

**Pengembangan Kompetensi Bahan Ajar
Mata Kuliah Mikrokontroler dengan Pendekatan
Field Research, Benchmarch, Adopt & Adapt**

Putu Sudira

(Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjabarkan kompetensi mata kuliah mikrokontroler menggunakan pendekatan terpadu “field research”, “benchmark, adopt & adapt”. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain: meenelusuri Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), standar kompetensi negara lain untuk dijadikan rujukan dengan tidak mengesampingkan kultur industri nasional. Menelusuri literatur yang dapat digunakan sebagai konsepsi dasar dalam pemetaan unit-unit kompetensi, menelusuri penerbitan, diskusi lewat mailing list di internet, mengadakan seminar di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, sosialisasi kepada dosen sejawat, mahasiswa, teknisi industri, asosiasi profesi, merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk mengembangkan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler.

Temuan yang diperoleh adalah lingkup dari mata kuliah mikrokontroler meliputi: (1) Pengetahuan perkembangan mikrokontroler, (2) Arsitektur mikrokontroler, Struktur register, memori program, memori data, I/O, timer dan counter, Interupsi, Serial, (3) Instruction set; (4) Bahasa pemrograman Assembly; (5) Port I/O, Interface Display, Keypad, Interface Motor; (6) Interface Pengukuran besaran Listrik; (7) Interface Pengukuran besaran Non Listrik; dan (8) Interface Sistim kendali. Jabaran kompetensi mata kuliah mikrokontroler terdeskripsi menjadi 14 sub kompetensi dengan masing-masing sub kompetensi memiliki sejumlah indikator pencapaian sub kompetensi.

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa pengembangan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler dilakukan melalui pendekatan benchmark, adopt & adapt” dengan mengkaji dan membandingkan standar kompetensi yang telah ada di berbagai Negara maju, SKKNI, diskusi di internet, disamping juga dengan melakukan penelusuran jenis-jenis pekerjaan yang ada di du-di.

Kata kunci: kompetensi bahan ajar; mikrokontroler

Pendahuluan

Keberhasilan suatu organisasi telah bergeser dari fokus individu ke fokus manajemen sumber daya manusia yang dapat memberi nilai tambah pada lembaga/perusahaan. Karenanya tantangan dan peluang terletak pada bagaimana mencetak lulusan pendidikan kejuruan yang cerdas kompeten penuh skil. Menurut Wardiman (1998) pendidikan kejuruan bercirikan antara lain: (1) menggunakan pendekatan *demand driven*, (2) pendidikan berbasis ganda, (3) pengajaran berbasis kompetensi, (4) program dasar yang mendasar, kuat, dan luas, (5) sistim yang luwes menganut prinsip *multi entry multi exit*, (6) mengakui keahlian yang diperoleh dari manapun, (7) pendidikan dan pelatihan secara terpadu, (8) berkelanjutan, dan (9) berbasis modul.

Demand driven mengarahkan penyelenggaraan pendidikan berkesesuaian dengan kebutuhan pasar kerja, *manpower need approach* (Suyanto: 2006). Perencanaan, pengembangan program (kurikulum), pelaksanaan, dan evaluasinya dilakukan secara bersama-sama dengan pihak dunia usaha dunia industri (du-di) termasuk didalamnya ikut menentukan standar kompetensi yang harus dicapai. Pendidikan dilaksanakan di dua tempat menggunakan prinsip *learning by doing* melalui proses bekerja di du-di sehingga terbentuk kebiasaan dan ketrampilan wawasan mutu, wawasan keunggulan, wawasan pasar, wawasan nilai tambah, dan etos kerja (Wardiman: 1998).

Pengajaran berbasis kompetensi berorientasi pada terbentuknya kompetensi sebagai satu-kesatuan kemampuan. Dibandingkan dengan program pelatihan tradisional, pelatihan berbasis kompetensi memiliki karakteristik dasar yang sangat berbeda. Perbedaan karakteristik dasar pendidikan berbasis kompetensi dan program pendidikan tradisional menurut E.Blank (1982) adalah sebagai berikut.

Karakteristik Dasar *Competency-Based Programs* dan *Traditional Programs*

Karakteristik	Competency-Based Programs	Traditional Programs
Apa yang dipelajari mahasiswa	Seutuhnya didasarkan pada <i>student outcomes</i> berupa kompetensi-kompetensi atau tugas-tugas yang dapat diverifikasi berkaitan dengan keberhasilannya sebagai tenaga kerja dalam bidang-bidang okupasi tertentu. Setelah menyelesaikan program	Berdasarkan buku teks, bahan referensi, bahan kuliah atau bahan lain yang diambil berkaitan dengan bidang okupasi tertentu. Mahasiswa jarang memahami secara pasti apa yang akan dipelajarinya. Program dikembangkan lemah makna terhadap okupasi karena fokus hanya pada lingkup materi buku teks, referensi,

Karakteristik	Competency-Based Programs	Traditional Programs
	pelatihan mahasiswa mampu mengerjakan apa?	bahan kuliah.
Bagaimana mahasiswa belajar	<i>Student-centered learning activities</i> , media dan material dirancang untuk membantu mahasiswa ahli dalam setiap pekerjaan. Materi diorganisasikan sehingga setiap individu mahasiswa dapat berhenti, memperlambat, mempercepat atau mengulangi setiap perintah kegiatan sesuai kebutuhan belajar secara efektif. Materi perkuliahan secara terintegrasi memberikan <i>feedback</i> sebagai peluang bagi mahasiswa untuk memperbaiki <i>performance</i> -nya	Terpusat kepada dosen sebagai pemberi materi melalui demonstrasi, ceramah, diskusi, dan aktivitas lainnya. Mahasiswa cenderung pasif, tidak ada <i>feedback</i> kemajuan belajar secara periodik.
Kapan mahasiswa mengerjakan tugas-tugas	Setiap mahasiswa memiliki waktu yang cukup untuk membangun kompetensi pada setiap pekerjaan sebelum meneruskan ke kompetensi berikutnya	Sekelompok atau satu kelas mahasiswa menghabiskan waktu yang sama untuk setiap bahan kuliah. Kelompok tersebut kemudian melanjutkan ke materi berikutnya setelah batas waktu perkuliahan berakhir kendati ada sejumlah individu belum menguasai materi perkuliahan
Bagaimana mahasiswa mempelajari setiap tugas	Setiap mahasiswa dituntut membangun kompetensi kerjanya setinggi mungkin dalam setting seperti bekerja. <i>Performance</i> mahasiswa dibandingkan dengan kompetensi standar menggunakan patokan/kriteria tertentu	Tes atau evaluasi dilakukan di atas kertas. <i>Performance</i> mahasiswa biasanya dibandingkan dengan kelompoknya menggunakan kurva normal.

Competency-based approach bagi mahasiswa jelas lebih bermakna dari pada *traditional approach*. Oleh karena itu jika hendak menggunakan pendekatan berbasis kompetensi program pembelajaran seharusnya: (1) jelas dan pasti kompetensi apa yang harus dipelajari mahasiswa, (2) diperlukan ketersediaan bahan pengajaran bermutu tinggi, (3) membantu mahasiswa mempelajari satu kompetensi secara baik dan tuntas sebelum masuk ke kompetensi berikutnya, (4) setiap mahasiswa dipersyaratkan berkemampuan mendemonstrasikan kompetensinya (E. Blank: 1998).

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta (F UNY) memiliki visi kedepan sebagai fakultas yang mampu menghasilkan produk teknologi, jasa, dan

lulusan yang memiliki kompetensi unggul dalam bidang pendidikan dan nonkependidikan. FT UNY menyadari bahwa keberhasilan belajar bukan hanya diukur dengan penguasaan materi pelajaran tetapi diukur dari perilaku nyata di lapangan. Materi ajar mata kuliah harus terkait dengan dunia nyata mahasiswa, sehingga mahasiswa terdorong kreatif membuat hubungan antara pengetahuan dan penerapannya di lapangan.

Mata kuliah mikrokontroler pada Kurikulum S1 Pendidikan Teknik Elektronika dengan kode EKA 227 berbobot 2 SKS praktek dan untuk D3 Teknik Elektronika dengan kode SKA 203 juga memiliki bobot 2 SKS praktek. Kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler dapat dikembangkan secara bersama-sama dengan industri, asosiasi profesi, institusi pendidikan lainnya, lembaga pelatihan, dan departemen terkait. Mengembangkan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler memerlukan sumber-sumber informasi bahan ajar mikrokontroler, sumber-sumber informasi bidang penerapan mikrokontroler, standar kompetensi profesi semua calon karyawan yang akan dipekerjakan di perusahaan elektronika.

Agar dapat digunakan sebagai bahan/materi ajar dan sebagai acuan kriteria penilaian kompetensi mahasiswa maka pengembangan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler perlu memperhatikan komponen apa saja yang harus dijabarkan, bagaimana cara menjabarkannya dalam bentuk format, metoda atau cara pengembangannya.

Pengembangan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler adalah penyusunan kompetensi pembelajaran berkaitan dengan kemampuan yang dibutuhkan oleh mahasiswa untuk melakukan atau melaksanakan pekerjaan yang dilandasi oleh pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja dalam bidang mikrokontroler. Pendekatan "*field research*" adalah pendekatan melalui riset di lapangan untuk menghimpun data primer tentang pekerjaan-pekerjaan yang ada kemudian dirumuskan kedalam draft kompetensi, divalidasi, diuji coba, dikaji ulang, disosialisasi dan ditetapkan. Pendekatan "*benchmark, adopt & adapt*" adalah pendekatan dengan mempelajari dan membandingkan standar-standar kompetensi yang telah ada di berbagai negara maju atau sedang berkembang, standar yang dibutuhkan diadopsi dan disesuaikan dengan kebutuhan.

Seseorang dikatakan kompeten memiliki ciri-ciri kemampuan: (1) bagaimana mengerjakan suatu tugas atau pekerjaan, (2) bagaimana mengorganisasikannya agar pekerjaan tersebut dapat dilaksanakan, (3) apa yang harus dilakukan bilamana terjadi sesuatu yang berbeda dengan rencana semula, (4) bagaimana menggunakan kemampuan yang dimilikinya untuk memecahkan masalah atau melaksanakan tugas dengan kondisi yang berbeda.

Standar Kompetensi suatu bidang keahlian distrukturkan dengan bentuk seperti di bawah ini (bentuk ini diterapkan secara luas di dunia internasional) :

Struktur Standar Kompetensi



Kompetensi merupakan kemampuan perorangan oleh karena itu dalam melaksanakan pembelajaran juga harus diorientasikan pada penguasaan materi secara perorangan tidak secara klasikal. Pembelajaran selama ini lebih bersifat klasikal untuk beralih ke pembelajaran perorangan perlu daya dukung peralatan,

perhatian dosen yang lebih besar atau dengan pemilihan metoda pendekatan yang lebih sesuai.

