



Filsafat dan Teknologi untuk Pembangunan

oleh: Bacharuddin Jusuf Habibie

Kuliah Umum di hadapan Sivitas Akademika Universitas Indonesia, Depok, 12 Maret 2010

Saudara Rektor dan Anggota Wali Amanah dan segenap anggota Senat Akademik Universitas Indonesia yang saya hormati, Para dosen dan mahasiswa serta segenap sivitas akademika Universitas Indonesia yang saya cintai;

Undangan dan hadirin yang terhormat

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh

Sejak manusia dapat berpikir dan adanya keinginan untuk lebih mengenal lingkungannya agar dapat mengatasi segala tantangan dan ancaman yang dihadapi -- maka manusia membuat dan mengembangkan peralatan dan prasarana hidup yang ia butuhkan. Mulai saat itu, keterampilan yang dimiliki untuk membuat prasarana dan peralatan terus disempurnakan. Keterampilan tidak dapat dipisahkan dari perencanaan, perancangan dan pembuatan apa saja yang diperlukan manusia dengan memanfaatkan 'teknologi', yaitu "*cara dan teknik untuk dapat memiliki apa yang diinginkan dengan pengorbanan minimal*".

Perlu dijelaskan perbedaan antara 'teknologi' dan 'teknik', dengan ilustrasi berikut: Teknologi dibutuhkan untuk membuat senjata, sedangkan untuk memanfaatkan senjata tersebut dibutuhkan teknik tertentu. Jikalau beberapa orang memakai senjata yang sama hasilnya akan berbeda. Perbedaan tersebut sangat tergantung pada teknik masing-masing dalam memanfaatkan senjata. Demikian pula halnya dengan membuat (teknologi) dan memanfaatkan (teknik) alat musik, menyusun (teknologi) dan membacakan (teknik) suatu makalah dan sebagainya.

Seperti halnya filsafat, teknologi adalah murni hasil pemikiran manusia dan karena itu hubungan antara filsafat dan teknologi sangat erat. Jikalau filsafat meneliti, meneliti dan menganalisis manusia dalam berbagai aspeknya, maka teknologi berperan sangat menentukan terhadap nasib manusia. Teknologi tidak hanya dapat menjawab permasalahan yang dialami manusia pada waktu dan tempat tertentu saja, namun dapat juga menjawab pertanyaan-pertanyaan metafisik manusia itu sendiri. (Heidegger, 1962)

Martin Heidegger: *Die Technik und die Kehre*, Pfullingen, ISBN 978 3 608 91050 6, 1962.

Kemampuan manusia untuk mengembangkan teknologi didorong oleh kelemahan fisiknya yang harus berhadapan dengan ancaman dan tantangan lingkungan. Oleh karenanya, dengan memanfaatkan panca indera dan otaknya, manusia 'dipaksa' untuk memiliki teknologi yang ia perlukan guna mempertahankan kelangsungan hidupnya (Gehlen, 1940).

A. Gehlen: *Der Mensch, Seine Natur und seiner Stellung in der Welt*, Berlin, 1940.

Hanya dengan teknologi yang tepat dan berguna, kualitas karya manusia dapat ditingkatkan.

Nilai karyamanusia ditentukan oleh pasar, di mana karya-karya tersebut bersaing. Sumberdaya alam (SDA) terbarukan atau tidak terbarukan -- akan diberi nilainya masing-masing di pasar. Tanpa teknologi nilai tersebut tidak dapat ditingkatkan. Hal ini juga berlaku untuk suatu sistem karya yang merupakan hasil murni pemikiran dan rekayasa sumberdaya manusia (SDM). Penambahan nilai atau nilai-tambah tersebut hanya dapat tercapai dengan memanfaatkan teknik dan teknologi yang tepat.

Tidak ada suatu teknologi yang dapat dikembangkan tanpa penguasaan ilmu alam dan ilmu hasil eksperimen, dalam rangka mengecek keunggulan teori, menganalisis suatu sistem atau membuat/mengembangkan alat dibutuhkan. Oleh karena itu teknologi adalah produk murni hasil pemikiran manusia dan bukan sumberdaya alam.

Jikalau teknologi dapat bersinergi dengan budaya, perilaku dan bakat seseorang, maka yang bersangkutan akan menjadi sangat terampil atau sangat 'produktif'. Keunggulan daya saing seseorang hanya ditentukan oleh dua elemen saja, yaitu 'teknologi' dan 'produktivitas'.

Di pasar, karya hasil pemikiran yang diimbangi oleh keinginan dan kebutuhan manusia tersebut menjadi pendorong utama berkembangnya teknologi dan produktivitas. Temuan produk baru, proses nilai-tambah akan terus berkembang dan demikian pula kualitas SDM. Teknologi, produktivitas, nilai-tambah, keunggulan dan daya saing harus bersinergi untuk menjawab tuntutan pasar, sehingga dapat menghasilkan produk apa pun yang berkualitas tinggi dengan harga yang tepat.

Teknologi adalah rangkuman beberapa disiplin Ilmu terapan, sedangkan ilmu terapan adalah berunsur pada Ilmu dasar terkait. Ilmu dasar dan ilmu terapan akan terus berkembang sesuai kebutuhan manusia sepanjang masa. Tahap demi tahap teknologi tepat-guna dan energi telah merubah SDA menjadi produk baru. Untuk perubahan ini manusia telah diilhami, dirangsang dan belajar dari alam sekitarnya. Ilmu pengetahuan dasar, dan demikian pula ilmu pengetahuan terapan, diilhami oleh 'mekanisme alam' melalui suatu evolusi telah berkembang. (Nachtigall, 2005 dan Nachtigall, 2003).

Werner Nachtigall: *Biologisches Design* ISBN 3 540 22789 X Springer, 2005; Werner Nachtigall: *Bau Bionik*, IS

BN 3

□

540

□

44336

□

3 Springer, 2003

Hadirin yang terhormat,

'Mekanisme alam' dapat dibagi menjadi dua sistem, yakni: mekanisme alam yang memanfaatkan material anorganik (mekanisme alam anorganik, MAA); dan mekanisme alam yang memanfaatkan material organik (mekanisme alam organik, MAO). Contoh karya MAA antara lain: produk automasi, komputer, robot, teknologi transportasi (udara, darat, dan laut), teknologi Informasi, teknologi media, dan sebagainya.

Sedangkan contoh karya MAO antara lain: produk biotek, obat, makanan, teknologi untuk memperbaiki dan menyempurnakan organ manusia, teknologi untuk dapat memperpanjang kelangsungan hidup manusia, dan sebagainya.

Beberapa ilustrasi karya MAA yang diilhami oleh alam misalnya dapat kita lihat dalam pesawat udara, robot dan radar sebagai berikut.

Ilustrasi MAA pesawat udara yang diilhami oleh MAO Kolibri:

Terdapat lebih dari 300 burung kolibri, yang memiliki sayap dan tubuh seperti burung. Kolibri terkecil hanya 6 cm ukurannya. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa gerakan sayap kolibri ke bawah (80 getaran tiap detik) memberi sekitar 75% gaya-angkat (*lift*), sedangkan gerakan getaran sayap ke atas hanya menghasilkan 25% gaya-angkat.

Kolibri dapat terbang di udara bergerak maju, bergerak mundur atau diam di tempat, sesuai

kehendaknya. Mekanisme alam anorganik (MAO) kolibri ini telah mengilhami para Ilmuwan dan perancang pesawat terbang *Vertical / Short Take Off and Landing (V/STOL)* Harrier MAA perusahaan *British Aerospace*, yang telah berhasil melaksanakan terbang perdananya pada tgl: 31 Agustus 1966. Pesawat Harrier tersebut adalah pesawat tempur lengkap dengan senjata, yang terbang dengan kecepatan 965 km/jam dengan membawa peluru kendali dan persenjataan lain seberat 4.175 kg. Pesawat ini dapat terbang maju, mundur dan berputar setempat 360 derajat dan selanjutnya terbang mendekati kecepatan suara. Berat Pesawat lengkap dengan senjata untuk dapat tinggal landas tegak lurus (VTOL) adalah 9.342 kg sedangkan untuk tinggal landas pendek (STOL) berat pesawat dapat ditingkatkan sampai 14.061 kg.

British Aerospace Harrier GR7, lihat <http://www.airplanepictures.net/type.php?p=123>.

Ilustrasi MAA robot:

Disiplin Ilmu pengetahuan '*android science*' khusus melaksanakan penelitian dan merancang robot yang berperilaku seperti manusia, '*humanoid robot*';

yang dikembangkan berdasarkan prinsip MAA. Robot ini khusus direkayasa untuk mengambil alih pekerjaan rutin manusia, seperti: memberi informasi di museum, di stasiun kereta api, di lapangan terbang, perawat di rumah sakit, menjadi pembantu rumahtangga, dan sebagainya.

Salah satu tokoh dalam bidang '*android science*' adalah Dr. Hiroshi Ishiguro, Direktur "*Intelligent Robotic Laboratory*"

Universitas Osaka, yang juga menjadi pimpinan proyek '*communications robotics*'

pada

International Advanced Telecommunications Research Institut

dekat Kyoto. Dr. Ishiguro telah berhasil 'mengklon' dirinya dalam bentuk robot yang memiliki banyak sensor, sehingga perilaku robot tersebut hampir sama seperti dirinya, namun tidak memiliki perasaan atau emosi. Robot ini direkayasa untuk dapat memberi kuliah jikalau Dr. Hiroshi berhalangan.

Birgit Kuhn & Jürgen Brück: *BIONIK; Der Natur abgeschaut*, ISBN 978-3-625-12031-5, 2008.

Ilustrasi MAA radar yang diilhami oleh MAO burung Kalong:

Kalong memiliki kebiasaan untuk mencari makanannya pada malam hari, walaupun penglihatannya tidak baik. Baru pada tahun 1938, ahli Ilmu biologi dari Amerika Serikat Donald Griffin (1915-2003) menemukan bahwa 'orientasi' dan 'navigasi' kalong dilaksanakan dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik, dengan frekuensi getar 20 kHz dan 10 GHz sehingga tidak terdengar manusia. Temuan ini merangsang berkembangnya teknologi radar, yang kemudian dimanfaatkan dalam pengaturan lalu lintas darat, laut, udara, dan sistem pertahanan.

Birgit Kuhn & Jürgen Brück: *BIONIK; Der Natur abgeschaut*, ISBN 978-3-625-12031-5, 2008.

Gerakan atau arus elektron, ion, neuron, media cair, media gas, gelombang magnet, gelombang suara, gelombang panas, laser, dan sebagainya; mendapat perhatian dalam upaya meneruskan informasi melalui suatu jaringan dalam suatu media, seperti halnya dengan sistem radar di udara dan sistem sonar di dalam air.

Hadirin yang terhormat,

Berikut ini akan diilustrasikan beberapa contoh aplikasi 'mekanisme alam organik' (MAO) pada beberapa jenis teknologi.

Sinergi antara SDA dengan SDM dapat menghasilkan teknologi dan produk baru MAO, yang

perkembangannya dibatasi oleh prinsip atau kaidah genetika suatu makhluk, yang dikenal dengan 'genom'. Hal semacam ini tidak ditemukan produk teknologi MAA.

Sejak tahun 1990 telah dilakukan penelitian mengenai keturunan manusia atau **Human Genom**
Proye
k
GP) oleh lebih dari 1000 peneliti di 40 negara, termasuk peneliti dari lembaga
Eykman
di Jakarta. (H

Walupun kemudian, pada tahun 2003, penelitian mengenai keturunan manusia tersebut telah diakhiri di Indonesia. Saya sangat sarankan untuk dapat segera melanjutkan kembali, dengan menyusun **Rencana Penelitian Lanjutan (RPL-HGP)**, dalam rangka meneliti penyebab dan mekanisme penyakit genetik di Indonesia,
Indonasia human
genom program (IH
GP).

