

# **Ilmu dan Teknologi Berkembang Melebur (Science and Technology is melting)**

## **(Makalah Ringkas)**

**Sutiman Bambang Sumitro**  
**Jurusan Biologi FMIPA Universitas Brawijaya**

### **Sejarah Ilmu dan Teknologi**

Di awal perkembangannya ilmu (sain) dikembangkan secara terpisah dengan teknologi. Baik ilmu maupun teknologi masing-masing dikembangkan oleh komunitas peneliti yang berbeda. Mereka umumnya memiliki dasar filosofi, tujuan maupun motiv yang berbeda. Bagi seorang ilmuwan motiv utama adalah rasa ingin tahu untuk mengungkap misteri atau rahasia alam, dan akhirnya menemukan konsep-konsep yang merupakan hukum-hukum dan kaidah yang kemudian dipakai sebagai dasar pengembangan ilmu selanjutnya dan juga sebagai dasar pemikiran pengembangan teknologi. Sementara itu, seorang teknolog, umumnya memiliki motiv utama berupa rasa ingin memecahkan permasalahan yang terkait dengan kepentingan hidup manusia.

Sejarah ilmu diawali dari kegiatan proses berfikir yang melibatkan filsafat dan logika yang umumnya merupakan upaya memahami alam dan pencarian kebenaran atas pertanyaan yang terkait dengan nilai dan rahasia alam semesta. Di sini dikenal nama-nama seperti Aristoteles, Galileo, Newton, dan lainnya. Sedangkan sejarah teknologi sebaliknya berawal dari pengalaman empiris yang pada awalnya tidak memunculkan nama besar. Bila ilmu umumnya berawal dari pemikiran sekelompok kecil manusia yang melakukan proses berfikir elitis, sistematis, terstruktur serta umumnya dituangkan dalam bentuk tulisan untuk sebuah komunikasi di kalangan terbatas, teknologi justru berkembang dari pengalaman banyak orang, bersifat pengalaman dan sering diperoleh melalui hasil kegiatan coba-coba atau penemuan kebetulan sepanjang sejarah manusia. Atas dasar sifat teknologi seperti inilah maka

---

Makalah Utama dalam SEMINAR NASIONAL MIPA 2006 dengan tema "Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA serta Peranannya dalam Peningkatan Keprofesionalan Pendidik dan Tenaga Kependidikan" yang diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY, Yogyakarta pada tanggal 1 Agustus 2006

pada awal sejarahnya teknologi, yang telah dimulai ribuan tahun yang lalu, tidak mengenal ketokohan. Kita lebih banyak mengenal produk teknologi seperti pembuatan makanan atau minuman olahan, alat transportasi dan lainnya tanpa tahu siapa orang yang pertama kali sebagai pencetusnya. Tokoh-tokoh di bidang teknologi baru muncul setelah suatu era ketika teknologi dikembangkan dengan memakai landasan teori ilmiah. Kita mulai mengenal Thomas A. Edison, James Watt dan lainnya. Prinsip kerja berfikir ilmiah yang terstruktur, tertulis dan bersifat elitis telah merubah cara orang mengembangkan teknologi.

Seiring dengan sifat teknologi yang terkait dengan hajat hidup orang banyak, maka dapat dipahami bila saat ini pengembangan teknologi tidak lepas dari faktor kepentingan ekonomi. Sifat pengembangan teknologi yang semakin elitis dan keterkaitannya dengan kepentingan ekonomi memunculkan fenomena baru yaitu “paten” yang merupakan perlindungan hak pribadi seseorang untuk memperoleh keuntungan ekonomi dari hasil karyanya. Hal semacam ini adalah kecenderungan masa kini yang tidak pernah terpikirkan oleh seorang Thomas A. Edison ketika dia jatuh bangun melakukan eksperimennya untuk menemukan lampu pijar sebagai alat penerangan.

### **Ilmu dan Teknologi dua hal yang saling menopang**

Saat ini ilmu dan teknologi berkembang secara sinergis. Kalau di masa lalu sering dimunculkan pendapat bahwa teknologi baru dapat dikembangkan di atas dasar ilmu teoritis yang umumnya berupa ilmu pengetahuan murni, maka saat ini, semakin banyak perkembangan pengetahuan dasar (ilmu) yang tidak mungkin terjadi bila tidak ada dukungan teknologi. Ketika Watson dan Crick pada tahun 1953 menemukan struktur DNA, mereka sama sekali tidak pernah berfikir bahwa konsepnya tersebut akhirnya dapat menghasilkan teknologi rekayasa genetika. Sebaliknya, saat ini ilmu Biologi Molekuler yang merupakan ilmu murni sangat membutuhkan teknologi rekayasa genetika untuk mengungkap berbagai misteri kehidupan. Untuk mengukapkan berbagai fenomena misteri perkembangan embrio seperti terbentuknya organ dan jaringan, saat ini orang melakukan berbagai

eksperimen dengan memakai teknologi kultur embrio dan rekayasa transgenik. Di kala orang melakukan eksperimen ilmu pengetahuan seperti ini, tidak jarang berbagai teknologi baru diperoleh oleh peneliti sebagai hasil sampingan yang tidak terduga. Contoh lain adalah upaya orang untuk mengungkap misteri langit, saat ini telah ditemukan berbagai macam satelit yang merupakan perkembangan mutakhir dalam teknologi komunikasi.

Kenyataan ini adalah merupakan realita yang memerlukan perhatian terutama bagi para guru dan dosen ketika merancang kurikulum. Saya berpendapat mungkin akan sulit mengajarkan siswa SMU dalam pembelajaran Biologi yang secara tegas terpisah dengan Bioteknologi. Kita harus cermat terhadap perancangan kurikulum pengajaran ilmu dan teknologi agar nantinya dapat menjadi pengetahuan yang secara efektif membantu siswa dalam kehidupannya sehari-hari, selepas pendidikan. Pembicaraan bidang ilmu dan teknologi sebagai sebuah pengetahuan secara terpisah barangkali semakin tidak memberikan manfaat dengan semakin cepatnya perkembangan ilmu dan teknologi. Ilmu dan teknologi saat ini menjadi pengetahuan yang cenderung mendalam dan kompleks (rumit) selain juga semakin multidisipliner. Perkembangan biologi secara reduksi menhasilkan kajian biologi molekuler yang membutuhkan prasyarat pemahaman prima tehadap hukum-hukum kimia sampai ilmu komputer. Bahkan saat ini molekul DNA dibahas sebagai konsep "soliton". Dalam tahun-tahun belakangan, banyak penelitian berkaitan dengan gerak internal amplitudo besar DNA sampai pada kesimpulan: molekul dapat ditinjau sebagai sistem dinamika nonlinier dimana muncul gelombang soliton. Apakah gelombang soliton ini sungguh ada dalam DNA? Atau hal ini hanya contoh dari "invasi" tak benar dari pendekatan fisika ke dalam biologi? Menanggapi situasi ini barangkali lebih baik mengajarkan pentingnya dasar berfikir atau prinsip dasar bekerja secara ilmiah, disamping melatih teknik untuk memunculkan spirit melakukan inovasi seperti layaknya seseorang ketika sedang mengembangkan teknologi.

### **Saat ini pengembangan ilmu dan teknologi dikerjakan secara berkelompok**

Sejak kurun waktu dua puluh tahun terakhir, pengembangan ilmu maupun teknologi tidak lagi dikerjakan oleh orang perorang (sendirian). Perkembangan ilmu dan teknologi hanya dapat dilakukan dalam bentuk kerja kelompok dan melibatkan jaringan kerja luas dengan program kerja multi years. Hal semacam ini tidak terjadi di masa lalu ketika Benyamin Franklin membuat penangkal petir atau Curie menemukan sinar X. Penelitian secara berkelompok saat ini mutlak diperlukan karena pengembangan ilmu menuntut penguasaan teknik yang hampir tidak mungkin dikuasai oleh hanya satu-dua orang. Lain dari itu, kedalaman penelitian menuntut spesialisasi konsentrasi topik penelitian. Suatu masalah umumnya diupayakan didekati dari berbagai arah, dan selanjutnya baru akan memiliki makna nyata bila disintesakan, diperbandingkan dan konfirmasi dengan kaya orang lain. Walaupun penelitian dilakukan secara berkelompok, masing-masing melakukannya secara mandiri dan amat menghindari duplikasi atau plagiasi demi untuk memperoleh hasil yang memiliki makna konstribusi ilmiah.

Secara umum lembaga pendidikan Pasca Sarjana adalah lembaga yang sangat produktif memberikan sumbangan bagi perkembangan ilmu di mana-mana di dunia ini. Pendidikan pasca sarjana muncul sebagai kelompok peneliti dengan program payung penelitian multi-tahun dipimpin oleh seorang guru besar, dibantu beberapa orang associate dan asisten. Mahasiswa di program pasca sarjana menjadi tenaga peneliti utama yang sangat handal. Usia yang masih muda, motivasi dan idealisme tinggi membuat lembaga pasca umumnya sangat produktif. Di banyak tempat pola pendidikan pasca sarjana dengan memakai kegiatan penelitian sebagai wahana pendidikan, sangat populer. Konstribusi lembaga pasca sarjana terhadap akumulasi pengetahuan dan inovasi teknologi baru sangat nyata. Kebanyakan peneliti ternama saat ini adalah guru besar atau ilmuwan muda dengan status dosen pasca sarjana.

Contoh-contoh mutakhir peleburan ilmu dan teknologi diberikan dalam bentuk data hasil penelitian penulis di bidang ilmu hayati selama menjadi dosen di Jurusan Biologi Universitas Brawijaya. Hasil-hasil penelitian tersebut adalah hasil

kerja bersama staf dosen muda beserta mahasiswa. Pendidikan melalui kegiatan penelitian berkelompok dirasakan sangat efektif sebagai forum pembelajaran baik dosen maupun mahasiswa.

## **Daftar Bacaan**

- Albert, B., Bray, D., Lewis, J., raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 2005. Molecular Biology of the Cell (5th edition), Garland Publishing, Inc., London
- Anonymous, Jendela IPTEK, jilid 1 s/d 16. Balai Pustaka, Jakarta
- Hadi, M., and Nurlaila, I. 2006, Soliton dan DNA. Fisika LIPI, Institut Dinamika Non-linier..
- Larkin, P. 1994, Genes at work, Biotechnology. Kevin Jeans, CSIRO cataloging-in-Publication Entry
- Manning, K.R. 1983. Black Apollo of Science, the life of Ernest Everett Just. Oxford University Press. New York.
- Matiru, B., Mwangi, A., Schlette, R. 1995. Teach your best. A hand book for university lectures. Institutes for Socio-cultural Studies, University of Kassel, Germany.
- Sumitro, SB., 2005. Did you provide qualified supervision? Kuliah copendium pasca sarjana Universitas Brawijaya. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya
- Suriasumantri, J.S., 2003. Filsafat Ilmu, sebuah pengantar populer, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta