

Menjengah Sempadan antara Fizik dan Falsafah (Bahagian 1)

Oleh Iqbal Ihsan

Menulis tentang hakikat sesuatu bukanlah mudah. Seorang ahli mistik (yang menurut dirinya telah mengalami sendiri hakikat alam ini) juga mengalami kesukaran menterjemahkan pengalaman mistiknya dalam bahasa yang sedia ada. Bagi kebanyakan ahli sains, hakikat alam adalah nyata. Mereka jarang mempersoalkan dengan serius adakah zarah yang mereka kaji, atau sel yang mereka lihat melalui mikroskop, atau bintang yang mereka cerap melalui teleskop benar-benar wujud. Mereka setia dengan suatu prosedur kajian bagi membuahkan suatu keputusan sains yang dipanggil Kaedah Saintifik. Jarang sekali mereka mempersoalkan kaedah itu. Sesetengahnya pula berpegang kuat kepada kaedah itu bagaikan ianya suatu agama dan menggunakannya bagi menyerang sistem kepercayaan lain.

Namun ada sebilangan saintis yang memikirkan, malah memperdebatkan, aspek-aspek yang jarang difikirkan secara serius oleh kebanyakan saintis lain. Mereka ini biasanya adalah para saintis yang terlibat di perbatasan ilmu sains asasi dan baru, atau berkecenderungan terhadap sejarah idea dan falsafah dalam pembinaan teori-teori sains, atau mempunyai sistem kepercayaan dan pandangan alam sendiri yang ingin diselarikan dengan sains yang sedia ada.

Sejarah teori fizik kuantum dan kenisbian menonjolkan kepelbagaian golongan saintis ini dengan amat jelas. Menjelang awal kurun ke-20, segala persoalan fundamental dalam fizik dijangkakan akan terjawab dan fizik sebagai satu penyiasatan terhadap alam akan tamat. Yang tinggal hanyalah beberapa misteri fizik yang dijangka hanya menanti masa untuk dijawab. Misalnya (i) persoalan kesan fotoelektrik iaitu mengapa suluhan cahaya terhadap suatu logam boleh menghasilkan arus elektrik, (ii) persoalan sinaran jasad hitam, (iii) persoalan mengapa eter yang diperlukan dalam teori elektromagnetik Maxwell (salah satu teori agung fizik klasik) gagal dijumpai dan (iv) persoalan orbit planet Merkuri yang gagal dijelaskan oleh mekanik Newton. Selebihnya, ilmu fizik dijangka hanya tinggal tugas-tugas meningkatkan kejituan radas penyukat dan mengaplikasi teori-teori dalam kejuruteraan.

Fizik dan andaian matematik

Sebelum membincangkan tentang penyelesaian misteri-misteri tersebut, kita perlu sedar bahawa teori-teori fizik khususnya dan sains umumnya memerlukan beberapa andaian yang membolehkan ia beroperasi. Antara sebab andaian-andaian ini diperlukan adalah bagi menjustifikasikan matematik yang digunakan. Misalnya, teori gerakan Newton dan optik klasik memerlukan geometri Euklidan. Bagi membuatkan pemakaian geometri Euklidan sah dalam kedua-dua teori tersebut, prasyarat-prasyarat kebolegunaan geometri Euklidan mestilah dipenuhi dan andaian-andaian yang selari dengan prasyarat-prasyarat itu perlu dibuat. Dalam teori Newton dan Maxwell, salah satu andaian itu ialah ruang dan masa adalah terpisah, mutlak dan rata. Terpisah merujuk kepada pernyataan bahawa ruang dan masa adalah dua perkara

yang saling bebas dan saling tidak mempengaruhi. Mutlak merujuk kepada keadaan ruang dan masa yang tidak pernah berubah walau apa pun yang terjadi didalamnya. Rata merujuk kepada suatu keadaan dimana postulat ke-5 geometri Euklid dipenuhi, yakni dua garisan selari tidak akan bertemu pada satu titik sampai bila-bila.

Empat persoalan tadi akhirnya terjawab dengan bayaran (atau keuntungan?) yang amat besar. Secara ringkas, jawapan terhadap persoalan eter dan orbit Merkuri menyebabkan teori agung fizik klasik iaitu mekanik Newtonan jatuh status daripada paling mendasar (most fundamental) kepada sekadar penghampiran (approximation). Maksudnya, ada suatu teori yang lebih mendasar daripada teori Newton, yang mampu menjelaskan kejadian-kejadian yang gagal dijelaskan oleh teori Newton. Tercabarnya teori Newton ini bukan hanya melibatkan sedikit pengubahsuaian tetapi rombakan besar-besaran akibat andaian-andaian dalam teori itu diruntuhkan terus. Andaian paling besar yang diruntuhkan adalah keterpisahan, kemutlakan dan kerataan ruang dan masa yang menjustifikasikan geometri Euklidan dalam teori Newton dan optik klasik. Status teori paling mendasar itu diambil alih oleh teori kenisbian Einstein, yang menggunakan geometri bukan Euklidan dan tidak bergantung pada postulat ke-5 Euklid.

Contoh di atas menunjukkan bagaimana apabila suatu andaian bagi menjustifikasikan pemakaian matematik tertentu dicabar, ia akan mengubah teori fizik yang menggunakan matematik itu secara mendasar dan keseluruhan. Nanti di bahagian lain dalam esei ini akan disentuh lagi perihal hubungan matematik dengan fizik. Sekarang kita akan lihat bagaimana tercabarnya suatu andaian metafizik dalam suatu teori fizik dapat menumbangkan teori itu secara keseluruhan.

Fizik dan andaian metafizik

Metafizik, secara kasar, ialah bidang kajian perkara-perkara yang melangkaui aspek jasmani. Melangkaui aspek jasmani disini bukan bermaksud rohani dengan ertikata yang biasa difahami. Tetapi ia bermaksud di luar skop kefahaman ilmu fizik semasa – sesuatu yang tidak dapat diterbitkan atau dibuktikan secara saintifik menurut kriteria sains pada zaman itu. Selain untuk menjustifikasikan penggunaan geometri Euklidan, kemutlakan ruang-masa yang disebutkan tadi adalah andaian metafizik juga. Andaian metafizik menatijahkan kesimpulan yang bersifat metafizik juga. Andaian ke

mutlakan ruang dan masa menatijahkan keabadian alam. Antara penemuan paling mengejutkan setelah fizik Newtonan digantikan dengan teori kenisbian adalah cerapan Hubble bahawa semua galaksi bergerak menjauhi Bumi dan wujudnya sinaran gelombang mikro yang melatari seluruh alam semesta. Ini menatijahkan bahawa alam semesta ini berkembang. Kiraan menunjukkan alam bermula kurang lebih 14 bilion tahun dahulu dengan apa yang dipanggil sebagai Deguman Besar (Big Bang). Bertitik tolak daripada penemuan-penemuan ini dan menggunakan teori kenisbian am, satu bidang baru terlahir – kosmologi moden yang mencari jawapan persoalan-persoalan seperti bagaimanakah alam ini bermula, apakah nasibnya di penghujung masa, apakah yang ada sebelum alam ini ada, adakah alam ini tunggal atau ada alam-alam lain, dan sebagainya. Tidak mengejutkan jika bidang ini dipenuhi debat dan kontroversi, malah dijadikan hujah bagi menyokong kepercayaan agama.

Satu andaian metafizik yang lain dalam fizik Newtonan adalah tentuisme. Tentuisme menjanjikan kita pengetahuan sepenuhnya tentang masa depan suatu sistem fizikal jika tiga syarat dipenuhi. Syarat pertama, kita perlu mengetahui secukupnya keadaan-keadaan awal sistem tersebut dengan ketepatan sempurna. Syarat kedua, kita perlu tahu secukupnya hukum dinamik sistem tersebut dengan sempurna. Syarat ketiga, kita perlu tahu secukupnya pengaruh-pengaruh persekitaran terhadap sistem tersebut dengan ketepatan sempurna. Sebagai contoh, andaikan di suatu sudut terpencil alam ini ada satu planet mengorbit satu bintang. Jika kita tahu kedudukan dan momentum planet dan bintang itu sekarang, dan jika kita tahu hukum gerakan objek dalam alam itu, kita boleh ramal dengan ketentuan 100% dimana planet dan bintang itu berada 100 juta tahun daripada sekarang. (Dalam contoh ini, syarat ketiga telah dipenuhi disebabkan andaian kita bahawa sistem planet dan bintang itu jauh terpencil dan pengaruh daripada objek-objek lain boleh diabaikan)

Tentuisme merupakan dogma kebanggaan fizik Newtonan. Planet Uranus ditemui hasil kepercayaan terhadap tentuisme. Pengiraan tepat kedatangan komet Halley adalah contoh kejayaan tentuisme. Walaupun secara praktikal kita tidak mampu memenuhi tiga syarat tentuisme dengan ketepatan sempurna, para ahli fizik percaya alam ini secara prinsipnya bersifat tentuis, yakni jika kita boleh memenuhi tiga syarat tersebut, masa depan segala-galanya boleh diketahui dengan pasti. Walaupun terdapat beberapa kesukaran teoretik seperti masalah 3 jasad, tentuisme alam ini tetap jadi dogma dalam kalangan ahli-ahli fizik. Bahkan dogma tentuisme alam ini diwarisi dalam teori kenisbian Einstein. Segala-galanya telah ditentukan oleh keadaan awal masing-masing.

Persoalan kesan fotoelektrik dan sinaran jasad hitam telah membawa kepada kelahiran teori kuantum. Dalam teori kuantum, hukum gerakan Newton yang bersifat mekanistik itu telah digantikan dengan persamaan Schrödinger. Esei pengenalan ini tidak akan menyentuh banyak aspek menarik dalam teori kuantum dan persamaan Schrödinger. Bagi tujuan kita kini, memadai untuk kita ketahui bahawa dalam teori kuantum arus perdana, tentuisme telah tumbang. Ahli fizik tidak lagi bercakap tentang kedudukan tentu suatu zarah. Paling bagus pun mereka hanya mampu memberikan kebarangkalian di mana suatu zarah berada. Dalam kes tertentu, mereka boleh kata zarah itu 100% berada dalam suatu kawasan tertentu walaupun kedudukan tepatnya tak diketahui secara pasti. Dalam kes lain, ahli fizik hanya boleh kata zarah itu kebarangkalian besar ada di tempat yang masuk akal ia ditemui, tetapi wujud kebarangkalian amat kecil yang ia sedang berada di galaksi lain. Alam tidak lagi bersifat tentu.

Fizik dan sosiologi sains

Ada pembaca mungkin tertanya-tanya mengapa saya gunakan frasa “teori kuantum arus perdana” dalam perenggan sebelum ini. Sebabnya, teori kuantum adalah teori sains yang perdebatan asasnya belum habis dan belum ada satu tafsiran yang boleh kita katakan satu-satunya tafsiran tepat terhadap teori kuantum. Mengapa pula teori sains memerlukan tafsiran? Tidak bolehkah kita hanya ambil formula yang ada dan terus pakai sahaja (macam waktu sekolah menengah dahulu)?

Jawapannya bergantung pada selera anda. Jika anda berpersonaliti penyelia kilang yang hanya mahu melihat hasil produksi, anda boleh ambil apa yang dah jadi arus

perdana tanpa banyak soal. Jika anda berjiwa ahli falsafah yang ingin tahu hakikat alam ini, anda akan mengamati suatu keputusan sains atau teori dan bertanya banyak soalan. Misalnya, jika manusia tidak dapat mengetahui kedudukan dan momentum suatu zarah secara tentu dan tepat, adakah itu bermakna pemerhati lain (tuhan, misalnya) juga tak dapat tahu secara tepat? Dalam perkataan yang agak teknikal, persamaan Schrödinger itu memerihalkan sesuatu yang epistemik atau ontik? Dalam bahasa mudah, adakah ketidaktentuan itu hanya kerana had ilmu manusia, atau memang intrinsik dan sebatu dalam alam hingga tiada apa pun yang mampu mengetahuinya secara tentu dan tepat?

Jika anda memilih untuk mengatakan ia hanya disebabkan had pengetahuan manusia, anda bersama Einstein. Jika anda mengatakan ketidaktentuan itu memang sifat alam ini, anda bersama Bohr. Jika anda tak kisah dan hanya mahu bermain matematikanya, anda bersama Dirac. Ketiga-tiga nama ini adalah antara pelopor teori kuantum dan dianugerahi hadiah Nobel atas sumbangan mereka. Perdebatan antara Einstein dan Bohr telah direkodkan dengan teliti dan sehingga kini debat mereka masih diperdebatkan oleh para sejarawan sains. Pandangan yang masyhur mengatakan Bohr menang, dan sekolah pemikiran beliau diberi nama tafsiran Copenhagen dan dipakai dalam penghasilan teknologi yang melibatkan teori kuantum. Ada pandangan revisionis mengatakan Einstein menang.

Perdebatan ini berlaku kerana teori kuantum dikatakan langsung tidak intuitif. Bayangkan kita mampu memukul Bumi dengan kuat hingga ia terkeluar daripada orbitnya dan masuk orbit planet Marikh. Walaupun itu mustahil (secara hukum sains), dengan sedikit imaginasi anda pasti boleh khayalkan bagaimana Bumi terpelanting daripada orbitnya dan masuk orbit Marikh. Perjalanan Bumi daripada orbit asalnya ke orbit Marikh itu menuruti suatu trajektori atau laluan. Anda bayangkan begitu kerana anda pernah tendang bola dan nampak jelas trajektorinya bergolek meninggalkan kedudukan asalnya. Itu intuitif dan didasari pengalaman anda. Tapi dalam teori kuantum, perpindahan suatu elektron dari satu orbit ke orbit lain, menurut Bohr, tidak ada trajektori. Ia melompat sekelip mata. Inilah apa yang dipanggil loncatan kuantum. Ia tidak intuitif kerana kita tidak pernah nampak perkara sebegitu dalam pengalaman hidup kita. Namun, menurut Bohr, ia adalah penjelasan terbaik terhadap spektroskopi atom yang tidak selanjur. Bahkan menurut Heisenberg, rakan semazhab Bohr dan juga pemenang hadiah Nobel, alam kuantum langsung tidak boleh digambarkan. Gambaran orbit Bumi dan Marikh itu juga tidak sah bagi memerihalkan orbit elektron dalam atom. Heisenberg mengangkat ketidakbolehgambaran kepada status andaian metafizik.

Oleh sebab teori kuantum tidak intuitif, ia terbuka kepada pelbagai tafsiran, dan kepelbagaian tafsiran membuka ruang kepelbagaian mazhab. Sebenarnya mazhab-mazhab tafsiran teori sains telah lama ada sebelum kelahiran teori kuantum dan teori kenisbian. Dan kepelbagaian mazhab ini tidak semestinya disebabkan teori yang tidak intuitif. Misalnya dalam bidang optik klasik, bagi Huyghens cahaya adalah rambatan gelombang sedangkan Newton percaya bahawa cahaya adalah zarah-zarah yang mengalir. Antara sebab Huyghens berpandangan sedemikian adalah matematik yang dominan pada waktu itu adalah geometri. Jika cahaya dianggap sebagai gelombang, matematikanya sudah sedia ada dan mudah diperihalkan. Pada waktu Newton pula, kalkulus telah dicipta oleh beliau dan Leibniz. Kalkulus adalah matematik yang mampu memodelkan gerakan suatu objek maka mudah bagi Newton membayangkan bahawa cahaya adalah aliran zarah. Eksperimen Young telah dijalankan dan menunjukkan

cahaya bersifat gelombang. Secara rasmi, mazhab Newton dikalahkan oleh mazhab Huyghens.

Selain eksperimen Young, kejayaan teori elektromagnetik Maxwell merupakan pukulan maut terhadap mazhab optik Newton. Selama lebih kurang seratus tahun, kepercayaan terhadap sifat gelombang cahaya mengeras menjadi dogma. Apabila Einstein mengusulkan hipotesis kuantum cahaya (yang menghidupkan semula mazhab optik Newton dan menyokong teori atom) bagi menyelesaikan masalah kesan fotoelektrik, beliau ditentang hebat. Tentangan terhadap beliau bukan sahaja disebabkan sikap dogmatik komuniti sains, tapi disebabkan (dan menyebabkan) perbalahan politik juga. Penentangan itu berlarutan walaupun selepas teori Einstein telah disahkan dengan eksperimen dan beliau dianugerahi Hadiah Nobel. Aspek manusiawi dalam sains ini digambarkan oleh Planck (bapa teori kuantum) dalam satu ungkapan yang lebih kurang berbunyi:

“Suatu kebenaran saintifik tidak mencapai kejayaan (dalam kalangan komuniti sains) dengan cara meyakinkan para penentangannya, tetapi kerana para penentangannya itu akhirnya mati dan generasi baru membesar dan terbiasa dengannya.”

Einstein telah membawa revolusi dalam ilmu fizik pada awal penerokaan teori kuantum. Namun ironinya giliran beliau pula jadi penentang pembaharuan dalam teori kuantum aliran Copenhagen pada penghujung hayatnya. Walau bagaimanapun perlawanannya dengan Bohr dan Heisenberg banyak menghasilkan idea-idea baru yang segar hingga kini, misalnya idea kebergusutan kuantum (quantum entanglement).

Fizik, kerohanian dan mistik

Kebergusutan secara kasarnya adalah suatu keadaan dimana bahawa dua atau lebih sistem yang kebarangkalian keadaannya saling bergantung. (Secara mudahnya, bayangkan dua zarah saling bergusut dipisahkan dalam jarak ribuan tahun cahaya. Cerapan terhadap keadaan satu zarah lantas sekelip mata mempengaruhi keadaan zarah yang satu lagi.) Dengan premis-premis setiap fenomena fizik adalah terpisah (prinsip kebolehpisahan), kewujudan alam fizikal yang tidak bergantung kepada pencerapan (syarat memadai bagi realiti alam fizikal) dan semua aksiom teori kuantum dipatuhi, Einstein bersama-sama Podolsky dan Rosen cuba membuktikan yang teori kuantum itu tidak lengkap. Hujah yang diberi julukan paradoks EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) ini adalah hujah paling mencabar pernah dihadapi oleh Bohr dan mazhab Copenhagen. Namun yang menambah berang Einstein ialah Bohr menerima kebergusutan sebagai konsisten dengan teori kuantum (yang pada beliau sudah lengkap) dengan mengorbankan syarat memadai bagi realiti alam fizikal. Ini memberi natijah bahawa pencerap mengambil peranan dalam mencipta alam fizikal yang dicerapnya! Ditambah lagi dengan kaburnya pegangan Bohr, akibatnya Einstein pernah menuduh Bohr cuba membawa masuk mistikisme ke dalam sains. Bohr menafikan tuduhan tersebut yang baginya ia merupakan salah faham Einstein terhadap pegangan sebenar beliau.

Kita tidak akan meneliti hujah-hujah perdebatan tersebut yang kini sudah didokumentasikan dan masih diperdebatkan oleh para sejarawan sains. Apa yang ingin ditekankan di sini ialah tuduhan Einstein terhadap Bohr itu walaupun nampak amat

berat bagi ukuran para saintis mutakhir yang amat skeptik dengan penerapan unsur-unsur kerohanian dalam sains, hakikatnya kerohanian dan mistikisme bukan asing dalam kalangan pelopor utama teori kuantum. Kita akan lihat satu contoh yang agak mengejutkan.

Tadi kita telah bincangkan serba ringkas tentang perdebatan Einstein-Bohr tentang tafsiran teori kuantum yang mana di dasarnya ada persamaan Schrödinger. Bagaimana pula dengan pandangan Schrödinger sendiri?

Schrödinger menemui persamaan dasar teori kuantum (tak relativistik) dengan andaian metafizik yang diwarnai pegangan kerohanian beliau. Beliau amat dipengaruhi oleh falsafah Schopenhauer, seorang ahli falsafah Jerman. Melalui falsafah Plato dan Kant, Schopenhauer membina satu sistem falsafah yang menemukan banyak titik persamaan dengan ajaran Hindu dan Buddha. Terilham daripada metafizik Schopenhauer, Vedanta dan Upanishad terutamanya, Schrödinger membayangkan kejamakan dalam alam ini adalah maya dan hakikatnya merupakan penzahiran satu entiti. Bagaimana ini berkaitan dengan teori kuantum?

Begini, ingat semula perdebatan tentang sama ada cahaya itu zarah atau gelombang. Mazhab gelombang cahaya jadi dominan setelah keputusan eksperimen Young memihak kepadanya. Namun mazhab zarah cahaya dihidupkan semula oleh Einstein sebagai andaian dalam usulan penyelesaiannya terhadap kesan fotoelektrik. Dalam seksyen sebelum ini ada dikatakan penentangan terhadap Einstein adalah faktor manusiawi. Sebenarnya bukan hanya itu sebab hipotesis kuantum cahaya Einstein tidak diterima. Sebab yang lebih saintifik ialah walaupun hipotesis kuantum cahaya Einstein berjaya menjelaskan kesan fotoelektrik, ia gagal menjelaskan hasil eksperimen dwicelah Young. Sebaliknya teori gelombang cahaya mampu menjelaskan hasil eksperimen Young namun gagal menjelaskan kesan fotoelektrik. Maka cahaya zarah atau gelombang? Tiada keputusan muktamad. Komuniti fizik dihantui dilema hinggalah de Broglie mencadangkan hipotesis radikal yang menyatakan semua gelombang ada sifat zarah, dan semua zarah ada sifat gelombang. Selang beberapa tahun, eksperimen Young dilakukan terhadap elektron dan hasilnya menunjukkan elektron memang ada sifat gelombang.

Bagi Schrödinger, jika zarah mempunyai sifat gelombang, rambatannya pasti boleh diperihalkan dengan matematik gelombang. Bahkan agenda beliau ialah penggantian terus konsep zarah dengan konsep gelombang. Beliau mahu menunjukkan bahawa zarah-zarah bukanlah titik-titik yang menempati satu koordinat tentu dalam ruang, bukan juga jasad tegar, tapi sesuatu yang merentangi ruang dan hakikatnya tidak wujud sendiri melainkan hanyalah penzahiran superposisi gelombang yang memenuhi seluruh alam, ibarat riak-riak di permukaan samudera nan luas dan tunggal. Tafsiran beliau terhadap persamaannya itu juga konsisten dengan metafiziknya itu. Kepelikan telatah zarah-zarah dalam alam kuantum adalah manifestasi kesatuan alam. Kejamakan yang kelihatan di mata kasar hanyalah ilusi dan maya. Hakikatnya semua benda adalah satu dan terhubung. (Maka tidak menghairankan bahawa beliau adalah orang yang mula-mula memperkenalkan idea kebergusutan sebagai jawapan terhadap paradoks EPR. Walaupun beliau bersama Einstein dalam mengkritik mazhab Copenhagen terutamanya konsep lompatan kuantum, namun beliau tidak menyetujui hujah EPR dan menolak prinsip kebolehpisahan, mungkin sedikit sebanyak dipengaruhi metafizik Schopenhauer dan Upanishad.)

Tafsiran beliau itu tidak diterima oleh rata-rata komuniti fizik kerana banyak sebab. Antaranya, hipotesis elektron yang dianggap merentangi ruang (bahkan hingga ke hujung alam semesta) itu bercanggah dengan banyak hasil cerapan yang menunjukkan wujudnya elektron adalah setempat dalam ruang, misalnya bintik pada satu skrin yang terhasil setelah ditembak elektron. Selain itu, ia juga bersalahan dengan sifat tidak selanjar fungsi gelombang apabila berlakunya penyukatan. Setahu penulis, idea tersebut tidak disebut-sebut lagi hinggalah baru-baru ini kedengaran tafsiran yang iras-iras sama oleh dibayangkan oleh Tong dan diperjuangkan oleh Hobson. Kedua-duanya berhujah dari sudut pandang teori medan kuantum.

Berkisah tentang pengaruh kerohanian dan mistikisme dalam sains, Schrödinger bukan bersendirian. Malah beliau bukanlah ahli sains yang paling dipengaruhi Schopenhauer. Falsafah Schopenhauer, sekalipun nampak suram setelah gerakan positivisme mantik dan fenomenologi menguasai ranah falsafah Jerman, telah mempengaruhi secara signifikan nama-nama besar seperti Pauli, Jung, Brouwer dan Freud (walaupun Freud tidak pernah mahu mengaku). Weyl, matematikawan yang banyak menyumbang dalam teori kuantum melalui aplikasi teori kumpulan dalam memerihalkan simetri, juga dipengaruhi Whitehead dan mistikisme Kristian. Boleh dihujahkan bahawa prinsip kepelengkapan Bohr menatijahkan tafsiran von Neumann-Wigner yang membawa masuk kesubjektifan dan kesedaran dalam proses penyukatan kuantum. Tidak hairanlah Bohr, von Neumann dan Wigner dituduh membawa masuk mistikisme dalam fizik.

Schrödinger menunjukkan kepada kita bagaimana kerohanian dan mistikisme menjadi dorongan dalam kajian sains (beliau juga ada mengusulkan idea dalam biologi yang didorong oleh falsafah yang sama). Ironinya Einstein yang menuduh Bohr itu pun mempunyai aspek “kerohanian” sendiri. Konsep “tuhan” beliau amat dipengaruhi oleh panteisme Spinoza: deus sive natura. Mungkin kerana itu beliau tidak pernah rela menceraikan tentuisme daripada fizik, kerana menurut beliau tuhan mustahil bermain dadu dengan alam, yakni mana mungkin tuhan tidak mampu mempunyai pengetahuan yang tentu dan sempurna tentang alam sedangkan tuhan adalah alam.

Ringkasan bahagian 1

Dalam bahagian ini, telah ditunjukkan bagaimana perbatasan ilmu fizik pada separuh yang pertama kurun ke-20 dirancarkan dengan perdebatan yang sarat dengan unsur falsafah. Perdebatan-perdebatan ini diakibatkan oleh rombakan semula andaian-andaian yang mendasari suatu teori fizik bagi menyelesaikan misteri-misteri saintifik yang membungkam para saintis pada waktu itu. Andaian-andaian ini sebahagiannya adalah sebagai sandaran penggunaan matematik tertentu. Sebahagian lagi adalah sandaran metafizik yang diwarisi daripada zaman sebelumnya. Selain itu, perdebatan juga terhasil daripada keputusan-keputusan tidak dijangka daripada teori-teori baru. Para pendebatnya pula terdiri daripada pelbagai latar belakang pandangan alam yang berbeza, yang mana pandangan-pandangan alam itu mewarnai andaian yang mereka buat dan tafsiran mereka terhadap suatu teori atau fenomena. Pandangan-pandangan alam ini boleh datang dalam bentuk agama, kerohanian, falsafah dan sistem kepercayaan lain. Pada bahagian 2, saya akan kembali kepada isi dalam perenggan

pertama bahagian ini dan akan mengupas serba sedikit aspek epistemologi sains berdasarkan apa yang telah dibincangkan di sini.

Penghargaan:

Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan merakamkan setinggi-tinggi penghargaan buat Prof. Madya Dr. Hishamuddin Zainuddin, seorang pakar teori kuantum yang bertugas di INSPEM, UPM kerana telah sudi membaca tulisan di atas, memperbetulkan kesilapan dan mencadangkan beberapa perubahan pada bahagian yang melibatkan kosmologi moden dan kebergusutan. Sebarang kesilapan yang masih ada adalah tanggungjawab penulis sepenuhnya.

Rujukan terpilih:

Art Hobson, *Tales of the Quantum: Understanding Physics Most Fundamental Theory*, Oxford University Press (2017).

Dugald Murdoch, *Niels Bohr's Philosophy of Physics*, Cambridge University Press (1987).

Gennaro Auletta, *Foundations and Interpretations of Quantum Mechanics: In the Light of a Critical-Historical Analysis of the Problems and a Synthesis of the Results*, World Scientific, London (2001).

Guido Bacciagaluppi, Antony Valentini, *Quantum Theory at the Crossroads: Reconsidering the 1927 Solvay Conference*, Cambridge University Press (2009).

Juan Miguel Marin, 'Mysticism' in Quantum Mechanics: The Forgotten Controversy, *Eur. J. Phys.* 30 (2009) 807-822.

Shaharir Mohamad Zain, *Tabii Zarah Atom: Penjana Sains Matematik Baru dan Terserlahnya Alam Metafizik*, Pusat Pengajian Sains Matematik, UKM, Bangi (2005)

Walter J Moore, *A Life of Erwin Schrödinger*, Cambridge University Press, Cambridge (1994)