

ARTIKEL AKADEMIK

# Evolusi Komputasi Saintifik pada Mathematica 15:

Integrasi AI, Ekstensi Fitur Analisis Data, Visualisasi, dan Akselerasi Fungsi Simbolik



---

MATHEMATICA

---

**N. K. Kutha Ardana**

PS Matematika, SSMI — IPB University

Juni 2026

# Evolusi Komputasi Saintifik pada *Mathematica 15*: Integrasi AI, Ekstensi Fitur Analisis Data, Visualisasi, dan Akselerasi Fungsi Simbolik

Ngakan Komang Kutha Ardana

PS Matematika, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika - IPB University

Juni 2026

---

## Ringkasan

---

Artikel ini menyajikan telaah terfokus terhadap *Wolfram Mathematica 15* (rilis Juni 2026) dalam konteks perkembangan komputasi saintifik, aljabar simbolik, komputasi numerik, dan analisis data. Pembahasan diarahkan pada empat area utama: integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) berbasis *Large Language Model (LLM)* pada tingkat kernel, perluasan kapabilitas analisis data tabular, pembaruan otomatis sistem visualisasi grafis, serta peningkatan kinerja algoritma aljabar linear. Metodologi komputasi yang diperkenalkan pada versi ini dibahas secara ringkas namun terstruktur, dengan contoh formulasi matematika dan ilustrasi perintah *Wolfram Language* yang dapat dieksekusi. Artikel ini tidak dimaksudkan sebagai kajian menyeluruh atas seluruh fitur baru, melainkan sebagai tinjauan selektif atas beberapa komponen kunci, yang didukung oleh referensi akademis relevan di bagian akhir untuk memperkuat landasan konseptual dan praktis dalam pemanfaatan *Mathematica 15* pada lingkungan kerja komputasi terpadu.

---

## 1. Pendahuluan

Komputasi saintifik telah mengalami pergeseran paradigma dari kalkulasi numerik statis menuju ekosistem komputasi adaptif yang berbasis pada data masif (*big data*) serta kecerdasan buatan. Sejak diperkenalkan pertama kali, *Wolfram Mathematica* dan *Wolfram Language* telah menjadi fondasi utama dalam riset kuantitatif global. Kehadiran *Wolfram Mathematica 15* pada pertengahan tahun 2026 menandai lompatan krusial di mana batas antara penalaran simbolik (*symbolic reasoning*), manipulasi data tabular, dan model generatif *LLM* dilebur ke dalam satu arsitektur kernel yang kohesif. Tantangan utama dalam analisis data kompleks saat ini terletak pada heterogenitas struktur data, kebutuhan visualisasi data multi-dimensi yang intuitif, serta penyelesaian masalah diferensial non-analitik. *Wolfram Mathematica 15* menjawab tantangan ini melalui pengenalan konsep *Superfunction* (seperti `ModelFit`), otomatisasi tata letak grafis, serta integrasi agen AI yang tidak sekadar bertindak sebagai generator kode, melainkan sebagai penilai validitas matematis pada fungsi-fungsi lanjut seperti `DSolve`. *Wolfram Language* Versi 15 diposisikan sebagai rilis besar yang mengintegrasikan AI, perluasan analisis data, dan peningkatan komputasi simbolik dalam satu ekosistem terpadu (Wolfram, 2026).

---

## 2. Integrasi Kecerdasan Buatan (AI) di Tingkat Kernel

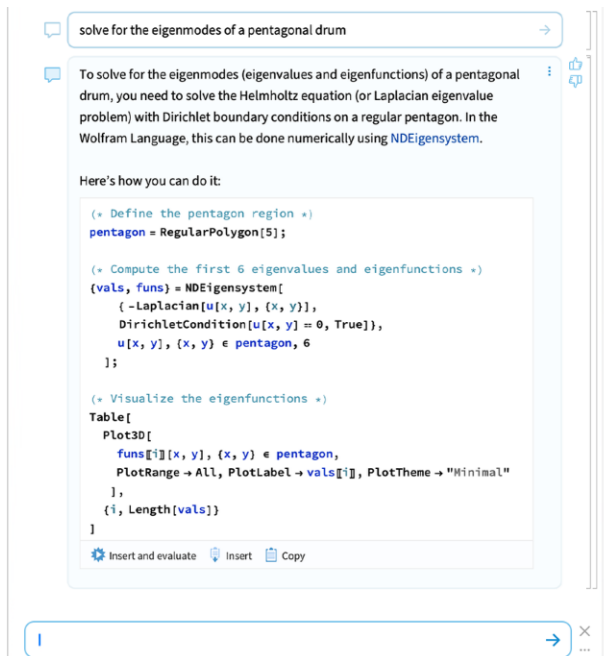
### 2.1 Era Baru Komputasi Modern

*Wolfram Mathematica 15* mendefinisikan komputasi modern dengan mengintegrasikan mesin inferensi AI langsung ke dalam memori inti kernel. Skema ini tidak lagi memperlakukan AI sebagai API eksternal yang lambat, melainkan sebagai coprocessor simbolik. Dengan menyediakan antarmuka ke berbagai

lingkungan AI, Wolfram Language berfungsi sebagai mesin komputasi presisi tinggi di balik interaksi berbasis bahasa alami (Wolfram, 2026).

## 2.2 Asisten AI di Setiap Notebook

Asisten AI pada Mathematica 15 tidak hanya tertanam pada antarmuka pengguna grafis (GUI), tetapi juga dapat dikendalikan, dikustomisasi, dan diprogram secara programatik menggunakan kode. Integrasi asisten AI langsung di dalam notebook menjadikan proses pemrograman lebih dialogis dan eksploratif (Wolfram, 2026).



Fitur AI Assistant di Mathematica 15 kini hadir dalam tiga tingkatan layanan yang fleksibel untuk membantu pengguna melampaui batas dokumentasi konvensional:

- **Level Basic:** Menyediakan bantuan langsung yang sangat berguna untuk mempermudah penggunaan Wolfram Language sehari-hari.
- **Level Pro:** Ditujukan untuk menangani proyek yang lebih besar dan canggih (pengguna Notebook Assistant lama akan otomatis dialihkan ke tingkat ini).
- **Level Research:** Memberikan akses khusus ke kapabilitas kecerdasan buatan terdepan (frontier AI) untuk kebutuhan riset tingkat lanjut.

## 2.3 Solusi Persamaan Diferensial Berbasis AI

Penyelesaian Persamaan Diferensial Biasa dan Parsial (PDB/PDK) sering kali terkendala dengan solusi analitik ketika berhadapan dengan singularitas non-linear atau kondisi batas yang eksotik. Fungsi `DSolve` kini dilengkapi dengan metode hibrida: jika metode aljabar klasik gagal, kernel secara otomatis menerapkan pendekatan aproksimasi berbasis jaringan saraf yang dilatih menggunakan jutaan data persamaan sintesis berbasis peluang.

Meski metode algoritmik tradisional masih mendominasi akurasi, metode AI unggul dalam dua hal krusial: mampu memberikan jawaban jauh lebih cepat dan menghasilkan bentuk aljabar yang jauh lebih sederhana serta elegan tanpa perlu proses penyederhanaan (`FullSimplify`) yang

memakan waktu lama.

Eksperimen menunjukkan bahwa bentuk solusi yang dihasilkan oleh metode AI baru ini secara aljabar setara dengan metode lama (hanya berbeda pada konstanta  $c_1$ , tetapi disajikan dalam visual ekspresi yang jauh lebih bersih. Penyederhanaan prosedur pecahan parsial di Versi 15 memperkuat implementasi teknik dekomposisi rasional yang menjadi bagian inti sistem aljabar komputer modern (von zur Gathen & Gerhard, 2013; Wolfram, 2026).

**(\*Penyelesaian PDB Non-Linear Kompleks dengan Metode AI Otomatis\*)**

$$\text{eqn} = 4 \left( \sqrt{1 - \frac{1}{x^2}} x^2 - 1 \right) \text{Sec}[4 (1 + x + \text{ArcCsc}[x])]^2 - \sqrt{1 - \frac{1}{x^2}} x^2 * f'[x] == 0;$$

`sol = DSolve[eqn, f[x], x]`

`Out[*]=`

`{ {f[x] → c1 + Tan[4 (1 + x + ArcCsc[x]) ] } }`

Perhatikan bahwa pada versi sebelumnya (Mathematica 14.3), akan dihasilkan bentuk yang amat panjang dan rumit, bahkan setelah dilakukan penyederhanaan dengan `FullSimplify[sol]`.

`Out[*]=`

$$\left\{ \left\{ f[x] \rightarrow \left( -8 (-2 + x^2) \left( 8 \sqrt{1 - \frac{1}{x^2}} x - 8 \sqrt{1 - \frac{1}{x^2}} x^3 + \sqrt{1 - \frac{1}{x^2}} x^5 - 8 (i + c_1) + 12 x^2 (i + c_1) - 4 x^4 (i + c_1) \right) + x^8 (-2 (i + c_1) \text{Cos}[4 (1 + x)]^2 - \text{Sin}[8 (1 + x)]) \right) \right\} / \left( -2 (8 - 8 x^2 + x^4)^2 + 2 x^8 \text{Sin}[4 (1 + x)]^2 \right) \right\}$$

### 3. Ekstensi Fitur Analisis Data dan Tabular



#### 3.1 Data Deret Waktu Skala Besar

Objek `TimeSeries` kini diperbarui secara radikal pada Versi 15.0 agar mampu menangani dataset berskala sangat besar dengan tetap mempertahankan kompatibilitas penuh (Wolfram 2026). Karena kini berbasis dan terintegrasi langsung dengan kerangka kerja `Tabular`, objek `TimeSeries` mewarisi kecanggihan dalam menangani data yang hilang secara otomatis serta mendukung *multi-component time series*, dalam hal satu penanda waktu dapat mengikat banyak kolom komponen sekaligus. Lebih dari sekadar tabel biasa, `TimeSeries` baru ini secara cerdas mampu melakukan interpolasi nilai otomatis hanya pada tipe data yang sesuai (seperti angka dan kuantitas, bukan string atau entitas) serta dapat menyesuaikan kerapatan waktu (*granularity*), seperti menghitung rata-rata otomatis saat mengubah skala data harian menjadi mingguan.

Selain itu, pengguna kini dapat langsung mengimpor berbagai format file eksternal yang relevan menjadi objek `TimeSeries` utuh. Peningkatan ini mendukung praktik pemodelan deret waktu yang umum dalam *statistical learning modern* (Wolfram, 2026; James et al., 2021).

```
In[ ]:= ts = Import["https://wolfr.am/trackTS.parquet", "TimeSeries"]
```

Out[ ]=

TimeSeries [   Time: Sat 17 Sep 2016 08:59:23 to Sat 17 Sep 2016 17:13:02 GMT-07:00  
Length: 12931 Duration: 8h 13min 39s ]

Bentuk Tabular dari objek TimeSeries dapat diperoleh melalui perintah Tabular.

```
In[ ]:= Tabular [ts]
```

