

Masa Depan Pendidikan Teknik Mesin di Indonesia¹

Djoko Suharto² dan Andi Isra Mahyuddin³

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung

Abstrak

Tulisan ini merupakan pandangan penulis mengenai masa depan pendidikan Teknik Mesin di Indonesia dan disampaikan sebagai "Keynote" pada Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke 7 di Universitas Sam Ratulangi Manado pada tanggal 4 Nopember 2008. Tiga hal pokok disoroti dalam makalah ini, yang pertama adalah usaha untuk membuat pendidikan Teknik Mesin yang lebih bermakna, baik untuk pengembangan industri di Indonesia maupun untuk berkontribusi ke industri (pasar) global, yang kedua adalahantisipasi munculnya ilmu baru pada abad ke 21 serta dampaknya pada profesi Teknik Mesin dan yang terakhir adalah antisipasi ketidakcocokan ("mismatch") perencanaan pendidikan ("education push factor") di bidang Teknik Mesin dengan sektor riil di industri ("industrial pull factor").

Keywords: Masa depan, Teknik Mesin, Indonesia

1. PENDAHULUAN

Melihat masa depan adalah sesuatu hal yang tidak mudah dilakukan dan dalam tulisan singkat ini penulis berusaha memberikan pandangan berdasarkan pengalaman dalam mengelola pendidikan Teknik Mesin, bekerja langsung sebagai dosen maupun dari kerjasama dengan industri. Tiga makalah yang telah ditulis sebelumnya dapat diacu sebagai referensi yaitu 1. "*How Should We Educate our Engineers?*" (1995)⁴, 2. "*Benchmarking Subtansi Materi Program dan Kinerja Lulusan Pendidikan Tinggi Teknik Mesin*" (2005)⁵ serta 3. "*Toward Research University*" (2007)⁶. Acuan lain yang sangat relevan adalah *workshop* tentang LBE (*Lab Based Education*) dan UIL (*University-Industry Linkage*) pada bulan Juli 2008 yang diselenggarakan atas kerja sama JICA (*Japan International Cooperation Agency*) dengan Universitas Gajah Mada, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Universitas Hasanuddin dimana penulis membandingkan pendidikan di Fakultas Kedokteran dengan pendidikan di Fakultas Teknik. Disamping itu pengalaman mengelola dan terlibat dalam kerjasama dengan universitas internasional serta program kerjasama universitas di Asean dan Jepang memperkaya wawasan penulis dan perlu ditebarkan untuk staf generasi muda supaya bisa digunakan untuk mengembangkan pendidikan Teknik Mesin yang bermutu di masa depan.

Makalah ini membahas 3 isu penting yang menurut penulis sangat relevan pada saat ini. Isu pertama adalah keterkaitan antara pendidikan Teknik Mesin dengan industri karena pendidikan "*engineering*" atau teknologi sudah seharusnya bermuara pada kompetensi ("*hard competency*") yang relevan sehingga lulusan yang dihasilkan dapat berkontribusi pada bidang profesinya. Isu ini sangat kritis karena pengembangan industri riil di Indonesia tidak berjalan dengan mulus dan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kondisi keuangan, iklim investasi, birokrasi dan politik serta kualitas tenaga kerja.

¹ Disampaikan pada *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII*, 4 – 5 November 2008, Manado.

² Ketua Senat, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, ITB.

³ Dekan, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, ITB.

⁴ D. Suharto and A.I. Mahyuddin, "*How Should We Educate Our Engineers?*" *SEAMEO Colloquium on Engineering and Technology Education*, 9 – 11 Januari, 1995, Jakarta, Indonesia.

⁵ A.I. Mahyuddin, "*Benchmarking Subtansi Materi Program dan Kinerja Lulusan Pendidikan Tinggi Teknik Mesin*", *Semiloka Nasional & Best Practice Exchange, Forum Konvensi Nasional Insinyur Mesin*, Jakarta, Indonesia, 2005.

⁶ D. Suharto and A.I. Mahyuddin, "*Toward Research University*", *Journal of the Japan Society of Mechanical Engineers*, Vol. 110, No. 1064, 2007.

Pada peta industri dunia, Indonesia berada pada daerah pinggiran dan bukan aktor utama, suatu kenyataan yang harus disadari. Isu kedua adalah pengembangan ilmu karena Teknik Mesin sendiri sudah berkembang lebih dari satu abad dan ilmu yang berbasis mekanika dan termodinamika saat ini sudah dianggap kadaluwarsa. Apakah isu ini benar dan bagaimana antisipasi kita untuk menghadapinya? Kelihatannya kebijakan yang harus ditempuh adalah mengamati munculnya teknologi baru seperti teknologi info, nano, bio maupun *cogno (cognitive)* dan mempelajari kemungkinan menggabungkannya dengan teknologi mesin konvensional sehingga akan terjadi sintesa yang akan memunculkan “*teknologi baru*” yang relevan dengan tantangan zaman. Isu ketiga atau terakhir sebenarnya telah diulas dalam makalah “*How Should We Educate Our Engineers?*” yaitu isu bahwa dalam perencanaan pendidikan akan selalu terjadi masalah ketidakcocokan dengan permintaan riil dari sektor industri. Dengan berbagai pengalaman tambahan selama ini dan melihat kondisi ketenagakerjaan, ekonomi, sosial, politik serta pengembangan industri domestik pada zaman reformasi ini, penulis memberanikan diri memberikan usulan untuk menghadapi masalah tersebut.

2. PENDIDIKAN YANG BERMAKNA

“*SPICES*” adalah akronim yang digunakan dalam kurikulum Fakultas Kedokteran yang kepanjangannya adalah *S–Student centered, P–Problem based learning, I–Integrated, C–Community based, E–Early clinical exposure, S–Structured*. Akronim ini kemudian diadopsi oleh I.P. Nurprasetyo (2006)⁷ untuk program studi Teknik Mesin ITB menjadi *S–Student centered, P–Problem based learning, I–Integrated, C–Costumer based, E–Early industrial exposure, S–Structured*. Kurikulum yang terstruktur, terintegrasi dan berorientasi pada anak didik tidak perlu diperdebatkan lagi karena memang seharusnya demikian. Bila Fakultas Kedokteran menekankan pentingnya orientasi pada komunitas dan menghendaki mahasiswanya untuk berpengalaman di klinik sedini mungkin, maka pendidikan teknik juga harus berorientasi pada konsumen atau industri yang relevan dan mempunyai pengalaman di industri sedini mungkin. Berbeda dengan Fakultas Kedokteran yang selalu mempunyai rumah sakit pendidikan untuk mahasiswanya, akan mustahil bila Fakultas Teknik harus mempunyai laboratorium industri. Khusus untuk program studi Teknik Mesin yang orientasi industrinya sangat beragam masalah ini menjadi lebih kompleks, walaupun demikian “*Early industrial exposure*” harus tetap dilaksanakan supaya kita bisa menghasilkan ahli teknik yang mumpuni.

Pada workshop tentang *LBE (Lab Based Education)* dan *UIL (University Industrial Linkage)* bulan Juli 2008, yang diselenggarakan atas kerja sama JICA (*Japan International Cooperation Agency*) dengan Institut Teknologi Bandung, Universitas Gajah Mada, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Universitas Hasanuddin, pengalaman hubungan dengan industri ini merupakan pokok bahasan yang menarik. Di Jepang hubungan industri dengan universitas relatif sangat dekat walaupun staf dosen di Universitas tidak diperkenankan bekerja di industri. Jaringan hubungan (*network*) telah terbentuk melalui campur tangan pemerintah maupun alumni yang bekerja di industri. Falsafah hidup yang lebih condong ke kolektivisme di masyarakat Jepang mendorong kerjasama yang lebih erat antara universitas dan industri. Salah satu contoh yang menarik untuk dikemukakan (dialami sendiri oleh penulis pertama, pada waktu menjadi “*visiting Professor*” di *Tokyo Institute of Technology*) adalah praktikum mahasiswa Teknik Mesin *Tokyo Institute of Technology* yang diselenggarakan di salah satu industri dengan bantuan penuh dari mereka dan dilakukan pada hari Sabtu. Semangat dan tanggung jawab untuk memajukan pendidikan ini yang patut ditiru. Hal lain yang perlu disebutkan adalah dosen yang mempunyai pengalaman di industri. Dua puluh tahun yang lalu penulis mengamati bahwa tidak banyak staf dosen yang berasal dari industri, namun saat ini staf dosen atau peneliti yang berasal atau berpengalaman di industri sudah jauh bertambah. Tujuannya adalah untuk mengurangi perkembangan negatif oleh dosen yang berwawasan sempit atau proses “*inbreeding*” di universitas.

Secara umum interaksi antara industri dan universitas dalam program pendidikan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain melalui kuliah kerja, praktikum, kerja praktek, magang atau bekerja beberapa bulan di industri. Supaya lebih bermakna maka berbagai program tersebut harus dikelola

⁷ I.P. Nurprasetyo, “*Komunikasi Pribadi*”, Institut Teknologi Bandung, 2006.

dengan baik dan dengan substansi yang relevan. Kecenderungan bahwa program tersebut hanya dilaksanakan untuk memenuhi syarat formal kurikulum harus dihindari. Salah satu contoh yang baik adalah program kuliah kerja antar bangsa (JAYSES, 2008)⁸, yang merupakan kerja sama beberapa universitas dari berbagai negara. Program semacam ini akan memberikan wawasan global dan pengalaman interaksi budaya kepada para mahasiswa. Pelaksanaan program ini memang mahal namun idenya bisa ditiru untuk program lain bila pendanaannya terbatas.

