

KONSTRUKSI TEORI PARADIGMA THOMAS S. KUHN

Nurkhalis

Dosen Fakultas Ushuluddin IAIN Ar-Raniry, Banda Aceh.

A b s t r a k

Thomas Kuhn memberikan gambaran bahwa kebenaran sains akan ditemukan berkali-kali ataupun berganti-ganti bentuk ilmiahnya walaupun dari satu objek yang sama. Formulasi teori paradigma yang mencetuskan bahwa sebuah kebenaran sains (*legatimed truth*) identik dalam target teleologis yang didasari pada *detection* dikenal sebagai *final cause (end)*. Kebenaran sains bukan *continuous* (lanjutan), improvisasi, evolusi atau kumulatif, melainkan terjadi *paradigm shift* (pergeseran paradigma) atau disebut juga dengan revolusi. Paradigma melalui *shift moving* (pergerakan pergeseran) dipahami sama dengan *gestalt switch* (perpindahan secara keseluruhan atau tidak sama sekali). Di dalam *gestalt switch* yang diungkapkan adalah verifikasi terjadi sekaligus atau tidak sama sekali (*all at once or not at all*). Konsep *paradigm shifts* membuka kesadaran bersama bahwa para pengkaji sains tidak akan mungkin bekerja dalam suatu suasana objektivitas yang mapan. Paradigma men-*design* kerangka *world view* (pandangan dunia) atau *perspective* (cara pandang) untuk lebih *important, legitimate, and reasonable*. Hal ini membuat sebuah *detection* (target teleologis) tidak akan terevolusi atau tereleminir karena kemampuan eksperimentalnya mengakomodir *counterinstances* (ketahanan berkompetisi teori). Paradigma yang bertahan merupakan *winnowing* (keunggulan) baru dari sebuah *discovery, supertitian* (temuan besar) atau *novelty* (terbaharukan). Paradigma bertahan akan tumbuh menguasai *normal science* selama belum eksisnya *anomaly* (ketimpangan). Paradigma baru memiliki kriteria *neater (rapi), more suitable (lebih cocok), simpler (sederhana), or more elegant (lebih elegan)*. Paradigma akan terus

bertransformatif dengan paradigma baru karena sistem bekerja paradigma mengalihkan paradigma menuju revolusi ilmiah di mana revolusi ilmiah dengan perubahan fundamental akan meresap dalam metode dan pemahaman.

Kata Kunci: *Paradigma, Thomas S. Kuhn*

A. Pendahuluan

Perkembangan sains di era modern sangat fantastis telah menyebabkan banyak ditemukan teori ilmiah (*scientific truth*) dan temuan alamiah (*naturaled truth*) yang dibuktikan dengan banyak bermunculan teori pengetahuan dan teknologi. Hal ini menggugah Thomas Kuhn dalam *magnum* opus-nya yakni *The Structure of Scientific Revolutions* mengkritisi kebenaran implisit dan eksplisit di dalam sains itu sendiri. Thomas Kuhn melalui keahliannya mencoba mengungkapkan secara detail kedudukan sains secara teoritis dan praktis. Dewasa ini, sains selalu terjadi improvisasi berupa evolusi dari teori sederhana menuju teori yang lebih sempurna. Namun Kuhn menolak secara keras konsep demikian, baginya kebenaran sains tumbuh menurut revolusi ilmiah dan alamiah yakni suatu teori tentang sains ditemukan pada satu objek dan akan terus-menerus berubah walaupun kesan yang muncul lebih identik sebagai improvisasi.

Sains memiliki wilayah otonom dan teritorium yang berbeda dalam pencarian kebenaran. Sains menerangi *worldview* ilmiah tentang realitas yang sama, namun dengan perspektif yang berbeda. Kebenaran sains lebih bersifat sebagai representasi realitas. Sains tidak mengenal suatu kebenaran yang *stationer* yang mendoktrinkan *once for all* (sekali untuk selamanya). Kebenaran sains bersifat *continuous* (berkali-kali) sementara sains mencakup *all at once* (segalanya pada satu). Pencarian yang mungkin terjadi dalam sains yaitu antara prediksi dan deteksi yang diabadikan sebagai prioritas atas pencarian *indeept observation*. Sains ingin menjelaskan dunia dan kehidupan dalam perspektif *worldview* yang mempengaruhi semua orang.

Akhirnya Kuhn memperkenalkan sebutan teorinya dengan paradigma. Terdapat dua karakteristik sebagai ciri khas substansi dari paradigma, yaitu: *pertama*, menawarkan unsur baru tertentu yang

menarik pengikut keluar dari persaingan metode kerja dalam kegiatan ilmiah sebelumnya; *kedua*, (serentak) menawarkan persoalan-persoalan baru yang masih terbuka dan belum terselesaikan. Asumsi Kuhn objektivitas sains tidak bersifat otoritatif hanya sebatas *a justified final detection*. Inilah landasan epistemologi paradigma yang mengkritik keyakinan manusia terhadap sains sebagai representasi realitas. Epistemologis sains adalah rasional, empiris dan positivistik. Paradigma menerima teori revolusi atas nama kreasionisme, hingga mendorong kebenaran sains bersifat realitas yang saling *fighting* se-sama sains sementara sains memiliki ruang otonomi dalam pencarian kebenaran antara prediksi dan deteksi yang satu mengisolasi yang lain.

Sains modern bercorak rasionalistik dan empiris-positivistik dalam mengamati realitas. Sains modern menganut paham bebas nilai, humanistik dan individualistik. Tidak ada hal seperti riset dalam ketiadaan paradigma apapun.¹ Keilmiahan pada situasi pra-modern terasa jauh lebih naturalistik dan pluralistik. Perspektif ilmiah melihat realitas alam sebagai dunia objektif atau fakta-fakta yang tunduk pada hukum-hukum kausal dan mekanistik. Para saintis hanya berkerja dalam tataran konseptual-obyektif, netral, dan tanpa ada intervensi dari para saintis untuk mengendalikan sains. Ini menunjukkan bahwa saintisme telah meletakkan dasar-dasar berpikir yang hanya berpijak pada eksperimen dan hitungan matematis sebagai ukuran ilmiah atau tidaknya sebuah hasil pemikiran atau penelitian. Sains modern ditarik dari analogi-analogi antara tingkah laku manusia dengan cara kerja mekanik.

Sains akan terus berubah berbanding lurus dengan ditemukan fakta-fakta baru. Tujuan sains untuk menggantikan gagasan yang progresif terhadap kebenaran, sains sebagai pekerjaan eksplorasi yang terus-menerus menarik lebih dekat untuk beberapa tujuan yang ditetapkan oleh alam yang terus berkembang.² Sains kontingen terhadap dinamika sejarah dan komunitas ilmuan sehingga kebenaran ilmiah pun berubah-ubah secara revolusioner. Sains merupakan suatu pembelajaran yang terakumulasi dan sistematik tentang fenomena alam. Kemajuan sains ditandai bukan hanya oleh suatu akumulasi

¹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 79.

² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 170-171.

fakta, tetapi oleh berkembangnya metode ilmiah dan sikap ilmiah.³

Dengan demikian paradigma berarti standard universal yang didukung oleh *worldview* ilmiah yang didapat dari realitas yang diyakini sebagai prediksi atau deteksi sebagai *source* dengan hukum universal yang dimunculkan dari dinamika-mekanis dan realitas yang diyakini sebagai proses kreatif, *thinkable, intelligible, change of culture*, dan *idea of progress*, berkebebasan mencari pengetahuan idealis, pragmatis atau hedonis.⁴

Sains sekarang banyak menimbulkan efek polusi dan radiasi, namun sains negatif itu terabaikan mengingat sains produktif akan lebih benefit (menguntungkan) sehingga mengugah ilmuan mengeksplorasi ataupun ekspansif untuk sebanyak mungkin menemukan sains-sains baru. Sains dalam modernitas bersifat otoritatif bukan karena rasionalitas argumentasi, melainkan karena propaganda (represif) lewat industri, teknologi, dan institusi-institusi ilmiah. Sains hanya mengakomodir *worldview* ilmiah atau alamiah. Perkembangan sains di era modern telah mendistorsi nilai-nilai religiusitas. Sains bukan hasil dari refleksi sekumpulan kitab suci yang cenderung mengakibatkan penolakan eksistensi Tuhan dan penciptaan. Sains telah menyebabkan teknologi dikembangkan untuk memenuhi kesenangan-kesenangan materi (hedonis-materialistis) dan mengorbankan alam semesta. Paradigma telah melahirkan banyak budaya baru melalui eksperimentasi, kuantifikasi, dan prediksi.⁵

B. Pembahasan

a. Paradigma Identik Sebagai *Worldview*

Paradigma adalah suatu pendekatan investigasi suatu objek atau titik awal mengungkapkan *point of view*, formulasi suatu teori, *mendesign* pertanyaan atau refleksi yang sederhana. Akhirnya paradigma dapat diformulasikan sebagai keseluruhan sistem kepercayaan, nilai dan teknik yang digunakan bersama oleh kelompok komunitas

³ *The Columbia Encyclopedia*, Edisi: third (Washington D.C.: National Science Teachers Association, 1963), 1990.

⁴ J. Needham et.al. *A Shorter Science and Civilization in China*, vol. I (Cambridge: Cambridge University Press, 1978), 170.

⁵ Pervez Hoodbhoy, *Islam and Science* (Kuala Lumpur: Abdul Majeed & Co., 1992), 3.

ilmiah.⁶ Paradigma identik sebagai sebuah bentuk atau model untuk menjelaskan suatu proses ide secara jelas.⁷ Paradigma sebagai seperangkat asumsi-asumsi teoritis umum dan hukum-hukum serta teknik-teknik aplikasi yang dianut secara bersama oleh para anggota suatu komunitas ilmiah.⁸ Konstitusi kebenaran sains tidak tergantung pada pilihan ilmiah (*scientific*) akan tetapi memiliki kriteria yaitu pertama, *imprecise* (ruang perbedaan pendapat tentang sejauh mana mereka berpegang teguh). Kedua, tidak ada *agreement* tentang bagaimana para ilmuan menentang satu sama lainnya khususnya ketika terjadi perbedaan ilmiah terhadap sains baru.⁹ Kuhn menyatakan bahwa setiap ide *match* dengan kebenaran inkoheren.¹⁰ Bahkan ia menyebutnya dengan “*rational men to disagree*”.¹¹ Gambaran ini dipandang sebagai *transformation of vision*.¹² Penerimaan sebuah paradigma baru sering membutuhkan sebuah redefinisi dari ilmu yang sesuai (*corresponding*).¹³ Paradigma baru akan tetap bersifat relatif sejauh berdasarkan keyakinan dan selera intelektual masing-masing kelompok ilmuan (*saintis*).¹⁴

Paradigma dikenal sebagai bukti empiris yang valid merupakan arbiter yang *ultimed* untuk menyingkap *winnowing* (keunggulan) diantara paradigma yang sekaligus memajukan pencapaian penjelasan paling baik secara empiris dengan yang lain. Subjektifitas tidak berarti *anything goes*, kreativitas individual yang saling tidak menghambat

⁶ George Ritzer, *Sosiologi Pengetahuan Berparadigma Ganda*, terj. Alimandan, cet. 5 (Jakarta: Rajawali Press, 2004), 5.

⁷ Longman, *Longman Dictionary Of American English*, cet. 3 (China: Morton Word Processing Ltd., 2002), 577.

⁸ Husain Heriyanto, *Paradigma Holistik Dialog Filsafat, Sains, dan Kehidupan Menurut Shadra dan Whitehead* (Jakarta Selatan: Teraju, 2003), 28.

⁹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 331.

¹⁰ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 206.

¹¹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 332.

¹² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 118.

¹³ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 103.

¹⁴ Moeflich Hasbullah (Ed.), *Islamisasi Ilmu Pengetahuan*, (Jakarta: Pustaka Cidesindo, 2000), 40 dan 54.

kemajuan ilmu pengetahuan. Paradigma bersifat *incommensurability* (dapat dibandingkan) satu langkah lebih maju daripada teori terdahulu. Hegemoni paradigma kiranya menjaga lebih baik *separate* (pemisahan) sehingga paradigma yang kurang diketahui (dipahami) dapat berkembang mendominasi *smug proteksionisme* (proteksi kepuasan) dengan paradigma lama.

Patton mendefinisikan pengertian paradigma untuk memberikan kejelasan terhadap teori paradigma Kuhn yaitu:

*A paradigm is a world view, a general perspective, a way of breaking down the complexity of the real world. As such, paradigms are deeply embedded in the socialization of adherents and practitioners: paradigms tell them what is important, legitimate, and reasonable. Paradigms are also normative, telling the practitioner what to do without the necessity of long existential or epistemological consideration. But it is this aspect of paradigms that constitutes both their strength and their weakness—their strength in that it makes action possible, their weakness in that the very reason for action is hidden in the unquestioned assumptions of the paradigm.*¹⁵

Paradigma dipahami sama dengan *world view* (pandangan dunia), *general perspective* (cara pandang umum), atau *way of breaking down the complexity* (cara untuk menguraikan kompleksitas). Makna *worldview* sebagai kepercayaan, perasaan dan apa-apa yang terdapat dalam pikiran orang yang berfungsi sebagai motor bagi keberlangsungan dan perubahan sosial dan moral.¹⁶ *Perspective* sama dengan *world view* diartikan sebagai pandangan manusia terhadap dunia realitas.¹⁷ Penekanannya pada fungsi *worldview* sebagai motor perubahan sosial dan moral. Sehingga *worldview* diartikan sebagai sistem kepercayaan yang integral tentang hakekat diri manusia, realitas, dan makna eksistensial.¹⁸ Dalam kaitannya dengan aktivitas ilmiah Alparslan

¹⁵ Patton, M. Q., *Qualitative Evaluation and Research Methods*, Edisi: Second (Newbury Park, CA: Sage, 1990), 9.

¹⁶ Ninian Smart, *Worldview, Crosscultural Explorations of Human Belief* (New York: Charles Scribner's sons). 1-2.

¹⁷ Syed Muhammad Naquib Al-Attas "Opening Address The Worldview of Islam: An Outline" dalam Sharifah Shifa Al-attas (Ed.), *Islam and Challenge of Modernity* (Kuala Lumpur: ISTAC, 1996), 25.

¹⁸ Thomas F Wall, *Thinking Critically About Philosophical Problem*, A Modern Introduction (Australia: Thomson Learning, 2001), 532.

Acikgence memaknai *worldview* sebagai asas bagi setiap perilaku manusia, termasuk aktivitas-aktivitas ilmiah sains. Setiap aktivitas manusia akan mencari dan menguraikan ke dalam *worldview*.¹⁹

Suatu *worldview* umumnya memiliki 5 struktur konsep atau pandangan yang terdiri dari 1) struktur konsep tentang ilmu, 2) tentang alam semesta, 3) tentang manusia, 4) tentang kehidupan, dan 5) tentang nilai moralitas.²⁰ Paradigma adalah kerangka interpretatif, yang dipandu oleh seperangkat keyakinan dan perasaan tentang dunia dan bagaimana harus dipahami dan dipelajari. Paradigma sebagai pandangan dasar yang *concern* terhadap *subject matter* daripada sains. Sehingga paradigma digunakan untuk merumuskan *to learn* (ingin dipelajari), *question to answer* (mempersoalkan jawaban), atau *memfollow up* suatu interpretasi dalam menjawab problem dalam bentuk pertanyaan.²¹ Paradigma dipengaruhi determinan dengan *rule of man* atau *rule of human being* atau *rule of other beings*. Kebenaran berdasarkan *worldview* individualistis, sehingga kebenaran bersifat universal (semesta) tidak ada klaim terhadap kebenaran bahkan yang terjadi secara objektif adalah *agreement legitimed* yang mengarah kepada pembentukan *worldview*. Paradigma yang diinterpretasikan ke dalam *worldview* akan dimunculkan ke permukaan adalah yang memiliki tingkat *important, legitimate, and reasonable* yang kuat dan akurat.

b. Paradigma Bersifat Shifting

Perpindahan *shift* (pergeseran) adalah suatu persepsi transformatif. Konsep *paradigm shifts* membuka kesadaran bersama bahwa para pengkaji ilmu pengetahuan itu tak akan selamanya mungkin bekerja dalam suatu suasana “objektivitas” yang mapan, yang bertindak tak lebih tak kurang hanya sebagai penerus yang berjalan dalam suatu alur progresi yang linier belaka. Para pengkaji dan peneliti ilmiah yang sejati selalu saja memiliki subjektivitas naluriah untuk bergerak

¹⁹ Alparslan Acikgence, “The Framework for A history of Islamic Philosophy”, *Al-Shajarah*, Journal of The International Institute of Islamic Thought and Civilization (ISTAC), jilid 1 (1996, Nomor 1&2, 6.

²⁰ Alparslan Acikgence, *Scientific Thought And Its Burdens, An Essay in the History and Philosophy of Science* (Fatih University Publications, 2000), 78.

²¹ George Ritzer, *Sosiologi ...*, 7.

secara inovatif guna mencari dan menemukan alur-alur pendekatan baru, atau untuk mempromosikan cara pendekatan yang sampai saat itu sebenarnya sudah ada namun yang selama ini terpendam dan terabaikan oleh kalangan yang selama ini berkukuh pada paradigma lama yang diyakini telah berhasil menyajikan sehimpunan pengetahuan yang normal dan tak lagi diragukan legitimasinya.

Paradigma identik sebagai teori terminologi dan dasar umum dari suatu komunitas sains dan asumsi dasar masyarakat sains mengenai metodologi dan apa pertanyaan ahli sains yang *legitimed* (sah) untuk bisa menjawab sains itu sendiri. Dalam paradigma, seorang ahli sains mengetahui fakta-fakta yang relevan yang dibentuk pada riset terdahulu. Mereka yang menyimpang dari paradigma dominan adalah bukan ahli sains, masyarakat sains menganggap dirinya mengejar *supertitions* (temuan besar).

Menurut Kuhn, para saintis bekerja dalam komunitas tertentu mampu menjelaskan keberhasilan yang menakjubkan dari sebuah sains masyarakat ilmiah adalah instrumen sangat efisien untuk memaksimalkan jumlah dan ketepatan masalah diselesaikan melalui *Paradigm shifts* (pergeseran paradigma).²² Ketika paradigma berubah disebabkan adanya *shift* (pergeseran) biasanya signifikan determinan dengan kriteria legitimasi antara masalah dan solusi yang dimunculkan.²³

Paradigma lama--sebagai ilmu yang dipandang normal dan berlegitimasi pada masanya--gagal menjawab masalah-masalah baru yang timbul, dan selanjutnya hanya akan menerbitkan anomali-anomali. Keadaan seperti itu akan mengundang paradigma baru yang bisa menawarkan alternatif. Dominasi gagasan baru baik secara eksplisit atau implisit menghendaki bahwa perubahan paradigma membawa para saintis belajar lebih dekat lagi kepada kebenaran.²⁴ Apabila diterima, paradigma baru ini akan menjadi sumber terjadinya arus pemikiran baru, yang tak hanya akan terjadi persaingan melainkan juga sampai bisa menandingi *mainstream* lama. Apabila berhasil, paradigma baru akan dominan sebagai *mainstream* yang meminggirkan paradigma

²² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 169.

²³ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 109.

²⁴ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 171.

lama, walau mungkin saja yang lama ini tidak akan lenyap begitu saja dari percaturan. Paradigma baru muncul akibat kepekaan individu terhadap apresiasi atau estetis. Paradigma baru disebut juga dengan *neater (rapi)*, *more suitable (lebih cocok)*, *simpler (sederhana)*, or *more elegant (lebih elegan)*.²⁵ Kuhn mengidentifikasi lima karakteristik yang memberikan dasar untuk menentukan sebuah teori yaitu: 1. akurasi; 2. konsistensi (baik internal dan dengan teori-teori didukung data itu untuk menjelaskannya); 4. *simplicity* (tidak terorganisir dan terisolasi dari fenomena); 5. *fruitfulness* (berguna untuk penelitian lebih lanjut).²⁶

Paradigm Shifts adalah kemampuan mengembangkan pola, model atau contoh²⁷ berpikir yang sama untuk mendefinisikan pengetahuan-pengetahuannya, dan menstrukturkannya sebagai ilmu pengetahuan yang diterima dan diyakini bersama sebagai “yang normal dan yang paling benar”, untuk kemudian didayagunakan sebagai penunjang kehidupan yang dipandanginya “paling normal dan paling benar” pula.

c. Paradigma menjawab puzzle solving

Paradigma menunjukan sejenis unsur *puzzle solving* (pemecahan teka-teki) yang kongkrit yang jika digunakan sebagai model, pola, atau contoh dapat menggantikan kaidah-kaidah yang secara eksplisit menjadi dasar bagi pemecahan permasalahan dan teka-teki *normal science* yang belum tuntas.²⁸ Satu paradigma bertahan sedangkan yang lain mati karena salah satunya dapat memecahkan *puzzle* (teka-teki).

Kuhn menentang eksistensi realitas sains. Sains yang dikaji akan mendeteksi paradigma baru berkembang berdasarkan prediksi yang akurat, tetapi para ahli sains tidak memiliki alasan kuat untuk percaya bahwa prediksi yang akurat terkadang tidak sesuai dengan apa yang ada dalam realitas. Kuhn melihat bahwa alasan satu paradigma bertahan sedangkan yang lain mati karena salah satunya

²⁵ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 155.

²⁶ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 321-322.

²⁷ Joyce M. Hawkins, *Kamus Dwibahasa Oxford Fajar*, Ed. 3, cet. 2 (Malaysia: Fajar Bakti Sdn Bhd., 2002), 280

²⁸ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 24.

dapat memecahkan *puzzle* (teka-teki) yang lebih baik, bukan berarti hal itu merupakan representasi yang lebih akurat tentang realitas.²⁹ Sains tidak ditarik mengarah kepada kebenaran; sains didorong maju untuk memecahkan permasalahan *puzzle* (teka-teki) selama dalam tahap *normal science* artinya suatu teori atau temuan masih berlaku *agreement* sehingga suatu sains tersebut terus *live* belum terdeteksi temuan baru pada suatu objek yang sama.³⁰ *Normal science* meletakkan *mop up* (penghentian) terhadap persoalan yang tidak terjawab oleh kerangka teori baru.³¹

Normal science sebagai tujuan, pada suatu kejadian muncul inkonsistensi dengan paradigma yang berlaku (*the current paradigm*).³² Dalam kebanyakan kasus, ketidak-konsistenan pada akhirnya diperbaiki atau diabaikan. Namun, jika rincian konsisten secara signifikan mengancam paradigma, mungkin karena para ahli sains sangat *concern* terhadap topik sentral, krisis terjadi sehingga *normal science* tergiring ke dalam titik nadir atau *blanket* (kosong). Krisis seperti itu mensyaratkan bahwa para ahli sains mengkaji ulang dasar-dasar sains ilmiah dan alamiah bahwa sains berkembang atas dasar *taking for granted* (apa adanya). Selama krisis, paradigma alternatif yang dimunculkan para ahli sains ke permukaan maka terjadilah *open-minded* (ide terbuka lebar). Perlahan, salah satu alternatif paradigma menang atas paradigma yang bersaing terdapat beberapa kemungkinan alasan, hal itu terjadi menyelesaikan krisis tersebut lebih baik dari yang lain, menawarkan landasan untuk riset masa depan, atau hal itu dianggap lebih estetis dibandingkan dengan yang telah ada. Argumen untuk mengubah ke dalam paradigma baru tidak pernah benar-benar rasional. Karena paradigma yang berbeda membenarkan itu terjadi dengan cara tersendiri akhirnya paradigma harus dipahami secara benar terhadap *worldview*. Kuhn bahkan menggunakan doktrin keyakinan untuk menggambarkan konversi tersebut. Sebagai komunitas sains diubah dengan paradigma baru, *normal science* dimulai lagi dari bawah meletakkan asumsi

²⁹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 52.

³⁰ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 173.

³¹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 24.

³² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 52.

dasar yang baru. Konversi tersebut, menurut Kuhn, tidak hanya menafsirkan kembali data lama dengan cara baru, melainkan *work in a different world* (pekerjaan di dunia yang berbeda).³³

Karena jika *normal science* bertujuan *discovery* (penemuan), maka penemuan itu dipandang sebagai *novelty* (terbaharukan), dengan demikian *normal science* bertujuan kebaruan. Kuhn mengklaim bahwa penemuan selalu disertai dengan perubahan paradigma yang berlaku. Eksisnya penemuan ilmiah tidak menunjuki bahwa *normal science* bertujuan *novelty* (terbaharukan), tetapi hanya bahwa kebaruan sinyal akhir *normal science*. Oleh karena itu pandangan Kuhn dalam masalah *discovery* (penemuan) sama dengan kejadian revolusi kecil, alasan Kuhn adalah: pertama, semua hal baru berupa fakta (penemuan) atau teori mengarah menuju akhir *normal science*. Kedua, *normal science* tidak bertujuan kematian bagi diri ilmu itu sendiri melainkan menghendaki adanya revolusi sains.

Paradigma dinyatakan bahwa sebuah teori ilmiah dinyatakan tidak valid bila teori alternatif lebih dominan tampil ke permukaan. Maka teori ilmiah suatu paradigma akan terus konstan apabila belum tergradasi oleh *counterinstances*. Sementara *counterinstances* merupakan kekuatan motivasi untuk mencari teori lain, teori yang *acceptable* tidak akan terganti sampai teori baru yang cocok ditemukan.³⁴ Paradigma dipahami sebagai entitas menghasilkan pekerjaan bagi para saintis terletak pada kenyataan bahwa ada *counterinstances* (ketahanan berkompempetisi teori). Inilah yang dilakukan dalam tempo *normal science* untuk memperluas jangkauan paradigma seluas mungkin pada saat ini. Jika paradigma tidak menjadi pernyataan logis *simple* (sederhana), maka jangkauannya sesuai definisi yang ada, sudah tak terbatas dan tidak begitu penting dilakukan. Hal itu mengesankan sebagai suatu landasan bagi riset dalam kenyataannya menjadi alat rekayasa.³⁵

Gagasan Kuhn bahwa sains tidak berkembang secara bertahap menuju kebenaran, akan tetapi mengalami revolusi periodik yang ia

³³ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 121.

³⁴ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 77.

³⁵ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 79.

sebut *paradigm shifts*. Perubahan itu adalah rumit. Manusia menolak perubahan, namun proses telah ditetapkan dalam gerak lama bahkan akan terus bersama-sama menciptakan pengalaman-pengalaman baru. Kuhn menyatakan bahwa kesadaran adalah prasyarat untuk diterima semua perubahan teori.³⁶ Banyak kebangkitan sebagai kesadaran untuk berkembang. Agen perubahan membantu menciptakan paradigma yaitu teori ilmiah *shift moving* (pergerakan pergeseran) dari sistem Ptolemaeus (bumi di pusat alam semesta) ke sistem Copernicus (matahari di pusat alam semesta), dan bergerak dari fisika Newton ke Relativitas dan Quantum fisika. Kedua gerakan akhirnya mengubah *worldview* (pandangan dunia). Transformasi-transformasi ini adalah bertahap sebagai keyakinan lama digantikan oleh paradigma baru menciptakan “suatu *gestalt* baru”.³⁷

Dalam *gestalt switch* (perpindahan secara keseluruhan atau tidak sama sekali), persepsi alternatif semuanya memiliki kebenaran bersifat valid, *reasonable*, atau realistik. Peristiwa perubahan loyalitas para ilmuwan individual dari satu paradigma ke paradigma lain disamakan oleh Kuhn dengan *gestalt switch* (perpindahan secara keseluruhan atau tidak sama sekali). Di dalam *gestalt switch* yang diungkapkan adalah verifikasi terjadi sekaligus atau tidak sama sekali (*all at once or not at all*).³⁸ Kuhn berargumen bahwa *gestalt metaphor* adalah *misleading*, di mana para ilmuwan tidak melihat sesuatu sebagai *something else*, melainkan hanya melihat secara *simplicit*.³⁹

d. Paradigma dipahami sebagai revolusi ilmiah

Perkembangan sains bukanlah terjadi secara kumulatif tetapi terjadi secara revolusi. Pendekatan revolusioner yang merupakan inti dari konsep paradigma adalah bentuk progresi kebebasan secara linier yang kian meningkat dan berpuncak pada masa kini (*end*).⁴⁰

³⁶ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 67.

³⁷ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 112.

³⁸ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 150.

³⁹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 85.

⁴⁰ Ziauddin Sardar, *Thomas Kuhn dan Perang Ilmu* (Jogyakarta: Jendela, 2002), 1-13.

Kuhn menyatakan suksesi satu paradigma ke dalam paradigma yang lain melalui revolusi adalah pola perkembangan sains.⁴¹

Tidak seperti evolusi sains, di mana pengetahuan baru mengisi celah *ignorance* (ketidaktahuan), dalam pengetahuan model baru Kuhn menggantikannya *incompatible knowledge* (pengetahuan yang tidak cocok). Jadi kebenaran sains bersifat *continuous* (berkali-kali) diungkapkan dari sebuah *discovery*, *supertitions* atau *novelty* (terbahirkan), bukanlah kebenaran sains merupakan lanjutan kumulasi, evolusi, atau improvisasi. Adapun kinerja sains, bila terjadi *paradigm shift* (pergeseran paradigm) terus muncul revolusi mirip dengan revolusi politik, dengan perubahan fundamental dan meresap dalam metode dan pemahaman. Semua visi mengenai sifat alam semesta berubah dari *the past vision* (visi masa lalu) menjadi usang (*expired*). Muncullah berbagai prediksi mirip dengan prediksi paradigma masa lalu dalam orientasi keseluruhan, tetapi penjelasan baru tidak mengakomodasi yang lama.⁴²

Revolusi ilmiah merupakan episode perkembangan nonkumulatif yang didalamnya paradigma yang lama diganti seluruhnya (sebagian oleh paradigma baru yang bertentangan).⁴³ Menurut Kuhn bahwa kemajuan ilmiah itu pertama-tama bersifat revolusioner, bukan maju secara kumulatif. Menurut Kuhn, ini menunjukkan bahwa revolusi ilmiah adalah nonkumulatif perkembangan menuju episode baru di mana sebuah paradigma yang lama diganti secara keseluruhan atau sebagian oleh yang baru secara *incompatible* dengan yang sebelumnya.⁴⁴ Nonkumulatif di sini dipahami yaitu perpindahan secara keseluruhan tentang prediksi akurat yang terungkap pada suatu objek ke dalam *worldview* baru ataupun *general perspective* yang mempengaruhi terbentuk *general agreement* para saintis beralih visi masa lalu ke visi baru pada derajat ilmiahnya suatu objek.

Kuhn tidak meyakini gagasan sains sebagai suatu aktifitas menemukan kebenaran di alam. Dalam sugesti Kuhn bahwa manusia

⁴¹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 12.

⁴² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 121.

⁴³ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 92.

⁴⁴ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 92.

selamanya terpisah dari kebenaran, pernyataan Kuhn mengimplikasikan bahwa kebenaran tidak memberi petunjuk terhadap sains, akhirnya menjadikan sains mencapai kebenaran dalam target teleologis.⁴⁵ *Teleology is the explanation of a thing or event by its purpose, aim, or end-that is, by what it is for.*⁴⁶ Suatu kebenaran berdasarkan teleologis yaitu berupa pengungkapan *efficient cause of detection* atau *simply cause of detection*. Sehingga *detection* tersebut dikenal sebagai *final cause (end)*.⁴⁷ *Final cause* inilah memberikan gambaran baru terhadap paradigma bahkan melalui *final cause* mendorong terbentuknya *worldview* cenderung terbentuknya *general agreement* (kesepakatan umum).

Paradigma menjadi ungkapan *agreement* (kesepakatan umum) sehingga berperan sebagai tolok ukur tunggal universal. Dalam situasi modern lebih dimungkinkan melihat waktu dan ruang mempengaruhi sains secara linier, yaitu *historical* sebagai suksepsi dari paradigma dominan ke paradigma lainnya, yang biasanya memang bersifat revolusioner. Dalam kerangka ini pula Kuhn bicara tentang revolusi ilmiah.⁴⁸ Tidak ada argumen logis yang dapat memaksa ilmuwan untuk melakukan konversi paradigma.

Dalam *normal science* teori yang tidak dipersoalkan. Fakta yang memberikan sinyal *anomaly* adalah kekuatan pendorong di belakang perubahan bukanlah disebabkan oleh teori, tidak berarti bahwa para saintis mengikuti metodologi falsifikasi. Keputusan untuk menolak satu paradigma yang selalu bersamaan keputusan untuk menerima yang lain, dan penilaian yang mengarah ke keputusan yang melibatkan perbandingan kedua paradigma dengan alam dan dengan satu sama lain. Untuk menolak satu paradigma tanpa sekaligus menggantikannya dengan yang lain adalah menolak sains itu sendiri.⁴⁹ Ungkapan Kuhn, *anomaly* hanya diperlakukan sebagai *counterinstances* (ketahanan berkompetisi teori) oleh para pendukung paradigma yang bersaing.

⁴⁵ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 121.

⁴⁶ The Grolier International Inc., *Encyclopedia Americana* (Canada: Americana Corporation, 1980), .397.

⁴⁷ The Grolier International Inc., *Encyclopedia...*, 397.

⁴⁸ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 12-13.

⁴⁹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 77.

e. Hirarki Paradigma

Paradigma adalah kumpulan tata nilai yang membentuk pola pikir seseorang sebagai titik tolak pandangannya sehingga akan membentuk citra subyektif seseorang mengenai realita sehingga akhirnya akan menentukan bagaimana seseorang menanggapi realita itu. Struktur perkembangan sains menurut Kuhn adalah sebagai berikut: pra-paradigma-pra science-paradigma normal science-anomaly-krisis revolusi-paradigma baru-ekstra ordinary science-revolusi.

Pertama, pra-paradigma, suatu keadaan yang belum memungkinkan munculnya *discovery* atau *supertition* sehingga masih dalam kerangka pencarian untuk ditemukan bahkan tidak ada sesuatu yang dapat dianggap ilmu pengetahuan masih bersifat *blanket* (kekosongan) belum ditemukan sesuatu yang berarti.

Kedua, pra *science*, belum terjadinya *agreement* tentang *subject matter*, deteksi dan prediksi di antara para ilmuan (saintis), karena tidak adanya suatu pandangan tersendiri yang diterima oleh semua ilmuan tentang suatu teori (fenomena), maka aktivitas-aktivitas ilmiah pada dilakukan secara terpisah serta tidak terorganisir. Suatu *discovery* belum dipublikasi atau dilegitimasi secara *open* belum terjadi *acceptable* masih bersifat pengetahuan individualistis.

Ketiga, paradigma *normal science*, suatu kondisi suatu pengetahuan eksis secara *legitimed truth* paradigma tunggal yang telah diterima tersebut dilindungi dari kritik dan falsifikasi sehingga ia tahan dari berbagai kritik dan falsifikasi. Paradigma yang di dalam paradigma tersebut tercakup beberapa komponen tipikal yang secara eksplisit akan mengemukakan hukum-hukum dan asumsi-asumsi teoritis.

Keempat, *Normal science* yaitu situasi ketika sebuah paradigma menjadi sedemikian dominan sehingga ia digunakan sebagai tolok ukur utama dan umum sampai seolah tak lagi perlu mempertanyakan ulang prinsip-prinsip pertamanya. *Normal science* memberi isyarat kegiatan penelitian yang secara teguh berdasarkan satu atau lebih pencapaian ilmiah (*scientific achievements*) dimasa lalu, yakni pencapaian-pencapaian yang komunitas atau masyarakat ilmiah bidang tertentu pada suatu masa dinyatakan sebagai pemberi inspirasi. Terdapat beberapa masalah lama mungkin akan terdegradasi oleh

sains lain dinyatakan sebagai *unscientific* (tidak ilmiah).⁵⁰ Sains telah membentuk *worldview* mendorong sampai kepada keputusan *general agreement* (kesepakatan umum). Contohnya, sains manual (gerak manual) telah menjadi *worldview* manusia pra-modern. Maksudnya untuk melakukan perjalanan jarakjauh bagi manusia pra-modern harus menggunakan bantuan gerakan kuda (binatang). Misalnya hukum gerak Newton membentuk sebagian paradigma Newtonian dalam tataran yang paling efisiensi dalam gerak.

Kelima, anomali, suatu kondisi di mana suatu *discovery*, *supertition* atau *novelty* (terbaharukan) tidak lagi menjadi harapan mengingat terungkapnya celah *ignorance* (ketidaktahuan) mengurangi *general agreement* (kesepakatan umum) tentang *worldview* itu terus menuju *expired*. Anomali menyerang suatu paradigma *winnowing* (unggul) secara fundamental, walaupun tidak ada argumen logis yang dapat memaksa ilmuan untuk melakukan konversi paradigma.

Keenam, krisis revolusi, gejala-gejala baru dan tidak terduga berulangkali muncul dan tersingkap oleh ilmiah tersebut yang diikuti dengan munculnya teori-teori baru. Apabila hal-hal baru yang terungkap tersebut tidak dapat diterangkan oleh paradigma dan kelainan-kelainan antara teori dan fakta menimbulkan problem dan *anomaly-anomaly* tersebut secara fundamental menyerang paradigma maka dalam keadaan demikian, kepercayaan terhadap paradigma mulai goyah yang kemudian terjadilah keadaan krisis yang berujung pada perubahan paradigma (revolusi).

Bila krisis sudah sedemikian seriusnya maka suatu revolusi akan terjadi dan paradigma baru akan muncul yang dianggap mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi persoalan paradigma sebelumnya. Tidak ada perubahan paradigma tanpa krisis, namun demikian, paradigma (meskipun perubahan bertentangan) adalah memainkan peran penting dalam memungkinkan saintis untuk mengenali sesuatu yang *anomaly*, karena bertentangan dengan harapan. Hal ini merupakan prasyarat penting bagi penemuan pengetahuan baru mengisi celah *ignorance* (ketidaktahuan).⁵¹ Intinya adalah bahwa sebuah *anomaly* tidak

⁵⁰ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 95.

⁵¹ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 65.

dengan sendirinya cukup untuk perubahan paradigma (yaitu kebodohan falsifikasi). Kuhn menyebutkan bahwa kompleksitas sebagai syarat yang diperlukan untuk perubahan paradigma. Tapi krisis terungkap dengan cara berubah dari waktu ke waktu. Namun, proses peningkatan antara fakta dan teori adalah bagian dari *normal science*, sehingga *anomaly* sebagai sebuah kegagalan harapan, hanya menyajikan *puzzle* (teka-teki) lain yang harus diselesaikan oleh konstruksi model ekspansif.

Suatu paradigma yang dianut tidak lagi dapat merepresentasikan suatu fenomena alami tertentu, maka fenomena tersebut merupakan suatu anomali. Para ilmuwan tidak dapat mengelakkan pertentangan dengan penyimpangan yang terjadi (*anomaly*) karena Paradigma pertama tidak mampu memberikan penjelasan terhadap persoalan yang timbul secara memadai. Selama penyimpangan memuncak, suatu krisis akan muncul dan paradigma itu sendiri mulai disangsikan validitasnya. *Seringkali sebuah paradigma baru lahir menjadi embrio, sebelumnya terjadi krisis lambat laun berkembang jauh secara eksplisit.*⁵² Namun *anomaly* tidak dapat terjadi berulang kali. Bila hal demikian ditemui maka paradigma tersebut mengalami krisis dan gugur sebagai paradigma yang absah untuk kemudian digantikan oleh model baru yang membentuk paradigma baru pula. Adanya *anomaly* ini merupakan prasyarat bagi penemuan baru yang akhirnya dapat mengakibatkan perubahan paradigma. Anomali muncul hanya dengan latar belakang yang disediakan oleh paradigma.⁵³

Ketujuh, paradigma baru, adanya *worldview* baru yang yang berdasarkan studi ilmiah baru yang dilahirkan dari *discovery*, *supertition*, atau *novelty* sehingga deteksi baru menjadi teori baru berada dalam tataran *winnowing* (unggul) membentuk paradigma baru para pengikutnya mulai melihat *subject matter* dari sudut pandang yang baru dan berbeda dengan yang semula, dan teknik metodologinya lebih unggul dibanding paradigma klasik dalam memecahkan masalah yang dihadapi.

Kedelapan, *extra ordinary science*, tradisi *extra ordinary science* dilakukan oleh para komunitas ilmuwan yang mendukungnya sampai pada tahap tertentu dapat meyakinkan para pendukung paradigma

⁵² Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 86.

⁵³ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 65.

klasik tentang keberadaan paradigma baru yang lebih mendekati kebenaran dan lebih unggul dalam mengatasi *science* di masa depan. Namun pada akhirnya sains secara *continuous* (terus-menerus) akan terus bertransformatif bukan improvisasi dengan berbagai evolusi sehingga kumulatif bukanlah episode lanjutan melainkan revolusi yaitu perubahan secara keseluruhan transformasi *worldview* keyakinan lama digantikan oleh paradigma baru menciptakan suatu *gestalt switch* (perpindahan secara keseluruhan atau tidak sama sekali) yang diungkapkan adalah verifikasi terjadi sekaligus atau tidak sama sekali (*all at once or not at all*).

Kesembilan, revolusi, suatu episode sains mengalami *paradigm shifts* (pergeseran paradigma) karena adanya *winnowing* (unggul) baru dari sebuah *discovery*, *supertition* atau *novelty*. Dengan demikian tidak ada paradigma yang sempurna dan terbebas dari kelainan-kelainan (*anomaly*), sebagai konsekwensinya ilmu harus mengandung suatu cara untuk mendobrak keluar dari satu paradigma ke paradigma lain yang lebih baik, inilah fungsi revolusi tersebut.

Dari perspektif paradigma, dari sudut pandang *normal science*, *anomaly* tidak dilihat sebagai pengujian teori. Namun Kuhn mengakui bahwa *normal science* tidak terus harus berusaha keras untuk membawa teori dan fakta ke dalam kesepakatan (*agreement*), dan aktivitas yang dapat dengan mudah dilihat sebagai pengujian atau sebagai mencari konfirmasi atau falsifikasi. Seperti contoh mahasiswa sains menerima teori pada otoritas guru dan teks, bukan karena bukti. Jadi *normal science* berusaha untuk membawa teori dan fakta ke dalam kesepakatan (*agreement*) dengan menggunakan model menjadi pertanyaan tanpa pernah mengkritik *background* teori itu sendiri.⁵⁴

C. Penutup

Paradigma dipahami sama dengan *world view* (pandangan dunia), *general perspective* (cara pandang umum), atau *way of breaking down the complexity* (cara untuk menguraikan kompleksitas). Paradigma sebagai seperangkat asumsi-asumsi teoritis umum dan hukum-hukum serta teknik-teknik aplikasi yang dianut secara bersama oleh para anggota suatu komunitas ilmiah. Kebenaran sains akan berkali-kali

⁵⁴ Thomas Kuhn, *The Structure of...*, 80.

ditemukan melalui paradigma baru pada satu objek yang sama melalui *discovery*, *supertitian*, atau *novelty*.

Kebenaran sains lebih bersifat representasi realitas. Kuhn tidak meyakini gagasan sains sebagai suatu aktivitas menemukan kebenaran di alam tetapi lebih merupakan loncatan paradigma, sebagai akibat terjadinya revolusi sains (*science revolution*). Berubahnya satu paradigma ke paradigma lain, ini disebut dengan *scientific revolution* atau *paradigm shift* (pergeseran paradigma). Konsep *paradigm shift* membuka kesadaran bersama bahwa para pengkaji ilmu pengetahuan itu tak akan selamanya mungkin bekerja dalam suatu suasana objektif yang mapan, yang bertindak hanya sebagai penerus yang berjalan dalam suatu alur progresi yang linier belaka. Ini sebagai akhir dari hasil proses yang panjang, yang dimaksudkan ketika *paradigm shift* (pergeseran paradigma) adalah perubahan (revolusi) dari *worldview*, tanpa mengacu pada kekhususan argumen historis.

Sains tidak berkembang secara kumulatif dan evolusif melainkan revolusif. Kebenaran tidak memberi petunjuk terhadap sains, akhirnya menjadikan sains mencapai kebenaran dalam target teleologis. Suatu kebenaran berdasarkan teleologis yaitu berupa pengungkapan *efficient cause of detection* atau *simply cause of detection*. Sehingga *detection* dikenal sebagai *final cause (end)*. *Final cause* inilah memberikan gambaran baru terhadap paradigma melalui *final cause* mendorong terbentuknya *worldview* yang mempengaruhi *general agreement* (kesepakatan umum). Paradigma mendorong cepat terjadinya transformatif bertahap sebagai keyakinan lama digantikan oleh paradigma baru menciptakan “suatu *gestalt* baru”. Dalam *gestalt switch* (perpindahan secara keseluruhan atau tidak sama sekali) yang diungkapkan adalah verifikasi terjadi sekaligus atau tidak sama sekali (*all at once or not at all*). Teori lama direvolusi seutuhnya sehingga kesan evolusi, improvisasi dan kumulasi sama sekali tidak diadopsi.

Tidak ada paradigma yang sempurna dan terbebas dari kelainan-kelainan (*anomaly*), sebagai konsekuensinya sains harus mengandung suatu cara untuk mendobrak keluar dari satu paradigma ke paradigma lain yang lebih baik, inilah fungsi revolusi ilmiah. *Anomaly* hanya diperlakukan sebagai *counterinstances* (ketahanan berkompetisi teori)

oleh para pendukung paradigma yang bersaing. *Anomaly* diartikan suatu kondisi akibat bertentangan dengan harapan, Ini merupakan prasyarat penting bagi penemuan pengetahuan baru mengisi celah *ignorance* (ketidaktahuan).

Daftar Pustaka

- Acikgence, Alparslan. "The Framework for A history of Islamic Philosophy", *Al-Shajarah*, Journal of The International Institute of Islamic Thought and Civilization (ISTAC), 1996 jilid1. Nomor 1&2.
- Acikgence, Alparslan. *Scientific Thought And Its Burdens, An Essay in the History and Philosophy of Science*. Fatih University Publications, 2000.
- Al-Attas, Syed Muhammad Naquib. "Opening Address The Worldview of Islam: An Outline" dalam Sharifah Shifa Al-attas (Ed.), *Islam and Challenge of Modernity*. Kuala Lumpur: ISTAC, 1996.
- Hasbullah, Moeflich (Ed.). *Islamisasi Ilmu Pengetahuan*. Jakarta: Pustaka Cidesindo, 2000.
- Hawkins, Joyce M. *Kamus Dwibahasa Oxford Fajar*, Ed. 3, cet. 2. Malaysia: Fajar Bakti Sdn Bhd., 2002.
- Heriyanto, Husain. *Paradigma Holistik Dialog Filsafat, Sains, dan Kehidupan Menurut Shadra dan Whitehead*. Jakarta Selatan: Teraju, 2003.
- Hoodbhoy, Pervez. *Islam and Science*. Kuala Lumpur: Abdul Majeed & Co., 1992.
- Kuhn, Thomas. *The Structure of Scientific Revolutions*, Ed. 2. Chicago: University of Chicago Press, 1970.
- Longman. *Dictionary Of American English*, cet. 3. China: Morton Word Processing Ltd., 2002.
- M. Q, Patton. *Qualitative Evaluation and Research Methods* , Edisi: Second. Newbury Park, CA: Sage, 1990.

- Needham, J et.al. *A Shorter Science and Civilization in China*, vol . I. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.
- Ritzer, George. *Sosiologi Pengetahuan Berparadigma Ganda*, terj. Alimandan, cet. 5, .Jakarta: Rajawali Press, 2004.
- Sardar, Ziauddin. *Thomas Kuhn dan Perang Ilmu*. Jogjakarta: Jendela, 2002.
- Smart, Ninian. *Worldview, Crosscultural Explorations of Human Belief*. New York: Charles Sribner's sons.
- The Columbia Encyclopedia*, Ed. 3. Washington D.C.: National Science Teachers Association, 1963.
- The Grolier International Inc., *Encyclopedia Americana*. Canada: Americana Corporation, 1980.
- Wall, Thomas F. *Thinking Critically About Philosophical Problem, A Modern Introduction*. Australia: Thomson Learning, 2001.