

Pengertian Ilmu Pengetahuan, Kebudayaan, Teknologi dan Moralitas

a. Pengertian Ilmu Pengetahuan

Pengetahuan atau *knowledge* adalah hal tahu atau pemahaman akan sesuatu yang bersifat spontan tanpa mengetahui seluk beluknya secara mendalam. Ciri pengetahuan adalah tidak terbuka usaha bantahan atas dasar pengamatan dan pemeriksaan. Sedangkan ilmu pengetahuan atau *science* adalah ilmu pengetahuan yang bersifat metodis, sistematis, dan logis. Metodis maksudnya pengetahuan tersebut diperoleh dengan menggunakan cara kerja yang terperinci, dan telah ditentukan sebelumnya; metode itu dapat deduktif atau induktif. Sistematis maksudnya pengetahuan tersebut merupakan suatu keseluruhan yang mandiri dari hal-hal yang saling berhubungan sehingga dapat dipertanggung jawabkan. Logis maksudnya proposisi-proposisi (pernyataan) yang satu dengan yang lainnya mempunyai hubungan rasional sehingga dapat ditarik keputusan yang rasional pula.

Ilmu pengetahuan ini menurut ahli ilmu pengetahuan Karl Raimund Popper dalam bukunya *The Logic of Science Discovery* (1959) mempunyai ciri khas dapat dibantah (*critizable* dan *refutable*) atas dasar pengamatan dan pemeriksaan; maksudnya terbuka untuk dibantah kendati mungkin akan tetap bertahan.

Proses sistematisasi pengetahuan menjadi ilmu pengetahuan biasanya melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- 1) Tahap perumusan pertanyaan sebaik mungkin,
- 2) Merancang hipotesis yang mendasar dan teruji,

- 3) Menarik kesimpulan logis dari pengandaian-pengandaian,
- 4) Merancang teknik mentes pengandaian-pengandaian,
- 5) Menguji teknik itu sendiri apakah memadai dan dapat diandalkan,
- 6) Tes itu sendiri dilaksanakan dan hasil-hasilnya ditafsirkan,
- 7) Menilai tuntutan kebenaran yang diajukan oleh pengandaian-pengandaian itu serta menilai kekuatan teknik tadi,
- 8) Menetapkan luas bidang berlakunya pengandaian-pengandaian serta teknik dan merumuskan pertanyaan baru.

b. Pengertian Teknologi

Pengertian Teknologi sebenarnya berasal dari kata Bahasa Perancis yaitu “La Technique” yang dapat diartikan dengan “Semua proses yang dilaksanakan dalam upaya untuk mewujudkan sesuatu secara rasional”. Dalam hal ini yang dimaksudkan dengan sesuatu tersebut dapat saja berupa benda atau konsep, pembatasan cara yaitu secara rasional adalah penting sekali dipahami disini sedemikian pembuatan atau pewujudan sesuatu tersebut dapat dilaksanakan secara berulang (repetisi).

Berbeda kalau kita membahas tentang suatu produk-seni yang mana proses pembuatannya dilaksanakan secara intuitif jadi tidak secara rasional, sedemikian sehingga karya seni tersebut tidaklah dapat dikategorikan sebagai suatu produk teknologi. Kalau bahasan wacana ini dikembangkan secara lebih jauh maka kata Teknologi ini biasanya mempunyai pasangan kata yang populer yaitu Science, jadi pasangan kata Science dan Teknologi. Sesungguhnya kata Science ini lebih

dekat dengan jawaban kata "WHY", selanjutnya kata Teknologi dilain pihak sangat dekat dengan pengertian kata jawaban dari "HOW".

Adapun pengertian teknologi menurut Pasal 1 ayat 2 Undang-undang nomor 18 tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi adalah cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan dan peningkatan mutu kehidupan manusia. Dengan demikian pengertian yang ditentukan oleh undang-undang tersebut sejalan dengan DIKTI yang mengemukakan bahwa Teknologi merupakan ilmu terapan yang telah dikembangkan lebih lanjut meliputi perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*Software*) dan pengembangan lebih lanjut ilmu terapan tersebut dilakukan melalui kegiatan penelitian dan pengembangan sebagaimana diungkap di atas.