Pembelajaran berbasis kompetensi diakui sangat efektif oleh banyak negara yang sudah melaksanakannya. Pembelajaran berbasis kompetensi adalah program pembelajaran dimana hasil belajar atau kompetensi yang diharapkan dicapai oleh mahasiswa, sistem penyampaian, indikator pencapaian hasil belajar dirumuskan secara tertulis sejak perencanaan dimulai.

Pada prinsipnya dalam pembelajaran berbasis kompetensi harus mempunyai karakteristik di bawah ini :

- a. Pembelajaran berfokus pada penguasaan kompetensi;
- b. Tujuan pembelajaran spesifik;
- c. Penekanan pembelajaran pada kinerja;
- d. Pembelajaran lebih bersifat individual /perorangan;
- e. Interaksi menggunakan multi metode, peserta didik aktif, pemecahan masalah dan konstektual;
- f. Pengajar lebih berfungsi sebagai fasilitator;
- g. Berorientasi pada kebutuhan individu;
- h. Umpan balik langsung;
- i. Menggunakan modul;
- j. Belajar dilapangan/praktek;
- k. Terpusat pada mahasiswa;
- l. Kriteria penilaian obyektif (PAP).

Metoda Penelitian

Penelitian pengembangan kompetensi bahan ajar Mata Kuliah Mikrokontroler menggunakan pendekatan terpadu dengan pendekatan "*field research*" dan pendekatan "*benchmark, adopt & adapt*" serta kombinasi dari keduanya. Untuk menjawab kedua permasalahan penelitian bagaimana cara mengembangkan dan memvalidasi kompetensi bahan ajar Mata Kuliah Mikrokontroler sesuai dengan tuntutan pendidikan kejuruan dilakukan upaya mendasar dalam penyusunan draft kompetensi ini dengan cara:

- Menelusuri standar kompetensi kerja nasional Indonesia (SKKNI);
- Menelusuri standar kompetensi negara lain atau standar internasional untuk dijadikan referensi/rujukan dengan tidak mengesampingkan kultur industri nasional;
- Menelusuri literatur/pustaka yang dapat digunakan sebagai konsepsi dasar dalam pemetaan unit-unit kompetensi mata kuliah mikrokontroler;
- Menelusuri penerbitan, diskusi lewat mailling list di internet;

- Penelusuran jurnal dan katalog pabrik yang bergerak di bidang mikrokontroler untuk digunakan sebagai referensi di bidang teknologi;
- Menyusun kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler;
- Mengadakan seminar hasil penelitian di tingkat Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika;
- Mensosialisasikan draft kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler kepada dosen sejawat, mahasiswa, masyarakat *industri*, *asosiasi* profesi, lembaga pendidikan formal/non-formal, untuk mendapatkan masukan.

Kegiatan survey ke industri tidak dilaksanakan secara langsung karena terbatasnya waktu. Namun secara tidak langsung selama penyusunan SKKNI kegiatan ini telah dilaksanakan sampai dengan kegiatan workshop yang melibatkan asosiasi profesi, industri, depnaker, dan perguruan tinggi.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Teknologi mikrokontroler berkembang pesat, dipicu oleh temuan dalam bidang rekayasa material mikroelektronika. Perkembangan teknologi mikrokontroler memberi dukungan besar terhadap berbagai kebutuhan kehidupan, kebutuhan informasi dan komunikasi, kebutuhan industri khususnya kebutuhan otomasi. Mata kuliah mikrokontroler diarahkan untuk mempersiapkan mahasiswa mampu menerapkan mikrokontroler dalam sistem instrumentasi dan kendali.

Mata kuliah mikrokontroler diperkenalkan, dipraktikkan dan didiskusikan bersama mahasiswa agar mereka memiliki bekal penguasaan arsitektur dan pemrograman mikrokontroler. Ditemukan seorang mahasiswa ilmu komputer yang telah menguasai pemrograman C/C++ melalui situs www.gatago.com bertanya "***I want to start learning Microcontroller Programming. What is the pre-requisite to get started and what kind tools (Software and Hardware) i need to get a start***". Pertanyaan ini adalah pertanyaan mendasar yang berhubungan kompetensi apa yang harus dikuasai atau dipelajari oleh seorang mahasiswa. Bagi seorang dosen pengampu mata kuliah mikrokontroler tentu pertanyaan ini mengarahkan pada kompetensi apa yang harus diajarkan.

Jawaban atas pertanyaan ini berbunyi: "*First of all you have to learn CPU architecture. Best way to do that is assembly programming*:" dari Mark McDougall seorang Engineer Virtual Logic Pty Ltd. Kemudian Dougall juga

memberikan *prerequisite* atau persyaratan awal untuk mempelajari pemrograman mikrokontroler yaitu:

1. *Knowledge of CPU architecture. How MMUs, interrupts, etc work.*
2. *Knowledge of some sort of assembler - how to write software for a processor when there is no OS is beneficial.*
3. *Knowledge of how a compiler and linker works, and what the output from a linker actually contains.*
4. *Masochistic tendencies. Debugging real-time multi-threaded apps using a single LED and a CRO is not unheard of!*

