

PENERAPAN SCADA DAN IOT MENGGUNAKAN PLC SEBAGAI KONTROL MOTOR AC UNTUK PEMBELAJARAN PRAKTIKUM SMK

Implementation of SCADA and IoT Using PLC as AC Motor Control for Vocational Practicum Learning

Dadan Nurdin Bagenda, Noor Cholis Basjaruddin, Tjan Swi Hong, Edi Rakhman, Trisno Yuwono Putro, Yana Sudarsa

Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Kampus Polban Ds. Ciwaruga, Bandung, Indonesia 40012

ABSTRACT

The problem at the current Vocational High School that often arises is the unavailability of the Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) practicum module, to control AC Motor which can also be monitored online (IoT support) to support industry 4.0. The following solutions: (1). The developed module must be remotely controlled with industry standards; (2). The method used during the practicum is the problem-based-learning (PBL) method. To implement the above problem, a PLC that support SCADA and IoT (MQTT) was chosen. To introduce SCADA and IoT to students, we learned how to operating a simple industry-standard SCADA software and IoT (Ubidots). Post-training from the results of the questionnaire for vocational students, it was seen an average increase in knowledge of 56% compared to before training, a min 42% increase in PBL understanding, and a max 64% increase in knowledge of "Wonderware Intouch" as one of the Industry Standard SCADA.

Keywords: *Programmable Logic Control, learning module, MQTT, Internet of Things*

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. SMK Negeri 1 Cipatat Bandung Barat adalah Objek Penelitian ini, yang berada di Desa Rajamandala, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. SMK ini menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).

Mata pelajaran pada SMK dikelompokkan dalam tiga kelompok yaitu kelompok mata pelajaran normatif, adaptif, dan produktif/keahlian.

Pada program keahlian Teknik Ketenagalistrikan terdapat Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik, yang menjadi fokus program pengembangan dari SMK Binaan yang sudah dicanangkan oleh UPPM tahun ini. Persoalan yang terdapat di sana saat ini adalah kurang mendaftarnya modul praktikum untuk Instalasi Motor Listrik. Selain itu mereka menginginkan motor tersebut dapat dikontrol secara jarak jauh dengan standar industry, dengan begitu mereka akan cepat diserap dan beradaptasi dilingkungan industri. Diharapkan mereka belajar dasar-dasar pembuatan HMI (human machine interface) seperti. Gambar 2 adalah panel untuk praktikum Instalasi Listrik yang masih bersifat dikontrol secara lokal saja. Penggunaan smart relay sebagai kontrolernya tidak mendukung kontrol dan monitor jarak jauh.

Mengacu pada butir analisis situasi, dapat diungkapkan beberapa persoalan yang dihadapi SMK diantaranya:

- Modul praktikum yang terdapat di pihak SMK tidak memadai untuk persoalan motor AC yang dipelajarinya dapat dikontrol secara jarak jauh,
- Keinginan SMK agar siswanya dapat mempelajari cara mengoperasikan HMI secara sederhana,
- Kebutuhan para Siswa dalam menghadapi Era Industri 4.0 yang juga menjadi tambahan penting dari Kemendikbud, yaitu kemampuan pemantauan data secara daring.

METODE PELAKSANAAN

Pada tahap ini mitra berpartisipasi dalam memberikan data dan menyampaikan masalahnya sehingga identifikasi masalah dapat terlaksana dengan baik.

Modul praktikum kontrol motor AC yang belum memadai untuk menerapkan Industri 4.0. yang diamanatkan Depdikbud agar masuk dalam kurikulum, yakni agar dapat dikontrol secara jarak jauh dan dimonitor secara daring. Hal ini menjadi kebutuhan mereka untuk pengembangan kurikulumnya agar dapat menjadikan SMK mereka berdaya saing tinggi.

Persoalan yang dihadapi mitra secara rinci adalah sebagai berikut:

- Belum memadainya sarana proses pembelajaran Instalasi Motor Listrik.
- Belum memadainya sarana proses pembelajaran kendali berjaringan dan Industri 4.0.
- Belum digunakannya metode pembelajaran modern sehingga minat siswa dalam proses pembelajaran yang rendah

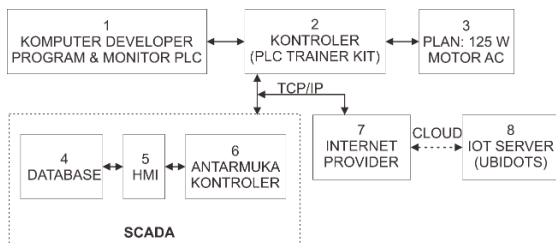
Solusi yang ditawarkan berdasarkan hasil pengamatan dan analisis permasalahan di atas adalah:

- Membuat dan mengembangkan modul praktikum Instalasi Listrik, yakni Modul

Kontrol Motor AC dan Portable PLC Trainer Kit yang dapat dikontrol dan dimonitor secara jarak jauh menggunakan HMI-SCADA juga melalui Internet.

- Membuat panduan praktikum yang mengarahkan siswa agar dapat:
 - memprogram sistem PLC
 - memprogram HMI secara sederhana
 - menjalankan modul baik secara lokal maupun jarak jauh
- Menerapkan PBL pada proses pembelajarannya
- Pembuatan Modul Praktikum

Sistem Modul yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

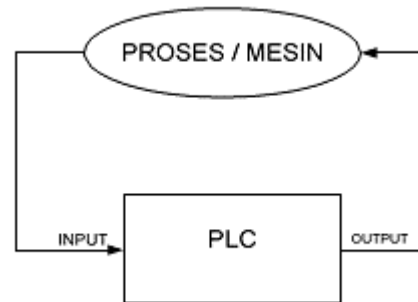
Keterangan :

1. Komputer developer dan monitoring.
2. PLC Trainer Kit dilengkapi dengan RJ45 dan fitur koneksi jaringan internet
3. Plant : Motor AC yang dikendalikan secara forward reverse dan stop
4. Database sebagai penyimpanan SCADA pada Komputer
5. HMI sebagai antarmuka operator dan mesin SCADA pada Komputer
6. Antarmuka (OPC - OLE for proces control) agar kontroler dikenali
7. layanan penyedia internet melalui protokol TCP/IP
8. layanan penyedia IoT Server melalui protokol MQTT

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.

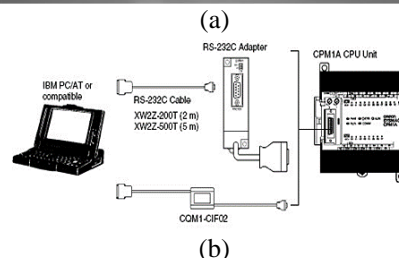
Pemaparan teknis gambaran iptek yang pertama adalah PLC sebagai Kontroler Motor AC dengan fitur MQTT. Programmable Logic Control (PLC) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengendalikan suatu proses atau mesin. Proses yang dikendalikan ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem- 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.

Pada Gambar 3. diperlihatkan konsep kendali yang dilakukan oleh sebuah PLC.



Gambar 2. Diagram konseptual aplikasi PLC

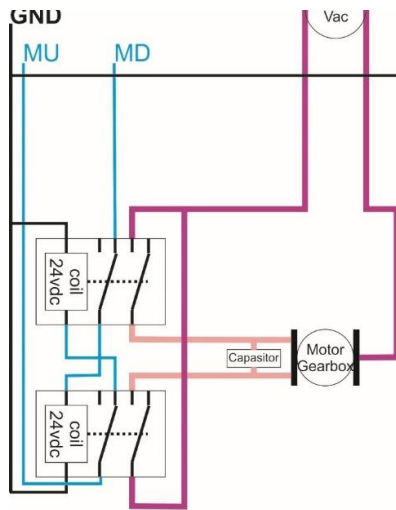
Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengendali logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi, dan lain sebagainya. Bahkan sistem kendali yang berbasis pada teknologi linier (dengan sinyal kontinyu) dapat direalisasikan sehingga PLC sekarang dapat dilengkapi dengan modul pengendali PID.



