

PENGEMBANGAN MODUL KONTROL MOTOR AC BERBASIS PLC UNTUK PEMBELAJARAN BIDANG KEAHLIAN PADA SMK NEGERI 1 CIPATAT KABUPATEN BANDUNG BARAT

Edi Rakhman*¹, Noor Cholis Basjaruddin¹, Dadan Nudin Bagenda¹, Endang Darwati¹,
Trisno Yuwono Putro¹, Nur Khakim³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

²Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung

Email: edr@polban.ac.id

Abstrak

SMK Negeri 1 Cipatat Bandung Barat adalah SMK negeri yang telah berdiri sejak tahun 2013. SMK Negeri 1 Cipatat mempunyai empat program keahlian yaitu Administrasi, Teknik Otomasi, Teknik Komputer dan Informatika, dan Teknik Ketenagalistrikan. Pada program keahlian Teknik Ketenagalistrikan terdapat mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Persoalan yang muncul sebagai sebuah kebutuhan urgen adalah belum memadainya modul praktikum untuk mata pelajaran tersebut, yakni modul pengendali motor AC 1 dan 3 fasa yang dapat dikendalikan secara lokal maupun jarak jauh. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh mitra tersebut maka perlu diberikan solusi yang dapat mengatasi permasalahan yang mereka hadapi: (1). Modul yang dibuat harus dapat dikendalikan secara lokal maupun jarak jauh; (2) Metode yang digunakan pada saat pelaksanaan praktikum adalah metode problem based learning (PBL). Untuk mengimplementasikan persoalan di atas diperlukan kontroller yang mampu dikendalikan secara jarak jauh dan termasuk kategori komponen tingkat industri, maka dipilih PLC dengan fitur yang mendukung sistem SCADA. Untuk memperkenalkan SCADA kepada para siswa, maka diajarkan cara membuat HMI sederhana menggunakan software SCADA umum. Luaran hasil kegiatan ini adalah rancangan dan implementasi modul kontrol motor AC 1 dan 3 fasa berbasis SCADA dan HMI untuk praktikum Instalasi Motor Listrik, panduan praktikum motor AC 1 dan 3 fasa dan panduan praktikum pembuatan HMI berbasis Problem Based Learning (PBL). Hasil pretest dan post test menunjukkan bahwa modul dan panduan praktikum yang dirancang dapat meningkatkan pengetahuan pengendalian motor AC 1 dan 3 fasa sebesar 36%.

Kata kunci: kontrol motor AC, Programmable Logic Control, modul pembelajaran

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah salah satu bentuk satuan

pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah

sebagai lanjutan dari SMP/MTs atau bentuk lain yang sederajat atau lanjutan dari hasil belajar yang diakui sama/setara SMP/MTs. Sekolah Menengah Kejurusan (SMK) Negeri 1 Cipatat Bandung Barat adalah salah satu SMK negeri yang berada di Desa Rajamandala, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. SMK ini mempunyai empat program keahlian yaitu Administrasi, Teknik Otomasi, Teknik Komputer dan Informatika, dan Teknik Ketenagalistrikan. Kurikulum yang digunakan di SMK Negeri 1 Cipatat merupakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).

Mata pelajaran pada SMK dikelompokkan ke dalam 3 kelompok yaitu kelompok mata pelajaran adaptif, normatif, dan produktif/ keahlian. Mata Pelajaran Normatif merupakan kelompok mata pelajaran yang memiliki fungsi membentuk peserta didik menjadi pribadi utuh dan memiliki norma-norma kehidupan sebagai makhluk individu maupun makhluk sosial sebagai anggota masyarakat, baik sebagai warga negara Indonesia maupun sebagai warga dunia. Mata pelajaran ini berisi mata pelajaran yang dialokasikan secara tetap meliputi: Bahasa Indonesia, Pendidikan Agama, Pendidikan Kewarganegaraan, Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Olahraga, dan Seni Budaya [1].

Mata Pelajaran Adaptif adalah kelompok mata pelajaran yang bertujuan membentuk peserta didik sebagai individu agar memiliki dasar pengetahuan luas dan kuat untuk menyesuaikan diri dengan perubahan

yang terjadi di lingkungan sosial, lingkungan kerja serta mampu mengembangkan diri sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Mata Pelajaran Adaptif berisi materi ajar yang lebih menitikberatkan pada pemberian kesempatan peserta didik untuk memahami, menguasai konsep dan prinsip dasar ilmu dan teknologi yang dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari atau melandasi pengetahuan dalam bekerja. Mata pelajaran adaptif meliputi: Bahasa Inggris, IPA, IPS, Matematika, Keterampilan Komputer dan Pengelolaan Informasi dan Kewirausahaan [1] dimasukkan dalam bagian ini.

Mata Pelajaran Produktif adalah kelompok mata pelajaran yang bertujuan membekali peserta didik agar memiliki kompetensi kerja sesuai Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Jika di dalam SKKNI belum tercantum, maka digunakan standar kompetensi yang disepakati oleh forum yang dianggap mewakili Dunia Usaha/Dunia Industri/Asosiasi Profesi. Mata Pelajaran Produktif melayani permintaan pasar kerja [1].

Pada program keahlian Teknik Ketenagalistrikan terdapat Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik, yang menjadi fokus program pengembangan dari SMK Binaan yang sudah dicanangkan oleh P3M Polban tahun ini. Persoalan yang terdapat di sana saat ini adalah kurang memadainya modul praktikum untuk Instalasi Motor Listrik. Selain itu mereka menginginkan motor tersebut dapat dikontrol secara jarak

jauh. Diharapkan mereka belajar dasar-dasar pembuatan HMI (human machine interface).

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan Pengabdian pada Masyarakat yang diimplementasikan ini meliputi beberapa tahapan kemajuan kegiatan dan sebagian kegiatan yang belum terselesaikan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah yang Dihadapi Mitra

Ini adalah tahap awal bagi pengusul kegiatan PkM, bahwa ada sejumlah permasalahan yang perlu dirumuskan. Pada tahap ini mitra berpartisipasi dalam memberikan data dan menyampaikan masalahnya sehingga identifikasi masalah dapat terlaksana dengan baik.

Modul praktikum kontrol motor AC 1 dan 3 fasa yang belum memadai untuk diterapkan pada Industri 4.0, yakni agar dapat dikontrol secara jarak jauh dan dimonitor secara daring. Selain itu, modul praktikum yang ada masih menggunakan kontak relai dan belum menggunakan teknologi digital. Hal ini menjadi kebutuhan mereka untuk pengembangan kurikulumnya agar dapat menjadikan SMK mereka berdaya saing tinggi.

2. Analisis Permasalahan

Persoalan yang dihadapi mitra secara rinci adalah sebagai berikut:

- 1) Belum memadainya sarana proses pembelajaran Instalasi Motor Listrik.
- 2) Belum digunakannya metode pembelajaran modern sehingga minat siswa dalam proses pembelajaran yang rendah

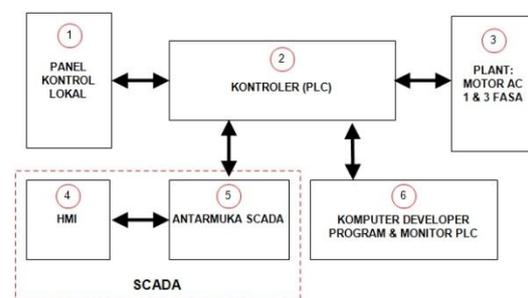
3. Penyelesaian Permasalahan yang Dihadapi Mitra

Solusi yang ditawarkan berdasarkan hasil pengamatan dan analisis permasalahan di atas adalah:

- 1) Membuat dan mengembangkan modul praktikum Instalasi Listrik, yakni Modul Kontrol Motor AC 1 dan 3 Fasa yang dapat dikendalikan dan dipantau secara jarak jauh menggunakan HMI-SCADA
- 2) Membuat panduan praktikum yang mengarahkan siswa agar dapat:
 - memprogram sistem PLC
 - memprogram HMI secara sederhana
 - menjalankan modul baik secara lokal maupun jarak jauh
- 3) Menerapkan PBL pada proses pembelajarannya

4. Pembuatan Modul Praktikum

Sistem Modul yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem yang dibuat

Keterangan nomor Gambar 1.

1. Panel Lokal Modul untuk mengontrol Motor AC secara lokal
2. Kontroler Digital: PLC yang dilengkapi dengan fitur SCADA (modul jaringan komputer)
3. Plant : Motor AC 1 dan 3 fasa yang dikendalikan secara on-off
4. Komputer yang berisi program developer maupun monitoring HMI
5. Sistem SCADA: Jaringan Komputer dan OPC(OLE for proces control)
6. Komputer yang berisi developer dan monitoring PLC

Modul yang dibuat ini dilengkapi dengan bahan ajar berupa panduan praktikum. Materi pembelajarannya dilengkapi dengan metode problem based learning (PBL) sehingga siswa diharapkan dapat mengembangkan diri dari segi softskill selain kompetensi prakteknya.

Dari Gambar 3 diagram blok sistem yang dibuat pada program PkM PPSB adalah hasil kesepakatan antara pihak Polban dengan Mitra. Selanjutnya, pemaparan teknis gambaran ipteknya adalah sebagai berikut.

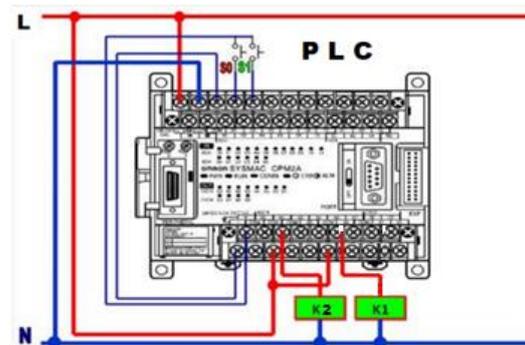
1) PLC sebagai Kontroler Motor AC

Programmable Logic Control (PLC) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengendalikan suatu proses atau mesin. Proses yang dikendalikan ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinu seperti pada system- sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (ON/OFF) saja, tetapi dilakukan berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin

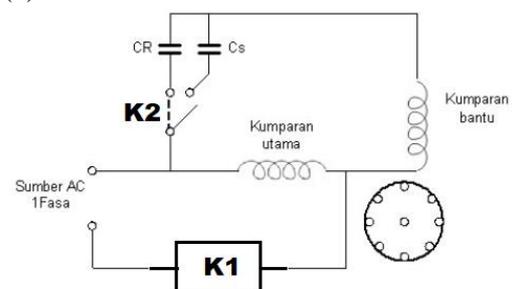
pengeboran, sistem konveyor, dan lain sebagainya.

2) Modul Motor AC 1 Fasa

Gambar 2 adalah rangkaian listrik Motor AC 1 fasa dengan kontroler PLC. Dari Gambar6., simbol K2 merupakan saklar yang mewakili 2 buah output PLC. Simbol K1 adalah saklar yang mengontrol ON-OFF suplai tegangan motor AC 1 fasa. Sedangkan, K2 adalah saklar pembalik putaran Motor.



(a)



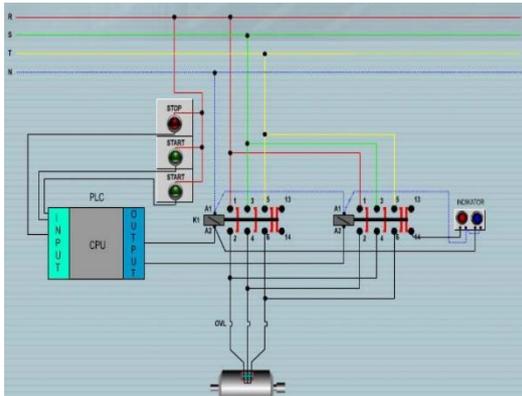
(b)

Gambar 2. Kontrol Motor AC 1 fasa berbasis PLC : (a) PLC, (b) Motor AC 1 fasa

3) Modul Motor 3 Fasa

Gambar 2 adalah rangkaian listrik Motor AC 3 fasa dengan kontroler PLC. Kontrol motor ini dapat

mengubah arah putaran motor. Arah putaran yang dikenal dengan istilah CW dan CCW (clockwise dan counter clockwise).



Gambar 3. Kontrol Motor AC 3 fasa dengan kontroler PLC

Melalui program PLC, kedua jenis motor AC tersebut dapat dikontrol dengan tipe saklar tertentu yang dibuat dan diprogram melalui PLC:

- 1) *Latching work bit*,
Latching artinya “menahan”. Dengan sekali sentuh tombol START tipe push button yang menghasilkan sinyal pulsa, tetapi dapat mengakibatkan motor ON seterusnya. Untuk mematkannya, diperlukan tombol push button sebagai STOP (emergencing stop)
- 2) *Sekuensial*,
Sekuensial artinya berurutan, misalnya setelah motor 1 ON, maka motor 2 baru dapat ON, tetapi tidak sebaliknya.
- 3) *Interlock*
Dalam satu waktu hanya ada satu motor yang ON. Berarti kedua motor tidak dapat ON bersamaan. Interlock berarti saling mengunci.
- 4) *Time On Delay*
Saat sebuah motor di-ON-kan, tidak serta-merta langsung ON melainkan menunggu waktu tunda sekian lama

yang diset oleh programmer. Saklar ini sangat membantu program pembalikan arah putaran motor (CW-CCW) karena dapat men-delay ON saat motor tersebut belum benar-benar berhenti untuk selanjutnya berbalik arah putaran.

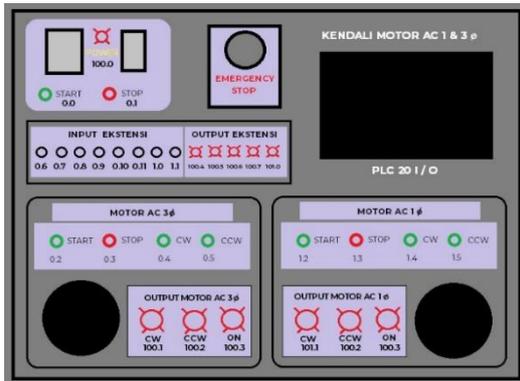
5) *Timer Off Delay*

Saat sebuah motor di-OFF-kan, tidak serta-merta langsung OFF, melainkan menunggu dulu waktu tunda sekian lama yang diset oleh programmer

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Panel Praktikum

Gambar 4 dan Gambar 5 adalah desain dan realisasi Panel Modul Praktikum Kendali Motor AC 1 dan 3 Fasa yang dikendalikan oleh PLC dan dimonitor melalui HMI-SCADA. Terdapat 4 blok besar. Pertama kiri atas adalah bagian Power Supply dan Input-Output Ekstensi. Bagian kanan atas adalah tempat PLC yang dapat dipantau fisiknya secara langsung. Di situ terdapat indikator power, komunikasi, error serta indikator Input-Output. Bagian bawah terbagi 2. Kiri untuk Kendali Motor 3 Fasa dan kanan untuk Kendali Motor 1 Fasa. Masing-masing kendali memiliki tombol START, STOP, CW(*clockwise*), dan CCW(*counter clockwise*).



Gambar 4. Panel Modul Praktikum



Gambar 5. Bentuk fisik Panel Praktikum

2. HMI-SCADA

HMI singkatan dari human machine interface, sebuah interface yang dapat memantau ataupun memberi perintah dari perangkat komputer secara jarak-jauh. HMI bagian dari SCADA (supervisory control and data acquisition). Gambar 6 memperlihatkan diagram blok. Diketahui Wonderware Intouch berfungsi sebagai HMI. Untuk dapat memantau LCU (local control unit) yang ditempati oleh PLC perlu perantara dikenal sebagai OPC (OLE for process control). OPC itu sistem layanan yang mengubah format PLC ke format HMI. Kuncinya baik di sisi PLC maupun HMI bagi OPC harus dikenali. Maksudnya, PLC harus

memiliki driver keduanya itu. Link dari OPC ke HMI menggunakan OPL link (dikenal dengan OPC Client. Karena OPC itu bersifat software, KeepServerEx menjadi software Server OPC. OPC link juga bagian dari KeepServerEx.

OPC Server berfungsi mengumpulkan data dari perangkat keras PLC serta mengubahnya ke dalam format OPC. Sedangkan, OPC Client berfungsi untuk membaca data dari OPC server tersebut dan mengirimkannya ke bagian HMI (InTouch). Berikut ini beberapa pengaturan yang perlu dilakukan.

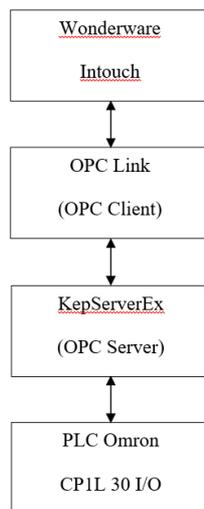
a. Wonderware Intouch

Wonderware InTouch (selanjutnya disebut Intouch) adalah perangkat lunak untuk membangun *human-machine interface* (HMI), applications yang berjalan di sistem operasi Microsoft Windows (XP/7/8/10) sebagai aplikasi HMI SCADA dalam penyusunan sistem ini. InTouch merupakan komponen Wonderware Factory Suite dan telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi *food processing*, manufaktur semiconductors, oil and gas, otomotif, proses kimia, pharmaceutical, pulp and paper, transportasi, dan utilitas.

InTouch terdiri dari tiga komponen utama, yaitu : InTouch Application Manager, WindowMaker dan WindowViewer.

InTouch Application Manager digunakan untuk mengorganisasi aplikasi HMI yang dibuat. Window Maker digunakan untuk mengembangkan aplikasi InTouch. WindowViewer sebagai NT service,

mengkonfigurasi Network Application Development (NAD) untuk *client-based* dan *server-based architectures*, mengkonfigurasi Dynamic Resolution Conversion (DRC) dan/atau mendistribusikan alarm. Lebih lanjut, DBDump dan DBLoad database utilities juga dijalankan dari Application Manager ini.



Gambar 6. Diagram hubungan antar software dan hardware

b. OPC (OLE for Proses Control)
KEPserverEX 5 adalah perangkat lunak dari Kepware yang fungsinya sebagai OPC server sekaligus OPC client. OPC adalah OLE for Process Control. OLE singkatan dari Object Linking & Embedding). OPC adalah standar komunikasi industri yang memungkinkan manufaktur menggunakan data untuk mengoptimis produksi, membuat pengoprasian cepat dan membuat laporan produksi. OPC memungkinkan plant untuk otomatis mentransfer data dari sebuah sistem control (PLC, DCS, analyzer, dll) menuju aplikasi software industri

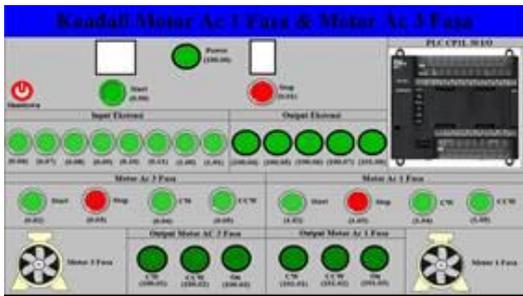
(HMI, Histori, Sistem Produksi, Sistem Management, dll.).

Tujuan OPC adalah menstandarkan format data dari berbagai platform mesin kontrol proses yang berbeda-beda. Sebuah pabrik umumnya memiliki berbagai macam sumber data seperti PLC, DCS, basisdata, meteran, RTU dan lain sebagainya. Data ini tersedia melalui berbagai macam koneksi yang berbeda-beda, misalnya, melalui serialbus, Ethernet, atau bahkan melalui sistem nirkabel. Sedangkan, aplikasi kendali prosesnya dapat menggunakan berbagai macam sistem operasi yang berbeda, seperti windows, UNIX, DOS, atau Linux.

Beberapa Contoh Penggunaan OPC:

- Mengirim data dari PLC ke DCS
- Menghubungkan diri ke banyak PLC bersama pada sebuah singel network
- Menghubungkan sebuah ESD (Emergency Shutdown System) dengan sebuah DCS
- Mengirim data dari satu plant unit untuk diteruskan atau feedback control.
- Membawa data HVAC(Heating Ventilation and Air Conditioning) untuk sebuah EMS (Energy Management System)

Menambahkan sistem SCADA dengan sebuah sumber data baru. Implementasi HMI tersaji pada Gambar 7. Layoutnya mengikuti layout panel fisik, meskipun tidak persis sama tataletaknya.



Gambar 7. Layout HMI

Tabel 1. Hasil Kuesioner

No.	Pertanyaan	Sangat Paham/Tahu		Paham/Tahu		Kurang Paham/Tahu		Tidak Paham/Tahu	
		SBL	STL	SBL	STL	SBL	STL	SBL	STL
1	Apakah anda memahami proses belajar dengan menggunakan Problem Based Learning (PBL)?	6%	6%	24%	65%	53%	29%	18%	0%
2	Apakah anda mengetahui tujuan praktikum Motor Listrik?	24%	24%	24%	53%	53%	24%	0%	0%
3	Apakah anda mengetahui perbedaan prinsip kerja antara motor listrik 1 fasa dengan motor listrik 3 fasa?	18%	18%	24%	65%	47%	18%	12%	0%
4	Apakah anda paham/tahu sistem pensaklaran/ switching untuk pengendalian motor listrik seperti Latching, Sekuensial, interlock, dan time on delay/time off delay?	6%	18%	12%	41%	59%	35%	24%	6%
5	Apakah anda paham/tahu tentang arah putaran motor CW dan CCW ?	12%	24%	24%	65%	41%	12%	24%	0%
6	Apakah anda paham/tahu tentang istilah HMI-SCADA?	6%	18%	29%	29%	41%	53%	24%	0%
7	Apakah anda paham/tahu tentang Software Developer PLC Omron (CX-One, CX-Programmer)?	6%	12%	18%	47%	53%	35%	24%	6%
8	Apakah anda paham/tahu tentang CX-Designer dari Software Developer PLC Omron ?	6%	6%	12%	47%	59%	35%	24%	12%

Ket: sbl = sebelum pelatihan, sth = setelah pelatihan

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa pelatihan dapat meningkatkan pemahaman siswa maupun

3. Kuesioner

Pada awal dan akhir pelatihan disebarakan kuesioner dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelatihan dalam peningkatan kemampuan siswa. Hasil kuesionernya dapat dilihat pada Tabel 1.

guru pada praktikum Instalasi Motor Listrik. Skor tingkat pemahaman (paham s.d. sangat paham) dari kuesioner sebelum pelaksanaan pelatihan adalah 182 sedangkan setelah pelaksanaan pelatihan naik menjadi 385. Peningkatan skor pemahaman tersebut

membuktikan bahwa pelatihan yang telah dilaksanakan dapat meningkatkan pengetahuan peserta. Selain, itu terjaring tingkat ketertarikan siswa atas modul praktikum ini adalah 94% (16 dari 17 responder).

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dengan judul Pengembangan Modul Kontrol Motor AC 1 dan 3 Fasa Berbasis PLC Dapat Dimonitor SCADA Untuk Pembelajaran Paket C3 Bidang Keahlian SMK Negeri 1 Cipatat Kabupaten Bandung Barat telah terlaksana. Kegiatan ini terdiri dari pengembangan alat dan modul praktikum serta pelatihan penggunaan alat. Hasil pretest dan post test yang dilaksanakan saat pelatihan menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan siswa dan guru pada pengendalian motor AC 1 dan 3 fasa naik dari 32% menjadi 68% dengan tingkat ketertarikan atas modul ini adalah 94%. Secara umum alat dan

modul terbukti sangat membantu proses pembelajaran Paket C3 Bidang Keahlian terutama keahlian pengendalian motor AC 1 dan 3 Fasa.

REFERENSI

- [1] "Materi Sosialisasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMK," Departement Pendidikan Nasional, Jakarta, 2007.
- [2] W. Hung, D. H. Jonassen and R. Liu, "Problem-Based Learning," in Handbook of Research on Educational Communications and Technology, Routledge, 2008, p. 924.
- [3] N. C. Basjaruddin, Pembelajaran Mekatronika Berbasis Proyek, Yogyakarta: Deepublish, 2015.
- [4] N. C. Basjaruddin and E. Rakhman, "Penerapan Metoda Project Based Learning (PBL) Pada Praktikum Mekatronika," in Industrial Research Workshop and National Seminar 2011, Bandung, 2011.