

BAB V

ILMU PENGETAHUAN, TEKNOLOGI, SENI DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

PENGANTAR

Ilmu pengetahuan, teknologi dan seni ketiga istilah ini sangat berkaitan erat dan sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Tanpa ilmu tidak akan lahir teknologi, tanpa teknologi ilmu sulit berkembang pesat, baik ilmu maupun teknologi memerlukan sentuhan seni dalam pengembangannya. Ilmu pengetahuan digunakan untuk mengetahui “apa”, sementara teknologi untuk mengetahui “bagaimana”. Ilmu pengetahuan sebagai suatu badan pengetahuan, dan teknologi sebagai seni yang saling berinteraksi dengan ilmu pengetahuan. Teknologi merupakan applied dari ilmu pengetahuan. Teknologi juga dapat melahirkan ilmu pengetahuan baru.

Manusia yang diciptakan dengan bentuk dan wujud paling sempurna diantara makhluk-makhluk lainnya, kelebihan yang dimiliki manusia terutama dalam mengembangkan pemikiran serta akalinya, menyebabkan manusia mampu mengembangkan intelektualnya sehingga melahirkan perkembangan ilmu dan teknologi yang pesat.

Dengan akal pikirannya manusia mengembangkan ilmu pengetahuan dan menciptakan teknologi yang diinginkannya. Ilmu adalah himpunan fakta serta aturan yang menyatakan hubungan satu dengan yang lainnya. Fakta-fakta tersebut disusun secara sistematis serta dinyatakan dengan bahasa yang tepat dan pasti sehingga mudah dicari kembali dan dimengerti untuk dikomunikasikan. Ilmu pengetahuan adalah pengetahuan yang tersusun dengan sistematis dengan menggunakan kekuatan

pemikiran, pengetahuan dimana selalu dapat diperiksa dan ditelaah kritis oleh setiap orang yang ingin mengetahuinya. Sedangkan teknologi adalah penerapan praktis dari ilmu. Ilmu dan teknologi saling membutuhkan, tanpa ilmu tidak akan ada penerapan (aplikasi) baru untuk teknologi dan tanpa teknologi tidak akan ada yang menikmati penemuan ilmu. Jadi tujuan dari ilmu dan teknologi adalah untuk memecahkan masalah-masalah praktis serta untuk mengatasi semua kesulitan yang mungkin dihadapi manusia.

Manusia dalam kehidupan sehari-hari tidak akan lepas dari ilmu pengetahuan, teknologi dan seni, karena apa yang dipakai manusia, misalnya baju, perkakas rumah tangga, alat-alat elektronik adalah hasil dari pengembangan ilmu yang melahirkan teknologi yang didalamnya bersentuhan dengan nilai-nilai keindahan (seni). Dengan demikian, manusia lahir, hidup dan dibesarkan bersinergi dengan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni.

Modul ini akan memberikan gambaran bagaimana sebenarnya sains dan atau ilmu pengetahuan, teknologi dan seni dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Manusia disamping pembuat ilmu pengetahuan, teknologi dan seni adalah juga pengguna dari hasil rekayasa atau aplikasi dari ipteks tersebut.

Setelah mempelajari modul ini, secara khusus anda diharapkan dapat :

1. Menjelaskan pengertian sains, ilmu pengetahuan , teknologi dan seni.
2. Menjelaskan perkembangan ilmu pengetahuan
3. Menjelaskan makna sains, teknologi dan seni bagi manusia
4. Menjelaskan peran manusia sebagai subjek dan objek ipteks.
5. Menjelaskan dampak penyalahgunaan ipteks bagi manusia.

Untuk memahami anda mencapai tujuan tersebut, modul ini diorganisasikan menjadi dua bagian sebagai berikut

1. Pengertian Sains/ Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Serta Perkembangan Ilmu Pengetahuan
2. Makna Sains, Teknologi bagi manusia , serta dampak penyalahgunaan IPTEKS

1. Pengertian, Sains/Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni

1. Sains

Sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam semesta secara sistematis, dan bukan hanya kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan, artinya hasil observasi atau pengamatan baik di laboratorium untuk ilmu-ilmu kealaman maupun di masyarakat untuk ilmu-ilmu social.

Menurut Medawar (1984) Sains (dari istilah Inggris *Science*) berasal dari kata : ‘*sienz, ciens, cience, syence, scyence, scyense, scyens, scienc, sciens, scians*’

Kata dasar yang diambil dari kata ‘*scientia*’ yang berarti ‘*knowledge*’ (ilmu). Tetapi tidak semua ilmu itu boleh dianggap sains. Yang dimaksud ilmu sains adalah : ‘Ilmu yang dapat diuji (hasil dari pengamatan sesungguhnya) kebenarannya dan dikembangkan secara sistematis dengan kaedah-kaedah tertentu berdasarkan kebenaran atau kenyataan semata sehingga pengetahuan yang dipedomani tersebut boleh dipercayai, melalui eksperimen (observasi) maupun eksperience (pengalaman) secara teori.

Menurut kamus umum bahasa Indonesia, Sains :

“Ilmu yang teratur (sistematik) yang dapat diuji atau dibuktikan kebenarannya, berdasarkan kebenaran atau kenyataan semata (misal : fisika, kimia, biologi)”

Pendidikan sains menekankan pada pengalaman secara langsung. Sains yang diartikan sebagai satu cabang ilmu yang mengkaji sekumpulan pernyataan atau fakta-fakta dengan cara yang sistematis dan serasi dengan hukum-hukum umum melandasi peradaban dunia moderen. Sains merupakan satu proses untuk mencari dan menemui sesuatu kebenaran melalui pengetahuan (ilmu) dengan memahami hakekat makhluk, untuk menerangkan hukum-hukum alam.

Sains memberi penekanan kepada sumbangan pemikiran manusia dalam menguasai ilmu pengetahuan itu, dan ini terdapat dalam seluruh alam semesta. Proses mencari kebenaran secara mencari jawapan kepada persoalan-persoalan secara sistematis yang dinamakan pendekatan saintifik dan ia menjadi landasan perkembangan teknologi yang menjadi salah satu unsur terpenting peradaban manusia. Sains sangat penting untuk untuk perkembangan dan kemajuan kemanusiaan dan teknologi. Lebih jauh akan dibahas pengertian ilmu pengetahuan, dimana kadangkala ilmu pengetahuan dianggap sebagai bagian dari sains, ada pula yang beranggapan sebaliknya, dalam keseharian pengertian ini bisa dipertukarkan satu sama lain. Modul ini menjelaskan bahwa pengertian sains sama dengan pengertian ilmu pengetahuan.

2. 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 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,

Menetapkan luas bidang berlakunya pengandaian-pengandaian serta teknik dan merumuskan pertanyaan baru.

Jadi dengan demikian, istilah ilmu pengetahuan dalam bahasa populer sekarang adalah sains, sementara jika sains diartikan ilmu pengetahuan eksakta atau ilmu-ilmu kealaman, maka sains dapat diartikan sebagai bagian dari ilmu pengetahuan. Dalam modul ini kedua pengertian ini dapat dipersamakan atau dipertukarkan, artinya yang satu dapat mengganti istilah yang lain.

3. 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 ditemukan 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 Pythagoras 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 mind*”, 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 Ptolomeios yang juga ahli astronomi dan geografi menambahkan keterangan-

keterangan baru. Sejak Ptolamaios 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 Alkhawarizmi 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 Ptolameios. Battani (928) dan Biruni (973-1048) mengadakan koreksi terhadap sejumlah pandangan Ptolameios, antara lain tentang garis edar bumi, harga tahap-tahap pergantian siang dan malam. Mereka berdua juga menetapkan garis lintang bumi yang membentang dari utaraselatan, 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-bagai 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-Aufklärung)

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. Sedang 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 lambat 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 meluncur amat cepat, itulah yang mengundang para sosiologi dan tokoh-tokoh ilmu sosial lainnya melancarkan protes-protes keras seperti Karl Ma

4. Teknologi

Dalam kepustakaan teknologi terdapat aneka ragam pendapat yang menyatakan bahwa teknologi adalah transformasi (perubahan bentuk) dari alam, teknologi adalah realitas/ kenyataan yang diperoleh dari dunia ide, teknologi dalam makna subjektif adalah keseluruhan peralatan dan prosedur yang disempurnakan, sampai pernyataan bahwa teknologi adalah segala hal, dan segala hal adalah teknologi.

Istilah teknologi berasal dari kata *techne* dan *logia*. Kata Yunani kuno *techne* berarti seni kerajinan. Dari *techne* kemudian lahir kata *technikos* yang berarti seseorang yang memiliki keterampilan tertentu. Dengan berkembangnya keterampilan seseorang yang menjadi semakin tetap karena menunjukkan suatu pola, langkah, dan metode yang pasti, keterampilan itu lalu menjadi teknik.

Sampai pada permulaan abad ke-XX ini, istilah teknologi telah dipakai secara umum dan merangkum suatu rangkaian sarana, proses, dan ide disamping alat-alat dan mesin-mesin. Perluasan arti itu berjalan terus sehingga sampai pertengahan abad ini muncul perumusan teknologi sebagai sarana atau aktivitas yang dengannya manusia berusaha mengubah atau menangani lingkungannya. Ini merupakan suatu

pengertian yang sangat luas karena setiap sarana perlengkapan maupun cultural tergolong suatu teknologi.

Teknologi dianggap sebagai penerapan ilmu pengetahuan, dalam pengertian bahwa penerapan itu menuju pada perbuatan atau perwujudan sesuatu. Kecendrungan inipun mempunyai suatu akibat dimana kalau teknologi dianggap sebagai penerapan ilmu pengetahuan, dalam perwujudan tersebut maka dengan sendirinya setiap jenis teknologi/ bagian ilmu pengetahuan dapat ada tanpa berpasangan dengan ilmu pengetahuan dan pengetahuan tentang teknologi perlu disertai oleh pengetahuan akan ilmu pengetahuan yang menjadi pasangannya.

Adapun tiga macam teknologi yang sering dikemukakan oleh para ahli, yaitu :

a. Teknologi Modern

Jenis teknologi modern ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- 1)Padat modal
- 2)Mekanis elektrik
- 3)Menggunakan bahan import
- 4)Berdasarkan penelitian mutakhir dan lain-lain

b. Teknologi Madya

Jenis teknologi madya ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- 1)Padat karya
- 2)Dapat dikerjakan oleh keterampilan setempat
- 3)Menggunakan alat setempat
- 4)Berdasarkan alat penelitian

c. Teknologi Tradisional

Teknologi ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- 1)Bersifat padat karya (banyak menyerap tenaga kerja)
- 2)Menggunakan keterampilan setempat
- 3)Menggunakan alat setempat
- 4)Menggunakan bahan setempat
- 5)Berdasarkan kebiasaan atau pengamatan

Dengan demikian teknologi adalah segenap keterampilan manusia menggunakan sumber-sumber daya alam untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya dalam kehidupan. Secara lebih umum dapatlah bahwa teknologi merupakan suatu sistem penggunaan berbagai sarana yang tersedia untuk mencapai tujuan-tujuan praktis yang ditentukan.

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.

5.Seni

Janet Woll mengatakan bahwa seni adalah produk sosial. Sedangkan menurut Kamus Umum Bahasa Indonesia, seni adalah 'keahlian membuat karya yang bermutu (dilihat dari segi kehalusannya, keindahannya, dsb), seperti tari, lukis, ukir, dan sebagainya

Maka konsep pendidikan yang memerlukan ilmu dan seni ialah proses atau upaya sadar antar manusia dengan sesama secara beradab, dimana pihak kesatu (pendidik) secara terarah membimbing perkembangan kemampuan dan kepribadian pihak kedua (peserta didik) secara manusiawi yaitu orang perorang. Oleh karena itu budi bahasa pun adalah suatu seni.

LATIHAN

1. Jelaskan Pengertian ilmu pengetahuan, seni, dan teknologi!
2. Ada yang beranggapan sains adalah bagian dari ilmu pengetahuan sebaliknya ada juga yang menyebutkan bahwa ilmu pengetahuan bagian dari sains, coba anda jelaskan mengapa hal ini terjadi ?
3. Teknologi merupakan terapan dari ilmu, dan keduanya memerlukan sentuhan nilai-nilai seni dalam aplikasinya, mengapa?
4. Sebutkan tiga macam penggolongan teknologi yang sering dikemukakan para ahli!
5. Sebutkann cirri-ciri ilmu pengetahuan!

RANGKUMAN

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 pengetahuan yang bersifat metodis, sistematis, dan logis.

teknologi adalah segenap keterampilan manusia menggunakan sumber-sumber daya alam untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya dalam kehidupan. Secara lebih umum dapatlah bahwa teknologi merupakan suatu sistem penggunaan berbagai sarana yang tersedia untuk mencapai tujuan-tujuan praktis yang ditentukan.

seni adalah 'keahlian membuat karya yang bermutu (dilihat dari segi kehalusannya, keindahannya, dsb), seperti tari, lukis, ukir, dan sebagainya

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

- a. Tahap perumusan pertanyaan sebaik mungkin,
- b. Merancang hipotesis yang mendasar dan teruji,
- c. Menarik kesimpulan logis dari pengandaian-pengandaian,
- d. Merancang teknik mentes pengandaian-pengandaian,
- e. Menguji teknik itu sendiri apakah memadai dan dapat diandalkan,
- f. Tes itu sendiri dilaksanakan dan hasil-hasilnya ditafsirkan,
- g. Menilai tuntutan kebenaran yang diajukan oleh pengandaian-pengandaian itu serta menilai kekuatan teknik tadi,

Ada tiga macam teknologi yang sering dikemukakan oleh para ahli, yaitu

- a. Teknologi Modern
- b. Teknologi Madya
- c. Teknologi Tradisional

2. Makna Sains/Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni Bagi Manusia

1. Perkembangan Teknologi

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat mendatangkan kemakmuran materi. Adanya perkembangan ilmu pengetahuan alam dan teknologi menimbulkan cabang ilmu pengetahuan baru antara lain : teknik modern, teknologi hutan, teknologi gedung (metalurgi), teknologi transportasi, dan lain-lain. Begitupula dalam perkembangan ilmu social terdapat hibrida dalam berbagai disiplin ilmu seperti psikologi social, geopolitik, Komunikasi politik, dan lain-lain.

Dengan menggunakan cabang-cabang ilmu pengetahuan baru tersebut, kita dapat memperoleh hasil, misalnya :

- Penggunaan teknik nuklir, orang dapat membuat reaktor nuklir yang dapat menghasilkan zat-zat radio aktif, dimana zat ini dapat dimanfaatkan untuk maksud damai. Misalnya untuk keperluan bidang kesehatan (sinar rontgen),

di bidang pertanian untuk memperbaiki bibit, untuk mendapatkan energi tinggi.

- Penggunaan teknologi hutan, seperti kita ketahui, hutan mempunyai banyak fungsi kertas, industri kayu lapis/ bahan bangunan, berfungsi untuk tempat penyimpanan air, objek pariwisata, dan lain-lain.

Sudah menjadi sifat umum dari manusia bila telah terpenuhi satu keinginan maka akan timbul keinginan yang lain atau menambah apa yang telah tercapai, dan setiap orang tidak ingin mengalami kesulitan, tetapi setiap orang akan berusaha dalam setiap langkah untuk mendapatkan kemudahan. Kemudahan itu didapatkan antara lain dengan penerapan perkembangan ilmu pengetahuan alam dan teknologi. Misalnya antara lain :

- Dengan teknik modern, dari teknik mengendalikan aliran air sungai, petani mendapatkan kemudahan dalam memperoleh air. Bendungan dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik. Alat rumah tangga elektronik mempermudah ibu-ibu rumah tangga dalam melaksanakan tugasnya.
- Dengan teknik modern dapat dibuat bermacam-macam media pendidikan, seperti OHP, slide, film strip, TV, dll. Yang dapat mempermudah para pendidik dalam melaksanakan tugasnya.

Pengetahuan dan teknologi memungkinkan terjadinya perkembangan keterampilan dan kecerdasan manusia. Hal ini karena dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan :

- a. Tersedianya sarana dan prasarana penunjang kegiatan ilmiah.
- b. Meningkatkan kemakmuran materi dan kesehatan masyarakatnya.

Perkembangan teknologi semakin cepat dan rumit. Istilah *nanoteknologi* sekarang mulai populer di masyarakat. Teknologi ini bahkan sekarang menjadi tren riset dunia, khususnya negara-negara maju. Eropa dan Amerika merupakan pelopor dalam investasi riset di bidang teknologi tersebut., diikuti Australia, Kanada dan negara-negara Asia, seperti Jepang, Korea, Taiwan, RRC dan Singapura.

Istilah *nanoteknologi* pertama kali diperkenalkan oleh peneliti Jepang Norio Taniguchi pada tahun 1974. Nanoteknologi adalah teknologi yang mampu mengerjakan dengan ketepatan lebih kecil dari satu micrometer (seperjuta meter). Pengertian yang terkandung dalam kata *nanoteknologi* yang berkembang saat ini lebih dari sekedar miniaturisasi dalam skala nanometer (sepermiliar meter), tetapi istilah dari teknologi dengan aplikasi yang sangat luas melingkupi hampir di seluruh kehidupan manusia.

Suatu nanoteknologi yang hingga saat ini masih menimbulkan kontroversi adalah cloning dan modifikasi genetika. Pada Modul ini masalah cloning akan dibahas tersendiri.

Demikian dengan kemampuan akal yang dimiliki manusia perkembangan ilmu dan teknologi semakin cepat, hanya dilain sisi dampak yang ditimbulkannya haruslah dipikirkan agar teknologi yang awalnya sebagai alat bantu manusia dikhawatirkan justru akan merusak manusia.

2. IPTEK dan Nilai

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bergerak sangat cepat, sehingga perlu ditanggapi dan dipersiapkan dalam menghadapinya sesuai dengan kebutuhan pembangunan. Dalam menghadapi IPTEK masyarakat Indonesia harus memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan memanfaatkannya.

Dalam menghadapi era teknologi modern dan industrialisasi, maka dituntut adanya keahlian untuk menggunakan, mengelola dan senantiasa menyesuaikan dengan teknologi-teknologi dan ilmu pengetahuan yang baru. Selain itu sikap mental dan nilai hidup yang harus mengarah terhadap nilai tersebut.

Kesadaran yang timbul di negara barat mengenai akibat-akibat yang ditimbulkan teknologi memang dapat di mengerti. Mereka mulai mempersoalkan nilai-nilai yang dipakai oleh masyarakat di negara berkembang sebaiknya dapat dimanfaatkan. Oleh karena itu perlu sekali negara berkembang mempercepat proses pemindahan teknologi. Hal itu hanya dapat berjalan jika negara tersebut masyarakatnya telah dapat memanfaatkan teknologi yang dikembangkan di Negara maju dan dipakai oleh negara yang sedang berkembang.

Namun dipihak lain baik di negara maju, maupun negara berkembang akan merasa bahwa teknologi hanya menghabiskan sumber-sumber daya alam, pembawa polusi atau pencemaran dan mengakibatkan terjadinya pengangguran.

Teknologi dapat membawa bencana, sebaliknya juga telah terbukti bahwa bagi mereka yang dapat memanfaatkannya, teknologi tersebut dapat menolong mereka dalam meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

Teknologi mempunyai dua komponen utama yaitu :

- a. *A hardware aspect*, meliputi peralatan yang memberikan bentuk pola teknologi sebagai objek fisik atau material.
- b. *A software aspect*, meliputi sumber informasi yang memberikan penjelasan mengenai hal-hal peralatan fisik atau material tersebut.

Dalam menghadapi perkembangan budaya manusia dengan perkembangan Ipteks yang sangat pesat, dirasakan perlu mencari keterkaitan antara system nilai dan norma-norma dengan perkembangan tersebut. Menurut Ghulsyani (1995), dalam menghadapi perkembangan Ipteks ilmuwan dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok :

- a. Kelompok yang menganggap Ipteks moderen bersifat netral dan berusaha melegitimasi hasil-hasil Ipteks moderen dengan mencari aturan-aturan yang sesuai.
- b. Kelompok yang bekerja dengan Ipteks moderen, tetapi juga mempelajari sejarah dan filsafat ilmu agar dapat menyaring elemen-elemen yang tidak baik bagi kemanusiaan dan moral manusia
- c. Kelompok yang percaya adanya Ipteks yang baik, bermoral, berkeTuhanan dan berusaha membangunnya.

Demikian, perkembangan ipteks hendaknya dilandasi dengan nilai-moral kemanusiaan karena iptek diciptakan sebagai pemanfaatan anugerah terbesar yang dimiliki manusia yaitu akal pikirannya, sehingga manusia akan lebih mendekatkan dirinya dengan penciptanya.

3. Manusia sebagai Subjek dan Objek IPTEK

Berkat kemajuan ilmu dan teknologi manusia dapat menciptakan alat-alat serta perlengkapan yang canggih untuk berbagai kegiatan, sehingga dalam kegiatan kehidupannya tersedia berbagai kemudahan. Hal ini memungkinkan manusia dapat melakukan kegiatan dengan lebih efektif dan efisien. Dengan ilmu dan teknologi tumbuhlah berbagai industri yang hasilnya dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, antara lain :

a.. Dalam bidang pertanian, peternakan dan perikanan

- 1) Mampu menciptakan alat pertanian yang maju seperti traktor, alat pemotong dan penanam, alat pengolah hasil pertanian, dan alat penyemprot hama. Dengan alat-alat tersebut diharapkan manusia dapat menggunakan waktu dan tenaga lebih efektif dan efisien.
- 2) Produksi pupuk buatan dapat membantu menyuburkan tanah, demikian juga dengan produksi pestisida dapat memungkinkan pemberantasan hama lebih berhasil, sehingga produksi pangan dapat ditingkatkan.
- 3) Teknik-teknik pemuliaan dapat meningkatkan produksi pangan. Dengan teknik pemuliaan yang semakin canggih dapat ditemukan bibit unggul seperti jenis padi VUTW (varietas unggul tahan wereng), kelapa hibrida, ayam ras, ayam broiler, sapi perah dan bermacam-macam jenis unggul lainnya.
- 4) Teknik mutasi buatan dapat menghasilkan buah-buahan yang besar serta tidak berbiji.
- 5) Teknologi pengolahan pasca panen, seperti pengalengan ikan, buah-buahan, daging dan teknik pengolahan lainnya.
- 6) Budidaya hewan dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan manusia

b. Dalam bidang kedokteran dan kesehatan

Dengan hasilnya manusia menciptakan alat-alat operasi mutakhir, bermacam-macam obat, penggunaan benda radioaktif untuk pengobatan dan mendiagnosis berbagai penyakit, sehingga berbagai penyakit dapat dengan segera di sembuhkan. Dan dapat menurunkan angka kematian dan mortalitas. Contoh obat yang mengandung unsur radioaktif adalah isoniazid yang mengandung c radioaktif, sangat efektif dan menyembuhkan penyakit TBC.

c. Dalam bidang telekomunikasi

Manusia telah membuat televisi, radio, telepon yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan cepat dalam waktu yang singkat manusia dapat memperoleh informasi dari daerah yang sangat jauh, sehingga penggunaan waktu sangat efisien.

d. Dalam bidang pertahanan dan keamanan

Manusia telah mampu menciptakan alat atau persenjataan yang sangat canggih, sehingga dapat mempertahankan keamanan wilayahnya dengan baik. Sayangnya senjata itu digunakan secara semena-mena.

d. Dampak penyalahgunaan IPTEK bagi Kehidupan

Teknologi diciptakan manusia untuk membantu meringankan segala aktivitas kehidupannya demi kesejahteraan manusia itu sendiri. Banyak sekali pemanfaatan teknologi yang berguna bagi kehidupan manusia, sebagaimana telah dijelaskan. Namun sebaliknya Ipteks juga akan berdampak buruk apabila manusia justru menyalahgunakannya.

Disamping memudahkan aktivitas manusia dalam memperjuangkan kelanjutan hidupnya kemajuan teknologi juga mempermudah perbuatan jahat, apabila manusia menyalahgunakannya, contohnya kendaraan bermotor memudahkan perampokan, seringkali kita lihat penjambretan dilakukan perampok sambil mengendarai motor, atau kendaraan lebih memudahnya membawa barang-barang hasil perampokan serta menjualnya ditempat yang jauh dari tempat dimana barang-barang tersebut dirampok.

Kemajuan teknologi komunikasi dan informasi disamping menambah pengetahuan yang luas, juga berdampak negatif, seperti televisi, film, internet dan sebagainya menyebarkan gaya hidup ideal dan konsumtif. Acara televisi yang tidak bermoral membentuk suatu generasi yang tidak bermoral. Nilai-nilai dan etika kesopanan seakan hilang begitu saja. Pornografi dan pornoaksi dan tayangan lain yang tidak mendidik membentuk individu-individu menjadi tidak beradab. Kemajuan teknologi transportasi memajukan perjalanan banyak orang ke seluruh pelosok dunia

(terutama negara-negara maju). Mereka itu yang melakukan travel dan menyebarkan gaya hidup barat sehingga menimbulkan imperialisme budaya di negara-negara dunia ketiga seperti Indonesia. Imperialisme budaya itu berbarengan dengan imperialisme media massa. Cara pemberitaan, siaran hiburan televisi, perilaku penyiaran, standar program siaran dan isi media cetak mencontoh atau dipengaruhi system media barat. Cara berpakaian perempuan meniru gaya barat yang dinamakan *global life style*.

Kemajuan dalam mengetahui kemampuan kognitif dan kesehatan manusia secara genetika membantu pendidikan dan program penyembuhan. Tetapi dapat disalahgunakan untuk mendiskriminasikan manusia dengan keterbatasan tertentu dan memperuncing permasalahan social, modifikasi terhadap organisme juga dapat mengarah pada pembuatan senjata biologi.