Gambar 3. (a) Berbagai Ukuran PLC, (b) komponen HW PLC (Omron)

Omron merupakan salah satu produsen PLC yang dikenal oleh masyarakat industri, Keluaran terbaru dari produsen ini NX series, NX1P2 adalah NX series dengan fitur terendah yang sudah memiliki fitur komunikasi MQTT, dimana fitur ini dapat difungsikan untuk terhubung langsung ke internet dalam hal ini IoT Server.

Kedua adalah, Modul Motor AC forward-reverse, gambar 4 adalah rangkaian listrik Motor AC forward-reverse dengan socket banana.



Gambar 4. Skematik Kontrol Motor AC Fwd-Rev

Dari gambar 4 terlihat bahwa simbol K2 merupakan saklar yang mewakili 2 buah output PLC. Simbol K1 adalah saklar yang mengontrol ON-OFF suplai tegangan motor AC. Sedangkan, K2 adalah saklar pembalik putaran Motor.

Modul motor ini menggunakan tegangan 220VAC 1 fasa 125 Watt yang akan dilengkapi panel dengan relay dan socket banana agar dapat dikendalikan oleh PLC 24VDC. Hal ini terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Panel Modul Motor AC yang akan dikendalikan

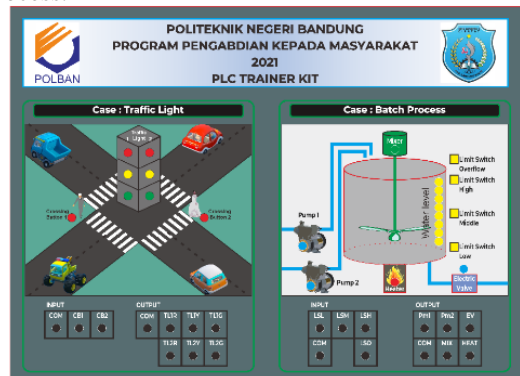
Melalui program PLC, jenis motor AC tersebut dapat dikontrol dengan tipe saklar tertentu yang dibuat dan diprogram melalui PLC sbb.:

- 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 mematikannya, diperlukan tombol push button sebagai STOP (emergencing stop)
- Sekuensial, Sekuensial artinya berurutan, misalnya setelah motor 1 ON, maka motor 2 baru dapat ON, tetapi tidak sebaliknya.

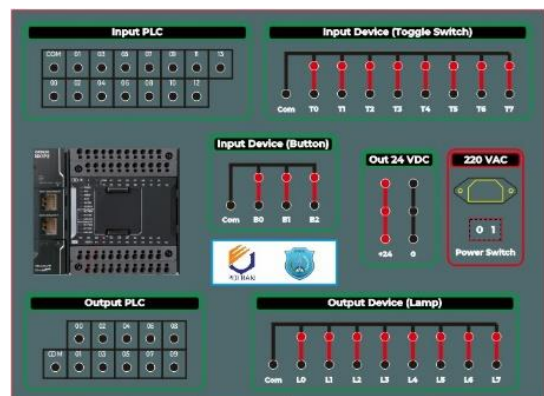
- Interlock, Dalam satu waktu hanya ada satu motor yang ON. Berarti kedua motor tidak dapat ON bersamaan. Interlock berarti saling mengunci.
- Time On Delay, Saat sebuah motor di-ON-kan, tidak serta-merta langsung ON melainkan menunggu waktu tunda sekian lama yang diset oleh programmer. Saklar ini sangat 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.
- 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

Ketiga adalah Pembuatan PLC Trainer Kit dan Motor Portable. PLC Trainer Kit merupakan alat pelatihan PLC yang mudah dibawa dan dipindah tempatkan. Trainer kit ini dibungkus dengan casing dalam bentuk Koper berbahan Aluminium dengan ukuran 48cmx35cmx15cm seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Bentuk koper ini saat dibuka terdapat 2 layer panel yang disebut layer atas dan layer bawah. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 ini merupakan layer atas, pada layer ini terdapat nama Alat, dan 2 kasus sederhana dari PLC yakni traffic light dan Batch process.



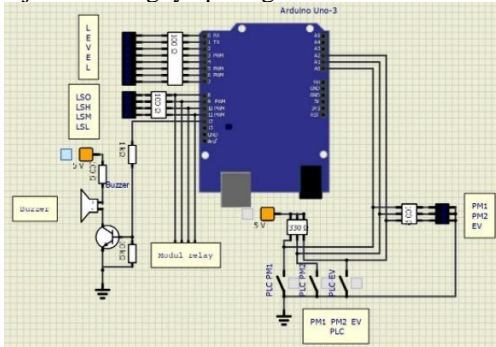
Gambar 6. Desain Panel Layer Atas



Gambar 7. Desain Panel Layer Bawah

Gambar 8 menunjukkan wiring diagram yang terdapat pada layer bawah. Pada layer ini terdapat PLC dan beberapa soket diantaranya: soket power sumber utama 220vac, output 24vdc agar bisa digunakan untuk kebutuhan Plan/Kasus, Input PLC banana port, Output PLC Banana port, Input device toggle switch, input device dalam bentuk button push on dan Output device dalam bentuk lampu.

Implementasi pada kasus batch process ditunjukkan wiringnya pada gambar 9.



Gambar 8. Wiring Diagram kasus batch process pada PLC Trainer Kit



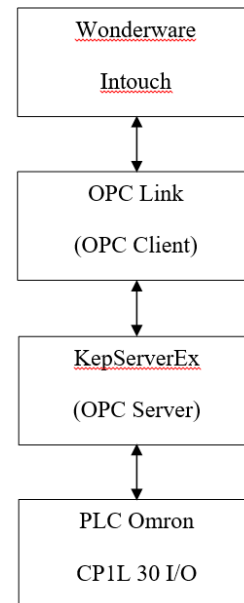
Gambar 9. Bentuk fisik Portable PLC Trainer Kit dan Motor AC

Gambar 9 merupakan progress hasil implementasi dari PLC Trainer Kit yang berikutnya akan dimasukkan dalam Koper almunium. PLC Trainer kit ini akan dihubungkan dengan modul Motor AC menggunakan jumper banana.

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 10. 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, maka KeepServerEx adalah software Server OPC. OPC link juga bagian dari KeepServerEx.

OPC Server bertugas untuk mengumpulkan data dari *hardware* PLC dan mengubahnya dalam

format OPC. Sedangkan OPC Client bertugas untuk membaca data dari OPC server tersebut dan mengirimkannya ke HMI (InTouch). Beberapa pengaturan yang perlu dilakukan adalah mengenai Wonderware Intouch dan OPC (OLE for Proses Control).



Gambar 101. Diagram hubungan antar *software* dan *hardware*

Wonderware Intouch

Aplikasi SCADA yang digunakan dalam penyusunan sistem ini adalah Wonderware InTouch perangkat lunak untuk membangun *human-machine interface (HMI) applications* untuk sistem operasi Microsoft Windows 2000 dan Windows XP. InTouch merupakan komponen dari Wonderware Factory Suite dan telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi termasuk food processing, 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 berfungsi untuk mengorganisasi aplikasi yang dibuat. Komponen ini juga berfungsi untuk mengkonfigurasi. Window Maker digunakan untuk mengembangkan InTouch application. WindowViewer sebagai NT *service*, mengkonfigurasi *Network Application Development (NAD)* untuk client-based dan server-based architectures, mengkonfigurasi *Dynamic Resolution Conversion (DRC)* dan/atau mendistribusi alarm. Lebih lanjut, DBDump dan DBLoad *database utilities* juga dijalankan dari *Application Manager* ini.

OPC (OLE for Proses Control)

KEPserverEX 5 merupakan perangkat lunak keluaran Kepware yang berfungsi sebagai OPC server sekaligus OPC *client*. OPC adalah *OLE for Process Control*. OLE adalah *Object Linking &*

Embedding). OPC merupakan standar komunikasi industri yang memungkinkan manufaktur untuk menggunakan data untuk mengoptimis produksi, membuat pengoperasian cepat dan membuat report.

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 menyediakan sebuah infrastruktur standar untuk pertukaran data kontrol proses. Misalnya, pabrik biasanya memiliki berbagai macam sumber data seperti PLC, DCS, basisdata, meteran, RTU dan lain sebagainya. Data-data ini tersedia melalui berbagai macam koneksi yang berbeda-beda, misalnya, serial, Ethernet, atau bahkan melalui pemancar radio. Sedangkan, aplikasi kontrol prosesnya dapat menggunakan berbagai macam sistem operasi yang berbeda, seperti windows, UNIX, DOS, atau VMS. Beberapa Contoh Penggunaan OPC adalah :

- Mengirim data dari PLC ke DCS
- Menghubungkan 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 selanjutnya. Layoutnya mengikuti layout standar industri (warna, ukuran tataletak, diagram, dsb.).

Berikutnya User Interface IoT Server menggunakan Ubidots. User Interface sebagai IoT Server ini menggunakan layanan dari Ubidots, server ini dapat diakses oleh PLC melalui MQTT sehingga bisa terhubung dengan PLC Omron NX1P2 yang kita gunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

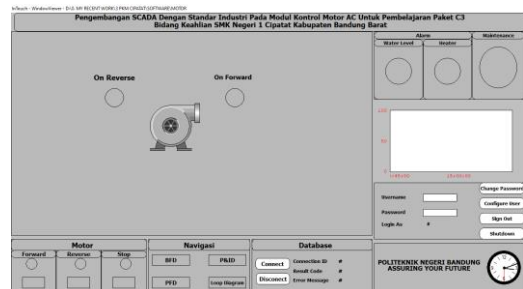
Pertama ialah rancangan dan implementasi sistem yang dikembangkan untuk mendukung praktikum Pengendalian dan Instalasi Motor Listrik pada mitra adalah Modul PLC Trainer Kit dengan SCADA dan IoT seperti yang terlihat pada Gambar 11.

Sistem yang dikembangkan menjadi pendukung dalam proses belajar instalasi dan pengendalian motor listrik telah dilengkapi dengan PLC support Ethernet dan IoT (MQTT Protocol) yang tertanam di modul tersebut. Dan untuk praktek Desain HMI-SCADA menggunakan salahsatu software standar industri yakni Wonderware Intouch, juga IoT Webservice yang digunakan untuk mengendalikan

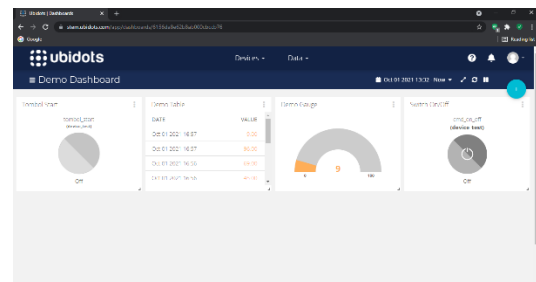
secara online yakni Ubidots yang ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 11. Trainer Kit PLC IoT dan SCADA



Gambar 12. HMI-SCADA menggunakan Wonderware Intouch



Gambar 13. Interface Kendali IoT menggunakan Webservice Ubidots

Kedua ialah rancang bangun Modul Kendali Motor AC Forward-Reverse. Rancangan dan implementasi sistem yang dikembangkan untuk mendukung praktikum Pengendalian dan Instalasi Motor Listrik pada mitra yang berikutnya adalah Motor AC Forward-Reverse seperti yang terlihat pada Gambar 14.

