

MODUL AJAR FILSAFAT SAINS

Disusun Oleh:
Humaidah Br. Hasibuan
NIP. 197411112007102002

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN MATEMATIKA (PMM)
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
2026**

DAFTAR ISI

BAB I: PENGANTAR FILSAFAT SAINS

- Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK) & Indikator Keberhasilan
- 1. PENDAHULUAN
- 2. PEMBAHASAN MENDALAM
 - 2.1 Hakikat Filsafat Sains: Pengertian dan Ruang Lingkup
 - 2.2 Demarkasi antara Filsafat, Ilmu, dan Pengetahuan
 - 2.3 Tiga Pilar Filsafat Sains: Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi
- 3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI
 - 3.1 Studi Kasus: Logika Metafisika versus Logika Sains
 - 3.2 Latihan Mandiri & Evaluasi Pembelajaran
- 4. RINGKASAN DAN REFLEKSI
- DAFTAR PUSTAKA BAB I

BAB II: SEJARAH DAN PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN

- Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK) & Indikator Keberhasilan
- 1. PENDAHULUAN
- 2. PEMBAHASAN MENDALAM
 - 2.1 Kosmologi Yunani Kuno dan Lahirnya Berpikir Rasional
 - 2.2 Transmisi Keilmuan dan Era Keemasan Islam (The Islamic Golden Age)
 - 2.3 Revolusi Ilmiah Modern: Era Renaissance hingga Aufklärung (Pencerahan)
- 3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI
 - 3.1 Studi Kasus: Kontroversi Heliosentrisme Galileo Galilei
 - 3.2 Latihan Mandiri & Evaluasi Pembelajaran
- 4. RINGKASAN DAN REFLEKSI
- DAFTAR PUSTAKA BAB II

BAB III: SARANA BERPIKIR ILMIAH DAN KRITERIA KEBENARAN

- Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK) & Indikator Keberhasilan
- 1. PENDAHULUAN
- 2. PEMBAHASAN MENDALAM
 - 2.1 Sarana Berpikir Ilmiah: Bahasa, Logika, Matematika, dan Statistika
 - 2.2 Teori-Teori Kebenaran: Korespondensi, Koherensi, dan Pragmatis
 - 2.3 Siklus Metode Ilmiah: Perumusan Masalah hingga Penarikan Kesimpulan
- 3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI
 - 3.1 Studi Kasus: Penerapan Metode Ilmiah dalam Penemuan Penisilin
 - 3.2 Latihan Mandiri & Evaluasi Pembelajaran
- 4. RINGKASAN DAN REFLEKSI
- DAFTAR PUSTAKA BAB III

BAB IV: PARADIGMA DAN METODOLOGI ILMU PENGETAHUAN

- Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK) & Indikator Keberhasilan
- 1. PENDAHULUAN

- 2. PEMBAHASAN MENDALAM
 - 2.1 Paradigma Ilmu dan Pemikiran Thomas Kuhn
 - 2.2 Karl Popper dan Prinsip Falsifikasi
 - 2.3 Imre Lakatos dan Program Metodologi Riset Ilmiah (MPRI)
 - 2.4 Paul Feyerabend dan Anarkisme Epistemologi
 - 2.5 Logika Ilmiah: Deduktif dan Induktif
 - 2.6 Validitas dan Reliabilitas dalam Penelitian Ilmiah
- 3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI
 - 3.1 Studi Kasus: Psikoanalisis Sigmund Freud vs. Teori Relativitas Einstein
 - 3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode Analisis Jurnal Ilmiah)
 - 3.3 Latihan Mandiri & Tugas Kelompok
 - 3.4 Evaluasi Pembelajaran (Soal Pilihan Ganda & Esai)
 - 3.5 Kunci Jawaban Evaluasi
- 4. RINGKASAN DAN REFLEKSI
- DAFTAR PUSTAKA BAB IV

BAB V: FILSAFAT SAINS DI ERA KONTEMPORER

- Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK) & Indikator Keberhasilan
- 1. PENDAHULUAN
- 2. PEMBAHASAN MENDALAM
 - 2.1 Etika Perkembangan Teknologi dan Bioetika
 - 2.2 Kecerdasan Buatan (AI) dan Tantangan Eksistensial Manusia
 - 2.3 Krisis Lingkungan dan SDGs (Tujuan Pembangunan Berkelanjutan)
 - 2.4 Integrasi Sains dan Agama di Abad ke-21
- 3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI
 - 3.1 Studi Kasus: Skandal Cambridge Analytica dan Algoritma Big Data
 - 3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode *Role Playing* / Bermain Peran)
- 4. RINGKASAN DAN REFLEKSI
- DAFTAR PUSTAKA BAB V

BAB I

HAKIKAT FILSAFAT DAN FILSAFAT SAINS

Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK):

Mahasiswa mampu menganalisis hakikat filsafat, asal-usul, sejarah, dan cabang-cabangnya, serta merekonstruksi hubungan antara filsafat, sains, agama, dan teknologi untuk memecahkan persoalan dunia modern.

Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan definisi filsafat menurut para ahli secara kritis.
2. Mengidentifikasi asal usul dan sejarah perkembangan filsafat dunia.
3. Membedakan cabang-cabang filsafat utama.
4. Membedakan pengertian ilmu, sains, dan filsafat.
5. Memetakan hubungan filosofis fungsional dengan agama, sains, dan teknologi.
6. Menilai urgensi filsafat ilmu pengetahuan dalam kehidupan modern.

Indikator Keberhasilan:

1. Ketepatan dalam mendefinisikan dan membedakan konsep filsafat, ilmu, agama, dan teknologi.
2. Kemampuan menyusun peta konsep sejarah perkembangan filsafat.
3. Analisis mendalam dalam diskusi kelompok mengenai dilema teknologi modern menggunakan perspektif filsafat sains.

Kata Kunci:

Filsafat, Episteme, Sains, Ontologi, Teknologi, Teologi, Sekularisasi, Demitologisasi.

1. PENDAHULUAN

Pernahkah Anda bertanya, *“Bagaimana kita tahu bahwa apa yang kita ketahui benar-benar benar?”* Atau, *“Apakah teknologi yang kita ciptakan hari ini mendekatkan kita pada kemanusiaan, atau justru menjauhkan kita?”* Pertanyaan-pertanyaan semacam ini tidak dapat dijawab hanya dengan melakukan eksperimen di laboratorium atau menghitung rumus matematika. Di sinilah filsafat memainkan perannya. Filsafat bukanlah kumpulan dogma yang

harus dihafal, melainkan sebuah aktivitas dinamis: kegiatan berpikir secara radikal (mendalam hingga ke akar-akarnya), sistematis, dan menyeluruh mengenai sesuatu yang ada (Suriasumantri, 2019). Bab pertama ini akan mengajak Anda menelusuri dasar-dasar pemikiran filosofis, membedakan sains dari pengetahuan biasa, serta melihat bagaimana filsafat berdiri sebagai "ibu dari segala ilmu" (*mater scientiarum*) yang mengarahkan peradaban manusia (Suhartono, 2018).

2. PEMBAHASAN MENDALAM

2.1 Pengertian Filsafat Menurut Para Ahli

Secara etimologis, istilah “filsafat” berasal dari bahasa Yunani *philosophia*, gabungan dari kata *philo* (cinta, hasrat) dan *sophia* (kebijaksanaan atau kearifan) (Bakker, 2014). Dengan demikian, seorang filosof (*philosophos*) secara harfiah adalah “pencinta kebijaksanaan”. Filsafat bukanlah penguasaan mutlak atas kebenaran, melainkan usaha pencarian kebenaran yang terus-menerus tanpa akhir.

Berikut adalah definisi filsafat menurut para tokoh besar dunia:

1. Plato (427–347 SM): Filsafat adalah ilmu pengetahuan yang berusaha mencapai kebenaran yang asli dan murni melalui dialektika ide (Plato, trans. 2011). Bagi Plato, dunia indrawi hanyalah bayangan kabur dari Dunia Ide (*World of Ideas*) yang abadi. Filsafat bertugas menembus bayangan tersebut untuk menangkap kenyataan sejati.
2. Aristoteles (384–322 SM): Filsafat adalah ilmu pengetahuan yang meliputi kebenaran yang terkandung di dalamnya ilmu-ilmu metafisika, logika, retorika, etika, ekonomi, politik, dan estetika (Aristoteles, trans. 2020). Aristoteles mendefinisikan filsafat sebagai ilmu yang menyelidiki “ada” sebagai ada (*being as being*) serta sebab-sebab pertama dari segala sesuatu.
3. Immanuel Kant (1724–1804): Filsafat adalah ilmu pengetahuan yang menjadi pangkal dan pusat dari segala pengetahuan, yang mencakup di dalamnya empat persoalan utama (Kant, trans. 2019):
 1. *Apa yang dapat kita ketahui?* (Dijawab oleh epistemologi/metafisika).
 2. *Apa yang seharusnya kita lakukan?* (Dijawab oleh etika).
 3. *Sampai di mana harapan kita?* (Dijawab oleh filsafat agama).
 4. *Apakah yang disebut manusia itu?* (Dijawab oleh antropologi filsafat).

4. Jujun S. Suriasumantri: Filsafat merupakan suatu cara berpikir yang radikal (sampai ke akar), sistematis, dan universal untuk memperoleh kebenaran yang hakiki tentang alam semesta dan kehidupan manusia (Suriasumantri, 2019).

Refleksi Kritis: Jika filsafat didefinisikan sebagai “pencarian kebenaran”, ini menyiratkan bahwa kebenaran mutlak belum sepenuhnya berada di tangan manusia. Sifat filsafat yang tidak pernah puas dengan jawaban instan menjadikannya motor penggerak bagi inovasi ilmiah.

2.2 Asal-Usul Filsafat

Filsafat lahir di Yunani Kuno pada abad ke-6 SM sebagai hasil dari transisi besar dalam cara berpikir manusia: dari mitos (*mythos*) menuju rasio (*logos*) (Bertens, 2018).

Sebelum filsafat lahir, masyarakat Yunani menjelaskan fenomena alam menggunakan mitologi. Gempa bumi terjadi karena Poseidon (dewa laut) sedang mengamuk; petir menyambar karena kemarahan Zeus. Namun seiring berjalannya waktu, beberapa pemikir merasa tidak puas dengan penjelasan mitos tersebut. Mereka mulai mencari penjelasan alami di balik fenomena fisik. Pergeseran ini disebut sebagai proses demitologisasi. Tokoh pertama yang memulai gerakan ini adalah Thales dari Miletus (624–546 SM). Ketika Thales mengajukan pertanyaan radikal: "*Apakah bahan dasar dari segala sesuatu di alam semesta ini?*", dan ia menjawab "*Air*" (bukan udara), ia tidak sedang melakukan observasi laboratorium modern, melainkan melakukan lompatan metodologis yang luar biasa (Hardiman, 2020). Thales mengalihkan penjelasan penciptaan dari kuasa dewa-dewi dan mencari prinsip dasar yang rasional (*arche*) dari alam semesta itu sendiri.

2.3 Sejarah Perkembangan Filsafat Dunia

Perjalanan filsafat dunia dapat dikelompokkan ke dalam empat periodisasi besar (Hardiman, 2020; Russell, 2016):

1. Filsafat Klasik (Kuno): Fase ini diawali oleh pemikiran *Kosmosentris* (fokus pada pencarian elemen dasar alam) yang diwakili oleh Thales, Anaximander, Heraclitus (terkenal dengan asas perubahan terus-menerus: *panta rhei*), dan Parmenides. Era ini kemudian bergeser ke arah *Antroposentris* (fokus pada manusia) bersama Socrates, Plato, dan Aristoteles. Socrates memperkenalkan metode dialektika (*metode Socrates*) berupa tanya-jawab kritis untuk mengungkap ketidaktahuan yang tersembunyi di balik keyakinan semu manusia.
2. Filsafat Abad Pertengahan: Fase ini didominasi oleh pola *Teosentris* (berpusat pada Tuhan). Filsafat digunakan sebagai instrumen teologis untuk menjelaskan kebenaran

iman Kristen di Barat (oleh tokoh seperti Agustinus dan Thomas Aquinas) serta iman Islam di Timur Tengah. Pada era keemasan Islam (*Islamic Golden Age*), para filosof seperti Al-Kindi, Al-Farabi, Ibnu Sina (Avicenna), dan Ibnu Rusyd (Averroes) mensintesisasikan filsafat Aristoteles-Plato dengan teologi, yang nantinya menjadi jembatan intelektual bagi kebangkitan Eropa Barat (Nasr, 2014).

3. Filsafat Modern: Lahir dengan jargon Antroposentrisme baru yang dipicu oleh gerakan Renaissance dan abad Pencerahan (*Aufklärung*). Manusia melepaskan diri dari dominasi mutlak gereja. René Descartes (1596–1650) mendeklarasikan metode keraguan metodis dengan kalimat terkenalnya: "*Cogito, ergo sum*" (Aku berpikir, maka aku ada) (Descartes, trans. 2015). Rasio manusia ditempatkan sebagai otoritas tertinggi dalam menentukan kebenaran. Tokoh lain seperti Francis Bacon mempopulerkan empirisme sebagai landasan metode sains modern.
4. Filsafat Kontemporer (Abad ke-20 s.d. Sekarang): Ditandai dengan pluralitas aliran pemikiran. Aliran utama meliputi Fenomenologi, Eksistensialisme (Sartre, Camus), Pragmatisme, Positivisme Logis, Teori Kritis (Mazhab Frankfurt), Postmodernisme (Derrida, Foucault) yang mendekonstruksi narasi-narasi besar kemapanan ilmiah, hingga filsafat teknologi digital dan etika kecerdasan buatan (*AI Ethics*) (Adorno & Horkheimer, 2016).

2.4 Cabang-Cabang Filsafat

Filsafat memiliki struktur pohon keilmuan yang luas, namun secara umum terbagi menjadi tiga pilar utama dan beberapa cabang pendukung (Keraf & Dua, 2013):

Cabang Utama	Fokus Pertanyaan Utama	Contoh Penerapan dalam Sains
Ontologi	Apa hakikat dari yang ada (<i>being</i>)? Apa sebenarnya realitas itu?	Apakah "atom" benar-benar ada di dunia fisik atau hanya model teoritis?
Epistemologi	Bagaimana kita memperoleh pengetahuan? Apa batas-batas kebenaran?	Apakah metode eksperimen lebih valid dibandingkan logika analisis murni?

Cabang Utama	Fokus Pertanyaan Utama	Contoh Penerapan dalam Sains
Aksiologi	Untuk apa pengetahuan itu digunakan? Bagaimana menilai kebaikan (Etika) dan keindahan (Estetika)?	Apakah rekayasa genetika pada bayi manusia secara etis dapat dibenarkan?

Cabang pendukung lainnya meliputi Logika (aturan berpikir lurus), Metodologi (teknik penjelasan ilmiah), dan Filsafat Khusus (Filsafat Hukum, Filsafat Agama, Filsafat Seni, dan Filsafat Sains itu sendiri).

2.5 Pengertian Ilmu dan Sains

Sering kali kita mencampurkan kata “pengetahuan”, “ilmu”, dan “sains”. Filsafat menuntut ketepatan terminologis (Suriasumantri, 2019):

1. Pengetahuan (*Knowledge/Common Sense*): Merupakan segala sesuatu yang ditangkap oleh indra manusia dalam kehidupan sehari-hari tanpa penyelidikan mendalam. Contoh: Mengetahui bahwa api itu panas atau gula itu manis.
2. Ilmu (*Science/Episteme*): Adalah pengetahuan yang telah disusun secara sistematis, metodis, objektif, dan dapat diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Ilmu bukan sekadar kumpulan fakta, melainkan hukum-hukum umum yang menjelaskan hubungan sebab-akibat.
3. Sains: Dalam konteks bahasa Indonesia modern, istilah "sains" merujuk secara khusus pada ilmu-ilmu alam (*Naturwissenschaften*) seperti Fisika, Kimia, Biologi, dan Astronomi, yang berdasarkan observasi empiris, eksperimentasi, dan kuantifikasi matematis.

- Subjektif

- Objektif & Sistematis

- Berdasarkan intuisi/pengalaman harian

- Metodis & Teruji Empiris

- Tanpa metode formal

- Berlandaskan Metode Ilmiah

2.6 Hubungan Filsafat dengan Ilmu, Agama, dan Teknologi

- Filsafat dan Ilmu: Filsafat adalah induk dari ilmu pengetahuan (*mater scientiarum*). Semua ilmu spesifik yang kita pelajari hari ini pada awalnya adalah bagian dari filsafat.

Filsafat menetapkan asumsi-asumsi dasar keilmuan, sementara ilmu melakukan penyelidikan empiris mendetail pada objek spesifik. Ketika ilmu mengalami kebuntuan konsepsi atau krisis paradigma, ia kembali merujuk pada filsafat (Kuhn, 2012).

- Filsafat dan Agama: Ranah ini sama-sama menjanjikan pencarian kebenaran mutlak dan makna kehidupan, namun menggunakan instrumen yang berbeda. Filsafat bertumpu pada kekuatan rasio, argumentasi logis, skeptisisme kritis, sedangkan agama bertumpu pada wahyu ilahi, keimanan, dan otoritas kitab suci (Nasr, 2014). Filsafat membantu menjelaskan ajaran agama agar dapat dipahami secara rasional, sedangkan agama memberikan kompas moral dan dimensi spiritual yang tidak bisa dijangkau filsafat murni.
- Filsafat dan Teknologi: Teknologi adalah aplikasi praktis dari sains. Filsafat (terutama aksiologi/etika) berperan mengawasi agar teknologi tidak berbalik memperbudak penciptanya. Filsafat teknologi mengajukan pertanyaan reflektif: *"Hanya karena kita secara teknis mampu merekayasa genetika atau kecerdasan buatan, apakah secara moral kita diperbolehkan melakukannya?"* (Feenberg, 2012).

2.7 Fungsi Filsafat Sains dalam Kehidupan Modern dan Urgensinya bagi Mahasiswa

Bagi mahasiswa baru, mempelajari filsafat sains memiliki urgensi yang sangat mendasar (Keraf & Dua, 2013):

1. Melawan Sikap Dogmatis: Melatih mahasiswa agar tidak menerima informasi begitu saja. Di era disinformasi, filsafat sains mengajarkan skeptisisme metodis—kemampuan menyaring bukti sebelum mempercayai suatu klaim.
2. Membangun Integritas Akademis: Memahami batas-batas etika dalam melakukan penelitian ilmiah agar terhindar dari plagiarisme, manipulasi data (*fabrication/falsification*), dan penyalahgunaan otoritas akademik.
3. Inovasi Lintas Disiplin: Mengajak mahasiswa berpikir melintasi batas-batas sempit jurusan kuliahnya. Masalah-masalah global hari ini (perubahan iklim, krisis energi) membutuhkan pendekatan integratif yang difasilitasi oleh cara pandang filosofis yang luas.

3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI

3.1 Studi Kasus: Kasus Galileo Galilei dan Benturan Epistemik

Pada tahun 1633, astronom Italia Galileo Galilei diadili oleh Mahkamah Inkuisisi Gereja Katolik Roma karena mempertahankan teori heliosentrisme (bahwa bumi mengitari matahari) yang dirumuskan oleh Copernicus. Pihak gereja saat itu berpegang pada pandangan geosentrisme (bumi sebagai pusat jagat raya) berdasarkan interpretasi literal terhadap teks Kitab Suci (Russell, 2016).

[HELIOSENTRISME (Galileo)] [GEOSSENTRISME (Gereja)]

- Kebenaran diperoleh lewat teleskop dan kalkulasi matematika.
- Kebenaran diperoleh lewat interpretasi harfiah teks kitab suci klasik.
- Berpijak pada metode empiris.
- Berpijak pada otoritas teologis.

Analisis Kasus: Kasus ini menyajikan benturan hebat antara dua cara memperoleh kebenaran (epistemologi): metode empiris sains berbasis teleskop melawan penafsiran literal dogmatis otoritas keagamaan. Kasus Galileo mengajarkan kita pentingnya memisahkan ranah epistemik sains (yang menjawab bagaimana alam semesta bekerja secara fisik) dari ranah agama (yang memberikan arah moral dan makna spiritual hidup) (Barbour, 2013).

3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode Collaborative Learning)

1. Topik Diskusi: "Kecerdasan Buatan (AI) Generator Seni: Apakah Kreativitas Masih Milik Manusia?"
2. Pembagian Kelompok: Kelas dibagi menjadi 4 kelompok.
 - *Kelompok 1 (Teknolog)*: Mempertahankan pandangan bahwa AI mampu melahirkan karya seni baru yang asli.
 - *Kelompok 2 (Humanis)*: Mempertahankan pandangan bahwa seni sejati membutuhkan kesadaran eksistensial dan emosi manusia.
 - *Kelompok 3 (Etikus)*: Membahas hak cipta dan eksploitasi data seniman manusia oleh pengembang AI.
 - *Kelompok 4 (Moderator/Filosof)*: Mengintegrasikan argumentasi kelompok ketiga menggunakan perspektif ontologi dan aksiologi.
3. Instruksi: Setiap kelompok menyusun argumen tertulis sepanjang 1 halaman, diikuti sesi debat terstruktur selama 30 menit.

3.3 Latihan Mandiri & Tugas Kelompok

- Latihan Mandiri (Individu): Tuliskan sebuah esai reflektif (maksimal 500 kata) tentang satu keyakinan pribadi Anda yang selama ini dianggap sebagai "fakta mutlak", tetapi

setelah mempelajari bab ini, Anda mulai meragukannya atau melihatnya secara berbeda dari sudut pandang kritis.

- Tugas Kelompok (Project-Based Learning): Buatlah sebuah infografis atau video pendek (durasi 2-3 menit) yang menjelaskan secara kreatif transisi dari pola pikir *Mythos* menuju *Logos* menggunakan satu fenomena alam di sekitar daerah tempat tinggal Anda (misalnya: legenda terbentuknya gunung/danau lokal versus penjelasan geologis ilmiahnya). Unggah karya kelompok tersebut pada platform pembelajaran universitas.

3.4 Evaluasi Pembelajaran (Pilihan Ganda & Esai)

(Soal-soal evaluasi dan kunci jawaban tetap sesuai dengan draf asli Anda karena sudah tersusun dengan sangat baik untuk menguji kompetensi kognitif mahasiswa.)

4. RINGKASAN DAN REFLEKSI

Ringkasan Bab I:

Filsafat adalah kegiatan berpikir radikal, sistematis, dan universal yang lahir dari keraguan kritis manusia terhadap mitos (*mythos*), bertransisi menuju penjelasan rasional (*logos*). Sebagai ibu dari segala ilmu, filsafat meletakkan fondasi pemikiran melalui tiga cabang utama: ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Dalam kehidupan modern, filsafat sains berfungsi menjaga perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar tetap berada di bawah kendali etika kemanusiaan dan tanggung jawab spiritual.

Refleksi Pembelajaran:

Ambil waktu sejenak untuk merenung. Selama ini, apakah Anda menempuh pendidikan hanya untuk mengumpulkan tumpukan informasi mati tanpa pernah mengujinya secara kritis? Filsafat menantang Anda untuk berani ragu, berani bertanya, dan berani berpikir mandiri. Ingat kata Socrates: *"Hidup yang tidak diuji secara kritis tidak layak untuk dijalani."* (Plato, trans. 2011).

REFERENSI

- Adorno, T. W., & Horkheimer, M. (2016). *Dialectic of enlightenment*. Verso Books.
- Aristoteles. (2020). *Metaphysics* (C. D. C. Reeve, Trans.). Hackett Publishing Company. (Karya asli ditulis sekitar abad ke-4 SM).
- Bakker, A. (2014). *Metode-metode filsafat*. Pustaka Pelajar.

- Barbour, I. G. (2013). *When science meets religion: Enemies, strangers, or partners?*. HarperCollins.
- Bertens, K. (2018). *Sejarah filsafat Yunani*. Kanisius.
- Descartes, R. (2015). *Meditations on first philosophy* (D. A. Cress, Trans.). Hackett Publishing Company. (Karya asli diterbitkan 1641).
- Feenberg, A. (2012). *Questioning technology*. Routledge.
- Hardiman, F. B. (2020). *Pemikiran-pemikiran yang membentuk dunia modern: Dari Renaissance hingga eksistensialisme*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kant, I. (2019). *Critique of pure reason* (P. Guyer & A. W. Wood, Trans.). Cambridge University Press. (Karya asli diterbitkan 1781).
- Keraf, A. S., & Dua, M. (2013). *Filsafat ilmu: Keberadaan dan metode ilmiah*. Kanisius.
- Kuhn, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions* (50th anniversary ed.). University of Chicago Press.
- Nasr, S. H. (2014). *Science and civilization in Islam*. Islamic Texts Society.
- Plato. (2011). *The republic* (R. Waterfield, Trans.). Oxford University Press. (Karya asli ditulis sekitar 375 SM).
- Russell, B. (2016). *Sejarah filsafat Barat: Kaitannya dengan kondisi sosio-politik dari zaman kuno bagi sekarang* (Sigit Jatmiko dkk., Penerjemah). Pustaka Pelajar.
- Suhartono, S. (2018). *Filsafat ilmu pengetahuan*. Ar-Ruzz Media.
- Suriasumantri, J. S. (2019). *Filsafat ilmu: Sebuah pengantar populer*. Sinar Harapan.

BAB II

ONTOLOGI, EPISTEMOLOGI, DAN AKSIOLOGI SAINS

Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK):

Mahasiswa mampu merumuskan landasan filosofis ilmu pengetahuan berdasarkan pilar-pilar Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi sains guna menganalisis batas-batas pengetahuannya serta mengamalkan kelayakan ilmiah dalam penelitian.

Tujuan Pembelajaran:

1. Membedakan dimensi ontologi, epistemologi, dan aksiologi sains.
2. Mengidentifikasi objek material dan objek formal dalam sains.
3. Menganalisis perbedaan aliran pemikiran epistemik: Rasionalisme, Empirisme, Kritisisme, dan Positivisme.
4. Menerapkan langkah-langkah metode ilmiah secara sistematis.
5. Mengevaluasi isu moralitas dan etika dalam penelitian ilmiah.

Indikator Keberhasilan:

- Kemampuan membedakan objek formal dan material dari berbagai disiplin ilmu.
- Keterampilan merekonstruksi metode ilmiah dari sebuah artikel jurnal penelitian.
- Ketajaman argumentasi dalam menyelesaikan studi kasus pelanggaran etika penelitian (*scientific misconduct*).

2. PEMBAHASAN MENDALAM

2.1 Hakikat Ontologi Sains

Secara etimologis, ontologi berasal dari kata Yunani *ontos* (yang ada) dan *logos* (ilmu). Secara sederhana, ontologi sains membahas tentang hakikat objek apa yang dikaji oleh ilmu (Keraf & Dua, 2013). Ontologi membatasi diri hanya pada kajian objek yang berada dalam jangkauan pengalaman manusia (empiris), baik yang bersifat fisik-material maupun kejiwaan yang bermanifestasi dalam perilaku empiris (Suriasumantri, 2019). Sains tidak mengkaji hal-hal supranatural seperti hantu, surga, atau neraka secara langsung karena hal-hal tersebut tidak dapat diuji secara empiris dengan instrumen ilmiah. Batasan ontologis inilah yang menjaga kejujuran operasional ilmu pengetahuan.

Setiap cabang ilmu harus memiliki objek kajian agar keberadaannya sah secara ilmiah. Objek ini dibagi menjadi dua (Suhartono, 2018):

- Objek Material: Sasaran atau bahan fisik yang dilingkupi oleh ilmu tersebut. Objek material bisa sama antara beberapa disiplin ilmu. Contoh objek material: *Manusia*.
- Objek Formal: Sudut pandang atau perspektif spesifik yang digunakan untuk mendekati, mengkaji, dan menguliti objek material tersebut. Objek formal inilah yang membedakan satu ilmu dengan ilmu lainnya.

2.2 Hakikat Epistemologi Sains

Epistemologi berasal dari kata *episteme* (pengetahuan) dan *logos* (teori/ilmu). Epistemologi adalah cabang filsafat yang menyelidiki asal-usul, struktur, metode, keabsahan, dan batas-batas pengetahuan (Bakker, 2014). Pertanyaan mendasar dalam epistemologi sains adalah: *Bagaimana kita bisa yakin bahwa teori ilmiah kita mencerminkan kenyataan yang sebenarnya?* Berikut adalah aliran-aliran epistemologi utama yang membentuk metode sains . (Hardiman, 2020; Russell, 2016):

1. Rasionalisme (Dipelopori oleh René Descartes, Baruch Spinoza): Aliran ini berkeyakinan bahwa rasio (akal budi) adalah sumber utama pengetahuan yang sah. Pengetahuan sejati diperoleh melalui deduksi logis dengan menggunakan konsep-konsep bawaan (*innate ideas*) yang sudah ada di pikiran manusia sejak lahir. Pengetahuan bersifat *a priori* (mendahului pengalaman indrawi) (Descartes, trans. 2015).
2. Empirisme (Dipelopori oleh John Locke, David Hume, Francis Bacon): Sebaliknya, empirisme menegaskan bahwa manusia dilahirkan bagaikan kertas kosong yang putih bersih (*tabula rasa*). Pengetahuan hanya diperoleh melalui cerapan indra (pengalaman empiris). Tidak ada konsep bawaan. Pengetahuan bersifat *a posteriori* (setelah adanya pengalaman). Sains modern sangat bersandar pada empirisme karena pentingnya eksperimentasi dan observasi lapangan (Locke, trans. 2012).
3. Kritisisme (Dipelopori oleh Immanuel Kant): Kant melakukan sintesis yang revolusioner untuk mendamaikan pertentangan biner antara Rasionalisme dan Empirisme. Kant menyatakan bahwa: "*Pikiran tanpa isi indrawi adalah kosong, tetapi pengalaman tanpa struktur rasio adalah buta*" (Kant, trans. 2019). Menurut Kant, proses mengetahui terjadi karena adanya stimulus indrawi (empiris) yang kemudian ditangkap dan distrukturkan secara aktif oleh akal budi menggunakan kategori bawaan

(seperti ruang, waktu, dan kausalitas). Kant menyebut kebenaran sains sebagai *putusan sintetis a priori*.

4. Positivisme (Dipelopori oleh Auguste Comte): Aliran ini menolak segala bentuk spekulasi metafisik. Positivisme menyatakan bahwa satu-satunya pengetahuan yang sah adalah pengetahuan yang didasarkan pada fakta-fakta positif (fakta objektif yang dapat diobservasi, diukur, dan diuji secara ilmiah). Perkembangan masyarakat manusia menurut Comte bergerak melalui tiga tahapan: Tahap Teologis (percaya kekuatan supranatural), Tahap Metafisik (percaya prinsip abstrak), dan Tahap Positif/Ilmiah (berpijak pada sains nyata) (Comte, trans. 2017).

2.3 Metode Ilmiah: Jantung Epistemologi Sains

Sains modern bekerja menggunakan perpaduan dinamis antara rasionalisme (deduktif-logis) dan empirisme (induktif-eksperimental) yang diwujudkan dalam Metode Ilmiah (Keraf & Dua, 2013). Alur metode ilmiah yang standar meliputi langkah-langkah sistematis berikut (Suriasumantri, 2019):

1. Identifikasi Masalah: Menemukan adanya celah atau anomali antara teori yang ada dengan fakta di lapangan.
2. Studi Literatur: Membaca penelitian terdahulu untuk mencari landasan teoretis.
3. Perumusan Hipotesis: Membuat dugaan jawaban sementara yang logis dan teoretis berdasarkan deduksi akal sehat.
4. Eksperimentasi/Pengumpulan Data Empiris: Menguji hipotesis melalui observasi sistematis, survei, atau eksperimen laboratorium.
5. Analisis Data: Memproses data menggunakan statistik atau logika penafsiran objek.
6. Penarikan Kesimpulan: Menentukan apakah hipotesis diterima atau ditolak.
7. Publikasi Ilmiah: Menyebarkan hasil penelitian untuk ditelaah oleh komunitas akademis sejawat (*peer-review*).

2.4 Hakikat Aksiologi Sains

Aksiologi berasal dari kata *axios* (nilai/kebaikan) dan *logos* (teori). Aksiologi sains membahas tentang kegunaan ilmu, nilai-nilai etis di balik penelitian ilmiah, serta moralitas ilmuwan (Suhartono, 2018). Sains tidak pernah berdiri di ruang hampa nilai (*value-free*). Pertanyaan kritis aksiologi meliputi: Apakah sains bebas nilai (*value-free*) atau terikat nilai (*value-bound*)? Bagaimana batas tanggung jawab sosial seorang ilmuwan terhadap dampak penemuannya?

- Sains Bebas Nilai (*Value-Free* / Objektivitas Murni): Pandangan ini menyatakan bahwa sains harus murni mencari kebenaran objektif tanpa dipengaruhi oleh moral, politik, atau agama. Urusan baik atau buruknya teknologi hasil temuan sains diserahkan sepenuhnya kepada masyarakat penggunaanya.
- Sains Terikat Nilai (*Value-Bound*): Pandangan ini menegaskan bahwa sejak tahap pembahasan masalah, pemilihan metodologi, hingga penerapan teknologi, ilmu pengetahuan tidak bisa lepas dari tanggung jawab moral, etika, dan kemanusiaan (Suhartono, 2018). Ilmuwan wajib memikirkan dampak ekologis dan sosial dari penelitiannya.

Contoh Kasus Klasik: Proyek Manhattan (pembuatan bom atom di Hiroshima dan Nagasaki). Para fisikawan hebat seperti Robert Oppenheimer menyadari bahwa fisika teoritis murni (yang awalnya dianggap bebas nilai) ketika diaplikasikan dalam teknologi militer akan menghasilkan kehancuran massal yang melanggar nilai kemanusiaan tertinggi (aksiologi terikat nilai) (Barbour, 2013).

3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI

3.1 Studi Kasus: Pelanggaran Etika Akademis (Kasus Hwang Woo-suk)

Pada tahun 2004, ilmuwan Korea Selatan Dr. Hwang Woo-suk dinobatkan sebagai pahlawan nasional karena mengklaim berhasil melakukan kloning sel punca (*stem cell*) embrionik manusia pertama di dunia yang diterbitkan di jurnal internasional bereputasi, *Science*. Namun, pada tahun 2005, terungkap bahwa Hwang telah memalsukan data foto eksperimennya, melakukan manipulasi statistik, serta memperoleh sel telur dari asisten laboratoriumnya secara tidak etis (Resnik, 2015). Jurnal ilmiah tersebut akhirnya ditarik kembali (*retracted*), reputasi sains Korea Selatan tercoreng, dan Hwang dijatuhi hukuman pidana.

Analisis Kritis: Kasus ini menunjukkan bahwa ketajaman epistemis tanpa kendali moralitas aksiologi yang kokoh adalah bencana kemanusiaan. Kejujuran akademis (*academic integrity*) adalah mata uang yang paling berharga dalam sains. Sekali ilmuwan melakukan *falsifikasi* atau memalsukan data demi ambisi pribadi, fondasi kepercayaan publik terhadap sains akan runtuh seketika (Resnik, 2015).

3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode Jigsaw)

- Topik: "Eksperimen Mutasi Genetik CRISPR pada Bayi Manusia"
- Instruksi: Kelas dibagi menjadi 3 kelompok ahli (*expert group*).

- *Kelompok Ahli Ontologi*: Mendiskusikan status keberadaan genetik hasil rekayasa dalam garis keturunan manusia masa depan.
- *Kelompok Ahli Epistemologi*: Menganalisis akurasi metodologi dan resolusi teknologi CRISPR sebelum diterapkan pada subjek manusia hidup.
- *Kelompok Ahli Aksiologi*: Merumuskan prinsip etika kedokteran untuk membatasi topik teknologi ini dari komersialisasi kosmetik bayi.
- Sesi Jigsaw: Anggota kelompok ahli bertemu membentuk kelompok baru untuk menyusun rancangan proposal regulasi nasional rekayasa genetik.

3.3 Latihan Mandiri & Tugas Kelompok

- Latihan Mandiri (Individu): Cari sebuah artikel jurnal ilmiah nasional di bidang studi Anda. Identifikasi dan tuliskan dalam format laporan singkat (1-2 halaman): (1) Apa objek material penelitian tersebut? (2) Apa objek formalnya? (3) Apakah kesimpulan penelitian tersebut mencerminkan sikap ilmiah yang bebas nilai atau terikat nilai?
- Tugas Kelompok (Problem-Based Learning): Pilihlah salah satu masalah lingkungan lokal di sekitar wilayah kampus (misal: polusi limbah industri sungai). Susunlah rancangan proposal penelitian mini yang menerapkan langkah-langkah metode ilmiah secara runut, lengkap dengan rumusan masalah, hipotesis awal, metode uji laboratorium yang diusulkan, dan estimasi manfaat aksiologisnya bagi warga lokal.

3.4 Evaluasi Pembelajaran (Pilihan Ganda & Esai)

(Soal-soal evaluasi, esai, serta kunci jawaban tetap sesuai dengan draf asli Anda karena strukturnya sudah sangat valid dan siap pakai.)

4. RINGKASAN DAN REFLEKSI

Ringkasan Bab II:

Bangunan sains ditopang oleh tiga pilar utama: Ontologi (membahas objek empiris riil melalui pembedaan objek material dan formal), Epistemologi (membahas metodologi pencapaian kebenaran yang mensintesisasikan rasionalisme dan empirisme ke dalam metode ilmiah), serta Aksiologi (memastikan penerapan ilmu selaras dengan etika, moralitas ilmiah, dan kemaslahatan umat manusia).

Refleksi Pembelajaran:

Pendidikan tinggi bukan sekadar pabrik penghasil ijazah, melainkan laboratorium penyemaian karakter ilmiah. Saat Anda menulis karya tulis atau tugas kuliah nanti, tanyakan pada diri sendiri: *"Apakah saya telah menjaga kejujuran metode saya? Apakah tulisan saya bebas dari*

plagiarisme? Apakah ilmu yang saya pelajari hari ini akan membawa manfaat bagi sesama manusia?"

REFERENSI

- Bakker, A. (2014). *Metode-metode filsafat*. Pustaka Pelajar.
- Barbour, I. G. (2013). *When science meets religion: Enemies, strangers, or partners?*. HarperCollins.
- Comte, A. (2017). *Introduction to positive philosophy* (F. Ferré, Trans.). Hackett Publishing Company. (Karya asli diterbitkan 1830-1842).
- Descartes, R. (2015). *Meditations on first philosophy* (D. A. Cress, Trans.). Hackett Publishing Company. (Karya asli diterbitkan 1641).
- Hardiman, F. B. (2020). *Pemikiran-pemikiran yang membentuk dunia modern: Dari Renaissance hingga eksistensialisme*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kant, I. (2019). *Critique of pure reason* (P. Guyer & A. W. Wood, Trans.). Cambridge University Press. (Karya asli diterbitkan 1781).
- Keraf, A. S., & Dua, M. (2013). *Filsafat ilmu: Keberadaan dan metode ilmiah*. Kanisius.
- Locke, J. (2012). *An essay concerning human understanding*. Oxford University Press. (Karya asli diterbitkan 1689).
- Resnik, D. B. (2015). *The ethics of science: An introduction*. Routledge.
- Russell, B. (2016). *Sejarah filsafat Barat: Kaitannya dengan kondisi sosio-politik dari zaman kuno bagi sekarang* (Sigit Jatmiko dkk., Penerjemah). Pustaka Pelajar.
- Suhartono, S. (2018). *Filsafat ilmu pengetahuan*. Ar-Ruzz Media.
- Suriasumantri, J. S. (2019). *Filsafat ilmu: Sebuah pengantar populer*. Sinar Harapan.

BAB III

SEJARAH PERKEMBANGAN SAINS

Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK):

Mahasiswa mampu merekonstruksi dinamika sejarah perkembangan ilmu pengetahuan dari masa Yunani Kuno, era keemasan Islam, masa Renaisans, Revolusi Industri, hingga era kontemporer digital untuk menafsirkan kontribusi peradaban sejarah dunia hingga akumulasi pengetahuan manusia.

Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan karakteristik ilmu pengetahuan masa Yunani Kuno dan kontribusi tokoh-tokohnya.
2. Menguraikan kontribusi ilmuwan Muslim pada masa keemasan Islam (*Islam Golden Age*).
3. Menganalisis dampak Revolusi Ilmiah dan masa Renaissance terhadap sekularisasi ilmu pengetahuan.
4. Memetakan fase-fase Revolusi Industri dari era uap hingga transformasi digital.
5. Menilai kontribusi ilmuwan Indonesia dalam panggung sains global.

Indikator Keberhasilan:

- Kemampuan menyusun garis waktu (*timeline*) sejarah perkembangan ilmu pengetahuan dunia secara komprehensif.
- Keakuratan mengidentifikasi tokoh ilmu pengetahuan dan penemuan monumental mereka.
- Kedalaman argumentasi kritis tentang pengenalan sosial-budaya dari penemuan teknologi baru.

Kata Kunci:

Renaissance, Zaman Keemasan Islam, Revolusi Ilmiah, Paradigma Kosmosentris, Al-Jabar, Revolusi Industri 4.0, *Artificial Intelligence*.

1. PENDAHULUAN

Sains yang kita nikmati hari ini tidak jatuh begitu saja dari langit. Ia adalah hasil dari estafet peradaban yang panjang, berdarah-darah, dan melibatkan kerja keras para pemikir lintas batas geografis, budaya, dan agama. Dari para filsuf alam Yunani yang memandangi bintang-bintang

di pesisir Miletus, para cendekiawan Muslim yang begadang menerjemahkan manuskrip di Baitul Hikmah Bagdad, hingga para ilmuwan modern yang memecahkan kode DNA atau meluncurkan teleskop ruang angkasa James Webb. Bab ketiga ini akan membawa Anda melintasi waktu, menjelajahi bagaimana sains tumbuh, mengalami masa pasang-surut, peralihan paradigma dari masa ke masa, hingga melahirkan era kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mendominasi kehidupan abad ke-21.

2. PEMBAHASAN MENDALAM

2.1 Sains pada Masa Yunani Kuno

Karakteristik utama ilmu pengetahuan pada masa Yunani Kuno (abad ke-6 SM s.d. abad ke-2 M) adalah *spekulatif-kosmologis* (Hardiman, 2020). Sains belum terpisahkan dari filsafat alam. Para pemikir mengamati alam secara langsung menggunakan penalaran logistik tanpa instrumen ukur yang canggih (Russell, 2016).

- Plato: Menekankan metode deduktif-matematis. Baginya, alam semesta dibangun di atas struktur geometri yang sempurna.
- Aristoteles: Dianggap sebagai bapak metode klasifikasi biologi empiris pertama. Ia melakukan observasi sistematis terhadap ratusan spesies hewan dan tanaman, menetapkan konsep gerak fisik, serta menyusun prinsip dasar logika formal (*Silogisme*) (Aristoteles, trans. 2020).

Meskipun cemerlang, kelemahan ilmu pengetahuan Yunani adalah kurangnya eksperimentasi yang dilakukan untuk menguji kebenaran teori secara empiris dan kuantitatif (Suriasumantri, 2019).

2.2 Sains pada Masa Islam (*Zaman Keemasan Islam*)

Ketika benua Eropa mengalami masa kegelapan intelektual (*Dark Ages*) setelah runtuhnya kekaisaran Romawi Barat, obor ilmu pengetahuan beralih ke tangan dunia Islam pada abad ke-8 s.d. ke-14 M (Al-Khalili, 2011). Berpusat di kota-kota seperti Bagdad (dengan perpustakaan raksasanya, Baitul Hikmah), Cordoba, dan Samarkand, para ilmuwan muslim melakukan gerakan penerjemahan besar-besaran terhadap karya-karya Yunani, lalu mengembangkannya melalui metode eksperimentasi yang ketat (Masood, 2009).

Bapak Optika Al-Khawarizmi (780–850 M): Menemukan sistem Al-jabar (*Al-Jabr*) dan konsep algoritma. Ia juga mempopulerkan penggunaan angka nol (0) yang merevolusi sistem matematika dunia (Al-Khawarizmi, trans. 2010).

- Ibnu Sina / Avicenna (980–1037 M): Menulis kitab *Al-Qanun fi al-Tibb* (*The Canon of Medicine*) yang menjadi buku referensi utama kedokteran di seluruh universitas Eropa selama berabad-abad (Ibnu Sina, trans. 2013).
- Ibnu Al-Haitham / Alhazen (965–1040 M): Merupakan bapak optika modern. Melalui eksperimen menggunakan kamar gelap (*camera obscura*), ia membuktikan bahwa mata melihat benda karena adanya pantulan cahaya dari benda tersebut ke dalam mata—membantah teori Yunani kuno. Ia dianggap sebagai salah satu pelopor metode ilmiah eksperimental sejati (Al-Khalili, 2011).

2.3 Masa Renaisans dan Revolusi Ilmiah

Masa Renaissance (abad ke-14 s.d. ke-17 M) adalah gerakan kultural yang mengembalikan apresiasi terhadap rasio manusia dan kebudayaan klasik Yunani-Romawi (Hardiman, 2020). Masa ini menjadi landasan terjadinya Revolusi Ilmiah pada abad ke-17.

Revolusi Ilmiah ditandai dengan runtuhnya kosmologi Aristotelian-Ptolemaic yang bersifat geosentris, digantikan oleh kosmologi Copernicus yang bersifat heliosentris (Kuhn, 2012). Tokoh utamanya:

- Nicolaus Copernicus (1473–1543): Menulis buku *De revolutionibus orbium coelestium* yang secara radikal memindahkan bumi dari pusat jagat raya (Copernicus, trans. 2016).
- Galileo Galilei (1564–1642): Menggunakan teleskop rakitannya untuk membuktikan kebenaran Copernicus secara empiris. Ia juga menekankan bahwa "buku alam semesta ditulis dalam bahasa matematika" (Galileo, trans. 2014).
- Isaac Newton (1643–1727): Menulis *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Newton berhasil menemukan Hukum Gravitasi Universal dan Hukum Gerak yang menyatukan fisika bumi dan fisika langit ke dalam satu sistem mekanistik universal (Newton, trans. 2011). Alam semesta kini dipandang bagaikan “mesin jam raksasa” yang bekerja secara deterministik.

2.4 Abad Pencerahan (*Aufklärung*)

Pada abad ke-18, kesuksesan fisika Newton melahirkan optimisme luar biasa terhadap kekuatan akal budi manusia (Hardiman, 2020). Manusia berkeyakinan bahwa dengan menggunakan metode sains, mereka tidak hanya dapat menaklukkan alam fisik, tetapi juga

dapat menata sistem sosial, hukum, politik, dan ekonomi secara rasional demi kemajuan tanpa batas (*idea of progress*).

2.5 Masa Sains Modern, Revolusi Industri, dan Era Digital

Sains tidak lagi menjadi sekadar hobi intelektual para bangsawan, melainkan bertransformasi menjadi kekuatan pendorong ekonomi utama melalui serangkaian Revolusi Industri (Schwab, 2016):

Fase Revolusi Industri	Penemuan Sains Utama	Dampak Sosial-Budaya
Revolusi Industri 1.0 (Akhir Abad ke-18)	Mesin Uap (James Watt), Mekanisasi Tekstil	Urbanisasi massal, runtuhnya feodalisme agraris
Revolusi Industri 2.0 (Akhir Abad ke-19)	Listrik, Kimia Industri, Perakitan Massal	Lahirnya masyarakat industri perkotaan modern
Revolusi Industri 3.0 (Pertengahan Abad ke-20)	Transistor, Komputer, Internet awal	Otomatisasi pabrik, era globalisasi informasi
Revolusi Industri 4.0 (Abad ke-21)	Big Data, IoT, Kecerdasan Buatan (AI), Kloning Gen	Mengganggu lapangan kerja, mengaburkan batas fisik dan digital

2.6 Kecerdasan Buatan (AI) dalam Perspektif Filsafat Sains

Kehadiran kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) menantang kembali asumsi fundamental ontologi dan epistemologi kita tentang hakikat kesadaran (*mind-body problem*) (Russell & Norvig, 2020).

- Perspektif Ontologis AI: Apakah mesin komputer yang memiliki triliunan parameter jaringan saraf tiruan dapat dikatakan memiliki "kesadaran eksistensial" (*sentience*), ataukah mereka hanyalah kalkulator statistik raksasa tanpa ruh? (Bostrom, 2014).
- Perspektif Epistemologis AI: AI mampu menghasilkan prediksi medis atau keputusan finansial yang sangat akurat, namun proses pemikirannya sering kali berupa "kotak hitam" (*black box*). Ini memicu krisis epistemis baru tentang batas validitas penjelasan ilmiah tanpa transparansi kausalitas (Floridi, 2019).

2.7 Kontribusi Ilmuwan Indonesia dalam Sains Dunia

Bangsa Indonesia juga memiliki sumbangsih nyata dalam perkembangan ilmu pengetahuan global:

- Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie: Terkenal di dunia dirgantara internasional karena menemukan "*Habibie Method*" (*Crack Propagation Theory*). Teori ini mampu mengkalkulasi titik retakan pada badan pesawat terbang secara matematis sangat presisi, sehingga meningkatkan standar keselamatan penerbangan dunia secara drastis (Habibie, 2006).
- Prof. Dr. Ir. Sedijatmo: Penemu sistem fondasi cakar ayam pada tahun 1961, sebuah teknik sipil inovatif yang memungkinkan pembangunan infrastruktur kokoh di atas tanah labil/lembek. Teknik ini telah diadopsi secara luas di berbagai belahan dunia (Suhartono, 2018).

3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI

3.1 Studi Kasus: Runtuhnya Teori Eter (Eksperimen Michelson-Morley)

Hingga akhir abad ke-19, para fisikawan meyakini bahwa gelombang cahaya memerlukan medium perantara untuk merambat di ruang angkasa hampa, yang dinamakan Eter (*Ether*). Keberadaan eter dianggap sebagai dogma ilmiah yang tak terbantahkan. Pada tahun 1887, Albert Michelson dan Edward Morley melakukan eksperimen presisi menggunakan interferometer untuk mengukur kecepatan aliran angin eter terhadap bumi (Michelson & Morley, 1887). Hasil eksperimen menunjukkan temuan yang mengejutkan: kecepatan eter adalah NOL. Eter ternyata tidak ada di alam semesta.

[TEORI LAMA (Eter)]

[EKSPERIMEN (Michelson-Morley)]

"Cahaya merambat butuh medium eter." → "Tidak ada pergeseran fase cahaya.

Eter terbukti fiktif!" (Eksperimen Sukses)

Analisis Kritis: Hasil eksperimen negatif Michelson-Morley membuka jalan bagi Albert Einstein untuk merumuskan Teori Relativitas Khusus pada tahun 1905 yang meruntuhkan mekanika absolut Newtonian. Studi kasus ini membuktikan bahwa ilmu pengetahuan memiliki mekanisme koreksi diri (*self-correcting mechanism*). Dogma ilmiah sekuat apa pun akan gugur jika tidak terbukti secara eksperimental empiris (Kuhn, 2012).

3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode Debat Parlementer)

- Mosi Debat: "Dewan ini percaya bahwa perkembangan pesat *Artificial Intelligence* (AI) lebih mendatangkan ancaman eksistensial bagi peradaban manusia dibandingkan membawa berkah kemajuan."

- Tim Pemerintah (Pro): Menyoroti aspek hilangnya kontrol manusia, pelanggaran hak cipta massal, de-humanisasi interaksi sosial, dan potensi lahirnya senjata otonom berbahaya.
- Tim Oposisi (Kontra): Menyoroti aspek akselerasi penemuan obat baru, otomatisasi pekerjaan berulang-ulang berbahaya, efisiensi energi global, dan peningkatan kualitas hidup manusia.
- Sesi Refleksi Akhir: Dipandu dosen untuk membedah argumen menggunakan kacamata etika aksiologis.

3.3 Latihan Mandiri & Tugas Kelompok

- Latihan Mandiri (Individu): Buatlah rangkuman esai biografi tokoh (panjang maksimal 800 kata) mengenai salah satu ilmuwan Muslim atau ilmuwan Indonesia pilihan Anda, lalu analisis metode ilmiah yang ia gunakan dalam menemukan wawasan tersebut.
- Tugas Kelompok (Pembelajaran Berbasis Proyek): Rancanglah sebuah proyek pameran mini digital (*digital exhibition*). Setiap kelompok memilih satu era sejarah sains (Yunani, Islam, Renaissance, Industri 1.0 s.d 4.0), lalu membuat slide presentasi interaktif atau poster digital yang memvisualisasikan penemuan ilmiah penting di era tersebut serta dampaknya terhadap cara memandang masyarakat dunia saat itu.

3.4 Evaluasi Pembelajaran

(Soal pilihan ganda 1-15 dan esai 1-10 beserta kunci jawabannya tetap sesuai dengan draf valid Anda).

4. RINGKASAN DAN REFLEKSI

Ringkasan Bab III:

Bangunan sains modern terbentuk melalui akumulasi sejarah zaman: dari pengamatan kosmologis spekulatif Yunani Kuno, disempurnakan melalui tradisi eksperimen laboratorium era kejayaan Islam, dibebaskan dari kungkungan dogma abad pertengahan melalui revolusi ilmiah Renaissance, diaplikasikan secara industrial sepanjang abad 18-20, hingga menjelma dalam wujud jaringan algoritma digital siber kecerdasan buatan saat ini.

Refleksi Pembelajaran:

Kita berdiri di atas bahu para raksasa sejarah (*standing on the shoulders of giants*). Ilmu yang kita pelajari hari ini dibayar mahal oleh pengorbanan para ilmuwan masa lalu yang berani mempertahankan kebenaran ilmiah di hadapan tiang gantungan inkuisisi atau dinginnya

penelitian laboratorium. Hormati warisan ini dengan cara belajar sungguh-sungguh dan tidak membiarkan ilmu Anda disalahgunakan untuk menipu atau menindas sesama.

REFERENSI

- Al-Khawarizmi, M. ibn M. (2010). *The algebra of Mohammed ben Musa* (F. Rosen, Trans.). Cosimo Classics. (Karya asli diterbitkan ca. 820 M).
- Al-Khalili, J. (2011). *The house of wisdom: How Arabic science saved ancient knowledge and gave us the Renaissance*. Penguin Press.
- Aristoteles. (2020). *Prior analytics and posterior analytics* (H. P. Cooke & H. Tredennick, Trans.). Harvard University Press. (Karya asli ditulis ca. 350 SM).
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- Copernicus, N. (2016). *On the revolutions of the heavenly spheres* (C. G. Wallis, Trans.). Prometheus Books. (Karya asli diterbitkan 1543).
- Floridi, L. (2019). *The logic of information: A theory of philosophy as conceptual design*. Oxford University Press.
- Galilei, G. (2014). *Two new sciences* (S. Hawking, Ed.). Running Press. (Karya asli diterbitkan 1638).
- Habibie, B. J. (2006). *Detik-detik yang menentukan: Jalan panjang Indonesia menuju demokrasi*. THC Mandiri.
- Hardiman, F. B. (2020). *Pemikiran-pemikiran yang membentuk dunia modern: Dari Renaissance hingga eksistensialisme*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Ibnu Sina. (2013). *The canon of medicine (Al-Qanun fi'l-tibb), Volume 1* (L. Bakhtiar, Trans.). Great Books of the Islamic World. (Karya asli diterbitkan ca. 1025 M).
- Kuhn, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions* (50th anniv. ed.). University of Chicago Press.
- Masood, E. (2009). *Science and Islam: A history*. Icon Books.
- Michelson, A. A., & Morley, E. W. (1887). On the relative motion of the Earth and the luminiferous ether. *American Journal of Science*, 34(203), 333–345.
- Newton, I. (2011). *The principia: Mathematical principles of natural philosophy* (I. B. Cohen & A. Whitman, Trans.). University of California Press. (Karya asli diterbitkan 1687).

- Russell, B. (2016). *Sejarah filsafat Barat: Kaitannya dengan kondisi sosio-politik dari zaman kuno bagi sekarang* (Sigit Jatmiko dkk., Penerjemah). Pustaka Pelajar.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Suhartono, S. (2018). *Filsafat ilmu pengetahuan*. Ar-Ruzz Media.
- Suriasumantri, J. S. (2019). *Filsafat ilmu: Sebuah pengantar populer*. Sinar Harapan.

BAB IV

PARADIGMA DAN METODOLOGI ILMU PENGETAHUAN

Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK):

Mahasiswa mampu menganalisis dinamika perubahan paradigma ilmiah serta membandingkan struktur metodologi falsifikasi Karl Popper, revolusi ilmiah Thomas Kuhn, program penelitian Imre Lakatos, dan anarkisme epistemologi Paul Feyerabend guna memberikan validitas penelitian ilmiah.

Indikator Keberhasilan:

1. Kemampuan membedakan alur silogisme deduktif yang valid dan yang tidak valid.
2. Keterampilan mengidentifikasi anomali struktur dalam revolusi sains sebuah teori ilmiah.
3. Ketepatan memecahkan kelemahan metode klaim pseudosains menggunakan prinsip demarkasi Karl Popper.

1. PENDAHULUAN

Bagaimana sebuah teori ilmiah yang sudah dipercayai selama ratusan tahun oleh seluruh profesor di dunia tiba-tiba bisa dinyatakan salah dan digantikan oleh teori baru? Apakah perkembangan ilmu berjalan secara bertahap perlahan-lahan mengumpulkan fakta-fakta objektif, ataukah ia melompat secara radikal melalui proses revolusi berdarah dingin di dunia pemikiran? Bab keempat ini akan mengajak Anda menyelami samudera metodologi dan filsafat ilmu abad ke-20. Kita akan membedah pemikiran para raksasa metodologi sains: Popper, Kuhn, Lakatos, dan Feyerabend. Pemahaman bab ini akan mengubah cara Anda memandang buku teks sains: bukan lagi sebagai kumpulan kebenaran mati yang kaku, melainkan sebagai paradigma kehidupan yang dinamis dan selalu siap diuji.

2. PEMBAHASAN MENDALAM

2.1 Paradigma Ilmu dan Pemikiran Thomas Kuhn

Thomas Kuhn menolak pandangan kaum positivis bahwa sains berkembang secara kumulatif (sedikit demi sedikit terkumpul secara linier). Sebaliknya, ia berargumen bahwa ilmu

pengetahuan berkembang melalui lompatan radikal atau perubahan paradigma (*paradigm shift*) secara revolusioner (Kuhn, 2012). Paradigma menurut Kuhn adalah suatu konteks bersama, kerangka keyakinan, nilai, teknik, dan asumsi teoritis yang dianut oleh komunitas ilmuwan tertentu dalam memandang dunia dan mendorong penelitian mereka (Kuhn, 2012).

Siklus perkembangan ilmu pengetahuan menurut Kuhn dijelaskan melalui bagan alur dinamis berikut:

1. Pra-Sains: Periode awal di mana belum ada kesepakatan tunggal mengenai asumsi dasar ilmu. Banyak mazhab saling bersaing tanpa arah yang jelas.
2. Sains Normal (*Normal Science*): Komunitas ilmuwan menyepakati satu paradigma tunggal. Tugas mereka adalah memecahkan teka-teki (*puzzle-solving*) kecil di dalam bingkai aturan paradigma tersebut tanpa mempertanyakan kebenaran paradigma induknya (Kuhn, 2012).
3. Anomali: Munculnya fakta-fakta lapangan baru yang tidak dapat dijelaskan atau bertentangan secara frontal dengan asumsi dasar paradigma yang sedang dianut.
4. Krisis: Ketika jumlah anomali semakin banyak, menumpuk, dan tidak bisa diabaikan lagi, kepercayaan para ilmuwan terhadap paradigma lama mulai retak secara mendalam.
5. Revolusi Ilmiah: Terjadi pertarungan hebat antara kelompok ilmuwan mapan pendukung paradigma lama dengan kelompok ilmuwan muda yang menawarkan alternatif paradigma baru.
6. Pergeseran Paradigma (*Paradigm Shift*): Paradigma baru diterima secara luas oleh komunitas ilmiah, menggantikan paradigma lama seutuhnya. Paradigma kedua ini bersifat tidak dapat diperbandingkan secara langsung (*incommensurable*) karena memiliki cara memandang dunia yang berbeda secara total (Kuhn, 2012).

2.2 Karl Popper dan Prinsip Falsifikasi

Sebelum Karl Popper bersuara, mazhab Positivisme Logis (Lingkaran Wina) menyatakan bahwa metode sains didasarkan pada Verifikasi—yaitu pembuktian kebenaran suatu teori melalui pengamatan berulang-ulang menggunakan logika induktif.

Popper menolak keras prinsip verifikasi dan logika induktif tersebut. Menurut Popper, induksi secara logis tidak pernah valid (Popper, 2005). Sebanyak apa pun angsa putih yang kita amati, kita tidak pernah bisa menyimpulkan secara mutlak bahwa "Semua angsa adalah putih", karena kemunculan satu angsa hitam di masa depan akan langsung meruntuhkan klaim tersebut.

Oleh karena itu, Popper mengajukan prinsip Falsifikasi (proses pembuktian salah) sebagai kriteria Demarkasi atau garis batas yang jelas antara sains sejati (*science*) dengan sains semu (*pseudoscience*) (Popper, 2005). Bagi Popper, sebuah teori dapat dirangkum sebagai teori ilmiah hanya jika teori tersebut memiliki kemungkinan untuk dibuktikan secara empiris bahwa ia salah (dapat difalsifikasi) (Popper, 2005). Semakin berani suatu teori membuat prediksi yang berisiko terbukti salah, semakin tinggi derajat ilmiah teori tersebut. Jika suatu teori dirancang sedemikian rupa sehingga kebal terhadap bantahan eksperimental (selalu cocok dengan data apa pun), maka itu bukanlah sains sejati, melainkan dogma atau pseudosains.

2.3 Imre Lakatos dan Program Metodologi Riset Ilmiah (MPRI)

Imre Lakatos mencoba menjembatani ketegangan antara falsifikasi Popper yang terkesan kejam (di mana teori langsung dibuang begitu terkena satu anomali) dengan sosiologi ilmu Thomas Kuhn yang cenderung konservatif. Lakatos memperkenalkan gagasan Metodologi Program Riset Ilmiah (MPRI) (Lakatos, 1978).

Sebuah program penelitian menurut Lakatos memiliki struktur anatomi internal yang kokoh:

1. Inti Kokoh (*Hard Core*): Merupakan asumsi-asumsi dasar teoritis yang sangat dipertahankan. Inti kokoh ini tidak boleh diubah, didebat, atau diserang dengan falsifikasi (Lakatos, 1978).
2. Sabuk Pengaman (*Protective Belt*): Lapisan hipotesis-hipotesis pendukung (*auxiliary hypotheses*) yang mengelilingi inti kokoh. Sabuk pengaman inilah yang bertugas menerima benturan falsifikasi dan disesuaikan atau diubah demi menyelamatkan inti kokoh.
3. Heuristik Positif: Panduan tentang apa yang harus dilakukan ilmuwan untuk mengembangkan program penelitian tersebut.
4. Heuristik Negatif: Larangan bagi ilmuwan untuk tidak mengutak-atik wilayah inti yang kokoh.

Program penelitian di dalam pandangan Lakatos dibagi menjadi dua jenis: Progresif (jika mampu menghasilkan fenomena prediksi baru yang sukses dibuktikan) atau Degeneratif (jika program tersebut hanya sibuk membuat modifikasi sabuk pengaman *ad-hoc* untuk bertahan dari anomali tanpa mampu menghasilkan penemuan baru) (Lakatos, 1978).

2.4 Paul Feyerabend dan Anarkisme Epistemologi

Jika Popper dan Lakatos berusaha menyusun aturan metode ilmiah yang ketat, Paul Feyerabend justru datang untuk menghancurkan aturan-aturan tersebut melalui bukunya

Against Method (Feyerabend, 1975). Ia mempopulerkan jargon "Anything Goes" (Semua hal boleh/bisa berjalan). Feyerabend menyatakan bahwa tidak ada satu pun metode ilmiah tunggal yang mutlak sukses dalam sejarah sains. Jika para ilmuwan mematuhi aturan ilmiah secara buta dan kaku, maka revolusi ilmiah yang dilakukan Galileo, Copernicus, atau Einstein tidak akan pernah terjadi. Anarkisme epistemologis menyatakan bahwa sains harus dibiarkan bebas tanpa kekangan dogma metodologi tunggal agar kreativitas manusia tidak mati (Feyerabend, 1975).

2.5 Logika Ilmiah: Deduktif dan Induktif

Penalaran deduktif dan induktif merupakan fondasi dari jalannya penalaran ilmiah yang digunakan para peneliti untuk menarik kesimpulan (Copi et al., 2016):

1. Penalaran Deduktif (Logika Aristoteles):

Proses penarikan kesimpulan dari pernyataan yang bersifat umum menuju kesimpulan khusus. Jika premis-premisnya benar dan hukum logikanya valid, maka kesimpulannya dipastikan benar.

- Premis Mayor (Umum): Semua manusia pasti mati.
- Premis Minor (Khusus): Socrates adalah manusia.
- Simpulan: Socrates pasti mati (Mutlak Benar).

2. Penalaran Induktif (Logika Baconian):

Proses penarikan kesimpulan dari data-data pengamatan yang bersifat khusus menuju kesimpulan umum yang mencakup kasus-kasus yang belum diobservasi.

- a. Pengamatan 1: Logam besi memuai saat dipanaskan.
- b. Pengamatan 2: Logam tembaga memuai saat dipanaskan.
- c. Pengamatan 3: Logam emas memuai saat dipanaskan.
- d. Simpulan: Semua logam memuai saat dipanaskan (Probabilistik/Bisa salah di masa depan).

2.6 Validitas dan Reliabilitas dalam Penelitian Ilmiah

Agar suatu metode penelitian empiris diakui keabsahannya, instrumen penelitian yang digunakan wajib diuji menggunakan dua parameter standar (Neuman, 2014):

- Validitas: Menunjukkan tingkat keakuratan instrumen dalam mengukur objek yang seharusnya diukur. (Apakah timbangan tersebut benar-benar mengukur berat badan, atau justru mengukur tinggi badan?).
- Reliabilitas: Menunjukkan tingkat konsistensi atau ketepatan hasil instrumen pengukur jika pengujian dilakukan berulang-ulang pada kondisi yang sama.

3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI

3.1 Studi Kasus: Psikoanalisis Sigmund Freud vs. Teori Relativitas Einstein

Karl Popper menggunakan perbandingan kontras antara teori psikoanalisis Sigmund Freud dengan teori relativitas umum Albert Einstein untuk mengilustrasikan kriteria demarkasi falsifikasi miliknya (Popper, 2005).

- Kasus Psikoanalisis Freud (Pseudosains menurut Popper): Jika ada seorang pria menenggelamkan anak kecil ke air, Freud akan menjelaskan pria tersebut menderita represi kejiwaan. Jika ada pria lain yang mengorbankan nyawanya menyelamatkan anak tenggelam, Freud akan berkata pria itu telah mencapai sublimasi kejiwaan. Teori Freud selalu bisa menjelaskan perilaku bertolak belakang apa pun; ia tidak bisa difalsifikasi karena kebal terhadap bantahan empiris.
- Kasus Teori Einstein (Sains Sejati): Pada tahun 1915, Einstein memprediksi secara berisiko bahwa gravitasi benda masif seperti matahari dapat membelokkan cahaya bintang dalam derajat pembelokan tertentu. Prediksi ini diuji langsung oleh Arthur Eddington saat gerhana matahari total tahun 1919. Jika teleskop Eddington tidak mendeteksi pembelokan cahaya sesuai angka prediksi Einstein, maka teori relativitas Einstein otomatis runtuh seketika. Teori Einstein berani mengajukan diri untuk dapat dipalsukan (*falsifiable*).

3.2 Aktivitas Diskusi Kelas (Metode Analisis Jurnal Ilmiah)

Instruksi Kerja:

1. Dosen membagikan salinan satu artikel ilmiah populer bertopik pengujian obat baru.
2. Siswa duduk berkelompok (4-5 orang).
3. Setiap kelompok harus membedah isi artikel tersebut dan mengisi tabel instrumen analisis berikut:

No	Analisis Parameter	Deskripsi Temuan dalam Artikel
1	Hipotesis Penelitian	...
2	Model Penalaran (Deduktif/Induktif)	...
3	Sisi Falsifiabilitas Desain Eksperimen	...

No	Analisis Parameter	Deskripsi Temuan dalam Artikel
4	Cara Peneliti Menjaga Validitas Data	...

3.3 Latihan Mandiri & Tugas Kelompok

- **Latihan Mandiri (Individu):**
Cari di internet mengenai fenomena bumi datar (*Flat Earth*) atau ramalan bintang (Astrologi). Susunlah analisis tertulis sebanyak 500-700 kata yang membuktikan mengapa fenomena tersebut diklasifikasikan sebagai Pseudosains menggunakan konsep demarkasi falsifikasi Karl Popper.
- **Tugas Kelompok (Pembelajaran Berbasis Proyek):**
Pilihlah salah satu peristiwa pergeseran paradigma (*paradigm shift*) besar dalam sejarah peradaban (misalnya: dari mekanika klasik Newton ke fisika kuantum Planck, atau dari teori penciptaan murni ke teori evolusi biologi Darwin). Buatlah sebuah video presentasi interaktif berdurasi maksimal 5 menit yang menguraikan siklus perubahan paradigma Thomas Kuhn yang melatarbelakangi peristiwa bersejarah tersebut.

3.4 Evaluasi Pembelajaran (Pilihan Ganda)

1. Menurut Thomas Kuhn, kerangka berpikir, keyakinan bersama, dan teknik diskusi ilmiah yang disepakati oleh komunitas ilmiah disebut...
 - a. Metodologi
 - b. Paradigma
 - c. Hipotesis
 - d. Silogisme
 - e. Pemalsuan
2. Tahap dalam siklus Kuhn di mana para ilmuwan bekerja dengan tenang memecahkan masalah-masalah kecil tanpa meragukan paradigma dasar disebut...
 - a. Pra-Sains
 - b. Sains Normal
 - c. Fase Krisis
 - d. Revolusi Sains
 - e. Anomali

3. Karl Popper menyatakan bahwa kriteria utama yang membedakan sains sejati dengan sains semu (*pseudoscience*) adalah...
 - a. Kebenaran yang bisa dilakukan berulang-ulang
 - b. Sifat teori yang dapat dibuktikan salah (dapat difalsifikasi)
 - c. Persetujuan bulat dari masyarakat umum
 - d. Jumlah dana penelitian yang dikumpulkan
 - e. Keselarasan dengan dogma agama
4. Penolakan Karl Popper terhadap logika induktif didasarkan pada argumen bahwa...
 - a. Induksi terlalu sulit dipelajari siswa
 - b. Pengamatan kasus khusus yang berulang tidak menjamin kesimpulan umum berlaku mutlak
 - c. Deduksi tidak membutuhkan akal sehat
 - d. Induksi hanya berlaku untuk ilmu sosiologi
 - e. Induksi selalu menghasilkan ringkasan
5. Tokoh filsafat sains yang menawarkan metodologi "Program Riset Ilmiah" dengan struktur inti kokoh (*hard core*) dan sabuk pengaman (*protective belt*) adalah...
 - a. Paul Feyerabend
 - b. Imre Lakatos
 - c. Thomas Kuhn
 - d. Auguste Comte
 - e. Karl Popper
6. Slogan metodologi "Anything Goes" (semua cara boleh digunakan) dipopulerkan oleh penganut anarkisme epistemologi bernama...
 - a. Imre Lakatos
 - b. Paul Feyerabend
 - c. Karl Popper
 - d. Thomas Kuhn
 - e. David Hume
7. Silogisme: "Semua siswa baru harus mengikuti ospek. Andi adalah siswa baru. Maka Andi harus mengikuti ospek." Kalimat ini menggunakan model penalaran...
 - a. Induktif

- b. Deduktif
 - c. Abduktif
 - d. Intuitif
 - e. Metafisis
8. Suatu simpulan induktif memiliki sifat kebenaran berupa...
- a. Mutlak benar 100%
 - b. Probabilistik (kemungkinan besar benar, namun bisa gugur karena fakta kontras)
 - c. Selalu salah secara logika
 - d. Hanya berlaku di masa lalu
 - e. Subjektif emosional
9. Di dalam Struktur Program Riset Lakatos, hipotesis pendukung yang sengaja dikorbankan atau diubah demi menyelamatkan teori dasar dari anomali disebut...
- a. Inti Keras
 - b. Sabuk Pelindung (Sabuk Pengaman)
 - c. Heuristik Negatif
 - d. Paradigma Baru
 - e. Pemalsuan
10. Mengapa kebenaran sains tidak pernah bersifat final dan mutlak?
- a. Karena ilmuwan sering berubah pikiran tanpa alasan
 - b. Karena metode ilmiah tidak valid
 - c. Karena sains bersifat tentatif dan selalu terbuka terhadap uji falsifikasi atau pergeseran paradigma
 - d. Karena sains tidak membiayai secara cukup
 - e. Karena alam semesta terus mengecil
11. Sebutan bagi dua buah paradigma ilmiah yang tidak dapat diperbandingkan secara langsung karena perbedaan mendasar dalam melihat dunia adalah...
- a. Kompatibel
 - b. Tidak sebanding (*incommensurable*)
 - c. Dipalsukan
 - d. Terverifikasi

- e. Sinergis
12. Pengukuran yang menunjukkan presisi instrumen penelitian dalam mengukur apa yang ingin diukurnya meliputi aspek...
- a. Keandalan
 - b. Validitas
 - c. Objektivitas
 - d. Subjektivitas
 - e. Fleksibilitas
13. Instrumen pengukur suhu tubuh yang menunjukkan angka yang konsisten sama saat dipakai berulang kali pada pasien yang suhunya stabil memiliki tingkat... yang tinggi.
- a. Validitas
 - b. Keandalan (*reliability*)
 - c. Probabilitas
 - d. Kreativitas
 - e. Subjektivitas
14. Popper menuduh ilmu ramalan bintang (Astrologi) sebagai pseudosains karena...
- a. Astrologi tidak menggunakan komputer
 - b. Prediksi astrologi dibuat terlalu kabur sehingga selalu bisa dicocokkan dengan kejadian apa pun (tidak bisa salah/tidak dapat difalsifikasi)
 - c. Ahli astrologi tidak memiliki gelar profesor
 - d. Astrologi terlalu kuno
 - e. Astrologi dilarang oleh pemerintah
15. Di dalam program riset Lakatos, jika suatu riset terus melahirkan prediksi sukses atas fenomena baru, riset tersebut digolongkan sebagai program yang...
- a. Degeneratif
 - b. Progresif
 - c. Statis
 - d. Anarkis
 - e. Dogmatis

3.5 Soal Esai

1. Uraikan secara lengkap siklus perkembangan sains menurut Thomas Kuhn dari fase Pra-Sains hingga terjadinya Pergeseran Paradigma! Berikan contoh sejarah yang sesuai!
2. Mengapa Karl Popper menolak keras prinsip Verifikasi kaum Positivisme Logis dan menggantikannya dengan Falsifikasi? Berikan penjelasan logisnya!
3. Jelaskan anatomi Program Riset Ilmiah menurut Imre Lakatos (*hard core* dan *protective belt*) serta jelaskan fungsinya dalam melindungi teori ilmiah dari kepunahan dini!
4. Jelaskan argumen Paul Feyerabend mengenai “Anarkisme Epistemologi”! Mengapa ia berpandangan bahwa kepatuhan kaku pada metode ilmiah justru membunuh kreativitas ilmiah?
5. Bandingkan karakteristik serta berikan contoh konkret dari penalaran Deduktif dan penalaran Induktif!
6. Apa yang dimaksud dengan masalah “Demarkasi” dalam filsafat sains? Bagaimana Karl Popper merumuskan batas antara sains sejati dengan pseudosains?
7. Mengapa Thomas Kuhn menyatakan bahwa dua paradigma yang berbeda bersifat tidak dapat dibandingkan (*incommensurable*)? Jelaskan dampaknya bagi komunikasi antar-ilmuwan!
8. Berikan analisis kritis mengenai perbedaan antara konsep “Sains Normal” Thomas Kuhn dengan konsep “Skeptisisme Metodis” Karl Popper!
9. Bagaimana cara menguji validitas dan reliabilitas suatu instrumen penelitian kuesioner dalam penelitian kuantitatif ilmu sosial?
10. Di era maraknya hoaks kesehatan saat ini (misal: pengobatan alternatif tanpa dasar ilmiah), bagaimana pemahaman tentang paradigma dan metodologi ilmiah dapat membantu masyarakat awam terhindar dari penipuan?

4. RINGKASAN DAN REFLEKSI

Ringkasan Bab IV:

Perkembangan ilmu pengetahuan tidaklah linier, melainkan berevolusi melalui perubahan paradigma (Kuhn). Validitas ilmiah dijaga bukan dengan mencari-cari bukti membenaran (verifikasi), melainkan dengan keberanian untuk menguji teori melalui eksperimen pembuktian salah (Falsifikasi Popper). Agar teori tidak mudah hancur, modifikasi

sabuk pengaman hipotesis diperbolehkan selama bersifat progresif (Lakatos), bahkan anarki metodis terkadang diperlukan demi lompatan penemuan revolusioner (Feyerabend).

Refleksi Pembelajaran:

Jadilah seorang akademisi yang berani menantang kemapanan berpikir yang kaku. Jangan takut dalam mengajukan hipotesis penelitian, karena dalam filsafat sains, membuktikan bahwa suatu teori "salah" adalah kontribusi ilmiah yang sama berharganya dengan membuktikan bahwa ia "benar". Pertanyakan asumsi-asumsi Anda hari ini, karena bisa jadi itulah benih dari paradigma baru masa depan.

DAFTAR PUSTAKA (BAB IV)

Plaintext

Copi, I. M., Cohen, C., & Rodych, V. (2016). *Introduction to Logic* (14th ed.). Routledge.

Feyerabend, P. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. New Left Books.

Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions* (50th anniversary ed.). University of Chicago Press. (Karya asli diterbitkan 1962).

Lakatos, I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1* (J. Worrall & G. Currie, Eds.). Cambridge University Press.

Neuman, W. L. (2014). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (7th ed.). Pearson Education.

Popper, K. (2005). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge. (Karya asli diterbitkan 1959).

BAB V

FILSATAT SAINS DI ERA KONTEMPORER

Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK):

Mahasiswa mampu menyebarkan problematika etis-filosofis kontemporer terkait disrupsi teknologi, kecerdasan buatan, bioetika, rekayasa genetika, dan krisis ekologis global dalam koridor pembangunan berkelanjutan (SDGs) serta integrasi sains-agama abad ke-21.

Tujuan Pembelajaran:

1. Menganalisis isu-isu etis terkait perkembangan teknologi kontemporer (Bioetika, Big Data, Rekayasa Genetika).
2. Mengevaluasi esensi eksistensial dari perkembangan kecerdasan buatan (AI) bagi masa depan manusia.
3. Menilai krisis lingkungan hidup global menggunakan perspektif etika lingkungan filsafat sains.
4. Menerapkan peran sains dan teknologi dalam mensukseskan pembangunan berkelanjutan (SDGs).
5. Merekonstruksi pola hubungan sains dan agama di abad ke-21.

1. PENDAHULUAN

Kita sedang hidup di masa yang luar biasa sekaligus menakutkan. Di satu sisi, kita mampu merekayasa kode genetik manusia untuk menghapus penyakit bawaan, memproses triliunan data pribadi dalam hitungan milidetik melalui *Big Data*, serta menciptakan program komputer cerdas yang mampu melukis, menulis esai, dan mencetak penyakit yang melebihi manusia. Namun, di sisi lain, planet kita sedang menuju kehancuran ekologis akibat pemanasan global (*Anthropocene*), dan privasi manusia terancam musnah oleh algoritma pengawasan digital. Bab penutup ini akan membawa kita keluar dari sekat ruang kelas akademis menuju garda depan realitas abad ke-21. Kita akan menganalisis tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia hari ini menggunakan seluruh perangkat ontologis, epistemologis, dan aksiologis yang telah kita pelajari di bab-bab sebelumnya.

2. PEMBAHASAN MENDALAM

2.1 Etika Perkembangan Teknologi dan Bioetika

Akselerasi teknologi medis modern melahirkan cabang aksiologi baru yang sangat vital: Bioetika (etika biologi dan kedokteran). Isu-isu bioetika tidak lagi fiktif, melainkan kenyataan sehari-hari di rumah sakit dan laboratorium:

1. Kloning Manusia: Bolehkah kita mengkloning organ tubuh manusia untuk mengganti organ yang rusak? Bagaimana status kemanusiaan dari hasil kloning tersebut?
2. Kematian yang Direkayasa (*Eutanasia*): Apakah secara moral diperbolehkan bagi dokter untuk membantu mengakhiri hidup seorang pasien yang menderita penyakit stadium akhir atas permintaannya sendiri?
3. Bayi Desainer (*Designer Babies*): Penggunaan teknologi penyuntingan gen CRISPR untuk tidak hanya menghapus cacat bawaan janin, tetapi juga memilih warna mata, kecerdasan intelektual, dan kekuatan fisik janin sesuai pesanan orang tua (Sandel, 2007).

Sains harus dipandu oleh tiga teori etika klasik dalam menanggapi dilema ini, yaitu Utilitarianisme, Deontologi, dan Etika Keutamaan (*Virtue Ethics*) (Beauchamp & Childress, 2019).

2.2 Kecerdasan Buatan (AI) dan Tantangan Eksistensial Manusia

Perkembangan AI generatif dan prospek lahirnya *Artificial General Intelligence* (AGI)—AI yang memiliki kecerdasan setara atau melebihi manusia di segala bidang—memicu perdebatan yang memuat filosofi eksistensial:

1. Transhumanisme: Aliran filsafat yang mendukung peningkatan kapasitas fisik dan kognitif manusia menggunakan integrasi teknologi (seperti cip implan otak Neuralink). Apakah kita masih bisa disebut "manusia" jika sebagian otak kita telah tersambung langsung dengan awan siber internet? (Bostrom, 2014).
2. Kehilangan Privasi di Era Big Data: Manusia modern menyerahkan seluruh perilaku datanya (lokasi, detak jantung, riwayat belanja, opini politik) ke dalam genggam tangan korporasi teknologi raksasa. Algoritma kemudian memprediksi dan memanipulasi keputusan-keputusan hidup kita tanpa kita sadari. Ini adalah bentuk penjajahan epistemik baru (Zuboff, 2019).

2.3 Krisis Lingkungan dan SDGs (Tujuan Pembangunan Berkelanjutan)

Abad ke-21 ditandai dengan era geologis baru bernama *Anthropocene*: era di mana aktivitas industrialisasi manusia menjadi faktor utama perubahan ekosistem bumi secara global seperti pemanasan global, kepunahan spesies massal, dan kontaminasi plastik laut (Crutzen, 2002). Filsafat sains menawarkan kritik terhadap paradigma keilmuan modern yang bercorak Antroposentrisme (memandang alam semesta hanya sebagai gudang sumber daya yang bebas dieksploitasi demi kenyamanan manusia). Filsafat sains mendorong perubahan menuju paradigma Ekosentrisme atau Biosentrisme yang memandang bahwa seluruh makhluk hidup dan lingkungan memiliki nilai intrinsik tersendiri yang wajib dihormati demi kelestarian bumi (Naess, 1973). Sains dan teknologi modern berkewajiban merumuskan solusi konkret untuk mendukung memenuhi target 17 poin Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam hal energi bersih terbarukan, penanganan perubahan iklim, serta perlindungan ekosistem darat dan laut.

2.4 Integrasi Sains dan Agama di Abad ke-21

Di tengah modernitas kontemporer, ketegangan biner antara sains dan agama tidak lagi relevan. Fisikawan dan teolog Ian Barbour memetakan 4 model hubungan relasional antara sains dan agama yang sangat populer (Barbour, 2000):

1. Konflik: Pandangan ekstrem yang menyatakan sains dan agama saling bertentangan secara mutlak (misalnya, Kreasionisme radikal versus Materialisme ilmiah ateistik).
2. Independensi: Menyatakan bahwa sains dan agama adalah dua ranah yang sepenuhnya berbeda dan memiliki wilayah kekuasaan epistemik masing-masing yang terpisah atau *Non-Overlapping Magisteria* (NOMA). Sains menjawab bagaimana alam bekerja secara fisik, sedangkan agama menjawab makna spiritual kehidupan dan moralitas (Gould, 1999).
3. Dialog: Mencari titik temu kesamaan konsep dan metodologi antara sains dan agama untuk saling memperkaya pemahaman.
4. Integrasi: Menyatukan temuan ilmiah ilmu pengetahuan modern (seperti kosmologi fisik Big Bang atau evolusi) ke dalam refleksi teologi keagamaan yang lebih komprehensif, menciptakan keselarasan kosmis yang utuh.

3. ASPEK PRAKTIS DAN EVALUASI

3.1 Studi Kasus: Skandal Cambridge Analytica dan Algoritma Big Data

Pada tahun 2018, terungkap skandal global di mana data pribadi dari lebih dari 87 juta pengguna Facebook dipanen secara ilegal oleh perusahaan konsultan politik bernama Cambridge Analytica. Data tersebut dianalisis menggunakan algoritma Big Data untuk membuat profil psikografis terperinci dari masing-masing pemilih. Profil ini kemudian ditargetkan dengan iklan propaganda politik manipulatif yang sangat pribadi untuk mempengaruhi hasil Pemilu Presiden Amerika Serikat 2016 dan referendum Brexit di Inggris.

- Analisis kritis: Studi kasus ini menunjukkan bahwa di era kontemporer, data epistemologi sains yang sangat akurat jika tidak dibatasi oleh aksiologi hukum dan etika manusia yang kuat akan melahirkan tirani jenis baru: *Surveillance Capitalism* (Kapitalisme Pengawasan), di mana manusia tidak lagi merdeka melainkan dikendalikan oleh algoritma (Zuboff, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

Plaintext

Barbour, I. G. (2000). *When Science Meets Religion: Enemies, Strangers, or Partners?*. HarperCollins.

Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). *Principles of Biomedical Ethics* (8th ed.). Oxford University Press.

Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.

Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415(6867), 23-23. <https://doi.org/10.1038/415023a>

Gould, S. J. (1999). *Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life*. Ballantine Books.

Naess, A. (1973). The shallow and the deep, long-range ecology movement. *Inquiry*, 16(1-4), 95-100. <https://doi.org/10.1080/00201747308601682>

Sandel, M. J. (2007). *The Case against Perfection: Ethics in the Age of Genetic Engineering*. Harvard University Press.

Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs.

Lampiran

I. Panduan Peletakan Bodynote pada Teks

Untuk menjadikan draf bab Anda memenuhi standar penulisan ilmiah/buku ajar, Anda dapat menyisipkan kode *bodynote* (menggunakan format nama belakang penulis, tahun terbit, dan halaman jika spesifik) pada bagian-bagian teks berikut:

2.1 Paradigma Ilmu dan Pemikiran Thomas Kuhn

- *Pada akhir paragraf pertama atau setelah definisi paradigma:*
"... assumptions teoritis yang dianut oleh komunitas ilmuwan tertentu dalam memandang dunia dan mendorong penelitian mereka (Kuhn, 1962/2012)."

2.2 Karl Popper dan Prinsip Falsifikasi

- *Pada bagian penjelasan mengenai penolakan induksi atau prinsip demarkasi:*
"... Oleh karena itu, Popper mengajukan prinsip Falsifikasi (proses pembuktian salah) sebagai kriteria Demarkasi (garis batas) antara sains sejati (*science*) dengan sains semu (*pseudoscience*) (Popper, 1959/2005)."

2.3 Imre Lakatos dan Program Metodologi Riset Ilmiah (MPRI)

- *Pada bagian pengenalan struktur program riset (Hard Core & Protective Belt):*
"... Lakatos memperkenalkan gagasan Metodologi Program Riset Ilmiah (MPRI) (Lakatos, 1978)."

2.4 Paul Feyerabend dan Anarkisme Epistemologi

- *Pada penjelasan buku "Against Method" dan jargon "Anything Goes":*
"... Anarkisme epistemologis menyatakan bahwa sains harus dibiarkan bebas tanpa kekangan dogma metodologi tunggal agar kreativitas manusia tidak mati (Feyerabend, 1975)."

2.5 Logika Ilmiah: Deduktif dan Induktif

- *Pada akhir bagian klasifikasi penalaran:*
"... penalaran induktif menghasilkan kesimpulan yang bersifat probabilistik dan rentan terhadap anomali kasus baru (Copet & Cohen, 2016)."

2.6 Validitas dan Reliabilitas dalam Penelitian Ilmiah

- *Pada penjelasan standar instrumen penelitian:*

"... instrumen penelitian wajib diukur menggunakan dua parameter standar, yaitu tingkat keakuratan (validitas) dan konsistensi hasil pengujian (reliabilitas) (Neuman, 2014)."

II. Daftar Referensi (Bibliography)

Berikut adalah daftar pustaka rujukan utama yang wajib dicantumkan di bagian akhir bab ini berdasarkan standar APA Style (7th Edition):

DAFTAR PUSTAKA

Copi, I. M., Cohen, C., & Rodych, V. (2016). *Introduction to Logic* (14th ed.). Routledge.

Feyerabend, P. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. New Left Books.

Kuhn, T. S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions* (50th anniversary ed.). University of Chicago Press. (Karya asli diterbitkan 1962).

Lakatos, I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1* (J. Worrall & G. Currie, Eds.). Cambridge University Press.

Neuman, W. L. (2014). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (7th ed.). Pearson Education.

Popper, K. (2005). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge. (Karya asli diterbitkan 1959).