

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah buku ini telah tersusun dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu mewujudkan buku ini hingga dapat dijadikan salah satu rujukan untuk mahasiswa Pendidikan Fisika dalam mempelajari sejarah fisika dari abad pra sejarah hingga abad 20.

Buku ini disusun sebagai panduan pembelajaran sejarah fisika yang berbasis *hybrid learning*. Selain dapat digunakan oleh mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UAD, buku ini juga dapat dijadikan referensi oleh mahasiswa pendidikan fisika dari universitas lain.

Penulis meyakini bahwa penyusunan buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, masukan dan saran yang membangun dari seluruh pembaca buku, sangat penulis harapkan. Selanjutnya, selamat membaca semoga banyak ilmu yang didapatkan dari buku ini.

Yogyakarta

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar Isi

BAB I Pengantar Sejarah Fisika

BAB II Fisika Pra Sejarah

BAB III Perkembangan Fisika Pada Abad Kejayaan Islam

BAB IV Fisika Klasik

BAB V Fisika Modern

BAB VI Sejarah Fisika di Indonesia dan Peran Pendidikan Fisika

BAB VII 5 Tokoh dan Penemuan yang Mengubah Dunia

Lampiran

BAB I

PENGANTAR SEJARAH FISIKA

Fisika berasal dari Bahasa Yunani yang berarti "alam". Hal tersebut dimaknai karena fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda di alam, gejala-gejala, kejadian-kejadian alam serta interaksi dari benda-benda di alam tersebut. Gejala ini, pada mulanya merupakan apa yang dialami oleh indera kita, misalnya penglihatan kemudian menemukan optika/cahaya, pendengaran kemudian menemukan pelajaran tentang bunyi, dan sebagainya.

Fisika didefinisikan sebagai proses benda-benda (benda mati) alam yang akan berubah, sedangkan biologi mempelajari benda-benda hidup. Sehingga disimpulkan bahwa fisika adalah ilmu pengetahuan yang tujuannya mempelajari bagian-bagian dari alam dan interaksi antara bagian tersebut.

Fisika adalah bidang ilmu yang tertua, karena dimulai dari pengamatan-pengamatan gerakan benda-benda langit, bagaimana lintasannya, periodenya, usianya dan lain-lain. Ilmu yang mempelajari tentang gerak benda ini disebut mekanika. Bidang ilmu ini dimulai kira-kira berabad-abad yang lalu. Mekanika berkembang pada zamannya Galileo dan Newton. Galileo merumuskan hukum-hukum benda-benda jatuh, Newton mempelajari gerak benda pada umumnya, termasuk planet-planet pada sistem tatasurya.

Fisika mempelajari bagian-bagian dari alam dan interaksi antara bagian tersebut. Alam yang dimaksud adalah alam makro dan juga

alam mikro. Alam makro yaitu bahwa fisika mempelajari benda-benda yang ukurannya besar yang dapat dilihat dengan alat-alat biasa yang ada saat ini, termasuk pula matahari, bulan, dll. Sedangkan alam mikro yaitu benda-benda yang kecil sekali dengan jarak yang sangat kecil pula, yang tidak bisa dilihat dengan alat biasa.

Dapat disimpulkan bahwa tujuan kita belajar fisika adalah agar kita dapat mengerti bagian-bagian dasar dari benda-benda dan interaksi antara benda-benda. Dari pernyataan ini kita ketahui bahwa fisika adalah bidang ilmu pengetahuan alam yang paling dasar. Ilmu kimia bersandarkan kepada fisika dan kimia, untuk menerangkan proses-proses yang terjadi dalam benda-benda hidup. Ilmu teknik juga bersandar kepada fisika.

Fisika juga penting untuk menunjang riset murni maupun terapan. Misalnya ahli geologi dalam risetnya menggunakan metode-metode gravimetri, ekustik, listrik dan mekanika. Rumah-rumah sakit modern dilengkapi dengan alat-alat elektronik. Ahli-ahli astronomi memerlukan optik, spektrografi dan teknik radio, demikian pula ahli-ahli meteorology, oceanologi, seismologi juga memerlukan pengetahuan Fisika.

Sebagian besar artikel tentang sejarah fisika menyebutkan bahwa perkembangan ilmu fisika terbagi dalam beberapa periode. Adalah Richtmeyer, seorang fisikawan yang membahas mengenai perkembangan ilmu fisika, ia membagi dalam empat periode.

Periode pertama dimulai jaman pra sejarah sampai tahun 1550an, pada periode ini dikumpulkan berbagai fakta fisis yang dipakai untuk

membuat perumusan empiric beberapa penemuan misal ditemukannya kalender mesir. Periode kedua yaitu tahun 1550an sampai 1800an. Periode ini mulai dikembangkan metode penelitian yang sistematis, tokohnya yaitu galileo, newton, bernaulli, dan lainnya.

Periode ketiga tahun 1800an sampai 1890an, mulai diformulasikannya konsep fisika yang mendasar, yang disebut fisika klasik. Periode keempat tahun 18900 ampai saat ini, dikembangkan teori-teori yang lebih umum yang dapat mencakup masalah yang berkaitan dengan relativitas dan kuantum (partikel yang sangat kecil).

Sedangkan Boer Jacob, membagi perkembangan ilmu fisika dalam lima periode, yaitu periode 1 (satu) antara zaman purbakala sampai tahun 15000. Periode ini belum ada eksperimen yang sistematis dan kebebasan dalam mengadakan percobaan. Periode 2 sekitar tahun 1550 sampai 18000, yaitu mulai berkembang metode eksperimen yang dapat dipertanggungjawabkan, diakui dan diterima sebagai persoalan ilmiah, dipelopori oleh Galileo. Galileo berfikir bahwa sains harus berdasarkan pengamatan dan percobaan. Kondisi saat itu, dogma agama sangat mempengaruhi cara pandang masyarakat terhadap sains.



Gambar 1. Percobaan Galileo di Menara Pissa

(sumber:https://en.wikipedia.org/wiki/Galileo%27s_Leaning_Tower_of_Pisa_experiment) anda dapat mengunjungi pula <http://majalah1000guru.net/2016/08/percobaan-galileo/>

Periode ketiga sekitar 1800-1890, berkembangnya fisika klasik, hampir semua fisikawan percaya semua hukum fisika telah ditemukan dan selesai, sehingga penelitian dialihkan untuk memperbaiki validitas alat ukur dan metode pengukuran. Contohnya adalah eksperimen count rumford dan joule yang memberi dasar teori kinetic panas, juga percobaan Young yang berhasil membuktikan interferensi dua berkas cahaya sehingga dapat mengukuhkan teori gelombang Huygens dari teori Corpuscular Newton. Serta riset Faraday sebagai dasar kebenaran teori elektromagnetik Maxwell.

Periode keempat tahun 1887-1925, berkembangnya teori klasik semi modern. Adanya fenomena mikroskopis, yaitu fenomena yang tidak dapat dilihat langsung seperti elektron dan neutron, di mana fisika klasik tidak dapat menjelaskan fenomena tersebut. Dimulai dengan ditemukannya efek fotolistrik, diikuti sepuluh tahun kemudian ditemukan sinar X dan radioaktivitas. Pada periode ini telah muncul teori kuantum, namun masih terkait dengan fisika klasik.

Periode kelima tahun 1925 sampai saat ini, yaitu berkembangnya fisika modern. Penelitian fisika membahas fenomena-fenomena mikroskopis revolusioner, telah dikembangkan teori fisika kuantum yang tidak terkait dengan fisika klasik, atau disebut the new quantum mechanics. Fenomena ini muncul berdasarkan uraian teori de Broglie, Heissenbergh, Schrodinger, dll. Diantaranya dengan ditemukannya

mekanika matriks (heisenbergh), mekanika gelombang (Schodinger), dan mekanika gabungan keduanya yang lebih umum (Dirac-Tomonaga). Mekanika kuantum yang dikemukakan Dirac dinamakan symbolic method, sifatnya sangat abstrak dan sulit dimengerti sehingga dikenal dengan istilah Relativistic Quantum Mechanics.



Gambar 2. Transistor (komponen penting dari hampir semua elektronika modern), hasil pengaruh mekanika kuantum dalam kehidupan.

(sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor#History>) anda juga dapat mengunjungi <https://www.kompasiana.com/hendradi/55185d6681331197669def61/apa-jadinya-dunia-tanpa-mekanika-kuantum>

Referensi

Cajori, Florian. (1928). A History of Physics. New York: Dover Publication, Inc.

Dudung. (2018). Pengertian dan Sejarah Ilmu Fisika Berdasarkan Riset. Diakses dari <https://www.dosenpendidikan.com/pengertian-dan-sejarah-ilmu-fisika-menurut-teori-riset/>

BAB II

FISIKA ZAMAN PRA SEJARAH

Fisika pra sejarah dalam beberapa literatur dijelaskan sebagai masa awal mula dikenal ilmu fisika. Pada masa ini ilmu yang didapatkan baru berdasarkan hasil observasi pada fenomena-fenomena alam, belum dikembangkan eksperimen atau percobaan yang valid untuk mengungkapkan bukti dari teori fisika yang didapatkan. Bangsa-bangsa yang memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu fisika pada tahap ini diantaranya adalah Yunani, Cina, dan India.

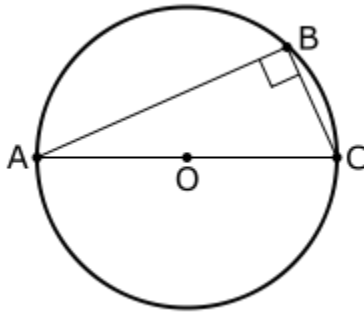
A. Sumbangan Yunani untuk Ilmu Fisika

Yunani adalah bangsa yang sangat terkenal dan tersohor pada masanya, sebagai sebuah bangsa yang menjadi cikal bakal bermulanya ilmu pengetahuan termasuk dalam ilmu fisika. Beberapa tokoh Yunani yang memberikan kontribusi terhadap ilmu fisika akan kita bahas sebagai berikut,

1. Thales

Thales lahir di kota Miletus, sebuah daerah di dekat pelabuhan kuno bagian barat Asia kecil, sekitar 624 SM. Ia pernah mengunjungi (belajar) di Mesir dan Babylonia sehingga mendapatkan ilmu tentang Astronomi dan Geometri. Thales memiliki pengaruh yang besar pada pemikiran Yunani dan sejarah

bangsa barat. Ia melakukan penyelidikan pada hampir semua ilmu pengetahuan, yaitu filsafat, sejarah, ilmu alam, matematika, Teknik, geografi, dan juga politik. Oleh sebab itu Thales dikenal sebagai bapak ilmu pengetahuan.



Gambar 3. Theorema Thales (Jika AC adalah diameter, maka sudut pada B adalah sudut siku-siku) (Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Thales%27s_theorem)

Thales mengusulkan teori untuk menjelaskan banyak kejadian alam. pendekatannya yang mempertanyakan untuk memahami fenomena surgawi adalah awal dari astronomi Yunani.

Thales berusaha untuk menemukan penjelasan naturalistik dunia, tanpa mengacu pada supranatural atau mitologis. Dia menjelaskan gempa bumi dengan menghipotesiskan bahwa bumi mengapung di atas air, dan gempa bumi terjadi ketika bumi diguncang oleh gelombang.

2. Anaxagoras

Anaxagoras lahir sekitar 500 SM di Clazomenae, Asia Kecil. Saat dewasa, ia berada di Yunani sekitar 30 tahun menetap disana. Anaxagoras menjelaskan tentang fase bulan dan gerhana bulan

dan matahari dalam gerakannya. Dia juga mempercayai bahwa surga dan dunia diciptakan melalui proses yang sama. Benda-benda langit adalah kumpulan batu yang berasal dari bumi, yang dapat menyala karena adanya rotasi yang sangat cepat.

Karena pemikirannya tersebut, Anaxagoras terjebak dalam konflik kepercayaan populer pada zaman itu. Pemikirannya tentang benda-benda langit dianggap berbahaya oleh pihak Gereja. Konflik ini membuatnya harus ditahan dalam penjara karena dituduh melanggar agama. Pada saat dibebaskan, ia dipaksa untuk pindah dari Athena ke Lampsacus di Iona.

Anaxagoras mendasarkan pemikirannya tentang dunia ini pada

“Mind is god and god is Mind”

Anaxagoras

tiga prinsip metafisik yang mendasari Prinsip Eleatic yaitu *No Becoming or Passing-Away*, *Everything is in Everything*, dan *No Smallest or Largest*. Penjelasan yang pertama adalah bahwa Anaxagoras memikirkan tentang hewan, tumbuhan, manusia, dan seterusnya adalah konstruksi alami yang keberadaannya karena salah satu proses alam. Penjelasan kedua adalah bahwa pernyataan tersebut menegaskan dalam suatu hal/benda pasti ada campuran berbagai jenis bahan, dan bahan-bahan ada dimana-mana dan dapat ditemui sewaktu-waktu. Penjelasan ketiga adalah bahwa

segala sesuatu tidak ada yang paling kecil ataupun paling besar, yang ada adalah lebih kecil atau lebih besar.

3. Democritus

Democritus lahir di Abdera, Thrace, Yunani pada 460 SM. Ia adalah murid dari Leucippus yang mencetuskan sebuah keyakinan bahwa semua materi terdiri dari berbagai unsur yang tidak dapat dihilangkan dan tidak dapat dipisahkan, yang disebut dengan atom atau unit dari sebuah individu.

DEMOCRITUS' ATOM



Gambar 4. Model Atom Democritus

Para atomis berpendapat bahwa ada dua jenis realitas yang secara fundamental berbeda yang menyusun dunia alam, atom dan void. Atom, dari kata sifat atomos atau atomon Yunani, 'tak terbagi', tak terbatas jumlahnya dan beragam dalam ukuran dan bentuk, dan sempurna padat, tanpa celah internal. Mereka bergerak dalam kekosongan tanpa batas, saling menyerang ketika mereka bertabrakan atau bergabung ke dalam kelompok-kelompok dengan menggunakan kait dan duri kecil di permukaan mereka, yang menjadi terjerat. Selain tempat ganti, mereka tidak bisa diubah, tidak bisa digabung dan tidak bisa dihancurkan.

Teori atomis tampaknya lebih selaras dengan ilmu pengetahuan modern daripada teori kuno lainnya. Namun, kemiripan dengan konsep sains modern dapat membingungkan ketika mencoba memahami dari mana hipotesis itu berasal. Atomis klasik tidak bisa memiliki dasar empiris untuk konsep modern atom dan molekul.

Dalam bukunya *History of Western Philosophy*, Bertrand Russell menulis bahwa Democritus jatuh cinta pada "apa yang oleh orang-orang Yunani disebut demokrasi." Democritus mengatakan bahwa "orang bijak adalah milik semua negara, karena rumah dari jiwa yang agung adalah seluruh dunia."

B. Sumbangan Cina untuk Ilmu Fisika

Shen Kuo adalah seorang fisikawan dari china (1031-1095) menuliskan tentang peran cina kuno dalam penemuan magnet yang tercatat dalam buku *Book of the devil Valley Master*, tahun ke 4 SM. Bahwa magnet dapat digunakan sebagai kompas atau navigasi, tepatnya dalam menentukan arah utara.

Dalam optic Shen Kuo juga mengembangkan kamera obscura

C. Sumbangan India untuk Ilmu Fisika

Maharishi Kanada, seorang filsuf India adalah seseorang yang pertama mengembangkan secara sistematis tentang teori atom sekitar tahun 200 SM. Yang selanjutnya diteruskan oleh seorang penganut Budha yaitu Dharmakirti dan Dignaga pada abad pertama.

Pakudha Kaccayana, sejaman dengan budha Gautama juga telah menemukan tentang atom sebagai sebuah partikel di dunia. Filusuf ini percaya bahwa sebuah benda yang data teraba secara fisik terdiri dari partikel yang sangat kecil, sampai pada akhirnya tidak dapat dibagi lagi. Dalam bahasanya disebut **parmanu**

Dalam ilmu astronomi, ilmuwan india menyumbangkan pemikirannya tentang rotasi bumi, yaitu Aryabhata Aryabhathiya (499 SM). Ilmuwan lainnya adalah Nilakantha Somayaji (1444-1544) yang mengusulkan model semi heliosentris, mirip dengan sistem Tychonic. Yaitu sistem tata surya yang dipublikasikan oleh Tycho Brahe pada abad ke 16 Masehi. Dimana matahari dan bulan mengelilingi bumi, sedangkan planet lain mengelilingi bumi dan mengelilingi matahari.

Referensi

Barryman, Sylvia. (2007). *Democritus*. Diakses dari <https://plato.stanford.edu/entries/democritus/#MixRot>

Barryman, Sylvia. (2007). *Anaxagoras*. Diakses dari <https://plato.stanford.edu/entries/anaxagoras/#MixRot>

Milhorn, Thomas. (2008). *The History of Physics: A Biographical Approach*. USA: Virtual bookworm.com Publishing, Inc

BAB III

Perkembangan Fisika dan Teknologi Pada Abad Kejayaan Islam

Hampir dapat dipastikan bahwa dalam berbagai buku sejarah fisika ataupun sejarah ilmu pengetahuan versi barat selalu melupakan zaman kejayaan Islam. Padahal Islam pada era ini memberikan kontribusi besar pada ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam periodisasi sejarah fisika menurut para sejarawan barat, setelah zaman pra sejarah selalu langsung dibahas fisika klasik. Hal ini tak lepas dari pengaruh politik yang terjadi dan juga pengaruh paham keagamaan yang mendominasi kekuasaan. Di sini, kita akan membahas berbagai peran ilmuwan muslim dalam memajukan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang fisika dan teknologi di zamannya.

1. Ibnu al-Haitham

Nama lengkap beliau adalah Abu Ali Muhammad al-Hassan Ibnu al-Haitham. Lahir di Basrah (kini Irak) sekitar tahun 965 M dan wafat di Kairo sekitar tahun 1039 M. Beliau juga dikenal dengan nama Alhazen. Ibnu al-Haitham merupakan seorang ilmuwan Islam yang ahli dalam bidang sains, falak, matematika, geometri, pengobatan dan filsafat.

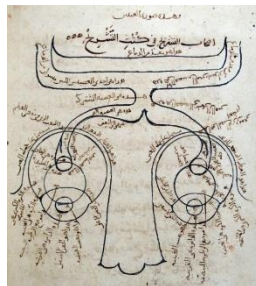
Ibnu al-Haitham dinobatkan sebagai "Bapak Optik Modern" karena kehebatannya dalam menjabarkan optik, yang tertuang dalam Kitab Al-Manazir. Penyelidikannya mengenai cahaya telah menginspirasi Roger Bacon, dan Kepler dalam menciptakan mikroskop dan teleskop.

Beberapa penjelasan Ibnu al-Haitham dalam Kitab Al-Manazir yang terbukti kebenarannya berdasarkan optika modern adalah sebagai berikut:

“Penglihatan merupakan hasil dari cahaya menembus mata dari benda, dengan demikian merupakan bantahan terhadap kepercayaan kuno yang mengatakan bahwa sinar penglihatan datang dari mata.”

“Wilayah kornea mata adalah lengkung dan dekat dengan conjunctiva/penghubung, tetapi kornea mata tidak bergabung dengan conjunctiva.”

“Dia terus berupaya oleh penggunaan hiperbola dan geometri optic ke grafik dan merumuskan dasar hukum pada refleksi/penyebaran, dan dalam atmosferic dan pembiasan sinar cahaya. Dia berspekulasi bidang electromagnetic cahaya, yakni mengenai kecepatan, dan perambatan garis lurus. Dia merekam pembentukan sebuah gambar dalam kamera obscura saat gerhana matahari (prinsip dari kamera pinhole).”



Gambar 4. Gambar Mata pada Kitab Al-Manazir
(sumber: <http://www.muslimheritage.com/article/reflections-optics-time/gallery/860>)

Buku optic ini telah memiliki pengaruh penting dalam perkembangan ilmu optik karena telah menjadi pijakan dan landasan fisika tentang optic modern. Melalui kitab ini, pemahaman mengenai

cahaya dan penglihatan menjadi lebih terbuka. Ibnu Al-Haitham juga mengupas masalah pengobatan dan ilmu pengobatan mata di dalam kitab Al-Manazir tersebut, sehingga kitab ini mendorong kemajuan dalam operasi mata.

Ibnu Haitham melalui kitab ini telah memasukkan konsep physicomatematika dalam bidang optic pada era yang lebih awal daripada ilmu yang lain seperti astronomi dan mekanik. Beliau berhasil memecahkan masalah dengan mencari titik pada cermin cembung pada sebuah sinar yang berasal dari satu titik yang memantulkan ke titik lain. Al-Haitham menemukan bahwa cahaya adalah variabel dan bergerak lambat dalam benda yang padat.

Al-Haitham diyakini sebagai orang pertama yang menjelaskan secara akurat berbagai bagian mata dan memberikan penjelasan ilmiah dari proses penglihatan. Rosanna Gorini dalam karya "Al-Haytham the Man of Experience", menyebut Al-Haitham sebagai pelopor metode ilmiah modern. Hebatnya lagi bahwa Kitab Al-Manazir dituliskan oleh Al-Haitham saat ia berada dalam tahanan di Kairo, Mesir pada tahun 1011-1021 M.



Gambar 5. Ibnu Al-Haitham

(sumber:https://ms.wikipedia.org/wiki/Abu_Ali_Hasan_Ibn_Al-Haitham)

2. Ibnu Al-Shatir

Sejarawan astronomi menemukan fakta bahwa ide matematika antara buku yang ditulis oleh Copernicus memiliki kesamaan dengan sebuah buku yang ditulis seratus tahun sebelumnya oleh ilmuwan Arab yaitu Ibnu Al-Shatir (1304-1375 M). Kitab *Nihayat al-sul fi Tashih al-Usul* ini telah mempengaruhi pemikiran Copernicus dalam bukunya *De Revolutionibus*.

Ala Al-Din Abu'l-Hasan Ali ibnu Ibrahim ibnu al-Shatir merupakan astronom Muslim Arab, beliau juga ahli matematika dan ahli mesin. Ibnu Al-Shatir merombak teori geosentris yang dicetuskan oleh Claudius Ptolemaeus atau Ptolemy (90 SM-168 SM). Beliau mereformasi model matahari, bulan dan planet Ptolemaic dengan memperkenalkan model non-Ptolemaic yang menghapuskan epicycle pada model matahari, yang menghapuskan eksentrik dan equant.

Model geometris Ibnu Al-Shatir merupakan karya pertama yang benar-benar unggul daripada model Ptolemaic karena model ini lebih baik dan sesuai dengan pengamatan empiris. Hal yang dilakukan Al-Shatir saat melakukan percobaan model Ptolemaic dan mengalami ketidakcocokan dengan pengamatannya maka ia akan merumuskan sendiri model non-Ptolemaic pada bagian yang tidak cocok dengan pengamatannya. Saat menguji model matahari Ptolemaic, Ibnu Al-Shatir memaparkan pengujian nilai Ptolemaic untuk bentuk dan ukuran matahari dengan menggunakan pengamatan gerhana bulan.



Gambar 6. Ibnu Al-Shatir Lunar Model

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Ibn_al-Shatir)

Menurut astronom V Robert dan E.S. Kennedy, meskipun pemikiran Ibnu Al-Shatir tentang geosentris, namun ia telah menghapuskan equant dari accetric Ptolemaic yang kemudian menurut Saliba bahwa diagram model heliocentris yang dikembangkan Copernicus sangat dipengaruhi oleh pemikiran Ibnu Al-Shatir.

3. Ibnu Ismail Al-Jazari

Dengan mengembangkan prinsip hidrolis untuk menggerakkan mesin yang sekarang dikenal sebagai mesin robot membuatnya dikenal sebagai ilmuwan Muslim penemu ilmu robotika modern. Ia dinobatkan sebagai ahli teknik muslim yang ternama.

Ia merupakan tokoh besar di bidang mekanika dan industri. Dilahirkan di antara sisi utara Irak dan timur laut Syria, tepatnya antara Sungai Tigris dan Sungai Eufrat. Nama lengkap beliau adalah Badi Al-Zaman Abulez Ibn Alrazz Al-Jazari, tinggal di Diyar Bakir, Turki selama abad kedua belas. Ia mendapat julukan sebagai Bapak Modern Engineering berkat temuan-temuannya.



Gambar 6. Jam Gajah Karya Al-Jazari

Ia dipanggil Al-Jazira karena dilahirkan di Al-Jazira, sebuah wilayah antara Sungai Tigris dan Sungai Eufrat. Karya-karyanya yang fenomenal adalah jam gajah yang dibuatnya pada tahun 1206 M. Prinsip kerja jam gajah ini adalah dengan memanfaatkan tenaga air dan berat benda untuk menggerakkan secara otomatis sistem mekanis, yang dalam interval tertentu akan memberikan suara simbal dan burung berkicau.

Bagian perut gajah tersebut, ternyata merupakan sebuah tangki berisi air dengan ukuran volume tertentu. Terdapat sebuah mangkuk air berporfasi yang bekerja menggunakan prinsip Archimedes, sehingga mangkuk tersebut berisolasi di sekitar tepinya dan tidak tenggelam secara vertikal.

Mangkuk yang mengambang pada tangki air tersebut memiliki sebuah lubang kecil yang secara bertahap terisi dengan air. Lambat laun, mangkuk ini akan secara bersamaan tenggelam dan miring. Dalam proses tenggelam ini, mangkuk akan menarik 3 buah tali yang terhubung dengan mekanisme yang akan mengontrol 30 bola yang akan dijatuhkan satu per satu dari menara atas gajah, tepat setiap setengah jam sekali. Selanjutnya ialah proses yang menakjubkan!

Bola yang dijatuhkan tersebut, akan menyebabkan putaran burung Phoenix yang berkicau. Selanjutnya, bola tersebut akan menggerakkan sebuah patung, yang menyerupai Sultan Saladin, ke kiri dan ke kanan. Gerakan tersebut menentukan apakah bola akan jatuh melalui mulut dari salah satu elang yang berada di sampingnya.

Selanjutnya, mulut salah satu naga akan menangkap bola tersebut. Berat yang ditimbulkan bola akan menyebabkan naga membungkuk sembari meletakkan bola tersebut pada sebuah vas dibelakang Mahout, sang penunggang gajah. Menandai rangkaian proses itu, Mahout akan menggerak-gerakkan tangannya dan bunyi simbal akan terdengar. Sungguh sebuah karya yang jenius!

Kini replika jam gajah ternyata disusun kembali di London Science Museum, sebagai bentuk penghargaan atas karya besarnya itu.

Selanjutnya karyanya yang lain yang dikonstruksi ulang di Inggris pada 1976, yaitu jam air. Banyak orang yang berdecak kagum dengan hasil karya tersebut di acara World of Islam Festival.

Exercise

1. Lakukan analisis pada ayat-ayat Al-Qur'an yang membahas tentang optic!
2. Kondisi umat muslim saat ini, apakah memungkinkan untuk meraih kembali kegemilangan peradaban?

Referensi

- Falah, Miftahul. (2012). *Jam Gajah Sang Jenius Muslim*. Diakses dari <https://www.republika.co.id/berita/komunitas/wapena/12/03/24/m1d4eh-jam-gajah-sang-jenius-muslim>
- Susilawati, Desy. (2009). *Khazanah: Ibnu Al-Shatir*. Harian Republika dirilis Selasa, 14 Juli 2009
- Susilawati, Desy. (2009). *Khazanah: Kitab Al-Manazir*. Harian Republika dirilis Jum'at, 26 Juni 2009

BAB IV

FISIKA KLASIK

Fisika klasik mencakup cabang-cabang fisika tradisional yang diakui dan cukup berkembang baik sebelum abad ke 20. Cabang-cabang tersebut meliputi ilmu mekanik, bunyi, optic, kalor, listrik dan magnet. Disini, kita akan membahas tentang mekanika dan optic.

Mekanika klasik adalah bagian dari ilmu fisika mengenai gaya yang bekerja pada benda. Sering dinamakan "**Mekanika Newton**" dari Newton dan hukum gerak Newton. Mekanika klasik dibagi menjadi sub bagian lagi, yaitu statistika (mempelajari benda diam), kinematika (mempelajari benda bergerak), dan dinamika (mempelajari benda yang terpengaruh gaya).

Mekanika klasik menghasilkan hasil yang sangat akurat dalam kehidupan sehari-hari. Dia diikuti oleh relativitas khusus untuk sistem yang bergerak dengan kecepatan sangat tinggi, mendekati kecepatan cahaya, mekanika kuantum untuk sistem yang sangat kecil, dan teori medan kuantum untuk sistem yang memiliki kedua sifat di atas. Namun, mekanika klasik masih sangat berguna, karena ia lebih sederhana dan mudah diterapkan dari teori lainnya, dan dia juga memiliki perkiraan yang valid dan luas terapannya.

Mekanika klasik dapat digunakan untuk menjelaskan gerakan benda sebesar manusia (seperti gasing dan bisbol), juga benda-benda astronomi (seperti planet dan galaksi, dan beberapa benda mikroskopis (seperti molekul organik). Mekanika klasik menggambarkan dinamika partikel atau sistem partikel. Dinamika partikel demikian, ditunjukkan

oleh hukum-hukum Newton tentang gerak, terutama oleh hukum kedua Newton. Hukum ini menyatakan, "Sebuah benda yang memperoleh pengaruh gaya atau interaksi akan bergerak sedemikian rupa sehingga laju perubahan waktu dari momentum sama dengan gaya tersebut".

Hukum-hukum gerak Newton baru memiliki arti fisis, jika hukum-hukum tersebut diacukan terhadap suatu kerangka acuan tertentu, yakni kerangka acuan inersia (suatu kerangka acuan yang bergerak serba sama - tak mengalami percepatan). Prinsip Relativitas Newtonian menyatakan, "Jika hukum-hukum Newton berlaku dalam suatu kerangka acuan maka hukum-hukum tersebut juga berlaku dalam kerangka acuan lain yang bergerak serba sama relatif terhadap kerangka acuan pertama".

Konsep partikel bebas diperkenalkan ketika suatu partikel bebas dari pengaruh gaya atau interaksi dari luar sistem fisis yang ditinjau (idealisasi fakta fisis yang sebenarnya). Gerak partikel terhadap suatu kerangka acuan inersia tak gayut (independen) posisi titik asal sistem koordinat dan tak gayut arah gerak sistem koordinat tersebut dalam ruang. Dikatakan, dalam kerangka acuan inersia, ruang bersifat homogen dan isotropik. Jika partikel bebas bergerak dengan kecepatan konstan dalam suatu sistem koordinat selama interval waktu tertentu tidak mengalami perubahan kecepatan, konsekuensinya adalah waktu bersifat homogen.

Sebelum optika kuantum menjadi penting, asarnya terdiri dari aplikasi elektromagnetik klasik dan pendekatan frekuensi

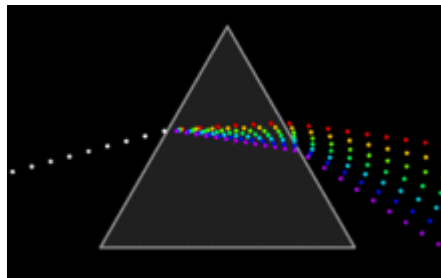
tinggi untuk cahaya. Optik klasik terbagi menjadi dua cabang utama: optika geometris dan optika fisis.

Optika geometris, atau optika sinar menjelaskan propagasi cahaya dalam bentuk "sinar". Sinar dibelokkan di antar muka antara dua medium yang berbeda, dan dapat berbentuk kurva di dalam medium yang mana indeks-refraksinya merupakan fungsi dari posisi. "Sinar" dalam optik geometris merupakan objek abstrak, atau "instrumen", yang sejajar dengan muka gelombang dari gelombang optis sebenarnya. Optik geometris menyediakan aturan untuk penyebaran sinar ini melalui sistem optis, yang menunjukkan bagaimana sebenarnya muka gelombang akan menyebar. Ini adalah penyederhanaan optik yang signifikan, dan gagal untuk memperhitungkan banyak efek optis penting seperti difraksi dan polarisasi. Namun hal ini merupakan pendekatan yang baik, jika panjang gelombang tersebut sangat kecil dibandingkan dengan ukuran struktur yang berinteraksi dengannya. Optik geometris dapat digunakan untuk menjelaskan aspek geometris dari penggambaran cahaya (imaging), termasuk aberasi optis.

Optika geometris sering disederhanakan lebih lanjut oleh pendekatan paraksial, atau "pendekatan sudut kecil." Perilaku matematika yang kemudian menjadi linear, memungkinkan komponen dan sistem optis dijelaskan dalam bentuk matrik sederhana. Ini mengarah kepada teknik optic Gauss dan *penelusuran sinar paraksial*, yang digunakan untuk order pertama dari sistem optis, misalnya memperkirakan posisi dan magnifikasi dari gambar dan

objek. Propagasi sorotan Gauss merupakan perluasan dari optik paraksial yang menyediakan model lebih akurat dari radiasi koheren seperti sorotan laser. Walaupun masih menggunakan pendekatan paraksial, teknik ini memperhitungkan difraksi, dan memungkinkan perhitungan pembesaran sinar yang sebanding dengan jarak, serta ukuran minimum sorotan yang dapat terfokus. Propagasi sorotan Gauss menjembatani kesenjangan antara optik geometris dan fisik.

Optika fisis atau optika gelombang membentuk prinsip Huygens dan memodelkan propagasi dari muka gelombang kompleks melalui sistem optis, termasuk amplitude dan fase dari gelombang. Teknik ini, yang biasanya diterapkan secara numerik pada komputer, dapat menghitung efek difraksi, interferensi, polarisasi, serta efek kompleks lain. Akan tetapi pada umumnya aproksimasi masih digunakan, sehingga tidak secara lengkap memodelkan teori gelombang elektromagnetik dari propagasi cahaya. Model lengkap tersebut jauh lebih menuntut komputasi, akan tetapi dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan kecil yang memerlukan pemecahan lebih akurat.



Gambar 8. Konsep Dispersi Cahaya Pada Prisma

Exercise

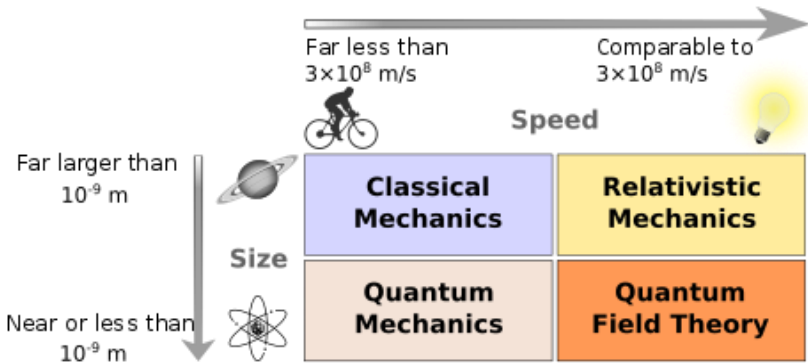
Carilah tokoh-tokoh Fisika Klasik beserta penemuannya!

Referensi

Cajori, Florian. (1928). A History of Physics. New York: Dover Publication, Inc.

Anonim. (n.d). Fisika Klasik. https://id.wikipedia.org/wiki/Fisika_klasik

BAB V FISIKA MODERN



Gambar 11. Visualisasi Fisika Modern

Fisika klasik biasanya berurusan dengan kondisi sehari-hari: kecepatan jauh di bawah laju cahaya, dan ukuran jauh lebih besar dari atom. Fisika modern banyak bermain dengan kecepatan tinggi dan ukuran sangat kecil.

Fisika modern adalah suatu upaya untuk memahami segala proses inti interaksi materi yang mempergunakan perangkat-perangkat sains dan rekayasa. Fisika modern mengimplikasi bahwa penjelasan dari abad ke-19 terhadap suatu fenomena tidaklah cukup untuk menjelaskan alam yang teramati oleh perangkat-perangkat modern. Fisika modern pada umumnya menganggap bahwa penjelasan konsisten terhadap pengamatan-pengamatan ini akan menggabungkan unsur-unsur mekanika kuantum dan relativitas.

Fenomena pada kecepatan yang lambat dan jarak yang jauh biasanya tercakupi oleh fisika klasik. Fisika modern seringkali melibatkan kondisi-kondisi ekstrem; pada praktiknya, efek-efek kuantum biasanya melibatkan jarak yang sebanding dengan ukuran atom (kira-kira 10^{-9} m), sedangkan efek-efek relativistik biasanya

melibatkan kecepatan yang sebanding dengan laju cahaya (kira-kira 10^8 m/s).

Fisika modern berkaitan dengan perilaku materi dan energi pada kondisi ekstrim yaitu kondisi pada skala yang sangat besar atau pada kondisi yang sangat kecil. Diantara pokok bahasan fisika modern yaitu tentang atom, nuklir, fisika molekuler, teori quantum, dan relativitas. Disini, kita akan membahas tentang atom dan peluruhan radioaktif.

Teori atom adalah teori ilmiah sifat alami materi, yang menyatakan bahwa materi tersusun atas satuan diskret yang disebut atom. Ini dimulai dari konsep filosofis pada masa Yunani kuno dan menjadi aliran ilmiah utama di awal abad ke-19, ketika diungkap dalam bidang kimia. Ilmu kimia ini membuktikan bahwa materi memang berperilaku seperti jika ia tersusun atas atom-atom.

Istilah *atom* berasal dari kata sifat Yunani Kuno *atomos*, yang berarti "tidak dapat dipecah". Kimiawan abad ke-19 mulai menggunakan istilah sehubungan dengan meningkatnya jumlah unsur kimia yang tidak dapat diperkecil lagi. Meskipun tampaknya benar, sekitar pergantian abad ke-20, melalui berbagai eksperimen dengan elektromagnetisme dan radioaktivitas, fisikawan menemukan bahwa apa yang disebut "atom yang tidak dapat dipecah" sebenarnya adalah gabungan berbagai partikel subatomik yang dapat ada secara terpisah dari satu sama lain. Bahkan, di lingkungan ekstrem tertentu, seperti bintang neutron, suhu dan tekanan ekstrem sama sekali mencegah pembentukan atom. Karena atom yang ditemukan dapat dibagi, fisikawan kemudian menciptakan istilah "partikel elementer"

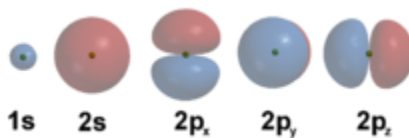
untuk menggambarkan bagian yang "tak bisa dipotong", meskipun bisa dihancurkan, dari sebuah atom. Bidang ilmu yang mempelajari partikel subatomik adalah fisika partikel, dan di bidang ini para fisikawan berharap dapat menemukan sifat dasar sejati suatu materi.

Pada tahun 1924, Louis de Broglie mengajukan teori bahwa semua partikel bergerak—terutama partikel subatomik seperti elektron—menunjukkan perilaku mirip gelombang. Erwin Schrödinger, yang terkesan dengan ide ini, menggali lebih jauh kebenaran bahwa gerak elektron dalam atom dapat dijelaskan lebih baik sebagai gelombang daripada sebagai partikel.

Persamaan Schrödinger, dipublikasikan tahun 1926, menjelaskan elektron sebagai fungsi gelombang dan bukan sebagai partikel. Pendekatan ini dengan elegan memprediksi banyak fenomena spektrum yang gagal dijelaskan oleh model Bohr. Meskipun konsep ini mudah secara matematis, namun sulit divisualisasikan, dan menghadapi penentangan. Salah satu kritik, Max Born, mengusulkan sebaliknya bahwa fungsi gelombang Schrödinger menjelaskan tidak hanya elektron saja melainkan semua kondisi yang mungkin terjadi, dan dengan demikian dapat digunakan untuk menghitung probabilitas menemukan elektron pada setiap lokasi tertentu di sekitar inti.

Hal ini merekonsiliasi dua teori yang bertentangan elektron sebagai partikel vs gelombang sekaligus melahirkan ide dualisme gelombang-partikel. Teori ini menyatakan bahwa elektron memiliki sifat seperti gelombang sekaligus partikel. Contohnya, ia dapat dihamburkan seperti gelombang, dan memiliki massa seperti partikel.

Konsekuensi penjabaran elektron sebagai bentuk gelombang adalah bahwa tidak memungkinkan secara matematis untuk menurunkan secara simultan posisi dan momentum suatu elektron. Ini kemudian dikenal sebagai prinsip ketidakpastian Heisenberg setelah ahli fisika teori Werner Heisenberg menjelaskan dan mempublikasikannya pertama kali tahun 1927. Ini membuat model Bohr menjadi tidak valid lagi. Model atom modern menjelaskan posisi elektron dalam atom sebagai suatu probabilitas. Sebuah elektron dapat ditemukan pada jarak berapapun dari inti atom, tetapi, tergantung tingkat energinya, berada lebih sering pada region tertentu daripada region lainnya. Pola ini yang dirujuk sebagai orbital atom. Orbital berada dalam bentuk yang bervariasi sferis, barbel, torus, dsb. dengan inti atom berada di tengah.



Gambar 10. Susunan Atom

Lima orbital atom neon yang terisi penuh, dipisahkan dan ditata sesuai urutan kenaikan energi dari kiri ke kanan, dengan tiga orbital terakhir memiliki tingkat energi yang sama. Masing-masing orbital berisi dua elektron, yang kemungkinan berada dalam zona-zona yang disajikan dalam bentuk gelembung berwarna. Masing-masing elektron terdapat dalam kedua zona orbital secara seimbang, terlihat di sini bahwa warna hanya untuk menyoroti fasa gelombang yang berbeda.



Gambar 12. Simbol Trefoil untuk menunjukkan sebuah material radioaktif

Peluruhan radioaktif adalah proses dimana sebuah inti atom yang tidak stabil kehilangan energi yang berupa massa dalam keadaan diam, dengan memancarkan radiasi, seperti partikel alfa, partikel beta dengan neutrino, sinar gamma, atau elektron dalam kasus konversi internal. Material yang mengandung inti tak stabil ini dianggap radioaktif. Beberapa inti nuklir berwaktu paruh pendek dapat meluruh melalui emisi neutron atau emisi proton.

Peluruhan terjadi pada sebuah *nukleus induk* dan menghasilkan sebuah *nukleus anak*. Peluruhan radioaktif adalah sebuah proses "acak" (*stochastic*) dimana menurut teori kuantum, tidak mungkin untuk memprediksi kapan sebuah atom akan meluruh, tidak peduli seberapa lama atom tersebut telah eksis. Namun, untuk sekumpulan atom, kecepatan peluruhan yang diperkirakan dapat dikarakterisasi melalui konstanta peluruhan atau waktu-paruh. Hal ini menjadi dasar bagi pengukuran radiometrik. Waktu paruh atom radioaktif tidak memiliki batas, terbentang sepanjang 55 tingkat besaran, dari mulai hampir spontan sampai jauh melebihi usia alam semesta.

Satuan internasional (SI) untuk pengukuran peluruhan radioaktif adalah becquerel (Bq). Jika sebuah material radioaktif menghasilkan 1 buah kejadian peluruhan tiap 1 detik, maka dikatakan material tersebut mempunyai aktivitas 1 Bq. Karena biasanya sebuah sampel material radioaktif mengandung banyak atom, 1 becquerel akan tampak sebagai tingkat aktivitas yang rendah; satuan yang biasa digunakan adalah dalam orde gigabecquerel.

Neutron dan proton yang menyusun inti atom, terlihat seperti halnya partikel-partikel lain, diatur oleh beberapa interaksi. Gaya nuklir kuat, yang tidak teramati pada skala makroskopik, merupakan gaya terkuat pada skala subatomik. Hukum Coulomb atau gaya elektrostatik juga mempunyai peranan yang berarti pada ukuran ini. Gaya nuklir lemah sedikit berpengaruh pada interaksi ini. Gaya gravitasi tidak berpengaruh pada proses nuklir.

Interaksi gaya-gaya ini pada inti atom terjadi dengan kompleksitas yang tinggi. Ada sifat yang dimiliki susunan partikel di dalam inti atom, jika mereka sedikit saja bergeser dari posisinya, mereka dapat jatuh ke susunan energi yang lebih rendah. Mungkin bisa sedikit digambarkan dengan menara pasir yang kita buat di pantai: ketika gesekan yang terjadi antar pasir mampu menopang ketinggian menara, sebuah gangguan yang berasal dari luar dapat melepaskan gaya gravitasi dan membuat tower itu runtuh.

Keruntuhan menara (*peluruhan*) membutuhkan energi aktivasi tertentu. Pada kasus menara pasir, energi ini datang dari luar sistem, bisa dalam bentuk ditendang atau digeser tangan. Pada kasus

peluruhan inti atom, energi aktivasi sudah tersedia dari dalam. Partikel mekanika kuantum tidak pernah dalam keadaan diam, mereka terus bergerak secara acak. Gerakan teratur pada partikel ini dapat membuat inti seketika tidak stabil. Hasil perubahan akan memengaruhi susunan inti atom; sehingga hal ini termasuk dalam reaksi nuklir, berlawanan dengan reaksi kimia yang hanya melibatkan perubahan susunan elektron di luar inti atom.

Beberapa reaksi nuklir melibatkan sumber energi yang berasal dari luar, dalam bentuk "tumbukkan" dengan partikel luar misalnya. Akan tetapi, reaksi semacam ini tidak dipertimbangkan sebagai peluruhan. Reaksi seperti ini biasanya akan dimasukkan dalam fisi nuklir/fusi nuklir.

Menurut teori Big Bang, isotop radioaktif dari unsur ringan (H, He, dan Li) dihasilkan tidak berapa lama setelah alam semesta terbentuk. Tetapi, inti-inti ini sangat tidak stabil sehingga tidak ada dari ketiganya yang masih ada saat ini. Karenanya sebagian besar inti radioaktif yang ada saat ini relatif berumur muda, yang terbentuk di bintang (khususnya supernova) dan selama interaksi antara isotop stabil dan partikel berenergi. Sebagai contoh, karbon-14, inti radioaktif yang mempunyai umur-paruh hanya 5730 tahun, secara terus menerus terbentuk di atmosfer atas bumi akibat interaksi antara sinar kosmik dan Nitrogen.

Peluruhan radioaktif telah digunakan dalam teknik perunut radioaktif, yang digunakan untuk mengikuti perjalanan substansi kimia di dalam sebuah sistem yang kompleks (seperti organisme hidup

misalnya). Sebuah sampel dibuat dengan atom tidak stabil konsentrasi tinggi. Keberadaan substansi di satu atau lebih bagian sistem diketahui dengan mendeteksi lokasi terjadinya peluruhan.

Dengan dasar bahwa proses peluruhan radioaktif adalah proses acak (bukan proses chaos), proses peluruhan telah digunakan dalam perangkat keras pembangkit bilangan-acak yang merupakan perangkat dalam memperkirakan umur absolut material geologis dan bahan organik.

Banyak inti radioaktif yang mempunyai mode peluruhan berbeda. Sebagai contoh adalah Bismuth-212, yang mempunyai tiga. Inti anak yang dihasilkan dari proses peluruhan biasanya juga tidak stabil, kadang lebih tidak stabil dari induknya. Bila kasus ini terjadi, inti anak tadi akan meluruh lagi. Proses kejadian peluruhan berurutan yang menghasilkan hasil akhir inti stabil, disebut *rantai peluruhan*.

Exercise

Lakukan analisis tokoh dan penemuan pada era Fisika Modern

Referensi

Cajori, Florian. (1928). A History of Physics. New York: Dover Publication, Inc.

Anonim. (n.d). Fisika Modern. https://id.wikipedia.org/wiki/Fisika_modern

Introduction to Modern Physics 5th Ed. [Richtmyer, Kennard, Lauritsen, 1955]; McGraw - Hill Book Company Inc, New York

BAB VI

PERKEMBANGAN FISIKA DI INDONESIA

Ilmu Fisika secara kelembagaan hadir pertama kali pada tahun 1948 melalui berdirinya Program Studi (Prodi) Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung (ITB) yang terletak di dalam kompleks Kampus ITB di Jalan Ganesa No.10 Bandung. Prodi ini awalnya adalah bagian dari Faculteit van Exacte Watenschap dari Nood Universiteit van Jakarta. Kemudian fakultas tersebut berubah menjadi Faculteit van Wiskunde en Natuur Wetenschap.

Setelah pengakuan kemerdekaan Indonesia oleh Belanda pada akhir tahun 1949 nama fakultas tersebut berubah menjadi Fakultas Ilmu Pasti dan Ilmu Alam (FIPIA) dan merupakan bagian dari Universitas Indonesia. Pada tahun 1959 Presiden Soekarno meresmikan berdirinya Institut Teknologi Bandung dengan membawahi dua fakultas yaitu Fakultas Teknik dan FIPIA, sekarang FIPIA telah berubah nama menjadi FMIPA (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam).

Indonesia turut memberikan kontribusi pada ilmu fisika melalui putra-putra bangsa. Berikut adalah tokoh-tokoh Fisika Indonesia

1. Pantur Silaban

Guru Besar fisika teori di Institut Teknologi Bandung ini dikukuhkan pada Januari 1995 dan dikenal sebagai fisikawan pertama Indonesia (bahkan Asia Tenggara) dalam teori relativitas umum. Beliau diangkat sebagai staf pengajar tahun 1964. Pada Tahun 1967, beliau berangkat ke Amerika Serikat untuk belajar relativitas umum dan

diterima di pusat kajian gravitasi Universitas Syracuse. Beliau dibimbing oleh Peter Gabriel Bergmann dan Joshua N. Goldberg yang dikenal sebagai otoritas relativitas umum setelah Albert Einstein.

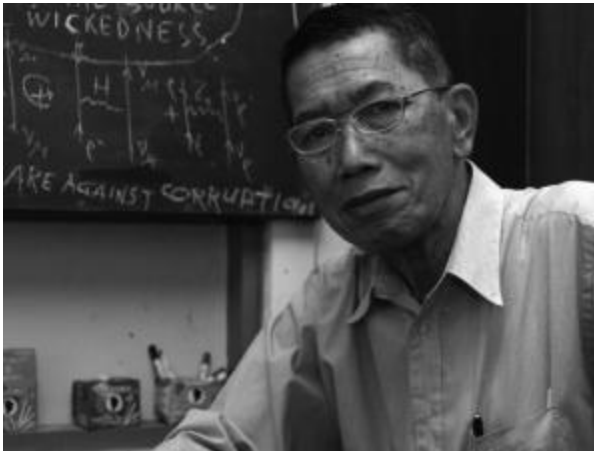
Universitas Syracuse sejak pertengahan dasawarsa 1940-1960-an merupakan satu dari lima tempat di Dunia yang menjadi pusat studi Relativitas Umum Einstein. Empat tempat lainnya yaitu (1) Universitas Princeton yang dipimpin oleh John Wheeler; (2) Kings College di London yang dipimpin oleh Hermann Bondi; (3) Universitas Hamburg yang dipimpin oleh Pascual Jordan; (4) Universitas Warsawa dipimpin oleh Leopold Infeld. Kelima Pusat studi beserta pimpinannya tersebut sempat berhubungan secara langsung dengan Albert Einstein (1879-1955) sebagai pencipta Teori Relativitas Umum. Diterimanya Pantur Silaban sebagai murid Bergmann dan Goldberg adalah indikasi yang jelas bahwa Pantur Silaban adalah seorang Fisikawan Terpendang.

Project penelitiannya adalah mengawinkan Medan Kuantum dan Relativitas Umum untuk meminak Teori Kuantum Gravitasi. Hal ini merupakan impian Einstein yang gagal diperoleh sampai akhir hayatnya, yaitu meramu keempat interaksi yang ada di alam semesta dalam satu formulasi. Pantur Silaban menyelesaikan projectnya tahun 1971 dengan disertasi "Null Tetrad, Formulation of the Equation of Motion in General Relativity".

Dari penelitiannya, Pantur Silaban telah membuka jalan bagi penelitian-penelitian tentang benda antariksa di sekitar lubang hitam dan bintang neutron, dan pada orde tertentu dapat mengungkapkan sebagian perilaku lubang hitam dan bintang neutron. Pantur Silaban

melakukan pekerjaan fundamental dalam fisika yang meliputi sejarah asal-usul Alam Semesta hingga masa depan Alam Semesta.

Dalam perhitungan astrofisika, tahap akhir evolusi sebuah bintang adalah saat ia menjadi tiga kali lebih massif daripada Matahari. Pada proses ini, bintang akan mengalami runtuh gravitasi yaitu seluruh energi nuklirnya habis dan tidak lagi memancarkan radiasi. Bintang yang mengalami runtuh gravitasi disebut sebagai lubang hitam. Sampai saat ini, diperkirakan satu miliar bintang telah berevolusi menjadi lubang hitam. Dengan adanya penyingkapan perilaku lubang hitam, hal ini akan membuka jalan untuk mendapatkan gambaran kira-kira bagaimanakah gambaran masa depan Alam Semesta.



Gambar 20. Prof. Pantur Silaban

Selain konsen pada Relativitas Umum, Pantur Silaban adalah perintis Kelompok Bidang Keahlian Fisika Teori di Departemen Fisika ITB pada tahun 1980-an. Pantur Silaban juga intens mengembangkan metode fisika matematika untuk melacak berbagai konsep simetri dalam fisika. Dengan mengetahui konsep simetri dalam suatu sistem

fisika, maka kita akan mengetahui hukum-hukum kekekalan (konservasi) apa saja yang berlaku dalam sistem fisika tersebut. Salah satu metode fisika yang khas dalam project Pantur Silaban adalah pelacakan konsep simetri dalam fisika menggunakan Teori Grup. Grup dalam aljabar modern adalah struktur aljabar dengan sifat matematika tertentu yang salah satu aspeknya adalah generator, instrumental untuk melacak konsep simetri dalam berbagai sistem fisika, baik fisika klasik, teori medan kuantum dan teori relativitas umum.

Ikhtianya dalam menerapkan Teori Grup untuk melacak simetri dalam fisika ini adalah terjembatannya fisika klasik yang serba deterministic dengan Teori Medan Kuantum yang serba statistic dan diliputi ketidakpastian. Pengalamannya dalam mendirikan KBK Fisika Teori sebagai pusat bertukar pikiran, membagi pengalaman dan bekerjasama menggeledah rahasia Alam Semesta dengan semangat persaudaraan ini tak lepas dari pengalamannya saat berada di Pusat Studi Relativitas Umum Universitas Syracuse. Tahun 2009, Pantur Silaban mendapatkan Penghargaan Achmad Bakrie untuk bidang Sains atas dedikasinya selama 38 tahun dalam Fisika Teori.

2. Tjia May On

Tjia May On adalah Guru Besar Fisika di ITB, lahir 25 Desember 1934. Selesai kuliah di ITB tahun 1962, ia meneruskan ke Northwestern University, AS hingga bergelas Ph.D tahun 1969 dengan riset *Saturation of A Chiral Charge-Current Commutator*. Selain mengajar di jurusan

Fisika ITB, ia juga mengajar di program Optoelektronika Universitas Indonesia.

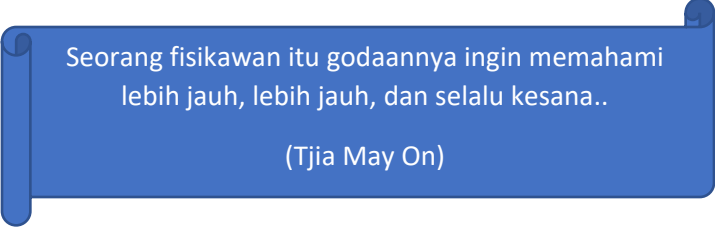
Ia sempat ikut riset di International Center of theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italia, yang didirikan fisikawan peraih Nobel asal Pakistan, Abdus Salam. Namun, kemudian ia meninggalkan fisika partikel dan beralih ke fisika material, khususnya polimer, optic nonlinier, superkonduktor. Dalam bidang inilah Namanya menginternasional.

Keputusannya meninggalkan fisika partikel dan beralih ke fisika material karena kondisi yang tidak memungkinkan untuk terus melanjutkan risetnya yang mana fasilitas di Indonesia sangat jauh untuk bisa memenuhi kebutuhan eksperimental fisika partikel. Selain itu, dalam jiwa Tjia mulai tumbuh kesadaran sosial tentang apa yang bisa ia pertanggungjawabkan dengan aktivitas tersebut. Keputusannya untuk mengkaji fisika material juga melihat potensi yang dimiliki oleh Indonesia yang kaya akan minyak. Minyak atau gas bumi adalah bahan pokok untuk menghasilkan bahan organik yang sangat penting, termasuk polimer.

Tjia May On mendapatkan Penghargaan Sarwono Awards atas dedikasinya dalam bidang Fisika dan pendidikan. Dalam sambutannya saat mendapatkan penghargaan tersebut, Tjia menyampaikan bahwa tidak satupun produk-produk yang kita nikmati saat ini lepas dari hasil riset fisika, khususnya fisika material. Contohnya adalah terciptanya perangkat komunikasi seperti laptop dan smartphone adalah berkat

inovasi pada chip sebagai salah satu hasil riset fisika material dan elektromagnetik.

Tjia sangat berharap agar Indonesia perlu menaruh perhatian besar pada berbagai riset-riset tersebut, utamanya pada riset yang bersifat fundamental. Karena riset fundamental itulah yang dalam jangka Panjang bisa memberikan dampak besar sekaligus memperbaiki ekonomi dan ketahanan bangsa seperti yang dilakukan oleh negara-negara maju. Potensi Indonesia yang banyak manusianya harus ditingkatkan kecerdasannya dan dibelaki dengan Ilmu yang canggih, sehingga dengan kemajuan IPTEK, Indonesia dapat menjadi bangsa yang tangguh dan berpengaruh, bukan hanya menjadi pasar seperti saat ini. Berbagai karya lengkap Tjia May On dapat dilihat pada situs <https://www.itb.ac.id/news/412.xhtml>



Seorang fisikawan itu godaannya ingin memahami lebih jauh, lebih jauh, dan selalu kesana..

(Tjia May On)

3. Yohanes Surya

Yohanes Surya adalah ilmuwan dan Pembina Tim Olimpiade Fisika Indonesia (TOFI) yang mengharumkan nama bangsa atas prestasinya. Lahir di Jakarta, 6 November 1963 dan mulai memperdalam fisika di Fisika FMIPA Universitas Indonesia hingga tahun 1986. Sempat mengajar di SMAK I Penabur Jakarta hingga tahun 1988 dan selanjutnya menempuh program master dan doctor di College of

William and Mary, Virginia, Amerika Serikat hingga tahun 1994 dengan memperoleh predikat cum laude.

Selepas mendapatkan gelar Ph.D., Yohanes Surya menjadi Consultant of Theoretical Physics di TJNAF/CEBAF (Continuous Electron Beam Accelerator Facility) Virginia-Amerika Serikat. Karena kecintaanya pada Indonesia, ia pulang ke Indonesia dengan tujuan ingin mengharumkan nama Indonesia melalui olimpiade fisika dan mengembangkan fisika di Indonesia, padahal ia telah memiliki Greencard (ijin tinggal dan bekerja di Amerika Serikat).

Pulang dari Amerika, disamping Yohanes Surya melatih dan memimpin TOFI, ia juga menjadi pengajar serta peneliti pada program pasca sarjana UI untuk bidang fisika nuklir (tahun 1995-1998). Dari tahun 1993 hingga saat ini, siswa binaannya berhasil mengharumkan nama Bangsa dengan menyabet emas, perak dan perunggu dalam berbagai kompetisi Sains/Fisika Internasional. Bahkan tahun 2006, seorang siswa binaannya meraih predikat Absolute Winner (Juara Dunia) dalam International Physics Olympiad (IphO) XXXVII di Singapura.



Gambar 12. Yohanes Surya bersama TOFI Pertama Tahun 1993

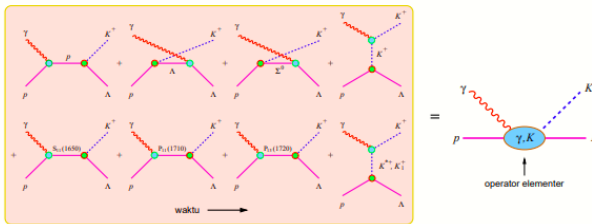
Dedikasi Yohanes Surya dalam bidang fisika terbukti pula dalam kontribusinya sebagai penulis, juga narasumber program pengajaran Fisika melalui berbagai media bahkan dalam program TV pendidikan mulai dari SD, SMP dan SMA. Yohanes Surya adalah pencetus istilah MESTAKUNG (Semesta Mendukung) dan pembelajaran GASING (Gampang, Asyik, Menyenangkan).

Tiga Hukum Mestakung yang dilahirkannya yaitu Hukum I: pada kondisi kritis pasti ada jalan keluar; Hukum II: Ketika kita melangkah terlihat jalan keluar itu; Hukum III: ketika kita melangkah dengan tekun maka terjadilah mestakung dimana semesta akan mendukung agar apa yang sedang kita upayakan berhasil dengan hasil yang luar biasa. Sedangkan untuk pembelajaran GASING adalah pembelajaran dimana anak-anak daerah tertinggal dapat belajar matematika dengan mudah. Siswa yang dianggap "bodoh" ternyata mampu menguasai matematika kelas 1-6 SD hanya dalam waktu 6 bulan.

Yohanes Surya mendapatkan berbagai penghargaan dari berbagai organisasi baik nasional maupun internasional. Diantaranya adalah Penghargaan sebagai "Tokoh Perubahan 2009" dari Harian Republika, Anugerah Lencana Satya Wira Karya (2006) dari Presiden RI Susilo Bambang Yudhoyono. Pada tahun yang sama, ia terpilih sebagai wakil Indonesia dalam bidang pendidikan untuk bertemu dengan Presiden Amerika Serikat, Gorge W.Bush. Yohanes Surya juga pernah mendapatkan CEBAF/SURA award AS tahun 1992-1993 sebagai salah satu mahasiswa terbaik dalam bidang fisika nuklir pada wilayah tenggara Amerika.

4. Terry Mart

Terry Mart adalah ilmuwan Fisika Nuklir dan Partikel tingkat dunia yang berasal dari Indonesia dan bertugas di Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia. Terry Mart lahir di Palembang 3 Maret 1965. Ia mengenyam pendidikan di Universitas Indonesia dan di Universitas Mainz, Jerman. Gelar doctornya adalah rerum naturalium (Doktor ilmu) di tahun 1996 dengan penelitian pengembangan partikel kaon yang disebut sebagai partikel aneh, karena jika diproduksi, partikel kaon selalu berdampingan dengan hyperon. Munculnya hyperon ini memungkinkan sebuah bintang dipadatkan dalam ukuran yang jauh lebih kecil namun berenergi sangat dahsyat. Kaon sendiri merupakan partikel dengan skala femtometer (femi) atau sama dengan 10 pangkat minus 15 meter atau seperseribu nanometer.



Gambar 1: Diagram-diagram Feynman untuk proses produksi kaon pada sebuah proton yang dinyatakan dengan simbol reaksi $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda$. Amplitudo reaksi yang diperoleh dari diagram ini disebut operator elementer, yang sangat berguna dalam penelitian beberapa aspek fenomenologis dari kaon and hiperon.

(sumber: <https://staff.fisika.ui.ac.id/tmart/resonans1.pdf>)

Penelitian fundamental tersebut telah dimulai saat ia menyusun skripsi sarjana, dan kini tengah dikembangkan ke arah komersial melalui teknologi nanopartikel untuk meningkatkan kualitas material melalui teknologi nanopartikel untuk meningkatkan kualitas material

melalui rekayasa struktur molekul, yang nantinya melalui riset berbasis rekayasa DNA dapat diterapkan untuk mengatasi penyakit kanker.

Selain bekerja sebagai pengajar fisika di UI, Terry juga sering diundang sebagai peneliti tamu di George Washington University, AS; Okayama University of Science, Jepang; Tohoku University, Jepang; Universitas Mainz, Jerman; Univeristy of Stellenbosch, Afrika Selatan.

Terry Mart termasuk segelintir orang yang tetep mau menekuni ilmu fisika partikel yang dianggap "rumit" oleh kebanyakan orang. Penelitian yang dilakukan oleh Terry mart sebagian besar adalah mengenai elektromagnetik dari keanehan pada partikel kaon, nucleon dan inti atom, sifat resonansi nucleon, produksi hypertriton dan hypernuclei, dan sifat dari materi bintang neutron. Ia mendapatkan peluang emas ketika Amerika Serikat mulai mengoperasikan Akselerator pada tahun 1996 untuk meneliti partikel asing itu, dan ia menjadi salah satu orang pertama yang dapat memanfaatkan fasilitas canggih tersebut.



Gambar 21. Prof. Dr. Terry Mart

Penghargaan yang pernah diterima oleh Terry Mart diantaranya adalah Habibie Award tahun 2001, Satyalancana Karya Satya 10 tahun pada tahun 2007, Leading Scientists and Engineers Organisasi

Konferensi Islam (OKI) tahun 2008, Ganesa Widya Jasa Adiutama ITB tahun 2009.

Menurut Terry, hal yang paling mahal di dunia riset dan bidang kehidupan lain adalah ide atau kreativitas. Hal ini pulalah yang ia gunakan untuk mencapai kesuksesan, kreativitas, kerja keras, efektivitas dan hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan energi yang dimaksud adalah bahwa tidak ada sukses yang dicapai dengan kemalasan, karena perjuangan untuk sukses tak terjadi dalam waktu semalam.

Berbeda pandangan dengan Stephen Hawking yang menolak peran serta eksistensi Tuhan dalam penciptaan alam semesta, Terry berfikir bahwa sains tak dapat menolak keberadaan Tuhan. Contohnya pada teori Big Bang, teori yang dianut para kosmolog hingga detik ini. Walaupun teori The Big Bang memaparkan soal proses-proses penciptaan materi hingga ke galaksi, teori ini tak bisa menjelaskan kenapa harus terjadi Big Bang. Pada waktu penciptaan ($t=0$ detik) terjadi singularitas, kerapatan massa dan temperature bernilai tak terhingga. Untuk urusan tak terhingga, menurut Terry, para matematikawan angkat tangan, begitu pula fisikawan, karena bahasa fisika adalah matematika.

Disinilah kesimpulannya, bahwa inilah hukum alam dan Tuhanlah yang menciptakan semua. Tugas manusia tak lain adalah berusaha sebaik mungkin untuk mengerti firman-Nya lewat hukum-hukum alam yang bisa diamati.

5. Agus Purwanto

Agus Purwanto lahir di Jember, Jawa Timur Tahun 1964. Bidang minat penelitiannya adalah fisika partikel teoretik dengan penelitian yang pernah dipublikasikan di *Modern Physics Letter*, *Progress of Theoretical Physics*, *Physical Review*, *Nuclear Physics*. Agus Purwanto menyelesaikan gelar sarjana di Jurusan Fisika ITB, sedangkan gelar master dan doctoral ia selesaikan di Universitas Hiroshima Jepang. Sampai saat ini Agus Purwanto tercatat sebagai pengajar di Jurusan Fisika MIPA Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.

Agus Purwanto adalah penggagas dan kreator utama lahirnya Pesantren Sains (Trensains) di Sragen, Jawa Tengah. Trensains merupakan SMA pertama di Indonesia, milik Persyarikatan Muhammadiyah, dengan kurikulum penggabungan antara Al-Qur'an dan sains. Penggabungan antara Al-Qur'an dan Sains yang dimaksud



tidak hanya sekedar mencocok-cocokkan. Trensains melakukan lebih dari itu, karena Trensains menuntut lahirnya sains dari pemahaman ayat kauniyah dari Al-Qur'an, maka menuntut adanya instrumen keilmuan alam yang terinspirasi langsung dari pemahaman struktur al-Qur'an, per-kosakata, munasabah, dan semua dimensi kemukjizatan al-Qur'an.

Agus Purwanto memberikan kontribusi besar untuk ilmu fisika teori, khususnya untuk umat Islam dengan terbitnya buku Ayat-Ayat Semesta. Buku ini merupakan jawaban atas kegelisahan Agus Purwanto yang merasa gundah dengan perannya terhadap persoalan-persoalan umat utamanya yang berhubungan dengan ilmu yang digelutinya. Terlebih, tak sedikit audiens yang bertanya tentang kaitan antara teks-teks ayat suci Al-Qur'an dan ilmu pengetahuan khususnya fisika.

Ayat-Ayat semesta mendapat sambutan yang sangat baik di masyarakat, terlebih banyak ilmuwan-ilmuwan fisika yang mengapresiasi ide tersebut. Sebut saja Terry Mart, Fisikawan dari UI menyampaikan apresiasi bahwa buku Ayat-Ayat semesta merupakan buku yang patut dibaca siapa saja yang ingin mengetahui pertemuan antara alam logika bebas dan alam wahyu ilahiyah, dilihat dari sisi fisika. Freddy Permana Zen, Fisikawan ITB, memberikan apresiasi bahwa buku Ayat-ayat semesta ini sangat perlu dibaca untuk membangkitkan kembali peradaban Islam.

Ayat-Ayat Semesta yang digagas oleh Agus Purwanto membahas tentang Astronomi, Relativitas dan Kosmologi, Mekanika Kuantum, Transendensi. Al-Qur'an telah memberi pesan cukup lengkap tentang berbagai masalah sains, dan Agus ingin membantu menyampaikan pesan Kitab Suci tersebut kepada umat Islam.

Exercise

1. Bacalah biografi lengkap Yohanes Surya pada link ini <http://www.yohanessurya.com/activities.php?pid=104>, kemudian berikanlah ide bagaimana Fisika dapat diminati di Indonesia!
2. Bacalah Buku Ayat-Ayat Semesta, buatlah 1 resume tentang salah satu pembahasan dalam buku tersebut!

Referensi

- Suwarjono. (2009). *Konsistensi Pantur Silaban dan Fisika teori*. Diakses dari <http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1250296625>
- Roni Wijaya. (2008). Biografi Yohanes Surya. Diakses dari <http://bio.or.id/biografi-yohanes-surya/>
- Simanungkalit, Salomo. (2002). *Tjia May On*. Diakses dari <http://www.opto.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1017507600>
- Utomo, Yunanto Wiji. (2016). Raih Sarwono Awards, Tjia May On Ungkap Arti Penting Fisika bagi Indonesia. Diakses dari <https://sains.kompas.com/read/2016/08/18/16041601/raih.sarwono.awards.tjia.may.on.ungkap.arti.penting.fisika.bagi.indonesia>
- Endah. (n.d). *Terry Mart, Ilmuwan Indonesia yang Meyakini Sains Tak Dapat Menolak Keberadaan Tuhan*. Diakses dari <https://www.boombastis.com/terry-mart-ilmuwan-indonesia/70471>
- Anonim. (2010). *Terry Mart: Ilmuwan Fisika Nuklir dan Partikel Tingkat Dunia dari UI*. Diakses dari <https://indonesiaproud.wordpress.com/2010/02/16/terry-mart-ilmuwan-fisika-nuklir-partikel-tingkat-dunia-dari-ui/>
- Anonim. (2016). *Terry Mart, Ilmuwan Fisika Indonesia yang Mendunia*. Diakses dari <http://sumberdaya.ristekdikti.go.id/index.php/2016/03/16/terry-mart-ilmuwan-fisika-indonesia-mendunia/>
- Anonim. (2015). Sejarah Trensains, Pesantren Sains Pertama di Dunia Islam. Diakses dari <http://sangpencerah.id/2015/01/sejarah-trensains-pesantren-sains/>
- Purwanto, Agus. (2008). *Ayat-Ayat Semesta; Sisi-Sisi Al-Qur'an yang Terlupakan*. Bandung: PT Mizan Pustaka

BAB VII

5 TOKOH DAN PENEMUAN YANG MENGUBAH DUNIA

1. ISAAC NEWTON

Newton di lahirkan pada saat terjadi perang antara Raja (Charles I) dan Parlemen yang haus kekuasaan, di Woolsthorpe, Inggris. Hanna Ayscough (ibu Newton) merasa gelisah saat Ishak (suaminya) harus pergi untuk membela Raja Charles I yang saat itu mencari perlindungan di Nottingham (dekat kampung halaman Newton). Peperangan ini berakhir imbang dan membuat sedikitnya 5000 tentara tewas, salahsatunya adalah Ishak. Ishak tewas saat istrinya masih mengandung 6 bulan. Tepat saat hari Natal, 25 Desember Hanna melahirkan. Bagi warga desa tersebut, terdapat keyakinan bahwa anak-anak anumerta (tantara yang tewas karena perang), selalu memiliki kekuatan kuratif dan sangat beruntung (ditakdirkan menjadi seorang yang sangat istimewa), bayi ini diberi nama Isaac Newton.

Newton lahir tidak lebih besar dari sebuah toples, penduduk mulai berasumsi bahwa ia tidak akan bertahan lama untuk hidup. Namun, seiring berjalannya waktu Newton justru tumbuh dan bertahan hidup dengan kekuatan yang baik, walaupun ia harus mengenakan penjepit leher untuk menahan kepalanya. Ini menunjukkan bahwa bayi Newton menunjukkan sebuah kemauan yang luar biasa. Ketika Newton berusia dua tahun, ibunya menikah dengan Pendeta Barnabas Smith dari Witham. Ibunya memutuskan untuk meninggalkan Newton bersama neneknya di Woolsthorpe.

Tertinggal di usia muda ini cukup memberikan traumatis dalam hidup Newton, apalagi di tahun 1645 tersebut, perang sipil antara Raja dan Parlemen masih berlangsung bahkan sampai ke pedesaan. Tahun 1649, perang dimenangkan oleh Parlemen yang dipimpin Oliver Cromwell, sedangkan Raja Charles sendiri telah dipenggal kepalanya. Newton berharap bahwa suatu saat nanti sosok ayah pengganti akan datang untuk menyelamatkannya dan desanya dari anggota Parlemen yang jahat.

Newton muda dikondisikan untuk menghubungkan gaya hidup religius dan ilmiah dengan keamanan. Hal ini karena kedekatan Newton dengan pamannya Pendeta William Ayscough. Newton menemukan, bahwa jika ia bermediasi pada hal-hal kecil di sekitarnya, dia dapat melepaskan diri dari kesedihan dan menemukan hal-hal menarik tentang alam. Misalnya, pelangi selalu datang dalam warna yang sama dan Venus selalu bergerak lebih cepat dari Jupiter melintasi langit malam.

Setelah melalui serangkaian perjalanan belajar dan menjadi murid terbaik di Sekolahnya, Newton diterima di Trinity College. Selama tahun-tahun di Trinity, Newton selalu membawa buku catatan kecilnya kemana-mana. Dalam buku tersebut, dipenuhi dengan pertanyaan dan keingintahuannya tentang "cahaya dan warna", "gravitasi", "dari Tuhan". Newton menyelesaikan kesarjanaannya dengan meraih gelar sarjana seni, ia kemudian diberi beasiswa untuk mendapatkan gelar master. Namun, wabah penyakit tiba-tiba datang ke seluruh penjuru London, yang

mengakibatkan universitas Cambridge ditutup. Sementara itu, Newton menghabiskan hari-harinya dengan santai di kebun, memperdebatkan rincian sebuah matematika baru yang suatu saat akan datang ke Disebut kalkulus. Yang terpenting, ia menikmati kesendirian, ibunya telah lama menyerah untuk mengharapkan Newton menjadi petani.

Pada suatu hari, cuacanya sangat menyenangkan dan Newton tenggelam dalam pikirannya. Perlahan-lahan kebun di sekelilingnya mulai bersinar hangat, bermandikan cahaya emas lembut yang hanya bisa dihasilkan oleh matahari musim panas yang memudar. Tiba-tiba bunyi gedebuk apel yang jatuh dari pohon terdekat mengejutkan pemuda itu dari meditasinya yang dalam. Dalam beberapa saat, dibutuhkan baginya untuk mengalihkan pemikiran. Dalam beberapa menit, keingintahuan Newton muda yang tak pernah terpuaskan mulai menggigit apel dan bulan. Mengapa apel jatuh lurus ke permukaan bumi, bukan karena kecurigaan? Bagaimana jika apel itu mulai dari yang lebih tinggi-satu mil, seratus mil, setinggi bulan-apakah itu masih jatuh ke bumi? Dalam hal ini, bukankah bulan itu sendiri merasakan tarikan gravitasi bumi? Jika demikian, bukankah itu berarti bahwa bulan berada di bawah pengaruh duniawi, yang bertentangan dengan kepercayaan umum bahwa bulan ada di dalam wilayah surgawi, benar-benar jauh dari planet kita?

Terlibat dalam spekulasi mistis ini, Newton bertahan sampai larut malam. Jika bulan bisa merasakan tarikan bumi, mengapa

tidak jatuh ke tanah seperti apel? Tidak diragukan lagi, dia menduga, itu karena kekuatan sentrifugal Huygen menarik bulan menjauh dari bumi; Jika itu dan daya tarik bumi saling menyeimbangkan, mungkin itu akan menjelaskan bagaimana bulan bisa bertahan dalam lingkaran orbitnya yang tak berujung tanpa batas waktu. Pemuda tersebut mulai menuliskan beberapa gagasan dan perhitungan tertentu yang suatu saat akan membawanya untuk merumuskan persamaan gravitasi universal yang luar biasa.

Akhirnya, dia bisa meringkas pemikirannya menjadi tiga hukum sederhana.

1. Di dunia di mana tidak ada kekuatan untuk mendorong benda-benda di sekitar, benda yang tidak bergerak akan tetap tidak bergerak selamanya, sedangkan benda yang bergerak akan terus bergerak selamanya, sepanjang garis lurus dan pada kecepatan konstan.
2. Di dunia di mana ada kekuatan untuk mendorong benda-benda di sekitar, benda yang diintimidasi oleh sebuah gaya akan selalu berakselerasi atau melambat, tergantung pada bagaimana gaya diterapkan.
3. Jika dua benda bertemu satu sama lain, masing-masing akan merasakan kekuatan tumbukan sama, namun berlawanan arah. (Bertahun-tahun kemudian, banyak yang akan menguraikannya dengan menyatakan: "Untuk setiap tindakan ada reaksi yang sama dan berlawanan.")

Newton meninggal pada dini hari tanggal 20 Maret 1727 dan dimakamkan di Westminster Abbey, sebuah tempat untuk para orang yang dimuliakan oleh kerajaan Inggris. Penemuannya dapat mengantarkan Neil Armstrong menuju ke bulan di tahun 1969, dunia dapat menyaksikan secara langsung hamparan luas kosmos murni, dan disini kita merasa kecil.

2. DANIEL BERNAULI

Jakob dan Johann Bernoulli adalah orang Huguenot. Keduanya adalah ilmuwan matematika. Jakob berusia 41 tahun sudah menikah dan memiliki dua anak. Johann yang berusia 32 tahun juga memiliki dua anak, dan sebentar lagi istrinya akan melahirkan anak ketiga. Pada bulan Juli, Johann dan istrinya menjadi orang tua bagi putra baru yang mereka beri nama Daniel Bernoulli. Daniel tumbuh mengikuti jejak ayah dan pamannya. Lima tahun setelah kelahiran Daniel, Johann memutuskan untuk kembali ke Basel, di dekat ayah mertuanya yang sedang sakit. Dalam perjalanan ke Basel, ia mendapat informasi bahwa Jakob telah meninggal karena tuberkolosis.

