

PERANAN FISIKA DALAM ILMU ~ ILMU KEHAYATAN



Pidato Pengukuhan

pada peresmian penerimaan jabatan Guru Besar
dalam mata pelajaran Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga
Surabaya pada hari Sabtu tanggal 12 Januari 1985

oleh :

Abdulbasir

AIRLANGGA UNIVERSITY PRESS
0679/1284/AUP-B4E

UNIVERSITAS AIRLANGGA
PG.198/10
Abd

861/PWA/H/86

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

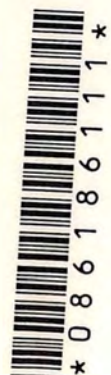
KK
5 25
Abd
p-6

PHYSICAL THERAPY

KK/KKV

PERANAN FISIKA DALAM ILMU ~ ILMU KEHAYATAN

FK
KFC
PG. 198/10
Abd
P-3



Pidato Pengukuhan

pada peresmian penerimaan jabatan Guru Besar
dalam mata pelajaran Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga
di Surabaya pada hari Sabtu tanggal 12 Januari 1985

oleh :

Abdulbasir

01.06.11

ANGKA BUDAYA
MATAKHAJAH ILMU KEHAYATAN

MILIK
PERPUSTAKAAN
"UNIVERSITAS AIRLANGGA"
SURABAYA

861 / POK / H / 186

Yang terhormat

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan,
Ketua dan Anggota Dewan Penyantun,
Rektor dan para Dekan,
Anggota Senat Universitas Airlangga,
Para Pejabat Sipil dan Militer,
Para sejawat dosen dan asisten,
Para mahasiswa, dan
Semua Undangan.

Assalamu'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.

Kata *fisika* berasal dari kata Yunani yang berarti *alam*, oleh karena itu fisika adalah ilmu yang mempelajari segala gejala alam. Pada saat ini fisika didefinisikan sebagai ilmu yang bertujuan mempelajari materi beserta komponen-komponennya dan antaraksi timbal-baliknya. Fisika yang dikenal sekarang adalah setara dengan yang dahulu disebut *filsafat alam*. Dari filsafat alam inilah kemudian lahir ilmu-ilmu pengetahuan modern yang lain.

Pada mulanya gejala alam itu dikelompokkan menjadi beberapa kelas, seperti mekanika, kalor, kelistrikan, kemagnetan, sifat-sifat zat, optika, gejala-gejala kimia, sinar-X, fisika atom dan nuklir, gravitasi, gejala meson, dan sebagainya. Namun tujuan fisika adalah melihat alam secara keseluruhan sebagai aspek-aspek berbeda yang ditimbulkan oleh satu himpunan gejala. Oleh karena itu persoalan yang dihadapi fisika adalah bagaimana cara menemukan hukum-hukum alam itu melalui eksperimen, dan bagaimana cara menggabungkan kelas-kelas itu.

Secara historis dapat ditunjukkan beberapa penggabungan itu. Misalnya penggabungan antara mekanika dan kalor. Makin cepat gerak atom dalam suatu zat, makin banyak pula kalor yang dikandung zat itu, jadi kalor dan semua efek suhu dapat direpresentasikan dengan hukum-hukum mekanika. Contoh yang lain ialah ditemukannya hubungan antara kelistrikan, kemagnetan, dan cahaya, yang tiada lain adalah aspek-aspek berbeda tentang hal atau gejala yang sama. Penggabungan ketiga kelas itu sekarang dikenal dengan *medan elektromagnetik*. Sifat-sifat berbagai zat dan tingkah laku partikel-partikel atomik di dalam zat sekarang dirangkum dalam *kimia kuantum*.

Masalah yang dihadapi sekarang adalah sampai berapa jauh proses penggabungan itu telah berlangsung, dan pada tingkat mana keadaan sekarang ini berada, dalam rangka memahami gejala dasar yang dapat diungkapkan dengan himpunan terkecil asas-asas. Untuk mengetahui serba sedikit tentang latar belakang dan pandangan fisika terhadap materi atau benda-benda, ada baiknya ditinjau latar belakang historis fisika sebelum tahun 1920. Tahun 1920 dipandang memiliki arti sejarah dalam perkembangan fisika oleh karena pada tahun itu terjadi perubahan konsep fisis dengan mulai dirintisnya *mekanika kuantum*.

Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Sebelum tahun 1920 gambaran dunia kita menurut pandangan fisika adalah sebagai berikut. Ajang tempat alam semesta ini adalah *ruang* tiga dimensional, seperti dipaparkan oleh Euclid, dan *segala sesuatu berubah dalam medium yang disebut waktu*. Unsur-unsur ajang itu adalah partikel-partikel, misalnya atom. Atom ini mempunyai beberapa sifat. Pertama adalah sifat kelembamannya : jika sebuah partikel dalam keadaan bergerak, maka dia akan terus bergerak dengan arah yang tetap, kecuali apabila ada *gaya* yang bekerja padanya. Oleh karena itu unsur yang kedua adalah gaya, yang dibedakan menjadi dua jenis.

Jenis yang pertama adalah gaya antaraksi yang rumit yang mempersatukan atom-atom dalam kombinasi atau struktur yang beraneka ragam. Gaya jenis ini sering disebut gaya dengan *jangkauan pendek*. Jenis yang kedua adalah gaya antaraksi dengan *jangkauan panjang*, yang besarnya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak. Gaya jenis ini, oleh Newton pada waktu itu, disebut *gravitasi*. Dengan titik pandang ini maka semua zat dianggap terdiri atas tak berhingga banyak partikel bergerak. Dengan demikian benda-benda yang kita lihat pada waktu kita berdiri di pantai dapat segera dihubungkan. *Tekanan* disebabkan oleh tumbukan antara atom-atom dengan dinding atau benda-benda lain, gerak atom-atom dalam satu arah rata-rata menyebabkan *angin*, gerak acak atom di dalam benda menyebabkan *kalor*. Ada juga gelombang yang disebabkan oleh kelebihan kerapatan massa, ini menyebabkan terjadinya *bunyi*. Masih banyak lagi hal-hal yang dapat diamati. Ada berapa macam partikel terdapat di alam semesta ini ? Pada waktu itu telah ditemukan 92 macam atom. Mereka mempunyai nama-nama berbeda yang dihubungkan dengan sifat-sifat kimianya.

Kita tinjau kembali masalah gaya dengan jangkauan pendek. Mengapa satu atom karbon menarik satu atau dua atom oksigen, tetapi tidak tiga ? Bagaimanakah mekanisme antaraksi antar atom ? Apakah secara gravitasi ? Jawabnya jelas bukan. Gravitasi terlalu lemah untuk antaraksi ini. Apabila pada gravitasi hanya dikenal antaraksi tarikan, maka pada atom-atom dijumpai pula antaraksi tolakan. Antaraksi yang terakhir ini, yaitu ada yang tarikan dan ada yang tolakan, kemudian dikenal sebagai antaraksi *listrik*.

Antaraksi listrik ini ditimbulkan oleh dua jenis muatan listrik, yaitu muatan positif dan negatif. Andaikan ada dua muatan sama yang tak sejenis, maka mereka akan saling tarik-menarik sehingga jaraknya cukup dekat. Apabila ada muatan ketiga yang jaraknya cukup jauh dari kedua muatan yang pertama, maka praktis muatan ini tidak mengalami gaya karena tarikan dari muatan yang satu mengimbangi tolakan dari muatan yang lain.

Akan tetapi apabila muatan ketiga itu berjarak cukup dekat, maka gaya tarik yang dialaminya lebih besar daripada gaya tolaknya, sehingga gaya nettanya berupa gaya tarik. Hal inilah kiranya yang menyebabkan atom-atom tidak berantaraksi atau gaya antaraksinya amat kecil pada jarak yang relatif jauh. Namun pada jarak yang relatif dekat terjadilah gaya antaraksi yang kuat. Jadi antaraksi antar atom-atom adalah secara listrik.

Sebuah atom terdiri atas sebuah inti di tengah-tengahnya, yang amat masif dan bermuatan listrik positif, dan dikelilingi oleh sejumlah elektron yang amat ringan dan bermuatan listrik negatif. Inti itu sendiri terdiri atas dua jenis partikel, yaitu proton yang bermuatan listrik positif dan neutron yang tidak bermuatan listrik atau netral. Keduanya mempunyai massa yang hampir sama. Sifat kimia zat hanya bergantung kepada jumlah proton yang terdapat dalam inti atomnya.

Konsep tentang antaraksi listrik ini kemudian berkembang menjadi konsep *medan listrik*. Muatan listrik menimbulkan medan listrik di sekitarnya dan setiap muatan listrik yang terdapat di dalam medan listrik akan mengalami gaya, kemudian bergerak.

Apabila sebuah sisir dimuati listrik dengan cara menggosok, kemudian didekatkan pada potongan-potongan kertas kecil sambil sisir itu digoyangkan perlahan-lahan, maka potongan-potongan kertas itu akan mengikuti gerak sisir. Tetapi apabila goyangan sisir dipercepat, maka gerak kertas akan sedikit tertinggal. Makin cepat goyangan sisir makin lama pula ketertinggalan gerak kertas. Apakah yang melatarbelakangi gejala ini ? Tiada lain adalah gejala kemagnetan. Gejala kemagnetan itu berhubungan erat dengan muatan listrik dalam keadaan bergerak. Gaya magnetik dan gaya listrik itu menyusun sebuah medan, yaitu *medan elektromagnetik*.

Di sini teramati pula dua aspek berbeda tentang satu gejala. Gagasan medan elektromagnetik ini dicetuskan oleh Maxwell. Medan elektromagnetik dapat merambatkan gelombang yang disebut

gelombang elektromagnetik. Jenis-jenis gelombang elektromagnetik itu dibedakan hanya oleh frekuensinya. Beberapa jenis gelombang elektromagnetik dengan urutan frekuensi rendah ke tinggi adalah gelombang radio siaran, gelombang televisi, radar, cahaya, sinar-X, dan sinar gamma. Konsep gelombang elektromagnetik inilah yang membuka sejarah baru dalam bidang komunikasi.

Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Apakah yang terjadi pada tahun 1920 dan sesudahnya? Pada menjelang akhir tahun 1920, Louis de Broglie, Erwin Schroedinger, Werner Heisenberg, Paul Dirac, Max Born, dan lain-lain, menghimpun hasil karya pikirnya sehingga tercetus konsep baru yaitu mekanika kuantum. Konsep baru ini tercetus oleh dorongan-dorongan kenyataan bahwa gelombang elektromagnetik yang berfrekuensi amat tinggi menunjukkan tingkah laku sebagai partikel. Konsep tentang ruang yang terpisah dengan waktu pada era sebelum tahun 1920, oleh Einstein diubah menjadi konsep ruang-waktu sebagai satu kesatuan. Gravitasi dapat mempengaruhi ruang-waktu menjadi lengkung. Konsep tentang kelembaman dan gaya yang dicetuskan oleh Newton tidak berlaku di dunia atom atau skala mikro. Dalam skala mikro ini segala gejala menjadi tidak terinderakan.

Oleh karena itu tiada cara lain dalam menafsirkan gejala-gejala mikro ini kecuali dengan cara analitik atau penalaran. Hal ini memang sukar dan menuntut banyak imajinasi.

Mekanika kuantum mempunyai banyak aspek. Salah satu daripadanya ialah *asas ketidakpastian* yang dicetuskan oleh Heisenberg. Asas itu menyatakan bahwa tidak mungkin bagi kita untuk mengetahui dengan pasti secara serentak di mana posisi suatu benda dan berapa kecepatan geraknya. Dengan asas ini pertanyaan-pertanyaan tentang atom yang semula gelap mulai tersingkap. Jika atom itu terdiri atas muatan-muatan listrik positif dan negatif, mengapa muatan negatif itu tidak menempel pada muatan positif (karena tarik-menarik) kemudian mereka saling menetralkan muatannya? Mengapa inti atom itu terletak di tengah dan elektron-elektron mengitarinya? Apakah yang menghindarkan elektron untuk "jatuh" ke inti atom? Apabila elektron-elektron itu "jatuh" ke inti, maka kemudian kita mengetahui

dengan tepat posisi elektron itu. Dengan demikian asas ketidakpastian menuntut elektron itu untuk memiliki kecepatan yang amat besar, jadi juga *energi kinetik* yang amat besar. Dengan energi kinetik yang besar itu elektron akan meninggalkan inti atom. Oleh karena itu elektron kemudian menjaga jaraknya dari inti atom sambil bergerak bergetar memenuhi asas itu.

Dengan dirintisnya mekanika kuantum itu membawa beberapa konsekuensi. Salah satu daripadanya adalah gelombang bertingkah laku pula sebagai partikel dan partikel dapat pula bertingkah laku sebagai gelombang, kedua-duanya tidak dapat dibedakan. Jadi mekanika kuantum menyatukan gagasan medan dengan gelombangnya, dan partikel bersama-sama. Pada saat ini telah dapat ditunjukkan kebenarannya bahwa pada frekuensi rendah aspek medan suatu gejala lebih menonjol atau lebih mengena dalam memberikan penjelasan terhadap gejala sehari-hari, pada frekuensi tinggi aspek partikel lebih menonjol.

Dengan pandangan baru tentang antaraksi elektromagnetik ini didapatkan partikel baru di samping elektron, proton, dan neutron. Partikel baru itu disebut *foton*. Dengan pandangan baru ini antaraksi-antaraksi antara elektron dan proton, cahaya dan materi, medan listrik dan muatan listrik, semuanya dapat dirangkum dalam bidang *elektrodinamika kuantum*, kecuali proses gravitasi dan proses nuklir. Jadi pada dasarnya elektrodinamika kuantum itu melandasi teori-teori kimia dan biologi, apabila proses biologi dipandang sebagai proses kimia belaka. Dengan elektrodinamika kuantum orang dapat meramalkan adanya foton gamma yang berenergi amat tinggi yang berasal dari sinar kosmik, dan partikel baru identik dengan elektron tetapi dengan muatan listrik positif yang disebut *positron*. Apabila elektron dan positron bergabung, maka mereka akan musnah dengan disertai pancaran foton. Pada umumnya dengan elektrodinamika kuantum ini ditemukan antipartikel untuk setiap partikel. Jadi positron merupakan antipartikel bagi elektron, demikian pula halnya dengan antiproton, antineutron, dan sebagainya.



Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Kita akan mencoba melihat apa yang terjadi di dalam inti atom. Gaya apakah yang mempersatukan proton dan neutron dalam inti atom? Seperti halnya antaraksi listrik dapat dihubungkan dengan foton, maka pada tahun 1935 Yukawa mencetuskan gagasan bahwa gaya antara proton dan neutron disebabkan pula oleh sejenis medan yang apabila bergetar bertingka laku sebagai partikel. Partikel hasil getaran medan ini oleh Yukawa berhasil dijabarkan sifatnya sebagai memiliki massa sebesar 200 – 300 kali massa elektron, yang ternyata identik dengan partikel sinar kosmik yang disebut *meson μ* atau *muon*. Tetapi ternyata bukan muonlah yang mengikat inti atom itu. Namun tiada lama kemudian ditemukanlah meson lain yang disebut *meson π* atau *pion*. Meson inilah yang tepat memenuhi gagasan Yukawa. Peranan pion di dalam medan meson ini sama benar halnya seperti peranan foton di dalam medan elektromagnetik. Akan tetapi dengan gagasan ini penjelasan tentang gaya yang mempersatukan proton dan neutron di dalam inti belum juga memuaskan atau belum sempurna. Sementara itu para eksperimentalis sinar kosmik menemukan banyak partikel-partikel baru. Kira-kira 30 jenis partikel baru telah ditemukan. Sampai sekarang belum juga diketahui hubungan antara partikel-partikel itu, apa lagi hubungannya dengan gaya nuklir. Untuk sementara partikel-partikel itu diinventarisasikan kemudian dikualifikasikan seperti halnya Mendeleev menyusun tabel periodik unsur-unsur. Tabel kualifikasi itu disusun oleh Gell-Mann dan Nishijima. Partikel-partikel baru yang termasuk dalam tabel itu adalah.

- (a). kelompok *lepton*, terdiri atas elektron, neutrino, dan muon, yang memiliki massa antara 0 – 106 MeV,
- (b). kelompok *meson*, terdiri atas pion, kaon, dan eta, yang memiliki massa antara 135 – 780 MeV, dan
- (c). kelompok *baryon*, terdiri atas proton, neutron, lambda, sigma, xi, dan omega, yang memiliki massa antara 938 – 1920 MeV.

Walaupun penemuan partikel-partikel baru itu belum dapat menjawab pertanyaan tentang gaya nuklir, namun para ahli fisika yakin bahwa penemuan itu merupakan rintisan ke arah itu. Dengan demikian setapak demi setapak jalan menuju ke arah tersingkapnya tabir misteri gaya nuklir itu makin tampak.

Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Peranan fisika dalam bidang-bidang ilmu lain tidak diragukan orang lagi. Fisika melandasi kimia dalam mendukung hukum dasar pembentukan molekul-molekul dan transformasi dari molekul yang satu menjadi molekul yang lain. Penerapan asas-asas fisika dalam pemakaian-pemakaian praktis telah melahirkan rekayasa (*engineering*). Para ahli astronomi memerlukan bantuan fisika dalam penggunaan peralatan optik, spektroskopik, dan sekarang teleskop radio, untuk mendeteksi galaksi. Para ahli geologi menggunakan metode-metode gravimetrik, akustik, nuklir, dan mekanik dalam menyelidiki kulit bumi. Demikian pula para ahli oseanografi, meteorologi, seismologi, bahkan para ahli arkeologi, paleontologi, sejarah, dan seni juga selalu dan sering menggunakan metode-metode atau instrumen-instrumen yang berasaskan hukum-hukum fisika. Oleh karena itu kemajuan-kemajuan yang terjadi dalam bidang fisika akan mempunyai dampak dalam bidang-bidang ilmu lain, bahkan secara tidak langsung juga akan ikut berperan dalam ikut menentukan kemajuan peradaban manusia.

Peranan fisika dalam ilmu-ilmu kehayatan (*life sciences*) boleh dikatakan dimulai pada abad ke-18 pada saat Galvani (tahun 1786) menemukan bahwa otot katak yang digantungkan pada kawat baja dengan pengait tembaga tersentak ketika diberi kejutan listrik. Kemudian Galvani menyelidiki lebih lanjut gejala penyaluran listrik dalam otot dan mencoba menafsirkannya secara fisika murni. Kemudian Galvani disusul oleh Thomas Young, seorang dokter yang diangkat menjadi profesor dalam fisika di Royal Institution. Dialah yang mengajukan teori gelombang untuk cahaya, teori rangsangan warna, dan asas hidrodinamika pada ulah jantung, serta menjelaskan proses akomodasi pada mata dan banyak gejala optika geometris mata. Memasuki abad ke-19, Julius Robert Mayer mengamati dan mencatat bahwa darah vena memiliki warna merah yang lebih cerah di daerah tropis dibandingkan dengan di daerah berhawa dingin. Kemudian ia menafsirkannya bahwa hal itu mempunyai hubungan dengan kalor, kerja, dan proses-proses faali intermedier. Dia percaya bahwa dalam proses metabolisme terlibat pengubahan (*turnover*) zat dari suatu tingkatan kimia ke tingkatan yang lain, dan dalam proses itu terlibat pula kerja mekanis. Akhirnya ia menyatakan bahwa pada umumnya semua proses biologis itu berlangsung dengan asas kekekalan energi, yaitu segala jenis energi antara lain kalor, cahaya, energi kimia, dan energi mekanis.

Setelah Mayer menyusullah *Helmholtz*, yang menekuni biologi dan fisika bersama-sama. Dia mempelajari mekanisme kontraksi otot, mengukur kecepatan impuls syaraf, memperkuat asas kekekalan energi dengan eksperimen-eksperimennya, menemukan ophtalmoskop, menyempurnakan teori rangsangan warna, dan merintis pengetahuan tentang mekanisme pendengaran. Dia juga banyak membantu Hertz di laboratoriumnya dalam menemukan radiasi elektromagnetik. Setelah itu muncul Tyndall yang menemukan hamburan cahaya oleh benda-benda submikroskopik sehingga ia mampu menguji gagasan Pasteur tentang ulah bakteri. Dialah yang menemukan metode pemusnahan *Bacillus subtilis*, yang resistif terhadap sterilisasi didih, yaitu dengan cara memanaskan dan mendinginkan berganti-ganti. Tyndall merupakan fisikawan pertama yang mempunyai banyak kontribusi dalam bidang mikrobiologi.

Pada tahun 1930 Astbury menggunakan lenturan sinar-X untuk menyelidiki struktur rambut, sutera, dan serat wol, sampai ditemukannya tiga bentuk protein serat. Pendayagunaan sinar-X dalam bidang biomolekuler telah memungkinkan orang mengetahui struktur insulin, hemoglobin, dan myoglobin. Pada tahun itu juga, Gates memulai serentetan penyelidikannya tentang spektrum proses biologis, Hecnt menjelaskan kepekaan mata, Casperson menggunakan absorpsi diferensial protein dan asam nukleat untuk menunjukkan hubungannya di dalam sel hidup. Kemajuan-kemajuan pesat dalam bidang elektrofisiologi banyak didukung oleh hasil-hasil karya Cole, Adrian, dan Bronk. Tanggapan listrik terhadap penglihatan dipelajari intensif oleh Hartline. Lea menguji kemungkinan penggunaan radiasi mengion untuk mempelajari ukuran dan sifat ensim, virus, gen, dan kromosom.

Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Para fisikawan meyakini bahwa sebelum menerapkan hukum-hukum fisika pada suatu gejala alam, perlu diketahui terlebih dahulu batasan-batasan dan prasyarat-prasyarat agar hukum-hukum itu berlaku. Dengan kata lain para fisikawan percaya akan keteraturan alam. Sementara itu para biologiwan merasa bahwa rasanya tidak mungkin menguraikan proses-proses biologis menjadi teratur, oleh karena proses-proses itu terpadu secara rumit dan pula proses-proses itu tak dapat dikendalikan.

8

Akan kita tinjau alam sebagai ketidakteraturan zat. Molekul-molekul gas merupakan contoh ekstrem ketidakteraturan itu. Analisis statistis sifat gas yang semata-mata didasarkan atas kekekalan energi dan jumlah molekul, dan atas pendapat bahwa keadaan gas dapat dijelaskan dengan gejala probabilitas belaka, memberikan hasil yang memuaskan. Dalam sistem gas itu tidak ada perubahan energi, pertumbuhan teratur, maupun reproduksi. Tampaknya tidak ada tanda-tanda kenidupan yang merupakan bagian dari gerak molekul gas yang acak dan tak pernah berhenti itu. Apabila pada gas itu diberikan pengaruh medan dari luar, maka gerak molekul-molekulnya menjadi terarah, tidak lagi acak.

Distribusi gerak molekul gas seperti itu tidak dijumpai dalam benda hidup. Gradien kadar zat yang menyebabkan terjadinya proses difusi di dalam sel hidup tidak diragukan lagi. Namun faktor itu bukanlah satu-satunya faktor yang dominan. Gradien kadar di dalam sel bersifat ganda dan berubah-ubah. Oleh karena itu pendapat ekstrem bahwa proses-proses acaklah terutama yang mendasari kehidupan, adalah kurang masuk akal.

Apabila proses kehidupan dianggap teratur dan tunduk pada hukum-hukum alam yang telah dikenal, dan mungkin bersesuaian dengan asas umum, antara lain *teratur tetapi rumit*, maka masalahnya adalah sampai pada tingkat kerumitan mana diharapkan agar supaya apa yang tampak pada bakteri, tumbuhan, dan manusia dapat diterangkan. Untuk menjawab pertanyaan itu, pertama-tama perlu diperhatikan keanekaragaman jenis atom dan molekul. Struktur atom dalam suatu zat itu berdasarkan atas beberapa asas, yaitu

- (1). hukum-hukum elektrodinamika kuantum
- (2). asas larangan Pauli,
- (3). asas energi total yang minimum.

Dalam molekul-molekul, ternyata ketiga asas itu berlaku, tetapi komponen-komponen sistem molekul itu tidak hanya mencakup elektron dalam medan gaya seperti dalam sebuah atom, melainkan juga kombinasi atom-atom. Dengan demikian jumlah keanekaragamannya meningkat sehingga mengakibatkan terbentuknya amat banyak jenis zat. Zat-zat itu tidak mengalami perubahan energi (*energy turnover*) secara kontinu, tidak tumbuh dan membelah diri, serta tidak mengalami

9

diferensiasi. Jika dengan ketiga asas itu telah dihasilkan demikian banyak keanekaragaman, mungkin diperlukan satu atau dua asas lagi saja. Biologi memberikan satu asas lagi yang diturunkan secara empiris dari sifat-sifat kehidupan yang mantap, yaitu *teori evolusi*. Dari teori evolusi itu kemudian dihasilkan teori modern tentang mekanisme mutasi genetik. Teori ini berhasil dengan baik dalam menjelaskan gejala-gejala pada tingkat seluler maupun makroskopik. Boleh jadi dengan tambahan satu asas ini telah cukup, tetapi secara statistis mungkin pula setidak-tidaknya satu asas lagi masih diperlukan. Asas yang terakhir ini sampai sekarang masih belum ditemukan. Oleh karena itu merupakan tantangan bagi semua ilmuwan untuk menemukannya. Dalam rangka inilah penelitian-penelitian dan eksperimen-eksperimen dilaksanakan, ada yang melakukan pendekatan melalui mikrokosmos dengan analisis spektroskopik, ada pula yang melakukan pendekatan melalui makrokosmos dengan eksplorasi angkasa luar.

Di sinilah letak peranan penelitian-penelitian ilmu dasar, yang walaupun hasilnya tidak menampakkan manfaatnya seketika (*quick yielding*), namun sumbangannya dalam menyingkap tabir rahasia alam dan kehidupan tidak diragukan lagi.

Para mahasiswa yang saya cintai.

Saudara-saudara termasuk generasi perintis di lingkungan Universitas Airlangga dalam bidang matematika dan ilmu pengetahuan alam. Namun ilmu yang saudarauntut termasuk ilmu yang tua. Sebagai generasi perintis banyak tantangan yang saudara hadapi. Tantangan itu antara lain frontir bidang ilmu yang saudarauntut masih amat luas, namun pada pihak lain saudara harus bekerja dengan penuh keterbatasan, yaitu sarana belajar yang berupa perangkat lunak maupun perangkat keras. Akan tetapi bukankah para ilmuwan besar itu dilahirkan dengan segala keterbatasannya? Di samping itu, sebagai generasi perintis saudara-saudara harus dapat memberi suri teladan yang baik dalam menuntut dan menggali ilmu bagi generasi-generasi yang akan datang. Kami, termasuk saya, sebagai pengajar, pendidik, dan pengasuh tidak akan jemu dan segan membimbing saudara-saudara dalam menuntut dan menggali ilmu, demi kemajuan ilmu itu sendiri guna menyejahterakan kehidupan manusia, dan pula demi kejayaan negara dan bangsa Indonesia. Saudara-saudara pulalah yang akan ikut

menentukan cepat atau lambatnya masyarakat yang adil, sejahtera, makmur, dan merata itu tercapai.

Hadirin dan hadirat yang saya hormati.

Dalam kesempatan ini perkenankanlah kami sekeluarga dengan segala kerendahan hati memanjatkan puji syukur kepada Allah s.w.t. yang telah melimpahkan hidayah dan taufiqNya atas kami, karena hanya atas perkenan, izin, dan ridloNya kami memperoleh kehormatan setinggi ini. Kepada Allah pulalah kami memohon berkah, rahmat, dan lindungan agar kami diberi kekuatan dan iman dalam melaksanakan tugas yang saya emban.

Dalam kesempatan ini pula perkenankan saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah memberi kepercayaan kepada saya dengan mengangkat saya sebagai Guru Besar pertama pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga.

Ucapan terima kasih saya tertuju pula kepada Saudara Rektor dan para Guru Besar atas kesediaan Saudara sudi menerima saya sebagai Guru Besar di lingkungan Saudara. Doa dan restu Saudara-saudara saya pohonkan agar dalam saya mengemban tugas sebagai Guru Besar ini dapat ikut memajukan bidang fisika khususnya serta matematika dan ilmu pengetahuan alam umumnya demi kejayaan alma mater Universitas Airlangga, sehingga sumbangan ilmu pengetahuan alam dasar pada perkembangan kemajuan ilmu-ilmu profesi yang lain akan lebih terasa di kemudian hari.

Khusus kepada Prof. Dr. Marsetio Donosepoetro, yang menjabat Rektor pada waktu saya menerima Keputusan Presiden dalam pengangkatan saya sebagai Guru Besar, saya menyampaikan terima kasih dan hormat yang setinggi-tingginya. Oleh karena atas dorongan moral dan bimbingan-bimbingan beliau saya berhasil diangkat menjadi Guru Besar. Ucapan terima kasih ini teriring pula doa semoga Prof. Dr. Marsetio Donosepoetro sekeluarga selalu mendapatkan limpahan berkah, rahmat, dan lindungan Allah s.w.t, sehingga beliau sekeluarga selalu diberi ketabahan iman, bahagia, sejahtera, dan sentosa seterusnya.