Disamping hal-hal tersebut diatas, Permasalahan yang timbul akibat dari adanya kemajuan teknologi adalah adanya dampak-dampak negatif yang disebabkan oleh kemajuan teknologi tersebut diantaranya :

1. Nuklir

Meledaknya bom di Hiroshima dan Nagasaki mengakhiri perang dunia ke-2. akhirnya perang untuk menghentikan kekejaman, penghancuran, dan pengrusakan. Pada waktu itu banyak korban berjatuhan, tetapi kejadian tidak berhenti di situ, karena radiasi akibat senjata nuklir masih dapat dirasakan sampai sekarang. Penyebabnya adalah debu-debu radioaktif yang berasal dari bom nuklir serta reaktor-reaktor atom. Bahaya yang ditimbulkan adalah radiasi yang ditimbulkan oleh sinar alpha, beta dan gamma, serta partikel neutron lainnya hasil pembelahan inti. Efek yang ditimbulkan oleh radioaktif adalah terjadinya perubahan struktur zat serta pola reaksi kimianya, sehingga merusak sel tubuh. Bila hal ini terjadi pada gen maka gen akan menyebabkan terjadinya mutasi gen yang berakibat kanker.

2. Polusi

Adanya bahan polusi atau polutan dapat merusak lingkungan. Timbulnya pencemaran tentu erat kaitannya atau disebabkan oleh berbagai aktifitas manusia antara lain :

- a. Kegiatan-kegiatan industri, dalam bentuk limbah, zat-zat buangan berbahaya seperti logam-logam berat, zat radioaktif, air buangan panas. Juga dalam bentuk kepulan asap, kebisingan suara.
- b. Kegiatan pertambangan, berupa terjadinya kerusakan instalasi, kebocoran, pencemaran buangan-buangan penambangan, pencemaran udara dan rusaknya lahan-lahan akibat pertambangan.
- c. Kegiatan transportasi, berupa kepulan asap, naiknya suhu udara kota, kebisingan dari kendaraan bermotor, tumpahan-tumpahan bahan bakar kendaraan bermotor terutama minyak bumi dari kapal tanker.
- d. Kegiatan pertanian, terutama akibat dari residu pemakaian zat-zat kimia yang memberantas hama seperti insektisida, pestisida, herbisida, demikian pula dengan pupuk organik.

Suatu zat dikatakan polutan bila :

- a. Kadarnya melebihi batas normal
- b. Berada pada tempat yang tidak semestinya
- c. Berada pada waktu yang tidak tepat

Sifat-sifat polutan antara lain :

- a..Merusak untuk sementara, dan setelah bereaksi dengan zat lingkungannya tidak merusak lagi
- b. Merusak setelah jangka waktu tertentu

Bencana polusi dapat dibagi menjadi 4 :

- a. Yang langsung mengganggu kesehatan manusia
- b. Efek tak langsung pada manusia, misalnya efek korosif dari polusi udara atas gedung-gedung.
- c. Efek langsung yang mengancam kualitas kehidupan manusia, seperti ongkakan pupuk kandang dan selokan mampet.
- d. Efek tak langsung terhadap masyarakat, misalnya usaha pertambangan minyak bumi di wilayah lepas pantai, penebangan hutan yang berlebihan

Pencemaran lingkungan dapat berupa :

- a. Pencemaran air tanah
- b. Pencemaran udara
- c. Pencemaran suara
- d. Pencemaran benda-benda radioaktif

Keempat pencemaran ini akan kita bahas satu persatu, sebagai berikut :

a. Pencemaran air dan tanah, dapat berasal dari :

- 1) Zat kimia seperti limbah industri, pupuk buatan, dan deterjen, dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan tumbuhan serta organisme lainnya.
- 2) Sampah plastik tidak dapat hancur, sehingga menurunkan porositas tanah.
- 3) Zat-zat limbah industri.
- 4) Berbagai sampah organik yang di buang ke sungai, kolam atau parit akan mengalami pembusukan. Untuk proses ini bakteri pembusuk memerlukan banyak O₂.
- 5) Terjadinya pembusukan yang berlebihan di perairan akan menyebabkan terjadinya penimbunan senyawa.
- 6) DDT merupakan insektisida yang dahulu banyak digunakan petani untuk memberantas hama tanaman dan serangga penyebar penyakit lainnya.

Sifat-sifat DDT :

- (1) Bila masuk ke dalam tubuh organisme tidak dapat diuraikan lagi.
- (2) Larut dalam lemak dan dapat berpindah ke organisme lainnya melalui aliran materi dalam rantai makanan.
- (3) Dapat merusak jaringan.
- (4) Bila masuk ke tubuh dapat menghambat proses pengapuran cangkang telur.
- (5) Dapat menimbulkan kelelahan dan kejang-kejang otot.

b. Pencemaran Udara

Pencemaran udara terutama disebabkan oleh pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna dari pabrik, minyak, batubara, dan lain sebagainya. Asap rokok juga merupakan polutan, baik bagi si perokok sendiri maupun orang-orang disekitarnya. Gas-gas yang merupakan pencemar udara adalah CO, CO₂, NO, NO₂, SO, dan SO₂.

c. Polusi Suara

Penyebabnya adalah suara yang bising terus menerus. Satuan kekuatan suara adalah desibel (dB). Percakapan normal = 40 dB

- Keributan	= 80 dB
- Suara kereta api	= 95 dB
- Mesin motor 5 PK	= 105 dB
- Petir	= 120 dB
- Pesawat jet lepas landas	= 150 dB