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Dari Masa ke Masa

1) Zaman Purba

Zaman ini mencakup zaman batu yang meliputi masa antar empat juta tahun sebelum Masehi sampai kira-kira 20.000/10.000 tahun sebelum Masehi; dan rnsa setelah itu hingga kira-kira tahun 600 sebelum Masehi. Pada zaman batu ditemukan bahan-bahan:

- a. Alat-alat dari batu dan tulang;
- b. Tulang-belulang hewan;

- c. Sisa-sisa dari beberapa tanaman;
- d. Gambar dalam gua-gua;
- e. Tempat-tempat penguburan;
- f. Tulang-belulang manusia purba.

Masa 15.000 hingga 600 sebelum Masehi merupakan masa lanjutan dari zaman batu. Pembatasan waktu yang dilakukan tidaklah merupakan pembatasan yang tajam, melainkan hanya kira-kira dan dimaksudkan untuk memberikan ancar-ancar dan dasar pemikiran. Dalam sejarah pada umumnya, dan sejarah ilmu pengetahuan pada khususnya, semua menjalar tanpa ada batas yang tegas, segalanya menjalar secara berkesinambungan ke semua arah, dan hanya di sana-sini dalam arus tersebut terjelma konsentrasi yang cukup kuat untuk dapat diperhatikan secara khusus.

Dengan adanya kemampuan menulis, peristiwa dapat segera dicatat, sehingga kesalahan dapat diperkecil sekecil mungkin. Dengan adanya tulisan ilmu pengetahuan dapat disampaikan oleh generasi ke generasi. Akibat tulisan ditemukan maka kemajuan yang dicapai dalam jangka waktu kurang lebih 10.000 tahun ini besar sekali, jauh lebih besar daripada yang ditunjukkan zaman batu, yang berlangsung kurang lebih dua juta tahun. Sebagai bukti dapat disebutkan terjelmanya kerajaan besar Mesir, Sumeria, Babylon, Niniveh, juga di India dan Cina.

Di samping kemampuan menulis, sejajar dengan itu dikenal kemampuan berhitung. Seperti halnya dalam penyusunan abjad, dalam hal kemampuan berhitung ini kita jumpai proses abstraksi terhadap suatu soal yang sama diantara

soal-soal yang berbeda-beda satu dari yang lainnya. Hasil analisis abstraksi ini adalah bilangan satu-dua-tiga, dan seterusnya, yang kesemuanya disebut *system of natural numbers*.

Kemampuan menulis, apalagi dengan abjad, dan kemampuan menghitung dengan *natural system* merupakan kemajuan yang amat besar artinya. Tanpa diketemukan cara menulis dan berhitung, kemajuan zaman sekarang tidak mungkin akan tercapai. Dengan kemampuan menulis dan berhitung sebagai landasan, timbul berbagai kemungkinan baru. Misalnya banyak peristiwa dan penemuan lainnya dapat dicatat secara terus menerus, terjadilah proses pengumpulan data dan penambahan pengetahuan, yang berlangsung dengan lebih cepat dari zaman sebelumnya. Diantara catatan tersebut yang langsung berhubungan dengan ilmu pengetahuan adalah catatan mengenai perbintangan, yang kemudian berkembang kearah astrologi dan astronomi.

Di samping itu timbul tenggelamnya matahari, perubahan bentuk bulan-yaitu dari bentuk sabit ke bentuk purnama dan kembali ke bentuk sabit – serta ”tahun surya” dan ”tahun bulan” merupakan penemuan tentang siklus, periodisasi, dan jangka waktu, yaitu soal-soal yang ”abstrak”, seperti halnya abjad dan *natural numbers*. Berdasarkan penemuan-penemuan tersebut diatas disusun suatu kalender sebagai pedoman waktu untuk mengatur kehidupan ritual, kehidupan biasa pada umumnya dan pekerjaan sehari-hari.