Melalui Prof. Nanizar Zaman Joenoes, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada almarhum Prof. Moh. Zaman, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga pada waktu itu, yang dengan kearifan dan kegigihan beliau telah berhasil memberi kesempatan kepada saya untuk memperdalam ilmu di Amerika Serikat pada tahun 1962—1963. Jasa beliau dalam ikut menggoreskan perjalanan sejarah hidup saya tak akan saya lupakan sepanjang hayat.

To Prof. Dr. Robert Packard of Baylor University, Texas, who was visiting professor at the Department of Physics, goes my deepest gratitude for having given me many valuable advices and recommendations in planning my study programme in the United States.

My deep gratitude goes also to Dr. Norman Coulter of the Department of Physiology, The Ohio State University, who had given me so many academic guidance in the field of biophysics, during my study at The Ohio State University.

Kepada semua guru saya di HIS, Sekolah Rakyat, dan Sekolah Menengah Pertama di Magelang, dan juga guru-guru saya di Sekolah Menengah Atas di Yogyakarta, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan didikan yang telah saya terima, karena atas jasa dan jerih payah beliau-beliaulah saya pada saat ini berhasil mencapai jabatan akademik tertinggi.

Kepada almarhum Prof. Dr. H. Th. M. Leeman, yang wafat pada 28 Agustus 1984, dan Prof. Ir. Goenarso, dekan-dekan FIPIA Institut Teknologi Bandung pada waktu saya menimba ilmu sebagai mahasiswa, dan para dosennya, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya, yang dengan penuh kesabaran dan rasa kasih sayang telah berhasil menghantarkan saya dalam menyelesaikan studi kesarjanaan.

Kepada rekan-rekan fisikawan pada Himpunan Fisika Indonesia saya sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas sumbangan-sumbangan informasi ilmiah Saudara-saudara, sehingga banyak karya ilmiah saya terwujud karena sumbangan Saudara-saudara.

Kepada teman-teman sejawat di Jurusan Fisika khususnya dan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga umumnya, saya sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kerjasama yang telah terbina selama ini dengan saya. Atas dorongan dan dukungan Saudara-saudara pulalah akhirnya jabatan yang saya terima ini berhasil teraih.

12



Sembah sujud saya tertuju pula kepada almarhum Ayah dan almarhumah Ibu saya, yang dengan tekun, sabar, dan penuh rasa kasih sayang telah mengasuh, mendidik, dan membesarkan saya dalam irama hidup yang penuh duka derita selama tiga zaman. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada kedua beliau atas semua itu dan atas petuah-petuah dan nasihat-nasihat beliau yang amat berguna bagi pelita hidup saya dengan selalu bertaqwa kepada Allah s.w.t. Tiada lupa dari forum ini saya berdoa semoga Allah melimpahkan ampunNya terhadap dosa yang menimpa kedua beliau serta memberikan tempat di sisiNya sesuai dengan amal dan ibadah kedua beliau. Amin.

Kepada kedua kakakku, Ny. R. Slamet dan R. Moh. Asror, saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya atas dorongan batin yang telah saya terima dengan penuh cinta kasih, walaupun secara tidak sadar Anda telah memberikannya kepada saya. Dorongan batin semacam itu masih saya harapkan dari Anda dalam saya mengemban tugas ini pada masa mendatang.

Kepada isteri dan anakku yang saya cintai saya ucapkan terima kasih yang takberhingga atas segala pengertian, bantuan, dan pengorbanan anda, kepada isteri saya yang telah ikut membantu banyak merintis karier saya sejak saya masih mahasiswa dan kepada anakku atas pengertiannya yang kadang-kadang saya lupa mencurahkan perhatian kepadamu karena kesibukan. Tanpa pengertian, bantuan, dan pengorbanan kalian pasti saya tidak akan berhasil mencapai jenjang ini. Harapan saya semoga kami sekeluarga selalu mendapat ridho Allah dalam mengemudikan bahtera hidup kami dan anakku akan lebih berhasil daripada saya dalam menunaikan pengabdianya kepada Tuhan, Kemanusiaan, Bangsa, dan Negara kita. Amin.

* Akhirnya kepada para hadirin dan hadirat yang saya hormati, saya sampaikan terima kasih, yang telah dengan tekun dan penuh kesabaran mendengarkan Pidato Pengukuhan ini.

Sekian.

Wassalamu'alaikum wa rohmatullohi wa barokatuh.