



## **Tinjauan Filosofis *The Ascent Of Man* Dalam Perspektif Fisika Modern**

Sari Prabandari<sup>1\*</sup>, Suyitno Muslim<sup>2</sup>, Anis Kandriasari<sup>3</sup>, Wisnu Djatmiko<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Negeri Jakarta  
\*E-mail: prabandari98@gmail.com

### **Abstract**

*This study aims to conduct a philosophical review of the relevance of Jacob Bronowski's thoughts in his work, *The Ascent of Man*, amidst the development of modern physics. Bronowski views human history as an ascent driven by the unique ability of humans to understand the laws of nature through the integration of reason and imagination. However, philosophical questions arise regarding whether this humanistic narrative of ascent remains consistent with the increasingly abstract and often counter-intuitive findings of modern physics. Using qualitative-philosophical methods and a comparative approach, this study analyzes the traces of Bronowski's thoughts through three main pillars of modern physics: 1) The Uncertainty Principle and the limits of absolute knowledge; 2) Theory of Relativity and the shift in space-time perception; 3) Quantum Mechanics in the context of the connection between the observer and reality. The results of the study show that the traces of *The Ascent of Man* remain relevant through the concept of intellectual humility proposed by Bronowski, where modern physics is no longer seen as a tool to seek certainty of dogma, but as a means to understand the position of humans in a dynamic universe. This study concludes that the perspective of modern physics actually strengthens Bronowski's thesis that science is the most noble human activity, because it forces humans to continue to evolve cognitively while realizing their ethical limitations in the face of the complexity of matter.*

**Keywords:** *Jacob Bronowski, The Ascent of Man, Modern Physics, Philosophy of Science, Cognitive Evolution.*

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan filosofis terhadap relevansi pemikiran Jacob Bronowski dalam karya monumentalnya, *The Ascent of Man*, di tengah perkembangan fisika modern. Bronowski memandang sejarah manusia sebagai sebuah pendakian yang didorong oleh kemampuan unik manusia dalam memahami hukum-hukum alam melalui integrasi antara nalar dan imajinasi. Namun, muncul pertanyaan filosofis mengenai apakah narasi 'pendakian' yang bersifat humanistik ini masih tetap konsisten dengan temuan fisika modern yang semakin abstrak dan sering kali kontra-intuitif. Dengan menggunakan metode kualitatif filosofis dan pendekatan komparatif, penelitian ini menganalisis jejak pemikiran Bronowski melalui tiga pilar utama fisika modern: 1) Prinsip Ketidakpastian dan batas pengetahuan absolut; 2) Teori Relativitas dan pergeseran persepsi ruang dan waktu; 3) Mekanika Kuantum dalam konteks keterhubungan antara pengamat dan realitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jejak *The Ascent of Man* tetap relevan melalui konsep kerendahan hati intelektual (*intellectual humility*) yang diajukan Bronowski, di mana fisika modern tidak lagi dipandang sebagai alat untuk mencari kepastian dogma, melainkan sebagai sarana untuk memahami posisi manusia di dalam semesta yang dinamis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perspektif fisika modern justru memperkuat tesis Bronowski bahwa sains adalah aktivitas manusiawi yang luhur, karena memaksa manusia untuk terus berevolusi secara kognitif sekaligus menyadari keterbatasan etisnya di hadapan kompleksitas materi.

**Kata Kunci:** Jacob Bronowski, The Ascent of Man, Fisika Modern, Filsafat Sains, Evolusi Kognitif.

**How to Cite:** Prabandari, S., Muslim, S., Kandriasari, A., & Djatmiko, W. (2025). Tinjauan Filosofis The Ascent of Man Dalam Perspektif Fisika Modern. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 6(2), 163-169.

## PENDAHULUAN

Dalam sejarah pemikiran manusia, sains sering kali dipandang secara dikotomis, sebagai sekadar kumpulan rumus teknis yang dingin atau sebagai mesin penggerak peradaban. Namun, Jacob Bronowski (1973) melalui karya monumentalnya, *The Ascent of Man*, menawarkan perspektif yang berbeda. Ia menegaskan bahwa sains, khususnya fisika, adalah biografi kemanusiaan. Bagi Bronowski, setiap penemuan besar dalam fisika, mulai dari hukum gerak hingga struktur atom, bukanlah sekadar pengungkapan rahasia alam, melainkan sebuah jejak pendakian kognitif dan moral yang mendefinisikan jati diri manusia.

Memasuki era fisika modern yang didominasi oleh mekanika kuantum, teori relativitas, dan kosmologi, narasi 'pendakian' manusia menghadapi tantangan epistemologis yang serius. Jika dalam fisika klasik manusia merasa sebagai penguasa alam yang deterministik, dalam perspektif fisika modern, realitas tampak semakin abstrak, probabel, dan sering kali meniadakan intuisi kemanusiaan yang mendasar. Salah satu tantangan utama dalam fisika modern adalah mengintegrasikan dua teori yang sangat sukses dalam menjelaskan alam semesta pada skala yang sangat berbeda. Di satu sisi, mekanika kuantum berhasil menjelaskan dunia subatomik dengan ketepatan luar biasa, sedangkan teori relativitas umum Einstein berhasil menggambarkan fenomena gravitasi pada skala kosmik, mulai dari pergerakan planet hingga perilaku lubang hitam (Rovelli, 2016). Hal ini menimbulkan pertanyaan filosofis yang krusial, apakah jejak humanisme yang diletakkan oleh Bronowski masih dapat ditemukan dalam ruang hampa fisika partikel dan relativitas umum? Ataukah kemajuan fisika modern justru telah menjauhkan manusia dari "pusat" maknanya sendiri?

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau kembali gagasan Bronowski tentang 'pendakian' manusia dengan menggunakan kaca mata fisika modern. Fokus utama penelitian adalah mengeksplorasi bagaimana konsep-konsep seperti prinsip ketidakpastian Heisenberg dan keterhubungan kuantum (*entanglement*) sebenarnya merupakan kelanjutan dari kerendahan hati intelektual yang diamanatkan oleh Bronowski. Penelitian ini berupaya membedah apakah fisika modern tetap menjadi sarana pengangkatan martabat manusia atau telah berubah menjadi sistem teknologi yang asing dari nilai-nilai kemanusiaan.

Hal ini signifikan untuk menjembatani jurang antara sains murni dan filsafat humaniora. Dengan memetakan jejak pemikiran Bronowski dalam perkembangan fisika terkini, penelitian ini memberikan kontribusi pada filsafat sains mengenai bagaimana manusia modern seharusnya memaknai kemajuan teknologi tanpa kehilangan substansi filosofis mengenai asal-usul dan tujuan peradabannya.

Jacob Bronowski menekankan bahwa fisika merupakan biografi kemanusiaan yang menempatkan manusia sebagai subjek sentral dalam 'pendakian' peradaban. Menurut Rovelli, C. (2021) fisika modern yang muncul karena kemampuannya menjelaskan fenomena pada skala yang sangat kecil (atom) atau sangat cepat (mendekati kecepatan cahaya), cenderung menjadi sangat matematis, abstrak, dan kontra-intuitif, sehingga sering kali menghilangkan peran manusia sebagai pengamat yang relevan. Apakah narasi "pendakian manusia" masih berlaku ketika fisika modern justru menunjukkan bahwa alam semesta bisa tetap ada tanpa kehadiran manusia?. Bronowski meletakkan jejak penting pada bab "*Knowledge or Certainty*", di mana ia memperingatkan bahaya kepastian absolut. Bagaimana visi Bronowski tentang batas pengetahuan diinterpretasikan ulang dalam era fisika modern? Apakah prinsip ketidakpastian (*uncertainty principle*) saat ini masih dianggap

sebagai kerendahan hati intelektual seperti kata Bronowski, atukah telah berubah menjadi skeptisisme radikal yang membuat manusia kehilangan pijakan atas realitas obyektif?