Di samping pokok-pokok tersebut dan berdasarkan pokok-pokok tersebut timbul sejumlah penemuan dan perkembangan lain. Misalnya Phytagoras menemukan bahwa segitiga dengan unit tiga, empat dan lima adalah segitiga siku-

siku. Perundang-undangan raja ditulis dan bagian-bagian tulisan tersebut ditemukan di berbagai tempat pada zaman sekarang ini. Juga penemuan logam, dan perdagangan tidak hanya tukar menukar barang tetapi juga dengan perhitungan harga serta uang logam, dan lain sebagainya.

2) Zaman Yunani-Romawi

a. Masa 600 sebelum Masehi sampai 200 sesudah Masehi

Zaman ini biasanya disebut zaman Yunani, oleh karena bangsa Yunani memberikan corak baru pada ilmu pengetahuan yang mendasarkan “*receptive miand*”, dan karena dalam masa tersebut bangsa Yunani merdeka serta mempunyai kerajaan-kerajaan sendiri.

Setelah tahun 300 sebelum Masehi sampai kira-kira 200 Masehi, perkembangan ilmu pengetahuan tetap dipelihara oleh orang-orang Yunani.

Dalam lapangan ilmu pengetahuan empiris yang berdasarkan sikap *receptive attitude* atau *receptive mind*, terjadi perubahan yang besar, dan perubahan itu dianggap sebagai dasar ilmu pengetahuan modern. Perubahan tersebut dilandaskan pada sikap atau jiwa bangsa Yunani yang tidak dapat menerima pengalaman-pengalaman tersebut secara pasif-reseptif, karena bangsa Yunani memiliki *an inquiring attitude, an inquiring mind*.

Untuk menggambarkan perubahan-perubahan yang terjadi itu akan jelas kalau kita menelusuri sejumlah tokoh filsafat Yunani seperti Thales (624-548 BC), Pythagoras (580-500 BC), Socrates (470-339 BC), Plato (427-347 BC), dan

Aristoteles (348-322 BC). Thales dianggap sebagai orang pertama yang mempertanyakan dasar dari alam dan isi alam ini.

Setelah Thales muncul ahli filsafat yang bernama Pythagoras yang penemuannya dapat disebutkan mencakup: Hukum atau dalil Pythagoras yaitu $a^2 + b^2 = c^2$ yang berlaku bagi segitiga siku-siku dengan sisi a dan b serta hypotenusa c, sedangkan jumlah sudut dari suatu segitiga siku-siku sama dengan 180^0 .

Tokoh selanjutnya adalah Socrates yang tidak meninggalkan tulisan karya ilmiah sendiri tetapi disusun dan ditulis oleh Plato. Socrates mencari kebenaran dengan metode "kebidanan" artinya mengadakan dialog, atau bertanya pada orang lain sampai orang lain tersebut menemukan jawaban atas soal yang diajukan sendiri.

Sedang Plato di samping terkenal sebagai filsuf yang melahirkan gagasan tentang dunia "Ide", juga memperhatikan ilmu pasti yang melahirkan matematis menjadi dasar pemikirannya sehingga dalam Akademinya, orang yang tidak mempelajari matematika tidak dapat diterima. Sejak plato pula pelajaran matematika menjadi pelajaran wajib dalam pendidikan. Keterikatan Plato pada kesempurnaan ide dan kepastian matematis menyebabkan dia lebih memusatkan penelitian pada cara berpikir daripada apa yang dapat dialami atau ditangkap oleh pancaindera dengan kata lain dia menjadi empirisme.

Aristoteles, filsuf dan guru dari Iskandar Agung serta murid Plato, tidak mengikuti sepenuhnya gagasan Plato. Dia dapat dikatakan tokoh yang pertama kalinya menuliskan semua karyanya dalam bentuk buku-buku. Dari sekian banyak

bukunya yang paling penting dalam bukunya dengan ilmu pengetahuan adalah: logika, biologi, metafisika.

Setelah Aristoteles masih ada sederetan tokoh filsafat dan ahli ilmu pengetahuan Yunani lainnya. Misalnya Eukleides, seorang tokoh ilmu pasti. Sumbangannya yang utama adalah penyusunan ilmu ukur bidang datar, yang sampai sekarang masih diajarkan di sekolah menengah pertama dan sekolah lanjutan atas. Kemudian Apollonius (265-190 BC) mempelajari potongan kerucut bidang datar, dan dengan demikian disusun dengan sistematis antara titik, lingkaran, elips, parabola dan hiperbola. Hukum-hukum tentang potongan itu dapat ditemukan dengan cara ilmu ukur. Tokoh yang lebih terkenal adalah Archimedes (287-212 BC) yang mempelajari soal-soal matematika, fisika dan mekanika serta menerapkan penemuannya dalam usaha menemukan alat-alat.

Aristarchus (310-230 BC) adalah orang pertama dan secara tegas eksplisit menerangkan bahwa bumi berbentuk bulat, berputar sendiri sambil mengelilingi matahari.

Setelah Aristarchus munculah Hipparchus (161-126 BC) yang menolak pandangan heliosentris dan memperkuat pandangan geosentris. Pendapatnya memang disertai bukti-bukti yang meyakinkan saat itu dan semakin kokoh lagi setelah Ptolameios yang juga ahli astronomi dan geografi menambahkan keterangan-keterangan baru. Sejak Ptolameios hampir dapat dikatakan zaman Yunani tidak ditambah tokoh-tokoh pengetahuan baru sampai memasuki masa kekuasaan Romawi.

b. Zaman Kekuasaan Romawi

Bangsa Romawi mencapai puncak kekuasaan mulai sekitar tahun 27 BC sampai pada akhirnya runtuh pada tahun 476 untuk bagian Barat dan tahun 1453 untuk bagian Timur. Dalam masa kekuasaan Romawi itu, ilmu pengetahuan memang tidak maju pesat, kendati bangsa Romawi sangat maju dalam bidang politik, militer, perdagangan, pelayaran, sistem pengairan, jalan raya dan tentu hukum. Ilmu hukum memang sangat dikembangkan, tetapi ilmu pengetahuan lainnya hanya berpegang pada karya-karya Aristoteles tanpa banyak mengadakan perubahan.

Untuk beberapa abad lamanya ilmu pengetahuan tidak mengalami kemajuan yang berarti hingga tahun 1300an dan sering dikatakan Eropa masuk dalam masa kegelapan. Baru ketika perang salib berkecamuk maka terjadi perubahan, dimana banyak sarjana dari Romawi Timur yang melarikan diri ke Eropa Barat karena Istanbul direbut Islam. Eropa memasuki zaman Renaissance, abad pertengahan.

Abad pertengahan yang terjadi antara tahun 500 hingga awal 1500 merupakan abad gelap bagi Eropa karena hampir dalam segala bidang kehidupan mengalami kemacetan atau bahkan kemunduran. Terutama abad ke-5 hingga abad ke-12 dalam bidang ilmu pengetahuan tidak mengalami kemajuan.

Bagian kedua dari abad pertengahan yaitu antara abad ke-11 awal abad 15 lebih cerah sedikit dibanding pada masa awal. Pada bagian kedua ini berkat perang salib, ilmu pengetahuan dari dunia Islam dibawa masuk ke Eropa dan kemudian dikembangkan lebih lanjut di Eropa. Oleh karena itu perlu disinggung