Arahan Dougall sama dengan beberapa literatur lainnya serta para praktisi yang menyatakan bahwa jika ingin familiar dengan kemampuan sebuah mikrokontroler, maka langkah yang paling efektif yang harus dilakukan adalah menguasai arsitektur mikrokontroler tersebut apapun jenis dan bangsanya. Arsitektur menurut Ayala adalah rancangan Hardware internal yang berkaitan dengan: **tipe, jumlah, dan ukuran register serta rangkaian lainnya.**

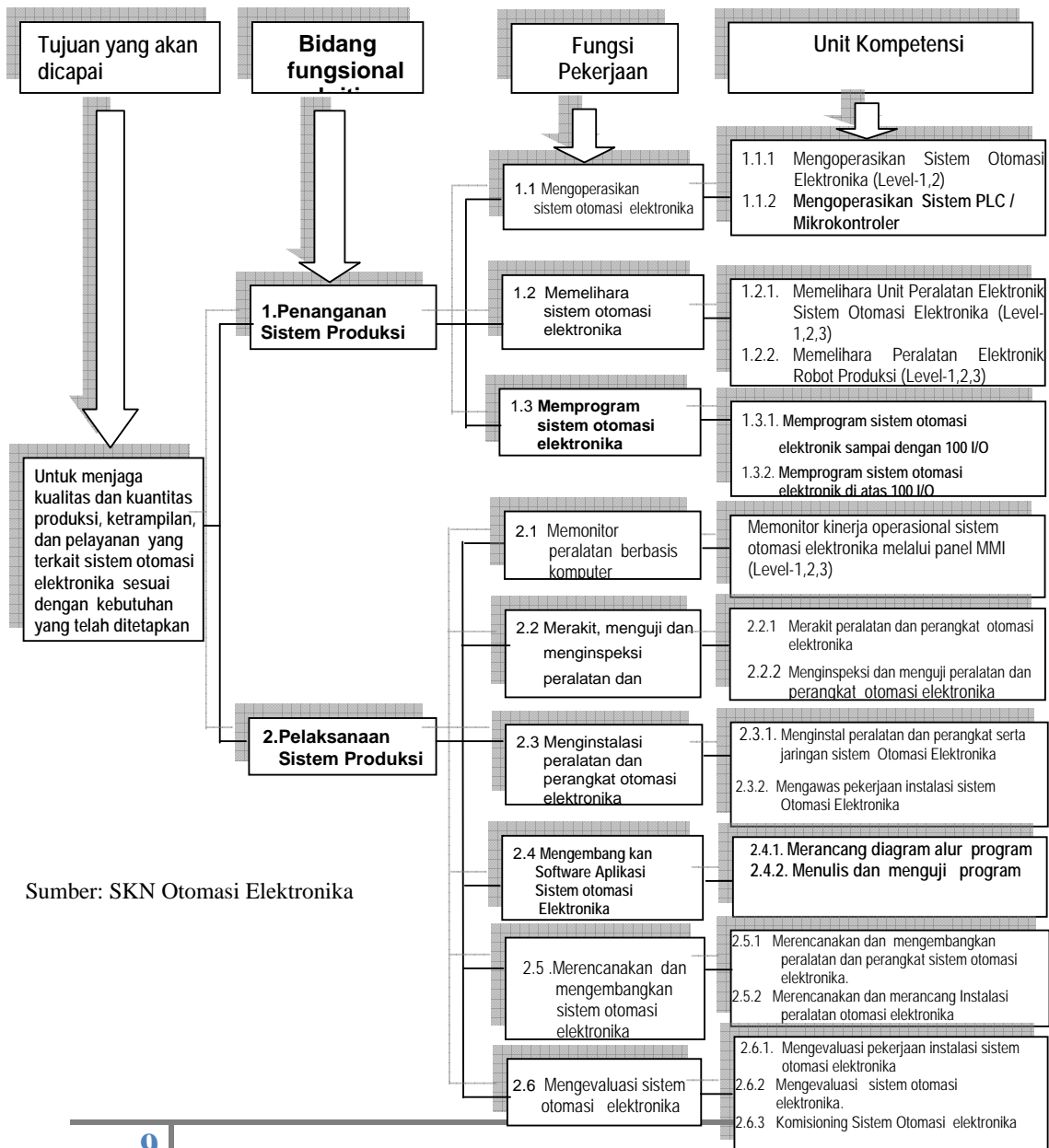
Disamping menguasai hardware, seorang pengembang atau pengguna mikrokontroler harus menguasai set instruksi yang digunakan untuk menyusun dan mengembangkan program. Hardware dan software harus dikuasai dengan baik. Set instruksi adalah *vocabulary* dan kaidah *grammar* dalam menulis program penuh makna.

Dalam bidang elektronika, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan mengeluarkan tiga buah standar kompetensi nasional (SKN) yaitu (1) Standar Kompetensi Nasional bidang Otomasi Elektronika, (2) Standar Kompetensi Nasional bidang Manufaktur, dan (3) Standar Kompetensi Nasional bidang Elektronika *Maintenance & Repair*. Ketiga standar kompetensi ini diajukan sebagai bahan pengembangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia kepada Badan Nasional Sertifikasi Profesi.

Diantara ketiga SKN tersebut di atas SKN bidang Otomasi elektronika yang paling jelas berkaitan dengan kebutuhan kompetensi mikrokontroler. SKN Bidang Otomasi Elektronika disusun oleh 33 orang yang mewakili unsur kelompok Industri (FESTO, PT.Cikarang Listrindo, PT. Bakri Pipe Industries, PT. Bekaert Indoneia, PT. Kratau Steel, PT. Cognis Indonesia, PT. Nasional Gobel, PT. Trans Pacific, PT. Schneider Indonesia, Astra Motor, PT Indoneia Epon Industri). Disamping kelompok itu ada kelompok Perguruan Tinggi (Politeknik

Negeri Jakarta, Politeknik Bunda Kandung, Politeknik Trisila Jakarta, Politeknik Swadharma, Universitas Nasional. Dari unsur asosiasi profesi diwakili oleh AKLI, APEI.

SKN Bidang Otomasi Industri dikembangkan berdasarkan kebutuhan arsitektur sistim otomasi yaitu *Direct Digital Control (DDC)* dan *Distributed Control System (DCS)*. Kedudukan kompetensi mikrokontroler dalam kerangka SKN Otomasi elektronika dapat dilihat dalam gambar 1 peta fungsional kompetensi bidang otomasi elektronika berikut.



Sumber: SKN Otomasi Elektronika

Penerapan otomasi industri bertujuan untuk menjaga kualitas dan kuantitas produksi, ketrampilan, dan kualitas layanan. Secara fungsional pemanfaatan kendali otomatis berkaitan dengan dua hal yaitu penanganan sistem produksi dan pelaksanaan sistem produksi. Jabaran masing-masing unit kompetensi dapat dilihat dalam buku SKN Otomasi Elektronika yang dikembangkan mengadopsi National Training Information Service (NTIS) Australia, National Skills Recognition System (NSRS) Singapura, PT. Festo Indonesia, PT.Krakatu Steel, dan MKI/Indonesia Daya.

Kompetensi bidang otomasi elektronika dipetakan menjadi tiga kelompok yaitu : (1) Kelompok kompetensi umum, (2) Kelompok kompetensi inti, dan (3) Kelompok kompetensi pilihan. Kelompok kompetensi umum merupakan unit kompetensi yang menjadi prasyarat untuk kompetensi inti. Kelompok kompetensi inti merupakan kompetensi yang didasarkan pada lingkup pekerjaan dengan tingkat pengetahuan dan ketrampilan spesifik. Sedangkan kelompok kompetensi pilihan didasarkan pada lingkup pekerjaan yang memerlukan kemampuan yang mendalam dan terstruktur. Berikut daftar unit-unit kompetensi bidang otomasi elektronika.

Kompetensi Umum

KODE UNIT	NAMA UNIT KOMPETENSI
OE.K3.001.A	Melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)
OE.KOMP.002.A	Merakit dan Mengoperasikan Komputer Menggunakan Sistem Operasi DOS dan Windows
OE.UKUR.003.A	Mengukur Besaran Listrik Menggunakan Alat Ukur Analog dan Digital
OE.GAMB.004.A	Menggambar Teknik Elektronika Menggunakan Komputer
OE.PBE.005.A	Mengerjakan Dasar-Dasar Pekerjaan Bengkel Elektronika

Kompetensi Inti

KODE UNIT	NAMA UNIT KOMPETENSI
OE .MON.006.A	Memonitor Kinerja Operasional Sistem Otomasi Elektronika Melalui Panel MMI (Man to Machine Interface) sampai dengan 2 Unit Proses Produksi

OE .MON.007.A	Memonitor Kinerja Operasional Sistem Otomasi Elektronika Melalui Panel MMI (Man to Machine Interface) sampai dengan 4 Unit Proses Produksi
OE .MON.008.A	Memonitor Kinerja Operasional Sistem Otomasi Elektronika Melalui Panel MMI (Man to Machine Interface) sampai dengan 10 Unit Proses Produksi
OE .OPS.009.A	Mengoperasikan Sistem Otomasi Elektronika sampai dengan 100 I/O
OE .OPS.010.A	Mengoperasikan Sistem Otomasi Elektronika di atas 100 I/O
OE .OPS.011.A	Mengoperasikan Sistem PLC / Programmable Controller
OE .RKT.012.A	Merakit Peralatan dan Perangkat Elektronik Sistem Otomasi Elektronika.
OE .INST.013.A	Menginstal Peralatan dan Perangkat Elektronik Serta Jaringan Sistem Otomasi Elektronika
OE .PROG.014.A	Memprogram Dan Memonitor PLC, Robot, dan Peralatan Berbasis Komputer Sampai dengan 100 I/O
OE .PROG.015.A	Memprogram dan Memonitor PLC, Robot, dan Peralatan Berbasis Komputer di atas 100 I/O
OE .PEM.016.A	Memahami Prosedur Pemeliharaan Peralatan Elektronik Sistem Otomasi Elektronika
OE .PEM.017.A	Menerapkan Prosedur Pemeliharaan Peralatan Elektronik Sistem Otomasi Elektronika
OE .PEM.018.A	Merencanakan Pemeliharaan Peralatan Elektronik Sistem Otomasi Elektronika
OE .PEM.019.A	Memahami Prosedur Pemeliharaan Peralatan Elektronik Robot Produksi
OE .PEM.020.A	Menerapkan Prosedur Pemeliharaan Peralatan Elektronik Robot Produksi
OE .PEM.021.A	Merencanakan Pemeliharaan Peralatan Elektronik Robot Produksi

Kompetensi Pilihan

KODE UNIT	NAMA UNIT KOMPETENSI
OE.PROG.022.A	Menulis dan Menguji Program
OE.PROG.023.A	Merancang Diagram Alur Program
OE.INST.024.A	Merencanakan dan Merancang Instalasi Sistem Otomasi Elektronika
OE.INST.025.A	Mengawasi Pekerjaan Instalasi Sistem Otomasi Elektronika
OE.INST.026.A	Mengevaluasi Pekerjaan Instalasi Sistem Otomasi Elektronika
OE.RCN.027.A	Merencanakan dan Mengembangkan Sistem Otomasi Elektronika
OE.INSP.028.A	Menginspeksi dan Menguji Sistem Otomasi Elektronika

KODE UNIT	NAMA UNIT KOMPETENSI
OE.EVA.029.A	Mengevaluasi Sistem Otomasi Elektronika
OE.KMS.030.A	Komisioning Sistem Otomasi Elektronika

Dalam kaitannya dengan penjabaran level kualifikasi dan jenjang jabatan unit-unit kompetensi dikelompokkan sebagai berikut:

**PENGELOMPOKAN UNIT KOMPETENSI PADA LEVEL
KUALIFIKASI DAN JENJANG JABATAN**

JENJANG JABATAN	LEVEL KUALIFIKASI	LEVEL SERTIFIKAT	JALUR PELATIHAN	JALUR PENDIDIKAN	UNIT-UNIT KOMPETENSI YANG RELEVAN
Ahli Utama	A	A1	PIT	S3 / SP2	None
Ahli Madya		A2	PIT	S2 / SP1	None
Ahli Muda		A3	PIT	S1 / D4	OE.PROG.022.A OE.PROG.023.A OE.INST.024.A., OE.INST.025.A. OE.INST.026.A., OE.RCN.027.A., OE.INSP.028.A., OE.EVA.029.A., dan OE.KMS.030.A..
Teknisi Utama	B	B1	PIL	D3	OE.MON.006.A., OE.OPS.009.A., OE.OPS.011.A., OE.PROG.015.A OE.PEM.016.A., dan OE.PEM.019.A.
Teknisi Madya		B2	PIL	D2	OE.MON.007.A., OE.PEM.017.A., OE.PROG.014.A dan OE.PEM.020.A.
Teknisi Muda		B3	PIL	D1 / SMK 4TH	OE.PEM.021.A., OE.INST.013.A., dan OE.MON.008.A.
Pelaksana Utama	C	C1	PIM	SMK	OE.PEM.018.A. dan OE.RKT.012.A.

Pelaksana Madya		C2	PIM	SMK	OE.KOMP.002.A ., dan OE.GAMB.004.A .
Pelaksana Muda		C3	PIM	SMK	OE.KKK.001.A., OE.UKUR.003.A. dan OE.PBE.005.A.

Keterangan :

PIT : Pelatihan Industri Tinggi
PIL : Pelatihan Industri Lanjutan
PIM : Pelatihan Industri Muda

Unit kompetensi yang relevan dengan jalur pendidikan S1/D4 dan D3 yang berkaitan dengan pemrograman sistim kendali adalah **OE.PROG.015.A.**, **OE.PROG.022.A.**, dan **OE.PROG.023.A.**

Kemudian sumber lain yang juga diadaptasi untuk pengembangan kompetensi mata kuliah mikrokontroler adalah *engineering technologies state copetencey profile* Colombus Ohio.

Berdasarkan hasil penelusuran standar kompetensi nasional, penelusuran standar National Skill Recognition System (NSRS) Singapura, National Training Information Service (NTIS), penelusuran literatur, diskusi lewat mailling list di internet, survey pendataan bentuk-bentuk dan jenis-jenis aplikasi mikrokontroler maka kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler dijabarkan sebagai berikut.

1. Identifikasi Matakuliah

Nama Matakuliah : **Mikrokontroler**
Kode Matakuliah : **EKA 227**
Jumlah SKS : **2 (Praktikum = 2 SKS)**
Program Studi : **Pendidikan Teknik Elektronika/Teknik Elektronika**
Jenjang : **S1/D3**

2. Deskripsi Kompetensi :

Menerapkan Mikrokontroler dalam Sistim Instrumentasi dan Kendali Industri

3. Uraian Kompetensi :

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
1.	Mendeskripsikan Mikroprosesor, Sistik Mikroprosesor, dan Mikrokontroler	1.1. Pemahaman tentang mikroprosesor, sistim mikroprosesor, dan mikrokontroler dapat dijelaskan dengan baik dan benar 1.2. Mikrokontroler dipahami sebagai sebuah sistim mikroprosesor dalam satu chip tunggal 1.3. Perkembangan mikrokontroler dapat dijelaskan jenis dan macamnya dari berbagai sumber. 1.4. Jenis-jenis mikrokontroler dikumpulkan data sheetnya sebagai bahan kajian.
2.	Mendeskripsikan Arsitektur Mikrokontroler	2.1. Arsitektur mikrokontroler dipahami sebagai <i>art of design</i> terpadu antara <i>hardware</i> dan <i>software</i> 2.2. <i>Feature</i> setiap mikrokontroler dipelajari sebagai arsitektur umum 2.3. Susunan pin eksternal dan blok diagram internal sebagai arsitektur <i>hardware</i> dimanfaatkan dengan baik dan benar. 2.4. Fungsi masing-masing bagian internal dari arsitektur sebuah mikrokontroler dipraktekkan kasus demi kasus 2.5. Fungsi masing-masing register sebuah mikrokontroler digunakan secara tuntas untuk kebutuhan pengembangan program 2.6. Pemetaan memori RWM, ROM (Plash) dipahami luas/kapasitas dan lokasi alamatnya 2.7. Pemetaan I/O dipahami luas/kapasitas dan lokasi alamatnya 2.8. Fungsi masing-masing pin dari sebuah mikrokontroler digunakan untuk perancangan interface aplikasi mikrokontroler 2.7. Fungsi masing-masing pin dari mikrokontroler difahami dalam kaitannya dengan pengembangan kebutuhan antar muka
3.	Mendeskripsikan <i>Instruction Set</i> Mikrokontroler AT89S51	3.1. <i>Instruction set</i> sebuah mikrokontroler dikaji secara tuntas detail sebagai dasar pemahaman pemilihan instruksi pada saat pengembangan program 3.2. <i>Instruction set</i> dipelajari dan dikelompokkan menjadi kelompok operasi aritmetika, operasi logika, transfer data, manipulasi variabel boolean, branching. 3.3. Mode pengalamatan dipelajari pemanfaatannya dalam <i>instruction set</i> 3.4. Dapat memilih jenis-jenis instruksi sesuai kebutuhan algoritma 3.5. Dapat menjabarkan dengan rumus dan simbol cara kerja atau proses masing-masing instruksi 3.4. <i>Instruction set</i> digunakan secara tepat pada setiap

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		pengembangan program
4	Menulis dan Menguji Program	<p>4.1. Bahasa Pemrograman <i>assembly</i> digunakan secara baik dan benar</p> <p>4.2. Proses kerja <i>assembly</i> dipahami secara benar</p> <p>4.3. Jenis-jenis mnemonik dipahami secara benar</p> <p>4.4. Assembler <i>directive</i> dipahami secara benar</p> <p>4.5. Cara kerja <i>compiler</i> dipahami dengan baik</p> <p>4.6. Kebutuhan program sistim instrumentasi dan kendali dikembangkan dengan empat langkah pemrograman yaitu: Identifikasi masalah, pengembangan algoritma dan flowchart program, pemilihan instruksi, dan penulisan program.</p> <p>4.7. Program sistim instrumentasi dan kendali ditulis sesuai dengan diagram alir program dan kebutuhan sistim</p> <p>4.8. Sintak bahasa program diuji per blok program sesuai prosedur kerja</p> <p>4.9. Perangkat pemrograman mikrokontroler diaktifkan dan dipilih sesuai jenis mikrokontroler.</p> <p>4.10. Semua hasil pemrograman disimpan selama pelaksanaan proses pemrograman dan setelah selesai pelaksanaan penulisan program</p> <p>4.11. Perangkat pemrograman (ISP) dihubungkan pada terminal komunikasi PC</p> <p>4.12. Catu daya dihidupkan sesuai prosedur/instruksi kerja</p> <p>4.13. Software program di <i>download</i> ke Mikrokontroler sesuai prosedur/instruksi kerja</p> <p>4.14. Mikrokontroler dijalankan sesuai prosedur/instruksi kerja</p> <p>4.15. Software yang telah di <i>download</i> diverifikasi dan diuji urutan kerjanya sesuai dengan urutan kerja algoritma/diagram alir program</p> <p>4.16. Program dimodifikasi jika terdapat ketidaksesuaian dengan urutan kerja sistim instrumentasi dan kendali</p> <p>4.1.7. Selesai pengujian, sumber daya mikrokontroler dimatikan dan hubungan kabel dilepas.</p>
5.	Memprogram Port sebagai Output dan Input Sederhana	<p>5.1. Dapat merangkai beban LED aktif Low dan beban LED aktif Hight</p> <p>5.2. Dapat merangkai input push button aktif LOW dan aktif Hight</p> <p>5.3. Dapat menyalakan dan mematikan beban LED pada port output.</p> <p>5.4. Dapat menyalakan satu LED bergerak ke kiri dan ke kanan.</p> <p>5.5. Dapat menyalakan dua LED bergerak dari tengah ke kiri dan ke kanan dan sebaliknya</p> <p>5.6. Dapat menyalakan LED berkedip</p>

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		<p>5.7. Dapat menyalakan LED bervariasi menggunakan perintah Call subrutin</p> <p>5.8. Dapat membuat lampu hias</p> <p>5.9. Dapat membuat traffic light perempatan jalan</p> <p>5.10. Dapat membaca data input dari push button dan mengeluarkan ke output LED sebagai indikator/penanda</p> <p>5.11. Dapat membuat variasi program pembacaan input dan akses output.</p>
6.	Memprogram Interface Display	<p>6.1. Dapat merangkai interface seven segment untuk common anoda dan common katoda</p> <p>6.2. Dapat membuat tabel data penyalakan karakter (angka/huruf).</p> <p>6.3. Dapat membuat tabel data pemilihan LED yang aktif untuk penyalakan multiplek.</p> <p>6.4. Dapat memprogram penyalakan LED statis</p> <p>6.5. Dapat memprogram penyalakan LED dinamis secara multiplek</p> <p>6.6. Dapat merangkai interface LCD</p> <p>6.7. Dapat memprogram penyalakan LCD</p> <p>6.8. Dapat merangkai interface Dot Matrix</p> <p>6.9. Dapat memprogram penyalakan Dot Matrix</p>
7.	Memprogram input Keypad	<p>7.1. Dapat merangkai keypad tunggal dan jamak</p> <p>7.2. Dapat memprogram keypad tunggal dan keypad matrik</p> <p>7.3. Dapat membuat penyalakan di output seven segment melalui keypad</p>
8.	Memprogram interface Motor	<p>8.1. Dapat membuat interface motor Stepper</p> <p>8.2. Dapat membuat interface motor DC</p> <p>8.3. Dapat membuat program interface motor Stepper</p> <p>8.4. Dapat membuat program interface motor DC</p>
9.	Memprogram Interupsi	<p>9.1. Dasar-dasar interupsi dipahami dengan baik</p> <p>9.2. Konsep dan pemrograman interupsi dikuasai dengan baik</p> <p>9.3. Dapat membuat program berbasis interupsi</p>
10.	Memprogram Timer Counter	<p>10.1. Dasar-dasar Timer Counter mikrokontroler dipahami dengan baik</p> <p>10.2. Pemrograman Timer Counter dikuasai dengan baik</p> <p>10.3. Dapat membuat program jam digital</p> <p>10.4. Dapat membuat program pewaktu riil</p>
11	Memprogram interface Pengukuran besaran Listrik	<p>11.1. Dasar-dasar <i>interface</i> sensor dan transduser dipahami dengan baik</p> <p>11.2. Konsep dan pemrograman ADC dipelajari dengan baik</p> <p>11.3. Pengkondisi Sinyal dipahami dengan baik</p>

No.	Sub-Kompetensi	Indikator Pencapaian Sub-Kompetensi
		11.4. Sistim pengukuran arus listrik, Tegangan listrik, dan daya Listrik diperagakan dengan benar 11.5. Dapat membuat program interface pengukuran arus listrik, Tegangan listrik, dan daya Listrik
12	Memprogram interface Pengukuran besaran Non Listrik	12.1. Dasar-dasar interface sensor dan transduser dipahami dengan baik 12.2. Konsep dan pemrograman ADC dipelajari dengan baik 12.3. Pengkondisi Sinyal dipahami dengan baik 12.4. Sistim pengukuran Tekanan, gaya, Posisi, Suhu, dan Kelembaban diperagakan dengan benar 12.5. Dapat membuat program interface pengukuran Tekanan, gaya, Posisi, Suhu, dan Kelembaban diperagakan dengan benar
13	Memprogram sistim kendali	13.1. Dapat membuat program interface sistim robot 13.2. Dapat membuat program interface <i>line follower</i>
14	Membuat Laporan	14.1. Dapat mendokumentasikan program dalam bentuk file elektronik 14.2. Dapat membuat laporan pemrograman dalam format fileword atau PDF. 14.3. Menyerahkan laporan tepat waktu

Mikrokontroler adalah sistim yang bekerja dengan paradigma baru perpaduan antara perngkat keras dan perangkat lunak. Kompetensi pemrograman mikrokontroler bagi mahasiswa S1 Pendidikan Teknik Elektronika dan D3 Teknik Elektronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY menjadi sangat penting sebagai bekal bekerja di industri atau berwirausaha secara mandiri mendirikan bengkel misalnya.

Dengan melakukan penelusuran SKN, literatur/pustaka, diskusi di internet kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler relevansinya terhadap kebutuhan DU-DI semakin tinggi. Di industri jalur pendidikan D3 masuk dalam level kualifikasi B dengan jenjang jabatan Teknisi Utama. Kompetensinya adalah melaksanakan tugas-tugas seorang teknisi. Dengan sedikit pengalaman, ia akan mampu pula membantu tugas-tugas perancangan dan memodifikasi mesin produksi atau sistim elektronika lainnya.

Penjabaran kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler kedalam sub kompetensi dan sejumlah indikator pencapaian sub kompetensi menjadi

acuan pengembangan bahan ajar dan struktur pembelajaran mata kuliah mikrokontroler.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang diperoleh dan pembahasan dapat disimpulkan pengembangan kompetensi bahan ajar mata kuliah mikrokontroler dapat dilakukan melalui pendekatan "*benchmark, adopt & adapt*" dengan mempelajari dan membandingkan standar-standar kompetensi yang telah ada di berbagai negara maju atau sedang berkembang, SKN, serta diskusi di internet, disamping juga dengan melakukan penelusuran jenis-jenis pekerjaan yang ada di DU-DI.

Daftar Pustaka

- E. Blank, William, Handbook for Developing Competency-Based Training Programs, 1982 Prentice-Hall, Inc.
- Parjono dan Wardan Suyanto. 2003. ***Kurikulum Berbasis Kompetensi Konsep dan Implementasi***. Yogyakarta. Semiloka fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sukamto.2001. *Perubahan Karakteristik Dunia Kerja dan Revitalisasi Pembelajaran Kurikulum Pendidikan Kejuruan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sumarjo H dan Agus Santoso. 2003. ***Strategi Pembelajaran Kompetensi***. Semiloka Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Suyanto, Prof. Ph.D, Di Belantara Pendidikan Bermoral, Unit Percetakan dan Penerbitan UNY, 2006
- Wardiman Djojonegoro, Prof. Dr.Ing. Pengembangan Sumber Daya Manusia melalui SMK, 1998. PT. Jayakarta Agung Offset, Jakarta
- Tim Broad Based Education, 2002. *Pendidikan Berorientasi Kecakapan Hidup (Life Skill)* , Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional
- Tim, 2003. *Standar Kompetensi Nasional Bidang Keahlian Maintenance & Repair (MR)*, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional
- Tim, 2003. *Standar Kompetensi Nasional Bidang Keahlian Elektronika Manufaktur*, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional
- Tim, 2003. *Standar Kompetensi Nasional Bidang Otomasi Elektronika*, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional