

PENERAPAN TEACHING AID MOTOR 3 PHASE DALAM BIDANG KELISTRIKAN PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMESINAN SMK PGRI JATIBARANG INDRAMAYU

Badruzzaman¹⁾, Felix Dionisius²⁾, Rachmatullah³⁾, Azis Susanto⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu
Jl. Raya Lohbener Lama No. 08 Lohbener Indramayu, 45252
E-mail: badruzzaman@polindra.ac.id

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sudah semakin pesat dan di dalam setiap industri dituntut kerja cepat dan tepat dalam memenuhi kebutuhan. Pemanfaatan teknologi saat ini tidak akan lepas dari bidang kelistrikan karena semua komponen teknologi pasti menggunakan energi listrik sebagai sumber utama. Pemahaman akan konsep kelistrikan ini harus dapat dipahami sedini mungkin, terutama bagi siswa SMK yang lebih banyak menerapkan konsep praktek didalam kurikulumnya. Pendidikan kejuruan merupakan Pendidikan yang diarahkan untuk mempelajari bidang khusus, agar para lulusan memiliki keahlian tertentu. Kesulitan memahami konsep yang abstrak, kompleks, dan dinamik merupakan permasalahan dalam pembelajaran sistem kelistrikan. Tujuan dari kegiatan ini yakni untuk melakukan penerapan *teaching aid* motor 3 phase dalam bidang kelistrikan pada program keahlian Teknik Pemesinan SMK PGRI Jatibrang Indramayu. Metode pelaksanaan kegiatan ini dimulai dari identifikasi permasalahan, studi literatur dan observasi, pembuatan desain *teaching aid*, pembuatan dan perakitan produk, uji coba teknis, analisa gambar rangkaian, evaluasi kegiatan dan sosialisai/pelatihan. Hasil yang didapat menunjukkan 16 modul kelistrikan yang telah dibuat dan mampu untuk membuat rangkaian dari motor listrik 1 phase maupun 3 phase. Kesimpulan yang dihasilkan yakni *teaching aid* ini dapat dimanfaatkan oleh siswa-siswi dan guru dalam memahami konsep kelistrikan motor dan membantu proses pembelajaran menjadi lebih menarik.

Kata Kunci: *Teaching Aid, Motor 3 Phase, Kompetensi, SMK*

Abstract

The development of science and technology is currently increasingly rapid and in every industry, fast and precise work is required to meet needs. The use of current technology cannot be separated from the electricity sector because all technological components use electrical energy as the main source. Understanding the concept of electricity must be understood as early as possible, especially for vocational school students who apply more practical concepts in their curriculum. Vocational education is education directed at studying specific fields so that graduates have certain skills. Difficulty understanding abstract, complex, and dynamic concepts is a problem in studying electrical systems. This activity aims to create a teaching aid in the form of verbal symbols/learning media that can explain the concept of electrical systems realistically so that students will get a more practical, economical and easily accessible learning experience. The method of implementing this activity starts with problem identification, literature study and observation, creating teaching aid designs, product manufacturing and assembly, technical trials, analysis of series drawings, activity evaluation and socialization/training. The results obtained show that 16 electrical modules have been created and are capable of creating circuits from 1-phase and 3-phase electric motors. The resulting conclusion is that this teaching aid can be used by students and teachers to understand the concept of motor electricity and help the learning process become more interesting.

Keywords: *Teaching Aid, Motor 3 Phase, Competency, SMK*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sudah bukan hal yang baru. Di dalam setiap industri dituntut kerja cepat dan tepat dalam memenuhi kebutuhan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, tidak cukup hanya mengandalkan tenaga manusia saja, tetapi juga teknologi dan pengontrol yang lebih maju. Perkembangan pendidikan di Indonesia juga berkembang pada teknologi yang digunakan guru dalam penyampaian materi kepada peserta didik. Perkembangan teknologi di bidang kelistrikan berkembang sangat pesat dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan tersebut mempermudah siswa SMK untuk melakukan kegiatan dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam bidang kelistrikan (I Kadek Putra Sanjaya et al, 2021).

Kelistrikan sebagai sistem dibangun atas dua konsep utama yaitu konsep struktur sistem dan konsep mekanisme komponen (Purnawan: 2006). Konsep struktur sistem menjelaskan bagaimana siklus fluida berproses dan membangkitkan sinyal sehingga membentuk sebuah sistem kerja. Konsep mekanisme komponen menjelaskan sifat-sifat komponen dalam sebuah sistem tersebut yang meliputi; prinsip kerja, metode aktuasi dan pengembaliannya, jumlah posisi kontak yang mungkin terjadi, jumlah saluran input-output dan sebagainya. Penjelasan konsep-konsep tersebut direpresentasikan dalam simbol-simbol verbal yang terstandarisasi (DIN ISO 1219 dan DIN ISO 5599).