Dengan adanya teknologi yang lahir dari fisika modern (seperti kecerdasan buatan, komputasi kuantum, hingga senjata nuklir generasi baru), terdapat jurang yang melebar antara kemampuan teknis manusia dengan kematangan filosofisnya. Apakah jejak moral yang diamanatkan dalam *The Ascent of Man* masih diikuti, atukah manusia saat ini justru sedang mengalami penurunan (*descent*) secara etis meskipun secara fisik sedang mendaki? Fisika modern (khususnya *Quantum Entanglement*) menunjukkan bahwa dunia tidak terdiri dari objek-objek terpisah, melainkan jaringan hubungan yang saling terkait secara instan. Permasalahannya adalah bagaimana paradigma hubungan ini mengubah definisi "manusia sebagai penguasa alam" yang selama ini menjadi inti dari narasi pendakian peradaban.

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana relevansi filosofis konsep "pendakian manusia" (humanisme sains) milik Bronowski jika dihadapkan pada paradigma fisika modern yang semakin menjauhi intuisi manusiawi?
- 2) Sejauh mana jejak "kerendahan hati intelektual" yang diajukan Bronowski termanifestasi dalam prinsip-prinsip dasar mekanika kuantum dan relativitas saat ini?
- 3) Apa implikasi filosofis dari pergeseran pemahaman fisik terhadap evolusi kesadaran dan etika manusia dalam konteks perkembangan ilmu pengetahuan abad ke-21?

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif deskriptif-analitis dengan pendekatan studi pustaka. Data dianalisis secara hermeneutik untuk menggali kedalaman makna filosofis dalam teks *The Ascent of Man*, kemudian dikonstruksikan secara dialektis dengan teori-teori dalam perspektif fisika modern guna menemukan relevansi dan pergeseran paradigma yang terjadi. Penelitian ini sepenuhnya berbasis teks, dengan sumber data utamanya adalah buku *The Ascent of Man* karya Jacob Bronowski, yang kemudian dibandingkan dengan literatur fisika modern dan jurnal filsafat sains. Karena penelitian ini merupakan penelitian dengan tinjauan filosofis, pendekatan hermeneutik digunakan untuk menginterpretasikan makna di balik narasi Bronowski dan menghubungkannya dengan realitas ilmiah saat ini. Pendekatan lain yang digunakan adalah dengan melacak perkembangan ide dari era Bronowski (1970-an) hingga perkembangan fisika terkini untuk melihat pergeseran paradigma yang terjadi.

Buku *The Ascent of Man* (Jacob Bronowski) dan transkrip dokumenternya, merupakan sumber data primer yang digunakan pada penelitian ini. Sedangkan jurnal-jurnal ilmiah mengenai filsafat fisika, buku-buku mengenai mekanika kuantum, relativitas, dan literatur mengenai filsafat humanisme sains, digunakan sebagai sumber data sekunder. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara studi dokumentasi, dengan melakukan kompilasi data dari berbagai sumber literatur terkait dan teknik baca catat, dengan cara mengidentifikasi konsep-konsep kunci seperti "pendakian", "kerendahan hati intelektual", dan "kepastian" dalam teks primer, lalu memetakan padanannya dalam teori fisika modern.

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan teknik Analisis Isi (*Content Analysis*) dengan langkah-langkah filosofis sebagai berikut: 1) Deskripsi (Memaparkan secara objektif pemikiran Bronowski tentang sejarah dan filsafat fisika). 2) Komparasi (membandingkan pandangan Bronowski tentang realitas (fisika klasik/awal kuantum) dengan pandangan fisika modern (fisika partikel, kosmologi, dan kuantum terkini). 3) Heuristika, menemukan jalan baru atau pemahaman baru mengenai posisi manusia di alam semesta berdasarkan perbandingan tersebut. 4) Sintesis dengan