Sistem yang dikembangkan ini menjadi pendukung dalam proses belajar instalasi dan pengendalian motor listrik telah dilengkapi Motor AC dengan 2 Relay yang tertanam di modul tersebut.

Ketiga kami melakukan kegiatan pelatihan di SMK dan mengukur perubahan knowledge menggunakan kuisioner skala 1 sd 5 (Pretest dan Posttest).



Gambar 14. Modul Motor AC Forward-Reverse

Pelatihan ini adalah ujicoba untuk pelatihan selanjutnya yang diberikan pada siswa dan disaksikan oleh para Guru dan Pejabat sekolah. Berikut merupakan beberapa foto saat kami memberikan pelatihan.



Gambar 15. pelatihan SCADA dan IoT

Sebelum memulai pelatihan kami memberikan Kuisioner Pretest pada para siswa dengan link berikut ini <https://forms.gle/3wSVczLqHCKPK7Sj8> dan Posttest pada link yang sama dengan hasil pengisian terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kuisioner Pretest dan Posttest

No	Pertanyaan yang diajukan	Avg Pre-test	Avg Post test	Peningkatan %
1	Apakah anda memahami Problem Base Learning (PBL)	2,15	3,7	42%
2	Apakah anda mengetahui kontroler dan HMI Standar Industri	1,55	3,75	59%
3	Apakah anda memahami SCADA	1,5	3,7	59%
4	Apakah anda memahami IoT	1,7	3,75	55%
5	Apakah anda memahami Webservice	1,75	3,8	54%
6	Apakah anda memahami Industri 4.0	1,8	3,7	51%
7	Apakah anda mengetahui Wonderware Intouch	1,4	3,9	64%
8	Apakah anda mengetahui Ubidots	1,45	3,9	63%
9	Apakah anda mengetahui layanan webservice IoT gratis	1,5	3,95	62%
10	Apakah anda memahami alur bagaimana mengendalikan Motor AC menggunakan handphone melalui Internet.	2	3,85	48%
11	Apakah anda mengetahui adanya PLC Pabrik yang memiliki fitur IoT	1,55	3,95	61%
Rata-rata Peningkatan				56%
Min				42%
Max				64%

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan hasil kuisioner yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terlihat peningkatan knowledge rata-rata 56%. Selain itu terlihat adanya peningkatan minimal adalah 42% pada pemahaman PBL, hal ini wajar karena pemahaman ini ditujukan pada Guru-gurunya. Peningkatan pengetahuan terbesar adalah 64% pada pengetahuan Wonderware Intouch (Sistem SCADA Standar Industri).

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah kami ucapkan karena atas karena ridho-Nya penelitian ini dapat dimulai dan diselesaikan. Juga kami ucapkan banyak terimakasih kepada; 1. Prof.Ir. Sumeru, M.T., Ph.D. selaku Kepala P3M Politeknik Negeri Bandung yang memberikan kesempatan untuk mendanai penelitian ini. 2. R. Wahyu Tri Hartono, DU.Tech., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang mendukung penelitian ini. 3. Para Reviewer yang memberikan banyak saran dan masukan yang bermanfaat. 4. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu hingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Depdiknas, 2007, Materi Sosialisasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMK, Departement Pendidikan Nasional, Jakarta.
- [2] W. Hung, D. H. Jonassen and R. Liu, 2008, Problem-Based Learning, in Handbook of Research on Educational Communications and Technology, Routledge, p. 924..
- [3] N. C. Basjaruddin, 2015 Pembelajaran Mekatronika Berbasis Proyek, Yogyakarta: Deepublish..
- [4] N. C. Basjaruddin and E. Rakhman, 2011, Penerapan Metoda Project Based Learning (PBL) Pada Praktikum Mekatronika, in Industrial Research Workshop and National Seminar 2011, Bandung.
- [5] E. Rakhman, 2010, Buku Ajar Sistem Otomasi Industri, Bandung: Politeknik Negeri Bandung,