

Makna dan Dampak Kompetisi *Shell Eco-marathon*

Djoko Suharto dan Taufiq Mulyanto

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung

Shell Eco-marathon mulai diselenggarakan sejak tahun 1936 oleh sekelompok peneliti di laboratorium PT Shell untuk mempromosikan penghematan energi dan pengurangan polusi, khususnya di sektor transportasi. Dalam bentuknya yang sekarang, kompetisi ini pertama kali dilaksanakan di Eropa pada tahun 1985, kemudian di Amerika mulai tahun 2007 dan pada tahun 2010 ini Shell memperluas penyelenggaraannya ke Asia. Kompetisi akan dilakukan di sirkuit Sepang, Malaysia pada tanggal 8-10 Juli 2010 dan diikuti oleh 112 peserta yang mewakili berbagai universitas dari 12 negara di Asia. Empat Perguruan Tinggi, yaitu ITB, ITS, UI dan UGM akan mewakili Indonesia dalam kompetisi tersebut.

Pemenang kompetisi adalah tim dengan kendaraan yang dapat menempuh jarak terjauh dengan jumlah bahan bakar paling sedikit. Berbagai tipe bahan bakar boleh digunakan. Setiap tim dapat memilih tipe bahan bakar masing-masing, seperti bensin, LPG, solar, bahan bakar nabati maupun hidrogen. Kendaraan umumnya dijalankan dengan kecepatan rata-rata 30 km/jam dan menempuh jarak antara 16 sampai dengan 20 km tergantung dari panjang sirkuit balap yang dipakai. Untuk lomba di Sepang, kendaraan peserta diharuskan berputar 6 kali atau sepanjang 16,8 km. Setelah menempuh jarak tersebut, jumlah bahan bakar yang digunakan diukur dengan teliti dalam satuan gram atau ml. Agar penggunaan berbagai tipe bahan bakar tersebut dapat diperbandingkan, maka perhitungan konsumsi bahan bakar disetarakan ke tipe bensin Shell 95 tanpa timbal (*Shell Unleaded 95 gasoline*). Acuan yang dipakai adalah harga kalor bersih atau *net calorific value*. Sebagai contoh, harga kalor bersih bensin Shell 95 tanpa timbal adalah 42,9 kJoule/gram. Sebagai pembanding, etanol memiliki harga kalor bersih 26,9 kJoule/gram dan hidrogen 119,93 kJoule/gram.

Supaya menarik dan agak provokatif maka perhitungan konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam satuan km/liter, suatu ukuran yang banyak dikenal oleh publik. Berapa rekor dunia yang dicapai ? Tahun 1994 rekornya adalah 1600 km/liter, kemudian menjadi 3000-4000 km/liter pada rentang tahun 1996-2003 dan akhirnya 5385 km/liter pada tahun 2005 oleh PAC-Car II. Mobil prototipe ini dirancang oleh tim dari *Swiss Federal Technology of Zurich (Eidgenossische Technische Hochschule Zurich)*. Santin J.J et.al., koordinator dari tim ini, dalam bukunya "*The World's Most Fuel Efficient Vehicle, Design and Development of PAC-Car II*", melaporkan konsumsi 1,02 gram Hidrogen yang setara dengan 3,8397 ml bensin Shell 95 untuk menempuh jarak 20,678 km. Bukan main, prestasi yang tidak bisa kita bayangkan sebelumnya dan pantas untuk dikagumi.

Makna dan dampak apa yang bisa diperoleh tim perguruan tinggi Indonesia bila ikut dalam perlombaan ini ? Apakah kita hanya ikut-ikutan saja dan sudah pasti akan kalah ? Seperti kita ketahui akses untuk mendapatkan teknologi canggih di Indonesia tidak mudah dan untuk ikut dalam perlombaan ini diperlukan pendanaan yang tidak sedikit. Sebagai gambaran, tim dari Universitas Purdue yang menggunakan energi surya (matahari) memerlukan dana 30.000 US Dollar. Ditambah lagi fasilitas laboratorium dan peralatan di

Indonesia pada umumnya juga sangat terbatas. Semua faktor faktor di atas merupakan hambatan riil yang bisa mengurangi daya juang tim pengikut lomba ini, dan bahkan kemudian menyebabkan mereka menyerah di tengah jalan. Namun bila cara berpikirnya dibalik dan hambatan-hambatan tersebut dipandang sebagai tantangan, akan timbul motivasi yang tinggi. Makna dan dampak yang diperoleh pun sangat banyak mulai dari pengetahuan tentang teknologi canggih, dampak ke pendidikan dan bahkan mungkin ke kehidupan masyarakat yang lebih luas. Proses keikutsertaan dalam kompetisi ini menjadi suatu pengalaman yang bisa dinikmati.

MAKNA DAN DAMPAK UNTUK PENGETAHUAN TEKNOLOGI

Ketika salah satu tim dari ITB meminta penulis pertama menjadi pembimbing, oleh penulis para mahasiswa dianjurkan untuk bermimpi menjadi tim yang bisa memecahkan rekor dunia. Pada waktu itu rekor yang diketahui adalah 3771 km/liter dan mereka diharuskan mempunyai target imajinasi 4000 km/liter. Dengan menggunakan referensi dari kuliah otomotif dan buku "*Motorcar Development/Fabrication Guide for students and Junior Engineers*" dari SAE (*Society of Otomotive Engineers*), tim melakukan perhitungan teoritis dan melihat beberapa target teknologi canggih yang harus dikuasai. Teknologi canggih pertama adalah bagaimana membuat bentuk kendaraan dengan hambatan angin (*aerodynamic drag*) yang rendah dan merancang struktur kendaraan yang ringan. Masalah ini, untuk tim dari Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB, bukan merupakan hal baru. Untuk keperluan tersebut, perangkat lunak untuk menghitungnya sudah tersedia. Struktur kendaraan tetap harus memenuhi standar keamanan yang ditetapkan, meskipun beratnya harus dibuat seringan mungkin.

Dengan menggunakan material komposit yang teknologi pembuatannya sudah dikenal baik, struktur kendaraan yang ringan dengan bentuk sedemikian rupa agar hambatan angin rendah bisa dirancang dan diproduksi. Sejujurnya kita harus menghargai usaha Pak Habibie dalam mentransformasikan teknologi dirgantara ke Indonesia, sehingga pengetahuan tentang teknologi struktur ringan dan aerodinamika sudah bukan merupakan barang baru bagi kita. Walaupun demikian, patut disayangkan material dasar bahan komposit seperti *glass* atau *carbon fiber* serta resin yang dipakai masih tetap merupakan barang impor yang harganya tidak murah. Suatu kreatifitas yang patut dihargai adalah usaha salah satu tim ITB untuk menggunakan bahan lokal berupa anyaman bambu sebagai bahan kulit luar kendaraannya. Tim ini, yang pendanaannya sangat terbatas, tetap mampu memunculkan ide baru. Kreatifitas yang diusung adalah penggunaan serat alam (*natural fiber*), aplikasi teknologi *bio* untuk membuat berbagai produk. Sebagai tambahan promosi untuk ITB, baru-baru ini satu tim mahasiswa Teknik Material berhasil membuat produk pengganti kayu menggunakan serat alam dari buah nanas.

Teknologi canggih kedua yang harus dikuasai atau diperoleh adalah menekan sekecil mungkin gesekan ban dan gesekan bantalan poros (*bearing*). Bisa dibayangkan perbandingan berikut (Santin J.J et.al, 2007) ; ban mobil konvensional mempunyai koefisien hambatan gelinding (*rolling resistance coefficient*) pada jalan aspal sebesar 0,013, ban sepeda 0,006 sedangkan ban buatan Michelin (*cross ply*) yang dipakai dalam kompetisi memiliki harga koefisien hambatan gelinding hanya 0,0024 (40% dari hambatan ban sepeda dan 18% nya ban mobil). Lebih mengagumkan lagi adalah ban *radial ply* yang juga dikembangkan oleh Michelin dengan koefisien hambatan gelinding sebesar 0,00081, atau 13,5 % dari ban sepeda

dan hanya 6,2 % bila dibandingkan dengan ban mobil. Sementara itu, bantalan poros yang dibuat dari material keramik memiliki koefisien hambatan gelinding hanya 40% dari bantalan konvensional.

Teknologi untuk membuat komponen dengan hambatan gelinding yang kecil ini tidak kita punyai. Pengembangan teknologinya dilakukan oleh industri skala dunia seperti Michelin untuk pengembangan ban dan produsen seperti SKF, FAG, NSK dan lain lain untuk bantalan poros. Penelitian di industri tersebut dilakukan secara berkelanjutan dan sangat canggih. Sebagai tambahan informasi, di industri bantalan poros, teknologi *nano* (10 pangkat minus 9 meter) untuk mengurangi gesekan sebenarnya sudah sejak lama diaplikasikan dan dengan didukung penelitian material baru, industri tersebut mulai membuat prototipe yang akhirnya berdampak pada komersialisasi. Saat ini, Michelin sudah mulai menjual ban hasil pengembangan teknologi tersebut di pasaran. Bantalan poros dari material keramik bahkan sudah bisa dibeli di toko-toko sepeda. Tim-tim *Shell Eco-marathon* yang didukung pendanaan dan akses untuk membeli komponen teknologi canggih ini, tentunya mempunyai kesempatan untuk mencapai prestasi tinggi.

Imajinasi untuk mencapai 4000 km/liter juga menghasilkan perhitungan gaya dorong kendaraan yang sangat kecil, hanya beberapa kilogram saja. Untuk menghemat bahan bakar maka mesin yang dipakai harus berdaya mikro (*microJoule*) yang bisa menghasilkan daya yang sesuai dengan permintaan kendaraan. Teknologi canggih apa yang bisa dipakai ? Sebenarnya industri otomotif saat ini sudah menggunakannya untuk penghematan bahan bakar, kenyamanan serta keselamatan berkendara. Mobil “*hybrid*” yang menggunakan kombinasi mesin konvensional dengan motor listrik sudah berhasil secara komersial memakainya dan juga mobil-mobil baru sejak tahun 90-an.

Teknologi canggih ketiga ini bisa dikategorikan dalam domain teknologi *info* dan *cogno*. *Info* berasal dari istilah teknologi informasi karena mesin harus diatur oleh informasi dari ECU (*Electronic Control Unit*) supaya menghasilkan daya sesuai dengan permintaan dan tidak menghamburkan bahan bakar. Karena pengaturan atau kontrol memerlukan “otak” maka istilah teknologi *cogno* (*cognitive*) dimunculkan. Sebagai promosi lagi untuk ITB, tahun ini para ahli di ITB bersama koleganya dari dalam dan luar negeri akan menyelenggarakan konferensi tentang pengembangan ilmu di bidang ini (*the 6th International Conference on Intelligent Unmanned System (ICIUS)*).

Bisa dibayangkan tim yang terdiri dari anak-anak muda dengan umur rata rata 22 tahun menghadapi tantangan penggunaan teknologi canggih ini. Perangkat lunak (*software*) yang dipakai juga bukan perangkat lunak biasa yang digunakan di komputer jinjing kita. Perangkat lunak ini mempunyai persyaratan ketat dan keandalan sangat tinggi. Sebenarnya perangkat lunak ini adalah turunan dari perangkat lunak yang biasa dipakai di industri dirgantara. Kategorinya termasuk dalam perangkat lunak waktu nyata atau RTSE (*real time software engineering*). Contoh penggunaannya adalah untuk sistem autopilot pesawat terbang, simulator, industri pembangkit energi listrik, industri proses dan lain-lain. Untuk mencapai prestasi yang tinggi, Tim *Shell Eco-marathon* harus menguasai teknologi ini, baik untuk pengaturan mesin maupun kendaraan. Suatu tantangan yang tidak mudah dan masih memerlukan pembelajaran dan pengalaman.

Bila dilihat secara menyeluruh maka kompetisi ini bermakna dan berdampak sangat jauh karena memaksa tim yang ikut mempelajari teknologi baru yang sedang berkembang di dunia.

Pengalaman menggunakan teknologi *info, nano, cogno* dan *bio* seperti telah diutarakan di atas akan memberi dampak yang luar biasa dan merupakan proses pembelajaran teknologi yang sangat bermanfaat untuk generasi muda (Bila ada pembaca yang tertarik, silakan lihat tulisan D. Suharto dan A.I Mahyuddin “Masa Depan Pendidikan Teknik Mesin di Indonesia”, 2008 di www.infometrik.com yang sebagian membahas fusi teknik mesin konvensional dengan teknologi-teknologi tersebut).

MAKNA DAN DAMPAK UNTUK PENDIDIKAN

Apa dampak dari kompetisi *Shell Eco Marathon* untuk pendidikan ? Marilah kita tinjau isi tulisan yang telah disebutkan di atas yang disampaikan pada Seminar Teknik Mesin se Indonesia di Manado tahun 2008. Penulis menyampaikan falsafah untuk pengembangan kurikulum, sebagai berikut :

“*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. Nurprasetio(2006) 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.

Dengan mengikuti kompetisi *Shell Eco Marathon*, maka para mahasiswa sudah berkesempatan menerapkan sebagian falsafah “*SPICES*” “ tersebut melalui kerja nyata yang bermakna. Namun ada yang lebih penting lagi yang harus mendasari pendidikan di Indonesia, yaitu pembentukan karakter (*build their characters*) dan motivasi dalam belajar (*put the fire in the heart of our students*). Dua isu ini sekarang adalah isu utama dalam proses pendidikan di Indonesia yang harus ditangani dalam rangka transformasi pendidikan. Apa hubungan kompetisi *Shell Eco Marathon* dengan kedua isu ini ? Dalam pembentukan karakter mahasiswa diajak berkompetisi, tidak boleh mudah menyerah dan menjaga semangat tinggi dalam membuat prototipe kendaraan ini. Salah satu bentuk anjuran penulis untuk tim di ITB adalah slogan “*never, never give up*”, supaya tidak terlalu kecewa kalau gagal karena kegagalan adalah awal dari sukses.

Pengalaman dalam mengelola dana yang tidak sedikit (Shell memberi modal awal sebesar 2000 US Dollar dan ditambah sumbangan beberapa juta sampai puluhan juta dari para alumni/perusahaan) membutuhkan kejujuran dan integritas yang termasuk dalam resep pembentukan karakter. Mereka juga belajar bagaimana pajak harus dibayar (ITB menerapkan aturan pembayaran pajak yang profesional) dan cara bernegosiasi dengan penjual atau pembuat komponen. Di samping itu, manajemen waktu dari proyek ini yang cukup ketat, memberi pelajaran untuk selalu pandai mengalokasikan dan menepati waktu, bekerja keras, cerdas, ikhlas dan tuntas (anjuran dari Rektor baru ITB, Prof Akhmaloka baru baru ini) serta belajar bekerja sama dalam kelompok.

Secara sederhana berbagai proses pendidikan dapat dilihat pada Gambar 1 yang diilustrasikan oleh Prof 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, Juli 2008). Pada gambar tersebut dijelaskan berbagai cara yang ditempuh dalam pendidikan di *University of Tokyo* yang merupakan salah satu universitas ternama di Jepang. Kuliah di kelas yang selama ini mendominasi cara pendidikan di Indonesia hanya akan membentuk kompetensi umum (*generality*) dan individu saja (*individual competency*). Sedangkan kompetisi *Shell Eco Marathon* yang dikategorikan sebagai proyek berbasis pengembangan/penelitian mempunyai tujuan untuk membangun kerja sama (*team work competency*) serta kompetensi spesialis (*speciality*). Perhatikan gambar di kuadran kanan atas. Dalam proyek ini tiap-tiap anggota tim menghadapi masalah yang berbeda dan harus bisa bekerja sama dengan anggota tim yang lain.

Di pendidikan teknik, kompetensi pendidikan berbasis laboratorium atau LBE (*Lab Based Education*) memberikan "*hardskill*" dan "*softskill*" sekaligus. Menurut pengalaman penulis, LBE 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 mahasiswa. Alumni lulusan yang mengalami proses pendidikan ini mempunyai kepercayaan diri yang tinggi, mengenal teknologi pada waktu muda, bisa bekerja mandiri maupun dalam tim dan mulai terbentuk "*softskill*" nya. Bisa dibayangkan bahwa proyek berbasis pengembangan/penelitian seperti kompetisi *Shell Eco Marathon* ini seolah olah merupakan simulasi dini bekerja di industri, suatu loncatan kompetensi bagi para mahasiswa.



Gambar 1. Ilustrasi Pembelajaran berbasis Laboratorium dibandingkan berbasis Kelas.

Karena mobil prototipe ini harus memenuhi persyaratan keselamatan, maka Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara ITB menunjuk seorang dosen yang akan bertindak sebagai auditor untuk memeriksa hasil rancangan tim mahasiswa tersebut. Di samping itu, uji mula dari rancangan harus menunjukkan kinerja yang memadai. Angka konsumsi di atas 1000 km/liter untuk tipe prototipe semestinya bisa dicapai, walaupun akan tergantung kepada akses

dan level teknologi yang dikuasai oleh tiap tiap tim. Untuk tipe “urban” perkiraan angka konsumsi yang wajar adalah diatas 150 km/liter. Implementasi dari aturan ini perlu dilakukan karena fakultas ini harus menghasilkan lulusan yang akan menjadi profesional di industri. Untuk saat ini target imajinasi 4000 km/liter belum bisa dicapai karena keterbatasan akses ke teknologi yang diperlukan serta pengalaman yang terbatas, namun pembelajaran yang diperoleh sangat bermakna.

MAKNA DAN DAMPAK UNTUK MASYARAKAT LUAS

Pendidikan dengan menggunakan proyek berbasis pengembangan/penelitian ini memang memerlukan dana besar, waktu, energi dan perhatian baik dari mahasiswa maupun dosennya. Shell sebagai perusahaan kelas dunia sangat cerdas dalam mengemas ide dan menggunakan sumber daya serta jaringannya untuk mempromosikan lomba ini. Kompetisi ini bisa dilihat sebagai program CSR (*Corporate Social Responsibility*) untuk menjaga lingkungan dan penghematan energi bagi generasi mendatang, suatu niat luhur yang perlu didukung. Lalu manfaat dan pembelajaran apa yang bisa kita petik ? Apakah kita hanya ikut karena hobi dan untuk memperoleh kenikmatan sesaat saja ? Tentunya tidak. Makna dan dampak untuk pendidikan sudah diutarakan panjang lebar. Untuk pendidikan di bidang teknik atau bidang apa saja, makna dan dampak tersebut bisa ditiru. Proyek berbasis pengembangan/penelitian tidak harus berbiaya mahal seperti pendanaan untuk kompetisi ini, yang penting prosesnya diikuti dengan baik. Pendidikan tidak harus dilakukan lewat kuliah saja, tetapi bisa dengan cara-cara yang lain.

Masalah energi dan lingkungan adalah isu global. Falsafah penghematan energi adalah salah satu cara untuk mengembangkan ekonomi berkarbon rendah seperti dianjurkan oleh konsultan Mc Kinsey (“*Unleashing Indonesia*”,2009), disamping usaha untuk mencari alternatif energi. Untuk masalah ini pemerintah harus mempunyai kebijakan yang visioner dan bisa diterapkan. Konsumsi bahan bakar tidak terbarukan bisa diatur dengan membuat kendaraan yang hemat energi dan secara progresif harus dicapai oleh industri dalam jangka waktu tertentu. Untuk sebuah mobil yang umum ditemui, angka konsumsi bahan bakar 15 sampai 40 km/liter bukan suatu khalayan dan kebijakannya harus dipikirkan mulai sejak sekarang. Prestasi di Kompetisi *Shell Eco Marathon* terlalu ideal untuk bisa diterapkan di industri mobil, namun ide dan semangatnya tentu bisa ditularkan untuk perbaikan teknologi otomotif sehingga penghematan bisa terjadi. Hal lain yang harus dipikirkan adalah pembangunan transportasi masal di kota-kota besar dan antar kota, terutama di pulau Jawa. Kondisi kemacetan lalu lintas saat ini sudah sangat memprihatinkan dan bisa dibayangkan berapa jumlah bahan bakar serta emisi yang dihamburkan. Perencanaan yang matang dan kerja sama tim yang baik merupakan faktor utama berhasilnya suatu program transportasi masal dan kita bisa belajar dari kompetisi *Shell Eco Marathon*.

Apa dampak lain yang bisa ditularkan dari kompetisi ini ? Kalau generasi muda bisa melakukan hal-hal yang luar biasa dengan semangat tinggi pada waktu mengikuti kompetisi ini, kenapa bangsa ini tidak bisa melakukan hal yang luar biasa juga ? Dalam beberapa kesempatan telah dikemukakan hal berikut untuk membuka cakrawala harapan :

“Saat ini sebenarnya merupakan waktu yang cukup kondusif di Indonesia untuk maju mengingat bahwa sepuluh tahun setelah era reformasi bangsa, Indonesia sudah mampu melakukan *quantum leap* pada proses demokrasi serta otonomi daerah, yang hasilnya walaupun belum sempurna sudah mendapat penghargaan dari bangsa lain. *Quantum leap* ketiga yang perlu dilakukan adalah

mengkampanyekan budaya kerja *conscientious* (yang dalam Bahasa Inggris berarti *showing great care, attention, and industriousness in carrying out a task or role*) supaya terbentuk suasana yang nyaman bagi pengembangan teknologi, ilmu dan seni karya bangsa secara berkesinambungan. Memang bukan tugas yang mudah karena mengubah perilaku. Namun bila hal ini dilakukan saya percaya hal ini akan merupakan persemiaan yang baik untuk kemajuan serta kesejahteraan bangsa menuju peradaban yang mulia”

Saat ini sudah waktunya kita melakukan “quantum leap” yang ketiga.

Ucapan terima kasih :

Penulis mengucapkan penghargaan yang setinggi tingginya kepada PT. Shell Indonesia sebagai sponsor utama dari kompetisi *Shell Eco Marathon*, kepada para sponsor perusahaan seperti PT Garuda Indonesia, PT Persada Capital Investama, PT. SKF Indonesia , PT Arutmin Indonesia, PT Sammarie Binafiat, PT Citra Langgeng Sentosa, PT Inti Kanzen Motor, PT. NSK Bearings MFG Indonesia, Ikatan Alumni Mesin (IAM) ITB, Ikatan Alumni (IA) ITB, Ikatan Orang Tua (IOM) ITB, serta bantuan dari individu seperti bapak Bob DJ dan lain lain yang telah memberikan dukungan bagi pendidikan generasi muda melalui program ini.