Program magang di industri untuk mahasiswa juga sangat penting dan bahkan bisa menguntungkan kedua belah pihak. Mahasiswa bisa melakukan magang selama satu semester dan sekaligus mengerjakan tugas akhir di industri. Program magang adalah kolaborasi yang sangat erat karena memerlukan pembimbing akademik dan dari industri. Sebenarnya program magang bukanlah hal yang baru, di Australia dikenal program *co-op* dimana mahasiswa harus bekerja di industri selama satu tahun (setelah kuliah 3 tahun) dan kemudian kembali lagi selama satu tahun untuk menyelesaikan program pendidikannya. Secara terbatas, program magang di industri selama satu semester telah dilakukan oleh Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, untuk memberi kesempatan kepada mahasiswa mengenal industri lebih dini. Seperti telah disebutkan sebelumnya, program kolaborasi dengan industri memerlukan perencanaan yang baik dan salah satu cara yang bisa ditempuh adalah membentuk "*External Advisory Board*" yang anggotanya terdiri dari para praktisi dari luar universitas. Para anggota "*External Advisory Board*" bisa memberikan pandangan, nasehat dan kritik serta membuat jaring hubungan yang erat dengan industri.

Interaksi antara industri dan universitas bisa dikembangkan lebih lanjut ke masalah penelitian terapan ataupun penelitian dasar bila kedua pihak berminat dan mempunyai ketertarikan yang sama. Program ini tidak mudah dilakukan di Indonesia, dimana industri masih berorientasi pada "*operating technology*" dan universitas cenderung menangani penelitian "*engineering science*" yang fokusnya belum tajam. Walaupun demikian bila terjadi kecocokan dan dilakukan dengan niat baik, maka kolaborasi dalam penelitian dapat berguna bagi kedua belah pihak. Salah satu contoh yang menarik adalah pengembangan baja tahan impact yang dikembangkan atas ide dari para ahli material ITB (A. Basuki dan Siswosuwarno, 2008)⁹ bekerja sama dengan PT. Krakatau Steel dan PT. Pindad untuk membuat panser. Ide ini sebenarnya merupakan inisiatif dari Menteri Riset dan Teknologi. Ide lain adalah pemanfaatan teknologi informasi jarak jauh dengan "*sms*" untuk memonitor getaran turbin uap di Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi untuk data pemeliharannya (Z. Abidin, 2008)¹⁰. Contoh kerjasama lainnya adalah perancangan dan pembuatan mesin pencacah rumput gajah (E.A. Nugroho, 2003)¹¹ serta mesin penguji karet "*engine mount*" (W. Kurnia, 2004)¹². Pengalaman berinteraksi dengan industri semacam ini akan memberikan tambahan pengetahuan yang tidak ternilai, yang pada akhirnya akan berdampak pada pendidikan, karena dapat dikemas menjadi bahan ajar yang menarik.

Pendidikan teknik harus berdasar pada pengetahuan sains yang kuat. ITB dalam hal ini sangat beruntung karena mempunyai Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang memberikan kuliah sains dasar di tahun pertama. Dasar sains yang kuat ini, yang kemudian ditambah dengan kuliah "*engineering science*" di tingkat selanjutnya dan diperkaya dengan *LBE (Lab based education)* akan memperdalam pengertiannya. Definisi *LBE* memang tidak sama dan untuk menyamakan persepsi, penulis ingin memberi arti *LBE* yang lebih luas. Beberapa kegiatan *LBE* antara lain adalah: praktikum yang langsung berkaitan dengan kuliah, praktikum untuk beberapa kelompok mata kuliah yang serumpun serta praktikum yang dilaksanakan di industri atau langsung di lapangan. Kategori terakhir

⁸ T. Shimura, "**Japan-Asia Young Scientist and Engineer Study Visit (JAYSES) in collaboration with Thai and Indonesian Universities**", Tokyo Institute of Technology, August 2008.

⁹ A. Basuki dan M. Siswosuwarno, "**Komunikasi Pribadi**", Institut Teknologi Bandung, 2008.

¹⁰ Z. Abidin, "**Komunikasi Pribadi**", Institut Teknologi Bandung, 2008.

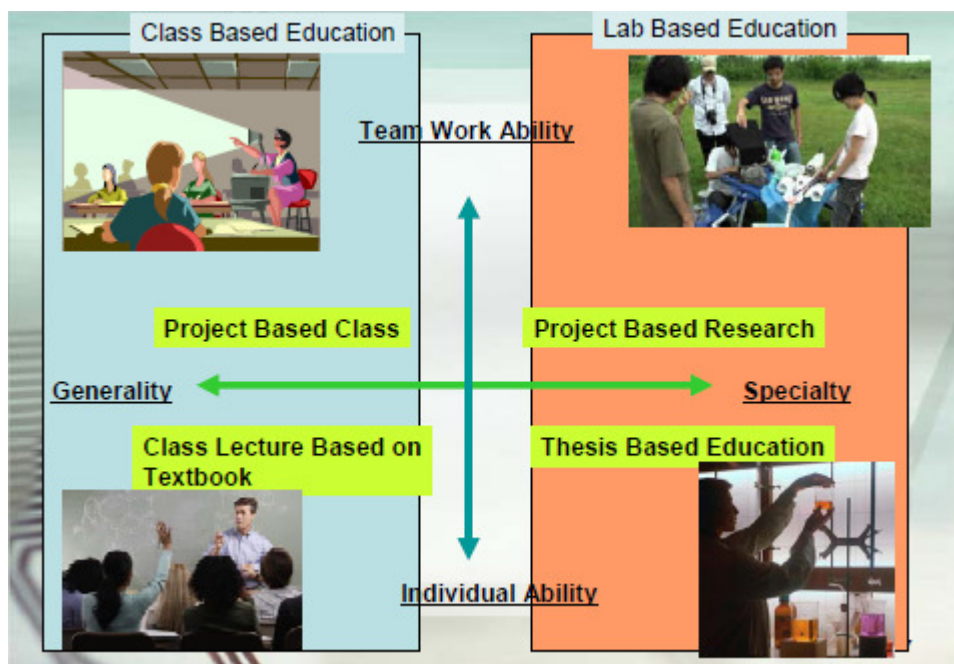
¹¹ E.A. Nugroho, "**Pemanfaatan Stimulasi Kreativitas dalam Pencarian Solusi Masalah Rancang Bangun, Studi Kasus : Peralatan Mesin Pertanian**", *Tesis Magister*, Institut Teknologi Bandung, 2003.

¹² W. Kurnia, "**Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Rubber Engine Mounting**", *Tugas Sarjana*, Institut Teknologi Bandung, 2004.

dari *LBE* adalah pendidikan yang dikaitkan dengan proyek riset atau tugas akhir di laboratorium. (definisi ini digunakan di Jepang).

Gambar 1. (S. Suzuki, 2008)¹³ mengilustrasikan dengan jelas berbagai cara yang ditempuh dalam pendidikan di *University of Tokyo* yang merupakan salah satu universitas ternama di Jepang. Pendidikan melalui kuliah yang selama ini mendominasi cara pendidikan di universitas Indonesia hanya merupakan salah satu cara untuk membentuk kompetensi umum individu (*"generality"*). Prof. Suzuki berpendapat bahwa kompetensi ke spesialis (*"specialty"*) diperoleh dengan bantuan program *LBE* yang berkaitan dengan *"project based research"* atau *"thesis based education"*. Berbeda dengan definisi penulis, di Jepang pengertian *LBE* hanya digunakan untuk kedua kegiatan di atas (lihat Gambar 1) karena kegiatan praktikum tidak dimasukkan lagi dalam kelompok *LBE* dan sudah otomatis menunjang *"class based education"*. Tujuan lain dari kegiatan *"project based class"* atau *"project based research"* adalah untuk latihan kerja sama kelompok.

Menurut pengalaman penulis, *LBE* (dalam arti luas) sangat dirasakan manfaatnya. Sebagai contoh, tugas akhir yang dilaksanakan di laboratorium merupakan interaksi aktif satu-persatu antara dosen pembimbing dengan mahasiswa sehingga terjadi pembentukan karakter dan transfer pengetahuan langsung ke mahasiswanya. Pelaksanaan *LBE* yang berupa tugas akhir atau proyek riset ini sudah menjadi standar di universitas-universitas Jepang dan di program studi Teknik Mesin ITB tugas akhir yang berkaitan dengan *LBE* sudah dilaksanakan sejak tahun 1970-an. Secara ringkas dapat disimpulkan bahwa *LBE* dan *UIL* adalah program yang harus dilaksanakan supaya pendidikan teknik kita dapat menghasilkan lulusan yang bermutu dan berguna bagi masyarakat.



Gambar 1. Ilustrasi *Lab Based Education* dibandingkan dengan *Class Based Education*¹⁰.

Sebagai antisipasi untuk menghadapi lapangan kerja di masa depan, lulusan pendidikan Teknik Mesin bisa diarahkan untuk mengisi kebutuhan sumber daya manusia di industri lokal maupun pasar global. Mereka juga sebaiknya dipersiapkan untuk menghadapi pergaulan internasional walaupun bekerja di dalam negeri. Untuk itu penulis menyarankan supaya para lulusan menguasai minimal tiga bahasa, yaitu bahasa daerah sebagai bahasa ibu dan identitas diri, bahasa Indonesia untuk bahasa persatuan dan bahasa Inggris untuk komunikasi internasional. Bila mungkin para lulusan dianjurkan untuk menguasai bahasa ke empat, misalnya bahasa Arab, Mandarin, Jepang atau bahasa lainnya untuk

¹³ S. Suzuki, *Experiences in Education at the University of Tokyo, Lessons Learned, Workshop on Lab Based Education and University-Industry Linkage in Indonesia*, Institut Teknologi Bandung, July 2008.

bisa berinteraksi atau bekerja di perusahaan atau di negara yang menggunakan bahasa tersebut. “Softskill” serta pengetahuan tentang kebudayaan bangsa lain sebaiknya juga dipersiapkan supaya dapat beradaptasi dengan baik dan terhindar dari “cultural shock” bila bekerja di luar negeri.

3. PENGEMBANGAN ILMU DAN PERAN DI INDUSTRI LOKAL

Seperti telah disampaikan sebelumnya, ilmu atau teknologi Teknik Mesin klasik, oleh beberapa pakar, telah dianggap kadaluwarsa. Pada saat ini sebenarnya Teknik Mesin klasik sudah berubah karena pengaruh dari teknologi baru terutama teknologi informasi. Berbagai perangkat lunak telah bermunculan untuk mendukung penggunaan Teknik Mesin klasik seperti “software” untuk menggambar (sebagai contoh VariCAD, INVENTOR atau CATIA), untuk perhitungan kekuatan material dengan metoda elemen hingga (ANSYS atau MSC NASTRAN), untuk perhitungan mekanika fluida (FLUENT), pemilihan material dan sebagainya. Mesin produksipun telah banyak berubah dengan munculnya teknologi CAM (*Computer Aided Manufacturing*) dan mesin CNC. Otomasi produk mekanik sudah berjalan lama dengan munculnya teknologi mekatronik dan robotik. Walaupun demikian, dasar pengetahuan Teknik Mesin klasik tidak akan banyak berubah dan masih diperlukan, serta dapat digabungkan dengan pengetahuan baru yang muncul.

Pandangan yang optimistik disampaikan oleh T.K. Grose, 2008¹⁴ yang mengamati bahwa bidang Teknik Mesin menjadi bidang teknik yang paling diminati di Amerika Serikat. Luasnya cakupan bidang Teknik Mesin memungkinkan seseorang untuk memilih kajian spesifik pada berbagai *cutting-edgetechnologies*. Di masa silam, kebanyakan sarjana teknik mesin berkiprah di industri otomotif dan dirgantara, tapi bidang energi, *robotic*, dan *bioengineering* merupakan bidang yang berkembang pesat seperti juga halnya *nanotechnology*, yang memerlukan dasar pengetahuan teknik mesin klasik.

Perubahan yang terjadi sebenarnya sudah sesuai dengan visi masa depan dari ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) berikut:

”Classical Mechanical Engineering principles will essential for development of new technologies in e.g., the life sciences and micro-scale devices. In the evolving R&D environment that increasingly emphasizes interdisciplinary collaborations for new technology development, mechanical engineers must have intellectual agility to contribute not only in their specialized expertise, but to absorb new tools from other disciplines and to understand and appreciate the contributions of specialists from other fields. This is one way in which mechanical engineering will remain relevant in a mercurial world and retain the flexibility to grow that today can be visualized dimly”

Usaha untuk dapat mengikuti dan berperan dalam pengembangan ilmu bukan merupakan hal yang mudah untuk dilakukan mengingat kondisi perguruan tinggi di Indonesia (D. Suharto and A.I. Mahyuddin, “**Toward Research University**”⁶), karena memerlukan dana, motivasi atau semangat perjuangan, keteladanan serta kepemimpinan. Walaupun demikian, dengan berbagai cara, para lulusan dan dosen (atau calon dosen) bisa berkontribusi sebagai ilmuwan di dunia. Salah satu contoh adalah penelitian di bidang *micro-machining* (W. Kurnia et al., 2008¹⁵) dan pendalaman teorinya (S.H. Yeo, W. Kurnia, P.C.Tan, 2007¹⁶). Contoh lain adalah penggunaan jaringan saraf tiruan (“*neural network*”) atau berbagai bentuk dari intelegensia tiruan atau “*fuzzy logic*” yang digabung dengan teknik mesin klasik untuk pengukuran keausan pahat mesin “*milling*” (M.Mahardika et al., 2006¹⁷), beban pesawat

¹⁴ T. K. Grose, “Mechanical Engineering is on the Rise: the classic discipline is cutting edge again”, *US News & World Report*. (www.usnews.com/articles/education/best-graduate-schools/2008/03/26/mechanical-engineering-is-on-the-rise.html)

¹⁵ W.Kurnia, P.C Tan, S.H Yeo and M. Wong, “**Analytical Approximation of Erosion Rate and Electrode Wear in Micro Electrical Discharge Machining**”, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 18 (2008).

¹⁶ S.H Yeo, W. Kurnia and P.C. Tan, “**Electro-thermal Modelling of Anode and Cathode in micro-EDM**”, *Journal of Physics D: Appl. Physics*, 40 (2007).

¹⁷ M. Mahardika, Z. Taha, D. Suharto, K. Mitsui, H. Aoyama,” **Sensor Fusion Strategy in Monitoring of Cutting Tool Wear**”, *Key Engineering Materials*, Vols. 306-308 (2006).

terbang (K.C. Hsu, 2005¹⁸), kontrol aktif “*engine mounting*” (F.J. Darsivan, W.F. Faris, Wahyudi, 2008¹⁹), atau kontrol posisi yang akurat (Wahyudi, K.Sato, A. Shimokohbe, 2005²⁰).

Berbagai contoh di atas memperlihatkan fusi teknik mesin klasik dengan teknologi mikro atau nano dan teknologi intelligensia buatan atau *cogno* yang kemungkinan akan menjadi arah perkembangan ke depan di abad ke 21 ini. Disamping itu perlu diantisipasi juga pengaruh pengembangan bio-teknologi. Satu hal yang menarik untuk diamati adalah bahwa keterlibatan dari para alumni atau dosen dalam pengembangan ilmu ini kebanyakan berkolaborasi dengan institusi atau universitas luar yang lebih maju atau mempunyai pendanaan yang memadai (Universitas di Singapura, Australia, Jepang dan Malaysia), suatu strategi yang harus dilakukan dengan pendanaan yang sangat terbatas dari dalam negeri. Alumni atau calon dosen dapat menjadi mahasiswa magister atau doktor dan dosen bisa secara bergiliran mengikuti program “*post-doc*” atau bekerja sama dengan rekan-rekan dosen dari universitas-universitas tersebut atau bahkan untuk sementara waktu bekerja di luar negeri. Strategi ini dikritik oleh beberapa pihak karena dianggap sebagai fenomena “*brain drain*”, tetapi penulis berpendapat bahwa program semacam ini merupakan salah satu cara untuk maju dengan menggunakan falsafah “*global brain recirculation*”.

Usaha untuk mengembangkan ilmu saja ternyata tidak cukup dan perguruan tinggi juga dituntut untuk ikut menyelesaikan langsung masalah di masyarakat atau di industri. Oleh karena itu strategi lain yang harus ditempuh adalah melaksanakan penelitian terapan dengan industri lokal. Usaha dari A. Basuki dan Siswosuwarno (2008⁹), Z. Abidin (2008¹⁰) dan E.A Nugroho (2003¹¹) patut dihargai dan ditiru. Disamping kaitan dengan industri lokal, diperlukan usaha lain untuk menjawab tantangan zaman atau memperbaiki infrastruktur industri, seperti pengembangan energi alternatif oleh I.K. Reksowardojo et al. (2007 dan 2008)^{21,22}, modifikasi kereta ukur rel untuk PT.KA (K. Bagiasna, 2007)²³ dan keandalan bejana bertekanan tinggi (I. Sadikin et al., 2008²⁴). Berbagai penelitian terapan ini kadang-kadang perlu ditunjang oleh penelitian dasar, karena pada akhirnya juga menghasilkan perkembangan ilmu, walaupun memakai pendekatan terbalik. Menurut pendapat Ketua Dewan Riset Nasional (A. Handoyo, 2008²⁵) riset terapan semacam ini harus lebih banyak dikerjakan supaya industri dan ekonomi Indonesia bisa lebih maju di masa yang akan datang.

