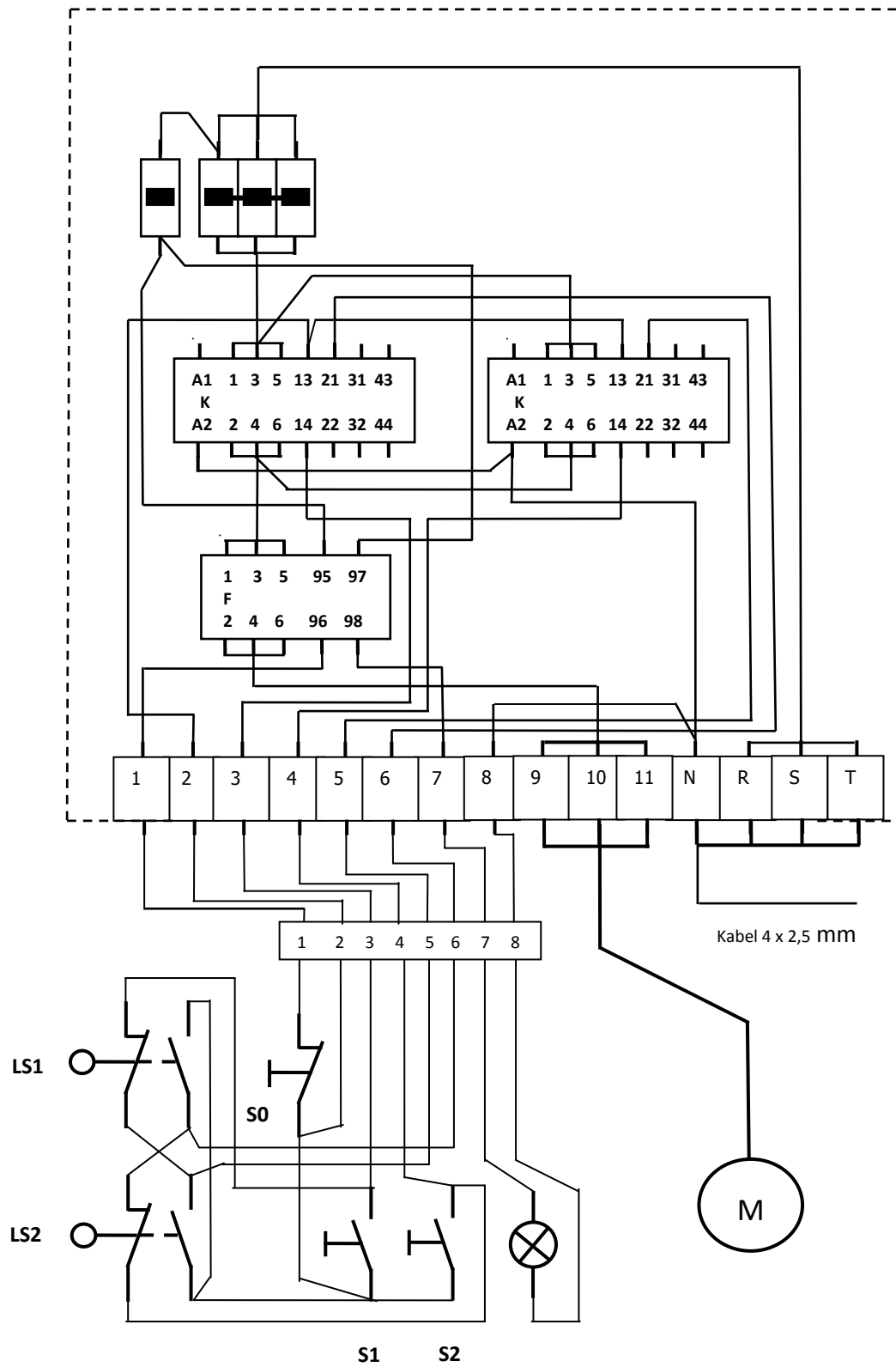
Hijau. Agar letak komponen kontrol yang terdapat dalam panel tertata dengan baik, maka pada panel dilengkapi dengan Rel omega dan kabel Duct (Kabel Canal). Rel Omega digunakan untuk tempat MCB, kontaktor magnet dan Time relay. Dan kabel duct merupakan tempat saluran Kabel.

Agar pemasangan pengawatan rangkaian listrik pada panel dapat dilakukan dengan sangat mudah, sebelum memasang/merangkai pengawatan sebaiknya dibuat tabel pengawatan yang menyatakan hubungan teminal yang satu dengan teminal yang lain seperti tabel di bawah ini :

Tabel 18. Hubungan antar terminal pengontrolan motor listrik tiga fasa dua arah putaran pada panel listrik

No	Warna Kabel	Penampang Kabel	Kualitas Kabel	Dari..	Ke..
1	Merah	2,5 mm	H07 V-K	F1 (L1)	F0 (1)
2	"	1,5 mm	"	F0 (2)	F2 (95)
3	"	1,5 mm	"	F0 (2)	F2 (97)
4	"	1,5 mm	"	F2 (98)	X1 (8)
5	"	1,5 mm	"	X1 (8)	X1 (N)
6	"	1,5 mm	07=750 V	F2 (96)	X1 (1)
7	"	1,5 mm	V=Isol. PVC	X2 (2)	K1 (13)
8	"	1,5 mm	K= Fleksibel	K1 (13)	K2 (13)
9	"	1,5 mm	"	K1 (14)	X1 (3)
10	"	1,5 mm	"	K2 (14)	X1 (4)
11	"	1,5 mm	"	H1 (5)	K2 (21)
12	"	1,5 mm	"	K2 (22)	A1 (K1)
13	"	1,5 mm	"	X1 (6)	K1 (21)
14	"	1,5 mm	"	K1 (22)	A1 (K2)
15	"	1,5 mm	"	A2 (K1)	A2 (K2)
16	"	1,5 mm	"	A2 (K2)	X1 (N)
..	Demikian seterusnya				

Dengan tabel di atas dapat dipotong kabel sesuai dengan ukuran dan warna serta dipasang sepatu kabel (kabel skun), sehingga memudahkan pemasangan rangkaian pengawatan pada panel listrik.



Gambar 52. Cara menginstalasi pengontrolan motor listrik pada panel.

Dari tabel rangkaian pengawatan ini dapat dipotong kabel sesuai dengan ukuran dan warna serta dipasang sepatu kabel (kabel skun), sehingga memudahkan pemasangan rangkaian pengawatan suatu instalasi pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik.

D. Aktifitas Pembelajaran

Untuk mengetahui pemahaman materi tentang rancangan instalasi pengontrolan motor listrik elektromekanik/non pemrograman dilakukan dengan melalui curah pendapat, diskusi dan demonstrasi dengan menggunakan LK berikut ini

Lembaran Kerja 3.5 (LK 3.5)

Materi : Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik Pada Panel Listrik.

Kegiatan : Curah Pendapat dan Diskusi Gambaran Umum Rancangan Instalasi Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik Pada Panel Listrik .

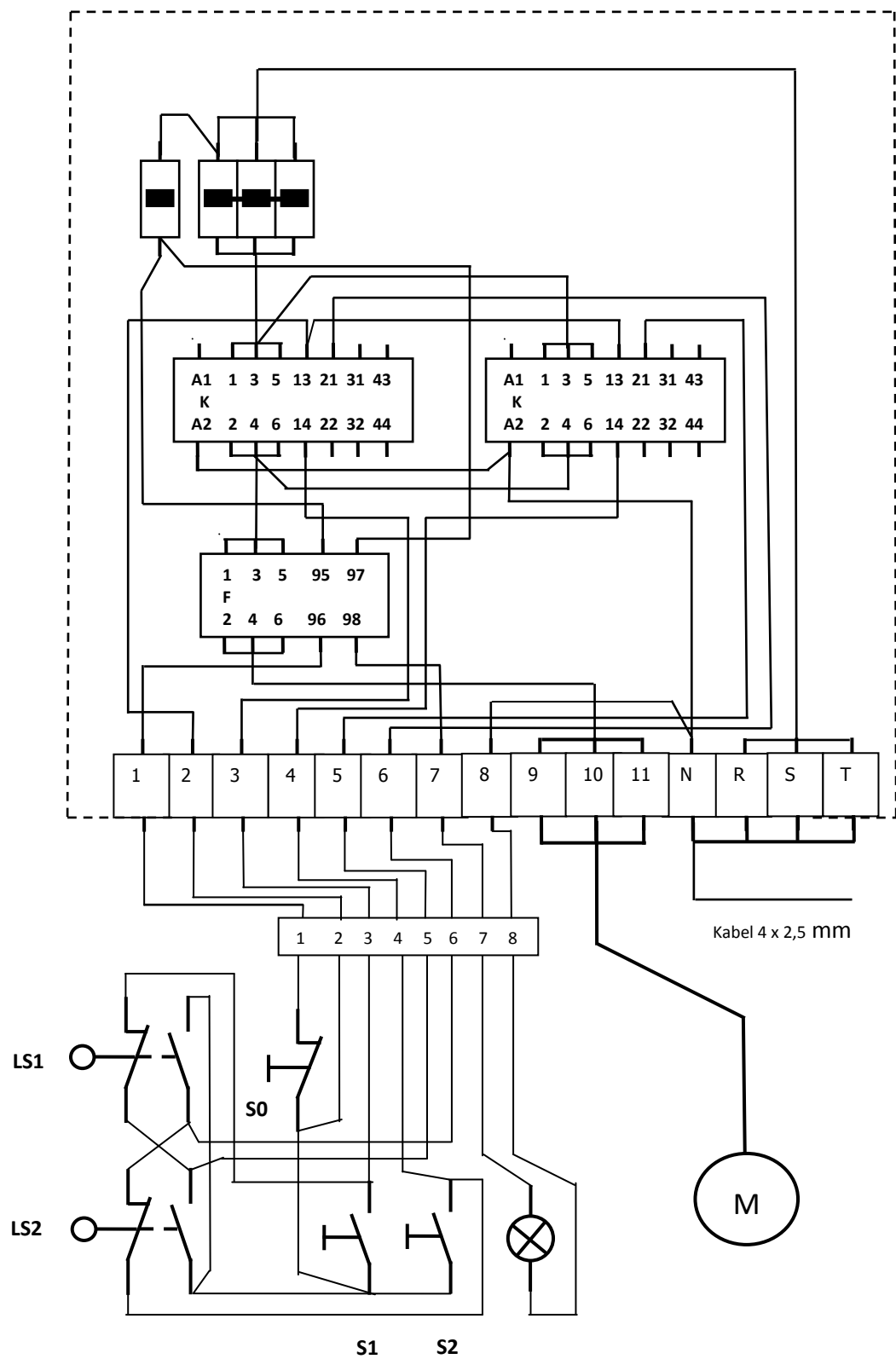
1. Sebelum mencermati tayangan yang disampaikan fasilitator, tuliskan pemahaman Saudara berkenaan dengan Alat-alat pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik !



2. Tuliskan alat bantu pengontrolan yang dipasang pada panel listrik !



3. Lakukan praktek dengan memasang rangkaian pengontrolan motor listrik pada panel listrik sesuai dengan bahan dan peralatan yang ada dengan melihat gambar rangkaian pengontrolan motor listrik di bawah ini !



E. Latihan/ Kasus/Tugas

Soal/Latihan

1. Tuliskan alat-alat kontrol listrik yang digunakan pada panel kontrol listrik ...
2. Tuliskan Persyaratan komponen kontrol listrik yang diletakkan di dalam panel kontrol sesuai SNI/PUIL ...

F. Rangkuman

Pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik menggunakan beberapa kontaktor magnet dan dilengkapi dengan alat bantu pengontrolan seperti : Tombol tekan, Thermal over load relay, Time relay dan alat bantu lainnya.

Panel kontrol listrik adalah peralatan yang berfungsi untuk tempat komponen dan rangkaian pengontrolan motor listrik. Dari panel kontrol ini dapat mengatur dan mengendalikan beban listrik di bengkel listrik atau industri yang menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Setiap beban motor listrik berdaya besar di industri selalu dilengkapi dengan panel kontrol listrik. Guna mengoperasikan motor listrik dimana motor listrik dapat dikendalikan dari dekat maupun dari jauh diperlukan alat kontrol sebagai penghubung sekaligus sebagai pengatur beroperasinya motor listrik.

Bila terjadi gangguan kelistrikan di lapangan, maka alat pengaman yang ada di panel kontrol akan bekerja untuk mengamankan instalasi listriknya. Jadi alat pengaman yang ada di panel kontrol akan mendeteksi bagian yang mengalami gangguan, sehingga operator dapat menentukan lokasi gangguan.

Penempatan semua komponen kontrol listrik ini harus memenuhi persyaratan panel listrik sesuai dengan PUIL yaitu :

- Semua penghantar/ kabel harus disusun rapi
- Semua komponen harus dipasang rapi
- Semua bagian yang bertegangan harus terlindungi
- Semua komponen sudah terpasang kuat
- Jika terjadi gangguan tidak meluas, artinya harus mempunyai keandalan yang tinggi dan mudah diperluas bila diperlukan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat menentukan alat-alat pengontrolan motor listrik yang dipasang pada panel listrik.
2. Mampu menjelaskan alat bantu pada pengontrolan yang dipasang pada panel listrik.
3. Dapat menggambar lay out tata letak komponen kontrol pada panel listrik.
4. Dapat menjelaskan cara meletakkan komponen pengontrolan motor listrik pada panel listrik.
5. Dapat memasang rangkaian pengawatan instalasi pengontrolan motor listrik pada panel listrik.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. Kunci Jawaban LK 2.1.

1. Jawaban Soal 1.

Kaidah-kaidah yang harus dipenuhi oleh sebuah instrumen evaluasi adalah: Instrumen harus memiliki nilai validitas, reliabilitas, objektivitas, praktikabilitas, ekonomis, tarp kesukaran dan memiliki daya pembeda yang tegas.

2. Jawaban Soal 2.

Langkah yang di lakukan untuk menghitung daya pembeda sama seperti yang dilakukan pada soal pilihan ganda. Urutkan seluruh peserta tes berdasarkan perolehan sekor total dari yang tinggi keperolehan sekor yang rendah. Adapun langkah-langkah untuk menghitung daya pembeda adalah dengan menempuh langkah sebagai berikut :

- a. Memeriksa jawaban soal semua siswa peserta tes.
- b. Membuat daftar peringkat atau urutan hasil tes berdasarkan sekor yang di capainya.
- c. Menentukan jumlah siswa kelompok atas dan kelompok bawah.
- d. Menghitung selisi tingkat kesukaran menjawab soal antara kelompok atas dan kelompok bawah.
- e. Membandingkan nilai selisih yang di peroleh.
- f. Menentukan ada tidaknya daya pembeda pada setiap nomor soal dengan kriteria “memiliki daya pembeda”.

3. Jawaban Soal 3.

Berdasarkan bentuk-bentuk tes, dapat dibagi kedalam dua masam yaitu: butir tes bentuk uraian (*essay test*) dan butir test berbentuk objektif (*objective test*). Dua bentuk test ini dapat dipilah lagi kedalam berbagai tipe, yaitu: Test uraian terbatas (*restricted essay*) dan ters uraian bebas (*extended essay*). Butir test objektif menurut tipenya dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: tes benar - salah (*true-false*), butir test menjodohkan (*matching*) dan butir tes pilhan ganda (*mulple choice*). Menurut ragamnya, tiap tes tersebut di atas dapat dipilah lagi ke dalam ragam butir test, yaitu:

- a. Tipe Tes Uraian terbatas terdiri dari: Ragam tes jawaban singkat; Ragam tes melengkapi dan Ragam tes uraian terbatas sederhana.
- b. Tipe tes uraian bebas terdiri dari: Ragam tes uraian sederhana dan Ragam tes uraian ekspresif.
- c. Tipe tes objektif benar salah terdiri dari: Ragam benar salah sederhana dan Ragam benar salah dengan koreksi
- d. Tipe tes objektif menjodohkan terdiri dari: Ragam menjodohkan sederhana dan Ragam menjodohkan hubungan sebab akibat
- e. Tipe tes objektif pilihan ganda terdiri dari: Ragam pilihan ganda biasa; Ragam pilihan ganda hubungan antar hal; Ragam pilihan ganda analisis kasus; Ragam pilihan ganda kompleks; Ragam pilihan ganda membaca diagram.

4. Jawaban Soal 4.

Tujuan dilaksanakannya evaluasi proses dan hasil pembelajaran adalah untuk mengetahui keefektifan pelaksanaan pembelajaran dan pencapaian hasil pembelajaran oleh setiap peserta didik. Sedangkan manfaatnya adalah: Pertama, untuk memperoleh pemahaman pelaksanaan dan hasil pembelajaran yang telah berlangsung/dilaksanakan oleh dosen. Kedua, untuk membuat keputusan yang berkenaan dengan pelaksanaan dan hasil pembelajaran. Ketiga, untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran dalam rangka upaya meningkatkan kualitas keluaran.

B. Kunci Jawaban LK 3.1

1. Sistem pengontrolan semi Otomasi adalah untuk menghidupkan dan mematikan sistem dilakukan dengan tangan (Start dan Stop), dan pelayanan / penyaluran tenaga ke beban (motor listrik) dihubungkan melalui kontaktor magnet. Dengan pengontrolan sistem semiotomasi ini operator dapat mengoperasikan motor listrik dari tempat yang aman dan terpisah dari mesin-mesinnya.

2. Sistem pengontrolan motor-motor listrik secara otomatis, motor listrik dikontrol oleh satu atau lebih alat pengontrol otomatis (sensor). Pengontrolan secara otomatis biasanya start atau stop dilakukan secara manual atau secara otomatis dengan menggunakan alat bantu kontrol misalnya saklar tekan batas (limit switch), saklar penunda waktu (time relay), saklar termis, saklar level.
3. Prinsip kerja Rangkaian Kontrol :
 - Saat air normal semua level kontrol tidak bekerja, dan posisi kontak terhubung.
 - MCB terhubung dengan tegangan, maka kontaktor magnet bantu akan bekerja, maka kontak NO dari KB akan menghubungkan kontaktor magnet K1, motor pompa satu akan bekerja dan kontaktor magnet K2, motor pompa dua bekerja (dua motor pompa sama kerja).
 - Motor pompa satu dan motor pompa dua mengisi air sampai level LC 0 terbuka, pompa satu dan pompa dua masih bekerja.
 - Saat ketinggian air mencapai level LC 1 terbuka, maka pompa dua baru berhenti (Kapasitas air aman), dan pompa satu masih bekerja.
 - Sampai level LC 2 bekerja, kedua unit pompa berhenti (air penuh pada bak.
 - Saat air berkurang sampai level LC 1, pompa satu masih bekerja. Bila air benar-benar kosong sampai level LC 0 terbuka, maka kembali dua unit motor pompa bekerja.

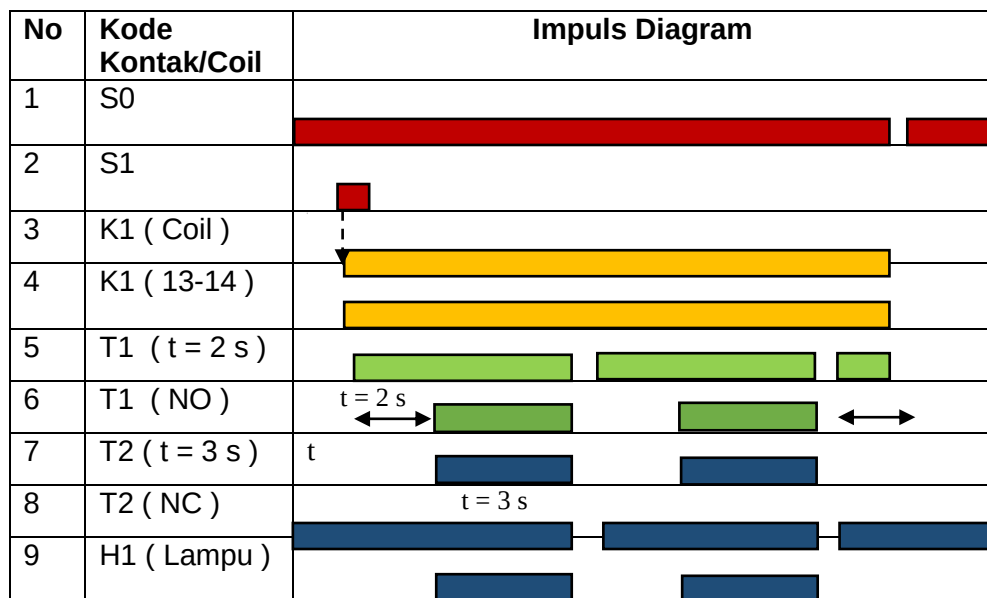
C. Kunci Jawaban LK 3.2.

1. Menggunakan MCB (Miniature Ciircuit Breaker).
2. Menggunakan Thermal Over load Relay (TOR)
3. Besaran-besaran motor sesuai plat nama adalah :
 - a. Hubungan bintang (Y)
 - b. Tegangan Nominal = 380 Volt
 - c. Arus nominal = 18 A

- d. Daya out put (Po) = 7500 watt
e. Daya in put (Pi) = 9.478 watt
f. Putaran motor (nr) = 1460 1/min
g. Putaran stator (ns) = 1500 1/min
h. Jumlah kutub (P) = 2 pasang
i. Slip (S) = 2,6% (0,026)
j. Efisiensi = 79% (0,79)

D. Kunci Jawaban LK3.3.

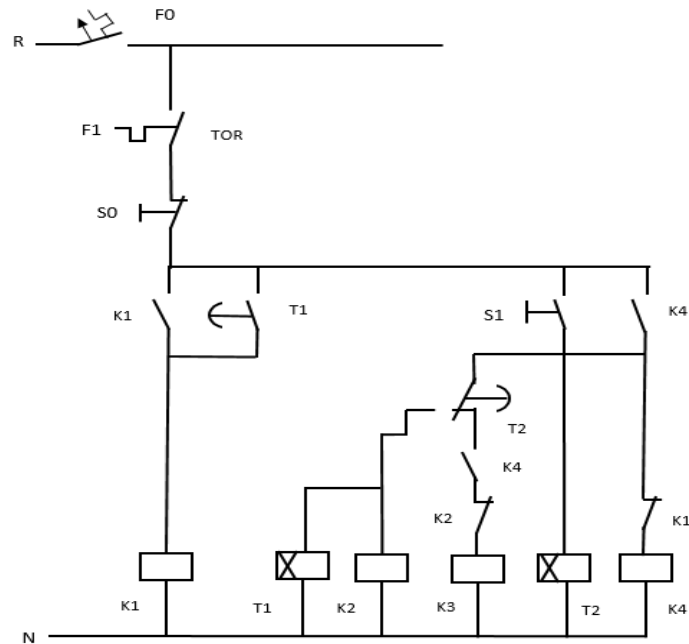
1. Signal diagram dari soal latihan no. 1 di atas adalah :



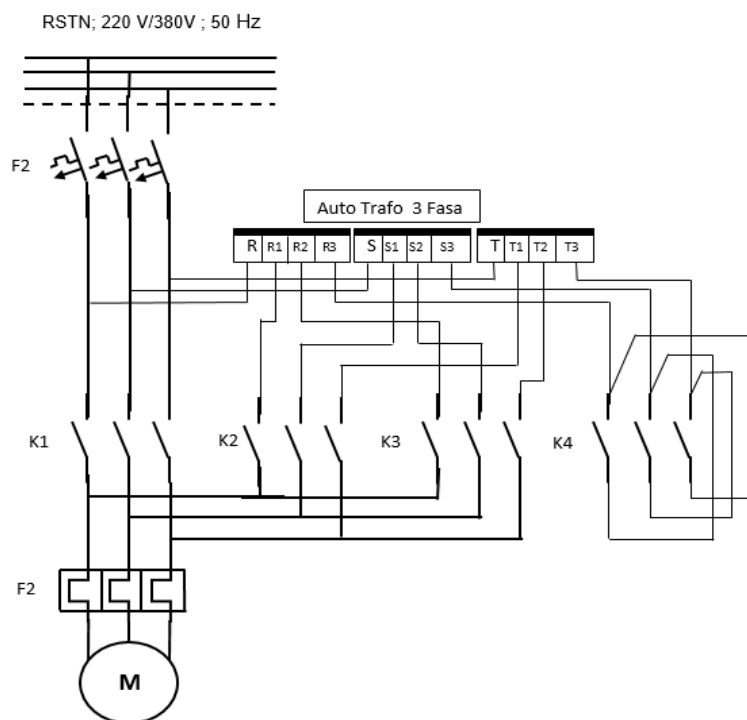
2. Saat S1 ditekan kontaktor magnet K1 dan time relay T1 bekerja. Setelah waktu T1 tercapai, kontaktor magnet K2 akan bekerja dan K1 berhenti. Masalah timbul saat kontak T2 akan menghidupkan kembali.

E. Kunci Jawaban LK 3.4.

- a. Rangkaian kontrol arus pengasutan motor induksi tiga fasa dengan menggunakan autotrafo.



- b. Rangkaian utama/tenaga pengasutan motor listrik 3 fasa dengan Autotrafo



F. Kunci Jawaban LK 3.5.

1. Alat kontrol yang digunakan pada panel listrik adalah :
NFB/MCCB/MCB, Kontaktor Magnet, Tombol Tekan, Time Relay, Thermal Over load Relay (TOR) dan Lampu Indikator serta Alat Ukur Listrik.
2. Penempatan komponen kontrol pada panel listrik harus memenuhi syarat seperti :
 - Semua penghantar/ kabel harus disusun rapi
 - Semua komponen harus dipasang rapi
 - Semua bagian yang bertegangan harus terlindungi
 - Semua komponen sudah terpasang kuat
 - Jika terjadi gangguan tidak meluas, artinya harus mempunyai keandalan yang tinggi
 - Mudah diperluas / dikembangkan jika diperlukan.

EVALUASI

A. Pilihan Berganda

Petunjuk Singkat :

- Pilih jawaban yang paling tepat pada soal pilihan ganda dengan cara memberi tanda silang (X) pada abjad dilembar jawaban. Jika ingin merubah jawaban, lingkarilah pada jawaban yang salah kemudian pilih jawaban yang dianggap benar, dan hanya sekali diperbolehkan merubah jawaban.
- Jawaban soal dikerjakan pada lembar jawaban teori.

1. Penilaian dan evaluasi proses pembelajaran dilakukan guru pada prinsipnya untuk...
 - a. Efektivitas, umpan balik, meningkatkan kualitas pembelajaran.
 - b. Menunjukkan nilai kepada peserta didik agar dapat meningkatkan prestasinya.
 - c. Mendidik, membina dan mengarahkan siswa agar dapat menyelesaikan tugas yang diberikan.
 - d. Mendesain evaluasi berikutnya untuk melihat ketercapaian indikator.
2. Salah satu prinsip penilaian hasil belajar adalah adil, maksudnya adalah:
 - a. Menerima siswa dengan segala kelebihan dan kelemahannya.
 - b. Semua siswa mendapatkan perlakuan sama tanpa terkecuali.
 - c. Memberikan umpan balik positif.
 - d. Penilaian mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotorik secara seimbang.
3. Penilaian proses pembelajaran yang dilakukan guru di kelas harus dapat:
 - a. Meningkatkan potensi siswa baik dari segi kognitif maupun psikomotor
 - b. Menciptakan ketertiban, kedisiplinan, kenyamanan, dan keselamatan, dalam menyelenggarakan proses pembelajaran.
 - c. Meningkatkan aktivitas siswa dalam pembelajaran kelas.
 - d. Memfasilitasi siswa menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.

4. Aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan di evaluasi untuk pembelajaran di Workshop adalah ...
 - a. Kerjasama dalam tim, dan aspek psikomotor
 - b. Kemampuan individual dan interaksi peserta didik dengan guru
 - c. Kreativitas siswa dalam melaksanakan praktek.
 - d. Ketepatan penggunaan waktu dalam melaksanakan.

5. Guru menyusun instrumen penilaian untuk proses pembelajaran kompetensi ketenagalistrikan mengacu pada indikator pencapaian kompetensi.
 - a. Menyimpulkan ketercapaian Indikator esensial yang telah ditetapkan.
 - b. Memperbaiki proses pembelajaran yang dilakukan guru.
 - c. Ketuntasan Jobsheet yang telah dilaksanakan.
 - d. Ketuntasan materi pembelajaran yang telah ditetapkan.

6. Guru menyusun item tes evaluasi hasil belajar peserta didik dari kisi-kisi instrumen karena...
 - a. sebaran data untuk indikator lebih jelas.
 - b. setiap Indikator pada kisi-kisi harus ada nomor item.
 - c. semua indikator pencapaian kompetensi telah ada pada Kisi-kisi instrumen.
 - d. dapat mempermudah membuat item tes evaluasi.

7. Penilaian hasil belajar dalam kurikulum berbasis kompetensi menggunakan kaidah ..

a. PAP	b. Sumatif
c. PAN	d. Mexing

8. Untuk melakukan penilaian proses, seyogianya guru mengembangkan instrument penilaian berbentuk...

a. Test Tertulis.	b. Inventori
c. Lembar Observasi.	d. Kuisisioner

9. Setiap lembar observasi disertasi dengan rubrik atau deskripsi untuk menentukan skor penilaian, rubrik atau deskripsi ini disebut juga dengan ...

a. Angka penilaian	b. Prosedur penilaian
c. Standar penilaian	d. Standar ketuntasan.

10. Suatu tes hasil belajar dikatakan baik untuk digunakan jika ...
- a. Valid dan reliabel
 - b. Sudah diuji coba
 - c. Valid dan reliabel
 - d. Sudah dianalisis butir.
11. Tes yang digunakan untuk mengetahui ketuntasan belajar berdasarkan informasi hasil penilaian adalah ...
- a. Pengukuran keberhasilan.
 - b. Selektif
 - c. Diagnostik
 - d. Penempatan
12. Analisis terhadap hasil penilaian dan evaluasi bermanfaat untuk ..
- a. Umpan balik
 - b. Meningkatkan kualitas PBM
 - c. Melakukan remedial
 - d. Memberikan umpan balik
13. Penilaian dan evaluasi proses pembelajaran dilakukan guru pada prinsipnya untuk:
- a . Mendidik, membina dan mengarahkan siswa agar dapat menyelesaikan tugas yang diberikan.
 - b . Mendesain evaluasi berikutnya untuk melihat ketercapaian indikator.
 - c . Efektivitas, umpan balik, meningkatkan kualitas pembelajaran.
 - d . Menunjukkan nilai kepada peserta didik agar dapat meningkatkan prestasinya.
14. Salah satu prinsip penilaian hasil belajar adalah adil, maksudnya adalah:..
- a . Menerima siswa dengan segala kelebihan dan kelemahannya
 - b . Memberikan umpan balik positif.
 - c . Semua siswa mendapatkan perlakuan sama tanpa terkecuali
 - d . Penilaian mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotorik secara seimbang.
15. Penilaian proses pembelajaran yang dilakukan guru di kelas harus dapat:
- a . Meningkatkan potensi siswa baik dari segi kognitif maupun psikomotor.
 - b . Menciptakan ketertiban, kedisiplinan, kenyamanan, dan keselamatan, dalam menyelenggarakan proses pembelajaran
 - c . Meningkatkan aktivitas siswa dalam pembelajaran kelas.

- d . Memfasilitasi siswa menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.
16. Aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan di evaluasi untuk pembelajaran di workshop adalah:
- a . Kemampuan individual dan interaksi peserta didik
 - b . Kerjasama dalam tim, dan aspek psikomotor dengan guru, lingkungan, sumber belajar lainnya.
 - c . Kreativitas siswa dalam melaksanakan praktek.
 - d . Ketepatan penggunaan waktu dalam melaksanakan praktikum.
17. Berikut adalah prosedur Evaluasi proses pembelajaran yang dilakukan guru dikelas:
- a .Evaluasi tujuan pembelajaran, kebermanfaatan media yang digunakan, keterlaksanaan oleh guru
 - b . Evaluasi cara menyampaikan indikator pembelajaran, kesesuaian lembar penilaian yang digunakan terhadap rencana KBM.
 - c . Evaluasi kesesuaian metode pembelajaran terhadap tujuan pembelajaran, Kesesuaian bahan ajar terhadap jenis kegiatan pembelajaran
 - d . Evaluasi ketercapaian tujuan pembelajaran, evaluasi kesesuaian proses pembelajaran dengan rencana KBM, kesesuaian waktu yang digunakan.
18. Guru menyusun instrumen penilaian untuk proses pembelajaran kompetensi ketenagalistrikan mengacu pada indikator pencapaian kompetensi agar dapat:
- a . Memperbaiki proses pembelajaran yang dilakukan guru.
 - b . Ketuntasan Jobsheet yang telah dilaksanakan
 - c . Ketuntasan materi pembelajaran yang telah ditetapkan.
 - d . Menyimpulkan ketercapaian Indikator esensial yang telah ditetapkan
19. Guru menyusun item tes evaluasi hasil belajar peserta didik dari kisi-kisi instrumen karena:
- a . sebaran data untuk indikator lebih jelas
 - b . setiap Indikator pada kisi-kisi harus ada nomor item.
 - c . semua indikator pencapaian kompetensi telah ada pada Kisi-kisi instrumen
 - d . dapat mempermudah membuat item tes evaluasi

20. Data hasil belajar peserta didik dapat digunakan untuk menentukan ketuntasan belajar pada setiap standar kompetensi ketenagalistrikan berdasarkan KKM sehingga guru dapat menentukan:
- Standar kompetensi yang belum tercapai
 - Kegiatan pembelajaran yang harus diperbaiki
 - kebermanfaatan media pembelajaran.
 - Siswa yang harus mengikuti remedial.
21. Motor listrik dengan data 220/380V ; Δ/Y , kumparan motor disambung Δ , bila tegangan jaringan adalah :
- a. 127/220V b. 220/380V c. 380/660V d. 660/110V
22. Besar daya input motor listrik 3 fasa bila efisiensi 0,8 dan poros motor digunakan untuk memutar pompa sebesar 1 kW adalah
- a. 900W b. 1250W c. 1330W d. 1990W
23. Motor listrik 3 fasa berputar tetapi mendengung, hal ini menandakan ...
- Beban motor terlalu berat
 - Motor tersambung 2 fasa
 - Tegangan sumber tidak ada
 - Kabel pembumian putus.
24. Jumlah putaran (kecepatan) motor induksi 3 fasa rotor sangkar tergantung dari ...
- Besar tegangan jala-jala yang dihubungkan ke motor.
 - Besar beban pada poros motor.
 - Jumlah kutub lilitan stator
 - Jumlah lilitan stator.
25. Besar putaran maksimum rotor pada motor induksi 3 fasa, 50 Hz adalah ...
- a. $\eta \approx 1500$ rpm b. $\eta \approx 2800$ rpm c. $\eta \approx 3000$ rpm d. $\eta \approx 6000$ rpm.

26. Fungsi Thermorelay pada instalasi motor listrik adalah :
- Untuk mengamankan motor dari hubung singkat
 - Untuk mengamankan motor dari beban lebih
 - Untuk mengamankan motor dari hubung singkat dan beban lebih
 - Untuk mengamankan kontaktor dari motor beban lebih.
27. Fungsi pengaman lebur pada instalasi listrik adalah :
- Untuk mengamankan instalasi dari hubung singkat
 - Untuk mengamankan instalasi dari panas yang berlebihan
 - Untuk mengamankan instalasi dari arus bocor tanah
 - Untuk mengamankan instalasi dari tegangan lebih.
28. Tujuan pengasutan Y - Δ , pada instalasi Motor Induksi 3 fasa rotor sangkar adalah ...
- Untuk memperkecil arus start motor
 - Untuk memperkecil arus kerja motor
 - Untuk memperkecil putaran motor
 - Untuk mengurangi panas yang ditimbulkan oleh kumparan motor.
29. Pada pengasutan Y - Δ , hubungan kumparan motor listrik ke jaringan adalah ...
- Start hubungan Δ , running hubungan Y
 - Start hubungan Y, running hubungan Δ
 - Start hubungan Y, running hubungan Y
 - Start hubungan Δ , running hubungan Δ
30. Besar daya poros motor listrik bila data motor sebagai berikut adalah
 $U = 380/220V$, Y/ Δ , $\eta = 1410$ rpm, $\cos \varphi = 0,7$. $I = 2,3$ A / 4 A, $P = 0,8$ Kw
- $P = 611W$
 - $P = 800W$
 - $P = 1058W$
 - $P = 1512 W$

31. Bila data motor listrik tiga fasa diketahui sebagai berikut : $U = 380V/220V$, Y/Δ , $n = 1410 \text{ rpm}$, $\cos \varphi = 0,7$. $I = 2 \text{ A} / 4 \text{ A}$, $P = 0,8 \text{ Kw}$, besar efisiensinya adalah ...

- a. $\eta = 0,34$ b. $\eta = 0,53$ c. $\eta = 0,76$ d. $\eta = 0,91$

32. Bila tegangan jala-jala $220V/380V$, $f = 50\text{Hz}$, motor listrik akan dihubungkan dengan pengontrolan starting bintang-running segitiga, maka plat nama data motor listrik yang sesuai adalah

D – Motor	
125 V / 220 V	8,4 A / 4,8 A
1, 1 kW	$\cos \varphi = 0,8$
1400 1/ min	50 Hz

a.

D - Motor	
125 V / 220 V	4,7 A / 2,7 A
0, 5 kW	$\cos \varphi = 0,7$
900 1/ min	50 Hz

b.

D – Motor	
220 V / 380 V	2,7 A / 1,6 A
0,5 kW	$\cos \varphi = 0,7$
940 1 / min	50 Hz

c.

D - Motor	
380 V / 660 V	1,6 A / 0,9 A
0, 5 kW	$\cos \varphi = 0,7$
940 1 / min	50 Hz

d

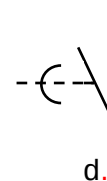
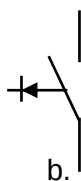
33. Besar setting arus Thermal Overload Relay (TOR) maksimum yang dipasang pada instalasi pengontrolan motor Induksi 3 fasa dengan rotor sangkar menurut PUIL adalah :

- a. $1,1 \times$ Arus nominal motor b. $1 \times$ Arus start motor
c. $1 \times$ Arus nominal motor d. $1,1 \times$ Arus hubung singkat

34. Efek yang terjadi pada motor listrik arus bolak-balik (AC) jika frekwensi jala-jala naik adalah ...

- a. Putaran motor tetap b. Putaran Motor naik
c. Putaran motor turun d. Motor Berhenti.

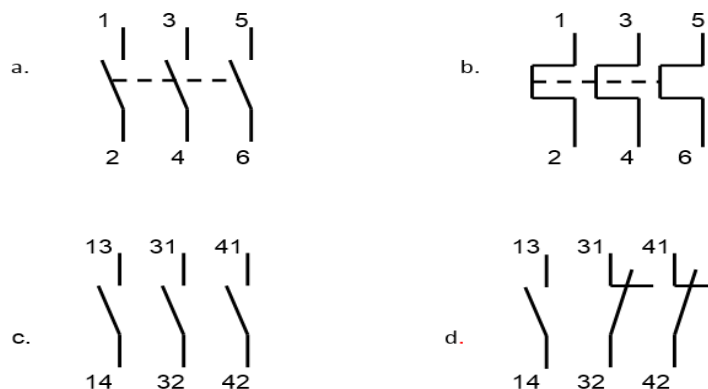
35. Simbol kontak TDR (Time Delay Relay) yang dipakai pada penggambaran rangkaian kontrol adalah :



36. Tempat komponen pengontrolan seperti; kontaktor magnet, time relay dan MCB pada panel listrik adalah :

- a. Kabel kanal b. Terminal strip c. Kabel duct d. Rel Omega (Ω).

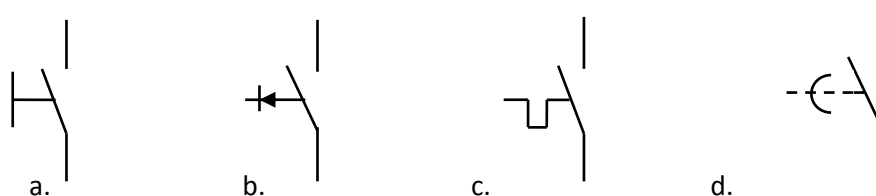
37. Simbol kontak bantu kontaktor magnet yang dipakai dalam penggambaran rangkaian kontrol adalah ...



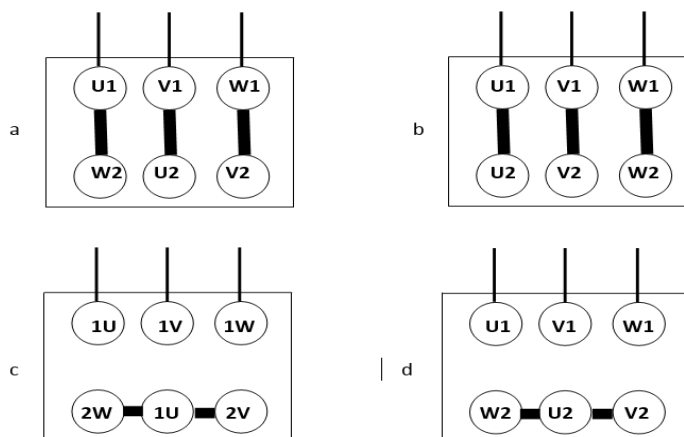
38. Rangkaian kontrol motor listrik menggunakan MCB, tombol tekan, kontaktor magnet, dan TOR. Guna MCB pada rangkaian kontrol adalah

- a. Membatasi arus listrik yang mengalir pada instalasi motor listrik
b. Mengamankan instalasi motor dari arus hubung singkat
c. Mengamankan instalasi motor dari arus bocor.
d. Mengamankan manusia dari arus hubung singkat.

39. Simbol kontak Thermal Over Load Relay (TOR) pada rangkaian kontrol motor listrik adalah



40. Pada rangkaian kontrol motor listrik yang menggunakan dua atau lebih kontaktor magnet menggunakan kontak interlock yang berguna untuk ...
- agar kedua kontaktor magnet tidak boleh bekerja pada waktu bersamaan.
 - agar kedua kontaktor magnet dapat bekerja pada waktu bersamaan.
 - agar kedua kontaktor magnet aman dari gangguan arus hubung singkat
 - agar kedua kontaktor magnet dapat berkerja normal.
41. Ujung kumparan stator motor induksi 3 fasa rotor sangkar, pada terminal motor ditandai dengan huruf
- U1 – U2, V1 – V2 , W1 – W2
 - 1U – 2U, 1V – 2V, 1W – 2W
 - U – Y , V – X , W – Z
 - U1 – U2, Z1 – Z2 , D1 – D2.
42. Motor induksi 3 fasa rotor sangkar pada hubungan segitiga (Δ), sambungan dari jaringan listrik dan kumparan pada terminalnya adalah ...

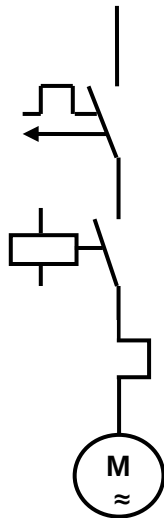


43. Bahan di bawah ini merupakan perlengkapan pada panel kontrol motor listrik..
- Rel Omega, Kabel skun (sepatu kabel), Pipa PVC, Terminal.
 - Kabel Duct, Rel Omega, Kabel skun (sepatu kabel), Terminal.
 - Kabel Duct, Kabel skun (sepatu kabel), Pipa PVC, Terminal.
 - Kabel skun (sepatu kabel), Rel Omega, Pipa PVC, Terminal.

44. Kabel listrik yang dipakai pada panel kontrol adalah

- a. NYY b. NYA c. NYAF d. NYM

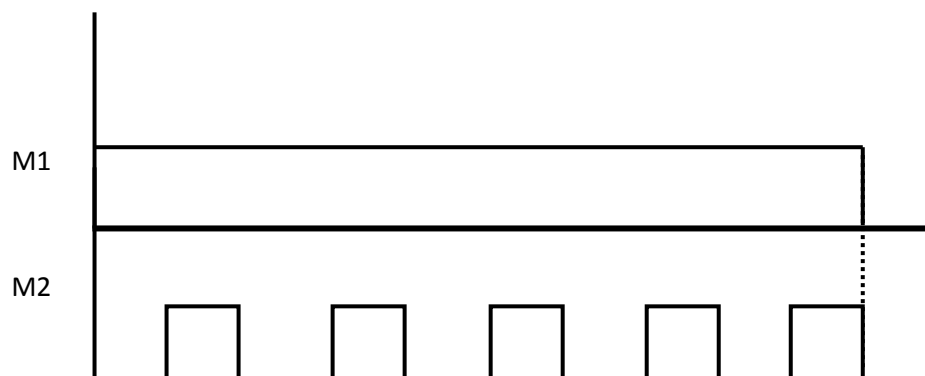
45. Perhatikan diagram rangkaian motor listrik di samping. Fungsi utama MCB adalah



- a. Pengaman motor jika terjadi beban lebih.
b. Sebagai saklar untuk menjalankan motor
c. Pengaman instalasi (di bawahnya) jika terjadi hubung singkat.
d. Pengaman instalasi jika terjadi arus bocor dari motor ke tanah.

B. Kasus/Masalah.

Untuk mengisi bak penampungan air pada suatu area dibutuhkan dua unit motor listrik. Motor listrik yang satu memiliki kapasitas daya yang relatif besar untuk mengisi air yang banyak, dan motor listrik yang satu lagi digunakan untuk menyuntikkan cairan pembunuh kuman yang bekerja sesuai waktu (settingan waktu). Untuk jelasnya amati diagram signal kerja dibawah ini. Rencanakan instalasi pengontrolan kedua unit motor pompa tersebut.



PENUTUP

Semoga modul Pengontrolan Motor Listrik Elektromekanik, “ Kelompok Kompetensi I ” ini dapat bermanfaat bagi Guru Pembelajar SMK sebagai acuan dalam mengembangkan kompetensi dan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan dan mengembangkan kompetensi sesuai standar yang ditetapkan. Modul ini akan melengkapi modul-modul yang lain yang berhubungan dengan paket keahlian Teknik Pemanfaatan tenaga Listrik.

Penyusunan modul ini masih perlu pengembangan dan penyempurnaan untuk itu disarankan kepada semua pembaca modul ini untuk dapat menyempurnakannya melalui literature dan bahan bacaan yang lain yang relevan dengan materi di dalam modul ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas Sudijono, 2013. Pengantar Evaluasi Pendidikan, Rajawali Pers, Jakarta.
- Esvandiari.2008. smart fisika SMA.jakarta. puspa swara.
- Sudjana, Nana. 1989. Penilaian Hasil Proses Belajar. Bandung: PT. Remaja
- Suharsimi Arikunto,2012. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan, ed. 2,Bumi Akasara,
- Sudijono, Anas. 2013. Pengantar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sudrajat, Akhmad. Penilaian Hasil Belajar.
<http://akhmadsudrajat.files.wordpress.com/200808> penilaian-hasil-belajar. Diakses Tanggal 20 September 2014.
- Purwanto, 2014. Evaluasi Hasil Belajar, Yogyakarta: Pustaka Pelajar Jakarta
- Wahyudin. 2006. Evaluasi Pembelajaran Sekolah Dasar. Bandung: UPI Press.
- Bastian Peter, **Praxis Elektrotechnik**, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan Gruiten, 1994.
- Bohm Werner, **Elektrische Steuerungen**, Vogel Fachbuch, Wurzburg, 1991.
- Fadillah Kismet, Wurdono, **Instalasi Motor-Motor Listrik**, Angkasa, Bandung, 1997.
- Nuhrman Dieter, **Professionelle Schaltungstechnik**, Verlag Gmbh, Austria, 1995.
-, **Lembaran Informasi Instalasi Motor Listrik**, PPPPTK BBL Medan.