

PROPENSITAS SEBAGAI INTERPRETASI PELUANG MENURUT PANDANGAN KARL RAIMUND POPPER

Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Magister
Program Studi Magister Ilmu Filsafat

Diajukan Oleh
Lukas Julian
230201011



Kepada
**PROGRAM PASCASARJANA
SEKOLAH TINGGI FILSAFAT DRIYARKARA**

Jakarta, Agustus 2025

TESIS

**PROPENSITAS SEBAGAI INTERPRETASI PELUANG
MENURUT PANDANGAN KARL RAIMUND POPPER**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Lukas Julian

230201011

telah dipertahankan di depan Panitia Penguji pada tanggal
10 Juni 2025 dan dinyatakan telah lulus memenuhi syarat

PEMBIMBING	
Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
	
Dr. Karlina Supelli	Thomas Hidya Tjaya, Ph.D.

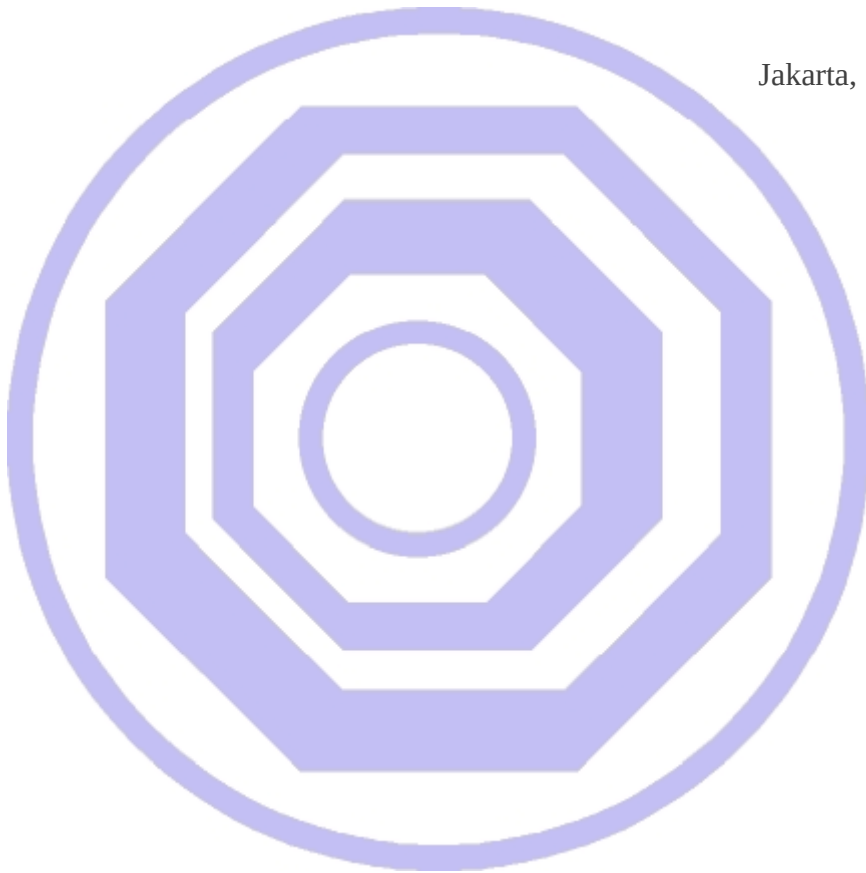
Disahkan pada tanggal 11 Agustus 2025	
Ketua Program Studi Magister Ilmu Filsafat	Ketua Sekolah Tinggi Filsafat Driyarkara
	
Dr. Riki Maulana Baruwarso	Dr. Simon Petrus Lili Tjahjadi

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa **dalam Tesis ini tidak terdapat teks**

1. Yang pernah diajukan sebagai karya tertulis, atau sebagai bagian dari karya tulis, yang pernah diajukan di suatu lembaga Pendidikan Tinggi untuk memperoleh gelar akademik, atau
2. Yang sudah pernah dipublikasikan, atau
3. Yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang dinyatakan secara tertulis sebagai sitasi dan dituliskan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Jakarta, 11 Agustus 2025



Lukas Julian

ABSTRAK

- [A] **Nama:** Lukas Julian (230201011)
- [B] **Judul Tesis:** Propensitas sebagai Intrepretasi Peluang menurut Pandangan Karl Raimund Popper.
- [C] **viii + 107; 2025**
- [D] **Kata-kata kunci:** Popper, propensitas, interpretasi, peluang, Paradoks Humphreys, aspek keberlakuan, aspek konsistensi.
- [E] **Isi Abstrak:** Tujuan utama tulisan ini secara umum adalah untuk menjelaskan interpretasi propensitas yang dikemukakan oleh Karl Raimund Popper. Secara khusus, tulisan ini hendak memberikan penilaian terhadap interpretasi propensitas terkait kelayakannya sebagai interpretasi yang bersifat umum terhadap teori peluang. Penilaian tersebut didasarkan pada aspek keberlakuan dan aspek konsistensi. Terkait aspek keberlakuan interpretasi propensitas, penulis melakukan eksplorasi terhadap proses konstruksi dan argumentasi Popper atas interpretasi propensitas. Terkait aspek konsistensi interpretasi propensitas, penulis menggunakan tinjauan dari Paul Humphreys, dikenal sebagai Paradoks Humphreys, sebagai acuan utama. Hasilnya, yang sekaligus menjadi tesis penulis, adalah propensitas Popper masih belum cukup kuat untuk menjadi kandidat interpretasi peluang yang bersifat umum. Hasil ini dicapai setelah menunjukkan bahwa interpretasi propensitas memenuhi aspek keberlakuan secara memadai, tetapi interpretasi propensitas belum memadai dalam hal konsistensinya terhadap teori peluang.
- [F] **Daftar Pustaka:** 42 (1950–2023)
- [G] **Dosen Pembimbing:** Dr. Karlina Supelli & Thomas Hidya Tjaya, Ph.D.

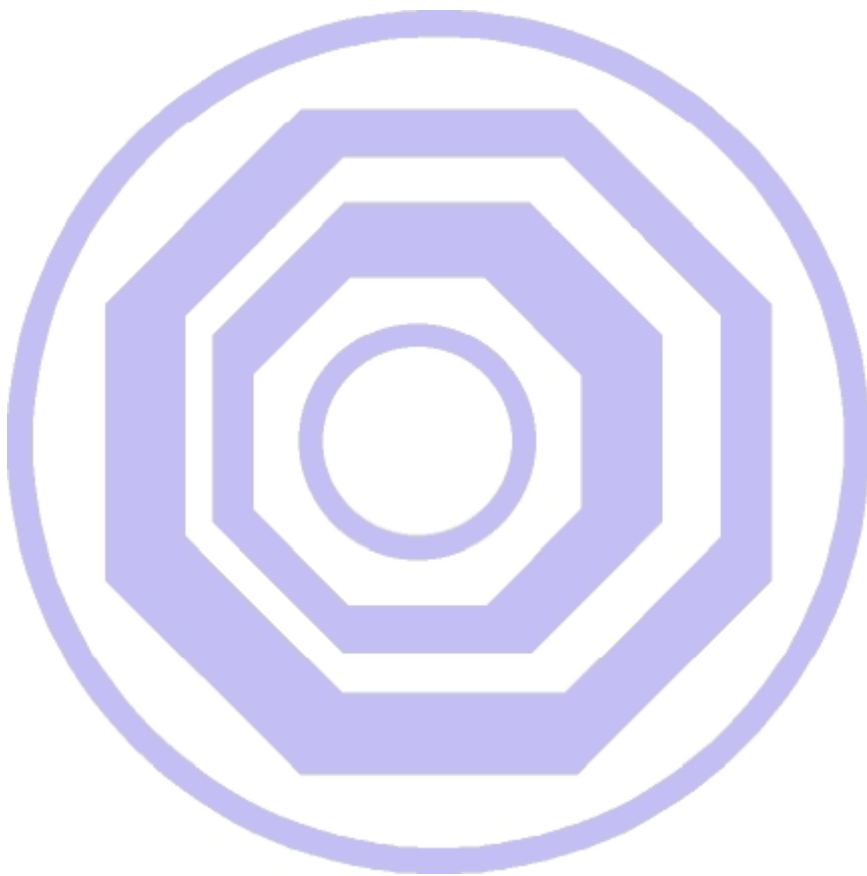
Daftar Isi

ABSTRAK.....	iv
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan Filsafat Peluang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Kecenderungan Objektif Karl Popper dalam Memaknai Peluang	7
1.4 Batasan & Rumusan Masalah	9
1.5 Tujuan Penelitian	10
1.6 Rumusan Tesis	10
1.7 Metode & Sistematika Penulisan Tesis.....	11
Bab II Perspektif Awal Karl Popper terkait Konsep Peluang	13
2.1 Pengantar.....	13
2.2 Biografi dan Kerangka Intelektual Karl Popper.....	14
2.2.1 Riwayat Hidup Karl Popper.....	14
2.2.2 Falsifikasi dan Masalah Demarkasi	15
2.2.3 Pemikiran-Pemikiran Lainnya	16
2.3 Pandangan Umum Karl Popper terkait Peluang.....	17
2.3.1 Pernyataan yang Mengandung Konsep Peluang.....	17
2.3.2 Pemisahan Interpretasi Subjektif dan Objektif	18
2.3.3 Masalah Fundamental Teori Peluang	19
2.4 Teori Frekuensi von Mises dan Keberatan Karl Popper	20
2.5 Evaluasi Aksioma Keacakan.....	22
2.5.1 Jenis Seleksi dalam Barisan	23
2.5.2 Konsep <i>n-freedom</i> dalam Barisan	24
2.5.3 Barisan Tak Terhingga dan Estimasi Hipotetis Frekuensi.....	25
2.5.4 Pelonggaran Aksioma Keacakan	26
2.6 Evaluasi Aksioma Konvergensi	28

2.6.1	Teorema Bernoulli dan Masalah Konvergensi	28
2.6.2	Eliminasi Aksioma Konvergensi	30
2.7	Terkait Peluang dan Pengalaman	32
2.7.1	Risiko Spekulasi Metafisik dalam Pernyataan yang Melibatkan Konsep Peluang	32
2.7.2	Pernyataan Peluang Kasus Tunggal.....	34
2.8	Rangkuman	35
Bab III	Propensitas Popper dan Aspek Ontologisnya	37
3.1	Pengantar.....	37
3.2	Definisi Propensitas Popper	38
3.3	Evaluasi Popper terkait Interpretasi Frekuensi	41
3.3.1	Keberhasilan Interpretasi Frekuensi	42
3.3.2	Kegagalan Interpretasi Frekuensi	43
3.4	Argumen Popper atas Interpretasi Propensitas	45
3.5	Transisi Interpretasi Frekuensi ke Interpretasi Propensitas	50
3.5.1	Dari Kolektif ke Rancangan Eksperimen	51
3.5.2	Dari Disposisi ke Propensitas	52
3.5.3	Dari Keterulangan ke Keunikan	53
3.6	Dunia Propensitas: Aspek Metafisik dari Implikasi Propensitas.....	54
3.7	Penjelasan Pelengkap terkait Propensitas Popper	60
3.7.1	Konsep Pendahulu yang Serupa dengan Propensitas Popper	60
3.7.2	Jenis-Jenis Propensitas.....	64
3.8	Rangkuman	66
Bab IV	Menimbang Propensitas Popper	68
4.1	Pengantar.....	68
4.2	Paradoks Humphreys	68
4.2.1	Argumen Informal	69

4.2.2	Argumen Formal.....	71
4.2.3	Signifikansi Paradoks Humphreys.....	74
4.3	Diskursus terkait Paradoks Humphreys	74
4.3.1	Salmon: Asimetri Temporal Sebab Akibat dalam Propensitas.....	74
4.3.2	Gillies: Perbedaan Peluang Bersyarat Fundamental dan Peluang Bersyarat Kejadian	76
4.3.3	Milne: Tidak Ada Interpretasi Kasus Tunggal Realistik yang Dapat Menginterpretasikan Peluang Bersyarat	77
4.3.4	Fetzer: Propensitas sebagai Interpretasi Peluang Non-Standar	78
4.3.5	Milller: Kekeliruan Paradoks Humphreys	78
4.3.6	McCurdy: Pembalikan Propensitas Kondisional Tidak Sama dengan Pembalikan Disposisi.....	79
4.3.7	Lyon: Tak Ada Jalan Keluar dari Paradoks Humphreys	79
4.4	Komentar-Komentar Lainnya	80
4.5	Analisis dan Sikap Penulis	83
4.5.1	Analisis Keberlakuan Propensitas Popper	86
4.5.2	Analisis Konsistensi Propensitas Popper.....	90
4.5.3	Hasil Analisis: Pengukuhan Tesis.....	94
4.5.4	Sikap Penulis.....	94
4.6	Rangkuman	96
Bab V	Penutup.....	98
5.1	Rangkuman	98
5.2	Tinjauan Reflektif	99
5.3	Kesimpulan	101
Lampiran.....		102
Lampiran I.....		102
Lampiran II		103
Lampiran III		103

Daftar Pustaka.....	105
---------------------	-----



Bab I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Permasalahan Filsafat Peluang

Peluang¹ menjadi konsep yang tak terpisahkan dalam berbagai bidang studi, terutama dalam konteks prediksi dan pengujian hipotesis. Dalam ilmu farmasi, peluang digunakan untuk mengevaluasi data eksperimen, seperti dalam uji klinis obat baru untuk menentukan apakah hasil yang diamati terjadi secara kebetulan. Model yang melibatkan peluang seperti regresi logistik untuk membantu memprediksi perilaku konsumen juga umum dijumpai dalam ilmu ekonomi. Sementara itu, dalam meteorologi, peluang digunakan untuk memprediksi cuaca, misalnya dengan menyatakan kemungkinan hujan sebesar 70%. Meskipun penggunaannya begitu luas dalam berbagai disiplin ilmu, terdapat kesulitan yang berarti ketika muncul kebutuhan untuk mendefinisikan apa itu peluang secara definitif. Mungkin jawaban yang paling mudah adalah dengan mengatakan peluang sebagai produk dari disiplin formal matematika. Namun begitu, jawaban seperti ini tentu tidak memberikan makna apa pun tentang peluang, terlebih dengan fakta aplikasinya yang begitu luas. Dari perspektif filosofis, pertanyaan mendasar yang muncul adalah: apakah peluang hanya sebatas konsep matematis, ataukah memiliki makna lebih mendalam yang berhubungan dengan realitas? Dengan kata lain, apakah peluang hanyalah alat matematis, ataukah mencerminkan sesuatu yang lebih fundamental tentang cara dunia bekerja?

Bila mengacu ke Donald Gillies, landasan pembahasan teori peluang secara sistematis bermula pada pertengahan abad ke-17.² Galileo Galilei menyumbang pemikiran dalam masalah peluang melalui manuskripnya tentang permainan dadu antara tahun 1613 dan 1623. Pemikiran tentang konsep peluang juga muncul ketika Blaise Pascal dan Pierre de Fermat mulai berkorespondensi tentang masalah perjudian pada tahun 1654. Mereka menganalisis berbagai masalah peluang, termasuk masalah terkenal dari Chevalier de Méré,³

¹ Kata 'peluang' digunakan sebagai terjemahan *probability*. Untuk selanjutnya, setiap kata 'peluang' yang muncul akan dimaknai secara demikian.

² Donald Gillies, *Philosophical Theories of Probability* (New York: Routledge, 2000), 3–13.

³ F. N. David, *Games, Gods and Gambling* (New York: Hafner, 1962), 235–36.

Masalah de Méré merujuk pada pertanyaan yang diajukan oleh Chevalier de Méré, seorang penjudi Prancis abad ke-17, kepada matematikawan Blaise Pascal. De Méré memperhatikan anomali dalam dua permainan dadu yang ia mainkan, pelemparan dadu sebanyak empat kali dan pelemparan sepasang dadu sebanyak 24 kali. Ia bertanya mengapa melempar satu dadu empat kali memberikan peluang yang lebih baik untuk mendapatkan setidaknya satu angka 6 daripada melempar sepasang dadu 24 kali untuk setidaknya mendapatkan sepasang

yang menandai awal mula teori peluang. Tokoh penting lainnya adalah Girolamo Cardano, seorang matematikawan Italia yang menulis *Liber de Ludo Aleae* (buku tentang Permainan Peluang), sebuah panduan praktis untuk penjudi yang memuat perhitungan peluang matematika dalam permainan-permainan kasino. Pada abad ke-18, Pierre-Simon Laplace menyempurnakan dan menggeneralisasi karya-karya sebelumnya dalam *Théorie Analytique des Probabilités* (Teori Peluang Analitik), yang menempatkan peluang sebagai salah satu fokus diskusi dalam matematika.

Dalam matematika kontemporer, teori peluang dipahami sebagai konsep formal. Proposisi yang terkait peluang merupakan proposisi yang diturunkan dari aksioma-aksioma, khususnya aksioma Kolmogorov.⁴ Ini berarti teori peluang memiliki posisi yang setara dengan konsep matematika lainnya, seperti teori graf atau topologi.⁵ Namun, teori peluang berbeda dari konsep-konsep matematika lain dalam hal penerapannya yang luas di berbagai disiplin ilmu. Misalnya, metode statistik, yang merupakan konsep turunan dari teori peluang, digunakan secara masif dalam penelitian ilmiah di berbagai bidang, mulai dari humaniora hingga ilmu alam. Kontras dengan penerapan peluang, penggunaan teori graf relatif lebih sempit, umumnya hanya ditemukan dalam rumpun ilmu teknik. Ini menunjukkan bahwa teori peluang memiliki relevansi praktis yang sangat tinggi.

Bagi Gillies, konsep peluang memiliki dua aspek, yaitu matematis dan filosofis. Ada perbedaan yang kontras antara keduanya. Dalam aspek matematis, tampaknya konsensus tentang peluang hampir tercapai secara penuh. Ini bisa diverifikasi dengan melihat para profesional dari berbagai bidang ilmu menerima serangkaian aksioma matematis terkait peluang sehingga dapat dikatakan bahwa mereka tidak memiliki masalah yang berarti terkait

angka 6 satu kali. Hasil analisis Pascal dan Pierre menunjukkan bahwa intuisi de Méré salah, justru peluang lebih besar didapatkan pada permainan pelemparan sepasang dadu 24 kali.

⁴ A. N. Kolmogorov, *Foundation of The Theory of Probability*, trans. oleh Nathan Morrison (New York: Chelsea Publishing Company, 1950), 2.

Aksioma Kolmogorov adalah fondasi formal dari teori peluang, dirumuskan oleh Andrey Kolmogorov pada tahun 1933. Aksioma Kolmogorov secara sederhana dapat dipahami sebagai berikut (bentuk formal dapat dilihat pada Lampiran II): (a) Untuk setiap peristiwa A dalam ruang sampel S , peluang $P(A)$ selalu non-negatif; (b) Peluang dari keseluruhan ruang sampel S selalu sama dengan 1; (c) Jika A dan B adalah dua peristiwa yang saling lepas (tidak dapat terjadi secara bersamaan), maka peluang untuk setidaknya salah satu dari kedua peristiwa ini terjadi adalah jumlah dari peluang masing-masing peristiwa.

⁵ Teori graf merupakan cabang matematika yang mempelajari hubungan antara objek-objek. Hubungan ini digambarkan dengan titik-titik (disebut simpul) dan garis-garis yang menghubungkannya (disebut sisi). Contohnya adalah jaringan transportasi bus kota, dengan halte-halte sebagai simpul, dan rute-rute perjalanan bus sebagai sisi. Topologi adalah studi tentang sifat-sifat bentuk yang tidak berubah ketika diregangkan atau ditekuk, tetapi tidak dipotong atau direkatkan. Misalnya, dalam topologi, sebuah cangkir kopi dan sebuah donat dianggap 'serupa' karena keduanya dapat membentuk dirinya menjadi satu sama lain.

teorema-teoremanya.⁶ Berbanding terbalik dengan aspek matematis, dalam aspek filosofis, terdapat perbedaan pendapat yang luas terkait peluang. Perbedaan serupa antara dua aspek peluang, meskipun menggunakan istilah yang berbeda, juga dapat ditemukan dalam perspektif Antony Eagle. Eagle membedakan antara teori peluang dan peluang dalam teori. ‘Teori peluang’ berhubungan dengan struktur formal matematika dari peluang, sementara ‘peluang dalam teori’ terkait dengan bagaimana konsep peluang diterapkan, diinterpretasikan, dan dimanfaatkan dalam teori-teori ilmiah dan filosofis.⁷

Pemisahan aspek peluang yang dikemukakan oleh Gillies dan Eagle memperlihatkan bahwa posisi dari pertanyaan-pertanyaan yang muncul terkait hubungan antara peluang dan realitas berada dalam ranah filosofis. Pertanyaan-pertanyaan tersebut ditujukan untuk memahami hakikat, atau setidaknya tidaknya memaknai peluang, bukan menggugat aksioma teori peluang yang berlaku.

1.2 Identifikasi Masalah

Salah satu interpretasi yang pertama kali muncul adalah interpretasi klasik. Interpretasi ini diperkenalkan oleh ahli fisika-matematika Pierre-Simon Laplace, yang digunakan secara luas dalam konteks permainan yang melibatkan peluang, seperti dadu, koin, dan kartu. Dalam interpretasi klasik, peluang suatu peristiwa didefinisikan sebagai rasio antara jumlah hasil yang diharapkan dan jumlah total hasil yang mungkin terjadi, dengan asumsi bahwa semua hasil tersebut memiliki nilai kemungkinan yang sama.

Penulis menanggapi bahwa tujuan utama filsafat peluang adalah mencari interpretasi yang bersifat umum. Interpretasi yang bersifat umum berarti interpretasi tersebut dapat berlaku seluas-luasnya dalam berbagai kasus sekaligus selaras dengan konsep teori peluang secara formal. Anggapan ini mungkin dapat dipertentangkan dengan pendapat Gillies yang mengambil posisi pluralis,⁸ sebuah perspektif yang melihat interpretasi peluang tidak bersifat tunggal, melainkan bergantung pada konteks bidang di mana konsep peluang diterapkan (interpretasi *a* digunakan pada keilmuan *A* dan interpretasi *b* digunakan pada keilmuan *B*). Terhadap hal ini, penulis setuju bahwa pluralis adalah salah satu posisi yang

⁶ Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, 1.

⁷ Antony Eagle, “Probability,” dalam *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, ed. oleh Paul Humphreys (New York: Oxford University Press, 2016), 1–2.

⁸ Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, 2–3.

dapat diambil dalam perdebatan filsafat peluang. Namun, bagi penulis, posisi ini justru muncul sebagai posisi alternatif karena interpretasi-interpretasi yang ada belum bisa dirangkum dalam suatu interpretasi tunggal. Seseorang memutuskan untuk mengambil posisi pluralis karena ia melihat interpretasi-interpretasi peluang yang ada belum memadai secara menyeluruh. Dengan demikian, bagi penulis, kehadiran posisi pluralis bukan sanggahan terhadap pencarian interpretasi yang bersifat umum.

Pencarian suatu interpretasi yang bersifat umum dapat dipahami melalui pola interaksi masing-masing penganut interpretasi. Mereka saling kritik satu sama lain dengan menunjukkan bahwa interpretasi tertentu tidak dapat memaknai kejadian tertentu, atau memiliki kecacatan konsistensi terhadap teori peluang formal. Salah satu contohnya adalah kritik terhadap interpretasi klasik. Dalam perspektif interpretasi klasik, peluang dipandang secara sempit. Interpretasi ini mengasumsikan bahwa hasil-hasil yang mungkin terjadi memiliki nilai peluang yang sama. Tentu ini memberikan interpretasi yang baik dalam konteks permainan kasino sederhana, seperti pelemparan koin atau dadu, yang tampaknya memenuhi asumsi tersebut. Situasi ini dapat berubah dengan drastis bila pemberat ditambahkan pada satu sisi koin atau dadu yang mengakibatkan satu sisi koin atau dadu tersebut memiliki nilai peluang yang lebih tinggi, sehingga asumsi bahwa hasil-hasil yang mungkin memiliki nilai peluang yang sama dengan mudah dapat digugurkan. Faktanya, dalam banyak situasi dunia nyata, akan lebih sering ditemukan kasus seperti koin atau dadu yang diberikan pemberat. Interpretasi klasik tidak dapat berlaku dalam berbagai bidang seperti prediksi cuaca, ekonomi, atau biologi. Fenomena yang sering ditemukan justru tidak memenuhi asumsi bahwa semua kemungkinan hasil memiliki nilai peluang yang sama. Peristiwa dalam konteks ini sering kali melibatkan faktor-faktor kompleks yang membuat distribusi peluangnya tidak merata. Oleh sebab itu, interpretasi klasik tidak cocok ditempatkan sebagai interpretasi umum.

Kegagalan interpretasi klasik memberikan interpretasi yang umum melahirkan ide-ide bagi interpretasi baru. Gillies menyatakan bahwa pada abad ke-20 setidaknya terdapat empat interpretasi terhadap apa yang sebenarnya dirujuk oleh teori peluang secara matematis ini:⁹

⁹ Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, 1.

1. Interpretasi logis mengidentifikasikan peluang dengan tingkat keyakinan rasional. Diasumsikan bahwa dengan bukti yang sama, semua manusia rasional akan memiliki tingkat kepercayaan yang sama pada hipotesis atau prediksi.
2. Interpretasi subjektif mengidentifikasikan peluang dengan tingkat kepercayaan orang tertentu. Meskipun dengan bukti yang sama, setiap individu rasional dapat memiliki tingkat kepercayaan yang berbeda dalam menentukan hipotesis atau prediksi.
3. Interpretasi frekuensi mendefinisikan peluang suatu hasil sebagai limit¹⁰ dari frekuensi relatif peristiwa tersebut ketika jumlah percobaan mendekati tak terhingga.
4. Interpretasi propensitas¹¹ (secara umum, karena terdapat beberapa versi) mendefinisikan peluang sebagai kecenderungan yang melekat dalam serangkaian kondisi yang dapat diulang. Menyatakan bahwa peluang kejadian tertentu, misalkan x , adalah p artinya sama dengan menyatakan bahwa kondisi berulang memiliki kecenderungan sedemikian rupa sehingga, jika kondisi tersebut diulang beberapa kali, maka akan dihasilkan frekuensi yang mendekati p untuk kejadian x .

Gillies membagi empat interpretasi tersebut menjadi dua kelompok besar: epistemologis dan objektif. Interpretasi epistemologis menganggap bahwa peluang berkaitan dengan pengetahuan atau keyakinan manusia. Dalam pendekatan ini, peluang mengukur tingkat pengetahuan, tingkat keyakinan rasional, atau hal sejenisnya. Teori logis dan subjektif merupakan jenis interpretasi epistemologis. Sebaliknya, interpretasi objektif menganggap peluang sebagai sifat khas (*feature*) dunia material yang objektif, yang tidak bergantung dengan pengetahuan atau keyakinan manusia. Interpretasi ini mengasumsikan bahwa

¹⁰ Limit dalam matematika adalah konsep yang digunakan untuk menyatakan nilai yang didekati oleh suatu fungsi ketika mendekati titik tertentu. Misalnya, ketika x mendekati 0 pada fungsi $f(x)=x$, nilai limitnya adalah 0. Selanjutnya, semua kata 'limit' dalam tulisan ini merujuk pada konsep limit secara matematika.

