

**M2-20 Pengajaran Mekatronika di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung**

Indrawanto

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesa 10, Bandung 40135, Indonesia
Telp: +62-22-2500933, FAX: +62-22-2534099, E-mail:indrawanto@tekprod.ms.itb.ac.id

ABSTRACT

Makalah ini menyajikan pengajaran Mekatronika di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara – Institut Teknologi Bandung. Untuk memperkenalkan bidang teknik yang merupakan gabungan dari berbagai disiplin ini ke mahasiswa diperlukan pendekatan pedagogi yang inovatif. Pengajaran Mekatronika di Prodi Teknik Mesin, FTMD-ITB dilakukan dengan tahapan-tahapan pengenalan komponen perangkat keras, rangkaian perangkat keras, hingga akhirnya ke tahap perancangan system. Setelah mengikuti mata pelajaran Mekatronika ini diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan dalam rancang bangun sistem mekatronika.

Keywords: pengajaran, mekatronika, microcontroller

1. Pengantar

Karena percepatan perkembangan industri elektronik, komputer dan teknologi informasi, telah muncul celah antara pengajaran pendidikan teknik non-elektro (misal, Teknik Mesin, Teknik Sipil, Teknik Kimia, dsb.) dan ketrampilan yang diharapkan pada lulusan non-Teknik Elektro saat memasuki pasar tenaga kerja. Komputer, sensor, microcontroller secara besar-besaran telah memasuki masyarakat saat ini. Mesin dan peralatan rumah tangga berbasis microcontroller dapat ditemui di semua aspek kehidupan sehari-hari. Bahkan industri mobil, suatu area teknik mesin tradisional, telah memanfaatkan banyak microcontroler pada suatu mobil modern, dan jumlah pemakaiannya akan meningkat pada teknologi baru yang sedang diperkenalkan misal di propulsi hybrid, "steer-by-wire", "brake-by-wyre", pencegahan tabrakan, autopilot, dsb. Saat ini teknologi berbasis microcontroller tersebut terus dikembangkan, dan mobil dengan kemampuan tersebut akan menembus pasar dalam waktu tidak lama lagi.

Pendidikan teknik pada bidang non-elektro secara tradisional pada siswa mencakup hanya pengajaran listrik, elektronik, dan teknologi informasi secara minimal. Komponen "high-tech" pendidikan non-teknik elektro sering kali masih di bawah harapan, walaupun kebutuhan di industri sudah jelas. Karena perbedaan ini, lulusan teknik non-teknik elektro yang memasuki pasar kerja masih dianggap memiliki kekurangan. Untuk mendapatkan ketrampilan *high-tech*

yang diperlukan di pasar kerja, beberapa mahasiswa teknik mesin mencoba untuk mendaftar dan mengikuti kuliah tingkat atas teknik elektro. Tetapi, karena kurangnya latar belakang kuliah tingkat bawah yang cocok, langkah tersebut justru dapat merugikan, dan menurunkan Indeks Prestasi dan menambah beban kuliah. Untuk menjawab keadaan tersebut, cabang teknik intradisiplin, yang mencakup teknik mesin, elektronik, microcontroller/digital signal processing, kendali, dan teknologi informasi telah muncul dengan nama Mekatronika. Usaha untuk memperkenalkan pendidikan mekatronika pada kurikulum pendidikan non-teknik elektro telah menyebar di berbagai bagian dunia.

[1-6].

Kebutuhan pendidikan mekatronika di Institut Teknologi Bandung, khususnya program studi Teknik Mesin juga sangat memerlukan bidang intradisiplin mekatronika/microcontroller. Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Bandung secara sungguh-sungguh mengembangkan pendidikan mekatronika melalui mata kuliah Mekatronika I & II. Pengajaran: (a) pengajaran di kelas; (b) pekerjaan rumah, (c) praktikum; (d) proyek.

Pengajaran di kelas dipusatkan pada pemberian materi kepada siswa pengetahuan dasar berhubungan komponen elektronik, microcontroller dan pemrograman. Pekerjaan rumah difokuskan pada pemahaman dan penguatan mahasiswa tentang konsep dalam pola belajar mandiri dan itu terdiri atas contoh-contoh yang mahasiswa ikuti dan latihan/jawaban yang dilakukan oleh mahasiswa dikirimkan kembali ke pengajar melalui internet. Praktikum yang telah dan akan dilaksanakan terdiri atas beberapa sesi, material semi konduktor yang terdiri atas diode dan transistor, operational-amplifier, pemrograman microcontroller, konversi analog ke digital, pengendalian motor step dan motor DC, dan pemrograman PLC. Puncak dari pengajaran ini adalah proyek satu bulan yang mana mahasiswa akan bekerja berpasangan untuk mengembangkan, merancang, menulis program, membangun, dan menampilkan proyek berbasis mikrocontroller pilihan mereka sendiri. Penilaian proyek terdiri atas laporan tertulis, presentasi verbal, dan demonstrasi yang dilakukan.

2. Struktur Pengajaran Mekatronika

Struktur pengajaran Mekatronika di prodi Teknik Mesin saat ini dibagi menjadi 2 (dua) bagian yakni Mekatronika 1 dan Mekatronika 2. Pada bagian Mekatronika 1 diajarkan mengenai rangkaian komponen semikonduktor yang meliputi (dioda, transistor, operational amplifier), sistem bilangan dan rangkaian logika.

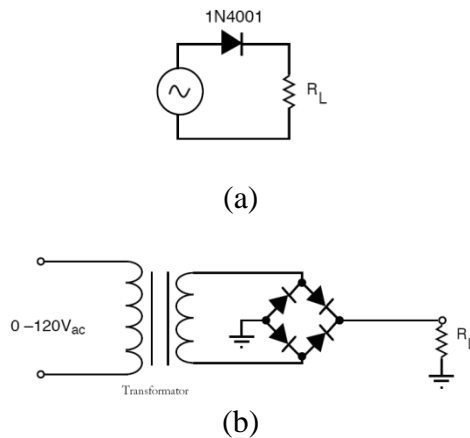
Rangkaian-rangkaian elektronik tersebut merupakan bagian dari perangkat penghubung antara microcontroller dengan berbagai perangkat pemindai elektro-mechanical dan penggerak yang biasa digunakan pada sistem mekatronik. Ini merupakan hal yang penting khususnya untuk mahasiswa teknik mesin yang umumnya tidak atau sedikit memiliki pengalaman dalam menghubungkan perangkat elektronik dengan perangkat teknik mesin. Beberapa modul disiapkan untuk memberikan pengalaman tentang hal tersebut kepada mahasiswa. Modul-modul tersebut disiapkan untuk mengajarkan ketrampilan dalam menghubungkan komponen mekanikal, elektrikal, dan elektronik pada sistem mekatronik.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

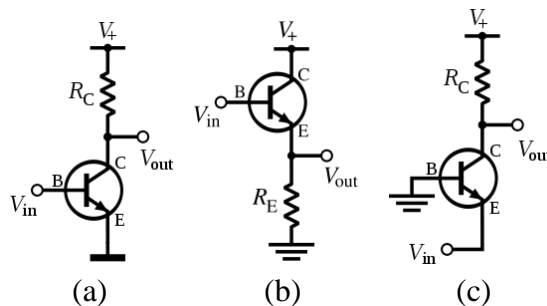
Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Mahasiswa teknik mesin memerlukan pengalaman ketrampilan untuk meningkatkan kemampuannya dan kepercayaannya dalam menangani konsep-konsep kelistrikan dan elektronik, khususnya saat phase realisasi suatu proyek mekatronika. Untuk menjawab keperluan tersebut, telah mulai dikembangkan modul-modul pengajaran fungsional yang sesuai. Modul-modul fungsional ditujukan sebagai bagian dari sistem mekatronika. Mahasiswa diharapkan menggunakan modul-modul tersebut sebagai alat bantu belajar.

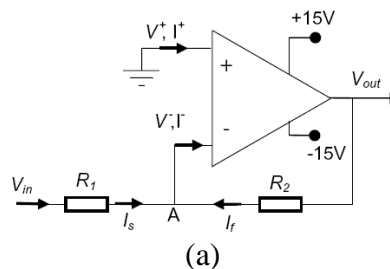
Berapa modul-modul pengajaran tersebut adalah rangkaian penyearah dengan dioda (Gambar 1), rangkaian transistor penguat (Gambar 2) dan rangkaian operational-amplifier (Gambar 3).

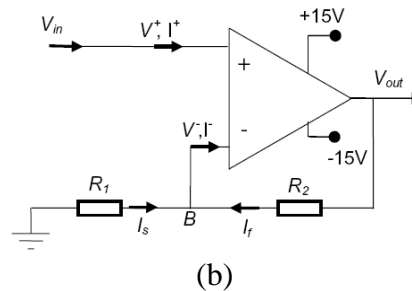


Gambar 1. (a) Rangkaian penyearah setengah gelombang , (b) rangkaian penyearah gelombang penuh.



Gambar 2. (a) rangkaian Common Emitter, (b) rangkaian Common Collector, (c) rangkaian Common Base





Gambar 3. (a) Rangkaian penguat *inverting*, (b) rangkaian penguat *non-inverting*.

Modul-modul pengajaran tersebut direalisasikan menggunakan papan prototipe (*breadboard*).

Pada kuliah Mekatronika 2 diajarkan sistem microcontroller, programmable logic controller (PLC), sensor dan aktuator. Tujuan pemberian materi tersebut agar mahasiswa mampu memahami cara kerja perangkat kontrol berbasis microcontroller atau PLC, serta dapat merancang dan merangkai dengan komponen elektronik, sensor dan aktuator menjadi suatu sistem mekatronik yang utuh. Perancangan sistem mekatronik ini akan menjadi tugas proyek (tugas kelompok) pada akhir kuliah Mekatronika 2 yang harus dipresentasikan dan didemokan di kelas serta dilengkapi dengan laporan tertulis mengenai proyek tersebut.

3. Perangkat keras pendidikan mekatronika

Pemilihan perangkat keras juga merupakan hal yang menantang karena variasi dan banyaknya opsi microcontroller yang tersedia di pasar. Tujuan dari pengembangan kuliah ini adalah mencari microcontroller yang banyak dipakai dan diterima di industri, mudah didapat dan memiliki perlengkapan yang memadai. Banyak microcontroller yang menawarkan solusi yang lebih baik untuk penggunaan tertentu, tetapi seringkali untuk pemakaian praktis kurang sesuai untuk tujuan pendidikan umum. Untuk tujuan ini dipilih microcontroller Atmel ATmega8535 yang memiliki 8kb Program Memory flash internal, bersama dengan area RAM yang besar dan EEPROM internal. Satu 8-kanal A/D konverter 10-bit juga dimiliki oleh microcontroller ini, sehingga membuatnya ideal untuk aplikasi sistem waktu riil dan pemantauan. Juga terdapat di dalam microcontroller ini satu penghitung waktu riil, tiga pewaktu, interface SPI (serial peripheral interface) dan watchdog timer yang dapat diprogram. ATmega8535, menggunakan teknologi mutakhir AVR dengan RISC lanjut, sehingga memungkinkan untuk bekerja pada 8 MIPS.

3.1 Papan microcontroller

Untuk penggunaan secara terpadu, microcontroller biasanya digunakan dalam mode chip tunggal. Pada penggunaan terpadu, microcontroller hadir dengan dengan program yang telah dimasukkan dalam memorynya.

Untuk pemrograman, microcontroller ini harus dihubungkan dengan computer atau PC. Pemrogram dapat mengembangkan program secara langsung dari komputer dan mengujinya pada microcontroller. Gambar 4 menunjukkan papan microcontroller Atmel ATmega8535.

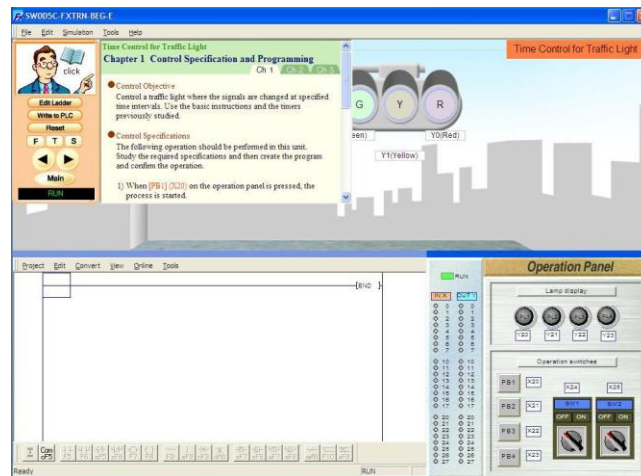


Gambar 4. Papan microcontroller Atmel ATmega8535

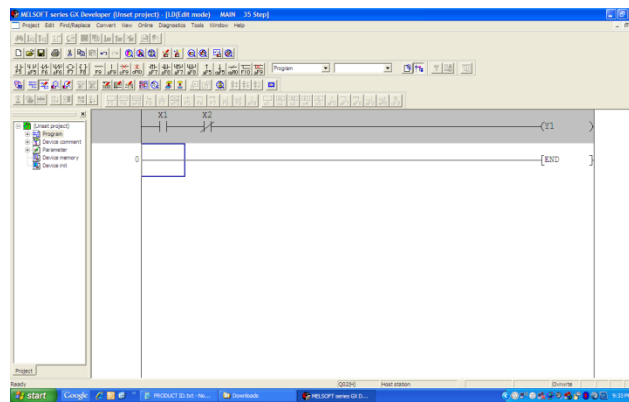
3.2 Perangkat PLC (Programmable Logic Control)

Suatu programmable logic controller (PLC) adalah komputer digital yang digunakan untuk otomatisasi proses-proses elektromekanikal, seperti pengendalian mesin-mesin pada jalur perakitan pabrik, perangkat hiburan, mesin-mesin proses dan sebagainya. PLC digunakan di banyak industri dan mesin-mesin seperti mesin packing dan mesin semi konduktor. Tidak seperti komputer untuk penerapan umum, PLC dirancang untuk memiliki susunan input dan output jamak, jangkauan temperatur kerja yang lebih lebar, tahan terhadap gangguan (*noise*) listrik, dan tahan terhadap getaran dan kejutan. Program untuk mengendalikan mesin umumnya disimpan dalam memori dengan tenaga baterai atau yang tidak akan hilang. Suatu PLC adalah contoh sistem waktu riil karena outputnya merespons terhadap keadaan input dalam waktu terbatas, agar operasi berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam pengajaran PLC ini dilakukan secara 2 tahap. Tahap 1 mahasiswa diberikan dasar-dasar pemrograman dan kemudian mahasiswa melakukan pemrograman menggunakan piranti lunak simulator seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Tahap 2 mahasiswa melakukan pemrograman pada kit PLC (Gambar 7) menggunakan piranti lunak pemrograman (Gambar 6) [7].



Gambar 5. Piranti lunak simulator PLC (Melsec FX Trainer)



Gambar 6. Piranti lunak pemrograman PLC (Mitsubishi GX Developer)



Gambar 7. Kit pelatihan PLC (Mitsubishi Q-series)

3.3 Perangkat aktuator

Perangkat keras aktuator saat ini yang diajarkan terdiri atas dua jenis aktuator: motor step dan motor DC.

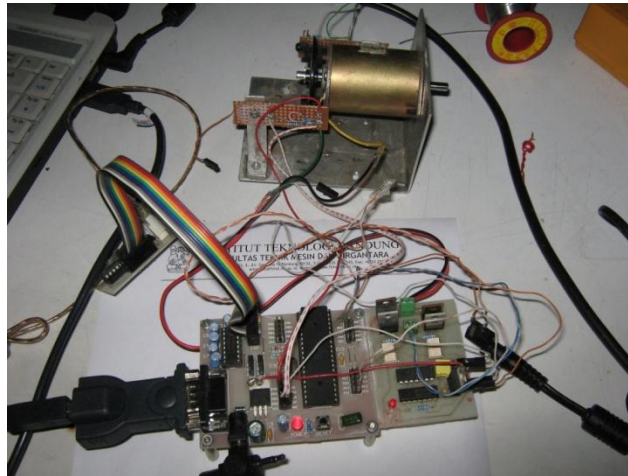
Tujuan dari modul pengajaran motor step adalah untuk mengenalkan mahasiswa dengan prinsip-prinsip dan algoritma kendali dalam mengatur operasi motor step. Unjuk kerja suatu motor step pada kondisi arus besar dan putaran tinggi dipelajari pada percobaan ini. Bagian motor step ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8. Bagian dalam motor step

Pada Gambar 8, rotor memiliki 20 kutub dan setiap kumparan motor didistribusikan diantara 4 kutub. Motor ini memiliki 200 step per satu putaran atau 1,8 derajat per step.

Tujuan dari modul pengajaran motor DC adalah untuk mengenalkan metoda modulasi lebar (*pulse width modulation*, PWM) pulsa untuk mengendalikan motor DC. Motor DC merupakan salah satu jenis motor listrik yang cukup populer digunakan sebagai aktuator untuk sistem dengan keperluan daya rendah. Salah satu keunggulan motor DC adalah kemudahan dalam pengaturannya. Hubungan antara PWM dan RPM akan diteliti untuk suatu jenis motor. Gambar 9 menunjukkan setup percobaan pengaturan motor DC dengan menggunakan microcontroller.



Gambar 9. Setup percobaan pengaturan motor DC

5. Kesimpulan

Banyak universitas telah mulai memberikan pengajaran mekatronika ke program sarjana dan pasca sarjana. Kuliah ini, menembus batas-batas program studi dan menggabungkan teori, percobaan, dan penerapan teknologi, yang amat bermanfaat bagi mahasiswa program sarjana dan pascasarjana dan bahkan juga bagi institusi pendidikan. Pengajaran mekatronika mendorong kurikulum menuju bagian terdepan pendidikan teknik dan secara langsung menjawab tantangan pelatihan dan pendidikan di milenium ke 3 ini. Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung telah mengusahakan pengajaran mekatronika untuk selalu secara berkala diperbaiki dan dikembangkan agar dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi mahasiswa dan institusi.

Pustaka

- [1] David G. Alciatore and Michael B. Hystad, Integrating Mechatronics Into a Mechanical Engineering Curriculum
- [2] Job van Amerongen, Experiences with Mechatronics Education at the University of Twente, ICIT 2003 - Maribor, Slovenia
- [3] R. Glenn Allen, Mechatronics Engineering: A Critical Need for This Interdisciplinary Approach to Engineering Education, Proceedings of The 2006 IJME - INTERTECH
- [4] Rolf Isermann, Modeling and Design Methodology for Mechatronic Systems, IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, VOL 1, NO. 1, MARCH 1996
- [6] Victor Uvshitz and Ben Z. Sandler, Teaching Mechatronics in a Mechanical Engineering Department, European Journal of Engineering Education, Vol. 23, No.3, 1998

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

- [7] Mitsubishi Programmable Logic Controller Training Manual, 2006 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION