

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRANSMISI DATA ANTARA *REMOTE* DAN *MASTER TERMINAL UNIT* BERBASIS PROTOKOL MODBUS UNTUK Mendukung MATA KULIAH PEMROGRAMAN APLIKASI INDUSTRI

THE DEVELOPMENT OF DATA TRANSMISSION LEARNING MEDIA BETWEEN REMOTE AND MASTER TERMINAL UNIT BASED ON MODBUS PROTOCOL TO SUPPORT THE LECTURE OF INDUSTRIAL APPLICATION PROGRAMMING

Oleh: Muhammad Arbany Hafit Adhi Wijaya, Rustam Asnawi, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, mahawijaya17@gmail.com, rustam@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) pengembangan media pembelajaran, (2) unjuk kerja dari media pembelajaran, (3) tingkat kelayakan media pembelajaran transmisi data antara *Remote and Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus untuk mendukung mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan metode pengembangan ADDIE. Subjek penelitian ini adalah peserta didik Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika FT UNY. Hasil penelitian ini adalah (1) pengembangan media pembelajaran transmisi data antara *Remote and Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus untuk mendukung mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri, (2) media pembelajaran ini memiliki kemampuan mentransmisikan 35 data sensor dan aktuator dengan kecepatan maksimal 0.6 detik menggunakan protokol Modbus, (3) tingkat kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian ahli materi dengan presentase 90%, penilaian ahli media dengan presentase 95%, penilaian pengguna awal dengan presentase 87.8%, dan penilaian oleh peserta didik dengan presentase 84.4% sehingga media pembelajaran transmisi data antara *Remote and Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran Pemrograman Aplikasi Industri.

Kata kunci: : Media pembelajaran, Protokol Modbus, Pemrograman Aplikasi Industri

Abstract

This research aims to find out: (1) the development of learning media, (2) the performance of learning media, (3) the feasibility level of learning media data transmission between Remote and Master Terminal Unit based on Modbus protocol to support the lecture of Industrial Application Programming. This research is a research and development model with ADDIE method. The subjects of this study are students of Mechatronics Engineering Education Department of FT UNY. The result of this research are (1) development of learning media of data transmission between Remote and Master Terminal Unit based on Modbus protocol to support the lecture of Industrial Application Programming, (2) this learning media has the ability to transmit 35 sensor and actuator data with a maximum speed of 0.6 seconds using Modbus protocol, (3) feasibility level of learning media based on material expert assessment with percentage 90%, media expert assessment with percentage 95%, initial user assessment with percentage 87.8%, and assesment by learnes with percentage 84.4% so that learning media of data transmission between Remote and Master Terminal Unit based on Modbus protocol is very feasible to be used as learning media of Industrial Application Programming lecture.

Keywords: *Learning Media, Modbus protocol, Programming of industrial applications*

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia memiliki berbagai jenjang sesuai tingkat pendidikannya. Salah satu tingkat pendidikan yang memiliki peran besar dalam memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah perguruan tinggi. Hal itu dikarenakan lulusan dari perguruan tinggi mempunyai peran secara langsung dalam mengolah sumber daya alam dengan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan. Perguruan tinggi di Indonesia dituntut untuk mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan inovasi teknologi yang sangat pesat. Lahirnya inovasi teknologi tidak lain juga didorong oleh kepekaan terhadap lingkungan disekitarnya, misalnya lingkungan masyarakat lembaga pendidikan (Didik Hariyanto, 2008). Perkembangan teknologi di negara maju saat ini populer dengan bidang otomasi industri. Tingkat efektifitas dan efisiensi membuat industri melakukan otomasi pengolahan produknya dari proses awal hingga proses akhir menggunakan sistem robot serba otomatis. Kerja robot tersebut memerlukan pengawasan dan pencatatan data yang dikenal sebagai *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA).

SCADA adalah suatu sistem yang digunakan sebagai pengawas, pengendali, dan akuisisi data (Panji Septyan dkk, 2017). Pemantauan kerja sistem SCADA oleh operator menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) dapat dipelajari oleh peserta didik pada tingkat perguruan tinggi untuk meningkatkan ilmu teknologi otomasi. Ketika ilmu yang dipelajari semakin tinggi maka Indonesia akan memiliki generasi emas untuk memperjuangkan kemajuan negara dan teknologi hingga bersaing secara global.

Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika di Universitas Negeri

Yogyakarta merupakan program studi yang mempelajari bidang teknologi Mekatronika dan memiliki pengaruh terhadap kemajuan teknologi otomasi. Mekatronika adalah ilmu yang mempelajari beberapa keahlian mekanik, elektro, dan infomatika yang berkesinambungan sehingga memerankan dunia otomasi maupun robotika. Lulusan dari Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika diharapkan menjadi tenaga ahli di industri maupun tenaga pengajar di sekolah.

Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika di Universitas Negeri Yogyakarta merupakan program studi yang mempelajari bidang teknologi Mekatronika dan memiliki pengaruh terhadap kemajuan teknologi otomasi. Mekatronika adalah ilmu yang mempelajari beberapa keahlian mekanik, elektro, dan infomatika yang berkesinambungan sehingga memerankan dunia otomasi maupun robotika. Lulusan dari Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika diharapkan menjadi tenaga ahli di industri maupun tenaga pengajar di sekolah.

Pemrograman Aplikasi Industri merupakan salah satu mata kuliah baru yang ada di Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Mata kuliah ini memberikan peserta didik kemampuan dan keterampilan dalam membangun suatu tampilan HMI sederhana yang mudah dipelajari. Pada perkuliahan tersebut mempelajari penggunaan HMI di industri, pembuatan tampilan HMI, pemrograman, dan akuisisi data. Diharapkan setelah menjalani perkuliahan ini peserta didik memiliki bekal yang mencukupi untuk memberikan manfaat bagi perkembangan teknologi dan masyarakat luas.

Berdasarkan hasil pengamatan pada proses pembelajaran Pemrograman Aplikasi Industri, peserta didik merasakan kurangnya semangat belajar dan kurangnya mengembangkan keterampilan dalam kegiatan belajar. Pada saat perkuliahan berlangsung, kegiatan belajar lebih banyak melibatkan *software* yang mengakibatkan peserta didik semakin jenuh dalam kegiatan belajar. Hal tersebut muncul ketika penugasan yang diberikan dosen pengampu tidak selesai tepat waktu seperti yang diharapkan. Peserta didik cenderung menunda tugas tersebut hingga diberikan materi yang berbeda dengan sebelumnya pada pertemuan selanjutnya. Masalah lain timbul seperti kurangnya inisiatif peserta didik untuk menambah wawasan dengan mempelajari cara komunikasi HMI dengan beberapa sensor atau aktuator. Kejadian ini menunjukkan bahwa harus dibuatkannya media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan daya tarik dan ilmu pengetahuan peserta didik selama perkuliahan Pemrograman Aplikasi Industri.

Sesuai dengan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran dalam mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri yang meningkatkan keefektifan belajar peserta didik. Berdasarkan pendapat Azhar Arsyad (2009:26) media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar. Media pembelajaran juga dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar

sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya. Media yang dimaksud adalah pengembangan media pembelajaran transmisi data antara RTU dan MTU (*Remote dan Master Terminal Unit*) berbasis protokol modbus untuk mendukung mata kuliah pemrograman aplikasi industri. Pertimbangan ini berdasarkan pembahasan sebelumnya dan juga media pembelajaran ini dapat diintegrasikan dengan mata kuliah lain seperti Praktik Sistem Kendali; Praktik Kendali dan Akuisisi Data; Praktik Sensor dan Tansduser; dan Mikrokontroler.

Perancangan media pembelajaran transmisi data antara RTU dan MTU berbasis protokol Modbus merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efektifitas perkuliahan Pemrograman Aplikasi Industri. Manfaat lain dari pengembangan media pembelajaran ini adalah dapat menunjang kompetensi belajar yang harus dimiliki lulusan Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika dalam bidang Mekatronika. Pembelajaran Pemrograman Aplikasi Industri masih sebatas penggunaan *software* sehingga peserta didik belum sepenuhnya mengerti bagaimana cara mengembangkan ilmu tersebut menggunakan perangkat keras yang bekerja sesuai tampilan HMI yang telah dibuat. Pengembangan media pembelajaran transmisi data antara RTU dan MTU berbasis protokol Modbus untuk mendukung mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri. Digunakannya Arduino sebagai mikrokontroler karena akan selaras dengan penggunaan *software* Wonderware Indusoft Web Studio yang dikenal sebagai salah satu *software* pembuat tampilan HMI. Pengembangan media pembelajaran ini memadukan teori dasar komunikasi dengan protokol Modbus

yang dikembangkan oleh Modicon (1996) dan penggunaan tipe data register protokol Modbus oleh Schneider Electric Software (2010). Penggunaan media pembelajaran transmisi data antara RTU dan MTU berbasis protokol modbus akan mendukung keberhasilan dan ketercapaian kompetensi belajar perkuliahan Pemrograman Aplikasi Industri dan Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika.

Peneliti mengidentifikasi permasalahan pada proses pembelajaran sebagai berikut. (1) Pembelajaran yang monoton karena sebagian besar perkuliahan hanya menggunakan *software* sehingga membuat jenuh dan mengurangi semangat belajar peserta didik, (2) kurangnya media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Pemrograman Aplikasi Industri membuat mahasiswa sulit untuk mengembangkan ilmu pengetahuan, (3) peserta didik belum menguasai cara untuk mentransmisikan data antara HMI Wonderware Indusoft Web Studio dengan beberapa sensor dan aktuator.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui: (1) pengembangan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus, (2) unjuk kerja dari pengembangan media pembelajaran, (3) tingkat kelayakan pengembangan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus sebagai media pembelajaran mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan metode

pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch (2009). Berdasarkan pendapat yang dikemukakan Sugiyono (2010:407) dalam bukunya menjelaskan bahwa metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji efektifitas produk tersebut. Metode penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk yang dibuat. Penelitian ini menggunakan metode ADDIE yang berisikan tahapan-tahapan penelitian yaitu *Analyze* (menganalisis), *Design* (merancang), *Develop* (mengembangkan), *Implement* (menerapkan), dan *Evaluate* (mengevaluasi).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian pengembangan media pembelajaran ini dimulai sejak Januari 2018 sampai dengan Juni 2018 dan lokasi penelitian berada di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan peserta didik Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang sedang menempuh pembelajaran mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri.

Prosedur

Penelitian pengembangan media pembelajaran ini menggunakan menggunakan model pengembangan ADDIE yang memiliki tahapan penelitian berupa: (1) *analyze* (menganalisis), (2) *design* (merancang), (3) *develop*

(mengembangkan), (4) *implement* (menerapkan), (5) *evaluate* (mengevaluasi). Tahap *analyze* (menganalisis) menuntut peneliti untuk melakukan: memvalidasi kesenjangan kinerja, merumuskan tujuan instruksional, mengidentifikasi karakteristik peserta didik, mengidentifikasi sumber-sumber yang dibutuhkan, menentukan strategi pembelajaran yang tepat, dan menyusun rencana pengelolaan program/proyek. Tahap *design* (merancang) berisikan tahapan kerja berupa: menyusun daftar tugas-tugas, menyusun tujuan kinerja pembelajaran, menyusun strategi tes, dan menghitung investasi/biaya yang dikeluarkan. Tahap *develop* (mengembangkan) meliputi tahapan kerja berupa: menentukan isi/konten dari media pembelajaran, memilih serta mengembangkan media pembelajaran yang mendukung, mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran peserta didik, mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran bagi pengajar, melakukan revisi formatif, dan melakukan tes uji coba. Tahap *implement* (menerapkan) peneliti akan mempersiapkan pengajar dan mempersiapkan peserta didik untuk menerapkan media pembelajaran yang dibuat. Langkah terakhir yaitu *evaluate* (mengevaluasi) yang bertujuan untuk mengukur kualitas penelitian. Adapun tahapan evaluasi berupa menentukan kriteria, memilih alat evaluasi, dan melakukan evaluasi. Pada tahapan evaluasi ini peneliti akan menempatkannya pada setiap langkah ADDIE sehingga menghasilkan evaluasi tahap *design*, evaluasi tahap *develop*, dan evaluasi tahap *implement*.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa hasil penilaian tingkat kelayakan materi pembelajaran, penilaian media pembelajaran, penilaian oleh pengguna awal, dan penilaian oleh peserta didik. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket untuk memperoleh informasi dari responden. Instrumen angket tersebut menggunakan kriteria yang dikemukakan oleh Walker dan Hess yang dikutip oleh Cecep K. dan Bambang S (2016). dalam *me-review* media pembelajaran. Kriteria tersebut berisikan kualitas isi dan tujuan; kualitas pembelajaran dan kualitas teknis.

Penelitian ini terlebih dahulu mengambil data tingkat kelayakan ahli materi pembelajaran dan ahli media pembelajaran. Langkah selanjutnya peneliti mengambil data pengguna awal media pembelajaran dan peserta didik. Metode pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen angket dan hasil observasi pada saat peserta didik menyelesaikan jam kegiatan belajar Pemrograman Aplikasi Industri. Pengambilan data oleh peneliti dimulai dengan menjelaskan materi pembelajaran dan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus kepada peserta didik. Selanjutnya peneliti menyebarkan instrumen penelitian berupa angket kepada peserta didik yang hadir.

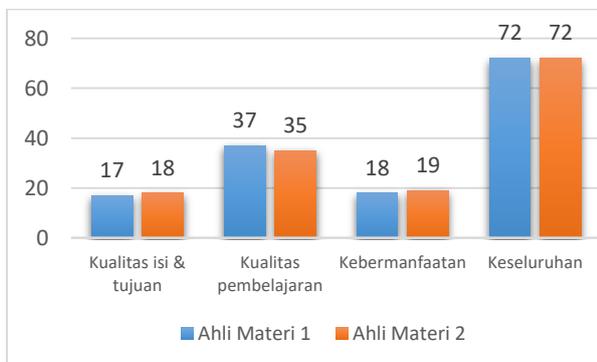
Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil dari analisis data kelayakan media pembelajaran. Adapun langkah perhitungannya menggunakan analisis deskriptif berdasarkan metode yang

digunakan Suharsimi Arikunto (2016) sebagai berikut: (1) menentukan jumlah kelas interval, kategori kelayakan menjadi dibagi menjadi empat yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju, (2) menentukan rentang skor minimum dan maksimum, (3) menentukan Mean Ideal (X_i) dan Simpangan Baku Ideal (S_{Bi}), (4) menyusun kelas interval dari skor terkecil hingga terbesar dengan menggunakan kurva distribusi normal 4 skala. Penelitian ini akan membandingkan dan mengkorelasikan antara skor butir (besaran interval) dengan skor total butir (interval). Analisis butir dilakukan menggunakan korelasi *product moment* menggunakan rumus koefisien korelasi variabel X dan variabel Y (Suharsimi Arikunto, 2016).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data peneliti kemudian mengolah data tersebut menjadi empat penilaian tingkat kelayakan berupa: penilaian ahli materi pembelajaran, penilaian ahli media pembelajaran, penilaian pengguna awal media pembelajaran, dan penilaian oleh pengguna media pembelajaran yaitu peserta didik Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika.



Gambar 1. Penilaian ahli materi

Penilaian ahli materi pembelajaran dilakukan untuk menilai kelayakan materi

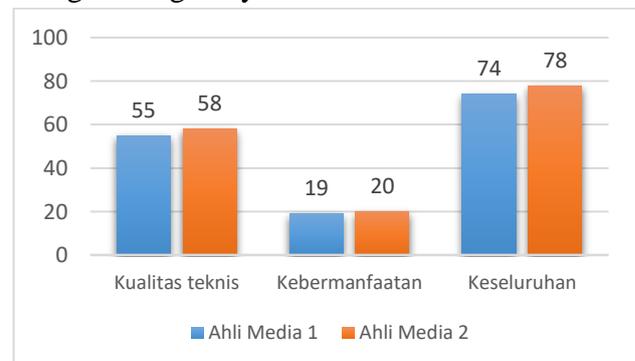
pembelajaran yang digunakan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus. Penilaian ini juga memvalidasi materi pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan. Validasi yang dilakukan dengan menilai materi pembelajaran sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS), kelengkapan isi *labsheet*, dan kelengkapan buku pedoman penggunaan media pembelajaran.

Tingkat kelayakan materi pembelajaran berisikan 20 butir pernyataan dengan nilai maksimal 80, nilai minimal 20, mean ideal 50, dan simpangan baku ideal sebesar 10. Data tersebut digunakan sebagai kriteria penilaian tingkat kelayakan materi pembelajaran berdasarkan penilaian ahli materi pembelajaran.

Tabel 1. Tingkat kelayakan materi pembelajaran

Responden	Aspek			Jumlah	Kategori
	1	2	3		
Ahli Materi 1	17	37	18	72	SL
Ahli Materi 2	18	35	19	72	SL
Rata-rata				72	
Presentase				90%	

Berdasarkan hasil validasi materi pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 72 dengan presentase 90% sehingga materi pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus masuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 2. Penilaian ahli media

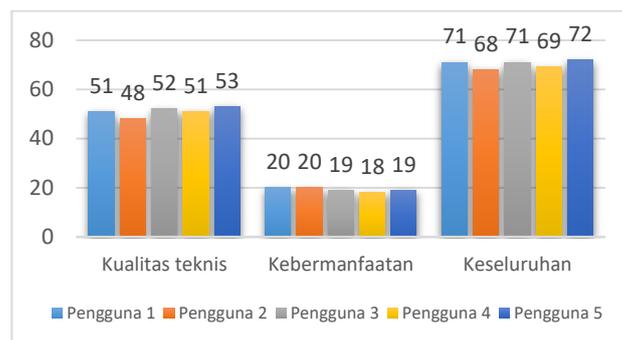
Penilaian ahli media pembelajaran dilakukan untuk menilai kelayakan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus. Penilaian ini memvalidasi media pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan. Validasi yang dilakukan adalah menialai media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus dari aspek kualitas teknis dan aspek kebermanfaatan.

Tingkat kelayakan media pembelajaran berisikan 20 butir pernyataan dengan nilai maksimal 80, nilai minimal 20, mean ideal 50, dan simpangan baku ideal sebesar 10. Data tersebut digunakan sebagai kriteria penilaian tingkat kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian ahli media pembelajaran.

Tabel 2. Tingkat kelayakan media pembelajaran

Responden	Aspek		Jumlah	Kategori
	1	2		
Ahli Media 1	55	19	74	SL
Ahli Media 2	58	20	78	SL
Rata-rata			76	
Presentase			95%	

Berdasarkan hasil validasi media pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 76 dengan presentase 95% sehingga media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus masuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 3. Penilaian pengguna awal

Penilaian pengguna awal media pembelajaran dilakukan untuk menilai kelayakan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus. Pengguna awal terdiri dari beberapa peserta didik yang merupakan calon pengguna media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus.

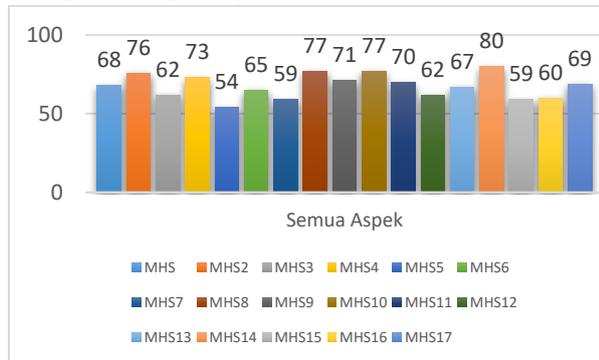
Tingkat kelayakan media pembelajaran berisikan 20 butir pernyataan dengan nilai maksimal 80, nilai minimal 20, mean ideal 50, dan simpangan baku ideal sebesar 10. Data tersebut digunakan sebagai kriteria penilaian tingkat kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian pengguna awal media pembelajaran.

Tabel 3. Tingkat kelayakan pengguna awal

Responden	Aspek		Jumlah	Kategori
	1	2		
Pengguna 1	51	20	71	SL
Pengguna 2	48	20	68	SL
Pengguna 3	52	19	71	SL
Pengguna 4	51	18	69	SL
Pengguna 5	53	19	72	SL
Rata-rata			70.2	
Presentase			87%	

Berdasarkan hasil validasi media pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 70.2 dengan presentase 87.8% sehingga media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit*

berbasis protokol Modbus menurut penilaian pengguna awal masuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 4. Penilaian peserta didik

Pengujian tahap akhir yaitu mengujikan langsung media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus kepada pengguna. Pengujian ini dilakukan setelah memperoleh penilaian para ahli dan memperbaiki kekurangan yang ada pada media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus. Pengujian dilakukan dengan memberi penilaian instrumen kelayakan oleh peserta didik sejumlah 20 butir pernyataan.

Berdasarkan hasil uji pengguna media pembelajaran yang terdiri dari 17 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2015 diperoleh rata-rata skor sebesar 68 dengan presentase 84.4 % sehingga media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus menurut penilaian pengguna termasuk dalam kategori sangat layak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari pengembangan media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus untuk mendukung mata kuliah

Pemrograman Aplikasi Industri dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berisikan multi sensor dan aktuator dengan komunikasi protokol Modbus sebagai proses transmisi data. Pengoperasian media pembelajaran ini menggunakan *software* Arduino IDE untuk pemrograman, Wonderware Indusoft Web Studio untuk tampilan HMI, dan Microsoft Access sebagai penyimpanan basis data. Media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus bertujuan untuk mengakuisisi data sensor dan mengendalikan aktuator melalui tampilan HMI, (2) media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus memiliki kemampuan untuk mentransmisikan sebanyak 35 data dari berbagai komponen elektronika yang digunakan. Data yang di transmisikan menggunakan kabel *serial* USB sepanjang 2 meter. Kecepatan maksimal transmisi data media pembelajaran ini sekitar 0.6 detik dalam satu kali siklus. Kemampuan ini merupakan keunggulan dari penggunaan protokol Modbus yang dapat mentransmisikan banyak data dengan kecepatan tinggi. (3) media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus menghasilkan penilaian kelayakan materi pembelajaran dengan presentase 90% kategori sangat layak. Tingkat kelayakan media pembelajaran dengan presentase 95% kategori sangat layak. Tingkat kelayakan yang dinilai pengguna awal media pembelajaran dengan presentase 87.8% kategori sangat layak. Tingkat kelayakan yang dinilai peserta didik

dengan presentase 84.4% kategori sangat layak. Peneliti menyimpulkan bahwa media pembelajaran transmisi data antara *Remote* dan *Master Terminal Unit* berbasis protokol Modbus sangat layak dipergunakan untuk mendukung pembelajaran mata kuliah Pemrograman Aplikasi Industri di Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika FT UNY.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar Arsyad. (2009). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Branch, Robert M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Cecep Kustandi & Bambang Sutjipto. (2016). *Media Pembelajaran*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Didik Hariyanto. (2008). Pengembangan Sistem Informasi Akademik Mahasiswa Berbasis Teknologi WAP (Wireless Application Protocol) di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Volume 17, Nomor 2 UNY*, Yogyakarta.
- Modicon. (1996). *Modbus Protocol Refence Guide I*. Modicon, Inc : U.S.A
- Panji Septyan, dkk. (2017). Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC dengan Metode HSB (Hot Standby) Local Control Panel (LCP). *Jurnal Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung.
- Schneider Electric Software. (2010). *Modbu Driver*. Schneider Electric Software, LLC : France.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.