Pada saat ini, sekitar 1500 penyakit genetik di dunia sudah diidentifikasi, namun khusus penyakit genetik di Indonesia perlu diteliti lebih lanjut. (Gregory, Barlow & McLay, 2006).

S.G.Gregory, K.F.Barlow, K.E.McLay: *The DNA Sequence and Biological Annotation of Human Chromosome 1*, Nature 441, 315 – 321, 18 May 2006.

DNA adalah biomolekul yang mengandung informasi keturunan semua makhluk dan terdiri dari empat alkali nitrogen atau 'nukleotid' yakni: adenin (A), thymine (T), guanin (G), cytosine (C) bersama gula dan fosfat. Nukleotid A & T dan C & G selalu berpasangan dan kedua pasangan nukleotid tersebut dapat menghasilkan permutasi yang tak terhingga banyaknya, seperti halnya dengan dua angka (0) dan (1) yang dijelaskan oleh George Boole dalam bukunya "*The Mathematical Analysis of Logic*", pada tahun 1847.

Boole telah mengembangkan dasar logika perhitungan yang mengandalkan hanya pada dua variabel yakni (0) dan (1), (ada arus listrik) dan (tidak ada arus listrik), (ada medan magnet) dan

(tidak ada medan magnet), dan sebagainya.

Logika ini kemudian dikenal pula sebagai sistem dual yang menjadi dasar logika dari teknologi informasi dan komputer, yang berdampak luas pada kehidupan kita saat ini.

Ternyata logika tersebut dimanfaatkan oleh MAO – DNA (*deoxyribo nucleic acid*) dengan dua pasangan nukleotid (adenin –thymine) dan (guamin – cytosine) yang direkat oleh hydrogen dan dirangkum dalam pita polymer yang terdiri dari elemen gula dan fosfat, '*double helix*'.

Permutasi nukleotid pada DNA memungkinkan dunia memiliki hampir satu juta jenis makhluk dan lebih dari setengah juta jenis tanaman.

MAO – DNA ditemukan oleh Crick dan Watsen (1953). Untuk hasil penelitian tersebut mereka bersamadengan Maurice Wikins telah mendapat hadiah Nobel dalam bidang Kedokteran pada tahun 1962.

Teknologi Recombinant – DNA

Plasmid merupakan unit terkecil DNA yang dapat dipisahkan dari kromosom bakteri *eschenschia coli* (bakteri E–Coli), yang dapat 'digunting' dengan enzim, dan selanjutnya digabungkan dengan pita DNA manusia, untuk dapat menghasilkan '*recombinant DNA*' baru dengan informasi baru. Dengan memanfaatkan teknologi '*recombinant DNA*'

' tersebut, bukan saja kualitas insuline, vaksin hepatitis B dan interferon meningkat, namun biaya produksinya pun dapat ditekan. Penerapan teknologi ini antara lain digunakan untuk:

- Produksi obat (Insulin, interferon, pengobatan penyakit genetic, kangker, hepatitis B, dan sebagainya).

- Peningkatan kualitas hewan (sapi, domba, ayam, angsa, dan sebagainya).

- Peningkatan kualitas dan penurunan biaya produksi produk-produk agroindustri.

***What is Biotechnology?*, Washington D.C., Biotechnology Industry Organization, 1989**
dan *Biotechnology in Perspective*, Washington D.C.,
Biotechnology Industry, 1990.

Namun ternyata teknologi *recombinant DNA* dapat menimbulkan masalah baru seperti: (1) virus dapat menjadi resisten terhadap obat antibiotik; (2) mempengaruhi lingkungan yang dapat meningkatkan resistensi fungi; (3) masalah etika, karena menjadikan manusia sebagai kelinci percobaan, dan sebagainya.

Merekayasa, memanipulasi atau memproduksi '*recombinant DNA*' tidak hanya dapat dilaksanakan melalui teknologi plasmid dari bakteri. Menembak kromosom dengan butir-butir mikro emas atau tungsten, yang sebelumnya telah dicelup dalam DNA lain, dapat juga menghasilkan '*recombinant DNA*' dengan Informasi yang diinginkan.

Hadirin yang terhormat,

Dewasa ini tidak ada satu kebijaksanaan pun yang dapat menyelesaikan masalah, tanpa memperhatikan filsafat dan teknologi. Apakah masalah ekonomi ataupun politik, sama saja. Nasib manusia pada waktu ini sangat dipengaruhi oleh kemampuan manusia mengembangkan, menerapkan, mengendalikan dan menguasai teknologi.

Sinergi SDA dan SDM telah menghasilkan produk MAA dan MAO yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*) dan perangkat pemikiran (*brainware*).

Semua contoh produk di atas, adalah hasil integrasi dari perangkat keras, perangkat lunak dan perangkat pemikiran dimana produk MAA maupun produk MAO tersebut memanfaatkan *logic variable Boole*, baik dalam mentransfer maupun mengabadikan informasi. Pada akhirnya sinergi jaringan 'energi' dengan jaringan 'informasi' yang menentukan. Makin canggih suatu produk MAA atau MAO, makin sedikit energy yang dibutuhkan, karena makin jelas dan singkat informasi yang diberikan untuk perubahan yang dikehendaki!

Berdasarkan filsafat '*kualitas tinggi, risiko dan biaya rendah, dalam waktu yang sesingkat singkatnya dan tepat waktu*', apa yang dikehendaki harus tercapai, agar supaya kelangsungan hidup atau eksistensi suatu sistem dapat diamankan. Perubahan-perubahan tersebut dapat dilaksanakan secara individu atau dalam suatu kelompok individu, dalam rangka mempertahankan kesinambungan hidup dan keturunan.

Sebagai contoh misalnya, dapat dipelajari pada kehidupan burung bangau yang pada musim panas mencari makanannya di Eropa Utara dan pada musim dingin terbang ke Afrika Utara, di mana makanan masih ada. Oleh karena itu, sayap burung bangau secara evolusi berubah bentuknya menjadi lebih baik secara 'aerodynamik', karena memiliki gaya penahan (*Widerstand* atau *resistance*) yang lebih kecil dengan gaya angkat (*Auftrieb* atau *lift*) yang lebih besar.

Ternyata burung-burung bangau sejenis dalam perjalanannya dari utara ke selatan, atau sebaliknya, terbang berkelompok dengan formasi "V", satu di depan dan yang lain dengan jarak tertentu di belakang untuk memanfaatkan turbulensi yang telah terjadi akibat gerakan sayap burung terdepan dan didepannya.

Hasil pengalaman tersebut diabadikan dan terus dikembangkan dalam Informasi pada DNA dalam kromosom burung bangau. Ternyata kehidupan di dalam air, khususnya di samudera, ikan lumba-lumba, ikan paus juga berperilaku seperti burung bangau.

Pengalaman burung bangau ini juga telah dimanfaatkan pada formasi terbang pesawat tempur

dari pangkalannya ke medan pertemuan, untuk menghemat bahan bakar sehingga masih cukup energinya untuk bertempur. Dalam rangka penghematan energi pula, sebenarnya formasi terbang pesawat BOEING atau AIRBUS dapat dilaksanakan secara berkelompok dari lapangan terbang ke sasaran yang sama, seperti halnya burung bangau. Namun tentunya 'safety' pesawat harus terjamin.

Hadirin yang terhormat,

'Big Bang' terjadi kurang lebih 13 sampai 14 milyar tahun yang lalu, sedangkan kehidupan di planet kita baru ada sejak 4 milyar tahun. Kehidupan di bumi tersebut dimulai dengan bakteri dan khlorofil, yang terus berkembang dengan memanfaatkan energi matahari. Permutasi nukleotid yang pada kromosom / DNA bakteri dan khlorofil tersebut berlangsung dalam evolusi selama 4 milyar tahun, telah menghasilkan hamper satu juta jenis makhluk dan lebih dari setengah juta jenis tanaman. Homo sapiens baru muncul sekitar 200.000 sampai 250.000 tahun yang lalu, dan sejak 100.000 tahun yang lalu telah memiliki otak yang bentuk, volume dan beratnya hampir sama seperti otak kita sekarang.

Sejak kurang lebih 100.000 tahun yang lalu, manusia harus memanfaatkan akal dan pikirannya karena manusia tidak memiliki kekuatan fisik yang kuat untuk menghadapi lingkungannya. Oleh karena itu, manusia terpaksa mengembangkan dan memanfaatkan teknologi -- sebagaimana penjelasan di atas -- yang diilhami oleh lingkungan alam dan kehidupan sekitarnya.

Permasalahan dan kejadian yang dihadapi manusia, bersama pemikiran penyelesaiannya harus diinformasikan atau diwariskan dari generasi ke generasi dengan menggunakan 'bahasa', baik secara lisan maupun tertulis. Oleh karena pewarisan informasi dengan menggunakan medium bahasa tersebut kurang menjamin ketepatan dan objektivitasnya, maka sebagai pelengkap dikembangkan juga wahana /medium yang lain, yaitu 'bahasa Ilmu pasti' yang mampu meneruskan 'informasi' tentang permasalahan, kejadian dan penyelesaiannya dengan lebih eksak, tepat dan objektif.

Ada Informasi yang dapat dimanfaatkan di mana saja, karena sifatnya *universal* atau *invariant*

dan ada yang sifatnya khusus atau *variant*

yang penyelesaiannya sangat ditentukan oleh keadaan lingkungan. Lingkungan tersebut berupa kendala atau batasan yang dihadapi manusia, yang dapat berubah dari waktu ke waktu secara dinamik dan cepat.

Penyelesain terhadap permasalahan yang dihadapi manusia selalu terdiri dari bagian yang berlaku 'universal' atau '*invariant*' dan bagian yang berlaku secara 'khusus' atau '*variant*'. Untuk memudahkan penyampaian informasi tersebut manusia memanfaatkan 'coretan' (misalnya pada zaman purbakala di dinding gua, dan sebagainya), 'lukisan' atau 'model', yang sekarang dikenal sebagai 'model ilmu pasti' atau '*mathematical model*

'. Salah satu model ilmu pasti adalah 'model elemen hingga' (MEH) atau '*finite element method*

' (FEM), yang berdimensi dua atau tiga. Model ini dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan masalah yang telah diekspresikan melalui suatu persamaan ilmu pasti tinggi, yang dapat memperhatikan/memperhitungkan ketergantungan persoalan tersebut dari waktu atau dinamika persoalan.

Bahasa yang dimanfaatkan adalah bahasa 'ilmu pasti tinggi' dan canggih, baik analitis maupun numerik. Saya tidak bermaksud memberi kuliah mengenai MEH atau FEM, namun hal itu saya perlukan untuk memberi sedikit informasi mengenai 'filsafat dan teknologi', karena metoda tersebut sering dapat dimanfaatkan dalam proses penyelesaian masalah fisik dan non fisik secara kualitatif maupun kuantitatif yang dihadapi.

Baiklah saya batasi pada contoh yang berdimensi dua, dan masalahnya telah diekspresikan dengan 'bahasa persamaan Ilmu pasti tinggi' yang berlaku dalam suatu batasan berbentuk lingkaran elips, mendapat tekanan "**f**" index "**s**". Sementara itu 'permukaan dua dimensi' dalam elips tersebut telah dibagi dalam banyak segi tiga yang berhubungan satu sama lain pada 'titik-titik temu' atau '*nodal points*', di mana berlaku kendala-kendala khusus, sedangkan di dalam tiap segitiga belaku kendala-kendala umum, atau sebaliknya.

Apabila yang kita hadapi bukan permukaan datar yang berbentuk elips, namun berbentuk lain yang sukar, kendala batasannya dijelaskan melalui persamaan ilmu pasti, maka dengan memakai MEH atau FEM dapat dengan lebih mudah ditemukan penjelasan atau penyelesaiannya. Jikalau masalah yang dihadapi berdimensi tiga, maka elemen-elemen yang dimanfaatkan berbentuk piramid atau kubus yang berhubungan melalui 'titik-titik temu' atau '*no*

dal points'
yang bersangkutan.

Contoh tersebut adalah penerapan MEH atau FEM pada perhitungan masalah fisik dan non fisik dengan memanfaatkan peta di atas. Pada perubahan-perubahan yang diperkirakan sangat dinamik dan cepat berlangsung, dapat dimanfaatkan 'segi tiga' yang lebih kecil dan semakin kecil.

Hadirin yang terhormat,

MEH atau FEM antara lain dapat diterapkan pada analisis penyelesaian masalah sosial politik yang disebabkan oleh pemikiran dan perilaku yang berbeda terkait suku, agama dan ras (SARA), yang emosional sifatnya.

Tiap Propinsi dapat dianggap sebagai 'elemen' dengan memperhatikan budaya, agama, hak asasi manusia (HAM), kewajiban asasi manusia (KAM), dan sebagainya. Sedangkan pada titik-titik temu berlaku Undang Undang Dasar atau konstitusi Negara yang bersangkutan. Masalahnya adalah, bagaimana mengkuantifikasikan secara objektif 'nilai-nilai' tersebut sehingga dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan ilmu pasti? Jikalau ini tidak dimungkinkan, maka analisis kualitatif dengan memanfaatkan 'logika MEH' dapat membantu, karena menjadikan permasalahan yang dihadapi lebih transparan sehingga kebijaksanaan yang diambil dapat lebih tepat, tegas dan cepat. Untuk mengurangi risiko, maka 'logika MEH' dapat dilaksanakan bersamaan dengan 'teori aproksimasi'.

MEH atau FEM sudah lazim dimanfaatkan dalam hampir semua disiplin ilmu rekayasa atau ilmu engineering, khususnya bidang rekayasa pesawat terbang. Dr. Turner dan Dr. Clough dari BOEING di Seattle pada tahun 1952 mengembangkan FEM dari disertasi Dr. Hans Ebner (Berlin-Aachen) pada tahun 1928.

Dengan adanya alat komputer yang terjangkau, maka 'logika MEH' dapat dimanfaatkan dalam

hamper semua disiplin ilmu yang memanfaatkan *mathematical model*.

Jika kita pelajari perbedaan struktur tubuh serangga (*insect*) dengan makhluk lain pada umumnya, maka pada protein pada tubuh serangga dibungkus oleh kulit yang kuat, berupa biopolimer yang mengandung *hitin* dalam bentuk konstruksi *'monocock'*, yang sekaligus berfungsi sebagai perisai. Sedangkan makhluk yang lain memiliki konstruksi *'skelet'* yang kuat pula, yang di isi dan dibungkus oleh protein.

Untuk menghemat energi, menghemat material dan menghemat biaya, maka lahirlah *'ilmu konstruksi ringan'* yang ternyata sudah diterapkan dan terus disempurnakan dalam proses evolusi keidupan selama 4 milyar tahun, dengan berpegangan pada filsafat *„menghemat energi, meningkatkan kualitas material dan menekan risiko“*, untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidup makhluk tersebut. Filsafat ini adalah dasar filsafat transportasi darat, udara dan laut, yang menerapkan ilmu konstruksi ringan *'monocock'*.

Sejak masa Revolusi Industri, teknologi berkembang secara eksponensial dan tidak dapat dipisahkan lagi dari kehidupan dan peradaban manusia modern. Berfilsafat tanpa memperhatikan dan memperhitungkan dampak dan kendala teknologi tidak mungkin lagi dapat menghasilkan karya pemikiran yang sempurna.

Sekurang-kurangnya, teknologi dan filsafat harus bersinergi agar tercapai kualitas keunggulan. Seperti sudah sering saya kemukakan, teknologi bukan hasil sumberdaya alam, melainkan hasil pemikiran, karya dan ciptaan sumberdaya manusia. Sama seperti halnya dengan filsafat, yang di dunia Barat dimulai oleh Socrates, sekitar 2500 tahun yang lalu, yang karya-karya pemikirannya rajin ditulis oleh Platon. Sejak abad ke 18 daya cipta manusia mempercepat perkembangan teknologi, yang kemudian juga mempengaruhi perilaku manusia. Bahkan tiap hasil karya manusia yang unggul harus memiliki *'dasar filsafat'* yang sesuai dengan permintaan. Ini berarti teknologi dibutuhkan baik oleh manusia yang membuat *'produk baru'*, maupun yang memanfaatkan produk tersebut. Teknologi menjadi motivasi yang pengaruhnya sangat kuat bagi pelaksanaan riset dalam segala bidang. Filsafat dan teknologi dapat bersinergi, baik secara positif maupun negatif. Keduanya juga mempengaruhi kualitas moral, etika, budaya dan peradaban manusia. Tiap hasil karya riset ilmu dasar dan ilmu terapan di segala bidang akan menjadi dasar bagi teknologi untuk menghasilkan produk perangkat keras (PPK) seperti: peralatan telekom, perhubungan, prasarana ekonomi dan sebagainya; produk perangkat lunak

(PPL) seperti program komputer, DVD, dan sebagainya; produk perangkat pemikiran (PPP) seperti: filsafat, hasil riset, teknologi, undang-undang, sistem dan sebagainya.

Dalam masyarakat ketiga produk tersebut secara proportional selalu diintegrasikan sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, keterkaitan filsafat dengan teknologi yang tidak mungkin lagi dipisahkan akan menentukan 'nasib manusia'. Pertanyaan yang perlu kita kaji adalah:

- *Dapatkah manusia tetap menguasai dan mengendalikan teknologi?*
- *Mungkinkah suatu ketika teknologi menguasai dan mengendalikan manusia?*

Hadirin yang terhormat,

Seperti sudah saya singgung di depan, evolusi selama 4 milyar tahun telah menghasilkan lebih dari satu juta makhluk dan lebih dari lima ratus ribu jenis tanaman. Tiap jenis makhluk akan berkembang dengan tujuan untuk memelihara kelangsungan kehidupan keturunannya, dari generasi ke generasi. Makhluk yang lemah akan menghilang, sedangkan yang kuat dan unggul akan melanjutkan keturunannya. Proses keunggulan tersebut terus berlangsung dari generasi ke generasi sepanjang masa 4 milyar tahun. Perubahan dan perbaikan yang teruji diabadikan dalam 'informasi' yang dicatat dalam DNA/kromosom makhluk, MAO dan MAA, dan terus disempurnakan.

Pembuatan 'biokeramik' pada lingkungan suhu laut oleh kerang, tidak kalah kuatnya dengan 'teknokeramik' yang dibuat oleh manusia pada suhu sangat tinggi diatas 1000 derajat C, padahal biokeramik dan teknokeramik memanfaatkan bahan baku yang sama. Contoh yang lain adalah 'benang jaringan laba-laba' yang amat elastis dan kuat dibandingkan dengan 'benang baja' buatan manusia. Biokeramik dan benang jaringan laba-laba merupakan bukti nyata hasil evolusi tersebut. Lazimnya jikalau material menjadi makin kuat, maka material tersebut akan menjadi semakin rapuh atau "*brittle*" sedangkan semakin elastis material tersebut, semakin lemah jadinya. Lain halnya sifat benang labalaba yang kuat dan elastis, dan untuk membuat

benang atau serat yang sama sifatnya mungkin harus memanfaatkan nano teknologi, demikian pula membuat teknokeramik pada suhu rendah untuk menghemat energi patut dikaji caranya.

Integrasi perangkat pemikiran (*brainware*), perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*)

) yang berkembang baik pada kehidupan individu maupun kehidupan berkelompok, keluarga dan masyarakat terus berlangsung, dengan filsafat “

4-M

” sebagai berikut:

1. *Menghemat material (ringan, kuat dan abadi),*
2. *Mengecilkan risiko (pengorbanan minimal),*
3. *Menghemat energi (mempersingkat proses pembuatan, menekan biaya, meningkatkan produktivitas), dan*
4. *Memperpanjang usianya (meningkatkan kualitas).*

Dengan memiliki prasarana yang terus disempurnakan dalam mempelajari dan memahami MAO dan MAA, maka ilmu pengetahuan bioteknologi dan nano teknologi akan berkembang semakin pesat. Terdorong oleh proses keterbukaan, transparansi, teknologi informasi dan komputer, maka manusia terus berusaha menyempurnakan hasil evolusi kehidupan selama 4 milyar tahun dalam waktu sesingkat-singkatnya. Apakah hal itu mungkin?

Jika 4 milyar tahun kita samakan dengan lamanya 1 hari (atau 24 jam, atau 1440 menit, atau 86.400 detik) maka homo sapiens dengan struktur dan kemampuan seperti otak kita ini, baru ada di dunia sejak 2,16 detik di penghujung hari. Masa homo sapiens ini hanya sebesar 0,0025% dari masa evolusi kehidupan.

Sedangkan teknologi sebagai 'cara dan teknik untuk dapat memiliki apa yang diinginkan dengan pengorbanan minimal' hanya dapat dikendalikan jikalau manusia bertindak dan berperilaku bijak dalam "koridor nilai-nilai moral dan etik" yang berakar pada agama.

Untuk mencegah kemungkinan dalam waktu sekejap apa yang telah kita miliki tersebut hancur, maka perlombaan penguasaan teknologi pembuatan 'produk destruktif massal' seperti bom nuklir, bom biologis (bakteri atau virus), dan sejenisnya, harus dihentikan dan dirubah menjadi perlombaan pengembangan penguasaan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas kesejahteraan, keadilan, ketentraman hidup bagi semua.

Untuk meringankan dan mengecilkan risiko pada manusia yang harus melakukan pekerjaan berat dan berbahaya, maka pengembangan robot yang mampu melaksanakan pekerjaan tersebut dengan teknologi semakin canggih perlu semakin dikembangkan. Sensor, produk bioteknologi dan nano teknologi akan semakin berperan, demikian juga *software* untuk robot.

Bagaimanapun juga, robot hanya dapat bekerja jika memiliki cukup energi pada baterinya. Tiap kali baterinya habis, robot mendapat baterai baru atau diisi lagi. Ide untuk mengembangkan robot yang dapat mengisi sendiri baterinya dari protein atau cellulose, yang diproses secara biokimia dalam 'perut' robot mungkin saja dapat dikembangkan.

Bagaimana jikalau robot, yang tidak memiliki perasaan atau memiliki emosi itu, diberikan *software* yang memungkinkan robot mencari "makan" sendiri, memperbaiki dan membuat suku cadang sendiri, bahkan mengembangkan dan membuat robot yang lebih sempurna sendiri atau memiliki kemampuan untuk membuat *software* sendiri, dan sebagainya.

Apa yang akan terjadi? Di mana batasnya? Dan dapatkah robot tersebut tetap dapat dikendalikan manusia?

Di sinilah kita akan menghadapi masalah etik dan moral. "***Manusia yang baru bereksistensi selama 2,16 detik sudah mau bersaing dengan hasil evolusi 24 jam, dan (bagi mereka yang beragama) mau menyamai kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa yang menciptakan alam semesta***"

Hadirin yang terhormat,

Dari penjelasan tersebut sebelumnya dapat disimpulkan bahwa 'pembangunan, perubahan, dan pembaharuan yang berkualitas serta berkesinambungan' (P4B2) sepanjang masa hanya dapat dilaksanakan jikalau tiga persyaratan mutlak dipenuhi, yaitu:

1. Memiliki sumberdaya alam terbaharukan dan tidak terbaharukan (material)
2. Memiliki energi terbaharukan dan tidak terbaharukan (fosil dan alternatif)
3. Memiliki sumberdaya manusia yang mampu mengembangkan, menerapkan dan mengendalikan teknologi dalam arti yang luas

Faktanya adalah bahwa justru negara-negara berkembang hanya memenuhi persyaratan pertama dan kedua saja, dan belum memenuhi persyaratan ketiga, atau baru berada di ambang pintu untuk memulai proses penguasaan teknologi dalam arti yang luas. Globalisasi hendaknya jangan diartikan ataupun 'terjebak' pada pemahaman cara mempertahankan dan memelihara *status quo* peran negara berkembang sebagai pengekspor energi dan SDA saja. Kalaupun SDM-nya menguasai teknologi, hanya sebatas pada teknologi yang berkaitan (langsung atau tidak langsung) dengan peningkatan ekspor SDA saja. Jangan sampai globalisasi dimanfaatkan untuk memasukkan produk karya SDM luar negeri ke pasar domestik, sehingga menghambat perkembangan industri dalam negeri yang sangat dibutuhkan untuk penyediaan lapangan kerja.

Memperhatikan luasnya benua maritim Indonesia maka pasar domestik sangat potensial dan dapat mendorong berkembangnya industri dirgantara dan industri maritim. Karena itu pernah dikembangkan sendiri pesawat terbang CN 235 dan N250 untuk membuktikan bahwa SDM Indonesia mampu menguasai mengembangkan dan menerapkan teknologi, secanggih apapun juga.

Prasarana pendidikan rendah, menengah dan tinggi bidang dirgantara berkembang secara mandiri dan pesat, demikian pula lembaga IPTEK dan lembaga riset terkait. Transfer dan pengembangan teknologi melalui suatu evolusi yang dipercepat, dengan filsafah “mulai dari akhir dan berakhir pada awal” diterapkan.

Industri penunjang juga lahir dan berlembang seiring dengan progress integrasi teknologi CN 235 dan N250. Lembaga pemerintah menjadi profesional untuk menunjang perkembangan industri yang pesat. Di samping itu, percaya diri kita sebagai bangsa juga meningkat. Pemasaran dimulai dan persiapan aktivitas purna jual juga telah bergulir.

Semuanya itu terlaksana dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan apa yang terjadi di negara maju seperti, USA, Inggris, Perancis, Jerman dan Kanada. Membuat pesawat penumpang yang memiliki sertifikasi dari USA dan Eropa lebih sukar dibandingkan dengan membuat pesawat tempur. Demikian pula terjadi dengan industri maritim, yang peran utamanya dilaksanakan oleh PT PAL.

Pengelolaan semua industri strategis tersebut diwadahi dalam organisasi BPIS, yang mengendalikan 10 perusahaan strategis dengan karyawan sekitar 48.000 orang, dan memiliki *turn-over* sekitar US\$ 10.000.000.000,--. Di mana itu semua sekarang? Mau kemana kita?

Tiap hari, manusia hanya dapat menikmati 24 jam, 1440 menit atau 86.400 detik. Tidak lebih atau kurang.

Pertanyaannya adalah:

- *Mengapa ada manusia yang hasil karyanya dalam satu detik lebih banyak dari manusia yang lain dalam satu hari, satu tahun bahkan selama hidupnya?*
- *Apakah ini yang namanya ‘takdir’ Tuhan? Bukankah manusia dibekali kemampuan berpikir?*

- *Bukankah nilai indeks budaya dan agama dalam proses berpikir manusia selalu dapat diperhatikan sebagai kendala ataupun pegangan?*
- *Bukankah tiap agama mengajarkan berpikir dalam koridor indeks nilai-nilai agama yang diyakini manusia?*
- *Mengapa? Apa penyebabnya? Bagaimana caranya berkarya dengan hasil nyata yang lebih banyak dalam satu detik?*

Hal itu berarti bahwa hasil karya nyata apa pun dalam satuan waktu tertentu dengan melalui suatu proses nilainya dapat ditingkatkan atau nilai tambahnya dapat terus dikembangkan. Nilai hasil karya tersebut ditentukan oleh pasar dan harus dapat bersaing dengan produk sejenis. Ini hanya mungkin apabila hasil karya tersebut memiliki kualitas yang lebih baik dari pesaingnya dan karya tersebut dapat dinikmati oleh pembeli sesuai jadwal. Pembeli harus dapat menikmati jaringan jasa purna jual produk tersebut, (dan seterusnya ...); nilai tambah dan kualitas produk harus dapat terus ditingkatkan dengan biaya yang menurun (dan seterusnya...). Ini berarti terjadi perubahan dan akan terus berlangsung.

Sejarah telah membuktikan bahwa hanya manusia yang berbudaya, taat pada nilai-nilai ajaran agamanya, mampu menguasai, mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi sajalah yang dapat berkembang menjadi manusia yang trampil dan unggul, karena memiliki produktivitas dan daya saing yang tinggi. Masyarakat dengan SDM yang unggul tersebut akan dapat meningkatkan dan mempertahankan peradaban yang telah dicapai, yang sejahtera, tenteram dan berkeadilan.

Untuk dapat terwujudnya keunggulan SDM tersebut dibutuhkan masyarakat yang merdeka dan bebas serta bertanggungjawab. Sangat disadari bahwa untuk mencapai kejayaan masa depan bangsa, yang harus diandalkan adalah SDM yang mampu meningkatkan nilai dari suatu produk dan pemikiran yang diperlukan pasar domestik maupun internasional, sesuai jadwal, berkualitas tinggi, dan harga yang bersaing. Ini hanya dapat dicapai jikalau teknologi tepat dan berguna -- secanggih apapun -- dapat dikuasai, dikendalikan dan dimanfaatkan.

Dalam dunia yang mengalami perubahan-perubahan begitu cepat, akan terjadi saling ketergantungan antar bangsa-bangsa, dan sekaligus persaingan. Hanya masyarakat yang

memiliki produktivitas dan daya saing yang tinggi saja yang dapat meningkatkan dan mempertahankan kualitas kehidupan dan ketentraman yang telah dimilikinya.

Hadirin yang terhormat,

Seperti sering saya tekankan, bahwa teknologi adalah rangkuman dari sejumlah disiplin ilmu pengetahuan terapan. Sedangkan ilmu pengetahuan terapan tersebut masih harus dikembangkan dari disiplin ilmu pengetahuan dasar terkait. Bagi Indonesia, dengan memperhatikan terbatasnya anggaran dan prasarana pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kendala tersedianya peneliti, maka sebaiknya teknologi tepat guna (*appropriate technology*) ditransfer atau dikembangkan melalui kerjasama dengan mitra luar negeri yang saling menguntungkan. Demikian pula berlaku untuk ilmu dasar yang diperlukan. Hanya apabila kerjasama dimaksud tidak dapat terlaksana, sementara disiplin ilmu dan teknologi tersebut sangat dibutuhkan untuk mengembangkan produk pasar domestik, maka riset disiplin ilmu dasar, ilmu terapan dan teknologi tersebut terpaksa harus dilaksanakan sendiri.

Pendidikan adalah syarat awal yang harus dipenuhi, namun belum mencukupi untuk mengembangkan sumberdaya manusia yang handal yang kita perlukan. Kita memerlukan dua faktor yang lain, yaitu: adanya pelaksanaan serta pengembangan riset dan teknologi yang berkesinambungan, serta tersedianya lapangan kerja, merupakan pelengkap mutlak. Oleh karena itu, tiga pola strategi yang berorientasi kepada kebutuhan pasar domestik dan pasar internasional, harus secara simultan dilaksanakan, yaitu: (a) Pendidikan dan Pembudayaan, (b) Pelaksanaan riset dan teknologi, (c) Penyediaan lapangan kerja. Kita bersyukur, di Indonesia faktor pendidikan telah memiliki dasar pijakan yang tepat dalam UUD. Hal yang perlu dilaksanakan adalah bagaimana menjabarkan amanah UUD tersebut dalam penyelenggaraan pendidikan dan pembudayaan secara lebih serius, terarah dan berkesinambungan, sesuai kebutuhan pasar. Namun demikian, untuk faktor pelaksanaan riset dan teknologi serta faktor penyediaan lapangan kerja, perlu segera mendapatkan perhatian lebih serius dan rinci. Prasarana dan lembaga riset dan teknologi milik pemerintah, BUMN, BUMS perlu mendapat perhatian. Demikian juga penyediaan lapangan kerja melalui pembinaan usaha mikro, kecil, menengah dan koperasi perlu lebih diperhatikan dan dibina pula. Pembinaan usaha tersebut dilakukan, baik untuk industri pertanian, industri manufaktur maupun industri prasarana ekonomi, seperti: perhubungan darat, laut dan udara, bangunan, energi, telekomunikasi, kesehatan, obatobatan dan sebagainya.

Atas dasar pertimbangan tersebut, anggaran riset dan teknologi perlu segera ditingkatkan dan perusahaan-perusahaan yang mengembangkan produk baru dan melaksanakan riset perlu

diberi insentif perpajakan dan pembinaan untuk bekerjasama dengan lembaga riset pemerintah maupun swasta milik nasional, multinasional atau asing yang ada. Arus informasi melalui teknologi informasi dan komunikasi, khususnya internet, perlu diarahkan dan dimanfaatkan.

Pasar domestik adalah satu-satunya penggerak utama pendidikan, pelaksanaan riset dan teknologi serta penyediaan lapangan kerja. Oleh karena itu adalah wajar dan bijak jikalau pasar domestik diamankan untuk membina produk dalam negeri baik perangkat keras, perangkat lunak maupun perangkat pemikiran (*hardware, software dan brainware*), dengan memperhatikan segala kendala yang ada, baik kendala internasional, bilateral maupun nasional. Hanya melalui lapangan kerja sajalah, pemerataan pendapatan, pemerataan kesempatan berkembang, pemerataan keadilan, pemerataan kesejahteraan dan pemerataan ketenteraman dapat terjadi dan terjamin.

Hadirin yang terhormat,

Demikianlah, beberapa pemikiran saya tentang kaitan teknologi dan filsafat dengan pembangunan. Semoga percikan pemikiran tersebut dapat mengilhami dan menjadi pendorong bagi segenap sivitas akademika Universitas Indonesia, khususnya bagi para mahasiswa dan peneliti, untuk mengembangkan diri dan berkarya lebih baik lagi.

Kalau dalam sejarahnya Universitas Indonesia dikenal sebagai universitas perjuangan, maka tidak berlebihan kalau saya mengharapkan bahwa universitas ini dapat menjadi pelopor bagi bangkitnya masyarakat ilmiah Indonesia sebagai ujung tombak pengembangan lptek dan tersedianya sumberdaya manusia yang berkualitas, yang akan mengantar Indonesia sebagai negara yang maju dan bermartabat di masa depan.

Dirgahayu Universitas Indonesia!

Wassalamu'alaikum w w

Bacharuddin Jusuf Habibie