¹¹ Kata 'propensitas' digunakan sebagai transliterasi kata *propensity*. Khusus ketika merujuk pada *propensity theory*, kata '*propensity*' tidak diterjemahkan menjadi 'kecenderungan' karena kata 'kecenderungan' berpotensi berulang kali digunakan bukan dalam arti *propensity theory*, sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan ambiguitas. Oleh karena itu, *propensity theory* diterjemahkan menjadi teori propensitas. Selain itu, padanan kata yang tepat juga menjadi pertimbangan. Dalam bahasa Inggris, istilah *propensity* dan *tendency* memiliki makna yang berbeda. Menurut Kamus Bahasa Inggris Oxford, *propensity* adalah '*an inclination or natural tendency to behave in a particular way*' (suatu kecenderungan atau dorongan alami untuk berperilaku dengan cara tertentu). Sementara itu, *tendency* didefinisikan sebagai '*an inclination towards a particular characteristic or type of behaviour*' (suatu kecenderungan terhadap karakteristik atau jenis perilaku tertentu). Perbedaan ini menunjukkan bahwa *tendency* cenderung bersifat deskriptif dan berkaitan dengan pola yang dapat diamati, sedangkan *propensity* menyiratkan dorongan alami atau kapasitas yang lebih mendasar, sering kali dengan konotasi kausal. Dalam konteks teori propensitas Popper, yang akan menjadi fokus tesis ini, *propensity* lebih mencerminkan sifat probabilistik suatu sistem daripada pola deskriptif semata, sehingga istilah ini tidak diterjemahkan menjadi 'kecenderungan', yang lebih dekat dengan *tendency*, untuk menjaga ketepatan konseptualnya.

peluang sifatnya independen terhadap pikiran manusia. Teori frekuensi dan propensitas merupakan bagian dari interpretasi objektif.¹² Gillies memberikan contoh untuk mengilustrasikan perbandingan dua interpretasi ini:

Contoh favorit untuk menggambarkan pendekatan objektif adalah peluang disintegrasi isotop uranium tertentu dalam setahun. Manusia mungkin mengetahui peluang ini atau mungkin tidak, tetapi peluang tersebut ada secara independen dari pengetahuan manusia. Peluang ini ada secara objektif sebagai corak dunia fisik. Bahkan, isotop uranium semacam itu memiliki peluang disintegrasi dalam waktu yang tertentu sejak sebelum ada manusia. Singkatnya, interpretasi epistemologis menganggap peluang terkait dengan manusia dan sebagai ukuran pengetahuan atau keyakinan manusia, sedangkan interpretasi objektif menganggap peluang sebagai corak independen dalam dunia material objektif yang tidak tergantung pada manusia.¹³

Singkatnya, permasalahan utama dalam filsafat peluang adalah mencari interpretasi yang bersifat umum, yang dapat berlaku seluas-luasnya dalam berbagai kasus. Masing-masing interpretasi memiliki kekuatannya sendiri dalam berbagai kasus, tetapi secara bersamaan juga menghadapi masalah-masalah dalam kasus lainnya. Masalah yang ditelusuri tidak hanya terbatas pada interpretasi peluang, tetapi juga terkait dengan analisis implikasi bagaimana memahami dunia dengan perspektif tersebut. Akibatnya, jika tiap interpretasi ditelusuri, akan ada begitu banyak permasalahan yang dapat ditinjau. Oleh karena itu, penulis membatasi peninjauan masalah filsafat peluang dalam konteks interpretasi propensitas menurut Karl Raimund Popper yang akan dijelaskan di bagian “Batasan & Rumusan Masalah.”

Sedikit tentang Popper, ia adalah salah satu filsuf terkemuka abad ke-20 yang dikenal luas atas kontribusinya dalam filsafat sains, terutama gagasan falsifikasiisme dan pendekatan kritis terhadap induksi. Minat intelektual Popper tidak hanya terbatas pada metodologi ilmiah, tetapi juga meluas ke permasalahan tentang peluang, khususnya teori propensitas sebagai interpretasi objektif peluang. Kemunculan interpretasi atas teori kuantum menjadi salah satu pemicu Popper untuk mengajukan interpretasi propensitas. Pada bagian selanjutnya, akan dibahas secara singkat tentang kecenderungan objektif Popper dalam memaknai peluang yang sekaligus melatarbelakangi munculnya interpretasi propensitas.

¹² Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, 2.

¹³ Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, 2.

1.3 Kecenderungan Objektif Karl Popper dalam Memaknai Peluang

Sebelum meninjau batasan masalah yang akan ditentukan, perlu sedikit dipaparkan terkait perspektif Popper tentang peluang karena adanya hubungan antara alasan pembatasan masalah dan bagaimana posisi interpretasi Popper tentang peluang. Pada bagian ini, penulis hendak menekankan kecenderungan Popper memaknai peluang secara objektif.

Secara garis besar, terkait teori peluang, sejak tahun 1934, Popper telah membuat tiga kontribusi: (1) Pengenalan kalkulus peluang formal (aksiomatik) yang dapat ditafsirkan dalam banyak cara, seperti interpretasi logis dan frekuensi yang dibahas dalam buku *The Logic of Scientific Discovery*, serta interpretasi propensitas yang dibahas dalam catatan tambahan, *Realism and The Aim of Science*; (2) Rekonstruksi teori frekuensi peluang; (3) Penggantian interpretasi objektif peluang dalam hal frekuensi dengan interpretasi objektif lain, interpretasi propensitas.¹⁴ Dari ketiga kontribusi di atas, Popper mempunyai kecenderungan untuk memahami peluang secara objektif. Popper mula-mula memandang peluang sebagai frekuensi sebelum berpaling ke propensitas, dan keduanya berada dalam cara pandang objektif atas peluang. Alasan utama Popper memilih interpretasi objektif erat terkait dengan ketidakpuasannya dengan interpretasi subjektif. Dalam *The Logic of Scientific Discovery*, Popper menganggap interpretasi subjektif tidak bisa diterima, khususnya ketika membahas fenomena peluang dalam konteks fisika.

Memang, teori subjektif mampu memberikan solusi yang konsisten terhadap masalah tentang bagaimana memutuskan pernyataan peluang; dan secara umum, teori ini menghadapi lebih sedikit kesulitan logis daripada teori objektif. Namun solusinya adalah bahwa pernyataan peluang bersifat non-empiris; bahwa pernyataan tersebut merupakan tautologi. Dan solusi ini ternyata sama sekali tidak dapat diterima ketika kita mengingat penggunaan teori peluang dalam fisika.¹⁵

Ketidakpuasan Popper lainnya juga dapat ditemukan dalam *Realism and The Aim of Science*. Ia beranggapan bahwa fakta empiris tidak kompatibel jika dijelaskan melalui interpretasi subjektif.

¹⁴ Karl Raimund Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (London & New York: Routledge Classic, 2002), 134.

¹⁵ Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, 137.

Teks asli: “Admittedly, the subjective theory is able to give a consistent solution to the problem of how to decide probability statements; and it is, in general, faced by fewer logical difficulties than is the objective theory. But its solution is that probability statements are nonempirical; that they are tautologies. And this solution turns out to be utterly unacceptable when we remember the use which physics makes of the theory of probability.”

Namun, interpretasi subjektif sangat berpengaruh di kalangan fisikawan; bukan sebagai teori yang jelas dan koheren, melainkan sebagai garis pertahanan kedua yang praktis untuk dijadikan sandaran jika timbul kesulitan di tempat lain. Dengan cara ini, semacam pembicaraan ganda setelah muncul dalam fisika, baik dalam mekanika statistik maupun dalam teori kuantum; dan terkadang kita menemukan fakta fisik objektif 'dijelaskan' oleh kurangnya pengetahuan kita.¹⁶

Kecenderungan objektif juga berperan ketika Popper mengajukan interpretasi propensitas. Popper meyakini bahwa masalah interpretasi teori kuantum terkait erat dengan interpretasi peluang, dan ia menganggap bahwa interpretasi Bohr-Heisenberg¹⁷ dipengaruhi oleh interpretasi peluang secara subjektif. Lebih lanjut, dalam artikel *The Propensity Interpretation of Probability* yang diterbitkan pada tahun 1959, Popper menyatakan alasan utama yang meyakinkannya untuk mengajukan interpretasi propensitas:

... penafsiran atas percobaan celah ganda, yang akhirnya membawa saya kepada teori propensitas: teori ini meyakinkan saya bahwa peluang haruslah 'nyata secara fisik' — bahwa peluang haruslah kecenderungan fisik, sifat relasional abstrak dari situasi fisik, seperti gaya Newton, dan 'nyata', bukan hanya dalam artian bahwa peluang dapat mempengaruhi hasil percobaan, tetapi juga dalam artian bahwa peluang dapat, dalam keadaan tertentu, saling mengganggu, yakni berinteraksi satu sama lain.¹⁸

Oleh karena itu, kecenderungan objektif Popper menjadi hal penting yang perlu ditekankan dalam pembahasan-pembahasan selanjutnya. Misalnya, meskipun Popper meninggalkan interpretasi frekuensi, Popper masih melihat interpretasi frekuensi sebagai sesuatu yang masih lebih masuk akal dibandingkan interpretasi subjektif.

¹⁶ Karl Raimund Popper, *Realism and The Aim of Science* (New York: Routledge, 1983), 301.

Teks asli: “But the subjective interpretation is extremely influential among physicists; not so much as a clear-cut and coherent theory, but rather as a convenient second line of defence to fall back upon in case any difficulty arises elsewhere. In this way a kind of double-talk has arisen in physics, both in statistical mechanics and in quantum theory; and at times we find objective physical facts 'explained' by our lack of knowledge.”

¹⁷ Dikembangkan oleh Niels Bohr dan Werner Heisenberg, interpretasi ini merupakan salah satu penjelasan paling terkenal tentang mekanika kuantum. Interpretasi ini menyatakan bahwa sifat objek kuantum, seperti elektron, tidak pasti hingga dilakukan pengukuran. Sebelum diukur, objek kuantum berada dalam keadaan superposisi, yaitu gabungan semua kemungkinan hasil.

¹⁸ Karl Raimund Popper, “The Propensity Interpretation of Probability,” *The British Journal for the Philosophy of Science* 10, no. 37 (1959): 28.

Teks asli: “... it was this last point, the interpretation of the two-slit-experiment, which ultimately led me to the propensity theory: it that probabilities must be ‘physically real’—that they must be physical propensities, abstract relational properties of the physical situation, like Newtonian forces, and ‘real’, not only in the sense that they could influence the experimental results, but also in the sense they could, under certain circumstances (coherence), interfere, with one another.”

1.4 Batasan & Rumusan Masalah

Pencarian interpretasi yang umum terhadap peluang merupakan upaya yang kompleks. Tujuan ini hanya bisa ditempuh melalui pemahaman komprehensif dari masing-masing interpretasi yang ditawarkan oleh para filsuf. Oleh karena itu, upaya tersebut memerlukan jangka waktu penelitian yang relatif lama. Tesis yang hendak penulis ajukan terbatas pada salah satu interpretasi, yakni interpretasi propensitas yang ditawarkan oleh Karl Popper. Pembatasan pembahasan pada interpretasi propensitas dilakukan untuk menyederhanakan permasalahan yang kompleks guna meningkatkan efisiensi waktu penelitian mengingat durasi penulisan tesis relatif singkat.

Selain alasan teknis, terdapat alasan subjektif-filosofis mengapa penulis memilih perspektif Popper. Salah satu yang menarik adalah interpretasi propensitas menjadi tawaran yang tampak mencolok dengan menawarkan cara pandang objektif atas peluang. Mayoritas fisikawan dan ilmuwan terkemuka saat itu (saat Popper mengerjakan proyek terkait peluang) berpandangan bahwa peluang merupakan bentuk ekspresi kurangnya pengetahuan manusia. Mereka meletakkan peluang dalam konteks epistemik. Popper tidak sepakat dengan cara pandang itu, dan ia mengambil cara pandang yang berseberangan dengan tegas. Ia melihat peluang sebagai sesuatu yang melekat dalam dunia.¹⁹ Terlebih, bagi penulis, perdebatan antara interpretasi objektif dan epistemik menjadi semacam babak lanjutan pertarungan antara realisme dan anti-realisme²⁰ di ‘medan pertempuran’ interpretasi peluang. Lebih lanjut, sebagai salah satu interpretasi yang relatif aktual, konstruksi interpretasi propensitas seringkali bersinggungan dengan masalah-masalah yang dihadapi interpretasi subjektif dan interpretasi frekuensi. Dengan kata lain, menelusuri interpretasi Popper atas peluang merupakan tinjauan yang strategis untuk memahami gambaran besar terkait perdebatan interpretasi peluang.

Dengan batasan pada interpretasi propensitas, masalah pencarian interpretasi umum berubah menjadi masalah menentukan apakah interpretasi propensitas layak menjadi kandidat

¹⁹ Karl Raimund Popper, *A World of Propensities* (Bristol: Thoemmes, 1995), 7–8.

²⁰ Secara sederhana, realisme menganggap dunia nyata ada secara mandiri di luar pikiran manusia, sementara anti-realisme menganggap realitas terbentuk melalui pemahaman atau persepsi manusia. Namun, anti-realisme sendiri memiliki berbagai macam jenis, bergantung pada syarat realisme yang ditolak, yang dapat lebih lengkap dibaca pada: James Ladyman, *Understanding Philosophy of Science* (London & New York: Routledge, 2002), 159.

interpretasi umum. Upaya menguraikan masalah ini dapat ditempuh melalui rumusan masalah berikut:

1. Bagaimana proses perkembangan pemikiran interpretasi propensitas Popper? Dengan kata lain, bagaimana Popper mengembangkan interpretasi propensitas dari interpretasi frekuensi?
2. Apa yang Popper maksud dengan propensitas dalam konteks interpretasi peluang?
3. Apa implikasi filosofis propensitas Popper sebagai interpretasi objektif terhadap konsep peluang?
4. Apa kelemahan utama interpretasi propensitas dalam tinjauan filsuf matematika yang menanggapi interpretasi propensitas Popper?
5. Apakah interpretasi propensitas merupakan kandidat yang memadai sebagai interpretasi umum atas peluang?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan tesis ini dapat diklasifikasi menjadi dua: tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum yang hendak dicapai dari penulisan tesis ini adalah memperoleh pemahaman tentang interpretasi propensitas yang ditawarkan Popper dalam konteks permasalahan tentang peluang. Ini meliputi proses perkembangan pemikiran Popper terkait pengembangan interpretasi frekuensi menjadi interpretasi propensitas. Sementara itu, terdapat dua tujuan khusus yang hendak dicapai. Pertama, memahami implikasi filosofis dari interpretasi propensitas, khususnya bagaimana menerima propensitas berdampak pada cara memandang kausalitas di dunia. Kedua, memberikan evaluasi terhadap interpretasi propensitas, menimbang kekuatan dan kelemahannya berdasarkan komentar-komentar filsuf lain.

1.6 Rumusan Tesis

Setelah meninjau konstruksi interpretasi propensitas Popper dan menimbang komentar-komentar dari beberapa filsuf atas interpretasi tersebut, penulis berargumen bahwa propensitas Popper masih belum cukup untuk menjadi kandidat kuat interpretasi peluang yang bersifat umum. Betul bahwa di satu sisi propensitas Popper mampu menjangkau secara luas fenomena fisik serta membuka cara pandang baru terkait bagaimana memandang kausalitas dunia, tetapi di sisi lainnya, propensitas Popper belum sepenuhnya selaras dengan aspek formal matematis teori peluang.

1.7 Metode & Sistematika Penulisan Tesis

Untuk menunjukkan proses alur berpikir di balik tesis tersebut, penulis akan menggunakan metode penelitian kualitatif berupa studi kepustakaan sistematis. Argumentasi untuk mendukung hipotesis tersebut dapat diurai dalam dua bagian: (1) ‘propensitas menjangkau secara luas fenomena fisik dan berimplikasi pada cara pandang baru terhadap kausalitas dunia’, dan (2) ‘propensitas belum sepenuhnya selaras dengan aspek formal’. Langkah-langkah argumentasi akan diuraikan dalam lima bab tesis dengan sistematika sebagai berikut:²¹

- Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisikan Latar Belakang, Batasan & Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Rumusan Hipotesis, dan Metode Penelitian & Sistematika Penulisan Tesis.

- Bab 2: Perspektif Awal Karl Popper terkait Konsep Peluang

Bab ini berisikan penjelasan terkait fase pra-propensitas Popper. Pada fase ini, ia cenderung memilih posisi objektif dalam menginterpretasikan peluang, khususnya interpretasi frekuensi, yang banyak dibahas dalam buku *The Logic of Scientific Discovery*. Ia menawarkan interpretasi frekuensi yang lebih fleksibel, yakni dengan melemahkan aksioma keacakan dan mengeliminasi aksioma konvergensi. Bab ini merupakan titik tolak penting untuk memahami interpretasi propensitas yang diajukan Popper dalam konteks filsafat peluang.

- Bab 3: Propensitas Popper dan Aspek Ontologisnya

Bab ini berisikan penjelasan terkait fase propensitas Popper. Bab ini diawali dengan penjelasan tentang tawaran interpretasi propensitas yang diajukan Popper dan diikuti dengan pembahasan tentang implikasi ontologis propensitas. Buku *Realism and The Aim of Science* dan artikel *The Propensity Interpretation of Probability* menjadi dua acuan utama terkait penjelasan tentang interpretasi propensitas Popper. Rincian terkait proses perpindahan dari interpretasi frekuensi ke interpretasi propensitas akan cukup banyak mengacu pada uraian David Miller, *Popper's Contribution to the Theory of Probability and Its Interpretation*. Sementara itu, pembahasan terkait implikasi ontologis propensitas akan mengacu pada uraian singkat Popper dalam buku *A World of Propensities*.

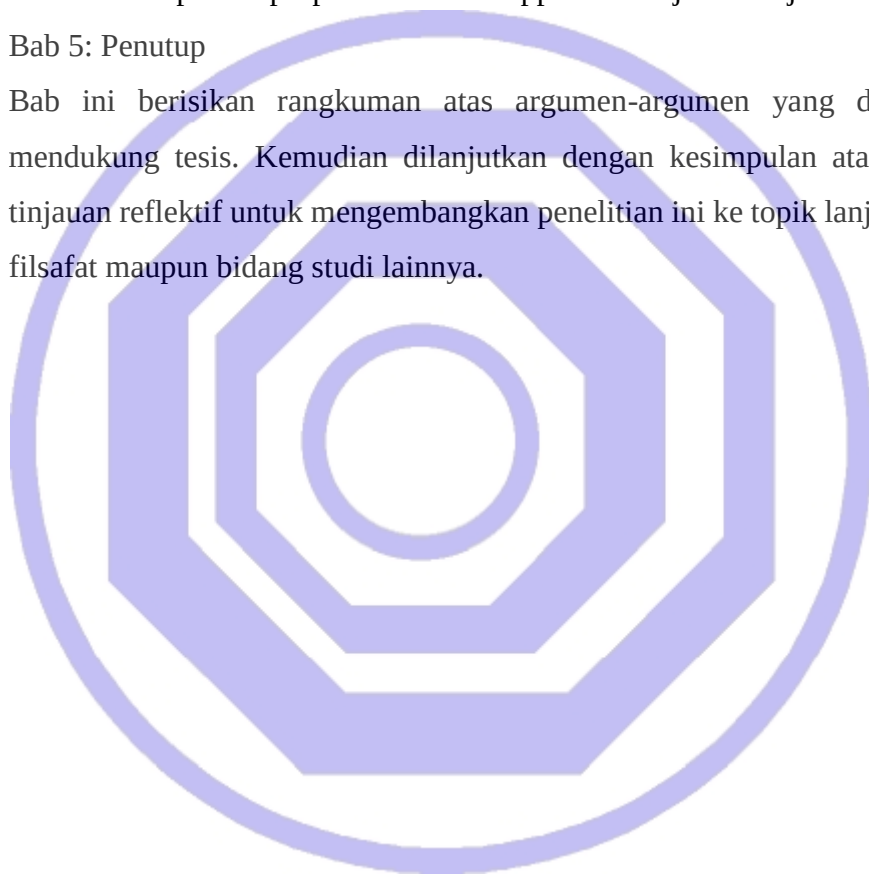
²¹ Pemaparan Bab 2 ditujukan untuk memberikan landasan pemahaman terkait propensitas, kemudian Bab 3 ditujukan untuk memberikan landasan pada argumen (1). Sementara itu, pemaparan Bab 4 ditujukan untuk memberikan landasan pada argumen (2).

- Bab 4: Menimbang Propensitas Popper

Bab ini berisikan tinjauan-tinjauan atas propensitas Popper dari filsuf lain yang juga berkuat dalam topik filsafat peluang. Salah satu tinjauan yang akan menjadi sorotan utama adalah artikel Paul Humphreys, *Why Propensities Cannot be Probabilities*. Humphreys menunjukkan ada ketidaksesuaian antara propensitas dengan aspek formal peluang, sehingga posisi propensitas tidak layak dianggap sebagai interpretasi peluang. Tinjauan dengan nada serupa, dengan rincian yang lebih komprehensif, diajukan oleh Eagle dalam artikel *Twenty-One Argument against Propensity Analyses of Probability*. Bab ini ditutup dengan analisis penulis setelah mencermati tawaran interpretasi propensitas oleh Popper dan tinjauan-tinjauan terhadapnya.

- Bab 5: Penutup

Bab ini berisikan rangkuman atas argumen-argumen yang digunakan untuk mendukung tesis. Kemudian dilanjutkan dengan kesimpulan atas penelitian dan tinjauan reflektif untuk mengembangkan penelitian ini ke topik lanjutan, baik dalam filsafat maupun bidang studi lainnya.



Daftar Pustaka

- Aiyer, Kartik. "The Great Oxidation Event: How Cyanobacteria Changed Life." Organization. American Society for Microbiology, 18 Februari 2022. <https://asm.org/articles/2022/february/the-great-oxidation-event-how-cyanobacteria-change>.
- Aristoteles. "Metaphysics." Dalam *Perseus Digital Library*, diterjemahkan oleh Hugh Tredennick. Vol. 17. Cambridge: Harvard University Press. Diakses 25 Februari 2025.
<https://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus%3Atext%3A1999.01.0052>.
- Bartle, Robert G., dan Donald R. Sherbert. *Introduction to Real Analysis*. Disunting oleh Shannon Corliss. Fourth Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- Berkovitz, Joseph. "The Propensity Interpretation of Probability: A Re-evaluation." *Erkenntnis* 80 (2015): 629–711.
- Burch, Robert. "Charles Sanders Peirce." Dalam *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, disunting oleh Edward N. Zalta dan Uri Nodelman. Diakses 15 April 2025. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/peirce/>.
- Cohen, S. Marc, dan C. D. C. Reeve. "Aristotle's Metaphysics." Dalam *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, disunting oleh Edward N. Zalta dan Uri Nodelman. Diakses 25 Februari 2025. <https://plato.stanford.edu/archives/win2024/entries/aristotle-metaphysics/>.
- David, F. N. *Games, Gods and Gambling*. New York: Hafner, 1962.
- Del Santo, Flavio, dan Nicolas Gisin. "Potentiality realism: a realistic and indeterministic physics based on propensities." *European Journal for Philosophy of Science* 13, no. 58 (2023).
- Eagle, Antony. "Twenty-One Arguments against Propensity Analyses of Probability." *Erkenntnis* 60, no. 3 (2004): 371–416.
- . "Probability." Dalam *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, disunting oleh Paul Humphreys. New York: Oxford University Press, 2016.
- Earman, John, dan Wesley C. Salmon. "The Confirmation of Scientific Hypotheses." Dalam *Introduction to Philosophy of Science*, disunting oleh Merilee H. Salmon, John Earman, Clark Glymour, James G. Lennox, Peter Machamer, J. E. McGuire, John D. Norton, Wesley C. Salmon, dan Kenneth F. Schaffner, 42–103. Indianapolis: Prentice-Hall, 1992.

- Fetzer, James Henry. *Scientific Knowledge: Causality, Explanation and Corroboration*. Dordrecht: Reidel, 1981.
- Giere, Ronald. "The Epistemological Roots of Scientific Knowledge." Dalam *Induction, Probability, and Confirmation*, disunting oleh G Maxwell dan R. M. Anderson. Minnesota Studies in Philosophy of Science 6. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1975.
- Gillies, Donald. *Philosophical Theories of Probability*. New York: Routledge, 2000.
- . "Varieties of Propensity." *British Journal for the Philosophy of Science* 51 (2000): 807–35.
- Hacking, Ian. *Logic of Statistical Inference*. Cambridge Philosophy Classics. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- Humphreys, Paul. "Why Propensities Cannot be Probabilities." *The Philosophical Review* 94, no. 4 (Oktober 1985): 557–70.
- . "Some Considerations on Conditional Chances." *British Journal for the Philosophy of Science* 55 (2004): 667–80.
- Kolmogorov, A. N. *Foundation of The Theory of Probability*. Diterjemahkan oleh Nathan Morrison. New York: Chelsea Publishing Company, 1950.
- Ladyman, James. *Understanding Philosophy of Science*. London & New York: Routledge, 2002.
- Lyon, Aidan. "From Kolmogorov, to Popper, to Rényi: There's No Escaping Humphreys' Paradox (When Generalized)." Dalam *Chance and Temporal Assymetry*, disunting oleh A. Wilson, 112–25. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- McCurdy, Christopher S. I. "Humphrey's Paradox and The Interpretation of Inverse Conditional Propensities." *Synthese* 108 (1996): 105–25.
- Mellor, D. H. *The Matter of Chance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.
- Miller, David. "Single-Case Probabilities." *Foundation of Physics* 21, no. 12 (1991): 1501–16.
- . "Popper's Contribution to the Theory of Probability and Its Interpretation." Dalam *The Cambridge Companion to Popper*, disunting oleh Jeremy Shearmur dan Geoffrey Stokes. New York: Cambridge University Press, 2016.
- Milne, Peter. "Can There Be A Realist Single-Case Interpretation of Probability?" *Erkenntnis* 25 (1986): 129–32.
- Mises, Richard von. *Probability, Statistics, and Truth*. Disunting oleh Hilda Geiringer. Second Revised English Edition. New York: Dover Publications, 1981.

- Peirce, Charles Sanders. "On The Doctrine of Chances, with Later Reflection." Dalam *Philosophical Writing of Peirce*, disunting oleh Justus Buchler, 157–73. New York: Dover Publications, 1955.
- Popper, Karl Raimund. "The Propensity Interpretation of Probability." *The British Journal for the Philosophy of Science* 10, no. 37 (1959): 25–42.
- . "Replies to My Critics." Dalam *The Philosophy of Karl Popper*, disunting oleh Paul A. Schilpp, Vol. 2. La Salle: Open Court, 1974.
- . *Quantum Theory and the Schism in Physics*. New Jersey: Rowman and Littlefield, 1982.
- . *Realism and The Aim of Science*. New York: Routledge, 1983.
- . *A World of Propensities*. Bristol: Thoemmes, 1995.
- . *The Logic of Scientific Discovery*. London & New York: Routledge Classic, 2002.
- . *Unended Quest*. London & New York: Routledge, 2002.
- Routledge, Richard. "Law of Large Numbers." Dalam *Encyclopedia Britannica*. Diakses 14 April 2025. <https://www.britannica.com/science/law-of-large-numbers>.
- Salmon, Wesley C. "Propensities: A Discussion Review." *Erkenntnis* 14, no. 2 (1979): 183–216.
- Sfendoni-Mentzou, Demetra. "Popper's Propensities: An Ontological Interpretation of Probability." Dalam *Imre Lakatos and Theories of Scientific Change*, disunting oleh Kostas Gavroglu, Yorgos Goudaroulis, dan Pantelis Nicolacopoulos, 441–55. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989.
- Smith, John Maynard, dan Eörs Szathmáry. *The Origins of Life*. New York: Oxford University Press, 1999.
- Stokes, Geoffrey, dan Jeremy Shearmur. "Popper and His Philosophy: An Overview." Dalam *The Cambridge Companion to Popper*, 1–29. New York: Cambridge University Press, 2016.
- Suppes, Patrick. "Propensity Representations of Probability." *Erkenntnis* 26 (1987): 335–58.
- . "Popper's Analysis of Probability in Quantum Mechanics." Dalam *Models and Methods in The Philosophy of Science: Selected Essays*, disunting oleh Jaakko Hintikka, Vol. 226. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1993.