

# Penjahit Bego

L. Wilardjo

**A**dalah Prof. Dr. Satjipto Rahardjo, SH, M.A., (alm.), guru besar dan tokoh Hukum Progresif di Undip, yang mengatakan bahwa, "Ilmuwan boleh salah, asalkan tidak bohong, sedangkan politikawan boleh bohong, tetapi tidak boleh salah." Soalnya, kalau seorang politikawan berbuat salah, apalagi kalau kesalahannya itu merupakan "*blunder*" yang besar, maka kariernya di bidang politik bisa tamat.

## Suap, Syahwat, Rahasia, dan Dusta

Itu dialami Wapres Spiro T. Agnew di Amerika. Sejak dia masih menjadi pejabat daerah (di *county* Baltimore, di Negara-bagian Maryland) Agnew sudah *doyan* suap. Kegemarannya makan suap itu berlanjut setelah ia jadi gubernur di Negara-bagian itu dan bahkan setelah ia terpilih sebagai wapres dalam pilpres 1968. Ketika ulahnya terbongkar, ia sudah menjadi wakilnya Presiden Richard M. Nixon.

Di pengadilan ia tidak mengakui kesalahannya. Ia juga tidak membantah dakwaan yang ditimpakan kepadanya. Wapres Spiro Agnew menyatakan "*Nolo contendere*", istilah hukum dalam bahasa Latin yang artinya "Saya tidak menyanggah".

Tidak usah ahli hukum atau tokoh politik; di Amerika, awam terdidik (*educated lay person*)

tahu bahwa pernyataan "*Nolo contendere*" Agnew itu setali tiga uang dengan pengakuan bahwa ia bersalah seperti dakwaan yang dikenakan padanya. Karena ia "jujur" mengaku bersalah, ia tidak dijatuhi hukuman penjara. Tetapi namanya hancur dan kehidupan politiknya tamatlah sudah. Gerald Ford menggantikannya sebagai wapresnya Nixon.

Nasib yang sama dialami sebelumnya oleh Eugene McCarthy. Ia adalah politikawan yang popularitasnya meroket menjelang pilpres 1968 di Amerika. Sebagai aspiran "*Pothus*" (*President of the United States*), ia menjadi idolanya kaum muda, terutama para mahasiswa di kampus-kampus. Tetapi bagaikan disambar geledek di siang bolong, terbongkarlah skandal hedonisme gila-gilaannya. Maka tamatlah ambisi politiknya.

Sesudah Wapresnya jatuh karena memeras dan makan suap, menyusul gilirannya sang Presiden sendiri. Presiden Richard M. Nixon jatuh tersandung skandal politik *Watergate*. Kecurangannya terhadap kubu partai Demokrat itu dilakukan Nixon bersama dengan kroni-kroninya secara terstruktur, sistematis, dan massif. Meskipun Nixon berteriak, "Saya bukan penjahat" (*I am not a crook*), ia tak bisa berkutik, sebab bukti dan saksi kesalahannya *seabrek*. Ia diselamatkan dari sel bui berkat grasi yang diberikan oleh mantan Wapresnya yang menggantikannya, Gerald Ford.

Pernyataan Prof. Tjip hanya benar separuhnya. Penggal keduanya tidak sepenuhnya benar, atau hanya benar di Indonesia, sebab kita, orang Indonesia, ini pemaaf dan pelupa. Di Amerika, bagi pejabat tinggi yang melakukan kebohongan publik tidak ada ampun. Tetapi rakyat Amerika menenggang kelemahan pemimpinnya dalam perilaku asusila. Itu mereka anggap sebagai urusan pribadi tokoh yang bersangkutan. Karena itu Presiden Bill Clinton dimaafkan setelah akhirnya ia mengakui perselingkuhannya dengan Monica Lewinsky. Rakyat Amerika menghormati sikap Hillary yang sudah lebih dulu memaafkan suaminya itu dan tetap setia mendampingi di dalam kemelut skandal seks yang menimpa Bill Clinton.

