

## PERSPEKTIF PERKEMBANGAN ILMU SPESIALISASI DAN INTEGRASI

Oleh : Prof. Dr. T. Jacob  
Guru Besar pada F. Kedokteran UGM

### Evolusi Ilmu Pengetahuan

Sebagai suatu intitusi budaya ciptaan manusia, ilmu pengetahuan juga berevolusi. Ia muncul dari pengalaman dan kesimpulan manusia tentang dirinya dan alam sekitarnya. Ia terpesona dan takut melihat keteraturan dan penyimpangan dalam peristiwa-peristiwa alam dan mencoba menerangkannya atau mencegahnya. Ia ingin tahu tentang lingkungan tempat ia hidup dan mencari makan untuk dimanfaatkannya. Dengan demikian ilmu pengetahuan muncul dari pengetahuan rakyat tentang manusia dan lingkungannya sebagai pendahulu ilmu pengetahuan.

Sesudah menjadi ilmu pengetahuan dalam abad-abad belakangan, ia terus tumbuh dan berkembang, lalu mereproduksi diri. Dalam evolusi selanjutnya ia berusaha bertahan hidup dengan mengalami kontinuitas dan perubahan. Kontinuitas dengan sedikit perubahan dapat terjadi pada periode tertentu, sehingga tampaknya ilmu pengetahuan tidak berkembang; ia tertegun (**arrested**). Pada saat-saat lain perubahan yang banyak terjadi, sehingga kelihatannya ada loncatan. Biasanya perbedaan antara kontinuitas dan perubahan tidak mencolok.

Ilmu pengetahuan dapat mengexplorasi zona baru dengan ditemukannya daerah baru, alat baru, organisme baru atau fenomena baru. Akibatnya ilmu pengetahuan mengalami radiasi adaptis, berkembang dengan pesat ke segala jurusan yang mungkin. Ilmu pengetahuan juga berkembang dengan ramifikasi, terjadinya cabang-cabang baru yang selanjutnya dapat menjadi disiplin baru. Beberapa cabang kemudian dapat bergabung kembali menjadi satu ilmu baru, yang mengexplorasi daerah perbatasan yang biasanya tidak bertuan dan tidak disentuh, dan oleh karena itu sangat produktif.

Evolusi ilmu pengetahuan dapat berlangsung menurut kecepatan dan percepatan yang berbeda. Dalam tahun-tahun belakangan misalnya kemajuan genetika pesat sekali dan informasi yang dihasilkannya melipat

dua setiap tahun. Kecepatan dapat berubah dari masa ke masa. Percepatan perubahan karena adanya rangsang dan kebutuhan. Selanjutnya skala perubahan dapat berbeda, sehingga dapat terjadi mikro sampai mengevolusi. Revolusi dalam ilmu pengetahuan merupakan evolusi paradigmatis, yang mempengaruhi pola pikir dalam berbagai disiplin. Misalnya teori Darwin-Wallace mempengaruhi biologi pada umumnya, agama, filsafat, sosiologi, ekonomi, politik, antropologi, psikologi, ekologi dan demografi.

Evolusi dapat berakhir dengan kepunahan. Ada cabang-cabang ilmu pengetahuan yang mati, dan sebabnya bermacam-macam, misalnya karena tidak mempunyai dasar-dasar ilmiah yang kuat atau **teori-teorinya dikalahkan oleh teori lain**. Teori sendiri mengalami evolusi pula. Sebuah teori kadang-kadang mati bersama dengan penciptanya. Ilmu atau cabangnya yang sudah kurang produktif ditinggalkan, tetapi kemudian dapat bangkit kembali dalam bentuk lain karena ada penemuan penemuan baru yang memberi sorotan dan wawasan baru.

### **Spesialisasi**

Ilmu pengetahuan selain diperluas, juga diperdalam oleh karyawan-karyawannya; dengan demikian timbul suatu subdisiplin yang akhirnya dapat menjadi disiplin yang berdiri sendiri. Sejalan dengan itu dalam profesi ilmiah terjadi subspecialisasi, yang makin memperdalam ilmu pengetahuan ke arah mikro, sehingga orang makin tahu lebih banyak tentang yang makin sedikit; karyawannya menjadi *exper* (pakar). Dua atau lebih subspecialisasi dapat bertemu dan bekerja sama, oleh karena persamaan dalam tingkat. (**niveau, level**) system atau objek yang diselidiki atau cara menyelidikinya.

Spesialisasi dimungkinkan, oleh karena manusia dapat menelaah satu aspek saja pada satu soal, terutama pada tahapan analisis. Sebetulnya kemampuan ini timbul dengan munculnya primat, yang dapat memetik sesuatu dari lingkungannya dengan tangannya yang dapat menggenggam, dapat melihat ruang dan mempunyai koordinasi mata-tangan yang baik, sehingga ia dapat mengamati sesuatu diluar kontex atau terlepas dari benda induknya yang utuh. Pendekatan parsial ini dikembangkan dengan baik oleh ilmu pengetahuan Barat. Orang dapat meme-

cahkan banyak hal dengan memecahkan soal sepotong-sepotong daripada memajukan pertanyaan besar dan mencoba menjawabnya sekaligus.

Akibatnya ada beberapa. Pertama, ahli-ahli akan lebih mudah bekerja, karena ia dapat mengikuti perkembangan dalam bidang yang sempit dengan lebih baik, sebab explsi informasi ilmiah tidak memungkinkan kita lagi mengikuti sebagian besar, apalagi semua, publikasi yang diterbitkan, secara berkala. Peralatan dalam bidang yang sempit juga dapat mengkhusus dan mahal. Di tempat terpencil subspecialisasi sukar berkembang, karena ahlinya sedikit, tidak cukup untuk membangkitkan sesuatu yang berarti.

Kedua, masalah dan manusia sendiri terfragmentasi, terjadi **demontage**, manusia dilihat sepotong-sepotong, tidak seutuhnya lagi. Untuk memahami seluruh persoalan harus kita lakukan *synthesis* beberapa bidang, suatu pekerjaan yang tidak mudah. Tetapi ada orang-orang yang khusus memperhatikan masalah ini, dan para spesialis sendiri pada tahapan tertentu **cerrierenya** ada yang memperhatikan pekerjaan *synthetic* ini. Dalam satu subspecialisasi pun perlu ada *synthetic*, karena ilmu pengetahuan alam dikembangkan dengan meletakkan batu bata demi batu bata (**Bausteinwissenschaft**), sampai akhirnya menjadi tembok dan bangunan.

Ketiga, adalah pendidikan ilmu pengetahuan. Jumlah mata kuliah bertambah dan untuk mengatasinya ada diusahakan pengajaran terpadu (**integrated teaching**) atau pengajaran yang **problem-oriented**. Cara lain adalah dengan memakai *system* kredit dan kuliah dapat diambil di berbagai fakultas. Yang menyusahkan di sini adalah pembagian "dua budaya" (IPA-IPS) atau sub jurusan A1-5 di SMA, karena sejak dini pelajar telah terkotak-kotak dalam spesialisasi dan sukar diintegrasikan kembali, walau dengan studi *generalia*. Usaha-usaha untuk menerima lulusan IPS ke fakultas IPA mengalami hambatan-hambatan. Dalam pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia, ilmu-ilmu dasar umum dan ilmu-ilmu dasar profesi terbelah, sehingga jaringan ilmu pengetahuan tidak utuh, ditambah pula pengembangan darma keempat yaitu **konsevasi**, yang juga terabaikan.

Beberapa bidang sudah sejak awalnya bersifat multi disiplin, misalnya antropologi, arkelogi, ekologi, de-

mografi dll. Dalam bidang penelitian banyak bidang yang harus ditangani secara multidisipliner atau interdisipliner untuk memahami persoalan yang akan dipecahkan. Dalam hal ini ahli-ahli perlu mengetahui serba sedikit tentang bidang lain, terutama pemimpin penelitiannya. Dalam komunikasi ilmiah dapat diadakan integrasi dengan symposion atau diskusi podium (panel), atau berkala interdisipliner.

Akibat keempat adalah reduksionisme. Dari bagian-bagian terkecil pada tingkat system yang rendah ingin diambil kesimpulan tentang tingkat system yang tinggi. Juga ada kecenderungan untuk mendasarkan kesimpulan pada monokausalitas, satu sebab dianggap mesti menimbulkan satu akibat. Penalaran menjadi sejalur (**one-track**), padahal pada tingkat atas timbul **emergents** (struktur atau fungsi baru yang muncul) karena **shred-out** (pembagian kerja), dan alan sesungguhnya sangat kompleks, sehingga sebab dan akibat itu multiplex dan berjal-jalin.

### **Perkembangan Ilmu Pengetahuan**

Di waktu akhir-akhir ini ahli-ahli bertambah banyak dibandingkan dengan pada awal abad ini. 90% ahli yang pernah ada, masih hidup sekarang. Lulusan universitas bertambah banyak, dan makin banyak di antaranya yang bekerja dalam pengajaran dan penelitian. Penelitian makin merupakan pekerjaan regu, sehingga, terutama dalam bidang biomedis lanjutan umpamanya, sukar dicari karya individual, kecuali dalam subdisiplin tertentu. Dalam bidang klinik kedokteran di Amerika Serikat misalnya rata-rata peneliti 8 orang per karangan, Autoritas seseorang sekarang jarang sebesar dahulu. Jumlah ahli melipat dua dalam 5-15 tahun, di negara-negara ambang lebih cepat daripada di negara yang sudah mapan.

Perhimpunan ilmiah juga bertambah banyak seiring dengan perkembangan bidang. Ada perhimpunan untuk bidang antara, dan ada pula untuk suatu masalah yang bersifat multidisipliner, dan ada lagi perhimpunan yang memakai instrumen yang sama. Lembaga ilmiah pun meningkat jumlahnya, baik untuk pengajaran, penelitian ataupun konservasi. Semua itu menambah jumlah peneliti, bidang penelitian, objek dan kegiatan penelitian. Dana penelitian di dunia umumnya bertambah, meskipun porsi

yang besar dipakai untuk penelitian militer. Dana konservasi di negara maju juga banyak meningkat untuk berbagai museum dan pelestarian sumber ilmiah yang lain.

Informasi yang dihasilkan luar biasa banyaknya, meliputi duasetiap 15 tahun, jauh lebih cepat daripada berbagai aspek kehidupan yang lain. Paling kurang ada 75.000 berkala ilmiah di dunia sekarang dan tiap-tiap tahun diproduksi lebih dari 1,2 juta karangan ilmiah. Di samping itu diterbitkan lebih dari 160.000 buku setahun. 40 tahun yang lalu seorang ahli dapat membaca semua karangan penting dalam bidangnya, sekarang mengikuti perkembangan dalam subdisiplinnya saja sukar. Sekarang kalau mau tidak ketinggalan kita harus mengikuti minimum 10 berkala, 2 diantaranya dalam subbidang kita sendiri, dan 4 diantaranya harus langganan. Untuk menghadapi kesukaran ini kita harus mempunyai hubungan pribadi dengan lembaga-lembaga terkemuka untuk memantau perkembangan di garis depan, mengikuti pertemuan ilmiah dan bertukar pikiran dengan teratur dengan rekan-rekan sebidang. Semua itu sulit di negara yang kurang maju, lebih-lebih dalam bidang yang tidak populer, oleh karena masyarakat ilmiah yang belum ada atau belum mantap. Kesukaran dapat diperkecil dengan perpustakaan separata dan hubungan **on-line** dengan pusat dokumentasi. Semuanya mahal dan tiap tahun bertambah mahal lagi, karena semuanya berada di negara-negara industri yang menguasai informasi, teknologi dan bahasa.

Beberapa negara yang baru maju mengadakan perpustakaan yang lengkap pada tingkat nasional, fasilitas **on-line information**, dan imbalan yang cukup bagi karyawan ilmiah untuk memelihara kualitasnya dengan cuti sapta, kredit bebas bunga untuk menghadiri pertemuan ilmiah, dan penghasilan yang memadai untuk tingkat bekerja penuh di satu tempat saja. Hasil yang diperoleh ternyata lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan.

Di Indonesia pusat-pusat perkembangan ilmu pengetahuan timbul berupa sumbu atau segitiga penting, seperti sumbu Jakarta-Bogor-Bandung (termasuk Serpong dan Sumedang), segitiga Yogyakarta-Semarang-Surakarta (termasuk Magelang, Salatiga dan Klaten), sumbu Surabaya-Malang, dan di masa depan diluar pulau Jawa dapat tumbuh misalnya Medan, Ujungpandang dll.

## Integrasi

Oleh karena kita tidak dapat memperoleh gambaran seutuhnya tentang sesuatu akibat pendekatan parsial melalui spesialisasi yang makin lanjut, maka berbagai upaya dilakukan orang untuk mengatasinya. Di antaranya:

1. **Studi multidisipliner.** Berbagai masalah dilihat dari berbagai sudut, sehingga mendapat gambaran total, baik horizontal maupun vertikal, dengan perkataan lain dalam kaitannya dengan bidang lain dan pada berbagai tingkat pengamatan.
2. **Studi interdisipliner.** Dalam hal ini kita memperoleh gambaran tentang soal-soal yang terletak diantara 2 bidang ilmu mengenai suatu masalah. Bidang ini biasanya terabaikan, karena kekuatiran masuk dalam teritorium ahli lain.
3. **Studi transdisipliner.** Kita melihat sesuatu sampai melewati batas suatu disiplin sehingga pengaruh dan kaitannya kelihatan dan persoalannya dapat dipahami oleh orang diluar bidang itu dan orang awam.
4. **Studi holistik.** Suatu hal dilihat dalam konteks yang luas, makro dan dari tingkat atau hierarki, tidak dari dalam atau dari tingkat bawah, walau aspek-aspek ini juga menjadi pertimbangan. Misalnya dalam **Ganzheitsmedizin** pasien dilihat sebagai individu serta anggota keluarga dan masyarakat dan dalam ekosistemnya, tidak hanya sel atau organnya yang sakit, yang dapat diukur lebih teliti.
5. **Wawasan evolusioner.** Dengan paradigma evolusi kita melihat sesuatu dari kejadiannya, perkembangannya, keadaannya sekarang, mekanisme proses yang ditempuh, adaptasinya dan kemungkinannya di masa yang akan datang. Dipelajari pula metaevolusi, autoreferensi dan autotransedensi. Sesuatu ditinjau sebagai proses dalam ruang dan waktu yang berawal dan berkelanjutan.
6. **Synergisma dan interaksionisme.** Masalah dilihat sebagai proses dinamis dengan berbagai faktor dan benda berinteraksi dalam jaringan yang kompleks dan faktor-faktor yang synergistis menghasilkan kebaruan dan perubahan serta pemantapan.

7. **Theori system dan kybernetik.** Masalah atau struktur dilihat sebagai system yang terdiri atas subsystem yang memproses materi/energi dan informasi sebagai umpan (**input**), olahan (**throughput** atau **withinput**) hasil (**output**) dan umpan balik (**feedback** atau kontrol) Didalam system hayat yang terbuka ada persamaan-persamaan dalam berbagai tingkat system, meskipun pada tingkat yang lebih tinggi timbul munculan-munculan baru (**emergents**), karena organisasinya makin kompleks dengan terjadinya differensiasi fungsi (shred-out). Kalau kita bergerak ke atas dalam hierarki system hayat kita memerlukan lebih banyak IPS, persoalan makin kompleks, holistik, sedangkan kalau kita bergerak ke bawah kita membutuhkan IPA, persoalan makin simplex dan reduksionistis.

## Penutup

Semenjak diciptakan ilmu pengetahuan telah berhasil membantu manusia dalam memahami alam, termasuk dirinya, dan dalam menyesuaikan dirinya dengan lingkungan dengan dirinya. Banyak sekali soal yang telah dapat dijawabnya dengan mempergunakan ilmu pengetahuan, dan ia masih terus berusaha menggeser batas pengetahuannya kearah yang tidak diketahui (**unknown**) dan yang tidak mungkin diketahuinya (**unknowable**). Dalam proses itu ilmu pengetahuan berkembang dengan bercabang-cabang dan beranting-ranting.

Ramifikasi dan differensiasi ini berakibat objek ilmiah makin fragmentaris, sehingga perlu upaya-upaya integrasi untuk memahami realita total. Berbagai cara ditempuh dengan mempergunakan teori-teori dan hukum-hukum yang dapat diterapkan transdisipliner dan transsystem. Dalam perkembangan ilmu pengetahuan faktor waktu masuk dan symmetri pecah dan ruang makin memegang peranan, bersama dengan subjektivitas, terutama dalam aplikasinya dalam lingkungan alamiah dan budaya. Tetapi dengan upaya synthetis dan integratif, ilmu pengetahuan makin berani mengajukan pertanyaan-pertanyaan besar yang dahulu hanya diajukan oleh agama misalnya.