Seperti ayah kebanyakan yang menginginkan anaknya makmur dan menjadi sesuatu yang lebih daripada seseorang matematikawan yang miskin, Johann memutuskan agar Daniel menikah dengan puteri seorang pengusaha kaya dan menjadi pedagang. Namun Daniel merasa tidak yakin untuk menikahi gadis tersebut, malah ia merasa tersepona dengan Matematika dan meminta kakanya Nikolaus II untuk mengajarnya, hingga ia

sangat tertegun ketika melihat kalkulus. Ia juga terkejut saat mengetahui Isaac Newton melakukan apa yang ayahnya lakukan saat ini, untuk menemukan hukum sederhana yang digunakan padatan solid. Daniel sekarang bertanya-tanya apakah hukum Newton dapat diterapkan pada cairan.

Suatu ketika Daniel akhirnya memberanikan diri untuk mengatakan kepada ayahnya bahwa ia tak ingin menjadi pedagang dan menikah dengan gadis pilihan ayahnya. Ia ingin mendalami matematika. Ayahnya sangat marah, ia mengarahkan anaknya untuk menjadi dokter. Daniel akhirnya mematuhi ayahnya meski setengah hati, ia tidak melihat adanya bahaya, ia berfikir positif tentang kemungkinan adanya keuntungan mempelajari medis. Semakin lama, nampak jelas bahwa minat Daniel terhadap matematika bukanlah kesenangan sesaat, ayahnya akhirnya mengalah dan menawarkan diri untuk mengajarnya.

Daniel Bernoulli adalah anak yang ajaib, ia lulus kuliah saat berusia lima belas tahun. Setahun kemudian ia mendapatkan gelar master dan segera memulai sekolah kedokterannya. Ia berusaha untuk menyeimbangkan antara kecintaannya kepada matematika dan cairan, sambil mendapatkan gelar medis yang diharapkan ayahnya. Tahun 1721, setelah selesai studi medisnya, Daniel Bernoulli tertarik untuk fokus meneliti perilaku cairan yang tidak terselesaikan.

Pada tahun 1729, saat Bernoulli memikirkan masalah ini, dia teringat sesuatu yang telah dia baca di buku Harvey. "Ketika

sebuah arteri terbelah atau tertusuk," kata viviseksioner, "darah akan terlihat menyembur dengan kekerasan." Selama detak jantung lengkap, Harvey melanjutkan, jet darah "sekarang diproyeksikan ke jarak yang lebih besar, sekarang ke jarak yang kurang," jet tertinggi terjadi "saat jantung berkontraksi." Jelas, Bernoulli beralasan, tinggi darah yang menyembur adalah ukuran langsung tekanannya di dalam arteri; Semakin besar tekanan arteri, semakin tinggi lonjakan. Saat jantung kita berkontraksi dan rileks, tekanan darah kita meningkat dan menurun, tingkat tinggi dan rendah sesuai dengan apa yang oleh dokter disebut tekanan sistolik dan diastolik.

Setelah memimpin Harvey, Bernoulli menusuk dinding pipa dan menempel pada lubang kecil ini satu ujung sedotan kaca. Membiarkan air mengalir melalui pipa seperti biasa, dia melihat, menunggu, dan kemudian mencatat dengan gembira saat air mengalir melewati lubangnya, sebuah kolom kecil air naik ke tabung gelas dan berhenti pada ketinggian tertentu. Dia telah melakukannya! Tinggi itu adalah ukuran tekanan air yang mengalir. Jika air naik ke atas tabung gelas, berarti pada titik itu, tekanan air di dalam pipa besi itu besar. Sebaliknya, jika airnya nyaris tidak naik ke tabung kaca, berarti pada titik itu, tekanan air di dalam pipa besi kecil.

Tahun 1738 Daniel akhirnya bisa memegang naskah karyanya, terpampang dibagian depan: Hydrodynamics, oleh Daniel Bernoulli, putra Johann. Ia memilih untuk mengidentifikasi

dirinya dengan cara yang sederhana agar tidak menimbulkan konfrontasi dengan ayahnya, untuk membuktikan bahwa Daniel bukanlah anak yang tidak tahu berterimakasih seperti yang dituduhkan ayahnya kepadanya.

Kejadian tragis dimulai pada keesokan harinya, ketika Daniel Bernoulli yang bersemangat mengirim beberapa salinan buku barunya ke teman Euler yang tepercaya. Dia menginstruksikannya untuk menyimpan satu salinan untuk dirinya sendiri dan membagikan sisanya ke berbagai rekan penting di St. Petersburg, termasuk permaisuri baru, Anna Leopoldovna. "Tolong mintalah dia untuk menerima karya saya sebagai tanda terima kasih saya," tulisnya dengan taat, "dan dengan pasti saya tidak ingin memperoleh manfaat nyata dari pemberian ini." Sebenarnya, dia pasti mengharapkan memperoleh keuntungan dari Akademi, bahkan jika itu tidak nyata.

Dalam beberapa tahun terakhir, Akademi yang masih muda di St. Petersburg telah menjadi sama bergengsinya dengan akademi tua yang dihormati di Paris, Berlin, dan London. Oleh karena itu, ketenarannya bisa diharapkan meningkat secara substansial begitu bukunya sampai pada perhatian para anggotanya yang terhormat. Setelah hampir sepuluh bulan tidak mendengar apa-apa, Bernoulli menulis dengan cemas kepada Euler, di mana teman baiknya menjawab berita terburuk yang bisa dibayangkan: Tidak ada reaksi terhadap buku barunya, karena salinannya belum sampai!

tiga tahun kemudian, pada tahun 1743, dia benar-benar hancur saat buku ayahnya terbit di media cetak. Bernoulli yang lebih tua telah menginstruksikan penerbit tersebut untuk mencetak tahun "1732" di halaman judul, sehingga tampak bahwa hidroliknya telah ditulis sebelum hidrodinamika Daniel. Daniel menganggap bahwa ayahnya melakukan plagiarisme, namun ia tak bisa membuktikannya. Daniel marah dan memutuskan untuk berhenti dari matematika.

3. MICHAEL FARADAY

Tahun 1791, Koloni Amerika telah merancang "Deklarasi Ketergantungan" yang belum pernah terjadi sebelumnya dan memenangkannya dari Inggris. Secara kebetulan, orang-orang kelas pekerja di Amerika dan Eropa harus menyetujui tuntutan keras dari pemberontakan yang belum pernah terjadi, yaitu Revolusi Industri. Tahun 1733 John Kay menemukan alat untuk mempercepat proses tenun, tahun 1765, James Hargreaves menemukan sebuah mesin yang bisa memutar delapan helai kapas sekaligus. Tahun 1791, Robot berkecepatan tinggi Revolusi Industri telah meningkatkan produktivitas dan keuntungan ke level tertinggi. Namun, karena ini banyak pekerja yang diberhentikan majikannya. Hal ini terasa pula bagi James dan Margaret Faraday yang tinggal di pedesaan. James telah bekerja keras untuk menjadi pandai besi, namun sekarang hasil karyanya yang luar biasa telah digantikan dengan semakin tersedianya produk buatan mesin. Untuk menemukan lebih banyak bisnis, James memindahkan

keluarganya ke Desa Newington, dekat London. Tepat tanggal 22 September, ia memiliki anak laki-laki yang mereka beri nama Michael. James belum bisa segera menemukan pekerjaan yang sesuai. Satu-satu hal yang dapat menghibur hatinya adalah keyakinan bahwa Yesus Kristus akan melihat mereka melalui krisis ini.

Dalam pengalaman belajarnya, Faraday mengalami beberapa kali pindah sekolah karena alasan ideologis orang tuanya. Terkadang, James Faraday menginginkan anak laki-laknya menjadi pandai besi seperti dirinya, namun tampak jelas di depan mata masa depan adalah milik uap. Oleh karena itu, ia kemudian berfikir bahwa anaknya tidak boleh mengikuti jejaknya. Tanpa sepengetahuannya, Michel Faraday memilih untuk bekerja di perbukuan dan inilah awal perubahan hidup bagi Michael Faraday. Ia dapat lebih cepat melek huruf dan belajar banyak hal di industri buku tersebut.

Dalam beberapa tahun terakhir, Revolusi Industri telah menyebabkan minat terhadap sains dan teknologi meluas sehingga filsuf alam mulai menulis artikel, buku, majalah populer, dan kuliah-kuliah umum. Faraday memiliki impian menjadi seorang ilmuwan, ia sangat tertarik untuk dapat mengikuti kuliah umum Humphry Davy, ahli kimia dan direktur Royal Institution of London. Namun sayang, ia terlalu miskin untuk membeli tiket ceramah umum tersebut. Beruntung, Majikannya (pemilik Toko) Tuan Riebau baik hati, dan meminta Faraday mengubah sebagian tokonya menjadi

laboratorium darurat. Setiap rabu malam, seijin Riebau, Faraday akan meninggalkan pekerjaan dan pergi ke Rumah guru sains bernama John Tatum. Lewat buku karya Dr Isaac Watts, Faraday mempelajari empat cara untuk menjadi lebih cerdas: menghadiri kuliah, mencatat dengan cermat, berkelompok dengan orang-orang yang sesuai minat, dan bergabung dalam diskusi. Suatu ketika Faraday datang untuk memberikan presentasi, ia berbicara tentang listrik dan mendapat tanggapan hangat dan antusias dari para audiens.

Tahun 1820, Hans Oersted menemukan bahwa arus listrik menyebabkan jarum kompas magnetik bergerak sedikit, seolah arus listrik itu sendiri berperilaku seperti magnet. Beberapa bulan kemudian, Ampere dan Dominique Franvois Jean Arago menemukan bahwa arus listrik dalam bentuk kotreng juga berperilaku seperti magnet karena dapat menarik tabung besi. Faraday terkejut karena mereka telah mengungkapkan suatu penemuan menakjubkan yang memungkinkan bahwa listrik dan magnetisme dapat dipertukarkan. Jika listrik bisa berperilaku seperti magnet, mungkin magnetisme berperilaku seperti listrik? Dengan kata lain apakah magnet mampu menghasilkan listrik? Banyak ilmuwan telah mempertanyakan hal yang sama namun gagal menemukan jawabannya.

Dia mulai dengan membungkus sepotong kawat panjang di sekitar satu segmen dari sebuah donat besi, lalu melakukan hal yang sama di sekitar segmen lain, tepat di seberang yang pertama.

Jika kabelnya perban, akan tampak seolah lengan melingkar donat itu terluka di dua tempat yang berlawanan. Secara karakteristik, rencana permainan Faraday sangat mudah: Dia akan mengirim arus listrik yang mengalir melalui perban kawat pertama, menghasilkan angin magnetik yang bisa berputar-putar di atas seluruh donat besi. Jika badai magnetik itu menghasilkan Arus listrik melalui perban kawat lainnya, maka Faraday akan menemukan apa yang telah dicari semua orang; Magnetisme akan menciptakan listrik. Saat Faraday menyalakan balutan kawat pertama dengan mengaitkannya ke tumpukan Volta, dia melirik penuh harap pada meteran arus listrik. Jarumnya diaduk! "Terombang-ambing," Faraday menulis dengan histeris ke dalam buku labnya, "dan akhirnya diikat pada posisi semula." Untuk sesaat, Faraday menatap jarum itu dengan rasa tidak enak. Apakah akan bergerak lagi? Setelah beberapa menit menunggu dengan sia-sia, dia menyerah. Namun, saat ia melepaskan baterai, Faraday tercengang melihat ada lagi gangguan jarum. Selama sisa malam itu, Faraday terus menghubungkan, lalu melepaskan sumbat besi; Setiap kali dia melakukan itu, jarum meteran arus listriknya menari-nari spasmodically. Akhirnya, sebuah gagasan telah ia temukan, dan pada saat itu dia melompat kegirangan.

Faraday kemudian merevisi dan memperbaiki peralatannya dan, dalam setiap kasus, menegaskan penemuan awalnya. Pada tahun 1831, ia yang saat itu telah berada di Royal Institution dan

berusia empat puluh tahun dapat meringkas penemuan bersejarahnya dalam sebuah pernyataan tunggal:

“Kapan pun kekuatan magnetis meningkat atau menurun, ia menghasilkan listrik; Semakin cepat bertambah atau berkurang, semakin banyak listrik yang dihasilkannya.”

Pada tanggal 25 Agustus 1867, Michael Faraday meninggal saat duduk di kursi kesayangannya. Ratu Victoria sempat menawarkan Faraday kehormatan terakhirnya, yaitu apabila meninggal akan dikubur bersama Isaac Newton dan tokoh-tokoh Inggris lainnya di Westminster Abbey. Tapi bisa diduga, ilmuwan terkenal itu telah menolak, memilih untuk diberi "pemakaman sederhana, dihadiri oleh keluarga saya sendiri, diikuti oleh batu nisan dari jenis yang paling biasa, di tempat yang paling sederhana di dunia ini."

4. RUDOLF CLAUSIUS

Tahun 1848, Rudolf Julius Emmanuel Clausius adalah seorang guru sekolah menengah yang sangat disukai karena keramahan dan kejernihannya. Dia adalah seorang mahasiswa pascasarjana, kontemplatif dan intens yang beberapa bulan lagi mendapatkan gelar doktornya. Dan ia adalah seorang ibu pengganti bagi keempat adiknya.

