

Peran Matematika Dan Sains Dalam Penciptaan Dan Pengembangan Teknologi

Oleh:

Julan HERNADI

Guru Besar Matematika Komputasi
Prodi Matematika FAST UAD

Disampaikan dalam SEMINAR HARI KEBANGKITAN NASIONAL

“Bangkitkan Sains, Cetak Generasi Unggul: Sinergi Sekolah dan
Perguruan Tinggi Membangun Masa Depan Sains & Teknologi
Indonesia”

Selasa, 20 Mei 2025

Andai tidak ada teknologi: Urutkan secara manual

0.92367085	0.12014609	0.69567721	0.35809944	0.36758218	0.37930403
0.19449859	0.23927913	0.67888703	0.10858067	0.15145102	0.77437786
0.58648767	0.86962869	0.55963518	0.14804834	0.69350312	0.27600210
0.87333827	0.80833140	0.85524863	0.10212543	0.76121113	0.87851223
0.21459712	0.32294656				0.59935921
0.54952146	0.74956353				0.13500858
0.18741621	0.97872431				0.14464652
0.87455990	0.22609388				0.46296603
0.80843561	0.43918526				0.97090451
0.32274669	0.19248516				0.56222139
0.03903679	0.18724282	0.55240671	0.56563079	0.15823203	0.39282641
0.87298522	0.21763392	0.98182016	0.11367378	0.50368301	0.72058403
0.39565690	0.92598164	0.11050792	0.32677812	0.77548863	0.67728289
0.41138273	0.71253829	0.76372257	0.23134937	0.54273817	0.49933686
0.07938156	0.69224928	0.60878856	0.95128040	0.48247380	0.05527947
0.90237073	0.98417283	0.00705449	0.44563502	0.56578804	0.85611674
0.39593598	0.90840136	0.60680000	0.08564855		

Perhatikan barisan bilangan 3, 7, 2

❖ Urutan menaik: 2, 3, 7

Gampang banget

❖ Urutan menurun: 7, 3, 2

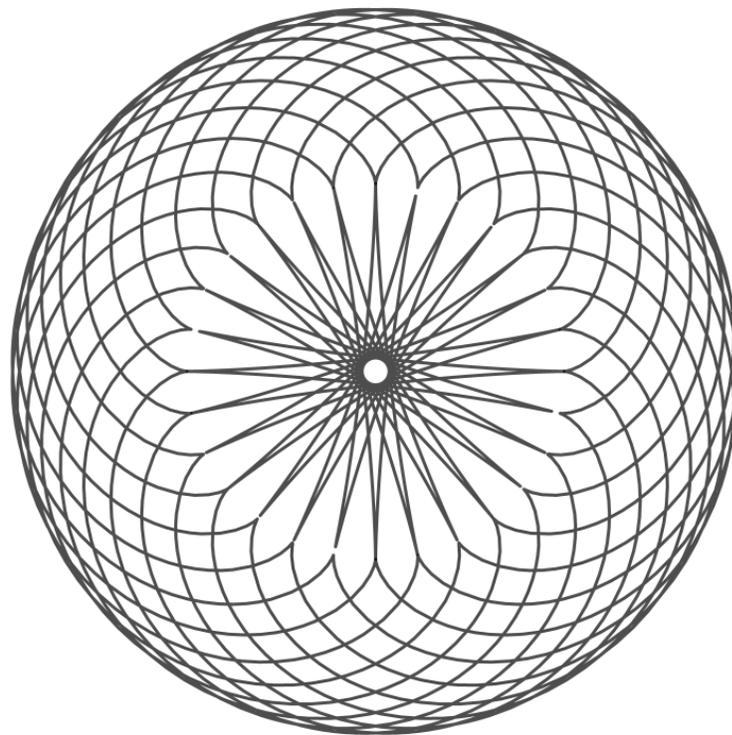
Berapa lama waktu yang dibutuhkan, berapa besar peluang salah?

Cari kata “penghela” dari 6830 kata pada naskah berikut:

[Julan Revised naskah pidato GB.pdf](#)

- ❑ Masalah 1: Algoritma mengurutkan bilangan
 - ❑ Masalah 2: Algoritma pencarian karakter “string”
- Ini materi kuliah Pertemuan 1 atau 2, mata kuliah “Algoritma & Pemrograman” pada prodi Matematika, Sistem Informasi, Teknik Informatika, dan lain-lain.

Matematika dalam Seni



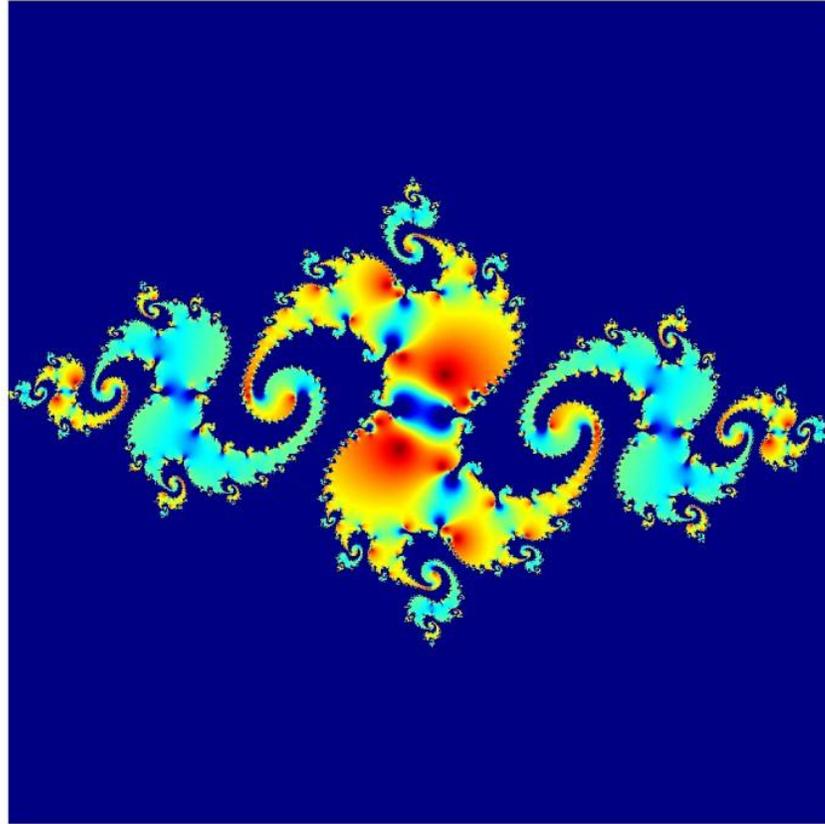
Apakah gambar ini dikerjakan by hand?
Bagaimana tingkat kesulitannya?

[../Buku SKR Kalkulus Erlangga FORMAT QR CODE/cycloid_variasi.ggb](#)

Materi ini ada pada matakuliah Kalkulus 2: Semester 2 , referensi:
SKR Kalkulus 2 “Berbantuan GeoGebra”.

[../Buku SKR Kalkulus Erlangga FORMAT
QR CODE/SKR Kalkulus 2 Bab4 B5.pdf](#)

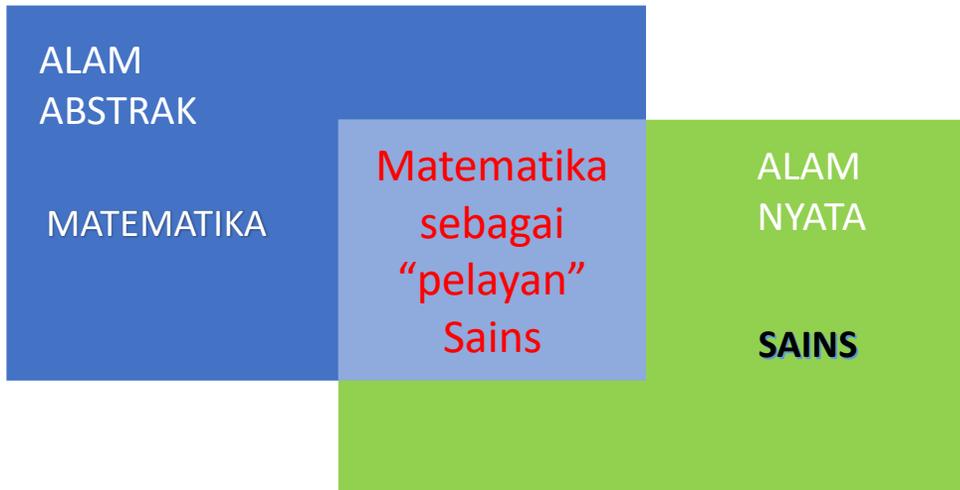
Matematika dalam Seni



[../Downloads/julia.m](#)

Materi matakuliah Geometri Fraktal dan Analisis Kompleks

Domain Matematika dan Sains



Sains adalah studi tentang alam semesta dan fenomena yang terjadi di dalamnya. Sains menggunakan metode ilmiah, di antaranya pengamatan, hipotesis, eksperimen, dan analisis data untuk menguji teori ataupun menghasilkan teori baru.

Matematika adalah studi abstrak berkenaan dengan simbol, kuantitas, ruang, dan struktur. Matematika menggunakan logika dan penalaran untuk membangun teori dan membuktikan kebenaran.

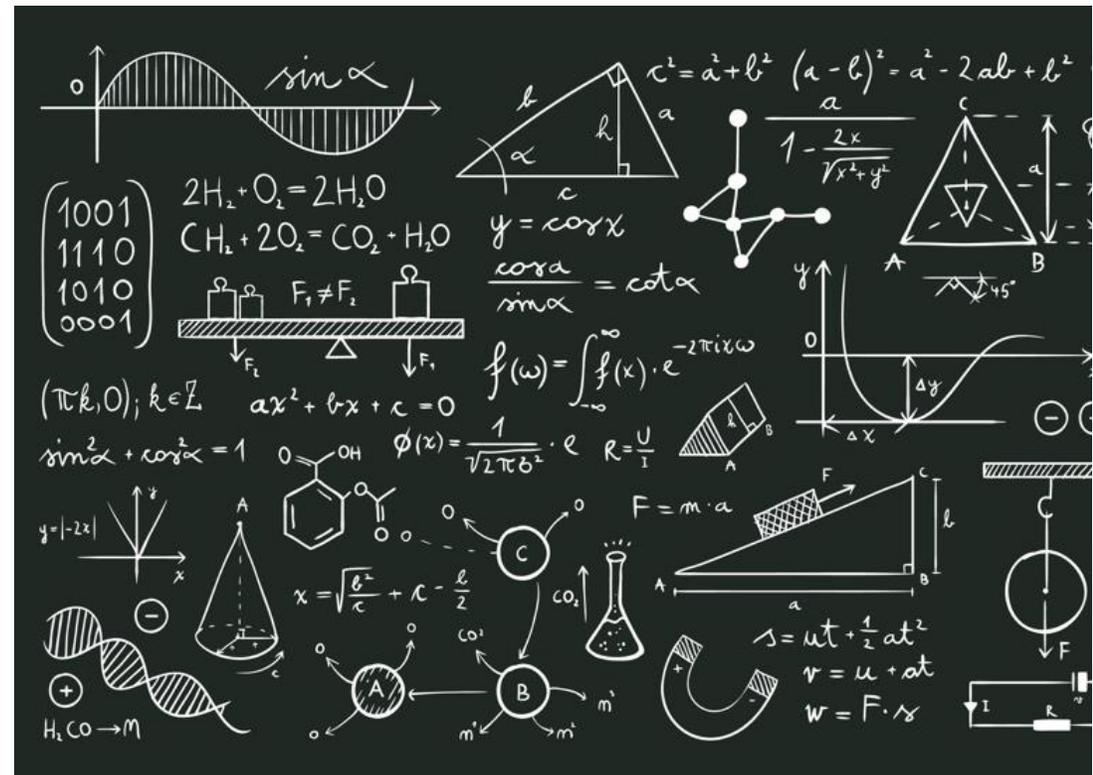
Matematika dianggap sebagai **sains formal (murni)**, sedangkan sains alam dianggap **sains empiris**.

Matematika dalam Sains

- Domain Abstrak: Matematika hanya melibatkan logika dan penalaran, tidak bergantung pada objek fisik. Manfaat utama matematika adalah untuk **membangun kecerdasan berpikir**.
- Domain Nyata: Matematika sebagai alat untuk **menganalisis dan memodelkan** fenomena alam dalam sains.

“One cannot understand the universality of law of nature, the relationship of things, without an understanding of mathematics. There is no other way to do it”.

Richard P Feynman - Nobel Prize in Physic 1965



Tuntunan Mempelajari Sains dalam Al-Qur'an (Ali Imran 190-191)

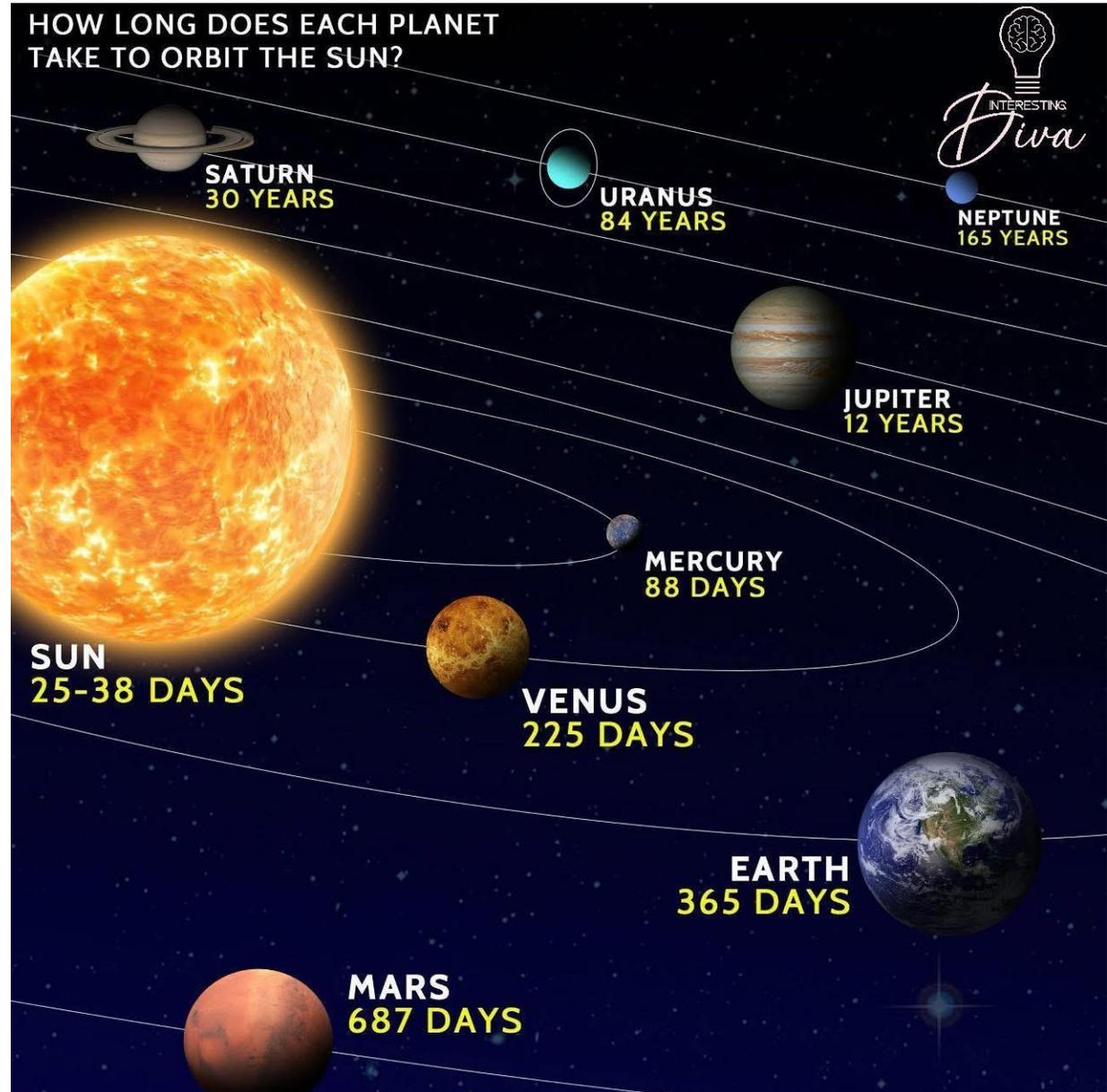
إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal,

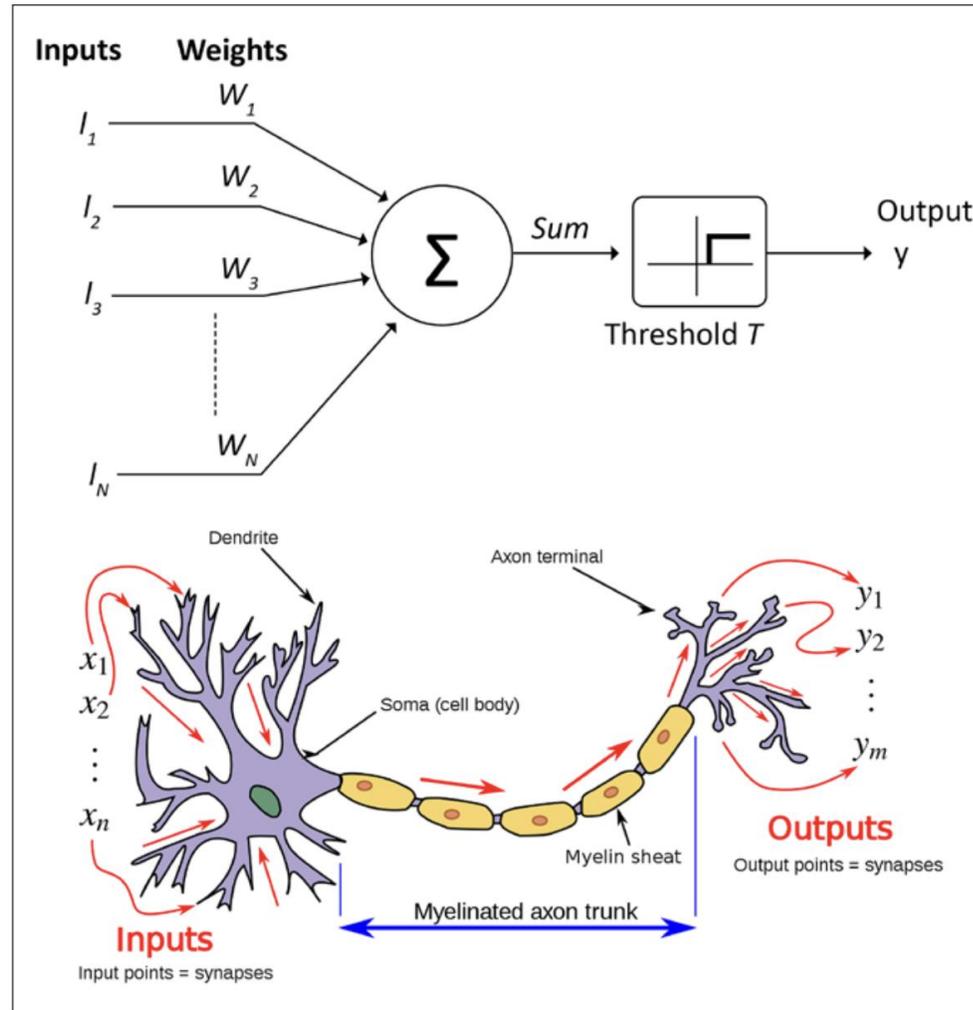
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ
فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Yaitu, orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka”.

Matematika
dalam
ciptaan Allah

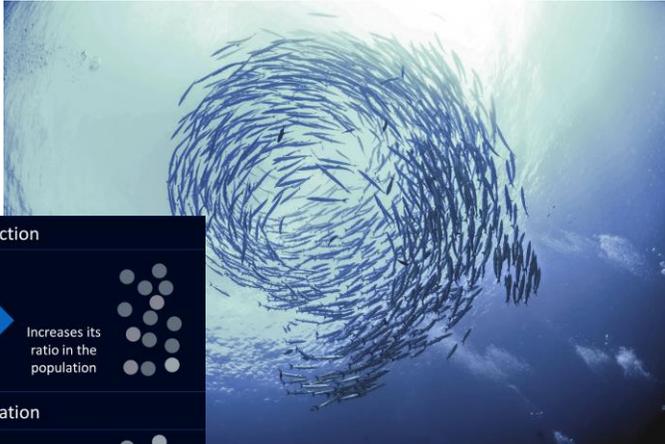


Mengapa
harus
memikirkan
penciptaan
Allah

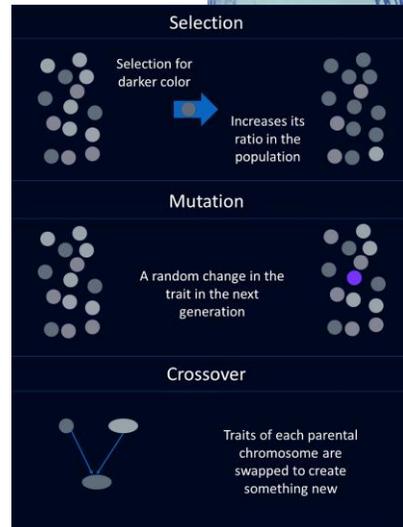


Ide Dasar
Model komputasi
yang digunakan dalam AI

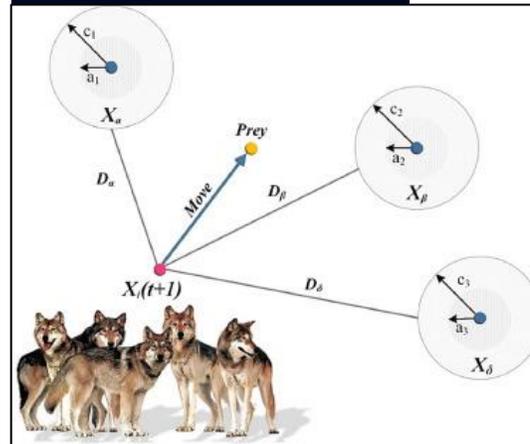
Mengapa harus memikirkan penciptaan Allah



Meniru cara kawanan burung atau kelompok ikan bergerak secara kolektif, menyesuaikan posisi mereka berdasarkan posisi terbaik mereka sendiri dan posisi terbaik tetangga mereka, menghasilkan metode optimasi PSO (Particle Swarms Optimization)

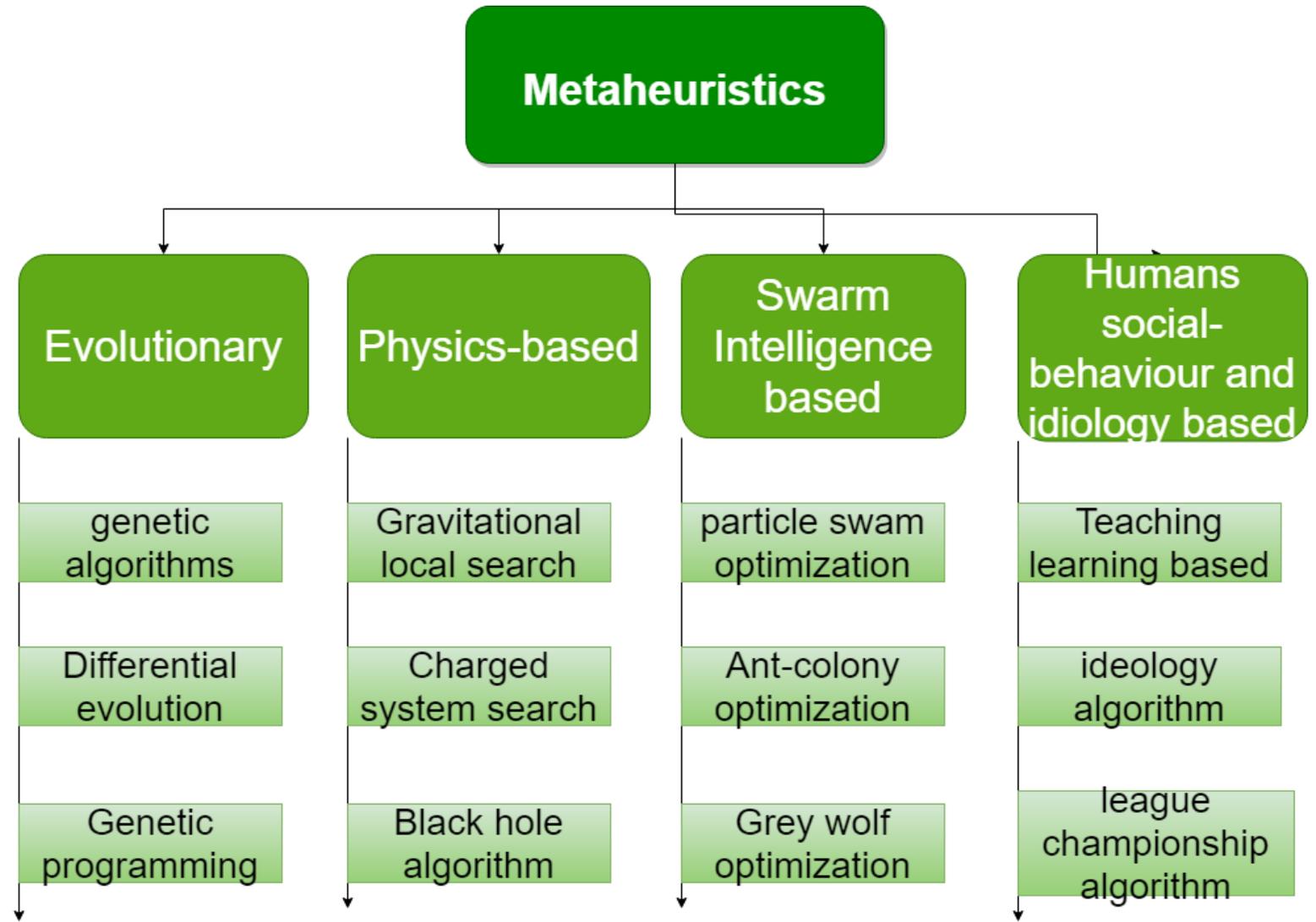


Algoritma Genetika (GA) dalam metode optimasi didasarkan pada analogi dengan struktur genetik dan perilaku kromosom populasi.



Grey Wolf Optimizer (GWO) adalah algoritma metaheuristik berbasis populasi yang mensimulasikan hierarki kepemimpinan dan mekanisme perburuan serigala abu-abu di alam.

Metode Optimasi Heuristik (Coba-coba): terinspirasi dari fenomena dunia nyata.



Matematika – Sains - Teknologi

MATEMATIKA SEBAGAI BAHASA SAINS

Misal: Hukum Gravitasi Universal:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

SAINS SEBAGAI FONDASI UNTUK PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

Memahami bagaimana material berperilaku, bagaimana energi ditransfer, atau bagaimana sistem biologis berfungsi mendorong perkembangan teknologi baru.

TEKNOLOGI MERUPAKAN HASIL PENERAPAN SAINS DAN MATEMATIKA

Teknik (manufaktur) sangat bergantung pada matematika dan fisika untuk merancang struktur, mesin, dan proses (sistem kerja).

Contoh: Perkembangan internet, GPS, dan ponsel semuanya bergantung pada pemahaman ilmiah (mis: elektromagnetisme, optik) dan prinsip matematika (mis: algoritma, analisis data)

Fenomena Kehidupan dari sudut pandang Fisika dan Matematika

Erwin Schrödinger (Nobel Prize 1933), dalam bukunya *What Is Life?*, mengklaim bahwa:

- ❑ life itself is a by-product of quantum mechanics, and that the blueprint of life is encoded in an unknown molecule.
- ❑ life can be explained by an application of quantum physics.
- ❑ through examining solutions of his wave equation, life could arise from pure mathematics, in the form of a code handed down through this mystery molecule.

Fisika dan Bioteknologi: Human Genom Project (HGP) [W. Gilbert & F. Collins] → Genetika, Biologi Molekuler, Genomika.

- ❑ Berlangsung selama 13 tahun, selesai pada tahun 2003,
- ❑ Berhasil mengidentifikasi dan mengurutkan **tiga miliar** pasangan basa DNA manusia dan memetakan semua gen.
- ❑ Tujuannya untuk memahami blok bangunan dasar genetika manusia, yang memiliki dampak mendalam pada pemahaman kita tentang biologi dan penyakit manusia.
- ❑ Tiga tahap dalam bioteknologi [Michio Kaku]:
 - ❑ Mapping the Genome
 - ❑ Determining the Function of the Genes
 - ❑ Modifying and Improving the Genome → **kita sudah di sini, menunggu lahirnya computer kuantum untuk melakukan modifikasi dan improvisasi Genom.**

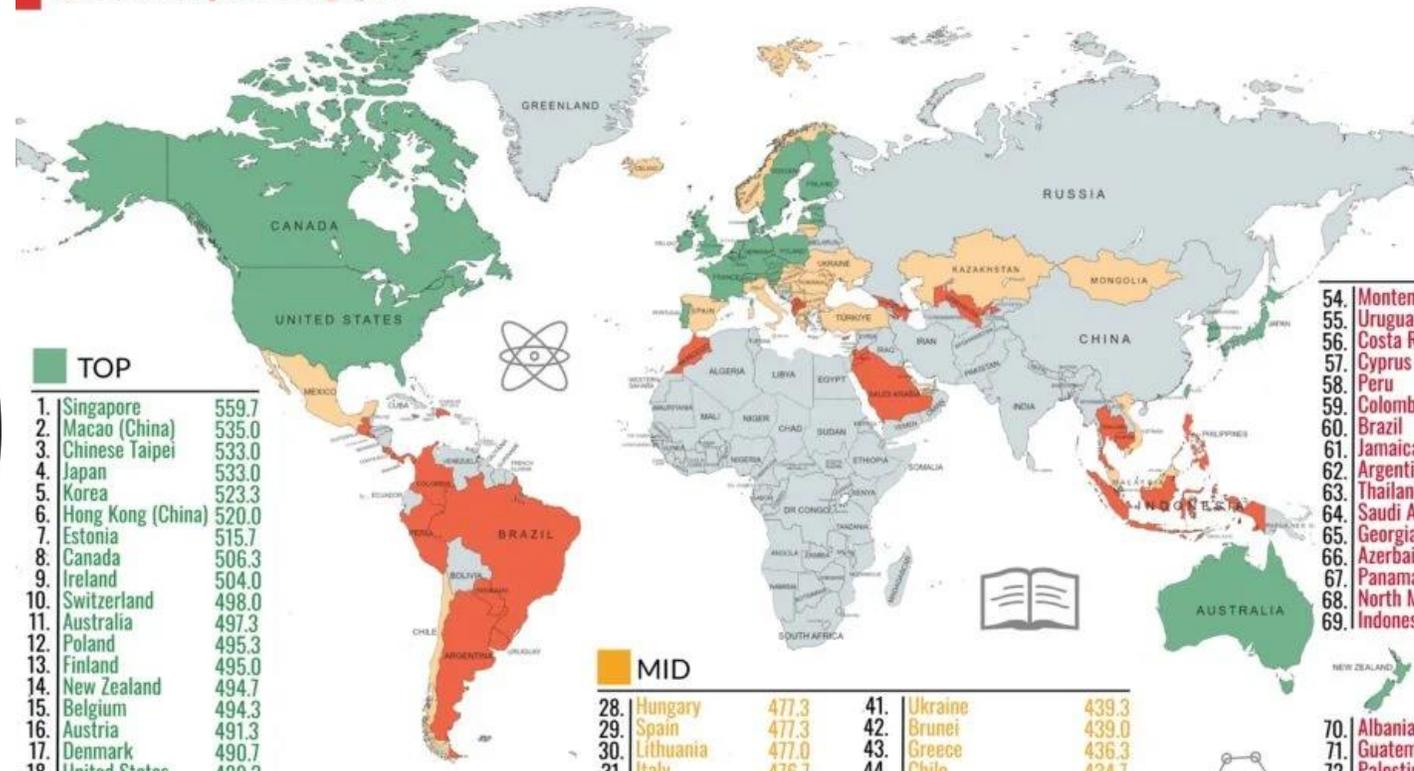
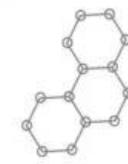
PISA 2022 Worldwide Ranking

average score of math, science and reading

factsmaps.com

Source: OECD, 2022-2023

The Program for International Student Assessment (PISA) is a worldwide study by OECD in more than 80 nations of 15-year-old students' scholastic performance on mathematics, science and reading.



TOP

1.	Singapore	559.7
2.	Macao (China)	535.0
3.	Chinese Taipei	533.0
4.	Japan	533.0
5.	Korea	523.3
6.	Hong Kong (China)	520.0
7.	Estonia	515.7
8.	Canada	506.3
9.	Ireland	504.0
10.	Switzerland	498.0
11.	Australia	497.3
12.	Poland	495.3
13.	Finland	495.0
14.	New Zealand	494.7
15.	Belgium	494.3
16.	Austria	491.3
17.	Denmark	490.7
18.	United States	489.3
19.	Sweden	487.7
20.	United Kingdom	486.3
21.	Czech Republic	486.0
22.	Slovenia	484.7
23.	Latvia	484.0
24.	Germany	482.3
25.	Netherlands	480.0
26.	France	478.3
27.	Portugal	477.7

MID

28.	Hungary	477.3	41.	Ukraine	439.3
29.	Spain	477.3	42.	Brunei	439.0
30.	Lithuania	477.0	43.	Greece	436.3
31.	Italy	476.7	44.	Chile	434.7
32.	Norway	474.3	45.	Romania	428.0
33.	Croatia	473.7	46.	United Arab Emirates	426.7
34.	Viet Nam	467.7	47.	Malaysia	424.7
35.	Israel	465.7	48.	Moldova	421.7
36.	Türkiye	461.7	49.	Bulgaria	414.0
37.	Malta	459.0	50.	Qatar	414.0
38.	Slovak Republic	457.7	51.	Kazakhstan	411.3
39.	Iceland	447.3	52.	Mexico	406.7
40.	Serbia	442.3	53.	Mongolia	405.0

BOTTOM

54.	Montenegro	404.7
55.	Uruguay	404.3
56.	Costa Rica	403.7
57.	Cyprus	403.3
58.	Peru	402.3
59.	Colombia	401.7
60.	Brazil	397.3
61.	Jamaica	396.7
62.	Argentina	395.0
63.	Thailand	394.0
64.	Saudi Arabia	387.3
65.	Georgia	382.7
66.	Azerbaijan	380.7
67.	Panama	379.0
68.	North Macedonia	376.0
69.	Indonesia	396.3
70.	Albania	367.3
71.	Guatemala	363.7
72.	Palestinian Authority	361.3
73.	El Salvador	360.3
74.	Paraguay	359.7
75.	Jordan	359.3
76.	Morocco	356.3
77.	Philippines	352.7
78.	Uzbekistan	351.7
79.	Kosovo	351.3
80.	Dominican Republic	350.0
81.	Cambodia	337.3

Bagaimana dengan Indonesia?



Bagaimana
dengan
Indonesia?

- Bidang Matematika, skor rata-rata Indonesia 366, rata-rata OECD 472.
- Bidang Membaca, skor rata-rata Indonesia 359, rata-rata OECD 476.
- Bidang Sains, skor rata-rata Indonesia 383, rata-rata OECD 485.
- Hanya 18% siswa Indonesia mencapai kecakapan matematika level 2 ke atas, sedangkan rata-rata OECD 69%. Sisanya 82% siswa Indonesia hanya berada pada level 1, level terendah di mana siswa tidak perlu berpikir lagi untuk menyelesaikan masalah.
- Hampir tidak ada siswa Indonesia mencapai top level (Level 5 or 6), rata-rata OECD 9%. Pada level ini, siswa diharuskan dapat memodelkan situasi kompleks secara matematis, kemudian memilih, membandingkan, dan mengevaluasi strategi problem-solving.

Apa langkah strategies yang harus dilakukan?

- Integrasi pembelajaran bidang Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) di sekolah.
- Meningkatkan jumlah anak-anak sekolah yang minat terhadap bidang STEM.
- Pembelajaran bermakna (meaningful) dan mendalam (higher order thinking/mindful). Jika aspek meaningful dan mindful dicapai maka otomatis muncul rasa senang “joyful” dalam belajar.
- Pembelajaran matematika menggunakan pendekatan pemikiran komputasi (computational thinking), yaitu melalui tahapan yaitu *decomposition, abstraction, pattern, algorithm* (DAPA) bahkan sampai *coding*.
- Peningkatan kompetensi guru-guru bidang STEM. **Ini menjadi masalah besar yang dihadapi negeri ini.**

Bill Gates: Tiga Profesi yang sulit tergantikan oleh AI

- Coder (Programmer): AI membutuhkan manusia (programmer) untuk memantau, memperbaiki kesalahan, merancang sistem lebih canggih. Relevan dengan Prodi **Matematika** dan **Sistem Informasi** atau **Teknik Informatika**.
- Pakar Energi: Sektor energi seperti minyak, nuklir, dan energi terbarukan membutuhkan pengawasan dan keputusan strategis dari insinyur, peneliti, dan teknisi; sulit tergantikan oleh AI. Relevan dengan Prodi **Fisika dan Kimia (Teknik Kimia)**.
- Pakar Biologi (Bioscience): Pengembangan obat-obatan baru, terapi inovatif, dan teknologi medis canggih menuntut keahlian dan ketelitian manusia yang belum bisa ditiru AI. Relevan dengan Prodi **Biologi**.

Air mengalir ke dalam kubangan
Hendak diambil ketika dingin
Kalau kita ingin berkembang
Kuatkan belajar matematika dan sains

Terima Kasih

Matematika bahasanya sains
Sains fondasinya teknologi
Kalau ingin menguasai sains
FAST UAD siap bersinergi