

Dari Realisme Saintifik ke Realisme Struktural Ontik

oleh

Moh. Gema Maulana¹

Intisari

Artikel ini memaparkan serta menganjurkan peralihan dari realisme saintifik yang memiliki karakter ontologi berorientasi objek ke realisme struktural ontik yang memiliki karakter ontologi berorientasi struktur. Argumen dari kedua pandangan tersebut akan ditunjukkan kelemahannya dari pandangan yang pertama dan kemudian bagaimana realisme struktural ontik dapat menghindari kelemahan tersebut. Realisme saintifik memiliki kelemahan problem referensial yang diimplikasikan oleh tesis pesimisme induksi meta dan problem penentuan teori serta metafisik yang diimplikasikan oleh ketaktertentuan teori oleh evidens dan juga ketaktertentuan metafisik dalam menentukan status metafisik objek dalam domain kuantum.

Kata kunci: realisme struktural ontik, realisme saintifik, struktur, objek.

Pendahuluan

Fokus kajian metafisika² ilmu adalah mengenai bagian-bagian dari dunia (*parts of the world*) yang teramati (*observable*) dan yang takteramati (*unobservable*) yang digambarkan oleh teori-teori saintifik, baik itu secara eksplisit maupun secara implisit.³ Fokus kajian metafisika

¹ Penulis adalah mahasiswa program pascasarjana Fakultas Filsafat UGM. Email: moh.gemamaulana12@gmail.com.

² Dalam artikel ini saya menyamakan ontologi dan metafisika, yaitu sebagai cabang ilmu filsafat yang menyelidiki apa yang ada dan tidak ada, dan bagaimana natur dan struktur dari yang ada maupun tidak ada tersebut. Maka dari itu saya akan menggunakan term ontologi dan metafisika secara bergantian tanpa ada perbedaan terminologis secara esensial. Lih. Francesco Berto dan Matteo Plebani, *Ontology and Metaontology*, (London: Blumsbury, 2015) hal. 3. Lih. juga David Chalmers, dkk (ed.), *Metametaphysics*, (Oxford, New York: Oxford University Press 2009), hal. 1. Dan bdk. Michael J. Loux dan Dean W. Zimmerman (ed.), *The Oxford Handbook of Metaphysics*, (Oxford, New York: Oxford University Press, 2005), hal. 6.

³ Lih. Anjan Chakravartty, *A Metaphysics for Scientific Realism*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2007), hal. 26.

ilmu ini menjadi inti disputasi antara realisme dan antirealisme, bahwa ilmu pengetahuan memberi kita pengetahuan tentang bagaimana sebenarnya dunia bekerja, yang melibatkan realitas yang teramati maupun yang takteramati. Realisme, di satu sisi, optimis akan keyakinan tersebut bahwa dunia bekerja dengan melibatkan realitas yang takteramati di balik kemunculannya sebagaimana digambarkan oleh ilmu, sedangkan antirealisme, di sisi lain, pesimis. Jadi disputasi ini bukanlah disputasi antara pro-ilmu dan anti-ilmu, tapi tentang realitas yang takteramati yang mana ilmu sering melibatkannya dalam eksplanasi dan prediksinya. Misalnya positivisme logis, kita tahu bahwa positivisme logis adalah filsafat yang paling gencar dalam mempromosikan ilmu. Tapi meskipun positivisme logis pro-ilmu, positivisme logis adalah sebuah antirealisme karena tidak mempercayai realitas yang takteramati. Ketidakpercayaan terhadap realitas yang takteramati ini didasarkan pada ciri pemahaman positivisme logic yang empiristik dan anti-metafisika—bahwa realitas yang takteramati itu terlalu metafisik.

Distingsi antara realitas yang teramati dan yang takteramati adalah mengenai hal-hal yang dalam kondisi tertentu dapat dicerap oleh indera tanpa bantuan alat tertentu dan hal-hal yang tidak dapat dicerap oleh indera. Penggunaan ‘yang teramati’ dan ‘yang takteramati’ ini berbeda dari praktik saintifik dalam ilmu itu sendiri. Dalam praktik saintifik label ‘yang teramati’ biasa digunakan secara permisif pada apapun yang dapat ditempa oleh jenis kontak kausal tertentu, seperti menggunakan instrumen (contohnya mikroskop) untuk medeteksinya. Dalam disputasi realisme-antirealisme, yang teramati adalah hal-hal yang dapat dicerap oleh indera tanpa mediasi apapun.⁴ Kriteria ini didasarkan pada klaim antirealis empirisme konstruktif yang digagas oleh Bas van Fraassen bahwa instrumen teknologis dibangun berdasarkan teori saintifik tertentu (misalnya hukum-hukum saintifik dan algoritma). Jadi jika pencerapan inderawi

⁴ Lih. *Ibid.*, hal. 14.

dimediasi oleh instrumen teknologis tertentu maka apa yang dicerap oleh indera tersebut telah selalu dimediasi oleh teori-teori tertentu.

Disputasi realisme-antirealisme dimulai dengan lahirnya ilmu pengetahuan modern. Ketika teori heliosentris lahir Robert Bellarmine mengadvokasi interpretasi antirealisme bahwa heliosentrisme Copernicus merupakan instrumen yang berguna untuk memahami (atau *to save*) fenomena, sedangkan di sisi lain, yaitu Galileo Galilei mengadvokasi interpretasi realisme bahwa planet benar-benar mengorbit pada matahari. Disputasi ini berlanjut hingga abad ke 17.

Pada abad ke 17 para filsuf dan ilmuwan mengadvokasi gambaran metafisik dari ilmu bahwa alam tidak seperti apa yang tercerap oleh indera kita—alam adalah dunia objek yang propertinya bertanggung jawab secara kausal terhadap fenomena yang kita observasi. Maka dari itu menurut para pemikir abad ke-17 (seperti Descartes, Boyle, Huygens, dan lainnya) tugas ilmu pengetahuan adalah untuk melucuti realitas yang dibungkus oleh kemunculannya (*appearance*) yang diserap oleh indera kita. Gambaran metafisik ini mendapat kritik dari para empiris seperti Berkeley dan Hume. Jika pengetahuan harus didasarkan pada indera, bagaimana kita bisa secara masuk akal meyakini teori-teori saintifik jika realitas adalah yang berada di balik kemunculannya (tersembunyi di balik persepsi)? Bahkan jika semua konten pengetahuan harus didasarkan pada indera, bagaimana kita dapat memahami teori-teori saintifik? Ilmu pengetahuan yang muncul pada abad ke-17 yang mempostulasikan gaya kausal yang “tersembunyi” ini melahirkan problem epistemik dan semantik bagi dasar ilmu itu sendiri. Immanuel Kant mencoba mengelakkan problem ini. Menurut Kant kita tidak dapat mengetahui realitas noumenal yang mendasari fenomena, kita hanya dapat mengetahui fenomena. Disputasi antara realisme dan antirealisme ini berlanjut hingga abad ke-19, yang di satu sisi adalah realis, seperti Hemholtz, Hertz, Kelvin, Maxwell, dan Plank. Sedangkan di sisi lainnya, yaitu antirealis, adalah Duhem, Mach, dan

Poincaré. Disputasi pada abad ini berfokus pada natur dari ruang dan realitas gaya dan atom. Disputasi ini mengarah pada rekonseptualisasi tujuan ilmu pengetahuan itu sendiri, serta perangkat metodologis tentang bagaimana melakukan (*to do*) ilmu. Barulah pada abad ke-20 perdebatan metafisika ilmu dan epistemologi ilmu (tentang kebermaknaan dan kredibilitas klaim tentang realitas dibalik fenomena) muncul.

Positivisme logis adalah yang pertama mengawali perdebatan realisme-antirealisme abad ke-20. Paham ini lahir di Vienna dan Berlin pada tahun 1910 dan 1920 dan bermigrasi ke Amerika setelah tahun 1933, ketika para proponennya melarikan diri dari Nazisme. Pandangan positivisme logis tentang kemandirian dunia dalam ilmu dapat dikategorikan sebagai antirealisme. Kategori ini didasarkan pada komitmen instrumentalistik tentang ilmu: bahwa ilmu hanyalah instrumen yang berguna untuk memahami pengalaman kita. Realitas yang sebelumnya dipahami sebagai hal yang berada dibalik fenomena adalah pandangan metafisika yang tidak bermakna sama sekali.⁵ Pandangan ini didasarkan pada konsepsi empirismenya Hume, dan kemudian Ernst Mach, tentang kausalitas bahwa kausalitas hanyalah relasi mental belaka.⁶ Maka dari itu menurut pandangan positivisme logis objek yang takteramati seperti realitas subatomik hanya instrumen belaka yang berguna untuk memahami pengalaman kita. Karena komitmen instrumentalistik ini, meskipun positivisme logis paling gencar dalam mempromosikan ilmu, ia adalah sebuah pandangan antirealisme tentang ilmu, bahasa atau term teoretis (seperti postulat entitas subatomik) tidak otonom—teori dapat direduksi pada observasi dengan mendefinisikan atau menerjemahkan term teoretik pada term yang menggambarkan kondisi yang dapat diobservasi.

⁵ Lih. Jarret Leplin, "Realism and Instrumentalism" dalam W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*, (Massachusetts: Blackwell Publishers Inc., 2001), hal. 394.

⁶ Lih. Christopher Ray, "Logical Positivism", dalam W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*, (Massachusetts: Blackwell Publishers Inc., 2001), hal. 246.

Realisme Sainifik

Realisme saintifik, yang dipelopori oleh Boltzman, Plank, dan Einstein, hadir ke panggung disputasi sebagai respon atas komitmen instrumentalistiknya positivisme.⁷ Menurut realisme saintifik secara metafisik dunia ini dipenuhi oleh entitas yang takteramati. Entitas tersebut adalah seperti yang digambarkan oleh teori-teori saintifik dan teori-teori saintifik ini kebanyakan benar dalam menggambarkan entitas-entitas tersebut. Tapi masalahnya adalah terdapat banyak teori-teori saintifik yang sebelumnya diyakini benar dan di waktu lain salah dan banyak entitas yang takteramati yang dipostulatkan oleh para ilmuan di masa lalu diyakini tidak eksis di kemudian hari, beberapa di antaranya adalah miasma dalam teori penyakit, kalorik dalam teori panas, poligoston dalam teori pembakaran, dan eter dalam teori cahaya. Sebelum memasuki masalah ini lebih dalam mari kita lihat terlebih dahulu ketiga tesis konstitutif dari realisme saintifik.

Realisme saintifik ini memiliki tiga tesis utama. Pertama adalah tesis metafisik: dunia memiliki struktur yang definit dan independen. Tesis inilah yang membedakan realisme saintifik dengan antirealisme. Tesis ini memiliki implikasi bahwa entitas yang takteramati yang dipostulatkan oleh para ilmuan eksis secara independen dari manusia.⁸

Tesis yang kedua adalah tesis semantik: teori saintifik harus diperlakukan secara literal. Tesis ini adalah untuk mendiskripsikan bahwa teori saintifik, baik itu tentang entitas yang teramati maupun yang tidak dapat diobservasi, dapat benar atau salah. Selain itu term teoretis dalam teori memiliki referensi faktual. Jadi, jika teori saintifik benar, maka begitu juga dengan entitas yang takteramati yang dipostulatkan oleh para ilmuan. Tesis yang kedua ini yang membedakan realisme saintifik dengan instrumentalisme eliminatif dan empirisme reduktif. Di

⁷ Lih. Edhard Scheibe, "The Origin of Scientific Realism", dalam Evandro Agazzi dan Massimo Pauri (ed.), *The Reality of Unobservable*, (Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2000), hal. 31-32.

⁸ Lih. Stathis Psillos, *Knowing the Structure of Nature*, (Lonfon: Palgrave Macmillan, 2009), hal. 4-5.

satu sisi, instrumentalisme eliminatif, memandang bahwa teori saintifik hanya dapat dipercaya ketika dia berbicara tentang realitas yang dapat diobservasi. Posisi ini memperlakukan klaim term teoretis sebagai konstruksi sintetiko-matematis yang kekurangan kondisi-kebenaran (*truth-condition*). Di sisi lain, empirisme reduktif, memperlakukan diskursus teoretis sebagai pembicaraan tentang perilaku yang teramati dan perilaku aktual. Konsisten dengan klaim bahwa asersi teoretis memiliki nilai-kebenaran, tapi untuk memahami kondisi-kebenarannya kita perlu mereduksinya: kondisi-kebenarannya ditangkap dalam *vocabulary* yang dapat diobservasi. Bertentangan dengan kedua posisi ini, realisme saintifik adalah pandangan ‘inflasionari secara ontologis’. Dipahami secara realistik, teori membutuhkan interpretasi literal, interpretasi yang mana dunia dihuni oleh entitas yang takteramati dan proses yang takteramati.⁹

Tesis ketiga adalah tesis epistemik: Teori saintifik yang dewasa dan sukses secara prediktif adalah benar secara *approximaty* dan dikonfirmasi dengan baik. Jadi, entitas yang *diposit* oleh teori saintifik benar-benar menempati dunia. Tesis ketiga ini bermaksud untuk membedakan realisme saintifik dari empirisme versi agnostik dan skeptik. Empirisme versi agnostik dan skeptik percaya bahwa ilmu hanya dapat mencapai atau mendapatkan kebenaran observasional.¹⁰

Fokus dari penelitian ini adalah metafisika ilmu maka peneliti akan lebih berfokus pada persoalan metafisiknya. Realisme saintifik memiliki beberapa argumen untuk mendukung tesis metafisiknya bahwa realitas yang takteramati yang digambarkan oleh ilmu benar-benar eksis. Argumen utamanya adalah melalui eksplanasi kesuksesan ilmu itu sendiri, yaitu argumen tanpa-keajaiban (*the no-miracle argument*) yang dirumuskan oleh Putnam.¹¹ Argumen ini menyatakan bahwa realisme saintifik adalah satu-satunya filsafat yang tidak membuat

⁹ Lih. *Ibid.*.

¹⁰ Lih. *Ibid.*.

¹¹ Lih. Hilary Putnam, *Mathematics, Matter and Method*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1975), hal. 73.

kesuksesan ilmu sebagai suatu keajaiban. Premis dari argumen ini adalah kesuksesan ilmu itu sendiri yang berhasil membuat deskripsi dan prediksi baik itu tentang realitas yang teramati maupun tentang realitas yang tidak dapat diobservasi. Jika kesuksesan ini tidak benar atau hanya sebuah kebetulan maka kita dapat menyebut kesuksesan ilmu sebagai sebuah keajaiban yang begitu saja dapat membuat deskripsi dan prediksi akurat tentang dunia, maka dari itu kita harus percaya bahwa teori-teori saintifik (secara aproksimatif) benar. Argumen ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

(P1) Ilmu sangat sukses (*extremely successful*).

(P2) Realisme saintifik menyediakan sebuah eksplanasi yang baik untuk kesuksesan ilmu.

(P3) Kita harus percaya filsafat ilmu yang memberikan eksplanasi terbaik tentang ilmu.

(∴) Kita harus mempercayai realisme saintifik.

Dengan dukungan argumen tanpa-keajaiban ini kita dapat mempercayai eksistensi realitas yang takteramati yang digambarkan oleh ilmu, yaitu karena keyakinan (*belief*) kita bahwa teori-teori saintifik adalah benar memerlukan keyakinan bahwa entitas-entitas yang dipostulasikan oleh teori saintifik eksis.¹²

Bentuk penalaran argumen tanpa-keajaiban di atas merupakan bentuk penalaran dari inferensi pada eksplanasi terbaik (*inference to the best explanation*), yang sering digunakan dalam ilmu itu sendiri. Realisme saintifik menggunakan penalaran tersebut pada ilmu secara keseluruhan sama seperti metode yang digunakan oleh para ilmuwan gunakan. Inferensi pada eksplanasi terbaik terinspirasi dari bentuk penalaran abduksi (*abduction*). Abduksi adalah sebuah bentuk penalaran yang pertama kali dirumuskan oleh Charles Saunders Peirce. Dalam literatur

¹² Lih. Timothy D. Lyons dan Steve Clarke, "Introduction" dalam Timothy D. Lyons dan Steve Clarke, *Recent Themes in the Philosophy of Science*, (Dordrecht: Springer, 2002), hal. xi.

filsafat ilmu term abduksi dan inferensi pada eksplanasi terbaik sering digunakan secara sinonim.¹³ Pierce menguraikan penalaran abduktif dengan cara berikut. Kita mulai dengan sebuah observasi yang mengejutkan, (Q). Sebuah *state of affairs* dipostulasikan, dan postulasi tersebut, (P), akan membuat (Q) ‘sebuah *matter of course*’. Kita menyimpulkan bahwa ‘kita punya nalar untuk menduga’ bahwa (P) berlaku (*obtain*).¹⁴ Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menggunakan penalaran abduksi ini. Misalnya ketika sedang melakukan olah raga lari, bentuk penalaran tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut¹⁵:

(P1) Saya melakukan perlombaan lari estafet yang secara resmi 5 kilometer jauhnya. Jam GPS saya, bagaimanapun, mengindikasikan bahwa saya telah lari sejauh 5,12 kilometer.

(P2) Eksplanasi terbaik oleh jarak resmi dari perlombaan menjadi keliru: jarak aktual yang ditempuh dalam perlombaan adalah 5,12 kilometer, bukan 5 kilometer.

(∴) Saya menyimpulkan bahwa jarak resmi dari perlombaan adalah keliru.

Para ilmuwan juga menggunakan bentuk penalaran yang serupa dalam menggambarkan realitas yang takteramati seperti elektron, medan elektrik, ruangwaktu, dan sebagainya. Realis saintifik menyebutnya inferensi pada eksplanasi terbaik. Musgrave merumuskan bentuk inferensi pada eksplanasi terbaik sebagai berikut¹⁶:

- (i) F adalah fakta yang hendak dijelaskan.
- (ii) Hipotesis H menjelaskan F .
- (iii) Hipotesis H menjelaskan F secara memuaskan (*satisfactorily*).
- (iv) Tidak tersedia hipotesis lawan yang menjelaskan F sebaik H .

¹³ Lih. *Loc.Cit.* Anjan Chakravartty, hal. 5.

¹⁴ Lih. C. S. Pierce, *Collected Papers, Vol. 5*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1958), hal. 189.

¹⁵ Lih. Samuel Schindlers, *Theoretical Vistues in Science*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2018), hal. 23.

¹⁶ Lih. A. Musgrave, “The Ultimate Argument for Scientific Realism” dalam Robert Nola (ed.), *Realism and Relativism in Science*, (Dordrecht, Boston: kluwer, 1988), hal. 239. Bdk. A. Musgrave, *Essay on Realism and Rationalism*, (Amsterdam: Rodopi, 1999), hal. 285.

(v) Maka dari itu H masuk akal untuk diterima sebagai benar.

Realis membuat struktur umum inferensi pada eksplanasi terbaik seperti abduksinya Pierce¹⁷:

- (i) Kita membuat beberapa observasi O .
- (ii) Kita menduga bahwa hipotesis H adalah penjelasan terbaik untuk O (di antara himpunan hipotesis yang dipertimbangkan).
- (iii) Kita menyimpulkan bahwa H berkemungkinan besar untuk benar.

Penalaran tersebut dapat kita lihat dalam contoh penjelasan eksistensi elektron:

(P1) Sinar katode dibelokan dalam medan elektrik.

(P2) Eksplanasi terbaiknya adalah bahwa sinar katode terdiri dari partikel bermuatan negatif, yaitu (dinamai) elektron.

(\therefore) Maka dari itu elektron eksis.

Para anti-realis memproblematisasi keimpulan yang ditarik dari penalaran tersebut pasalnya para realis saintifik menarik kesimpulan yang lebih berani daripada kesimpulan yang ditarik oleh Pierce. Para realis saintifik menyimpulkan, bukan hanya bahwa ‘kita punya *reason* untuk menduga (*suspect*)’ H (atau P dalam uraiannya Pierce di atas), tapi bahwa kita ‘terjustifikasi dalam meyakini (*believing*)’ H . Langkah ekstra ini mungkin dapat dilegitimasi jika realis saintifik dapat menunjukkan bahwa H memiliki kemungkinan besar (*probable*). Tapi pada dasar apa realis saintifik menyandarkan klaim tersebut? Yaitu, asersi mereka bahwa, selain dari H , satu-satunya *state of affair* yang dapat membawa tentang O akan menjadi sebuah keajaiban. Untuk menunjukkan bahwa bentuk penalaran argumen tanpa-keajaiban adalah merupakan

¹⁷ Lih. Samuel Schindlers, *Op.Cit.* hal. 22.

inferensi pada eksplanasi terbaik atau abduksi yang diaplikasikan pada ilmu secara keseluruhan, berikut adalah rumusnya¹⁸:

(P1) Teori-teori saintifik sukses dalam membuat eksplanasi dan prediksi baru, (*O*).

(P2) Jika teori-teori saintifik benar (secara aproksimatif), (*H*), kemudian teori-teori tersebut sukses, (*O*), akan menjadi sebuah *matter of course*.

(P3) Pertalian yang diekspresikan dalam (P2) menunjukkan bahwa kebenaran (aproksimatif) dari teori-teori saintifik, (*H*), menyediakan eksplanasi dari kesuksesan tersebut, (*O*).

(P4) Bahkan, kebenaran (aproksimatif) dari teori-teori saintifik, (*H*), menyediakan sebuah eksplanasi yang baik dari kesuksesan teori-teori tersebut, (*O*).

(P5) Untuk mengatakan bahwa teori-teori tersebut sukses, (*O*), dalam kaitannya dengan sebuah keajaiban adalah untuk tidak menyediakan eksplanasi sama sekali.

(P6) Selain dari kebenaran (aproksimatif) dari teori-teori saintifik, (*H*), tidak ada eksplanasi lain yang tersedia untuk kesuksesan teori-teori tersebut, (*O*).

(.:1) Maka, (kemungkinan besar) teori-teori saintifik benar (secara aproksimatif), (*H*).

(.:2) Maka, realisme saintifik: kita *terjustifikasi dalam keyakinan* bahwa teori-teori saintifik yang sukses adalah benar (secara aproksimatif), (*H*).

Dari kesimpulan penalaran di atas kita dapat menarik implikasi metafisik bahwa realitas yang takteramati (termasuk di dalamnya entitas-entitas teoretik) eksis karena keyakinan kita bahwa teori-teori saintifik yang sukses adalah benar dan terjustifikasi.

Argumen tanpa-keajaiban dan *inference to the best explanation* adalah argumen utama untuk mendukung realisme saintifik. Namun argumen-argumen ini memiliki problem yang dapat

¹⁸ Lih. Timothy D. Lyons dan Steve Clarke, *Loc.Cit.*, hal. Xi.

menjadi celah bagi antirealisme. Problem tersebut adalah bahwa realisme tidak dapat menjelaskan fakta lain selain kesuksesan ilmu, yaitu pergantian teori (*theory change*).

Pergantian Teori

Pergantian teori adalah fakta yang dapat kita temukan dalam sejarah ilmu. Terdapat banyak teori yang pernah dipercayai oleh para ilmuwan sukses kemudian ditolak. Fakta ini berlawanan dengan klaim utama realisme saintifik bahwa ilmu sangat sukses. Fakta tersebut kemudian dijadikan dasar bagi argumen antirealis untuk melawan realisme saintifik. Argumen tersebut adalah induksi-meta pesimistik (*the pessimistic meta-induction*). Meta-induksi pesimistik memulai argumennya dari premis bahwa sejarah ilmu dipenuhi oleh teori yang diterima untuk waktu tertentu, tapi kemudian pada waktu lain ditolak dan diganti oleh teori lain. Pergantian teori ini terjadi meskipun teori-teori tersebut sukses secara empiris ketika teori-teori tersebut diterima sebagai benar¹⁹.

Oleh karena premis induksi-meta pesimistik membutuhkan eviden, maka antirealis memberikan daftar contoh beberapa teori yang tergantikan. Laudan mencatat daftar teori-teori tersebut, semuanya sukses dan diterima pada waktu tertentu, dan semuanya sekarang telah ditolak. Berikut adalah beberapa contoh dari berbagai disiplin saintifik seperti fisika, kimia, astronomi, geologi, dan sebagainya:

1. Bidang kristal kuno dan astronomi abad pertengahan
2. Teori humoral kedokteran
3. Teori efluvial elektrisitas statis
4. Geology ‘katastrofe’
5. Teori flogiston kimia

¹⁹ Lih. Ludwig Fahrback, “How Growth of Science End Theory Change” dalam *Synthese*, Vol. 172, No.2, (2011), hal. 141.

6. Teori getaran panas
7. Teori gaya vital fisiologi
8. Eter elektromagnetik
9. Eter optik
10. Teori kelembaban sirkular

Contoh pergantian teori yang sering didiskusikan dalam literatur filsafat ilmu adalah sekuensi teori cahaya pada abad delapan belas, sembilan belas, dan abad dua puluh. Newton dan para pendukungnya mengajukan hipotesis bahwa cahaya terdiri dari partikel. Hipotesis ini memiliki beberapa kesuksesan dan maka dari itu diterima. Kemudian datanglah teori gelombang cahaya, yang menggambarkan cahaya sebagai gelombang dalam eter, sebuah substansi yang meliputi apapun. Teori ini menjelaskan banyak fenomena yang sudah diketahui dan bahkan memprediksi fenomena baru. Meskipun demikian, konsep eter kemudian ditolak dan gelombang cahaya diterima sebagai sesuatu yang tidak membutuhkan sebuah pengangkut. Kemudian Einstein mengintrodusir kembali partikel dan akhirnya “gelombang probabilitas” Mekanika Kuantum datang. Sekuensi teori ini tidak dapat dilihat sebagai secara gradual lebih dekat pada kebenaran karena menyertakan perbuahan ontologis mendalam, misalnya dari partikel ke gelombang atau dari eter yang awalnya diterima kemudian ditinggalkan.²⁰

Banyak filsuf yang mempertimbangkan contoh ini sebagai eviden yang mengesankan untuk premis meta-induksi pesimistik (bahwa masa lalu ilmu penuh dengan teori-teori yang sukses tapi kemudian ditolak). Jika antirealisme menarik kesimpulan dari premis ini bahwa banyak teori-teori yang sekarang sukses akan ditolak suatu waktu di masa depan. Bentuk penalaran meta-induksi pesimistik dapat dirumuskan sebagai berikut²¹:

²⁰ Lih. *Ibid.*, hal. 142.

²¹ Lih. Steven French, *The Structure of the World*, (Oxford: Oxford University Press, 2014), hal. 2.

(P1) Entitas *a*, diusulkan sebagai fakta dalam periode historis p1, kemudian pada periode berikutnya telah disepakati tidak ada.

(P2) Entitas *b*, diusulkan sebagai fakta dalam periode historis p2, kemudian pada periode berikutnya telah disepakati tidak ada.

(P3) Entitas *c*, diusulkan sebagai fakta dalam periode historis p3, kemudian pada periode berikutnya telah disepakati tidak ada.

(Pn) Entitas *i*, diusulkan sebagai fakta dalam periode historis pn, kemudian pada periode berikutnya telah disepakati tidak ada.

(.:) Entitas yang diusulkan sebagai fakta saat ini akan ditunjukkan pada periode berikutnya bahwa entitas tersebut tidak ada.

Konsekuensi dari pergantian teori dalam sejarah ilmu ini adalah bahwa entitas yang takteramati, beserta properti dan prosesnya, yang sering dipostulatkan oleh ilmu sebagai dasar bagi fenomena empiris tidak dapat dipercaya. Antirealisme seperti empirisme konstruktif mengambil sikap empiris terhadap fakta yang disuguhkan oleh sejarah ilmu ini.²² Menurut empirisme konstruktif kita dapat mendukung kesuksesan ilmu tanpa perlu mempercayai semua pengetahuan yang diproduksi oleh ilmu. Kita hanya perlu percaya pada teori-teori saintifik yang adekuat secara empiris. Karakterisasi teori yang adekuat secara empiris adalah sebagai berikut: sebuah teori adalah adekuat secara empiris jika dan hanya jika apa yang dikatakan oleh teori tersebut tentang hal-hal dan peristiwa yang *teramati* benar.²³ Dari karakterisasi ini kita tidak perlu mempercayai hal-hal dan peristiwa yang tidak dapat diobservasi, kita hanya perlu

²² Lih. Ernan McMullin, "Taking and Empirical Stance" dalam Bradley Monton (ed.), *Images of Empiricism*, (Oxford: Oxford University Press, 2007), hal. 167.

²³ Lih. Bradley Monton (ed.), *Images of Empiricism*, (Oxford: Oxford University Press, 2007), hal. 2.

mengambil sikap agnostik karena eksistensinya melampaui pengalaman kita. Selain itu antirealis juga dapat mengakomodasi inferensi pada eksplanasi terbaik sebagai inferensi pada adekuasi empirik dari eksplanasi terbaik (*inference to the empirical adequacy of best explanation*). Kita dapat mengakui bahwa ilmuan membuat hipotesis tertentu ketika hendak menjelaskan sebuah fenomena tapi kita juga dapat menolak bahwa ilmuan menyimpulkan kebenaran dari hipotesis ini. Dalam contoh inferensi pada eksplanasi terbaik sebelumnya tentang elektron, kita dapat menarik kesimpulan bahwa hipotesis elektron adekuat secara empiris, bukan bahwa elektron benar-benar eksis.²⁴

Eksistensi entitas yang takteramati seperti eter dan elektron menurut para empirisis konstruktif bersifat metafisik. Mengikuti positivisme (dan empirisme) logis, empirisme konstruktif juga menolak metafisika karena penyelidikan metafisik sering menunjukkan karakteristik yang tidak memenuhi estimasi empirisis—karena pengalaman sensorik adalah sumber segala pengetahuan tentang dunia dan segala pengetahuan tentang dunia adalah tentang pengalaman. Inti pemikiran empirisme konstruktif ini berlawanan dengan klaim realisme saintifik bahwa terdapat dunia yang independen, ilmu mampu memperoleh pengetahuan tentangnya, dan pengetahuan saintifik tentang dunia yang independen tersebut benar. Tapi karena menurut antirealisme sumber segala pengetahuan adalah pengalaman, yang artinya tidak independen, maka pengetahuan metafisik atas dunia yang independen tidak dimungkinkan.

Realisme Struktural

Untuk menyelamatkan realisme dari induksi-meta pesimistik John Woral hadir dengan realisme struktural epistemiknya yang menghadirkan retensi struktur teori sebagai respon atas *the pessimistic meta-induction*. Ide prinsipilnya yang terkenal adalah bahwa meskipun ontologi teori berubah dari cahaya sebagai gelombang dalam *ether* ke cahaya sebagai medan

²⁴ Lih. Bas van Fraassen, *The Scientific Image*, (Oxford: Oxford University Press, 1980), hal. 20-21.

elektromagnetik—strukturnya yang relevan dapat bertahan melalui perubahan teori. Worrall, contohnya, menyerukan kemunculan persamaan yang identik secara formal antara teori Fresnel dan teori Maxwell sebagai signifikansi kontinuitas struktur yang relevan.

Pendekatan Worrall dalam menganalisis teori ilmiah ini dapat disebut tendensi strukturalisme. Label strukturalisme ilmiah ini digunakan untuk menggambarkan beberapa pendekatan yang menekankan fitur struktural dari teori ilmiah dan intra-teori sebagai sebuah cara untuk menyelesaikan problem epistemologi maupun metafisika dalam filsafat ilmu (Bokulich, Bokulich, 2011: XI). Secara intuitif, yang dimaksud dengan struktur adalah sistem relasi. Dalam teori-teori ilmiah struktur ini termanifestasi sebagai model, formulasi matematis, serta relasi di antara teori-teori ilmiah. Tendensi strukturalisme ini menghimpun strukturalisme metodologis sebagai perangkat analisis untuk memahami teori-teori ilmiah, empirisme struktural yang mengakui kebenaran struktur teori sejauh bisa diuji secara empiris, dan realisme struktural ontik (French, Ladyman, 2011: 25).

Realisme struktural epistemik yang diajukan Worrall merupakan salah satu tendensi strukturalisme yang mencoba menyelesaikan problem epistemik dalam filsafat ilmu. Berdasarkan pada analisisnya tersebut Worrall berkesimpulan bahwa yang dapat kita ketahui hanya struktur tertentu dari dunia, tetapi naturnya (ontik), seperti entitas yang tidak dapat diobservasi, tidak dapat kita ketahui. Pengetahuan kita hanya terbatas pada struktur (Psillos, 2009: 134).

Untuk mengatasi problem metafisika dalam filsafat ilmu realisme struktural ontik hadir ke panggung disputasi dunia yang independen dari pikiran dengan mengklaim bahwa bukannya kita hanya dapat mengetahui struktur dunia dan naturnya tidak dapat diketahui, tapi justru yang ada hanyalah struktur dan tak ada yang lebih fundamental dari struktur. Klaim ini dimotivasi

oleh, dan merupakan penarikan implikasi metafisik dari, teori kuantum yang dalam realitas subatomik partikel bukanlah objek individu, melainkan entitas *wave-like*.

Realisme struktural ontik memiliki tiga tesis utama (Cao, 2003: 41-43). Pertama, duna fisik terdiri dari entitas-entitas yang kesemuanya terstruktur dan/atau termasuk ke dalam struktur yang lebih luas. Artinya semua benda dan makhluk yang ada di dunia ini memiliki strukturnya masing-masing, serta dalam relasinya satu sama lain yang terhimpun dalam struktur dunia.

Kedua, struktur dibagi ke dalam dua jenis, yaitu struktur komponensial dan struktur holistik. Struktur komponensial dibentuk oleh elmen melalui agensi struktur, maka elmen lebih primitif daripada struktur. Sedangkan struktur holistik terbentuk oleh struktur sendiri yang mencakup keseluruhan entitas individu yang ada. Dalam struktur jenis ini individualitas elmen diderivasi dari domain dan fungsinya dalam struktur.

Ketiga, diferensi status ontologis pada tesis kedua berakar dari dua alokasi gaya kausal yang berbeda. Di satu sisi properti elemen yang efektif secara kausal membuatnya mungkin untuk sebuah struktur dibentuk melalui interaksi kausal elmen (strukturasi elmen). Kemudian di sisi lain elemen-elemen stasioner secara kausal menyesuaikan dirinya terhadap struktur. Jadi yang efektif secara kausal adalah struktur dan struktur ini konstitutif terhadap individualitas komponennya.

Realisme Struktural Ontik

Artikel ini bertujuan untuk menjabarkan apa yang dimaksud dengan struktur dalam/oleh realisme structural ontik. Beberapa mungkin mengklaim bahwa struktur yang dimaksud adalah struktur matematis yang kemudian dapat menghantarkan kita pada Platonism dan Pythagoreanism, pola riil sebagai struktur informatif dengan asumsi bahwa informasi merupakan

ikhwal fundamental, atau struktur fisik yang berarti struktur dinamis dunia sebagai modalitas objektif. Titik berangkat dari artikel ini adalah dari sebuah kalimat yang ditulis oleh Anjan Chakravartty dalam bukunya yang berjudul “*A Metaphysics for Scientific Realism*”. Berikut adalah kalimat tersebut:

*“One cannot fully appreciate what it might mean to be a realist until one has a clear picture of what one being invited to be a realist about.”*²⁵

Kalimat tersebut mengimplikasikan ontologi seperti apa yang hendak kita bangun. Jika kita realis tentang sesuatu kita harus dapat menjelaskan apa dan bagaimana ‘sesuatu’ itu berperan dalam realitas. Dalam konteks realisme structuralistik ‘sesuatu’ itu adalah struktur. Apa yang dimaksud dengan struktur? Bagaimana struktur tersebut membangun realitas? Bagaimana kita dapat mengetahuinya? Dan peran eksplanatoris apa yang dimilikinya? Di kemudian hari Steven French menyebutnya tantangan Chakravartty (*Chakravartty’s challenge*).

Secara historis, paling tidak seratus tahun ke belakang, hubungan antara sains, metafisika, dan filsafat sains tidak baik-baik saja. Beberapa orang mungkin mengatakan bahwa metafisika telah mati bersama kematian Carnap. James Ladyman dan Don Ross memilih untuk mereformasi metafisika dan menganjurkan naturalisasi metafisika atau metafisika saintifik. Tesis meta-metafisikanya ini berangkat dari kemandekan metafisika analitik tradisional yang dikarenakan kekurangan kontak dengan sains modern. Dengan demikian menurut Ladyman dan Ross penyelidikan metafisik dapat hidup kembali sejauh ia berkesinambungan dengan (atau *informed by*) sains. Dan itu artinya kita harus beralih dari metafisika analitik tradisional ke metafisika saintifik (metafisika yang ternaturalisasi).²⁶ Namun menurut Steven French kita masih

²⁵ Lih. Anjan Chakravartty, *A Metaphysics for Scientific Realism*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2007), hal. 26.

²⁶ Lih. James Ladyman, dkk. (ed.), *Every Thing Must Go*, (Oxford, New York: Oxford University Press, 2007), hal. 149. Untuk tujuan utama artikel ini, saya tidak dapat membahas metafisika saintifik lebih luas dan mendalam karena pembahasan tersebut membutuhkan ruang tersendiri. Jika anda tertarik untuk mendalaminya silah lih. beberapa

membutuhkan metafisika analitik tradisional untuk membangun ontologi struktur yang dimaksud oleh realisme struktural ontik.

Metafisika tradisional dapat menyediakan kita kesatuan perkakas, gerak, dan manuver yang dapat membantu realis membangun ontologinya. Posisi ini dapat kita sebut meta-metafisika Viking atau Pendekatan Viking²⁷ atas metafisika: produk dari metafisika analitik dapat diperlakukan sebagai sesuatu yang dapat digunakan untuk menjarah (penjarahan). Dalam hal ini metafisika berguna untuk mengeksplorasi hal ikhwal tanpa terbebani oleh latar belakang teori saintifik yang bertahan hingga waktu tertentu. Selain itu meta-metafisika Viking, khususnya untuk realisme atau ontologi berorientasi struktur, dapat melampaui kerendahan-hati (*humility*) yang oleh beberapa anti-metafisikus dikatakan harus ditelan bulat oleh para metafisikus.²⁸

Struktur dalam sains modern yang harus ditangkap secara serius oleh strukturalis adalah struktur yang direpresentasikan oleh fisika kontemporer sebagai simetris. Untuk lebih luasnya ontologi struktur yang dapat kita elaborasi dari fisika fundamental adalah hukum dan simetri. Dalam artian ini ontologi struktur tergantung pada pemahaman kita mengenai hukum dan simetri. Hukum mengkarakterisasikan relasi di antara properti dan identitas yang memiliki peran *nomik*. Namun properti ini tidak terinstansiasi dalam atau pada objek melainkan dependen pada hukum dan simetri. Sejauh mengkodekan kemungkinan (*possibilities*) fisik, struktur dalam artian ini secara modal informatif.

Struktur dan Objek

Sebelum memasuki pembahasan tentang struktur apa yang diklaim oleh strukturalis saya akan membahas hubungan relasi dan objek. Hubungan relasi dan objek dalam pemahaman

artikel dalam Don Ross, dkk. (ed.), *Scientific Metaphysics*, (Oxford: Oxford University Press, 2013) dan Matthew H. Slater dan Zanja Yudell (ed.), *Metaphysics and the Philosophy of Science*, (Oxford: Oxford University Press, 2017).

²⁷ Lih. Steven French, *The Structure of the World*. Oxford: Oxford University Press, 2014), hal. 50.

²⁸ Lih. *ibid.*, hal. 54-64.

realisme struktural ontik dapat dimengerti sebagai primasi ontologis. Esfeld dan Lam membedakan lima kemungkinan primasi ontologis relasi di atas objek (relata) secara berurutan dari yang terlemah.²⁹ *Pertama*, yang ada hanyalah objek, tapi tidak ada relasi yang tidak bertopang (*non-supervenient*) padanya. Objek hanya memiliki properti intrinsik. Semua relasi fisik direduksi pada properti intrinsiknya objek dalam artian kebertopangan. Katakanlah bahwa massa adalah properti instrinsik objek. Relasi seperti “lebih berat dari” dan “lebih ringan dari” memiliki massa yang sama sedemikian rupa maka bertopang pada massa yang dimiliki oleh setiap objek secara independen satu sama lain. Jika kita ingin mengatakan apa yang ada maka cukup dengan menyebutkan properti intrinsiknya, kemudian relasinya muncul dengan cuma-cuma. Lebih jauhnya properti intrinsik melengkapi objek dengan identitas intrinsik: paling tidak terdapat satu properti intrinsik dari setiap objek yang membedakannya dari semua objek di dunia. Konsepsi ini mirip dengan atomisme radikal dari monadnya Leibniz. Karena dalam konsepsi ini tidak ada relasi, maka dari itu tidak ada struktur yang diakui dalam ontologi fundamental, konsepsi ini jelas tidak berlaku sebagai bentuk realisme struktural ontik. Konsepsi ini menghadapi masalah yang cukup serius. Paling tidak relasi spasio-temporal diakui secara umum sebagai relasi yang tidak bertopang pada objek, bahkan dalam fisika klasik sekalipun.

Kedua, ada relasi yang tidak bertopang di antara objek—seperti relasi spasio-temporal dalam ruang-waktu klasik sebelum teori relativitas umum—, tapi terdapat primasi ontologis objek (relata) di atas relasinya (maka dari itu di atas struktur di mana objek merupakan bagian darinya) dalam pengertian berikut: objek dilengkapi dengan identitas intrinsik secara independen dari relasinya di mana objek tersebut berdiri dan maka dari itu juga independen dari objek lainnya. Dalam pengertian ini relasi tidak relevan sejauh identitas objek terkait.

²⁹ Lih. Michael Esfeld dan Vincent Lam, “Ontic Structural Realism as a Metaphysics of Objects” dalam Peter Bokulich dan Alisa Bokulich, *Scientific Structuralism*, (Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2011), hal. 145-147.

Pengakuan relasi yang tidak bertopang di antara objek yang identitasnya tidak bergantung pada relasi ini adalah cara standar dalam metafisika tradisional untuk memahami hubungan antara relasi dan objek. Pandangan ini juga bukan merupakan bentuk realisme struktural ontik karena identitas intrinsik dari objek fisik fundamental diterima begitu saja. Tesis kebertopangan Humean David Lewis merupakan contoh yang paling terkenal dari posisi atomistik demikian dalam metafisika kontemporer: Lewis mengakui relasi spasio-temporal sebagai relasi yang tidak bertopang pada objek. Tapi relasi ini tidak berkontribusi apapun pada identitas objek material fundamental. Identitas tersebut dikonstitusi oleh properti instrinsik fisik secara fundamental yang terjadi pada titik-titik ruang-waktu, domain fisik fundamentalnya terdiri atas distribusi properti intrinsik pada titik ruang-waktu. Konsepsi ini jelas bertentangan dengan fisika kuantum karena tidak ada properti intrinsik di mana relasi belitan kuantum (*quantum entanglement*) dapat bertopang³⁰ (argumen yang sama juga dapat digunakan untuk teori medan kuantum)³¹.

Ketiga, ada relasi maupun objek yang berdiri dalam relasi tanpa adanya prioritas ontologis di antara keduanya. Relasi dan objek merupakan entitas ontologis fundamental yang asali. Dalam konsepsi ini relasi dan objek berada dalam kedudukan ontologis yang sama, terberi secara “sekaligus” dalam artian bahwa relasi dan objek memiliki dependensi ontologis secara mutual pada satu sama lain. Terdapat dua konsekuensi dari pandangan ini: 1) Karena relasi dan objek berada dalam kedudukan ontologis yang sama maka harus diterima sebagai sesuatu yang primitif bahwa ada perbedaan numerik objek. Perbedaan numeriknya tidak didasarkan dalam relasi maupun properti intrinsik (karena tidak mengkonstitusikan kondisi identitas untuk objek); 2) Kontra dengan apa yang diklaim oleh Ainsworth, konsepsi ini tidak menolak bahwa properti

³⁰ Lih. James Ladyman, “Science, Metaphysics and Method” dalam *Study of History and Philosophy of Science*, Vol. 29, (2001), No. 3, hal. 72.73.

³¹ Lih. Esfeld dan Lam, *Op.Cit.*, hal. 146.

adalah bagian dari ontologi fundamental.³² Properti tidak harus intrinsik, tapi bisa juga relasional (ekstrinsik). Jika ada relasi fisik di antara objek sebagai relata, objek-objek ini memiliki properti relasional, dan begitu juga sebaliknya. Konsepsi ini merupakan sebuah varian dari realisme struktural ontik. Esfeld dan Lam mengidentifikasinya sebagai “realisme struktural moderat”.

Keempat, Relasi lebih primer secara ontologis dan objek sekunder secara ontologis dalam artian bahwa objek memperoleh eksistensinya dari relasi di mana objek tersebut berdiri dan maka dari itu dari struktur di mana objek tersebut merupakan bagian darinya. Dalam konsepsi ini objek hanyalah *node* dalam struktur. Relasinya mengemban semua bobot ontologis: secara literal objek dikonstitusi oleh relasi di mana objek tersebut berdiri. Sejauh pandangan ini mengakui properti intrinsik, maka harus direkonstruksi pada basis relasi juga.

Dan *kelima*, yang ada hanyalah relasi dan tidak ada objek, maka dari itu tidak ada relata, dalam domain fisika fundamental. Yang ada hanyalah struktur tanpa objek dapat dimengerti sebagai jaringan relasi tanpa relata. Objek bukanlah entitas ontologis fundamental yang asli, hanya relasi (struktur) yang asli. Dalam konsepsi radikal ini, fisika fundamental tidak hanya meruntuhkan gagasan identitas intrinsik tapi juga gagasan objek yang menjadi bagian dan bidang dari ontologi fundamental. Ini adalah varian radikal, eliminativistik dari realisme struktural ontik. Tidak ada pertanyaan kondisi identitas untuk objek karena tidak ada objek sama sekali.

French memberikan karakterisasi alternatif dari varian realisme struktural ontik (3)-(5) dalam pengertian dependensi ontologis di antara objek dan struktur yang mana objek termasuk di dalamnya.³³ French membedakan tiga opsi untuk dependensi ontologis ini: kasus dari sebuah dependensi simetris, dependensi asimetris, dan kasus di mana dependensi penting bagi esensi

³² Lih. Peter M. Ainsworth, “What is Ontic Structural Realism?” dalam *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 41, (2010), hal. 53-54.

³³ Lih. Steven French, “The Interdependence of Structure, Objects, and Dependence” dalam *Synthese*, Vol. 175, (2010), hal. 104-106.

objek. Dependensi simetris mengkarakterisasi (3), karena jika entitas dependen secara ontologis di antara satu sama lain secara mutual maka tidak ada darinya yang memiliki prioritas ontologis di atas yang lainnya. Dependensi asimetris mengkarakterisasi (4); objek memperoleh eksistensinya dari, dan dikonstitusi oleh, relasinya di mana objek tersebut berdiri. Opsi ketiganya French mengklaim bahwa dependensi ontologisnya melibatkan esensi objek, dengan kata lain objek hanya eksis jika struktur di mana objek yang merupakan bagian darinya eksis. French mengelaborasi opsi ini bahwa objek hanya eksis³⁴,

“if the relevant structure exist and the dependence is such that there is nothing to them—intrinsic properties, identity, constitution, whatever—that is not cashed out, metaphysically speaking, in terms of this structure. What exists then are not objects in any ontological sense, so by extending the dependence so completely, this account amounts to claiming a form of mere conceptual dependence between objects and structure.”

Maka dari itu opsi ketiga ini dengan tepat mengkarakterisasikan (5).

Bagaimana kemudian struktur yang *per* definisi adalah sistem relasi eksis tanpa objek *self-subsistent* sebagai relata yang berrelasi? Menurut Ladyman kita dapat melihat fakta ini dalam keterikatan kuantum yang merupakan suatu keadaan fundamental di mana properti tidak memiliki keadaan-dependen yang non-relasional. Dalam kondisi tersebut relasi tidak bertopang pada properti monadik dari relatanya. Dalam pandangan ini, fakta tentang relasi harus dipahami sebagai sesuatu yang tidak dapat direduksi pada fakta tentang properti non-relasional individu.³⁵ Untuk memahami ide relasi tanpa relata kita dapat memahaminya dalam ide universal. Contohnya ketika kita mengacu pada relasi yang teracu pada dan oleh ‘lebih dari’ karena kita

³⁴ Lih. *Ibid.*, hal 106.

³⁵ Lih. . James Ladyman, dkk. (ed.), *Every Thing Must Go*, (Oxford, New York: Oxford University Press, 2007), hal. 149.

memiliki ketertarikan pada properti formalnya yang independen dari kontinjensi instansiasinya. Untuk mengatakan bahwa yang ada hanya relasi dan tidak ada relata adalah bahwa dunia kemunculan merupakan ilusi.

Daftar Pustaka

- Ainsworth, Peter M.. "What is Ontic Structural Realism?" dalam *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 41. 2010. Hal. 53-54.
- Berto, Francesco dan Matteo Plebani. *Ontology and Metaontology*. London: Blumsbury, 2015.
- Chakravartty, Anjan. *A Metaphysics for Scientific Realism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- Chalmers, David, dkk. (ed.). *Metametaphysics*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2009.
- Esfeld, Michael dan Vincent Lam. "Ontic Structural Realism as a Metaphysics of Objects" dalam Peter Bokulich dan Alisa Bokulich (ed.), *Scientific Structuralism*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2011.
- French, Steven. "The Interdependence of Structure, Objects, and Dependence" dalam *Synthese*, Vol. 175. 2010. Hal. 104-106.
- The Structure of the World*. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- Ladyman, James. "Science, Metaphysics and Method" dalam *Study of History and Philosophy of Science*, Vol. 29, No. 3. 2001. Hal. 72-73.
- Ladyman, James, dkk. (ed.). *Every Thing Must Go*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2007.

- Leplin, Jarret. "Realism and Instrumentalism" dalam W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*. Massachusetts: Blackwell Publishers Inc., 2001.
- Loux, Michael J. dan Dean W. Zimmerman (ed.). *The Oxford Handbook of Metaphysics*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2005.
- Lyons, Timothy D. dan Steve Clarke. "Introduction" dalam Timothy D. Lyons dan Steve Clarke, *Recent Themes in the Philosophy of Science*. Dordrecht: Springer, 2002.
- Monton, Bradley (ed.). *Images of Empiricism*. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- McMullin, Ernan. "Taking and Empirical Stance" dalam Bradley Monton (ed.), *Images of Empiricism*. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- Musgrave, A.. "The Ultimate Argument for Scientific Realism" dalam Robert Nola (ed.), *Realism and Relativism in Science*. Dordrecht, Boston: kluwer, 1988.
- _____. *Essay on Realism and Rationalism*. Amsterdam: Rodopi, 1999.
- Pierce, C. S.. *Collected Papers, Vol. 5*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- Psillos, Stathis. *Knowing the Structure of Nature*. Lonfon: Palgrave Macmillan, 2009.
- Putnam, Hilary. *Mathematics, Matter and Method*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- Ray, Christopher. "Logical Positivism", dalam W. H. Newton-Smith (ed.), *A Companion to the Philosophy of Science*. Massachusetts: Blackwell Publishers Inc., 2001.
- Ross, Don, dkk. (ed.). *Scientific Metaphysics*. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- Scheibe, Edhard. "The Origin of Scientific Realism", dalam Evandro Agazzi dan Massimo Pauri (ed.), *The Reality of Unobservable*. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2000.
- Schindlers, Samuel. *Theoretical Vistues in Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

Slater, Matthew H. dan Zanja Yudell (ed.). *Metaphysics and the Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press, 2017.

van Fraassen, Bas. *The Scientific Image*. Oxford: Oxford University Press, 1980.