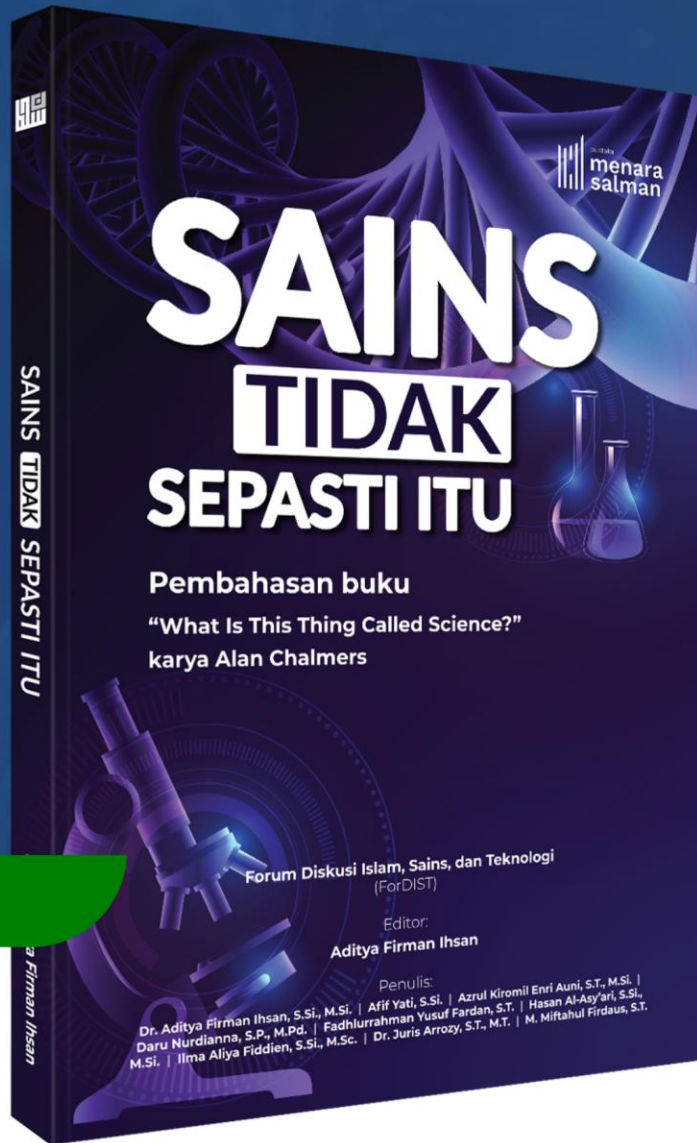


Isu-Isu dalam Sains (Bag 1)

Aditya Firman Ihsan



Apa yang sudah kita pelajari sejauh ini?

- Dari awal, perjalanan kita adalah berusaha mencari yang menjadi ciri khas sains. Paling tidak ada 4 usulan:

Induktivisme/ Positivisme?

- Mekanisme teori turun dari fakta tidak jelas

Falsifikasionisme?

- Hanya mengubah perspektif positivis

Paradigma Kuhn?

- Tidak jelas bagaimana paradigma bisa saling bergeser

Program Riset Lakatos?

- Kriterianya terlalu longgar

Sains Anarkistik

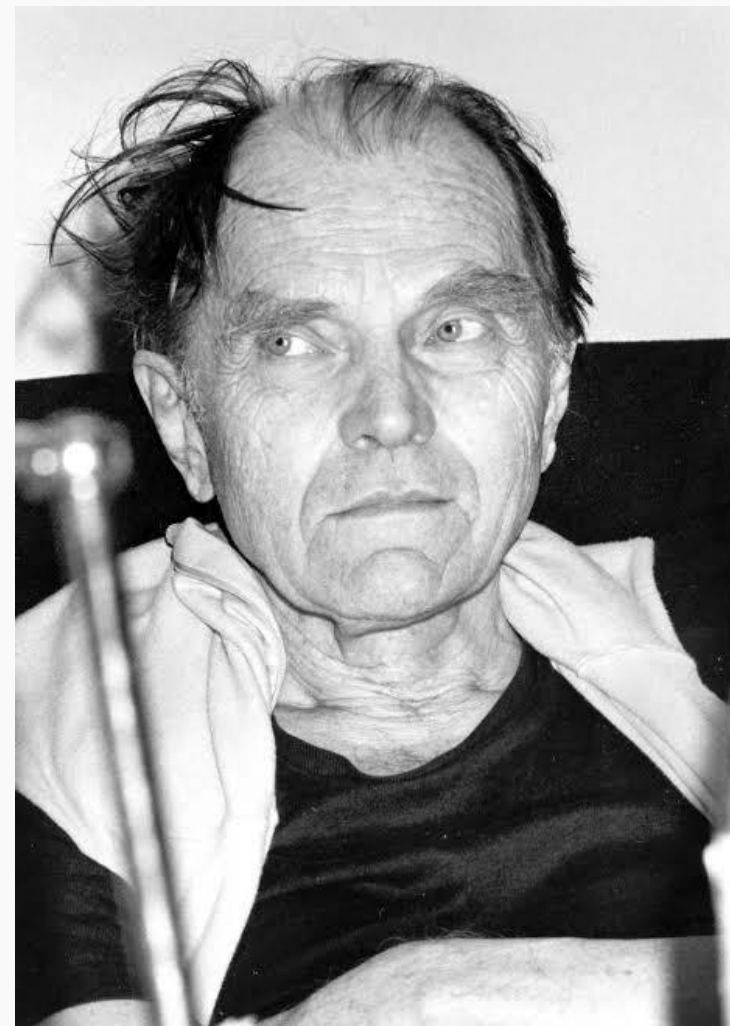


ForDIST

Forum Diskusi Islam, Sains, dan Teknologi

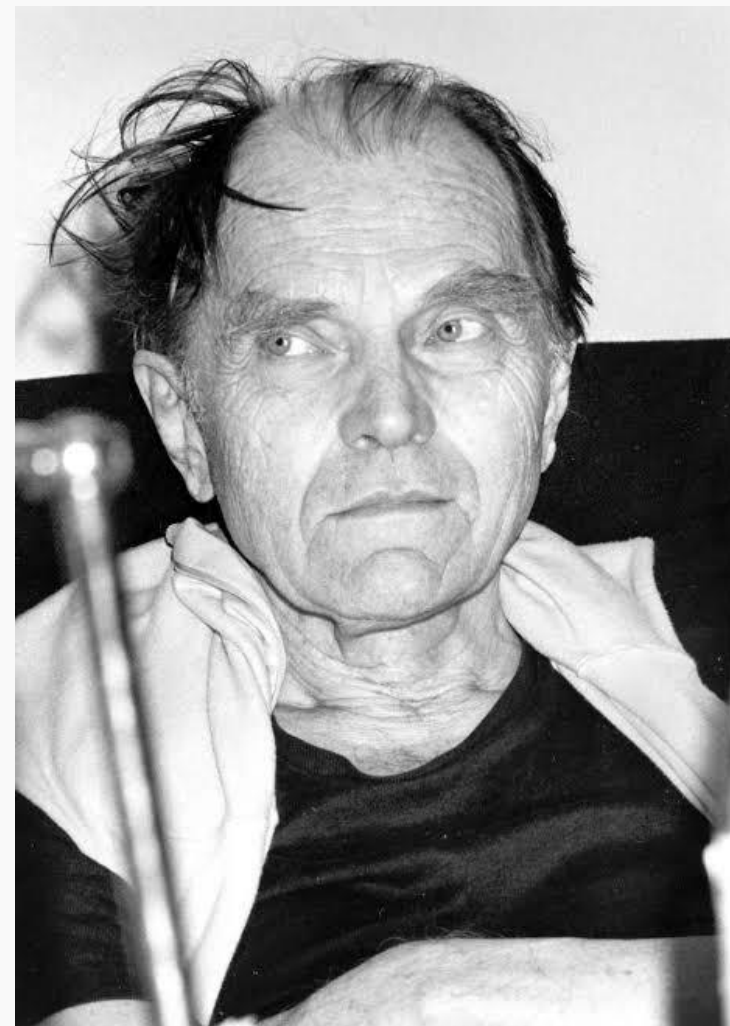
Paul Feyerabend

- Semua kelemahan setiap usulan tentang kriteria sains ini yang membuat Feyerabend mengusulkan hal lain.
- **Paul Feyerabend** adalah seorang berkebangsaan Austria yang tinggal di Berkeley selama berkarir.
- Ia berinteraksi dengan Popper dan Lakatos di London.
- Mempublikasikan buku utamanya: “Against Method: Outline of Anarchistic Theory of Knowledge” tahun 1975



Paul Feyerabend

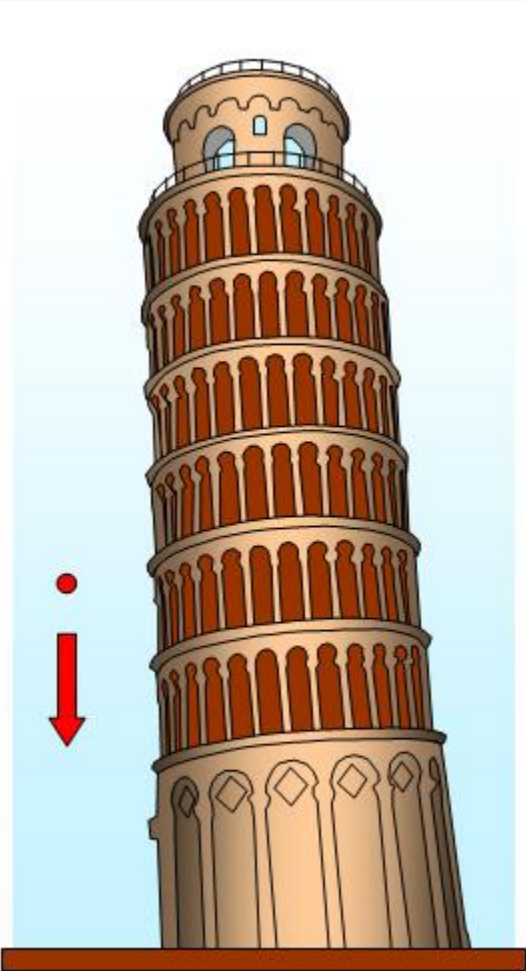
- Semua kelemahan setiap usulan tentang kriteria sains ini yang membuat Feyerabend mengusulkan hal lain.
- **Paul Feyerabend** adalah seorang berkebangsaan Austria yang tinggal di Berkeley selama berkarir.
- Ia berinteraksi dengan Popper dan Lakatos di London.
- Mempublikasikan buku utamanya: “Against Method: Outline of Anarchistic Theory of Knowledge” tahun 1975



Kasus Galileo

- Feyerabend mengambil kasus Galileo sebagai dasar awal pandangannya.
- Galileo dalam pengamatannya kerap menemui kendala dalam menangkap fakta dari indra.
- Galileo kemudian mencari cara untuk mengatasi ini dengan “menaklukkan indra”, baik dengan rasionalisasi akal ataupun menggunakan “indra yang lebih baik”, yakni teleskop.

Kasus Galileo (1)



- Kasus 1 terkait “klaim” Galileo bahwa bumi berotasi.
- Ketika batu dijatuhkan dari puncak menara, batu itu akan jatuh tepat lurus. Ini menunjukkan bumi itu diam, karena jika bergerak, titik jatuh batu itu seharusnya bergeser sedikit.
- Galileo berargumen sederhana bahwa bola itu ketika dijatuhkan memiliki kecepatan horizontal yang sama dengan menara, sehingga terlihat jatuh lurus sejajar dengan menara.
- Feyerabend mengatakan Galileo tidak mengusulkan ini tidak atas dasar fakta, namun sekadar justifikasi akal.

Kasus Galileo



- Kasus 2 terkait perbandingan ukuran Venus dan Mars.
- Ukuran planet-planet ini tidak bisa dilihat dengan mata telanjang.
- Galileo merancang teleskop sebagai bahan argument dia.
- Akan tetapi, Feyrabend melihat Galileo sendiri tidak punya teori yang cukup kuat tentang teleskop, dan dia tidak bisa menjamin data teleskop sebenarnya dapat dipercaya.
- Ketika mengamati benda-benda di bumi, data teleskop bisa diverifikasi, tapi tidak untuk benda-benda langit.

Kasus Galileo

- Feyerabend memandang yang dilakukan Galileo hanya sebatas “trik” untuk mengatasi kendala pembuktian.
- Setiap saintis pada akhirnya selalu melakukan ini, “ngeles” apabila argumennya terbantah atau “persuasi” untuk menguatkan argumennya.
- Feyerabend tidak melihat adanya metodologi yang rigid karena cara persuasi ini seperti tanpa batas.
- Ia pun menganggap sains tidak ada bedanya dengan wacana lain seperti agama, sihir, atau keyakinan lainnya.

Pandangan Anarkistik

- Karena atas dasar itu, Feyerabend tidak melihat adanya metode dan kekhasan dalam sains yang membedakannya dengan ilmu lain.
- Bahkan, Sains dilihat hanya seperti gerakan represif seperti gereja katolik pada era hidup Galileo, yang dengan beragam argumentasi mengklaim kebenaran.

The church at the same time was much more faithful to reason than Galileo himself, and also took into consideration the ethical and social consequences of Galileo's doctrine. Its verdict against Galileo was rational and just. (Paul Feyerabend)

Pandangan Anarkistik



- Yang “selaras” dengan pandangan Feyerabend adalah kerangka Lakatos.
- Konsep riset program Lakatos yang secara sederhana dapat dipandang sebagai sebuah “kompetisi” antar *hard core* dengan saling persuasi adalah konsep yang anarkistik.
- Feyerabend bahkan menyebut Lakatos “*fellow anarchist in disguise*”

Pandangan Anarkistik

- Teori sains Feyerabend berdasar pada pada “*humanitarian attitude*” (sikap kemanusiaan), yaitu sikap dimana manusia harus bebas dan merdeka
- Semangat utamanya: (1) meningkatkan kebebasan ilmuwan dari kekangan metodologi dan, (2) membebaskan individu antara harus memilih sains dan ilmu lain.
- Kritik terhadap institusionalisasi sains: bentuk inkonsistensi dari sikap kemanusiaan.
- Bagi Feyerabend, masyarakat yang bebas adalah mereka yang diberi kebebasan untuk menentukan apa yang mereka sukai, tidak diberikan preferensi tertentu bentuk ilmu atau tradisi lain.
- Ilmuwan harus mengikuti keinginan subjektif mereka: *Anything goes*.

Catatan

- Masalah utama dari gagasan Feyerabend adalah kebebasan.
- Kebebasan bisa diterima dari sudut pandang yang positif, seperti kebebasan berpendapat. Namun, akan banyak kasus dimana kebebasan itu justru merusak ketertiban.
- Kebebasan pada akhirnya ditentukan dengan banyak batasan. Begitu pula dalam sains, kontribusi seseorang terbatas oleh bermacam teori, instrument, dan teknik eksperimen yang tersedia.
- Feyerabend melihat sains terlalu jauh dengan menafikan keberadaan fakta yang murni netral dari teori-teori, pandangannya terlalu ambisius pada keadaan masyarakat yang netral dari ideologi.
- Terlepas dari konsep kebebasannya yang naif, “serangan”-nya terhadap metodologi sains tetap pantas untuk dipertimbangkan.

Kita akan meninjau argumentasi yang lebih terstruktur atas “anarkisme sains” dan menunjukkan bahwa kerangka subyektif ilmuan memang memengaruhi hasil sains itu sendiri.

Pandangan Bayesian



Bayangkan seseorang dari abad ke-17 secara tak sengaja terbawa ke masa kini. Ia akan sangat terkejut dengan semua yang sains dan teknologi hasilkan, sementara kita anggap ini semua sebagai normal.

Inilah Kerangka Bayesian

“Bukti memperbarui keyakinan, bukan menentukannya”

Teorema Bayes

Teorema Bayes adalah suatu formula tentang peluang bersyarat berbentuk:

$$P(A|B) = P(A) \frac{P(B|A)}{P(B)}$$

Rumus dari teorema Bayes hanyalah fakta matematis. Yang membuatnya special adalah interpretasinya.

(A setelah B) = (A sebelum B) × suatu faktor dari B

Rumus ini menunjukkan bagaimana peluang terjadinya *A* berubah setelah terjadi *B*

Behind Bayesian Statistics

Secara umum, kita dapat tuliskan

$$\textit{Posterior} = \textit{Prior} \times \frac{\textit{Likelihood}}{\textit{Normalization}}$$

Dalam sains, ini menunjukkan bagaimana bukti e mengonfirmasi hipotesis h

$$P(\textit{hypothesis}|\textit{evidence}) = P(\textit{hypothesis}) \times \frac{P(e|h)}{P(e)}$$

Objective vs subjective

Statistika Bayesian mengubah drastis bagaimana peluang diinterpretasikan.

Dalam pengertian klasik, peluang suatu kejadian adalah **frekuensi kejadian tersebut** dalam rangkaian proses.

Dalam pengertian Bayesian, peluang suatu kejadian menjadi **the derajat kepercayaan** dari kejadian tersebut. Ketika didapatkan informasi baru, peluangnya akan diperbarui (prior ke posterior)

Objective vs subjective

Objective side of Bayesians:

Prior harus didefinisikan “secara objektif”, sehingga posterior menunjukkan peluang yang dapat diterima. Akan tetapi, untuk itu, kita harus mengetahui semua kemungkinan hipotesis, yang jelas tidak mungkin dilakukan.

Dengan itu, yang digunakan adalah **Bayesian subyektif**. Prior memang sangat bergantung keyakinan subyektif individu, atau minimal bisa dianggap merepresentasikan perilaku dari saintis (meski ini juga sukar menentukannya).

Walau begitu, apapun priornya, ia akan “secara obyektif” diperbarui menjadi posterior ketika ada bukti.

Sifat-sifat

1. Kemutlakan keyakinan

Rumus Bayes dapat ditulis menjadi

$$P(h|e) = \frac{P(h)P(e|h)}{P(h)P(e|h) + P(\neg h)P(e|\neg h)}$$

Dengan ini,

Jika $P(h) = 0$, maka apapun buktinya, $P(h|e) = 0$

Jika $P(h) = 1$, maka apapun buktinya, $P(h|e) = 1$

Sifat-sifat

2. Konvergensi

Misal $P(e|h) = 0.8$

Prior 1: $P(h) = 0.3$. maka

$$P(h|e) = \frac{0.3 \times 0.8}{0.3 \times 0.8 + 0.7 \times 0.2} = 0.63$$

Prior 2: $P(h) = 0.6$, maka

$$P(h|e) = \frac{0.6 \times 0.8}{0.6 \times 0.8 + 0.4 \times 0.2} = 0.857$$

Ilmuan dengan keyakinan awal berbeda (prior berbeda), pada akhirnya akan sama-sama yakin dengan adanya bukti yang bagus.

Sifat-sifat

3. Bukti Berulang

Misal ada bukti kedua:

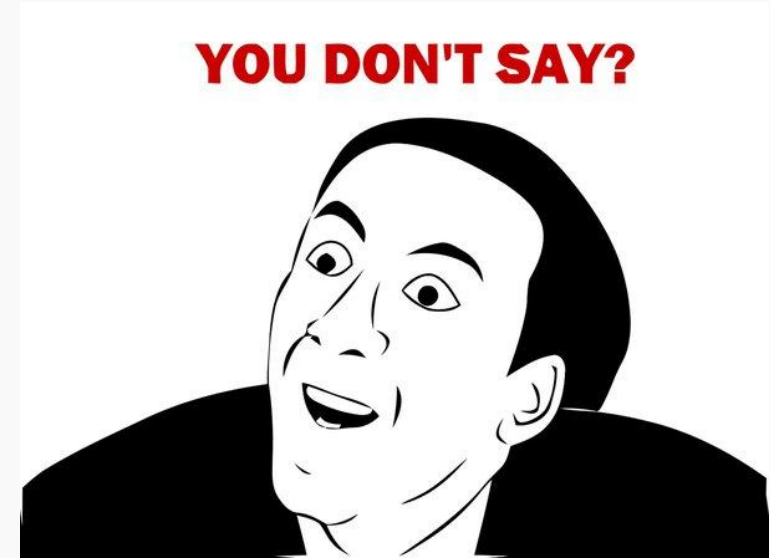
$$P(h|e_1 \cap e_2) = P(h|e_1) \frac{P(e_2|e_1 \cap h)}{P(e_2|e_1)}$$

Jika $e_2 = e_1$, maka $P(e_2|e_1) = 1$, sehingga faktor pengalinya tidak akan besar. Bukti yang mirip/serupa tidak akan menambah keyakinan secara signifikan.

Dalam konteks falsifikasiisme

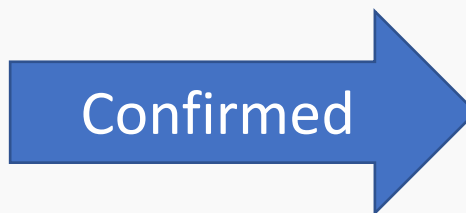


Teori Turtle Earth



Prior kecil akan langsung memberi posterior kecil jika terfalsifikasi, sehingga tidak akan ada perbaruan signifikan.

Dalam konteks falsifikasiisme



Paper burnt

Prior tinggi, kalau diberi bukti berulang, juga tidak akan diperbarui secara signifikan.

Masalah Duhem-Quine

Duhem-Quine Problem:

Salah satu kegunaan Bayesian adalah menyelesaikan masalah Duhem-Quine:

Mengisolasi suatu pengujian hipotesis adalah mustahil, karena di balik setiap pengujian empiris mengandung banyak asumsi yang dapat mempengaruhi hasil.

Masalah Duhem-Quine

Ilustrasi:

William Prout mengusulkan berat atom setiap elemen adalah kelipatan dari berat atom hidrogen (h).

Jika a adalah akurasi dari pengukuran berat atom, dimisalkan

$P(a) = 0.6$ (ahli kimia di masa itu cukup yakin dengan hasil pengukuran meski ada ketidakpastian)

$P(h) = 0.9$ (Prout sangat yakin dengan hipotesisnya)

Masalah Duhem-Quine

Misal dilakukan eksperimen e untuk mengukur berat atom Klor (*Chlorine*).
 Dengan perhitungan Bayes*:

$$P(h|e) = P(h) \frac{P(e|h)}{P(e)} = 0.9 \times \frac{0.008}{0.0082} = 0.878$$

$$P(a|e) = P(a) \frac{P(e|a)}{P(e)} = 0.6 \times \frac{0.001}{0.0082} = 0.073$$

Bayesian dapat melihat bagaimana asumsi/hipotesis dipengaruhi bukti. Dalam kasus ini, hipotesis Prout dipegang sementara asumsi proses pengukuran yang terfalsifikasi.

*perhitungan rincinya disembunyikan dulu untuk menyederhanakan

Catatan

1. Perdebatan Ilmiah.

Perdebatan ilmiah, antara pendukung atau penentang suatu paradigma atau program riset, **pastilah bersumber dari prior** yang dipegang ilmuan. Padahal, prior itu sendiri bisa sangat subyektif, sehingga perdebatan apapun bisa hanya menunjukkan variasi keyakinan dari setiap ilmuan.

Maka, permasalahan apakah sains itu berprogres atau tidak, tidak akan terjawab dengan Bayesian.

Catatan

2. Akses terhadap Keyakinan

Derajat keyakinan awal ilmuan adalah informasi penting dari Bayesian. Masalahnya,

1. Keyakinan itu bersifat privat dan sukar didapatkan.
2. Akan semakin kompleks bila melibatkan pekerjaan kolaboratif, atau melibatkan sekelompok ilmuan.

Catatan

3. Taqlid

Bayesian memperlihatkan bagaimana jika seorang ilmuan cukup yakin dengan teorinya dari awal, maka apapun bukti penyangkal yang diberikan, belum tentu dapat menggoyahkan keyakinan dia.

Catatan

4. Bayesian dalam Praktik

Statistika Bayesian dapat digunakan secara praktis hanya pada teori yang menggunakan proporsi yang terkuantisasi dengan baik (contoh: kedokteran). Pada sains secara umum, cukup sulit untuk menentukan nilai eksak dari “derajat keyakinan”

Pada ilmu kedokteran, Bayesian digunakan untuk inferensi tanpa bias (paradoks uji kanker).

Terima kasih!



ForDIST

Forum Diskusi Islam, Sains, dan Teknologi