Suara berkekuatan 80 dB sudah menimbulkan gangguan. Gangguan yang timbul terutama pada sistem pendengaran yang selanjutnya dapat mempengaruhi sistem lainnya, seperti :

- perubahan tekanan darah
- perubahan denyut nadi
- kontraksi perut, gangguan jantung, stress, dll

d. Pencemaran Sosial dan budaya

Kemajuan teknologi pada kota-kota besar sangat berpengaruh sekali terhadap kehidupan di kota, kemajuan kehidupan di kota-kota besar membawa pengaruh yang sangat cepat terhadap kehidupan di pedesaan. Penduduk di pedesaan ingin mengikuti dan merasakan hasil kemajuan tersebut. Hal ini dalam satu segi membawa pengaruh yang kurang baik yaitu penduduk pedesaan menjadi konsumtif adanya perubahan kebudayaan yang kurang baik terhadap para muda-mudinya. Urbanisasi yang tak terkendali, sebagai akibat pembangunan yang hanya berpusat pada daerah-daerah tertentu, menyebabkan daerah tujuan sarat dengan berbagai permasalahan, antara gaya hidup, sampah, kriminalitas, dan sebagainya.

e. Klonasi/kloning

Dengan kemajuan dalam bidang genetika dan biologi reproduksi, maka dimungkinkan rekayasa duplikasi atau multiplikasi manusia secara seksual dengan klonasi. Tujuan klonasi dapat dirangkum seperti tersebut di bawah ini :

- 1) Memberi anak yang baik pada pasangan yang tidak mempunyai anak

- 2)Menyediakan jaringan atau organ fetus untuk transplantasi
- 3)Mengganti anak yang mati muda dengan anak yang sama ciri-cirinya
- 4)Sebagai bagian dari eugenetika positif dengan membuat genotipus yang dianggap unggul sebanyak-banyaknya.
- 5)Merealisasi teori dan memuaskan rasa ingin tahu ilmiah
- 6)Memperoleh sampel dengan genotipus yang sama untuk penelitian, misalnya tentang peran relatif pengaruh lingkungan dan genetika pada genotipus manusia.
- 7)Memperoleh orang dalam jumlah banyak untuk pekerjaan yang sama dengan ciri-ciri tertentu.

Namun ada pula dampak yang kurang baik yaitu dengan karena hal-hal tersebut diatas banyak yang belum menyetujui dan banyak yang menentang akan adanya cloning tersebut, selain itu pada segi agama pun sudah barang tentu bertentangan, karena kita menentang akan kodrat kita sendiri, bagaimanapun manusia sebagai makhluk ciptaan-Nya tidak akan mampu menandingi sang pencipta-Nya. Jika wewenang cloning jatuh ke tangan diktaktor, ia dapat berbuat macam-macam yang merugikan spesies manusia dalam jangka panjang. Dengan demikian riset aplikasi dalam bidang biomedik seperti cloning masih menimbulkan perdebatan moral dan etika bahkan agama.

f. Efek rumah kaca

Efek rumah kaca ini disebabkan oleh adanya pencemaran udara yang banyak mengandung zat-zat yang dapat merubah suhu udara. Karena dengan adanya pencemaran udara akan menyebabkan pemanasan global, yaitu dengan adanya efek rumah kaca. Yang dimana dengan adanya efek rumah kaca ini sinar ultra violet yang dapat membahayakan manusia tidak akan disaring lagi oleh lapisan ozon, sehingga akan langsung menuju bumi dan selanjutnya akan diam dan bersikulasi di bumi, begitu seterusnya.

Dampak global dari riset ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung akan melanda seluruh dunia, termasuk

Indonesia. Kehidupan dan kebudayaan masyarakat Indonesia akan berubah dengan teknologi tersebut dalam semua segi kehidupan baik social, ekonomi, politik, lingkungan, etika maupun moral.

Tidak hanya perguruan tinggi maupun lembaga riset yang menjadi “pelaku utama” dalam perencanaan dan pengembangan suatu teknologi. Ada “pelaku” lain yang harus berpartisipasi yaitu pemerintah, industri, investor dan masyarakat sebagai pengguna teknologi. Perguruan tinggi dan lembaga riset mengemban tanggung jawab untuk memberi informasi yang tepat tentang arah dan kebijakan riset yang baik dan bermanfaat bagi kemajuan dan kemakmuran suatu negara.

Pengkajian terhadap dampaknya, para ilmuwan social dan humaniora termasuk didalamnya para seniman berperan penting dalam memilih dan memilah aplikasi teknologi yang akan berkembang di Indonesia. Karena, disamping dampak-dampak yang bersifat umum, terdapat dampak yang bersifat khusus untuk suatu negara yang bergantung kepada berbagai aturan main, situasi dan kondisi social budaya negara yang bersangkutan. Di Indonesia, mengenai ini sudah diatur dalam Undang-undang Dasar 1945, pasal 31 ayat 5 yang menyatakan bahwa : “Pemerintah memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tidak bertentangan dengan nilai-nilai agama dan persatuan bangsa untuk kemajuan peradaban serta kesejahteraan umat manusia”.

Dengan demikian, konstitusi tertulis kita telah menegaskan bahwa tidak semua teknologi dapat dikembangkan di Indonesia jika tidak sesuai dengan nilai-nilai yang di anut negara dan masyarakat Indonesia. Namun demikian kecanggihan teknologi informasi kadangkala dapat menembus aturan yang ada di suatu negara,

artinya hal-hal yang tidak boleh oleh negara pada kenyataannya dilakukan oleh warganya, misalnya Indonesia tidak membolehkan cloning, tetapi dengan teknologi informasi dan transportasi warga negara Indonesia memungkinkan melakukan cloning di negara lain.