4. TITIAN KARIR LULUSAN TEKNIK MESIN

Indonesia 10 tahun yang lalu mengalami krisis keuangan, dan pada waktu makalah ini ditulis dunia sedang mengalami krisis keuangan global yang dampaknya belum bisa diukur dengan pasti. Masalah pengangguran di Indonesia masih belum dapat diatasi dan lulusan perguruan tinggi yang tidak memperoleh pekerjaan cukup banyak jumlahnya. Teori Paul Krugman, Professor ekonomi dari

¹⁸ K.C. Hsu, “**The Use of Artificial Neural Network in Aircraft Loads Modelling**”, *Ph.D Dissertation School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering*, Royal Melbourne Institute of Technology, 2005.

¹⁹ F.J. Darsivan, W.F. Faris, Wahyudi, “**Active Engine Mounting Controller using Extended Minimal Resource Allocating Networks**”, *Int. J. Vehicle Noise and Vibration*, Vol. 4 No 2, 2008.

²⁰ Wahyudi, K.Sato, A. Shimokohbe, “**Robustness Evaluation of Three Friction Compensation Methods for Point to Point (PTP) Positioning Systems**”, *J. Robotics and Autonomous Systems*, 52 (2005).

²¹ I.K. Reksowardojo, I.H. Lubis, W.Manggala S.A., T.P. Brodjonegoro, T.H. Soerawidjaja, W. Arismunandar, , Nguyen N. Dung, H. Ogawa, “**Performance and Exhaust Gas Emissions of Using Biodiesel Fuel from Physic Nut (Jatropha Curcas L.) Oil on a Direct Injection Diesel Engine (DI)**, *JSAE/ SAE International Fuels and Lubricants Meeting*, Kyoto, Japan, JSAE 20077098 / SAE 2007-01-2026, 2007.

²² I.K. Reksowardojo, T.P. Brodjonegoro, T.H. Soerawidjaja, W. Arismunandar, Nguyen N. Dung, R. Sopheak, Tran Q.Tuyen, H. Ogawa, “**The Study of Combustion of Jatropha Curcas Linn.Oil (Crude; Degummed; Fatty Acid Methyl Ester) as a Fuel on a Direct Injection Diesel Engine**, *The Seventh International Conference on Modelling and Diagnostics for Advanced Engine Systems*, Sapporo, Japan, 2008.

²³ K. Bagiasna “**Laporan Pengembangan Kereta Ukur**”, Institut Teknologi Bandung, 2007.

²⁴ I.Sadikin, D. Suharto, Bangkit Meliana, Kemal Supelli, Abdul Arya, “**Probabilistic Fracture Mechanics Analysis for Optimization of High-pressure Vessel Inspection**”, *Advanced in Materials Research*, Vols 33-37(2008).

²⁵ A. Handoyo, “**Komunikasi Pribadi**”, Institut Teknologi Bandung, 2008.

Princeton dan pemenang hadiah Nobel dalam ilmu ekonomi 2008 , tentang "*economic of scale*" industri perlu dicermati dengan seksama. Fakta yang terlihat adalah konsentrasi industri yang berada di negara maju saja dan Indonesia adalah pemain pinggiran dalam peta industri dunia. Belakangan ini, para pengamat ekonomi malahan mengkhawatirkan terjadinya fenomena de-industrialisasi.

Pandangan pesimistis di atas dapat menimbulkan perasaan kecil hati. Namun demikian dari sisi lain dapat diperoleh informasi yang cukup menggembirakan. Indonesia sudah menjalankan reformasi industri keuangan dengan cukup baik sejak krisis 1998 dan pada kenyataannya (menurut Paul Krugman juga) industri yang berlokasi di negara maju bisa berpindah ke negara yang sedang berkembang apabila faktor kompetitifnya dipenuhi, seperti terjadi di China, India dan Eropa Timur. Pengamatan dalam penyerapan tenaga kerja juga membuktikan bahwa lulusan Teknik Mesin dengan kriteria dan performansi yang baik tidak terlalu sukar mendapat pekerjaan. Penulis selalu berpesan bahwa lulusan harus memegang nilai nilai luhur, berotak cerdas dan mempunyai sikap yang baik (*beautiful values, beautiful mind and beautiful attitude*) karena mereka adalah *icon* atau *image* dari perguruan tinggi. Mutu dari lulusan merupakan salah satu faktor dalam peringkat dari universitas. Keberuntungan lainnya adalah lebarnya spektrum industri yang dapat menyerap lulusan program studi teknik mesin, mulai dari industri pertanian, "*manufacturing*", pembangkit energi, transportasi, pertambangan, minyak dan lain lain. Bila para sarjana baru tidak menuntut remunerasi yang terlalu tinggi maka waktu tunggu untuk memperoleh pekerjaan akan relatif singkat. Pandangan optimis ini juga ditunjang dengan tumbuhnya industri kreatif yang memungkinkan partisipasi lulusan teknik Mesin. Patut dibanggakan bahwa pada tahun ini kota Bandung mendapat pengakuan sebagai "*creative city* "

Kasus yang baru diulas berlaku untuk para alumni yang ingin menjadi pekerja profesional. Penulis, dalam makalah "*How Should We Educate Our Engineers?*," mengelompokan titian karir lulusan menjadi 3 kategori yaitu : 1. Menjadi pekerja profesional, 2. Menjadi dosen atau peneliti, dan 3. Berprofesi di luar bidang Teknik Mesin dengan menggunakan pendidikannya sebagai basis intelektual. Karena ketidakcocokan perencanaan pendidikan ("*education push factor*") dengan permintaan riil di industri ("*industrial pull factor*") akan selalu terjadi, maka tidak semua lulusan akan dapat berkarir menjadi pekerja profesional dan peneliti/dosen . Dalam pertemuan antara alumni dan mahasiswa Teknik Mesin ITB bulan Oktober 1994, diingatkan bahwa para lulusan harus mempunyai kemampuan adaptasi atau "*intellectual agility*" yang memadai ("*Those who are successful in their careers are those who have the ability and confidence to adapt to their jobs*").

Walaupun bekerja di luar bidang, alangkah sayangnya apabila modal intelektual yang sudah diasah selama 4 tahun tidak termanfaatkan dengan baik untuk kemajuan Indonesia. Penulis mengusulkan agar para lulusan yang meniti karir di kelompok 3 bisa memilih jalur strategis berikut : 1. Menjadi birokrat di lembaga pemerintah, 2. Menjadi politisi atau anggota legislatif, 3. Menjadi pengusaha, dan 4. Menjadi pioner untuk pembangunan di daerah. Birokrat di pemerintahan yang andal dan mumpuni saat ini sangat diperlukan apalagi jika bidangnya berkaitan dengan kompetensi Teknik Mesin. Politisi atau anggota legislatif yang memegang amanah sebagai wakil rakyat dan ahli dalam mengarahkan misi kemajuan dan kesejahteraan bangsa merupakan profesi yang belum terbentuk dengan mantap pada era reformasi ini. Politisi Indonesia masih harus banyak belajar untuk bisa menjadi pemimpin di daerah, di pusat atau bila mungkin menjadi pemimpin bangsa. Kelompok pengusaha menurut pengamatan masih terlalu sedikit bila dibandingkan dengan jumlah pengusaha di negara maju. Amerika Serikat mempunyai pengusaha sebanyak 11% dari penduduknya, Singapura 7,2 % dan Indonesia dibawah 1 % (Kompas, 21 Juli 2008). ITB sejak 2003 mendirikan Pusat Inkubator Bisnis untuk mendidik pengusaha muda dengan tujuan untuk mengubah pola pikirnya dan memberikan pengalaman. Pioner di daerah jumlahnya juga masih sangat sedikit dan mereka diperlukan untuk mengubah paradigma pembangunan daerah. Industri lokal seperti industri bio-energi, perikanan, perkapalan dan industri berbasis agro yang lain memerlukan pioner yang mempunyai kompetensi ilmu yang memadai. Apapun titian karir yang dipilih, penulis mengusulkan agar semua lulusan menjadi kaum *kognitariat*, istilah menarik yang ditulis oleh kolumnis Sukardi Rinangkit, yang artinya pekerja intelektual yang peduli atas nasib bangsa.

5. PENUTUP

Tiga isu yang relevan dengan perkembangan Teknik Mesin di Indonesia telah dibahas oleh penulis dalam makalah ini. Penulis berharap isu tersebut dapat direnungkan dengan harapan menjadi masukan untuk tindakan ke depan demi kemajuan program pendidikan Teknik Mesin, untuk kemajuan ilmu dan industri serta untuk lentera titian karir pribadi maupun generasi muda.. Penulis merasa mendapat kehormatan untuk menyampaikannya sebagai "**Keynote**" dalam Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke 7 ini. Khusus bagi teman teman yang bekerja di universitas dengan fasilitas terbatas, penulis menganjurkan untuk tetap optimis dalam menghadapi berbagai tantangan. Sebagai penutup penulis ingin mengingatkan kembali bahwa pandangan ke masa depan selalu terbatas walau dengan pengalaman puluhan tahun. Berapapun juga tingkat pengetahuan kita, kata bijak dari **Nicholas Leonard Sadi Carnot (1796-1832)** berikut patut untuk kita ikuti : "**Speak little of what you know and not at all of what you don't know**". Semoga tulisan ini bermanfaat untuk membangun masa depan yang lebih cerah.