Kesulitan memahami konsep yang abstrak, kompleks, dan dinamik merupakan permasalahan dalam pembelajaran sistem kelistrikan. Berdasarkan hasil penelitian (Purnawan: 2006), model teoritis berupa simbol-simbol verbal maupun media/alat bantu pembelajaran yang tersedia, tidak cukup representatif untuk dapat menjelaskan konsep sistem kelistrikan secara realistis, sehingga kemungkinan tidak terjangkau (*inaccessible*) oleh peserta didik yang efeknya kurang menimbulkan pengalaman belajar.

Penggunaan media pembelajaran akan sangat membantu dalam meningkatkan proses pembelajaran. Menurut Arsyad (2014) “suatu benda yang digunakan sebagai proses penyampaian informasi dan dapat merangsang minat serta perhatian peserta didik dalam proses pembelajaran adalah media pembelajaran”.

Media pembelajaran merupakan salah satu bentuk dari sarana dan prasarana sekolah hal ini diperkuat dengan pendapat menurut Mulyasa (2011) “bahwa sarana prasarana mengacu pada alat yang langsung dipergunakan sebagai penunjang pada pendidikan (khususnya proses pembelajaran) seperti meja, kursi, ruangan, gedung, dan alat sebagai media pembelajaran”.

Dengan adanya media pembelajaran yang dipergunakan siswa harus mempunyai kualitas yang layak. Nieveen (1999), “mengemukakan bahwa indikator untuk kelayakan dari media dapat dilihat pada tiga aspek yaitu kevalidan, kepraktisan dan keefektifan”.

Kevalidan menurut Sugiyono (2012) validasi produk dapat dilakukan dengan menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk yang dirancang. Kepraktisan menurut Nieveen (1999) kriteria lain dari perlakuan yang berkualitas adalah pengguna akhir, penelitian ini respon siswa sebagai pengguna akhir. Sedangkan keefektifan menurut Prastowo (2013) menjelaskan bahwa keefektifan menekankan ukuran yang menyatakan sejauh mana sasaran atau tujuan telah dicapai.

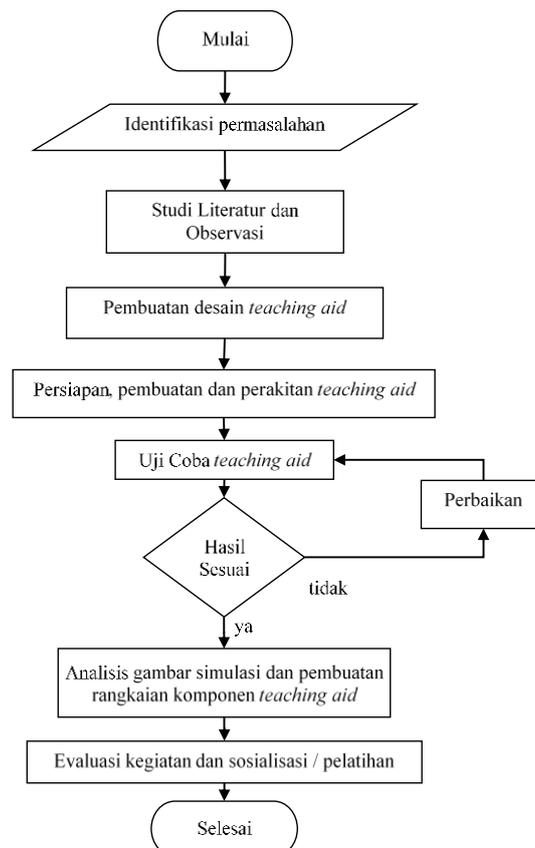
Berdasarkan paparan tersebut, maka diperlukan media pembelajaran yang tidak hanya dalam tataran teoritis, tetapi media yang praktis, ekonomis, dan mudah

dijangkau (*accessible*) yang mampu mengkonsolidasikan konsep sistem kelistrikan di atas. Upaya memenuhi kriteria *accessible* dapat ditempuh dengan memanipulasi model teoritis (verbal / simbol) menjadi model realistik agar mudah diajarkan (*teachable*). Salah satu bentuk media pembelajaran yang efektif tersebut adalah pembuatan *teaching aid*/alat peraga sistem kelistrikan yang akan dibuat untuk membantu proses pembelajaran yang terstruktur dan sistematis.

Tujuan pembuatan *teaching aid* motor 3 phase ini adalah meningkatkan pemahaman bagi siswa SMK tentang prinsip dan fungsi motor 3 phase dalam sistem listrik industri. *Teaching aid* ini dirancang untuk memberikan visualisasi yang jelas, memfasilitasi pemahaman konsep dasar, dan meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam mengoperasikan serta memelihara motor 3 phase. Dengan demikian, diharapkan siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan ini secara efektif dalam pekerjaan di dunia industri setelah lulus.

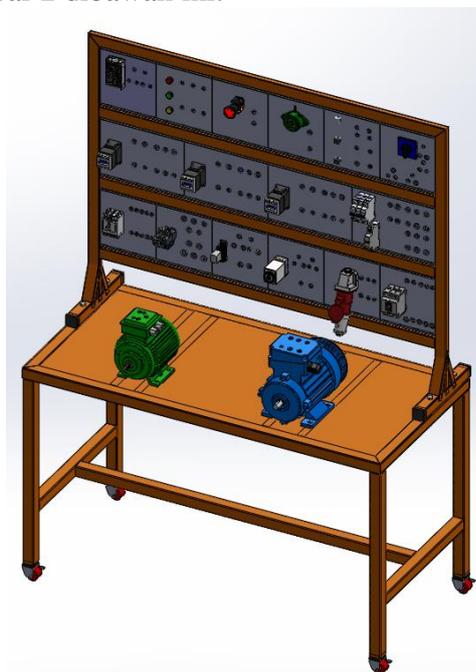
METODE

Metode pelaksanaan yang dilaksanakan untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK PGRI Jatibarang Indramayu melalui pembuatan *teaching aid* motor listrik 3 phase ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Kegiatan

1. Identifikasi permasalahan
Untuk mencari tahu permasalahan yang ada dan menganalisis standar kompetensi yang ada di SMK serta rencana program kegiatan yang akan dibuat.
2. Studi Literatur dan Observasi
Untuk mencari referensi dan pengumpulan data dari teknologi alat peraga sistem kelistrikan tersebut.
3. Pembuatan desain *teaching aid*
Langkah awal yang harus dilakukan yakni membuat desain dari *teaching aid* yang akan di produksi sesuai dengan kebutuhan siswa-siswi.
4. Persiapan, pembuatan dan perakitan *teaching aid*
Langkah selanjutnya yakni melakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian melakukan proses pembuatan produk serta perakitan dari komponen-komponen yang ada.
5. Uji coba *teaching aid*
Melakukan pengecekan dan uji coba dari *teaching aid* yang sudah dibuat.
6. Analisis gambar dan pembuatan rangkaian komponen *teaching aid*
Melakukan rancangan gambar simulasi terkait dengan rangkaian yang dapat dibuat dan disesuaikan dengan komponen-komponen yang ada pada *teaching aid* tersebut ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.

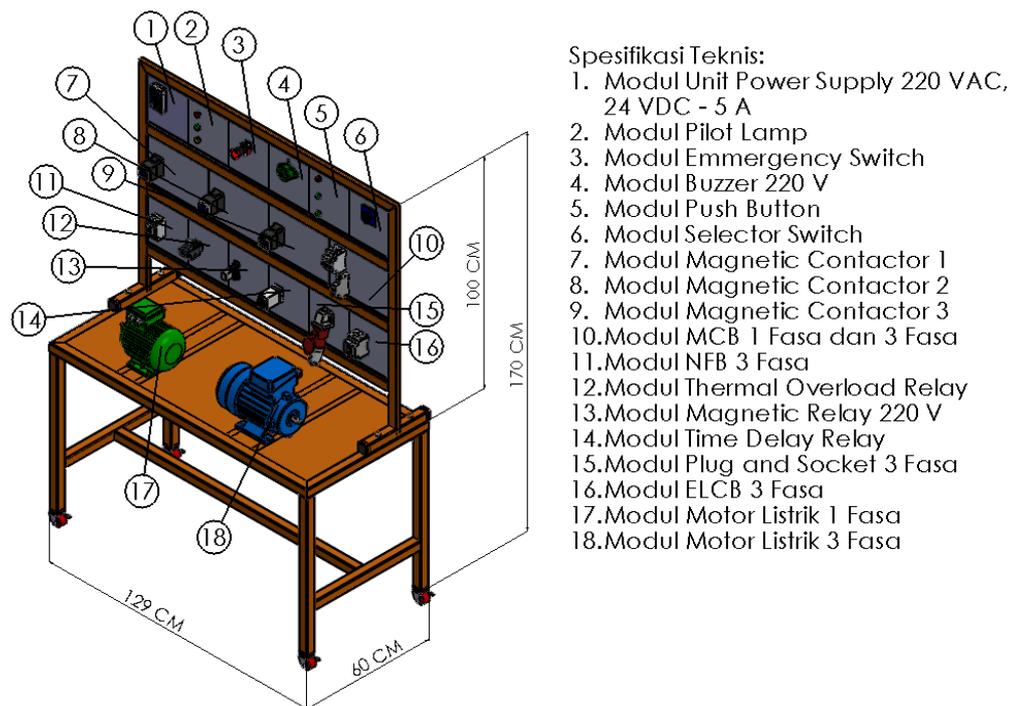


Gambar 2. Perancangan desain fisik *teaching aid*

7. Evaluasi kegiatan dan Sosialisasi/ Pelatihan
Sebelum dilakukan penyerahan *teaching aid* kepada Kepala SMK PGRI Jatibarang Kab. Indramayu, akan dilakukan evaluasi kegiatan dan sosialisasi serta pelatihan terlebih dahulu agar pengetahuan dan keterampilan mitra meningkat dan agar produk yang diberikan dapat digunakan dengan baik dan benar sesuai standar yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses awal yang harus dilakukan dalam membuat suatu produk yakni merancang gambar kerja dari produk tersebut sesuai dengan kaidah gambar yang terstandar. Berikut ini rancangan desain yang dipilih sesuai dengan kebutuhan produk dilapangan yang ditunjukkan pada gambar 3 dibawah ini :



Gambar 3. Desain *Teaching Aid*

Setelah melalui beberapa proses permesinan dan fabrikasi, produk *teaching aid* ini telah jadi. Berikut gambar produk dari trainer tersebut yang ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Produk *Teaching Aid* Motor 3 Phase

Topik pembelajaran *teaching aid* ini diantaranya:

1. Pengenalan komponen
2. Pengendali Motor Listrik
3. Pengaman arus pada pengendali motor listrik
4. Rangkaian control
5. Pengoperasian *teaching aid*
6. *Trouble Shooting*

Berikut ini gambar dari salah satu hasil modul dari *teaching aid* motor 3 phase yang telah dibuat yakni modul *magnetic* kontaktor, ditunjukkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Modul *Magnetic* Kontaktor

Rangkaian Instalasi Kelistrikan

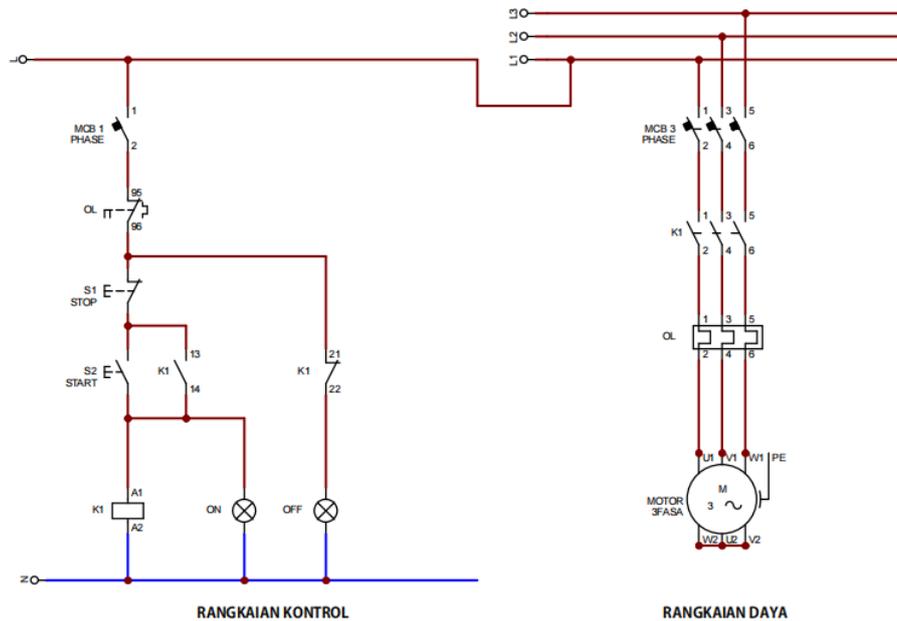
1. Rangkaian *Direct On Line Starter Motor 3 Phase*

Pengontrolan motor dengan DOL (*direct on line*) starter, perhatikan rangkaian gambar 6 (Rangkaian *Direct On Line*). Apabila tersedia tegangan untuk rangkaian daya dan rangkaian kontrol, tekan tombol START, kontaktor K1 akan bekerja, lampu ON akan menyala dan motor akan bekerja.

Setelah tekanan ke tombol START dilepas, tombol START kembali ke posisi NO, rangkaian kontrol tetap bekerja, karena fungsi tombol START diambil alih oleh kontak NO nomor 13-14 kontaktor K1 (saklar pengunci). Untuk proteksi motor dari gambar 6 menggunakan modul *Over Load* (OL).

Apabila arus ke motor naik melampaui arus penyetelan *Over Load* (OL), maka OL akan bekerja mengubah posisi kontak-kontak relaynya. Kontak OL nomor 95-96 berubah posisi dari NC ke posisi terbuka. Akibatnya hubungan rangkaian kontrol sumber tegangan terputus dan sistem pengontrolan motor berhenti beroperasi. Apabila hal ini terjadi, periksa dan analisa gangguan yang mungkin terjadi terhadap sistem operasi motor.

Untuk mengembalikan sistem ke posisi semula adalah dengan menekan *RESET* agar kontak relay nomor 95-96 kembali ke posisi semula (NC). Untuk menghentikan motor adalah dengan menekan tombol STOP.



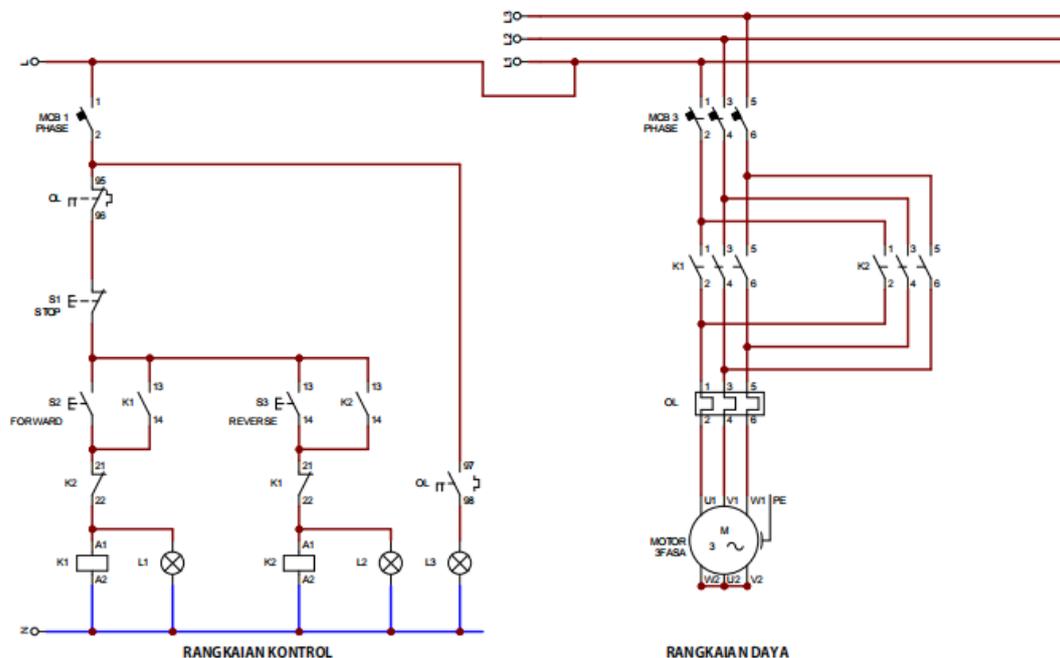
Gambar 6. Rangkaian *Direct On Line*
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

2. Rangkaian *Forward-Reverse* Motor 3 Phase

Ketika tombol *Forward* ditekan dari gambar 7 (rangkaiannya *Forward-Reverse* motor 3 phase), akibatnya kontaktor K1 bekerja dan lampu L1 menyala maka motor induksi 3 phase akan berputar searah jarum jam. Kemudian, jika tombol *Reverse* ditekan, kontaktor K2 tidak bekerja karena kontak 21-22 kontaktor K1 posisi terbuka.

Untuk merubah arah putaran motor ke arah berlawanan jarum jam, sistem harus dihentikan terlebih dahulu dengan menekan tombol STOP. Kemudian tekan tombol *Reverse*, maka motor induksi 3 phase akan berputar berlawanan arah jam, dan ketika tombol stop ditekan, motor berhenti berputar. Untuk proteksi motor pada gambar 7 menggunakan modul Over Load (OL).

Rangkaian *Forward-Reverse* motor 3 phase memiliki perbedaan dengan rangkaian DOL. Sistem rangkaian DOL merupakan metode paling sederhana untuk menghidupkan motor induksi 3 phase. Motor langsung dihubungkan ke sumber daya listrik utama dengan tambahan beberapa peralatan penunjang, dan hanya dapat mengoperasikan motor dengan 1 arah putaran saja. Sedangkan, rangkaian *Forward-Reverse* memungkinkan motor berputar searah dan berlawanan arah jarum jam, hal ini dikarenakan rangkaian yang menggunakan dua buah kontaktor untuk menukar arah arus listrik dari sumber daya listrik utama.

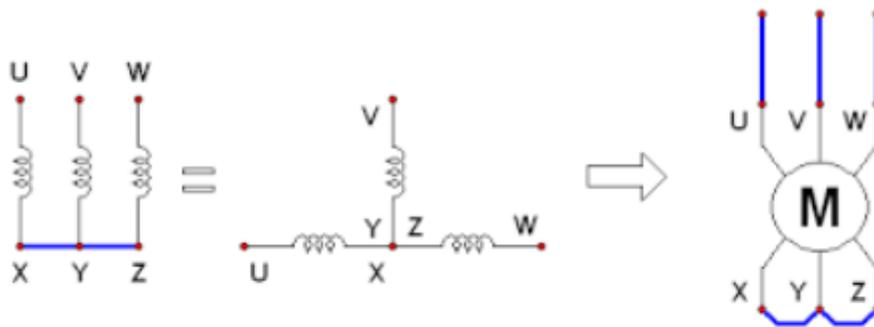


Gambar 7. Rangkaian *Forward-Reverse* Motor 3 Phase
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

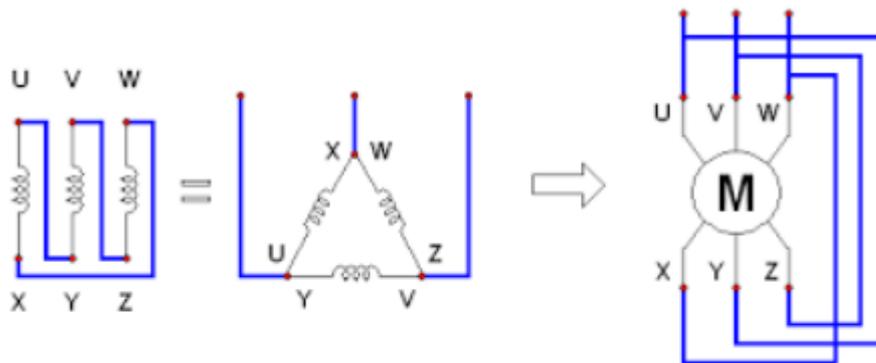
3. Rangkaian STAR-DELTA Motor 3 Phase

Rangkaian Star adalah perangkat listrik tiga fasa yang terdiri dari tiga bagian (misalnya belitan) yang disusun dengan cara yang mirip seperti huruf Y, dengan ujung-ujungnya dihubungkan sebagai garis dan bagian netral di tengah. Sirkuit delta adalah perangkat listrik 3 fasa yang terdiri dari 3 bagian yang sama (misalnya belitan) yang disusun dalam segitiga dengan ujung-ujungnya terhubung dalam garis tanpa netral. Jika Ingin mendapatkan kabel netral biasanya diambil dari *ground*, asalkan sumber tegangannya juga di *ground* (Setiawan, 2020).

Rangkaian star-delta digunakan untuk mengurangi arus awal yang tinggi saat motor dihidupkan. Pengasutan ini bekerja dengan rangkaian bintang (Star) dan beberapa saat rangkaian bintang terlepas kemudian digantikan dengan rangkaian segitiga (Delta). Melalui metode rangkaian Star-Delta ini arus awal yang sampai 6 kali lipat dapat dihindarkan dengan cara menurunkan arus starting sebesar 33,33%. Arus yang mengalir pun ditekan menjadi 1/3 dari arus pengasutan langsung (Rifaldi et al, 2018). Koneksi untuk Star dan Delta dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



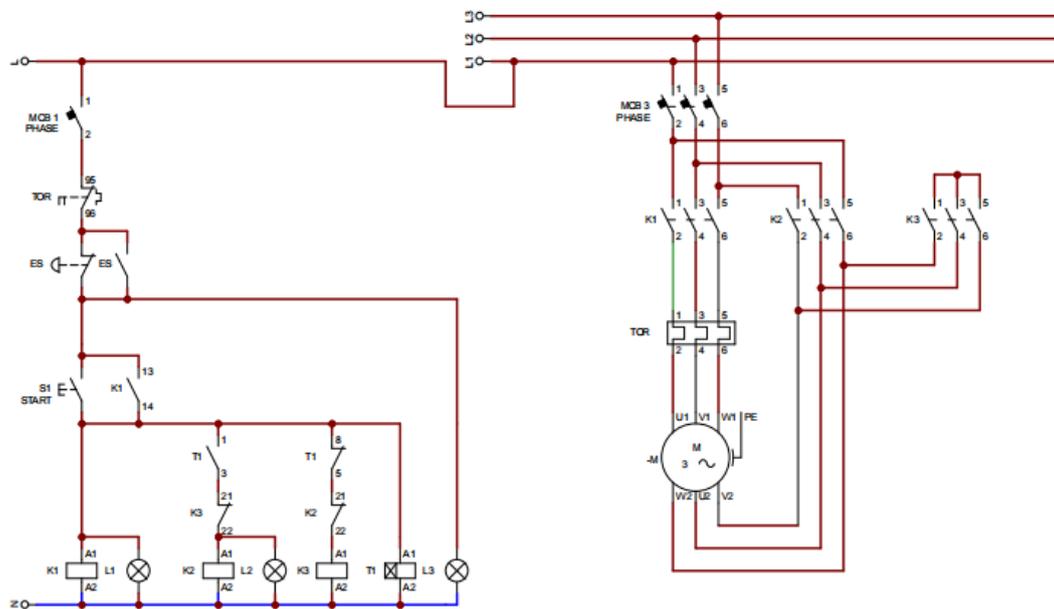
Gambar 8. Koneksi untuk STAR
(Sumber: Muh Rifaldi & Iqbal Alfian, 2018)



Gambar 9. Koneksi untuk DELTA
(Sumber: Muh Rifaldi & Iqbal Alfian, 2018)

Aliran daya listrik dari PLN masuk ke sistem sehingga dapat menjalankan motor dengan rangkaian Star-Delta. Rangkaian Star-Delta terdiri dari 3 kontaktor. Kontaktor 1 dan 3 untuk menjalankan motor secara Star, sedangkan kontaktor 1 dan 2 untuk menjalankan motor secara delta. Saat motor terhubung Star maka kontaktor 1 dan 3 dalam kondisi ON, sedangkan kontaktor 2 dalam keadaan OFF, ditandai juga oleh lampu indikator L1 menyala.

Beberapa saat kemudian timer yang disetting sesuai keinginan misalnya 30 detik *energized* dan akan mematikan kontaktor 3. Sebaliknya jika saat motor terhubung Delta maka kontaktor 1 dan kontaktor 2 ON, sedangkan kontaktor 3 OFF, ditandai juga dengan lampu indikator L1 dan L2 menyala. Untuk pertama kali menjalankan rangkaian Star-Delta menggunakan tombol ON, sedangkan untuk mematikan semua rangkaian motor menggunakan tombol OFF, dan ketika motor dalam kondisi mati maka lampu indikator L3 akan menyala. Untuk mengetahui rangkaian Star-Delta motor 3 phase dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian STAR-DELTA Motor 3 Phase
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

4. Rangkaian *Self-Holding* Motor 1 Phase

Push button START akan memicu/men-trigger kontaktor agar kontaktor (K1) bekerja karena koil A1-A2 kontaktor dialiri arus listrik. Maka, kontaktor bekerja menggerakkan kontak-kontaknya, kontak NO akan menjadi terhubung dan kontak NC akan menjadi terputus secara bersamaan.

Ketika PB START dilepas setelah ditekan, Kontak bantu NO (13-14) yang diparalel dengan PB START menyebabkan jalur arus mengalir melewati kontak bantu NO (13-14) ke *coil* kontaktor, tidak lagi ke PB START.

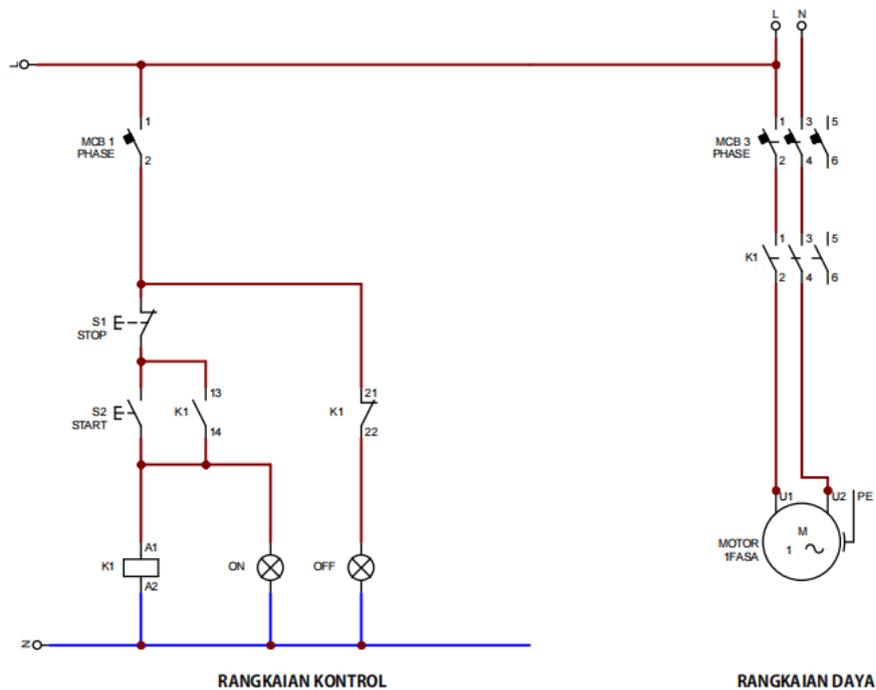
Dengan demikian, koil kontaktor terus teraliri arus sehingga kontaktor maupun beban akan terus bekerja sampai arus pada koil kontaktor terhenti ketika PB STOP di tekan.

Rangkaian ini dapat diberi indikator dengan menambahkan pilot lamp dengan memparalelkan ke kontak (13-14) dan MCB sebagai komponen proteksi pada rangkaian pengendali. Tentunya agar rangkaian bisa bekerja, pastikan MCB dalam keadaan terhubung.

Sementara itu, rangkaian daya akan menghubungkan *line* Fasa dan juga *line* Netral ke motor listrik 1 Phase secara bersamaan karena kontak utama NO (1-2 dan 3-4) terhubung ketika koil dialiri listrik.

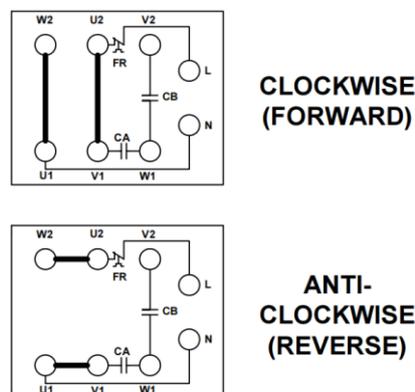
Motor 1 phase memiliki perbedaan dengan motor 3 phase. Perbedaan mendasar adalah kebutuhan terhadap sumber daya listrik. Motor 3 phase membutuhkan sumber daya listrik 3 phase untuk operasionalnya, umumnya digunakan dalam aplikasi industri dan komersial. Sedangkan motor 1 phase beroperasi dengan sumber daya listrik 1 phase. Biasanya digunakan pada aplikasi rumahan, kecil, atau dalam kasus dimana sumber daya 3 phase tidak tersedia.

Perbedaan lain antara motor 3 phase dengan 1 phase adalah kemudahan pengontrolan arah putaran motor. Motor 3 phase dapat berputar ke arah mana saja tergantung dengan konfigurasi rangkaian kontrolnya. Sedangkan, motor 1 phase secara alami memiliki putaran tertentu, dan untuk membalikkan arah putaran menggunakan tambahan kapasitor. Diagram rangkaian *Self-Holding* Motor 1 Phase ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian *Self-Holding* Motor 1 Phase
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

Untuk mengatur putaran motor 1 phase, kita bisa mengkonfigurasi koneksi pada pin U1, V1, W2, dan U2. Berikut adalah diagram koneksi putaran Motor 1 Phase yang ditunjukkan pada gambar 12 dibawah ini.



Gambar 12. Diagram koneksi putaran Motor 1 Phase
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

KESIMPULAN

Berdasarkan alat dan desain sistem yang lengkap, implementasi dan hasil pengujian, kesimpulan berikut dapat diambil. Pertama hasil perancangan *teaching aid* Motor 3 Phase baik dan menghasilkan nilai yang sesuai dengan teori. Kedua *teaching aid* didesain berupa trainer sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan pengembangan kompetensi siswa SMK. Ketiga *teaching aid* Motor 3 Phase ini terdapat 16 modul teknis, sehingga siswa maupun guru dapat mengeksplorasi ide-ide instalasi dari modul yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Purnawan. (2006). *Desain Model Komponen Pneumatik untuk Media Pembelajaran Mekanisme Komponen Pneumatik*, Jurnal INVOTEC Volume III, No. 9, Agustus 2006 : 116 – 124.
- Arsyad, Azhar. (2014) *Media Pembelajaran*. Jakarta PT: Raja Grafindo Persada.
- Nana Sayodih Sukmadinata. (2011). *Metode penelitian Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Mulyasa. (2011). *Manajemen berbasis sekolah*. Bandung: PT. Remaja Prosda Karya.
- Nieveen, N. (1999). Principles and methods of development research. Dalam plomp, t., akker, j., gustafson, k., branch, r.m. & van den akker, j. (eds). *Design approaches and tools in education and training*. London: Kluwer Academic Plubishers.
- Sugiyono. 2015. *penelitian & pengembangan (Research and Development/R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian, kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung Alfabeta.
- Prastowo, Andi. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik*. Yogyakarta: Diva PRESS
- Sugiyono 2012. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Soenarto. (2005). *Metodologi Penelitian Pengembangan untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. Makalah pada Pelatihan Nasional PPKP dan PTK, bagi dosen LPTK di Pualu Batam dan Depasar. Departemen Pendidikan Nasional.
- Siswoyo. (2008). *Teknik Listrik Indus Jilid 1 Kelas 10*.
- Theodore Wildi. (2002). *Electrical machine, Drives, and Power System Fifth Edition* Pearson Education Inc.. Clumbus, Ohio.
- Baharudin, (2016), *Analisis Pengaruh Pembebanan terhadap Karakteristik (Unjuk Kerja) Motor Induksi Tiga Fasa*, Skripsi Sarjana, Universitas Halu Oleo, Kendari.
- Febriani Husniah, (2016), *Analisis Total Harmonic Current Distortion pada Motor Induksi Tiga Fasa*, Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sanjaya, I Kadek Putra, I Putu Suka Arsa, dan Nyoman Santiyadnya. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Pengendalian Motor Listrik 3 Phase Berbasis Smart Relay Zelio pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK Negeri 1 Susut*, Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha Vol. 10 No. 3, Desember 2021.

- Putra, Jefri Sando Mala, Prabakti Endramawan, dan Agus Hariwibowo. (2016). *Pembuatan Trainer Instalasi Motor 3 Phase*. JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Volume 1, Nomor 2, Edisi Oktober 2016, 81-90.
- Muh, R. dan Iqbal A. 2018. *Perancangan Sistem Starting Bintang (Y) Segitiga (Δ) untuk Motor Induksi 3 Fasa Di Laboratorium Teknik Elektro UNISMUH Makassar*. (Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar: Makassar)
- Addawami, Faiz dan Ananda Y. W. P. (2022). *Sistem Kerja Rangkaian Kontrol Star Delta pada Motor 3 Fasa*, Jurnal JTMEI Vol. 1, No.4 Desember 2022, Hal. 56-65.
- Setiawan, A. (2020). Analisis Korsleting Listrik Rangkaian Kontrol Star Delta 380 V pada Panel Motor Listrik Pompa. *Officers, Electro Technical Iii, Program Diploma Surabaya, Politeknik Pelayaran*, 1(1), 10-14.