Callahan dalam Zubair (1997) membedakan teknologi dalam lima tipe. Klasifikasi ini dimaksudkan untuk melihat potensi berbagai teknologi sekaligus memahaminya atas kehidupan manusia. Kelima teknologi tersebut adalah :

- 1) Teknologi konservasi : membantu kita menyesuaikan diri dengan alam dan bertahan hidup dalam aneka macam lingkungan;
- 2) Teknologi perbaikan, yang memungkinkan kita memenuhi kebutuhan atau melampaui batas kemampuan alamiah;
- 3) Teknologi implikasi; bertujuan membantu dan implementasi teknologi-teknologi lain misalnya computer.
- 4) Teknologi destruktif, dirancang dengan maksud utama penghancuran. Teknologi ini dapat mencapai tujuannya melalui manipulasi kontrol atau hanya dengan kemampuan memusnahkan;
- 5) Teknologi kompensatoris, teknologi yang digunakan untuk membantu menangani dampak teknologi lain atas kehidupan manusia.

Dengan melihat klasifikasi teknologi tersebut tentu saja kita harus dapat memilih dan memilah dalam pemanfaatan dan penggunaan teknologi bagi kemaslahatan umat manusia. Dimensi moralitas dan pemanfaatan teknologi seharusnya mendukung manusia untuk lebih menyadari sebagai makhluk Ciptaan Tuhan, makhluk social dan makhluk yang berbudaya.

LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut !

1. Jelaskan hubungan Pengetahuan, Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni !
2. Jelaskan mengapa pengetahuan dan teknologi memungkinkan terjadinya perkembangan keterampilan dan kecerdasan manusia !
3. Jelaskan dua komponen utama dari teknologi!
4. Mengapa manusia disebut objek sekaligus subjek teknologi !
5. Berilah contoh dan jelaskan dampak penyalahgunaan Ipteks oleh manusia!

RANGKUMAN

Pengetahuan dan teknologi memungkinkan terjadinya perkembangan keterampilan dan kecerdasan manusia. Hal ini karena dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan :

- a. Tersedianya sarana dan prasarana penunjang kegiatan ilmiah.
- b. Meningkatkan kemakmuran materi dan kesehatan masyarakatnya.

Dalam menghadapi era teknologi modern dan industrialisasi, maka dituntut adanya keahlian untuk menggunakan, mengelola dan senantiasa menyesuaikan dengan teknologi-teknologi dan ilmu pengetahuan yang baru. Selain itu sikap mental dan nilai hidup yang harus mengarah terhadap nilai tersebut.

Teknologi diciptakan manusia untuk membantu meringankan segala aktivitas kehidupannya demi kesejahteraan manusia itu sendiri. Banyak sekali pemanfaatan teknologi yang berguna bagi kehidupan manusia, sebagaimana telah dijelaskan. Namun sebaliknya Ipteks juga akan berdampak buruk apabila manusia justru menyalahgunakannya.

Dampak penyalahgunaan teknologi antara lain menyebabkan, terorisme bom, polusi, gaya hidup kebarat-baratan (westernisasi), dan sebagainya

Callahan dalam Zubair (1997) membedakan teknologi dalam lima tipe. Klasifikasi ini dimaksudkan untuk melihat potensi berbagai teknologi sekaligus memahamidampaknya atas kehidupan manusia. Kelima teknologi tersebut adalah :

- 1) Teknologi konservasi : membantu kita menyesuaikan diri dengan alam dan bertahan hidup dalam aneka macam lingkungan;
- 2) Teknologi perbaikan, yang memungkinkan kita memenuhi kebutuhan atau melampaui batas kemampuan alamiah;

- 3) Teknologi implikasi; bertujuan membantu dan implementasi teknologi-teknologi lain misalnya computer.
- 4) Teknologi destruktif, dirancang dengan maksud utama penghancuran. Teknologi ini dapat mencapai tujuannya melalui manipulasi kontrol atau hanya dengan kemampuan memusnahkan;
- 5) Teknologi kompensatoris, teknologi yang digunakan untuk membantu menangani dampak teknologi lain atas kehidupan manusia.

GLOSARIUM

- Hardware : Bagian dari Teknologi yang disebut perangkat keras.
- Knowledge : Pengetahuan
- Nanoteknologi: adalah teknologi yang mampu mengerjakan dengan ketepatan lebih kecil dari satu micrometer (seperjuta meter).
- Polutan : bahan polusi (pencemaran) dapat merusak lingkungan.
- Software : Bagian dari teknologi yang disebut perangkat lunak
- Sains : dari istilah Inggris *Science* berasal dari kata : '*sienz,ciens, cience, syence, scyence, scyense, scyens, scienc, sciens, scians*', dapat dipersamakan dengan istilah ilmu pengetahuan
- Seni (art) : bersangkutan paut dengan keindahan dan kehalusan manusia
- Teknologi : berasal dari kata *techne* dan *logia*. Kata Yunani kuno *techne* berarti seni kerajinan. Dari *techne* kemudian lahirlah perkataan *technikos* yang berarti seseorang yang memiliki keterampilan tertentu.