Pada tanggal 26 Agustus 1883, pulau Krakatau Indonesia Meletus dan menewaskan 36.000 orang, debunya beterbangan ke seluruh penjuru dunia menghalangi sinar matahari. Di Bonn,

Jerman, Rudolf Clausius yang berusia 61 tahun mengagumi dampak Krakatau tersebut. Ia memikirkan sebuah ilustrasi dramatis tentang kekuatan, tekad, dimana alam semesta jatuh menuju nasib dan ketenangan akhir.

Seperti semua bencana alam, gunung berapi tidak lebih dari sebuah mesin besar. Hal ini didukung oleh panas yang mengalir dari bawah tanah. Kekuatan yang dihasilkan oleh gunung berapi sangat besar. Sementara tubuh manusia menghasilkan tidak lebih dari satu setengah tenaga kuda dan mesin uap berukuran sederhana menghasilkan ratusan tenaga kuda, letusan Krakatau yang menggelegar telah menghasilkan lebih dari 30 miliar tenaga kuda-mengangkat 20 miliar meter kubik abu dan puing-puing lebih dari dua puluh mil ke Udara.

Menurut skema pembukuan Clausius yang lama, beberapa dampak bencana Krakatau berkaitan dengan perubahan entropi positif, sebagian yang lainnya berhubungan dengan entropi negatif. Semua bersama-sama, mereka telah digabungkan sehingga dapat meningkatkan entropi keseluruhan alam semesta, seperti yang diharapkannya. Semua perubahan alami - perubahan energi dan suhu yang terjadi secara spontan di seluruh Alam, tanpa paksaan - akan dianggap sebagai perubahan entropi yang positif. Misalnya, di mana pun panas keluar dari rumah yang hangat ke tempat yang relatif dingin atau secangkir kopi panas perlahan menjadi semakin dingin-perilaku yang datang secara alami untuk memanaskannya, Clausius akan mengatakan bahwa entropi di

lokasi tersebut meningkat. Sebaliknya, semua perubahan tidak wajar - perubahan suhu dan energi yang terjadi hanya ketika Alam dipaksakan oleh beberapa jenis mesin - akan dianggap sebagai perubahan negatif pada entropi. Misalnya, kulkas yang memaksa panas masuk dari tempat yang dingin ke tempat yang relatif hangat, Clausius akan mengatakan entropi di lokasi tersebut mengalami penurunan.

Gambaran tentang efek penuaan entropi terhadap alam semesta ini merupakan hasil penemuan asli Clausius lima belas tahun yang lalu. Namun enam tahun yang lalu, pada tahun 1877, seorang fisikawan Austria bernama Ludwig Boltzmann telah menemukan cara yang berbeda untuk menggambarkan hal yang sama. Boltzmann telah membuktikan entropi secara matematis, yang merupakan ukuran disorganisasi. Oleh karena itu, dia telah menemukan, Hukum Hambatan Entropi Clausius yang berarti bahwa alam semesta menjadi lebih kacau dan juga lebih rileks. Ini tentu saja tersirat bahwa alam semesta pasti sudah ada dan terorganisir dengan baik seakan-akan milyaran tahun yang lalu. Alam semesta sekarang dalam proses perlahan mereda, perlahan santai, perlahan berantakan. Saat ini, alam semesta masih terorganisasi dengan baik, semua bagiannya beroperasi dengan presisi ilmiah.

Menurut Clausius, hidup adalah hasil dari beberapa mesin yang efek pemaksaannya bisa membalikkan hukum perilaku normal, contohnya bagaimana kulkas bisa membuat panas

mengalir dari dingin menjadi panas. Mesin kehidupan - Apapun atau Siapa pun itu - adalah sesuatu yang misterius, tapi satu hal yang sudah pasti bahwa ini melibatkan perubahan entropi, beberapa positif dan beberapa negatif.

tahun 1875, Clausius telah kehilangan seorang istri dan mendapatkan seorang anak perempuan , Clausius telah menemukan, kekuatan Kematian lebih kuat pada akhirnya daripada kekuatan Hidup. Hukum Entropi Nonconservation mensyaratkan agar hidup dijalan maju, dari lahir sampai mati. Seperti yang dikatakan psikiater muda Austria Sigmund Freud pada suatu hari: "Tujuan dari semua kehidupan adalah kematian." Jika kita mengharapkan sebaliknya maka sama artinya kita menginginkan entropi alam semesta berkurang seiring berjalannya waktu, dan itu tidak mungkin.

Bagi Clausius, musim kehidupan akan segera berakhir. Dokter menjelaskan bahwa tubuhnya telah kehilangan kemampuannya untuk menyerap vitamin B12, yang mengakibatkan anemia pernisiiosa. Pada musim panas 1888, penyakit Clausius telah menghasilkan perubahan ireversibel pada otak dan sumsum tulang belakangnya: Dia tidak dapat mengingat banyak hal dan dia mengalami kesulitan berjalan. Pada tanggal 24 Agustus dia meninggal, dikelilingi oleh keluarga yang memujanya dan beberapa teman dekat. Rekan-rekannya di seluruh dunia meratapi hilangnya seorang ilmuwan besar; Muridnya, kehilangan seorang profesor besar; Anak-anaknya, kehilangan ayah yang hebat.

5. ALBERT EINSTEIN

14 Maret 1879, Albert Einstein lahir dari pasangan Hermann dan Pauline Einstein di Ulm, Jerman. Einstein terindikasi berkembang dengan gangguan mental, karena lamban dalam berbicara dan belajar. Namun, pamannya, Jakob menganggap bahwa Einstein hanya terganggu. Einstein berpindah-pindah sekolah, karena mengikuti keluarganya yang berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain.

Einstein muda pada dasarnya tidak menyukai sekolah pada umumnya. Ia memiliki watak keras kepala, sombong dan individual. Sampai akhirnya ia menemukan kenyamanan untuk mendapatkan pengetahuan dari membaca berbagai buku di perpustakaan. Ia terkagum saat membaca betapa sains abad kesembilan belas telah sampai pada deskripsi alam semesta. Ia selalu tertarik pada cahaya, ia mengikuti karya Maxwell dengan tawaran bukti matematis untuk cahaya yang terdiri dari gelombang. Ini dapat diilustrasikan dengan memikirkan seorang wanita yang mencoba menyesuaikan posisi karpet besar dengan meraih satu tepi dan menjentikkannya dengan pergelangan tangannya; Selalu saja dia menghasilkan riak di karpet yang melintas di seberang ruangan. Menurut Maxwell, hal yang sama terjadi setiap kali listrik dinyalakan (setara dengan menjentikkan karpet), selalu menghasilkan riak elektromagnetisme yang tak terlihat yang melintasi ruang angkasa. Maxwell, telah membuktikan Riak itu secara matematis, persis seperti yang kita sebut sebagai gelombang cahaya.

Sekolahnya berpindah dari satu tempat ke tempat lain, dipengaruhi pula oleh kondisi ekonomi orang tuanya. Sampai akhirnya ia menginginkan untuk masuk universitas dan ingin menjadi guru Fisika SMA. Namun, tak ada universitas yang mau menerima anak putus sekolah kecuali Institut Teknologi Feeral (FIT) di dekat Zurich, Swiss, dengan syarat siswa lulus tes. Einstein memutuskan untuk ikut tes tersebut, namun ia gagal pada tes Bahasa, zoologi dan botani. Ia mengakui bahwa ini adalah kekurangannya yang tidak mempersiapkan diri dengan baik. Sadar oleh hal itu, Einstein memutuskan untuk ikut ujian tahun berikutnya dan memulai untuk kembali melanjutkan studi ke SMA di sebuah desa, Aarau, Swiss. Atas kerja kerasnya, ia berhasil pada tes tahun berikutnya untuk masuk FIT.

Dalam perjalanannya belajarnya, ia jatuh hati pada rekan nya Mileva Marie, seorang Serbia ahli matematika. Hal ini mendapat pertentangan dari kedua keluarga, karena mereka menginginkan untuk menikah dalam proses kuliahnya. Namun akhirnya, Einstein dan mileva tetap menikah tanpa sepengetahuan kedua orang tua mereka dan memiliki anak. Tibalah saat dimana mereka mengikuti ujian akhir, sayangnya mileva tak lulus dalam ujian fisiknya. Hal ini menambah kesengsaraan bagi pasangan ini.

Selepas kuliah, Einstein merasa berhak menerima undangan dari FIT untuk mengajar disana, karena ia telah mengumpulkan poin penilaian yang bagus. Namun hal itu tidak terjadi padanya. Banyak hal ternyata yang menjadi pertimbangan bagi proesor-

profesor yang ada disana. Akibatnya, Einstein merasa ditinggalkan dan diabaikan, kenangnya di tahun-tahun berikutnya.

Einstein menenggelamkan diri pada penemuan-penemuan tentang ruang dan waktu juga cahaya. Ia melihat hubungan ruang dan waktu adalah relatif, sedangkan penemuannya tentang cahaya, Einstein menyimpulkan, gelombang elektromagnetik di seluruh jagat raya mewakili gelombang energi murni tanpa massa. Ilmu pengetahuan sudah tahu bahwa massa dan energi sama-sama tidak dapat dihancurkan, memenuhi hukum konservasi yang sama; Dan sekarang, Einstein telah menemukan, keduanya berperilaku sangat mirip - yaitu, keduanya berkembang dan menyusut oleh faktor yang sama. Dalam setiap hal penting, Einstein menyimpulkan, massa dan energi tidak dapat dibedakan dan saling dipertukarkan. Mereka seperti satu orang memakai pakaian yang berbeda atau gaya rambut berbeda; Singkatnya, mereka tampak identik secara organik. Dalam beberapa hal, pandangan massa dan energi androgini seperti ini mengingatkan pada penemuan sains baru-baru ini tentang hubungan erat antara listrik dan daya Tarik.

pada tahun 1921, Einstein telah dianugerahi Hadiah Nobel dalam bidang fisika, meski cukup aneh, bukan karena Teori Relativitas Khususnya. Dia telah menerimanya untuk mengembangkan mekanika kuantum, sebuah teori tentang perilaku atom yang bahkan lebih misterius daripada relativitas. Menjelang perang dunia kedua, ia menyadari bahwa menginginkan perdamaian saja tidak cukup, ia harus melakukan usaha untuk itu.

la menyadari jika sekutu bisa mengalahkan Hitler dengan menciptakan bom nuklir, itu bisa dijadikan sebagai instrument perdamaian. Pada akhirnya, pada tanggal 2 Agustus 1939, dia setuju untuk menulis surat kepada Presiden Franklin Roosevelt yang intinya berbicara tentang penemuannya.

Ketika Presiden Roosevelt membaca surat itu, dia segera membentuk sebuah komite untuk memikirkannya. Pada bulan November, panitia melaporkan kembali kepada Presiden, merekomendasikan agar dia melakukan apa yang sebenarnya diinginkan oleh para ilmuwan. Dalam beberapa hari, ratusan ilmuwan yang bekerja di universitas dan laboratorium di seluruh Amerika Serikat - banyak dari mereka pengungsi dari Eropa - menerapkan diri mereka pada tugas mengerikan yaitu mewujudkan/membuat senjata manusia yang paling merusak yang pernah ada.

Butuh lima tahun, dua miliar dolar, dan ribuan orang, tapi pada tanggal 16 Juli 1945, hasil dari semua usaha dan biaya sudah siap untuk diuji. Einstein, yang selama bertahun-tahun tinggal di institut ini, mengerjakan salah satu teori barunya, memilih untuk tidak berada di lokasi tes. Perangkat itu diledakkan di tengah gurun New Mexico, di Pangkalan Udara Alamogordo, dua puluh mil dari tempat tinggal terdekat. Tidak ada yang tahu apa yang diharapkan, jadi para ilmuwan berhati-hati dalam persiapan mereka. Fisikawan muda yang telah mengarahkan desain dan pembangunan perangkat tersebut, J. Robert Oppenheimer, bersembunyi di

sebuah bunker yang berjarak sepuluh mil jauhnya. Bersama dia adalah warga sipil utama proyek tersebut dan salah satu direktur militer, Jenderal Thomas Farrell. saat dia dan dunia melihat bom baru ini telah dilakukan ke kota Hiroshima di Jepang - dan tiga hari kemudian ke Nagasaki -Einstein memiliki pemikiran bahwa jika dipikir-pikir lagi, dia akan menyesali apa yang ia lakukan, "Saya membuat satu kesalahan besar dalam hidup saya ketika saya menandatangani surat tersebut kepada Presiden Roosevelt yang merekomendasikan agar bom atom dibuat."

Selama bertahun-tahun, meski pikirannya tetap aktif, tubuhnya bertambah tua dan lemah. Akhirnya, pada tanggal 18 April 1955, Albert Einstein meninggal dunia. Einstein selalu mengatakan bahwa "Saya tidak memiliki bakat khusus," dan di kemudian hari, ia mengatakan "Saya hanya sangat ingin tahu."

References

Guillen, Michael. (1995). Five Equation that Change the Word. New York: Library of Congress Cataloging In Publication Data

A History of Physics. [Cajori F, 1968]; Duver Publication Inc, New York.

Milhorn, Thomas. (2008). The History of Physics: A Biographical Approach. USA: Virtual bookworm.com Publishing, Inc