### **Salah dan Telingkah**

Bahwa "Ilmuwan boleh salah, asalkan tidak bohong" seperti dikatakan Prof. Tjip, adalah benar. Melakukan kesalahan itu manusiawi. *To err is human*. Dan Ilmuwan juga manusia biasa yang tak luput dari kesalahan.

Friedrich Ludwig Gottlob Frege adalah logikawan Jerman yang bersama dengan Agustinus de Morgan, George Boole, dan Giuseppe Peano merupakan empat serangkai jagoan logika Eropa di pertengahan abad ke-19. Ia memakai konsep untuk membangun Aritmetika. Ini strategi yang jenius, sebab — kata kosmologiwan Mario Livio — "konsep ialah roti dan menteganya pemikiran".

Tetapi ia melakukan kesalahan yang fatal dalam salah satu aksiomanya yang disebut "Hukum Dasar V". Hukum ini berujung pada kontradiksi!

Melalui sepucuk surat, Logikawan Inggris, Bertrand Russell memberi tahu Gottlob Frege tentang kesalahannya itu. Tetapi surat itu terlambat sampai ke tangan Frege, sebab jilid II buku karya Frege, **Hukum-Hukum Dasar Aritmetika** sudah naik cetak di penerbitnya.

Gottlob Frege terperangah. Buru-buru ia menyusulkan tambahan pada naskahnya. Dengan jujur, secara terus terang ia mengakui kesalahannya. Katanya: "Nyaris tak ada hal yang lebih tidak diinginkan oleh seorang ilmuwan selain landasannya ambrol pas pada saat karyanya rampung". "Saya mendapati diri saya dalam situasi seperti itu berkat surat dari Tuan Russell, ketika karya saya hampir selesai dicetak." Kepada Bertrand Russell, ia berkata dengan nada berterima kasih: "Penemuan Anda membuat saya terkejut bukan kepalang dan — hampir saya katakan — terpaku kelu, sebab penemuan (kesalahan saya) itu telah mengguncangkan landasan yang saya maksudkan untuk membangun Aritmetika".

### **Tegak di Pundak**

Pertelingkahan ilmiah antara dua ilmuwan besar kita lihat dalam sawala (perdebatan) antara Niels Bohr dan Albert Einstein. Bohr menolak adanya kepastian dalam sains, dan kukuh berpegang pada probabilisme. Sedang Einstein meyakini determinisme.

Pertelingkahan ilmiah juga terjadi antara Isaac Newton dan Robert Hooke. "Permusuhan" itu bahkan merembet ke ranah pribadi. Hooke beberapa kali menuduh Newton mencuri gagasannya tentang teori cahaya dan kemudian juga tentang gravitasi. Pada tanggal 30 Januari 1676 Hooke bernada lebih ramah. Dalam surat pribadinya kepada Newton, ia mengatakan:

"Gagasan Anda dan gagasan saya (tentang teori cahaya) saya kira tujuannya sama, yakni menemukan kebenaran, dan saya kira kita berdua sama-sama bisa bertahan mendengar keberatan." Newton memutuskan untuk memperlihatkan sikap manis yang serupa. Dalam jawabannya, tertanggal 5 Februari 1676, ia mengatakan : "Apa yang sudah dilakukan Descartes merupakan langkah yang baik" (Newton mengacu ke gagasan René Descartes tentang cahaya). "Anda telah menambahkan banyak hal di sana-sini, terutama dengan mempertimbangkan warna-warni lempeng-lempeng tipis secara filosofis. Kalau saya telah melihat lebih jauh, itu karena saya berdiri di atas pundah kalian para raksasa."

Kalimat Newton yang seringkali dikutip orang ini, "*If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants*", ditafsirkan banyak orang sebagai ungkapan kemurahan dan kerendahan hati yang diharapkan dari ilmuwan mengenai temuan-temuannya yang terbesar. David Halliday dan Robert Resnick, dalam buku teksnya yg laris manis di tahun 1960–1980-an, **Physics for Students of Science and Engineering**,<sup>1</sup> pun mengatakan begitu. Menurut Halliday dan Resnick, yang termasuk dalam raksasa-raksasa yang dimaksudkan Newton pastilah Galileo Galilei dan Johannes Kepler.

Padahal, sangat boleh jadi ucapan Newton itu dimaksudkan untuk menghina Hooke. Alih-alih bagaikan raksasa, Hooke itu orangnya pendek dan menderita sakit boyok sehingga punggungnya bongkok. Pernyataan Newton itu

semata-mata berarti bahwa ia sama sekali tidak berhutang budi apa pun dari Hooke.

### Zarah versus Gelombang

Teori Newton tentang cahaya itu, yang ditulisnya dalam bukunya, **Principia Mathematica Philosophiae**, bertentangan dengan teorinya fisikawan Belanda Christiaan Huygens. Teori Newton disebut teori butir atau teori korpuskular, sedang teori Huygens disebut teori undulasi atau teori gelombang. Karena nama besar Newton, maka teori undulasi dari Huygens "tenggelam". Kalah pamor.

Tetapi ternyata teori Newton itu bermuara pada simpulan yang salah tentang pembiasan cahaya. Sebaliknya, teori Huygens, terlebih-lebih lagi setelah dikembangkan dengan eksperimen-eksperimen oleh Fresnel (Perancis) dan Young (Inggris), sesuai dengan kenyataan eksperimental. Bahkan dua setengah abad kemudian, ketika didapatkan oleh Max Planck (dan juga oleh Albert Einstein) bahwa cahaya tercatu (*quantized*) dalam zarah-zarah yang dinamai foton, teori Newton tentang cahaya tetap masih salah. Foton itu semacam catu atau "bingkisan" energi, dan sebagai zarah (partikel), foton itu nirmassa. Sebaliknya, teori undulasi, setelah seolah-olah tersingkir oleh kuantisasi Planck-Einstein, muncul kembali dalam Mekanika Kuantum yang juga disebut **Mekanika Gelombang**, yang pengembangannya dirintis antara lain oleh Erwin Schroedinger. Dalam artikel saya: "**Protes Kuda Nil**" (*Bersains*, Vol. 1 No 1, 2015) diceritakan bagaimana seorang pangeran

---

<sup>1</sup> John Wiley & Sons, New York, 1963, p. 321

menyudahi perseteruan antara zarah dan gelombang.

### Disesatkan Naluri

Yah, ilmuwan memang boleh — dan bahkan sering — salah. Fisikawan Newton pernah salah. Logikawan Frege juga pernah salah. Bahkan Einstein "Sang Ilmuwan Abad ke-20" pun tidak sedikit kesalahannya. Salah satunya diceritakan berikut ini. Cerita inilah yang mengilhami saya untuk memberi artikel ini judul "**Penjahit Bego**".

Albert Einstein bukan tokoh politik, meskipun ia peduli terhadap situasi politik dan secara cukup konsisten menampilkan dirinya sebagai pasifis yang sangat anti-militerisme. Bahkan sewaktu ia masih duduk di bangku sekolah di Jerman pun, ia sudah begitu benci kepada disiplin militer di negara itu dan di sekolahnya, sehingga ia *minggat* ke Italia, menyusul ayah, ibu, dan *oom*-nya yang tinggal di sana dan membuka usaha bengkel alat-alat elektrik.

Sebagai ilmuwan, Einstein tidak luput dari kesalahan di dalam menggarap penelitian ilmiahnya. Kesalahan-kesalahan ilmuwan besar ini dipaparkan oleh Hans Ohanian, yang berkuliah Relativitas dari John Wheeler, di Universitas Princeton. Shohib saya, Willi Toisuta<sup>2</sup>, pernah memberi saya coretan tulisan di sampul sebuah buku; pesannya: "... *It would be fun to reinvent the real truth through our mistakes.*" ["... Akan menyenangkan untuk menemukan kembali kebenaran sejati melalui

(baca: dengan meng-insyafi) kesalahan-kesalahan kita."]

Salah satu di antara kesalahan-kesalahan Einstein itu terlihat oleh Max Planck. Waktu itu Einstein akan menerbitkan makalahnya yang berjudul "*Zur Elektro-dynamik bewegter Koerper*" di *Annalen der Physik* (1905). Makalah "Tentang Elektro-dinamika(nya) Benda yang Bergerak" itu berisi **Teori Relativitas Khusus**, yang melambungkan nama Einstein. Max Planck lebih senior daripada Einstein, sebab pada tahun 1901 ia telah menjadi terkenal dengan penemuannya bahwa gelombang elektro-magnetik, termasuk cahaya, tercatu (*quantized*), berupa zarah-zarah nirmassa (*massless particles*) yang disebut foton, dengan energi yang sebanding dengan frekuensinya. Tetap kesebandingannya disebut tetapan Planck, lambangnya *h*, dan nilainya  $6,6252 \times 10^{-34}$  Joule-sekon.

Sebagai fisikawan senior, Planck memperoleh makalah Einstein itu, yang antara lain memberikan ketergantungan massa nisbian (*relativistic mass*) pada kecepatannya. Einstein tahu bahwa ketergantungan massa pada kecepatan itu diharapkan akan berbeda untuk gerak bujur (longitudinal) dan gerak lintang (transversal), sebab ia, dengan caranya sendiri, sudah mendapatkan alihragam (transformasi) Lorentz, yang sudah ditemukan sebelumnya oleh fisikawan Belanda, Hendrik A. Lorentz. Dalam persamaan alihragam dari satu kerangka acuan lembam ke kerangka acuan lembam lainnya, koordinat pada arah gerak nisbi antara kedua kerangka acuan itu, dan koordinat yang menyatakan waktu, mengalami perubahan,

---

<sup>2</sup> Ph.D., Macquarie; Dr. (H.C.), Kwansai Gakuin; Adjunct Professor, Sunshine Coast

sedang koordinat-koordinat pada arah yang tegak lurus terhadap kecepatan nisbi antara kerangka-kerangka acuan itu tidak berubah. Tetapi bagaimana persisnya perbedaan itu, Einstein belum tahu. Justru perbedaan ketergantungan massa nisbian terhadap kecepatan pada arah gerak bujur dan pada arah gerak lintang itulah yang sedang ia cari.

Gaya dan percepatan bujur itu ada pada sepeda motornya Mark Marquez ketika ia *ngebut* di bagian lintasan yang lurus dan panjang untuk *menyalib* Jorge Lorenzo dalam balapan sepeda motor Hadiah Besar (*motor-bike Grand Prix racing*), sedang gaya lintang bekerja pada sepeda motor Marquez itu bila ia melintas di bagian lintasan yang berbelok melingkar. Itulah yang disebut gaya normal atau gaya sentripetal. Kesalahan Einstein ialah, ia membandingkan gaya di satu kerangka acuan dengan percepatan di kerangka acuan *lain*. Kedua kerangka acuan yang berlainan itu ialah kerangka acuan laboratorium yang rihat (*at rest*) dan kerangka acuan benda yang bergerak.

Anehnya kesalahan Einstein itu bukan hanya kebetulan, tetapi sepertinya disengaja. Kalau gaya dan percepatan itu diperoleh dengan *pengukuran* dalam suatu *eksperimen*, ya sah-sah saja, sebab sesuai dengan fakta. Tetapi Einstein sedang melakukan *perhitungan* teoretis. Terasa ada yang misterius, mengapa Einstein tidak tunduk kepada kenyataan, dan memakai kehendak bebasnya sendiri. Ia menuruti nalurinya.

Alhasil, massa nisbian pada gerak bujur lebih kecil, dan pada gerak lintang lebih besar, daripada yang sebenarnya. Ibarat seorang tukang jahit pakaian, Einstein tidak piawai seperti tukang jahit langganannya Presiden Joko Widodo di Solo atau *tailor* langganannya

Presiden Susilo Bambang Yudhoyono di Pecenongan, Jakarta. Celana panjang yang dibikinkan "Si Penjahit" (Einstein) untuk "pemesannya" (komunitas ilmuwan) *kedodoran* (terlalu longgar) di bagian pinggang dan *joglang* (terlalu pendek) di bagian kakinya. Begitulah olok-olokan Hans C. Ohanian, penulis buku **Einstein's Mistakes** (W.W. Norton, New York, 2008). Dasar penjahit *bego!* "*Blunder*" Einstein langsung ketahuan oleh Max Planck, sebab Planck telah melihat karya ilmiah H.A. Lorentz dari karya penemu elektron, J.J. Thomson, tentang massa relativistik itu. Einstein tidak tahu tentang artikel Lorentz tersebut, sebab artikel itu diterbitkan oleh Lembaga Pengetahuan Ilmiah Kerajaan Belanda di Amsterdam.

Seharusnya Max Planck memberi tahu Einstein tentang kesalahannya itu dan merujuk Einstein ke hasil yang diperoleh H.A. Lorentz. Alih-alih melakukan apa yang secara etis terpuji itu, Planck malah membuat artikel sendiri, dengan perhitungan yang betul. Memang, *sih*, berdasarkan hak di dunia publikasi, Planck-lah yang diakui secara sah sebagai penemu relasi yang benar antara massa nisbian dan kecepatannya. Tetapi... *kok* begitu ulahnya, ya? Max Planck memang fisikawan hebat dan pemenang hadiah Nobel, tetapi ia manusia biasa, yang dipengaruhi oleh ambisinya. Kita maklum, seperti kita juga maklum, bahwa *kebegoan* "Si Penjahit" pun wajar. *To err is human*. Berbuat kesalahan itu memang sifat manusia.

### Maka Terbitlah Terang

*Inilah, di bawah  
adalah kisah  
nyata, bukan fitnah,*

*masih tentang salah  
di ranah ilmiah ...*

Ketika Newton menelaah hakikat cahaya, banyak yang menentang gagasannya. Yang paling keras mengecamnya ialah Robert Hooke. Meskipun Hooke tidak dipandang dengan sebelah mata pun oleh Newton, *toh* Newton menjadi ragu.

Tentangan yang dihadapi Newton itu tidak seberapa, kalau dibandingkan dengan yang menyudutkan Galileo dalam kontroversi Heliosentrisme Nicholas Copernicus *versus* Geosentrisme Claudius Ptolomeus, sebab yang dihadapinya ialah Paus Urban VIII, kepala Gereja Katolik Roma yang memegang kekuasaan besar di zaman Pertengahan itu. Seandainya kritik atas karya Newton tentang cahaya itu segenar yang menghantam Galileo, boleh jadi Newton tidak akan menerbitkan karya besarnya *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Demikian kata Bertrand Russell, hampir dua abad kemudian.

*Principia* akhirnya diterbitkan oleh Newton, tetapi setelah Hooke meninggal. Itu pun karena bujukan Edmond Halley, sahabatnya.

Ketika Newton meninggal, sastrawan Alexander Pope berusia 39 tahun. Ia menciptakan syair untuk menghormati fisikawan besar itu.

*Alam dan hukum-hukumnya  
tersembunyi di malam gulita  
"Jadilah Newton!; Tuhan  
bersabda  
Dan semua pun mandi  
cahaya.  
[Nature and nature's laws  
lay hid in night  
God said: "Let Newton be!"  
And all was light]*

Pope mengatribusikan penjelasan hakikat cahaya kepada Newton. Tetapi ternyata penyair ini salah. Yang lebih pantas memperoleh kehormatan itu ialah fisikawan Skotlandia, James Clerck Maxwell (1831 – 1879).

*Pada mulanya  
alam semesta  
hitam pekat gelap gulita  
Lalu Maxwell berkata :*

1.  $\text{div. } \mathbf{D} = \rho$
2.  $\text{rot } \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{B}}$
3.  $\text{div. } \mathbf{B} = 0$
4.  $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \dot{\mathbf{D}}$

*Itulah caturstila  
Maka seketika  
rang-benderang terbit cahaya*

Ke empat persamaan Maxwell itu konsisten dengan satu sama lain. Dengan dua hubungan konstitutif, masing-masing antara vektor pergeseran elektrik  $\mathbf{D}$  dan intensitas medan elektrik  $\mathbf{E}$ , dan antara medan imbas magnetik  $\mathbf{B}$  dan intensitas medan magnetik  $\mathbf{H}$ , dapat diturunkan persamaan kemalaran yang mengungkapkan asas kekekalan muatan. Dari ke empat persamaan Maxwell dan kedua relasi konstitutif itu juga dapat diderivasikan persamaan diferensial gelombang elektromagnetik, yang di ruang bebas ialah

$$\text{Lap } \mathbf{u} - (\ddot{\mathbf{u}}/c^2) = 0$$

dengan  $\mathbf{u}$  yang mewakili  $\mathbf{E}$  atau  $\mathbf{H}$ . Penyelesaian PD-GEM ini adalah gelombang elektromagnetik (GEM), termasuk cahaya sebagai bagian dari spektrumnya. Maxwell juga mendapatkan rumus untuk kecepatan cahaya,

$$c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$$

yang nilainya sesuai dengan hasil pengukuran yang dilakukan oleh Foucault, Fizeau, dan juga oleh Roemer.

Maxwell (1831–1879) meninggal ketika Einstein (1879–1955) lahir di Ulm, Jerman, dan Einstein baru menerbitkan atikelnya tentang Teori Relativitas Khusus pada tahun 1905. Tetapi — ajaib! — Elektrodinamika Maxwell **sudah** nisbian (relativistik)! Merenungkan betapa hebatnya sintesis Maxwell atas hukum-hukum empiris Coulomb, Faraday, Biot-Savart, dan Ampere itu The Houw Liong, guru besar Fisika ITB, sampai merinding.

Memadukan hukum-hukum empiris dan membuatnya konsisten dengan satu sama lain, dengan menambahkan suku  $\dot{\mathbf{D}}$  pada persamaannya yang ke empat menunjukkan kejeniusan Maxwell. Apalagi kemudian ternyata bahwa ia telah "mendahului" Einstein dengan teori Elektrodinamika-nya yang relativistik itu. Ketika ditanya, apakah pembangunan teori Relativitas-nya diilhami karya ilmiahnya Galileo, Einstein mengatakan: "Tidak." Tetapi ia mengaku berhutang budi kepada Maxwell. Judul artikelnya di *Annalen der Physik* (1905) pun memakai kata "elektrodinamika", yakni "Tentang elektrodinamika-nya benda-benda yang bergerak"

Karena itu, kalau magnet berkutub tunggal benar-benar ditemukan di Sigupa, dan ini berarti bahwa persamaan Maxwell yang ketiga rontok, penemunya pantas diberi hadiah Nobel dalam Fisika, seperti saya katakan dalam artikel "**Nobel Fisika Berkat Sigupa**".

=====

*L. Wilardjo adalah seorang fisikawan asal Purworejo, mendapat gelar M.Sc. dari Michigan State University (1965) dan meraih*

*gelar doktor dalam bidang fisika pada tahun 1970. Sejak 1962 ia menjadi dosen di Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, dan tahun 1998 ia diangkat sebagai Guru Besar. Tahun 1990 ia mendapat gelar Dr. Hc. dalam Sains dari Vrije Universiteit Amsterdam.*