

Pengembangan Suatu Awal bagi Kuliah Fisika Dasar demi Penyadaran Ilmu dan Cara Ilmiah: Meluaskan Wawasan Fisika dan Metafisika

Aloysius Rusli

Jurusan Fisika, FTIS, Universitas Katolik Parahyangan, Ciumbuleuit 94, Bandung 40141

arusli@unpar.ac.id

Abstrak

Satu tahun terakhir ini, sebagai awal kuliah Fisika Dasar, telah mulai digunakan konsep “Big History” yang didukung materi yang terakses antara lain di video YouTube “Cosmic Eye” atau “Powersof10” serta <https://bighistory.org>, sebagai sarana mengaitkan perkembangan ilmu fisika mutakhir dengan perkembangan jagad raya sejak “Ledakan Besar” sekitar 13,8 gigatahun yang lalu, sampai ke taraf elektron, proton, dan quark. Wawasan fisika ini lalu juga dapat digunakan untuk menerawang sejenak ke wilayah metafisika, yaitu tentang makna-makna yang mestinya / mungkin tersirat di balik semua pengamatan, pemikiran, serta pengujian secara ilmiah itu. Evaluasi sementara tentang efektivitas yang telah dicapai dengan awal kuliah Fisika Dasar semacam ini, adalah: Motivasi mahasiswa cukup tersentuh, sehingga dapat diharapkan mereka lalu lebih dapat melihat relevansi kuliah Fisika Dasar sebagai peluas wawasan dan persiapan bertindak sebagai anggota masyarakat yang cukup berliterasi, baik dalam ilmu maupun dalam metafisika.

Kata-kata kunci: Fisika Dasar, Wawasan Fisika, Metafisika

PENGANTAR

Sejak tahun 1990an perhatian saya tertarik pada upaya menggunakan inovasi [1] pada kuliah Fisika Dasar di Institut Teknologi Bandung, baik dari segi meningkatkan motivasi mahasiswa untuk mempelajari Fisika Dasar sebagai modal penopang penguasaan ilmu yang lebih bersifat terapan, maupun dari segi menyesuaikan pola presentasinya agar dapat menangani menurunnya keterampilan berhitung dan memahami materi Fisika Dasar oleh para mahasiswa pesertanya. Selaras dengan itu, telah dikembangkan beberapa jenis tugas untuk dikerjakan mahasiswa, untuk maksud serupa, di samping sebagai umpan balik tentang tanggapan mahasiswa terhadap proses belajar Fisika Dasar [2].

Kemudian, antara lain dari pengalaman mengajar Filsafat Ilmu di jenjang Magister Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, saya menyadari manfaat mengawali kuliah Fisika Dasar dengan suatu pengantar yang senada dengan konsep “Big History” yang sedang dirintis di beberapa universitas di dunia [3]. Konsep “big history” ini adalah suatu upaya untuk menyadarkan masyarakat dunia, khususnya para mahasiswa Sarjana maupun Magister, bahwa hasil penelitian ilmiah tentang kosmologi, geologi, dan kebudayaan, patut diketahui dengan baik, agar dapat memperkaya pertimbangan ketika mengambil suatu keputusan, agar lebih menyadari dampak jangka panjang, bersifat multi-disiplin-terpadu, dan bijaksana. Kalau hal ini diabaikan, dapat terjadi bencana sekedar akibat kurang disadarinya perkaitan antara putusan yang diambil, dengan evolusi alamiah dalam lingkungan hidup manusia.

Dari penyadaran tentang pentingnya seseorang memiliki literasi dalam ilmu ini, dapat digarisbawahi pentingnya menggunakan cara ilmiah yang telah berhasil menghimpun seluruh ilmu pengetahuan itu, dan literasi-wawasan tentang bagaimana penerapan cara ilmiah itu secara bijaksana. Kebijakan ini makin mulai disadari pentingnya oleh manusia, setelah dalam beberapa tahun terakhir ini perkembangan politik

internasional tampak dipengaruhi oleh masyarakat yang kurang paham ilmu dan teknologi (istilah “populisme” merujuk ke sikap ini) beserta cara dan sikap ilmiah yang mendasarinya. Sebaliknya para ilmuwan dan teknolog juga sering masih kurang biasa berpikir multi-disiplin, sehingga lebih mudah menonjolkan sudut pandang parsial yang sering juga lalu dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk mendukung tujuannya masing-masing yang saling berbeda. Salah satu dampak adalah terpilihnya pemimpin yang mampu memanfaatkan kebingungan masyarakat, untuk lalu memimpin dengan cara pandang yang parsial pula.

Cara ilmiah mudah disebutkan, tetapi memerlukan sikap yang sesuai, dalam melaksanakannya. Langkah melakukan pengamatan-pengamatan teliti (dan berulang-ulang!), menalar-kannya dengan cermat, mengacu pada beberapa aturan dan asumsi yang teruji ampuh, lalu berulang-ulang menguji pula kesimpulan-hipotesis-asumsi yang terhasikan, perlu dilandasi suatu sikap yang bijak. Kebijaksanaan dalam menggunakan cara ilmiah, dapat dikaitkan dengan perhatian pada sejumlah nilai dan prinsip yang “pasca-ilmiah”, seperti misalnya Pancasila, prinsip-prinsip hakiki kemanusiaan, atau iman akan agama yang dipercaya. “Dialog” antara ilmu dan iman ini [4], diartikan sebagai mempertimbangkan prinsip-prinsip yang telah ditemukan dengan cara ilmiah, bersama dan secara saling memperkaya, dengan prinsip-prinsip yang diperoleh melalui jalur iman ini. Kebijaksanaan ini dapat didukung dengan mengawali kuliah Fisika Dasar dengan suatu pengantar yang didasarkan pada temuan dan hasil penalaran ilmiah, tetapi yang dapat digunakan menyadarkan mahasiswa peserta kuliah akan pemikiran-pemikiran yang mengait pada iman itu. Di bawah ini cara tersebut dijabarkan.

POWERS-OF-10 DAN COSMIC EYE

Pada tahun 1960an, pasangan suami isteri di Amerika Serikat, Charles dan Ray Eames, yang profesinya ada di bidang desain arsitektur, menciptakan suatu film yang di masa kini mudah ditemukan melalui google.com [5] yang mereka sebut “*Powers of Ten*”. Dalam film ~10 menit tersebut mereka menggambarkan sebuah daun pohon yang terletak di pekarangan rumah di Florida, yang dilihat berturut-turut dari atas, dari jarak 10^0 meter, lalu 10^1 meter, dan seterusnya sampai akhirnya seluruh jagad digambarkan seolah dapat dilihat, dari jarak $\sim 10^{26}$ meter (memang sekitar jarak inilah ukuran jagad raya ini, menurut para astrofisikawan/wati). Kemudian film dengan cepat memperkecil jarak tersebut, sampai kembali ke daun pada jarak 1 meter tersebut. Lalu jarak tersebut diperkecil, menjadi 10^{-1} , 10^{-2} , ... meter, sampai ke $\sim 10^{-18}$ meter yang digambarkan sebagai dapat melihat partikel dasar “*quark*” bergetar dalam inti atom (ini juga sesuai dengan taksiran para fisikawan partikel dasar sejak $\sim 1/2$ abad ini). Film itu diakhiri dengan pertanyaan yang terpampang di layar, “Apa artinya semua ini? Apa kesimpulan yang dapat kita ambil?” Ketika para mahasiswa saya ditugasi merefleksikan isi film ini (yang dapat mereka akses di Web), ternyata sebagian tersentuh dan mengakui bahwa di satu pihak mereka merasa betapa tidak berartinya Bumi apalagi manusia, dalam jagad raya seluas itu. Akan tetapi setelah “melihat” *quark*, mereka lalu dapat mengapresiasi betapa kompleksnya tubuh manusia, sehingga mereka dapat pula mengapresiasi betapa berharganya dirinya sebagai manusia yang dapat berpikir dan menyadari kehadirannya dalam jagad seluas itu, bagaimana himpunan $\sim 10^{26}$ atom dapat menjadi manusia yang dapat menyadari semua itu.

Film “*Powers of Ten*” itu kemudian dibuat versi serupanya pada tahun 1970an, yang lalu dikembangkan menjadi beberapa versi lain. Akhirnya Dr Danail Obreschkow [6], warga Swis yang bekerja di Pusat Internasional bagi Penelitian Astronomi-Radio, di Perth, Australia Barat, menciptakan video 3 menit berjudul “*Cosmic Eye*” tersebut di atas ~tahun 2012, yang semula tidak teperhatikan umum, tetapi setelah pada tahun 2016 *The Science World* menyebarkannya di *YouTube*, video ini menjadi tersebar secara viral. *Cosmic Eye* ini tidak diakhiri dengan ajakan berefleksi, tetapi sebaiknya hal itu tidak terlewat dilisankan, agar sikap reflektif berkembang pada siswa / mahasiswa.

SKALA WAKTU

Setelah video *Cosmic Eye* ini digunakan sebagai penyadar betapa luasnya jagad raya ini, digunakan materi dari *International Big History Association* di Amerika Serikat, untuk menimbulkan kesan tentang panjang-pendeknya jangka-jangka waktu di jagad raya ini. Di situs <https://bighistory.org> mereka, dapat ditemukan deskripsi [7] oleh E J Chaisson dari *Harvard College Observatory*, Amerika Serikat, seorang astrofisikawan, yang menampilkan 7 tahap jangka waktu kosmologis, yang seperlunya dapat diringkas menjadi 3 jangka waktu utama, yaitu jangka waktu kosmologis – geologis yang berskala gigatahun, jangka waktu adanya kehidupan yang berskala waktu gigatahun juga (untuk mahluk sel-tunggal sampai ke mahluk pra-manusia)

dan ~megatahun untuk makhluk jenis Homo (“manusia”), serta jangka waktu berkembangnya kebudayaan manusia yang berskala waktu kilotahun.

Jangka-jangka waktu ini secara berangsur, dan baru dalam beberapa puluh tahun (skala 0,1 kilotahun!), setelah menjalani cara ilmiah observasi – penalaran & penyimpulan hipotesis/asumsi – pengujian berulang kali, bersiklus tanpa berhenti, akhirnya mencapai kesimpulan sementara, bahwa jagad raya ini makin terpastikan terbentuk pada 13,8 gigatahun yang lalu. Sengaja saya menggunakan awalan satuan kilo-mega-giga, untuk sambil lalu mempromosikan sistem istilah awalan bagi satuan yang telah direkomendasikan [8] Konferensi Umum tentang Berat dan Ukuran di Sèvres, di tepi Paris, Perancis sejak beberapa puluh tahun ini. Tiga angka penting ini menunjukkan bahwa ketakpastiannya memang masih cukup besar, yaitu sekitar ~0,1 gigatahun ataupun ratusan megatahun; jadi dapat disebutkan kepada siswa/mahasiswa bahwa jangan mengira jagad ini dapat dirayakan hari ulang tahunnya.

Dengan mengingatkan hal ini, kiranya para siswa/mahasiswa dapat menyadari besar kecilnya skala waktu, dan bahwa setiap hasil penelitian ilmiah senantiasa disertai suatu ketakpastian, yang secara persentase sebenarnya menunjukkan tingkat ketelitian yang cukup tinggi. Hal menarik lain kiranya adalah, bahwa cara ilmiah ini menghasilkan ilmu yang ternyata bersifat cukup konsisten dengan berbagai cara observasi dan penalaran, sehingga dapat disebut sebagai cukup obyektif, cukup sesuai dengan realitas. Jika realitas ini lalu diasumsikan sebagai kebenaran, kesimpulan ini lalu dapat disebut sebagai suatu kebenaran juga.

Selanjutnya pada skala gigatahun inipun, dapat ditempatkan gerak-pindahnya para benua [9], dari mulai munculnya daratan yang diberi nama Ur (~3 gigatahun yang lalu), yang lalu terbelah lalu membentuk superbenua Rodinia (~1,5 gigatahun yang lalu), yang bersiklus berpecah-belah dan akhirnya berkumpul lagi menjadi superbenua Pangea (dieja Pan-gea, artinya daratan-total, 0,2 gigatahun yang lalu). Baru saja dilaporkan [9], bahwa 0,2 gigatahun mendatang, diduga Pangea yang telah membelah menjadi 4 benua masa kini, akan menyatu lagi karena benua Amerika yang sedang bergeser ke barat, akan menggabung dengan Asia di sisi timurnya, sehingga pantas dinamai Am-Asia? Bumi dan jagad ini terus berubah!

Yang kiranya menarik adalah, bahwa cara ilmiah ini telah dapat menampilkan kesimpulan bahwa setelah muncul pada 13,8an gigatahun yang lalu, dalam waktu cukup “singkat”, yaitu 4,5 gigatahun yang lalu, Matahari dan Bumi serta planet lainnya di tata surya ini, telah mulai ada. Hal ini dapat dijadikan bahan refleksi, apakah ada suatu niat atau tujuan di balik “laju” yang relatif secepat itu. Jelas hasil refleksi seperti itu tidak tergolong ilmiah, karena tampaknya tidak akan dapat ditemukan bukti harfiah tentang kebenaran asumsi makna itu. Di sinilah konsep “metafisika” berperan. Hal ini akan dibahas lebih lanjut di bawah.

Jangka waktu kedua adalah jangka waktu terjadinya kehidupan di Bumi ini. Cara ilmiah sejak 10an kilotahun yang lalu mulai menyimpulkan bahwa kehidupan berupa makhluk satu sel, rupanya mulai hadir di Bumi ini pada masa yang cukup dini, yaitu ~ 4 gigatahun yang lalu. Hal ini telah, dan sedang terus diteliti, sejauh apa asal kehidupan satu sel itu terkembang setempat di Bumi, ataupun terimpor melalui jatuhnya debu meteor atau komet berpenumpang makhluk sel-tunggal ke Bumi. Apakah kita semua keturunan dari luar Bumi, atautah “pribumi” asli di Bumi ini! Selanjutnya ditemukan bahwa kehadiran makhluk multi-sel baru terdeteksi hadirnya pada skala 0,1 gigatahun atau 100an megatahun. Maka dapat dianggap mengherankan bahwa berkembangnya kehidupan dari makhluk sel-tunggal ke multi-sel, lalu ke makhluk di samudera, lalu naik (sebagian) ke daratan, ternyata merupakan proses yang semula bergigatahun, tetapi kemudian mencepat menjadi bermegatahun. Sedang mencapai kesimpulan sementara, bahwa sekitar beberapa ratus kilotahun lalu makhluk “homo” (artinya “manusia”) yang berkembang di Afrika, mulai berkelana menyebar ke Asia lalu Eropa ke barat, dan Australia serta Amerika ke timur. Dapat dicatat bahwa pada Januari 2013, Paul Salopek, seorang wartawan-penulis dan pemenang Hadiah Sastra Pulitzer tahun 1998 dan 2001, mulai menapak tilas kelana umat manusia ini [10], mulai berjalan dari Etiopia, menyeberang dengan kapal ke Saudi Arabia, berputar melalui Turki (untuk menghindari daerah yang sedang berperang di Timur Tengah), dan saat ini sedang berada di wilayah Mongolia, untuk menyeberang melalui kepulauan Aleutia dan laut Bering ke Alaska, dan merencanakan mencapai ujung selatan Argentina-Cile setelah berjalan ~30 megameter selama ~7,5 tahun. Dia disponsori oleh *National Geographic Society*, dan blog nya [10] berupa kisah pengalaman harian dan refleksi-refleksinya, dapat diikuti, malah peminat dapat saja bergabung berjalan dengannya untuk sepotong jarak yang disempatkan.

Jangka waktu ketiga adalah jangka berkembangnya sang manusia, diistilahkan dengan berkembangnya kebudayaannya, diawali hanya ~100 kilotahun yang lalu, masih tergolong pra-sejarah karena tulisan belum sempat diciptakan oleh manusia. Huruf tulisan baru muncul ~10 kilotahun lalu, tampaknya terutama di daerah Asia Tengah. Rupanya (suatu hipotesis / asumsi), diperlukan interaksi akrab (bukan isolasi-menyendiri, juga bukan penyeragaman!) untuk dapat menimbulkan kreasi huruf tulisan itu, dimulai rupanya di Persia-Iran dengan tulisan berbentuk “paku”. Kebetulan (?) atau mungkin juga karena jumlah pengalaman dan hasil refleksi manusia sudah cukup kaya, timbullah agama-agama besar hanya ~2 kilotahun lalu. Ilmu dengan cara ilmiahnya baru terkembang sejak 0,3an kilotahun yang lalu, teknologi ~0,2 kilotahun yang lalu, dan teori relativitas dan teori kuantum baru ada ~0,1 kilotahun yang lalu. Betapa mencepatnya perkembangan budaya

sang manusia! Kita dapat menutup awal kuliah berupa “*big history*” ini dengan suatu bahan refleksi: Bagaimana kiranya keadaan manusia ~0,1 kilotahun mendatang?

Sepinya jagad raya ini, dalam ucapan Enrico Fermi [11] “Di mana mereka semua?”, merupakan ekspresi yang penuh makna; apakah umat manusia yang bekecerdasan akan selalu menghancurkan dirinya setelah beberapa persepuluh kilotahun, atautkah kebudayaan cerdas akan memperlakukan kebudayaan primitif sebagai mahluk akuarium demi pelestariannya, tanpa mengganggunya dengan berkomunikasi? Kiranya sikap rendah hati menghadapi refleksi semacam ini lebih tepat, daripada sikap tinggi hati yang condong mengutamakan sikap berkuasa, atau sikap malas-berpikir saja, karena takut pada hasil kesimpulan yang dapat muncul?

BERARTIKAH BUMI DAN MANUSIA?

Maka tibalah kita pada tahap metafisika: tahap sejenis fisika yang menggunakan cara ilmiah secara lengkap, dengan tahap observasi – penalaran ketat dan berulang – pengujian kesimpulan-hipotesis-asumsi, tetapi dengan mengakui bahwa wilayah yang sedang diteliti tidak lagi dapat diuji dengan eksperimen, melainkan terpaksa harus mengandalkan terutama penalaran, dengan hipotesis bahwa tuntutan “konsistensi”, “reproduktibilitas”, masih dapat diandalkan.

Sebagian ilmuwan jelas [12] telah memilih sikap-hipotesis-asumsi bahwa jagad raya beserta manusia-cerdasnya ini sekedar kebetulan timbul, tanpa perlu mencari-cari makna di baliknya. Pilihan ini terkadang dapat disebut sebagai aliran-ideologi “saintisme”, yang bertitik tolak dari sikap bahwa hanya cara ilmiah yang andal, dan hanya hasil ilmiah yang tampak sesuai dengan kebenaran. Hal-hal rohani-spiritual yang tak terukur secara ilmiah lalu didefinisikannya sebagai tidak diperlukan, malah ekstremnya: tidak ada. Kiranya kita di tanah Pancasila ini, sudah bersepakat untuk tidak setuju dengan paham-ideologi itu, karena kita mendasarkan diri pada asumsi adanya Tuhan Yang Maha Esa. Maka terpengillah kita untuk mengembangkan penalaran dengan titik tolak “Tuhan yang Maha Esa ini ada”, walaupun memang tidak dapat diperoleh bukti konkret-tak-terbantahkan tentang asumsi ini.

Bertitik tolak dari “Tuhan ada”, kita akan menjumpai kesempatan untuk meraih makna yang lebih spiritual dari hasil ciptaan Tuhan ini. Kita dapat mencatat fakta betapa sang manusia amat mencintai hidupnya, menolak datangnya kematian dirinya sekuat mungkin (biasanya). Kiranya sikap umum seperti itu dapat dibaca sebagai indikasi “hidup pemberian Tuhan ini amat berharga”? Jika kesimpulan seperti ini dapat dianggap-asumsikan sebagai “benar”, kiranya langkah ke “manusia ini bermartabat” menjadi lebih mudah dipandang sebagai suatu keniscayaan?

Kalau manusia memang niscaya bermartabat tinggi, maka kita lalu dapat menalarakan konsekuensi-konsekuensinya, dari tahap kelahiran sang manusia, tahap kerjanya dalam ikut menciptakan lingkungan yang bersih dan nyaman, tahap pernikahan yang dapat diinterpretasikan sebagai langkah mengupayakan kesempurnaan manusia melalui segi pria yang menggabung-diri dengan segi perempuan, dan sikap lanjut usia menuju dipanggilnya diri kita oleh Tuhan, yang patutnya menjadi saat yang paling menyenangkan, bukannya saat yang menyedihkan atau ditakuti?

RENDAH HATI, ATAU RENDAH-DIRI?

Kiranya judul ini merupakan hasil refleksi kita di awal kuliah Fisika Dasar, ataupun sebenarnya setiap kuliah yang memperdalam ilmu dan teknologi, agar menjadi arahan awal bagi si pembelajar. Menghadapi asumsi bahwa Tuhan itu ada, mestinya Tuhan itu tetap menjadi penguasa jagad raya yang amat luas dan “tua” ini. Maka betapa “adikuasa”nya Tuhan, dibandingkan dengan sang manusia ini. Apa masih patut sang manusia saling bertempur dan berperang “demi membela Allah”, dengan Allah yang sedemikian agung dan mestinya beradikuasa-beradidaya itu? Rasanya Gus Dur (K H Abdurachman Wahid) juga telah mengutarakan kesimpulan seperti ini, bahwa Tuhan tidak membutuhkan pembelaan. Bukankah sikap manusia yang lebih tepat adalah seperti yang saat ini sedang banyak diserukan di Tanah Air ini: Hargai keberagaman, hargai setiap agama dan kepercayaan, jangan malah meninggikan hati dan merasa pandangan diri kita senantiasa adalah yang paling, atau satu-satunya kebenaran?

Sebaliknya, apakah keagungan Tuhan Allah ini, patut membuat diri kita rendah-diri, karena kecilnya kita dibandingkan dengan jagad raya, apalagi Pencipta Jagad Raya? Kiranya sikap rendah-diri malah menunjukkan perendahan martabat diri kita sebagai manusia cerdas? Malah lebih sial, rasa rendah-diri, menganggap diri tak bermutu atau kalah martabatnya, terbukti malah menimbulkan segi-segi negatif seperti

cemburu, upaya korupsi untuk mampu menampilkan kekayaan diri, dan lainnya. Rupanya manusia menolak untuk disebut bermartabat rendah!

KESIMPULAN

Kiranya dapat disimpulkan bahwa bentuk awal suatu kuliah, termasuk kuliah Fisika Dasar, yang bertitik tolak dari hasil karya ilmu (baik fisika, kimia, biologi, matematika, sosial, humaniora) dapat menjadi pengarah sikap yang baik bagi para siswa-mahasiswa. Sikap baik ini lalu dapat diarahkan lebih lanjut untuk berusaha sebaik mungkin memahami dan menguasai sepotong ilmu dan teknologi, dalam rangka dapat lebih baik mengabdikannya kepada masyarakat, sebagai seorang yang terpanggil (berprofesi, profesional) yang telah berjanji (ada Janji Sarjana pada saat wisuda!) mengabdikan diri dan ilmunya kepada masyarakat. Karena kaum lemah dalam masyarakat terlebih membutuhkan pelayanan kita, seperti perempuan, kaum miskin, kaum pengungsi, kaum difabel, malah juga kaum kaya yang telah termiskinkan sikap batinnya oleh harta material, kiranya sikap berpihak pada kaum yang lemah, merupakan sikap yang tergolong tepat dan benar, selaras dengan tingginya martabat kita?

Semoga demikian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, atas dukungan sehingga penelitian tentang dialog ilmu dan iman, dan pelaporannya seperti makalah ini, dapat terlaksana. Terima kasih juga diucapkan kepada Panitia SNIPS (Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains) 2017, yang telah dapat menyetujui presentasi makalah ini pada tanggal 26-27 Juli 2017, di Institut Teknologi Bandung.

REFERENSI

- A. Rusli, *Fisika dasar sebagai sarana penyadaran tentang sains dan cara ilmiah: Suatu studi*, Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF) 2011, Pusat Penelitian Fisika-LIPI, Serpong, hlm 782-799;
 - A. Rusli, *Refleksi, Penyadaran, dan Sikap sebagai Tujuan Pembelajaran Kuliah*, Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS) 2013, Fisika ITB, Bandung, hlm 1-4
- A Rusli, *Science and Scientific Literacy vs Science and Scientific Awareness through Basic Physics Lectures: A Study of Wish and Reality*, International Conference on Physics and Its Application (ICPAP) 2011, ITB, Bandung, November 2011, American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings vol. 1454 (2012) pp 169-173
- Walter Alvarez, *A Most Improbable Journey: A Big History of Our Planet and Ourselves*, New York: W.W. Norton, 2016. Juga: International Big History Association, *What is Big History?*, <https://bighistory.org/whatisbighistory/>
- A. Rusli, *Dialogue between Science and Faith: A Preliminary Study*, Proceedings 3rd Jogja International Conference on Physics 2012, UGM (2012) pp 153-156, <http://www.jipcugm.ac.id/2012/>;
 - A Rusli, *Dialog Ilmu dan Iman: Suatu Pendekatan dan Cara Realisasinya*, Integral vol. 11 (2) (2013) hlm 63-77;
 - A Rusli, *Science Awareness and Science Literacy through the Basic Physics Course: Physics with a bit of Metaphysics?*, 6th Asian Physics Symposium, 2015, Journal of Physics: Conference Series vol. 739 (2016) 012012 pp 1-6, doi:10.1088/1742-6596/739/1/012012
- Melba Phillips, *Powers of Ten*, Film Review, American Journal of Physics 40:9 (September 1972), 1857-1858; juga: R F Neff, *Powers of Ten*, The Physics Teacher 10:1 (1972), 52-53; Charles & Ray Eames, *Powers of Ten*, 2017. www.eamesoffice.com, <https://www.youtube.com/watch?v=5CKd0aPSWe8>
- Danail Obreschkow, *Cosmic Eye*, 2012, <http://quantumholism.com/outreach>, melalui www.google.com dengan kata kunci "you tube cosmic eye".
- Eric J Chaisson, *Cosmic Evolution*, Harvard University Press, 2002; juga: Cosmic Evolution, 7th version, 2013. Harvard College Observatory. http://www.cfa.harvard.edu/~ejchaisson/cosmic_evolution
- BIPM, *The International System of Units, 8th edition*, 2006; juga: *The New S.I.*, 2018. www.bipm.org

9. Alexandra Witze, *Supercontinents Superpuzzle*, Science News 191:1, 21 January 2017, pp 18-21; juga: Wikipedia, *Supercontinent*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Supercontinent>, diakses 4 Agustus 2017
10. Paul Salopek, *A Stroll Around the World*, The New York Times, Sunday Review, 22 November 2013; juga: *National Geographic Society*, *Out of Eden*, perjalanan Paul Salopek, dapat diakses melalui www.google.com dengan kata kunci "Salopek", dsb.
11. C Krauthammer, *Are we alone in the universe?*, *The Washington Post*. 29 Desember 2011; juga: Robert H. Gray, *The Fermi Paradox Is Not Fermi's, and It Is Not a Paradox*, Scientific American, January 29, 2016, <https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/the-fermi-paradox-is-not-fermi-s-and-it-is-not-a-paradox/>
12. Keith Ward, *The Big Questions in Science and Religion*, Templeton Press, 2008; juga: John Templeton Foundation, *Science & the Big Questions: Foundational Questions in Cosmology*, <https://www.templeton.org/discoveries/foundational-questions-cosmology>, *Does the universe have a purpose?*, <https://www.templetonpress.org/areas/science-big-questions>

: