

PEMBELAJARAN SISTEM HIDROLIK DAN PNEUMATIK DENGAN MENGGUNAKAN *AUTOMATION STUDIO*

Adi Dewanto dan Dessy Irmawati

Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Email: adi@uny.ac.id; dessy.irmawati@uny.ac.id

ABSTRACT

Students find it difficult to master the hydraulic and pneumatic system due to the lack of imagination on the component movement. It affects students' learning process on the hydraulic and pneumatic system application. In order to solve the problem, the lecturer of Mechatronics course used the Automation Studio application. This software was helpful to design various automations, such as combination of hydraulic system, pneumatic system, electric system, and PLC. The lecturing process and design simulation were conducted by using Automation Studio. In general, the students were so much helped by this program in mastering the theory and practice of hydraulic and Pneumatic. On the other hand, it was found some problem in applying the Automation Studio on the classroom. The problems were limited on the menu option as well as on the technical aspects related to the number of the computer. The implications from the writers' experience in using Automation Studio were there was an opportunity for computer programmer to create learning media/software for certain competence which was relevant, accessible and applicable. Also, in case of software preparation, it should be conducted by the lecturers and the students before the learning process.

Keywords: *automation studio program, learning process, Pneumatic and hydraulic learning*

ABSTRAK

Beberapa mahasiswa mengalami kesulitan dalam menguasai sistem hidrolik dan pneumatik dikarenakan kesulitan dalam membayangkan atau mengimajinasikan gerakan-gerakan komponen sistem hidrolik dan pneumatik. Hal ini mengakibatkan hambatan pada penguasaan desain dan aplikasi sistem hidrolik dan pneumatik. Untuk mengatasi hal tersebut dosen pengajar mata kuliah Mekatronika menggunakan aplikasi *Automation Studio*. Software ini membantu dalam desain berbagai automasi, seperti kombinasi sistem hidrolik, sistem pneumatik, sistem elektrik dan PLC. Ceramah dosen dan simulasi desain yang dilakukan mahasiswa menggunakan bantuan *Automation studio*. Secara umum, mahasiswa sangat terbantu dengan software tersebut. Di sisi lain, ditemukan permasalahan dalam pengaplikasian program *Automation Studio* di kelas, misalnya terbatasnya menu program dan permasalahan seputar terbatasnya jumlah komputer. Implikasi dari pengalaman penulis dalam menggunakan *Automation Studio* adalah terbukanya peluang bagi para programmer komputer untuk menciptakan program/software pembelajaran yang relevan dengan kompetensi tertentu, terjangkau, dan mudah digunakan. Selain itu disarankan juga agar dosen dan mahasiswa melakukan persiapan atau pengkondisian sebelum perkuliahan berjalan berkaitan dengan penyiapan software yang akan digunakan selama kuliah berlangsung.

Kata kunci : Program *Automation Studio*, pembelajaran *Pneumatic* dan hidrolik

PENDAHULUAN

Salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh mahasiswa pada program S1 maupun D3 Jurusan Teknik Elektronika FT UNY adalah menguasai teknologi terapan pada dunia industri. Salah satu mata kuliah yang menunjang ketercapaian kompetensi tersebut antara lain Fisika Teknik, yang segenap materinya diarahkan pada pemahaman dasar mahasiswa mengenai sistem hidrolik dan pneumatik yang banyak digunakan dalam rangka otomatisasi industri. Meskipun teknik pemberian materi pada mata kuliah ini telah memadukan metode teori maupun praktek, masih saja terdapat hambatan penguasaan materi yang nampak dari kurang mampunya mahasiswa

menjelaskan dan memahami prinsip kerja dari hidrolik dan pneumatik. Selain itu mahasiswa menemukan masalah pada bagaimana mengetahui dan menjelaskan komponen, standar, simbol, dan rangkaian dari sistem hidrolik dan pneumatik. Kurang optimalnya penguasaan pada dua aspek ini saling berhubungan dan pada gilirannya mengakibatkan hambatan yang cukup signifikan pada kemampuan mahasiswa dalam merancang suatu aplikasi dari sistem hidrolik dan pneumatik.

Penulis sebagai pengajar pada mata kuliah bersangkutan mencoba menemukan berbagai alternatif solusi agar mahasiswa seminimal mungkin mengalami hambatan dalam proses pembelajaran Fisika Teknik. Salah satu program yang telah diimplementasikan sebagai instrumen pem-

belajaran Fisika Teknik dalam kurun 2 semester ini yaitu *Automation Studio*. Sebagai suatu paket aplikasi yang terdiri dari berbagai macam modul di dalamnya, *Automation Studio* mampu berperan sebagai pendamping alat praktek lainnya. Aplikasi ini dapat digunakan untuk merancang sistem hidrolik dan pneumatik dan sekaligus memvisualisasikannya dalam bentuk animasi (mensimulasikan rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik) sehingga aliran fluida atau udara bertekanan, gerakan-gerakan dari setiap katup yang teraktuasi, dan gerak yang dihasilkan oleh sistem (gerak dari aktuator) akan dapat terlihat dengan jelas.

Melalui penggunaan *Automation Studio* pada pembelajaran Fisika Teknik terbukti telah mampu membantu mahasiswa yang semula mengalami hambatan pada imajinasi gerakan-gerakan pada rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik yang setiap peralatannya dinyatakan dengan simbol. Hal lain yang juga terasa berkembang adalah dari sisi jalannya praktek perkuliahan, semula mahasiswa hanya dapat melihat gerak dari aktuator saja, yaitu gerak yang dihasilkan oleh sistem hidrolik dan pneumatik tanpa mengetahui gerak yang terjadi pada katup-katup kontrol. Melalui penggunaan *Automation Studio* pada pembelajaran Fisika Teknik ini akan membuka kesempatan luas bagi mahasiswa untuk melakukan hal yang semula sulit dilakukan tersebut. Terlebih, bekerjanya sistem hidrolik dan pneumatik memang sangat tergantung pada pengaturan aliran yang dilakukan katup-katup kontrol, sehingga alangkah sulitnya memahami materi pembelajaran Fisika Teknik bila mereka mengalami kesulitan dalam mengamati pola aliran fluida (hidrolik) maupun udara bertekanan (pneumatik) pada sistem.

Atas hambatan yang dialami mahasiswa dalam memahami teori dan merancang aplikasi sistem hidrolik dan pneumatik, tulisan ini bermaksud memberikan gambaran mengenai pemanfaatan program *Automation Studio* pada perkuliahan Fisika Teknik yang membahas mengenai sistem hidrolik dan pneumatik.

Solusi Hambatan Belajar Mata Kuliah Fisika Teknik dari Sudut Teori Pembelajaran

Berdasarkan kajian mengenai ranah fokus capaian pembelajaran Fisika Teknik, fokus akan tertuju pada dua ranah yang nampak lebih menonjol, yakni ranah kognitif, dan yang kedua adalah ranah psikomotorik. Walaupun

ranah afektif bukan berarti diabaikan, namun rangkaian kompetensi mata kuliah ini secara eksplisit memang mengarah pada suatu wujud kemampuan kognitif dan psikomotorik. Simak saja tiga indikator ketercapaian kompetensi berikut ini : 1) Mahasiswa dapat menjelaskan dan memahami prinsip kerja dari hidrolik dan pneumatik. 2) Mahasiswa mengetahui dan menjelaskan komponen, standart, simbol dan sirkuit dari sistem hidrolik dan pneumatik. 3). Mahasiswa mampu merancang suatu aplikasi dari sistem hidrolik dan pneumatik.

Masalah yang nampak melanda mahasiswa adalah pada dataran pemahaman dan perancangan. Sangat dimungkinkan ada hubungan di antara keduanya yang menyebabkan tidak tercapainya kompetensi mata kuliah sebagaimana diharapkan. Jika *output* nampak mengalami gangguan, asumsi yang dapat dinyatakan secara luas dan tegas adalah besar kemungkinan ada gangguan pada aspek proses.

Bruner dalam Sudjana (1991: 145) mengemukakan bahwa pembelajaran yang baik hendaknya memperhatikan dan mencakup pengalaman optimal dalam belajar peserta didik, struktur pengetahuan yang dapat membentuk pengalaman optimal, urutan penyajian bahan pelajaran, peranan sukses dan gagal, dan merangsang berpikir peserta didik. Merrill dalam Akbar (2005) lebih lanjut mengemukakan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain pembelajaran, antara lain bahwa : 1) *Learning is constructed*; orang belajar dari pengalaman, dalam hal ini proses dimana seseorang membentuk representasi internal berasal dari luar. 2) *Interpretation is personal*; realitas tidak dapat dibagi, apa yang dipelajari seseorang didasarkan pada interpretasinya pada pengalamannya. 3) *Learning is active*; pembelajaran mengambil peran aktif dalam proses membangun pengetahuan dari pengalaman. 4) *Learning is Situated*; pembelajaran harus diletakkan dalam situasi dunia nyata. Settingnya harus realistik atau setidaknya mendekati kenyataan. 5) *Testing is integrated*; evaluasi seharusnya bukan merupakan aktivitas terpisah, akan tetapi harus diintegrasikan dengan pengalaman belajar.

Dari beberapa poin di atas, secara implisit dapat ditangkap bahwa belajar aktif senantiasa diperlukan untuk memperoleh hasil belajar maksimum. Mahasiswa yang pasif atau sekedar menerima materi dengan mengandalkan pen-

dengaran biasanya akan cepat melupakan tentang informasi yang diberikan, atau tidak dapat menangkap secara menyeluruh. Komara (2003) menyatakan untuk menciptakan belajar aktif sebagai salah satu cara mengikat informasi yang baru ke dalam otak diperlukan adanya perangkat tertentu untuk dapat mengikuti informasi yang baru saja diterima dari dosen. Pada beberapa kajian materi, mendengarkan saja belumlah cukup sebagaimana pembelajaran Fisika Teknik yang membahas mengenai sistem hidrolik dan pneumatik dimana menuntut mahasiswa tidak hanya paham namun juga mampu merancang aplikasi dari sistem tersebut.

Zaini dkk (2002: 13) mengutip kata-kata mutiara Konfusius, seorang filsuf kenamaan dari Cina yang berbunyi "Apa yang saya dengar, saya lupa. Apa yang saya lihat, saya ingat. Apa yang saya lakukan, saya paham". Sejalan dengan pernyataan tersebut Akbar (2005) menyatakan bahwa penyajian model pembelajaran hanya dengan pengamatan hanya akan berlaku optimal bilamana pelajaran memang kompleks atau sederhana, contohnya penyajian video yang menampilkan suatu informasi sederhana. Dari pendapat-pendapat tersebut dapat disimpulkan perlunya melakukan pembelajaran secara interaktif dan tidak mengandalkan pada salah satu indera saja.

Hambatan mahasiswa dalam menguasai materi sistem hidrolik dan pneumatik yang teridentifikasi selama ini tidak hanya disebabkan terbatasnya alat praktek dan bahan kuliah bersangkutan, namun juga cara belajar yang masih mengandalkan indera dengar dan minimnya tindakan. Suparman (1997) menjelaskan bahwa untuk hambatan semacam ini dapat diminimalisir melalui penerapan model-model pembelajaran interaktif, salah satu diantaranya simulasi. Model simulasi dalam kegiatan pembelajaran akan memberi peluang kepada peserta didik untuk meniru suatu kegiatan tertentu. Simulasi dilakukan pengajar dengan membuat situasi buatan, dalam rangka menghindarkan peserta didik dari resiko belajar yang terlalu besar, baik dari segi biaya, keselamatan jiwa, waktu, dan lain sebagainya.

Pada sebuah referensi mengenai pendidikan kejuruan berbasis kompetensi (http://www.inwent.org/imperia/md/content/bereich4-intranet/abteilung4-01/lehrbrief_01_-_indonesisch.pdf) disebutkan bahwa untuk mengajarkan kompetensi teknik memang diperlukan metode-metode antara

lain : 1) instruksi terprogram, 2) belajar secara interaktif dengan komputer, 3) simulasi teknik.

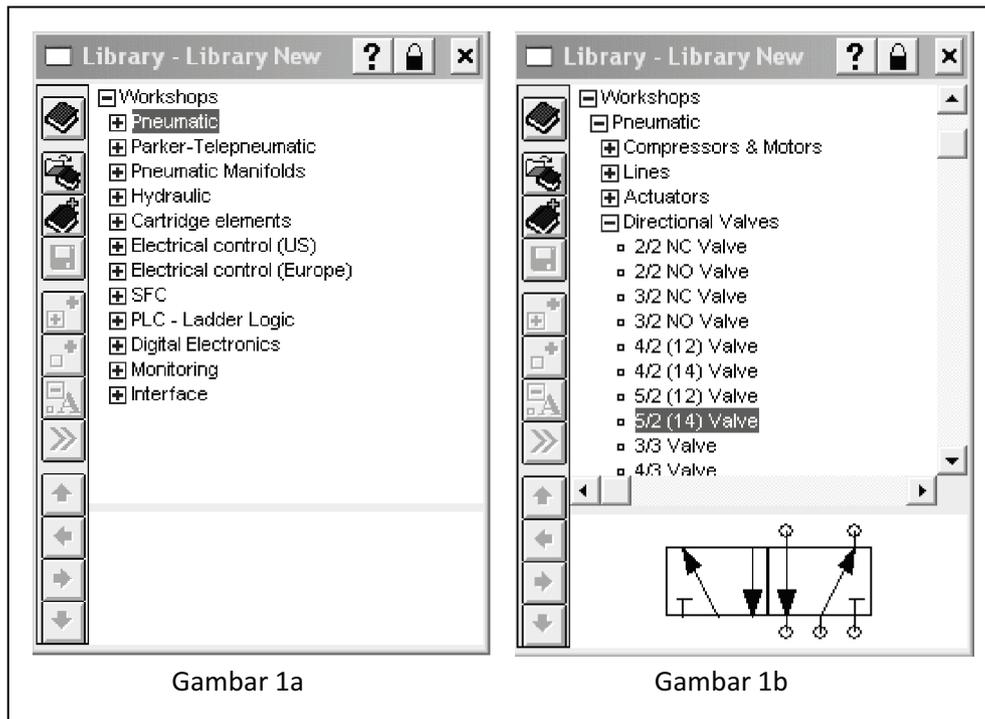
Pada tahapan pemberian materi oleh pengajar pun sebisa mungkin menggunakan media yang bisa mempermudah daya tangkap peserta didik antara lain media peraga dan simulasi yang menarik baik dari segi warna, bentuk bahkan suara. Beberapa alternatif yang dapat ditempuh yaitu penggunaan video streaming, video tutorial, serta animasi.

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Automation Studio

Guna menjawab permasalahan mahasiswa dalam menguasai materi sistem hidrolik dan pneumatik, salah satu media yang dapat digunakan pengajar baik sebagai alat pemerjelas ceramah maupun simulasi adalah program *Automation Studio*. Sebagai sebuah perangkat lunak, *Automation Studio* merupakan paket aplikasi yang terdiri dari berbagai macam modul didalamnya. Setiap modul disebut dengan *workshop*. Dalam *workshop* ini terdapat *library* yang menyediakan berbagai macam komponen yang dapat dipakai untuk merancang bermacam-macam rangkaian otomatisasi mulai dari rangkaian sistem hidrolik, sistem pneumatik, sistem elektrik sampai dengan PLC. Semua rangkaian otomatisasi tersebut dapat dikombinasikan satu dengan yang lainnya, misalkan gabungan antara sistem elektrik dan sistem pneumatik (sistem elektro-pneumatik). Rangkaian tersebut kemudian dapat disimulasikan sehingga aliran fluida, aliran udara bertekanan, arus listrik, dan gerakan-gerakan dari setiap katup yang teraktuasi dimana setiap komponen dinyatakan dalam bentuk simbol, akan dapat diketahui.

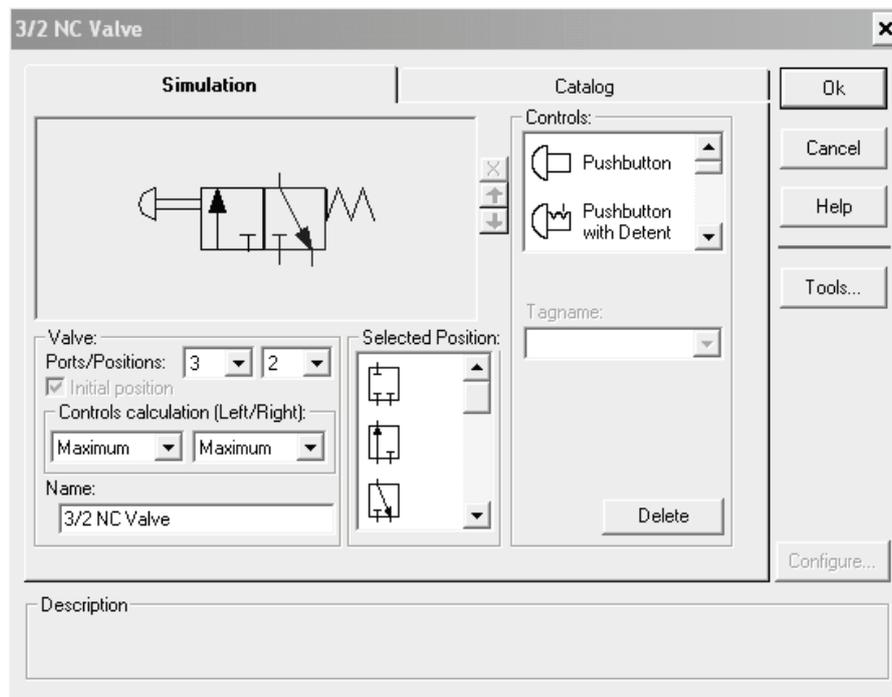
Gambar 1 di bawah ini menunjukkan komponen-komponen yang terdapat pada *library* (Gambar 1a) dan simbol dari katup 5/2 yang merupakan bagian dari komponen pneumatik (Gambar 1b). Dengan *Automation Studio* setiap katup yang akan dipakai diberi kebebasan dalam penggunaan metode aktuasinya sesuai dengan yang diinginkan. Misalkan saja bila ingin memakai katup 3/2 *Push Button Normally Close* maka simbol dari katup 3/2 NC harus ditambah dengan metode aktuasi *Push Button* dan *Spring* untuk mengembalikan posisi katup ke posisi semua. Cara penambahan metode aktuasi ini ditunjukkan pada Gambar 2.



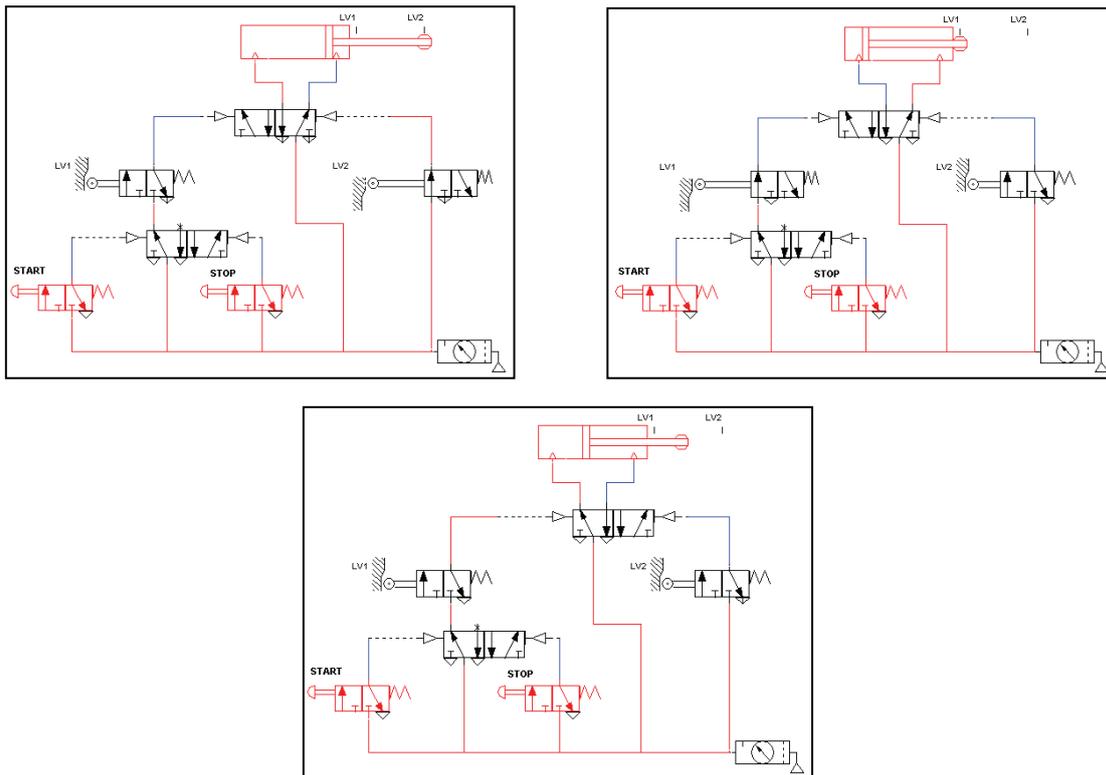
Gambar 1. Komponen Library Dalam Sebuah Workshop

Pada Gambar 2 terlihat bahwa metode aktuasi yang ingin digunakan untuk mengontrol katup dapat dipilih pada bagian *controls*. Dengan

demikian mahasiswa harus diberi pengetahuan terlebih dahulu tentang jenis-jenis metode aktuasi yang ada.



Gambar 2. Penambahan Metode Aktuasi Katup 3/2



Gambar 3. Simulasi Rangkaian Pneumatik

Gambar 3 merupakan contoh simulasi dari rangkaian sederhana dari sistem pneumatik dimana pada simulasi tersebut akan diperlihatkan gerak dari setiap katup yang teraktuatori dan gerak dari aktuator (*Double Acting Cylinder*). Selain itu juga akan diperlihatkan aliran dari udara bertekanan yang diperlihatkan dengan garis merah serta aliran dari udara tak bertekanan yang diperlihatkan dengan garis biru.

Adapun unjuk kerja dari rangkaian pneumatik tersebut adalah sebagai berikut. *Double Acting Cylinder* akan bergerak keluar masuk (gerak beruntun) secara terus menerus jika tombol *start* ditekan dan akan berhenti jika tombol *stop* ditekan. Kedua tombol tersebut menggunakan katup 3/2 *Push Button* dan gerak beruntun dari *Double Acting Cylinder* terjadi karena adanya katup 3/2 *Roller Lever* (LV1 dan LV2).

Penggunaan Program Automation Studio pada Pembelajaran Fisika Teknik

Dalam proses produksi dan perakitan di industri dapat dipastikan akan melibatkan proses pemberian gaya pada benda-benda dengan maksud untuk memindahkan, menggerakkan, memotong, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhannya pada benda-benda tersebut. Biasanya proses

pemberian gaya ini selain menggunakan peralatan elektrik juga menggunakan sistem-sistem hidrolik dan pneumatik atau gabungan dari ketiganya. Dalam dunia industri hal ini disebut dengan kontrol proses atau otomatisasi industri. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kontrol proses ataupun otomatisasi industri ini merupakan hal yang sangat penting dan tidak terpisahkan dalam dunia industri.

Memperhatikan tantangan lulusan pada dunia industri tersebut, maka dapat dikatakan bahwa pengetahuan dan pemahaman akan otomatisasi industri, dalam hal ini sistem hidrolik dan pneumatik, merupakan hal yang sangat penting dan muntlak dipunyai oleh seorang mahasiswa bidang teknik, termasuk mahasiswa teknik elektronika. Pengetahuan sistem hidrolik dan pneumatik ini diberikan pada mata kuliah Fisika Teknik karena sistem hidrolik dan pneumatik ini merupakan penerapan dari hukum-hukum fisika, yaitu hukum Boyle, hukum Charles, dan hukum Pascal.

Sistem hidrolik dan pneumatik melibatkan banyak sekali peralatan terutama peralatan yang termasuk dalam jenis katup kontrol, oleh karena itu untuk mempermudah pemahaman fungsi dan prinsip kerja dari setiap peralatan yang ada

digunakan simbol-simbol. Dengan demikian gambar rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik juga terdiri dari simbol-simbol peralatan hidrolik dan pneumatik yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya membentuk kerja tertentu.

Untuk membantu mahasiswa dalam memahami sistem hidrolik dan pneumatik, maka kegiatan pembelajaran selain dilakukan secara teori juga diadakan praktek dengan menggunakan papan simulator. Dengan demikian sistem hidrolik dan pneumatik yang telah dirancang oleh mahasiswa dapat diimplementasikan dengan peralatan yang sebenarnya. Meskipun pemakaian simbol dan kegiatan pembelajaran secara praktek dimaksudkan untuk mempermudah dan membantu pemahaman fungsi dan cara kerja dari suatu peralatan hidrolik maupun pneumatik (yang nantinya dirangkai satu dengan yang lainnya menjadi suatu sistem dengan gerak tertentu), ternyata mahasiswa masih juga mengalami kesulitan. Kesulitan ini disebabkan karena : 1) Pada gambar rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik, setiap katup yang dinyatakan dengan simbol tersebut akan mengalami gerak bolak-balik karena teraktuasi. Aktuasi ini dilakukan dengan maksud untuk mengarahkan, mengatur tekanan, dan mengatur aliran fluida (hidrolik) dan udara bertekanan (pneumatik) sehingga menghasilkan kerja yang dimaksud. Disini mahasiswa dituntut mempunyai daya imajinasi agar dapat membayangkan gerakan-gerakan tersebut. 2) Sedangkan pada kegiatan pembelajaran secara praktek, mahasiswa hanya dapat melihat gerak dari aktuator saja, yaitu gerak yang dihasilkan oleh sistem hidrolik maupun sistem pneumatik tanpa mengetahui gerak yang terjadi pada katup-katup kontrol padahal baik sistem hidrolik maupun sistem pneumatik hanya bekerja karena adanya pengaturan aliran yang dilakukan oleh katup-katup ini.

Untuk membantu mengatasi kesulitan mahasiswa ini maka dalam proses pembelajaran dapat menggunakan aplikasi Automation Studio karena aplikasi ini dapat digunakan untuk merancang sistem hidrolik dan pneumatik dan sekaligus memvisualisasikannya dalam bentuk animasi (mensimulasikan rangkaian sistem hidrolik dan pneumatik) sehingga aliran fluida atau udara bertekanan, gerakan-gerakan dari katup yang teraktuasi (dalam bentuk simbol), dan gerak yang dihasilkan sistem (gerak dari aktuator) akan dapat terlihat dengan jelas.

Pada tahapan awal perkuliahan Penulis (baca: dosen) menyadari bahwa aplikasi ini belum familiar di kalangan mahasiswa. Meskipun aplikasi Automation Studio hanya digunakan dikala praktek, akan tetapi penguasaan mahasiswa akan program ini sangatlah penting, oleh karena itu pengenalan terhadap mahasiswa menjadi langkah yang sangat perlu diperhatikan. Nampaknya Automation Studio cukup mudah dikuasai mahasiswa. Sayangnya terdapat hambatan seputar program aplikasi itu sendiri, sehubungan dengan berbagai fitur yang memang terbatas oleh karena perangkat lunak ini masih bersifat *shareware* yang beberapa kemampuannya sengaja dibatasi. Sebagai contoh tidak diaktifkannya menu untuk menyimpan, mencetak, dan lain-lain. Waktu penggunaan perangkat lunak inipun dibatasi selama beberapa waktu. Kesemua hambatan tersebut cukup mengganggu kegiatan PBM karena adakalanya perancangan sistem yang hampir jadi tidak dapat diselesaikan. Keluhan dari mahasiswa akan kelemahan aplikasi ini menjadi tidak terhindarkan.

Hambatan lainnya berasal dari sisi sarana komputer yang belum memadai dari segi jumlah, dalam hal ini satu komputer digunakan oleh tiga sampai empat mahasiswa. Meskipun demikian dari aspek pengajar tidak ditemukan banyak kesulitan dalam memberikan materi melalui aplikasi Automation Studio karena adanya alat penunjang berupa LCD.

Evaluasi pada materi sistem hidrolik dan pneumatik yang bersifat menuntut ketrampilan mahasiswa tentunya disesuaikan, dalam hal ini mengambil bentuk teori dan praktek. Aplikasi Automation Studio belum dapat digunakan sebagai alat evaluasi dikarenakan segala keterbatasan yang telah disebutkan dibagian sebelumnya.

Secara umum, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memanfaatkan aplikasi Automation Studio dalam pembelajaran Fisika Teknik, yaitu komponen-komponen yang berada di sekeliling pemanfaatan Automation Studio dalam pembelajaran, antara lain : 1) hardware dan infrastruktur. 2) perangkat lunak itu sendiri (dalam hal ini Automation Studio). 3) materi. 4) kemampuan pengajar (baik dalam metode/pendekatan mengajar maupun, substansif materi)

SIMPULAN

Meninjau kembali pengalaman Penulis dalam penggunaan aplikasi Automation Studio pada pembelajaran sistem hidrolis dan pneumatik, terdapat implikasi antara lain sebagai berikut : 1) Dalam penguasaan kompetensi teknis peserta didik memiliki ketertarikan pada informasi yang dikemas secara visual karena lebih mempertegas materi. Oleh sebab itu dimungkinkan pada perkuliahan lainnya untuk menggunakan media serupa dengan tetap mempertimbangkan kompetensi mata kuliah dan karakter peserta didik. Hal lain yang dapat ditangkap, gejala ini menimbulkan peluang sekaligus tantangan bagi pengembang perangkat lunak untuk menemukan serta mengembangkan program-program aplikasi yang relevan, terjangkau, dan *user friendly* bagi para pembelajar. 2) Sebelum memutuskan penggunaan suatu program aplikasi, kondisi fisik seperti kelengkapan dan kecukupan fasilitas menjadi hal mutlak yang diperhatikan. 3) Perlu juga meninjau kemampuan peserta didik pada operasionalisasi program aplikasi tersebut. Jadi tidak hanya kemampuan teknis materi yang perlu diperhatikan namun lebih awal dari itu perlu diyakinkan pula tentang kemampuan setiap peserta didik dalam menjalankan program, dalam hal ini monitoring oleh pengajar senantiasa dilakukan ketika program aplikasi digunakan peserta didik. 4) Dengan proses pembelajaran yang banyak melakukan simulasi, maka evaluasi hasil belajar pun diharapkan sejalan. Jadi yang juga patut dipikirkan adalah apakah evaluasi hasil belajar juga kelak menggunakan media simulasi tersebut, ataukah menggunakan media lainnya. Jika yang digunakan adalah media lain (bukan media perangkat lunak sebagaimana yang digunakan pada waktu pembelajaran) maka harus diperhatikan sejauhmana bentuk, jenis dan alat evaluasi relevan dengan proses yang peserta didik telah ikuti di saat PBM.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, Rufman I., 2005. *Penerapan Hypertext Teknologi dalam Pembelajaran; Ringkasan Rencana Disertasi, PPS UNJ*. <http://rufmania.multiply.com/tag/hypertext>. Diakses pada 14 Maret 2007
- Komara, Endang, 2003 Strategi Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi. http://www.geocities.com/endang.komara/Strategi_Pembelajaran_Aktif.htm. Diakses pada 14 Maret 2007
- Sujana, Nana, 1995. *Teori – Teori Pengajaran*. Jakarta: Remaja Karya,
- Suparman, Atwi. (ed.). 1997. *Model-Model Pembelajaran Interaktif*. Jakarta: STIA LAN Press.
- Tippelt, Rudolf & Amoros, Antonio, 2003. *”Pendidikan Kejuruan Berbasis Kompetensi; Kumpulan Materi Seminar: Pemberlajaran bagi Para Pembelajar”*. (http://www.inwent.org/imperia/md/content/bereich4-intranet/abteilung4-01/lehrbrief_01_-_indonesisch.pdf). Diakses pada 14 Mei 2007.
- Zaini, Hisyam & Bermawiy Munthe & Sekar ayu Aryani, 2002. *Strategi Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi*. Yogyakarta: CTSD.