menyatukan temuan-temuan tersebut untuk menarik kesimpulan mengenai apakah jejak "pendakian" Bronowski masih bertahan atau telah berubah bentuk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jejak pendakian manusia yang digambarkan Bronowski telah bergeser dari penguasaan materi secara mekanis menjadi pemahaman relasional. Dalam fisika modern, pendakian tidak lagi dipahami sebagai penaklukan alam semesta yang objektif, melainkan kesadaran bahwa manusia adalah bagian yang tak terpisahkan dari sistem yang ia amati. Bronowski dalam bab *The Starry Messenger* menekankan kemampuan manusia memetakan langit. Namun, dalam perspektif Interpretasi Kopenhagen, posisi pengamat menjadi krusial. Realitas tidak "ada" secara pasti sampai ia diukur. Ini memperkuat tesis Bronowski bahwa sains adalah aktivitas manusiawi; tanpa pikiran manusia yang bertanya, alam semesta hanyalah spektrum probabilitas tanpa makna.

Sebagaimana diungkapkan oleh Heisenberg (1958), batas-batas fisik yang ditemukan dalam mikrokosmos bukan sekadar rintangan teknis, melainkan cermin dari batasan kognitif manusia. Hal ini sejalan dengan peringatan Bronowski (1973) bahwa kejaran manusia terhadap 'kepastian absolut' justru menjauhkan kita dari hakikat kemanusiaan yang berbasis pada kerendahan hati intelektual.

Salah satu jejak terkuat Bronowski adalah peringatannya terhadap "kepastian absolut". Penelitian ini menemukan bahwa prinsip ketidakpastian Heisenberg adalah manifestasi fisik dari nilai moral tersebut. Bronowski menyatakan bahwa "semua pengetahuan adalah bentuk dari keterbatasan. Secara filosofis, ini bukan kegagalan sains, melainkan pintu menuju kreativitas. Jika alam semesta sepenuhnya deterministik (seperti jam mekanik), maka kehendak bebas dan "pendakian" kreatif manusia akan terhenti. Ketidakpastian memberikan ruang bagi evolusi pikiran. Jejak Bronowski dalam menelusuri struktur materi (bab *The Grain in the Stone*) kini mencapai puncaknya pada fenomena *Quantum Entanglement*. Fisika modern menunjukkan bahwa semesta bersifat non-lokal. Hal ini mengubah filosofi "pendakian" yang awalnya bersifat individualis/antroposentris menjadi kosmosentris. Manusia bukan lagi entitas terpisah yang mendaki gunung alam semesta, melainkan bagian dari jaringan informasi universal. Ini mendukung argumen Bronowski tentang persatuan alam (*The Unity of Nature*).

Relevansi filosofis konsep "pendakian manusia" Bronowski di hadapan fisika modern terletak pada pergeseran makna Humanisme Sains. Jika dahulu humanisme berarti manusia sebagai "penakluk" alam melalui hukum pasti (*Newtonian*), kini dalam fisika modern, humanisme justru ditemukan dalam keterbatasan dan partisipasi manusia. Fisika modern, khususnya mekanika kuantum, menghapus batas antara "subjek" (manusia) dan "objek" (alam). Bronowski melihat pendakian sebagai upaya manusia memahami struktur materi. Fisika modern (melalui *Quantum Entanglement*) melengkapi ini dengan menunjukkan bahwa semesta bukan sekumpulan benda mati yang terpisah, melainkan jaringan hubungan. *Humanisme sains* Bronowski tetap relevan karena ia menegaskan bahwa alam semesta tidak memiliki makna tanpa kehadiran pikiran yang mengamatinya. Meski paradoks kuantum menjauhi intuisi fisik (seperti partikel berada di dua tempat sekaligus), ia justru mendekat pada intuisi kesadaran.

Salah satu bab paling kuat dalam *The Ascent of Man* adalah *Knowledge or Certainty*. Bronowski memperingatkan bahwa kepastian absolut adalah awal dari kehancuran manusia. Fisika modern melalui prinsip ketidakpastian Heisenberg memberikan bukti matematis bagi klaim filosofis Bronowski. Ketidakmampuan kita mengetahui posisi dan momentum secara bersamaan bukan karena alat yang buruk, melainkan sifat dasar alam. Hal ini sangat relevan sebagai benteng melawan sains yang dogmatis. Fisika modern memaksa manusia untuk

tetap rendah hati; kita tidak sedang mencari "Kebenaran Mutlak" yang kaku, melainkan terus mendaki dalam spektrum probabilitas. Fisika modern sering kali terjebak dalam matematika murni yang sangat abstrak (seperti *String Theory*) sehingga terasa "tidak manusiawi". Bronowski berpendapat bahwa setiap langkah sains harus membawa konsekuensi moral. Ketika fisika modern menciptakan kekuatan besar (nuklir, komputer kuantum), relevansi "pendakian" Bronowski adalah sebagai pengingat etis. Semakin menjauh fisika dari intuisi indrawi kita, semakin besar kebutuhan kita akan filsafat Bronowski untuk memastikan bahwa sains tidak menjadi teknokrasi yang dingin, tetapi tetap menjadi alat untuk mengangkat harkat kemanusiaan. Meskipun fisika modern secara teknis menjauhi intuisi fisik manusiawi (seperti ruang yang melengkung atau waktu yang melambat), secara filosofis ia justru memperkuat tesis Bronowski bahwa manusia adalah pusat dari pengetahuan. "Kita bukan lagi pengamat yang melihat dari balik jendela kaca yang aman. Kita adalah pemain di panggung alam semesta yang kita pelajari sendiri, merupakan atas *The Ascent of Man* dalam era Kuantum. Jejak kerendahan hati intelektual (*intellectual humility*) yang diajukan Jacob Bronowski termanifestasi secara mendalam dan struktural dalam prinsip-prinsip fisika modern. Jika fisika klasik (Newtonian) dibangun di atas fondasi "keangkuhan" determinisme, di mana manusia merasa bisa memprediksi masa depan semesta dengan pasti, maka mekanika kuantum dan relativitas adalah pengakuan ilmiah atas keterbatasan perspektif manusia.

Bronowski secara eksplisit menyatakan bahwa "*Knowledge is a personal commitment, not a certainty*" (Pengetahuan adalah komitmen pribadi, bukan kepastian). Hal ini merupakan manifestasi teknis paling nyata dari kerendahan hati intelektual. Prinsip ini menyatakan bahwa ada batas fundamental dalam alam semesta yang tidak mengizinkan kita mengetahui segala sesuatu secara simultan. Pengetahuan manusia bukan lagi tentang "fakta objektif yang keras," melainkan tentang probabilitas. Ilmuwan modern dipaksa rendah hati untuk mengakui bahwa di tingkat paling dasar, alam semesta menolak untuk didikte oleh keinginan manusia akan kepastian.

Kerendahan hati intelektual juga berarti mengakui bahwa perspektif manusia bukanlah satu-satunya kebenaran. Einstein membuktikan bahwa tidak ada waktu absolut atau ruang absolut yang berlaku bagi semua orang. Apa yang benar bagi pengamat yang diam, belum tentu benar bagi pengamat yang bergerak cepat. Sebagaimana Bronowski memandang sejarah manusia sebagai kumpulan sudut pandang yang berkembang, relativitas menuntut ilmuwan untuk melepaskan ego pusat semesta. Kebenaran fisik kini bergantung pada hubungan (*relational*) antara pengamat dan objek, sebuah bentuk kerendahan hati epistemologis yang mengakui keberagaman realitas.

Bronowski memperingatkan bahwa kepastian absolut adalah jalan menuju kehancuran (ia mencontohkan Auschwitz sebagai titik di mana manusia merasa memiliki kepastian absolut sehingga kehilangan sisi kemanusiaannya). Dalam fisika modern, manusia menyadari bahwa tindakan mengamati justru mengubah apa yang diamati. Manusia tidak bisa lagi mengklaim sebagai saksi mata yang netral atas alam semesta. Jejak kerendahan hati ini membuat sains modern menjadi sistem yang paling anti-dogma. Setiap teori (termasuk Kuantum dan Relativitas) dianggap sebagai model yang bisa diperbaiki, bukan kebenaran Ilahi yang final.

Pergeseran paradigma dari fisika klasik menuju fisika modern (kuantum dan relativitas) di abad ke-21 tidak hanya mengubah teknologi, tetapi secara radikal mengubah cara kita memahami kesadaran (*consciousness*) dan tanggung jawab etis. Dalam fisika abad ke-19, kesadaran dianggap sebagai "produk sampingan" yang tidak relevan bagi hukum alam. Namun, fisika modern menempatkan kesadaran kembali ke pusat panggung. Jika dalam mekanika kuantum pengamat memengaruhi hasil pengukuran (*observer effect*), maka kesadaran bukan lagi sekadar penonton pasif. Evolusi kesadaran manusia di abad ke-21

bergeser menjadi Kesadaran Partisipatoris. Manusia mulai menyadari bahwa cara memandang dunia secara literal ikut membentuk realitas tersebut. Ini sejalan dengan tesis Bronowski bahwa "pendakian" manusia adalah evolusi dari makhluk yang bereaksi terhadap alam menjadi makhluk yang memaknai alam.

Fisika klasik menggambarkan alam semesta sebagai mesin jam raksasa yang sudah ditentukan (*predetermined*). Hal ini secara filosofis mematikan konsep moralitas (jika semua sudah diatur, manusia tidak bisa disalahkan). Sifat probabilitas dalam fisika kuantum menghidupkan kembali ruang bagi kehendak bebas. Ketidakpastian pada level partikel memberikan celah bagi kebebasan bertindak pada level manusia. Di abad ke-21, etika tidak lagi dipandang sebagai sekadar mengikuti aturan alam yang kaku, melainkan sebagai hasil dari pilihan kreatif manusia di tengah ketidakpastian.

Fenomena *Quantum Entanglement* (keterikatan kuantum) menunjukkan bahwa partikel yang berjauhan tetap terhubung secara instan, hal ini meruntuhkan paham atomisme atau individualisme radikal. Jika secara fisik alam semesta saling terhubung, maka secara etis, tindakan satu individu di satu belahan dunia memiliki dampak sistemik pada keseluruhan. Manusia tidak lagi bisa berpikir dalam "silo" (sekat-sekat). Etika modern menuntut tanggung jawab kolektif karena kita berada dalam satu sistem fisik yang terjerat satu sama lain. Bronowski memperingatkan bahwa tragedi kemanusiaan terjadi ketika manusia merasa memiliki kepastian absolut.

Abad ke-21 ditandai dengan kekuatan teknologi yang dahsyat (AI, Bioteknologi, Nuklir). Pergeseran fisik yang menunjukkan bahwa pengetahuan kita terbatas (*uncertainty*) menuntut adanya Etika Kehati-hatian (*Precautionary Principle*). Karena kita tahu bahwa pengetahuan kita tidak pernah sempurna (sesuai prinsip Heisenberg), maka setiap inovasi teknologi harus dibarengi dengan kerendahan hati intelektual agar tidak menjadi "senjata" yang menghancurkan pendakian peradaban itu sendiri.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama mengenai tinjauan filosofis jejak *The Ascent of Man* dalam perspektif fisika modern: 1) Relevansi Humanisme Sains, konsep pendakian Bronowski tetap relevan di abad ke-21 bukan sebagai bentuk dominasi manusia atas alam, melainkan sebagai evolusi kesadaran partisipatoris. Fisika modern, melalui mekanika kuantum, membuktikan bahwa manusia bukanlah pengamat pasif, melainkan elemen integral yang ikut menentukan wujud realitas fisik melalui tindakan pengamatan. 2) Manifestasi kerendahan hati intelektual, jejak pemikiran Bronowski mengenai bahaya kepastian absolut menemukan basis ilmiahnya dalam Prinsip Ketidakpastian Heisenberg dan relativitas Einstein. Fisika modern secara inheren mengandung pesan kerendahan hati; ia mengajarkan bahwa pengetahuan manusia memiliki batas fundamental, dan di dalam batasan itulah ruang bagi imajinasi, kebebasan, dan kreativitas manusia terbuka. 3) Pergeseran Paradigma Etis, pergeseran dari fisika klasik yang deterministik menuju fisika modern yang probabilistik dan relasional telah mengubah arah etika manusia. Temuan mengenai keterhubungan kuantum (*entanglement*) memaksa evolusi moral manusia menuju etika global yang lebih bertanggung jawab, di mana setiap tindakan individu dipandang memiliki dampak sistemik terhadap keseluruhan struktur peradaban.

Pada akhirnya, *The Ascent of Man* dalam perspektif fisika modern mengingatkan kita bahwa sains adalah wajah kemanusiaan yang paling luhur. Pendakian peradaban kita tidak diukur dari seberapa banyak kita mampu menaklukkan alam semesta dengan angka-angka pasti, melainkan dari seberapa berani kita menghadapi ketidakpastian dengan penuh

integritas. Sebagaimana pesan abadi Bronowski, kita adalah makhluk yang terus belajar, yang menemukan keagungannya bukan pada kepastian absolut yang mematikan, tetapi pada pencarian kebenaran yang tidak pernah berakhir di tengah misteri kosmos yang luas.

### **Saran**

Kurikulum sains modern diharapkan tidak hanya berfokus pada aspek matematis dan teknis, tetapi juga mengintegrasikan dimensi filosofis dan humanistik seperti yang diajarkan Bronowski, agar ilmuwan masa depan memiliki kematangan moral yang sebanding dengan penguasaan teknisnya.

Perlu adanya dialog yang lebih intensif antara ilmu fisika, filsafat, dan humaniora untuk mengawal perkembangan teknologi mutakhir (seperti AI dan komputer kuantum) agar tetap berada dalam jalur "pendakian" martabat manusia dan tidak tergelincir pada teknokrasi yang dingin.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Barad, K. (2003). Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 28(3), 801–831.
- Bronowski, J. (1973). *The ascent of man*. Little, Brown and Company.
- Bronowski, J. (1978). *The common sense of science*. Harvard University Press.
- Bohr, N. (1958). *Atomic physics and human knowledge*. Wiley.
- Capra, F. (1975). *The tao of physics: An exploration of the parallels between modern physics and Eastern mysticism*. Shambhala Publications.
- Greene, B. (2004). *The fabric of the cosmos: Space, time, and the texture of reality*. Alfred A. Knopf.
- Hanson, R. O. (2011). Jacob Bronowski and the humanist interpretation of science. *Journal of Humanistic Psychology*, 51(3), 263–274.
- Heisenberg, W. (1958). *Physics and philosophy: The revolution in modern science*. Harper & Row.
- Kamal, Abu. S, Fitriya. (2025). Antara Teori dan Realitas: Refleksi Filosofis dan Interpretasi Kosmologi Kuantum. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(1),44 -57
- Krane, K. S. (2012). *Modern physics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.
- Mermin, N. D. (1985). Is the moon there when nobody looks? Reality and the quantum theory. *Physics Today*, 38(4), 38–47.
- Rovelli, C. (2021). *Helgoland: Making sense of the quantum revolution*. Riverhead Books.
- Suryana, N. (2018). Filsafat ilmu dan sejarah perkembangan ilmu pengetahuan. *Jurnal Filsafat*, 28(1), 18–34.
- Wiyatno, W. (2015). Implikasi filosofis mekanika kuantum terhadap pandangan dunia deterministik. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56), 45–52.
- Zurek, W. H. (2003). Decoherence, einselection, and the quantum origins of the classical. *Reviews of Modern Physics*, 75(3), 715–775.