perkembangan ilmu pengetahuan di dunia Islam, yang kemudian disebarkan dan masuk ke Eropa. Dunia Islam banyak mewarisi ilmu pengetahuan dan filsafat Yunani, tetapi tidak hanya mempertahankan melainkan juga mengembangkan di dunia Arab tanpa pengaruh dunia Yunani. Dalam bidang matematika, banyak membuat kemajuan kendati aljabar dan geometri masih digabungkan. Bila Alkharizmi berhasil menyusun buku aljabar yang menjadi buku standar untuk beberapa abad lamanya di Eropa, maka Omar Khayam selain ahli astronomi juga ahli matematika dan berhasil memperluas persoalan-persoalan aljabar menjadi empat hubungan (*tetranomial*) dengan menambahkan pangkat dua yang sebelumnya tidak diketahui. Dia juga menemukan soal matematika yang sukar dipecahkan, yaitu bilangan A pangkat tiga ditambah bilangan B pangkat tiga, yang tidak mungkin sama dengan bilangan C pangkat tiga.

Sedang astronomi yang sangat dijunjung tinggi di masyarakat Islam mengalami kemajuan lebih dari yang dicapai Ptolomeos. Battani (928) dan Biruni (973-1048) mengadakan koreksi terhadap sejumlah pandangan Ptolomeos, antara lain tentang garis edar bumi, harga tahap-tahap pergantian siang dan malam. Mereka berdua juga menetapkan garis lintang bumi yang membentang dari utara-selatan, serta dipastikan jarak garis lintang satu ke yang lain selebar 56.75 mil Arab

Di dunia Islam juga dikembangkan *alkimia*, kendati kebanyakan diantara penemuannya berdasarkan percobaan yang sering mirip dengan percobaan *trial* dan *error*. Percobaan-percobaan tadi didorong oleh keinginan untuk "membuat logam emas" yang sangat berharga dalam zaman itu. Berbagai macam bahan

dicampur, dimasak dan sebagainya. Percobaan demikian merupakan percobaan kimia, dalam bahasa Arab disebut *alkimia*, dan permulaan ilmu kimia zaman modern ini. Tokoh yang pantas disebut di sini adalah Jabir Ibnu Hayyan (760) yang membuat klasifikasi penting yaitu: 1) benda-benda yang mudah menguap seperti sulfur, arsenic; 2) kumpulan benda logam dan 3) benda-benda yang tidak masuk golongan 1 dan 2, sedangkan Al Razi (850-925) banyak mengadakan percobaan kimia yang menghasilkan proses-proses penyulingan, pendinginan, pelarutan, kristalisasi, penguapan dan perembesan.

Sedangkan bidang kedokteran sangat dikembangkan oleh Al Razi yang dalam *Liberdede pentitiencia* (latin) berhasil membedakan campak dari cacar, dan Ibn Sina (Avicena) (980-1037) mengarang buku *Canon Of Medicine* yang berpengaruh besar pada ilmu kedokteran di zaman skolastik. Dalam bukunya *Comentari on the Anatomy in the Ibn Sina* yang ditulis Ibn Al-Nafis, dikatakan bahwa darah mengalir dari serambi kanan jantung lewat pembuluh darah ke paru-paru dan setelah tercampur dengan udara lalu ke serambi kiri jantung.

Disamping Ibn Sina sebagai ahli kedokteran, dia juga ahli filsafat yang mencoba menggabungkan ajaran Aristoteles dengan pemikiran *neoplatonisme*. Ahli filsafat yang lain adalah Ibn Rushd (1126-1198) dengan nama latin *Averoes*. Dia banyak menulis komentar dan menterjemahkan karya Aristoteles.

Di dunia Islam juga telah dikenal mekanika dan optika. Tokoh mekanika adalah Ibn Khosraw (1003-1089) dan Al Kazini yang sudah tahu bagaimana menentukan berat jenis berbagai macam logam seperti emas, perak dll. Sedangkan tokoh optika adalah Ibn Al-Haitham (965-1039) yang sudah dapat

membuat cermin cembung dan cekung untuk pelajari sifat-sifat pembiasan cahaya.

Penemuan-penemuan di dunia Islam di atas ternyata dibawa ke Eropa selama dan setelah perang salib, seakan menjadi bahan bakar baru bagi dunia ilmu pengetahuan barat yang telah kehabisan tenaga selama abad pertengahan. Setelah berakhirnya perang salib dunia barat memasuki zaman modern, yang dimulainya dengan zaman *Renaissance*. Pada bagaian kedua abad pertengahan ini terjadi kemajuan pesat dalam bidang filsafat yang tak boleh di lupakan yang kemudian terkenal dengan aliran *Thonisme*. Thomas Aquinas (1225-1274) banyak mengembangkan filsafat Aristoteles lewat karya-karya yang telah dikembangkan oleh Ibn Rushd, disamping itu juga dia seorang ahli teologi yang terkenal antara lain dengan buku-bukunya *Summa Contra Genties*, *Summa Gheotolae*, dan *de unitate intellectus*, *sontra after roistas*, melawan pengikut-pengikut Ibn Rushd disamping Thomas masih ada sederetan filsuf lain seperti Albertus Agung (1205-1280), Yohanes Scotus (1266-1308),

3) Zaman Modern

a. Zaman Renaissance

Sejarah ilmu pengetahuan modern yang dimulai sejak zaman *Renaissance*. Untuk abad ini kita dapat mulai lebih dahulu dengan Roger Bacon (1214-1294). Ia berpendapat bahwa pengalaman menjadi landasan utama untuk permulaan, dan merupakan ujian terakhir bagi semua pengetahuan dan ilmu pengetahuan. Matematika merupakan syarat mutlak untuk mengolah semua pengetahuan.

Dengan pernyataan demikian Bacon meninggalkan pendapat zamannya, yang biasanya hanya menganalisis cara pemikiran dan pertimbangan-pertimbangan.

Tokoh yang melangkah lebih maju adalah Leonardo Pisa (1170) seorang Italia yang ahli aljabar, yang terus menerus mengadakan penyelidikan sehingga akhirnya dapat menemukan tiga akar dari persamaan pangkat tiga. Ia juga memperkembangkan pemakaian angka Arab dalam sistem desimal serta penggunaan aljabar dalam perhitungan. Perkembangan ilmu pengetahuan mulai tampak lebih tegas dengan karya orang-orang seperti Copernicus, Galileo, dan Johannes Kepler. Karya-karya mereka terutama dalam lapangan astronomi, ilmu alam dan matematika.

Copernicus (1473-1543) terkenal karena mengajukan pendapat bahwa bumi dan planet-planet semuanya mengelilingi matahari; matahari menjadi pusat (prinsip heliosentris). Pendapat ini berlawanan dengan pendapat Hipparchus dan Ptolemaios, yang mempertahankan bumi sebagai pusat (prinsip geosentrisme). Pada tahun 1543 George Joachim menyusun sebuah buku tentang prinsip heliosentrisme dengan judul *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Tentang Perputaran Alam Semesta).

Rene Descartes (1596-1650) adalah seorang filsuf yang terkenal dengan ucapannya *Cogito ergo sum* (oleh karena saya tahu saya berpikir, maka saya ada). Desargues (1593-1662), Fermat (1601-1665) dan Pascal. Desargues menemukan *projective geometry*, sedang Fermat seperti Descartes memperkembangkan *orthogonal system*.

b. Abad ke-17 sampai 18 (Abad Klasik-Aufklarung)

Abad ini memang abad di mana empirisme mendapat tempat penting dalam sejarah ilmu pengetahuan. Para sarjana percaya bahwa pengetahuan itu berasal dari pengalaman, sehingga pengenalan inderawi merupakan bentuk pengenalan yang paling jelas dan sempurna. John Locke berpendapat bahwa mula-mula rasio manusia harus dianggap *as a white paper* dan seluruh isinya berasal dari pengalaman.

Di Prancis muncul tokoh-tokoh filsuf negarawan seperti Montesquieu dan Rousseau. Montesquieu menjadi terkenal dengan bukunya *De l'esprit des lois* (1748) yaitu perihal suasana undang-undang, dan juga "trias politica" yang membagi kekuasaan menjadi tiga: legislatif, eksekutif dan yudikatif. Sedangkan Rousseau, selain sebagai pendidik dengan *Emile, ou l'education* (1762) yang menguraikan pemikiran-pemikiran tentang pendidikan, juga sebagai ahli politik dan social yang dengan bukunya *Contract social* (1762) menguraikan bahwa negara itu merupakan suatu "kontrak sosial": persetujuan yang dilakukan individu-individu untuk memungkinkan hidup bersama secara damai.

Pada tahun 1687 Isaac Newton telah mendasarkan fisika klasik dengan bukunya *Philosophiae naturalis principia mathematica* (ilmu pengetahuan alam berdasarkan prinsip matematika). Sejak saat itu ilmu pengetahuan berkembang pesat. Masih banyak karya Newton lainnya, tetapi untuk keperluan ini hanya akan diajukan beberapa hal yang penting, yang dapat digolongkan dalam bidang:

- 1) Teori Gravitasi;
- 2) Perhitungan calculus;
- 3) Optika.

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) hampir bersamaan waktunya dengan Newton juga menemukan perhitungan calculus. Perbedaannya dengan penemuan Newton hanya mengenai cara menyusun notasinya; yang dipakai sampai sekarang adalah notasi Leibniz dengan $df/dx/dy$. Sekitar tahun 1684, berturut-turut dipublikasikan berbagai formula mengenai perhitungan diferensial, yang kemudian disusul dengan perhitungan integral.

Dalam bidang ilmu kimia muncul tokoh Joseph Black (1728-1799) yang menemukan CO_2 , tetapi tidak dapat memberikan keterangan yang pasti tentang penemuannya itu. Mengapa perkembangan ilmu kimia agak lamban dibandingkan dengan ilmu pengetahuan matematika, astronomi dan fisika? Karena ilmu kimia sepenuhnya berdasarkan empiri, jadi berbeda dengan ketiga ilmu pengetahuan tersebut di atas. Setelah Black muncul Joseph Priestley (1733-1804) yang menemukan sembilan macam hawa NO dan juga oksigen, yang antara lain dapat dihasilkan oleh tanaman. Oksigen ini dapat "menyegarkan" hawa yang tidak dapat lagi menunjang pembakaran.

Di samping tokoh-tokoh di atas masih banyak tokoh ilmu pengetahuan lain seperti Immanuel Kant (1724-1804), W.F. Hegel (1770-1831) yang ahli dalam bidang filsafat; Hamilton, Morgan, George Boole, yang ahli dalam bidang logika.

c. Abad ke-19 hingga sekarang

Selama abad ke-19 industri maju pesat di Eropa sebagai akibat Revolusi Perancis. Kemajuan industri membawa akibat kemajuan dalam bidang-bidang lain seperti ekonomi, kesehatan, kesejahteraan, pendidikan, dan tentu penyelidikan

ilmu pengetahuan dalam berbagai cabang. Abad ke-19 merupakan abad emas dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan yang sebelumnya belum jelas kini bermunculan seperti ilmu-ilmu sosial yang antara lain sosiologi, ekonomi, sejarah, ilmu-ilmu kemasyarakatan, kemanusiaan, jurnalistik, dll. Sehingga akhir abad ke-19 diterbitkan *Encyclopaedia Britannia* yang memuat semua bidang ilmu pengetahuan.

Kesenjangan penerapan ilmu pengetahuan dan masyarakat mulai terasa karena cepatnya ilmu pengetahuan di satu pihak dan lambannya penerimaan masyarakat sebagai keseluruhan atas hasil-hasil praktis ilmu pengetahuan (teknologi). Akibat-akibat teknologi belum sempat dipikirkan sementara penerapan ilmu pengetahuan dengan berbagai industri menluncur amat cepat, itulah yang mengundang para sosiologi dan tokoh-tokoh ilmu sosial lainnya melancarkan protes-protes keras seperti Karl Marx.