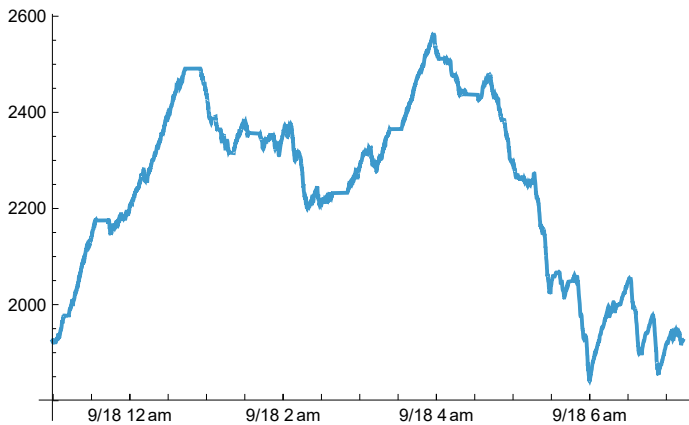
Out[ ]=

Timestamp	Track	Elevation (m)
2016-09-17 08:59:23	45.922° N 112.410° W	1924.10
2016-09-17 08:59:27	45.922° N 112.410° W	1924.20
2016-09-17 08:59:28	45.922° N 112.410° W	1924.20
2016-09-17 08:59:30	45.922° N 112.410° W	1924.40
2016-09-17 08:59:38	45.922° N 112.410° W	1925.30
2016-09-17 08:59:46	45.922° N 112.411° W	1926.00
2016-09-17 08:59:47	45.922° N 112.411° W	1926.00

Berikut plot komponen “Elevation” beserta ringkasan data time series.

```
In[ ]:= ListLinePlot [ts -> "Elevation"]
```

Out[ ]=



In[ ]:= **TimeSeriesSummary**[ts]

Out[ ]=

column key	category plot	histogram	statistical		
			min	median	max
Timestamp			Sat 17 Sep 201	Sat 17 Sep 201	Sat 17 Sep 201
Track	—		—	—	—
Elevation			1841.4 m	2263.7 m	2561.6 m

### 3.2 Komputasi Data Kategorikal

Mathematica 15 memperkenalkan kerangka kerja simbolik terpadu untuk data kategorikal sebagai pelengkap pendekatan numerik tradisional, didasari oleh prinsip bahwa tidak semua data harus direduksi menjadi angka untuk dapat dikomputasi secara bermakna (James et al., 2021). Sistem baru ini mengintegrasikan fungsi-fungsi penanganan data yang sebelumnya tersebar, seperti `RandomChoice` dan `CategoricalDistribution`, ke dalam satu ekosistem yang konsisten dan dapat dikembangkan.

Secara konseptual, fitur ini membedakan data kategorikal menjadi dua tipe utama: data **nominal** yang tidak memiliki struktur urutan (seperti “laki-laki-perempuan”) dan data **ordinal** yang memiliki hierarki urutan intrinsik (seperti “kecil-sedang-besar”). Melalui konstruksi simbolik baru seperti objek `Ordinal`, pengguna kini dapat merepresentasikan himpunan kategori secara eksplisit, yang membuka ruang bagi operasi analisis statistik dan komputasi yang jauh lebih kaya serta terstruktur langsung pada data tekstual. Fitur `Ordinal` dan `Nominal` ini dapat ditangani dengan baik pada pemrosesan dengan `Tabular`, `TimeSeries`, `EventSeries` (Wolfram, 2026).

Berikut data ordinal tentang skala kepuasan

In[10]:= **skalaKepuasan = Ordinal** [{"Sangat Kecewa", "Kecewa", "Biasa", "Puas", "Sangat Puas"}];

Posisi indikator di bagian bawah menyatakan tingkat skala kepuasan entitas tertentu.

In[12]:= **skalaKepuasan** /@ {"Sangat Kecewa", "Biasa", "Kecewa", "Sangat Puas"}

Out[12]= { Sangat Kecewa , Biasa , Kecewa , Sangat Puas }

Dibangkitkan 10 data acak dari kategori skalaKepuasan.

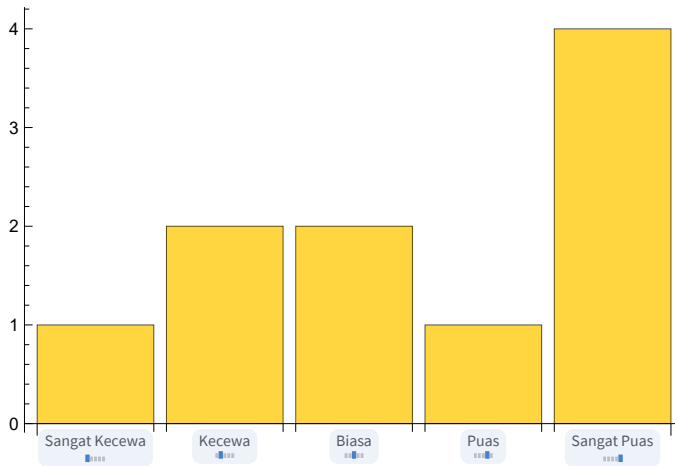
In[25]:= **dataKepuasan = RandomChoice**[skalaKepuasan, 10]

Out[25]= { Sangat Kecewa , Sangat Puas , Sangat Puas , Biasa , Kecewa , Puas , Biasa , Sangat Puas , Sangat Puas , Kecewa }

Histogram bagi data kategori dataKepuasan, skor dan kategori terbanyak.

```
In[38]:= CategoricalHistogram[dataKepuasan]
CategoricalValue[dataKepuasan, "Score"]
Max[dataKepuasan]
```

Out[38]=



Out[39]=

```
{1, 5, 5, 3, 2, 4, 3, 5, 5, 2}
```

Out[40]=

```
Sangat Puas
```

Berbeda halnya dengan data Nominal yang tidak memiliki tingkatan.

```
In[43]:= RandomChoice[Nominal[{"L", "P"}], 10]
Max[%]
```

Out[43]=

```
{P, L, P, L, L, L, P, P, L, P}
```

Out[44]=

```
Max[L, P]
```

### 3.3 Superfungsi ModelFit

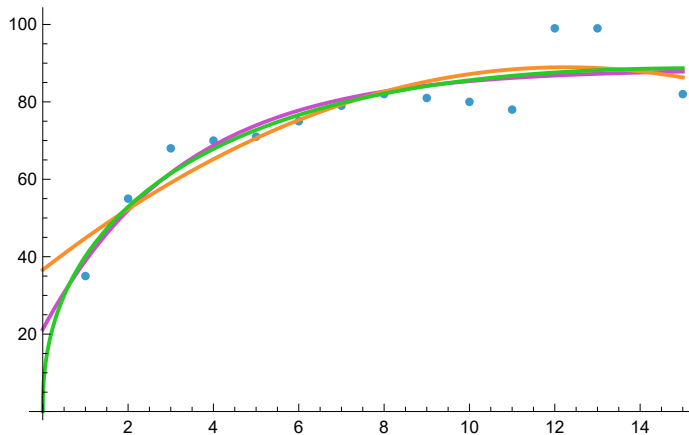
Salah satu inovasi terbesar dalam analisis data pada versi ini adalah diperkenalkannya superfungsi `ModelFit`. Fungsi ini merupakan penyatuan taksonomis dari fungsi-fungsi pemodelan terdahulu seperti `LinearModelFit` dan `NonlinearModelFit`. `ModelFit` secara cerdas menganalisis karakteristik data input dan otomatis memilih arsitektur pemodelan terbaik (apakah regresi parametrik, non-parametrik, atau model berbasis pohon keputusan), lengkap dengan evaluasi *bias-variance trade-off*. `ModelFit` menyediakan antarmuka terpadu untuk berbagai model regresi dan memperkuat pendekatan *statistical learning* yang berpusat pada hubungan antara struktur data dan bentuk model (Wolfram, 2026; James et al., 2021).

```
In[*]:= Clear[data, modelExp, modelPoly, modelFm, lpDat, pExp, pPoly, pFm]
data = {{1, 35}, {2, 55}, {3, 68}, {4, 70}, {5, 71}, {6, 75}, {7, 79}, {8, 82}, {9, 81},
{10, 80}, {11, 78}, {12, 99}, {13, 99}, {15, 82}};
```

ModelFit terintegrasi dengan berbagai jenis model seperti Exponential-Model, LinearModel, PolynomialModel, PowerModel, FormulaModel.

```
In[ ]:= lpDat = ListPlot[data];
modelExp = ModelFit[data, ExponentialModel[]];
modelPoly = ModelFit[data, PolynomialModel[UpTo[3]]];
modelFm = ModelFit[data, FormulaModel[a t^b Exp[c t], {a, b, c}, t]];
pExp = Plot[modelExp[t], {t, 0, 15}, PlotStyle -> StandardPurple];
pPoly = Plot[modelPoly[t], {t, 0, 15}, PlotStyle -> StandardOrange];
pFm = Plot[Evaluate[modelFm[t]], {t, 0, 15}, PlotStyle -> StandardGreen];
Show[lpDat, pExp, pPoly, pFm]
```

Out[ ]:=



## 4. Pembaruan dan Otomatisasi Sistem Visualisasi Grafik

### 4.1 Penyegaran Visual dan Estetika Grafik

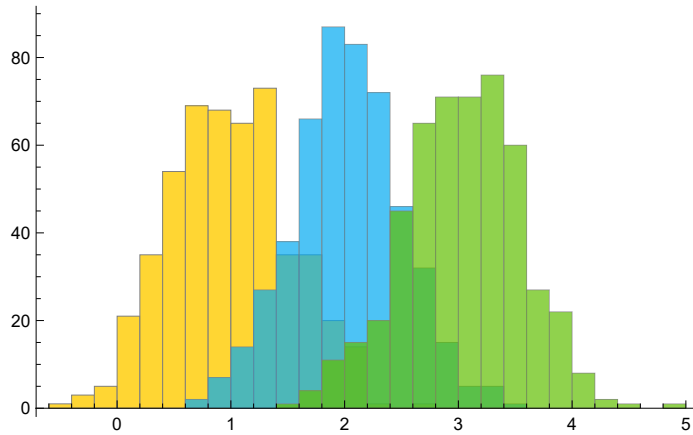
Sistem visualisasi pada Mathematica 15 mengalami perombakan estetika total. Palet warna bawaan (*default*) didesain ulang agar memenuhi standar publikasi ilmiah kontemporer dengan kontras yang ramah buta warna (*color-blind friendly*). Penyempurnaan pengaturan visualisasi bawaan mengikuti prinsip dasar tampilan informasi kuantitatif dan komposisi grafis sistematis (Tuft, 2001; Wilkinson, 2005; Wolfram, 2026).

```

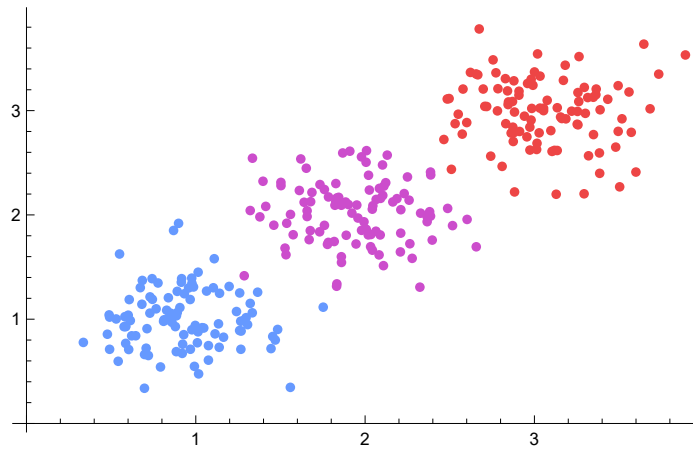
In[ ]:= Histogram[Table[RandomVariate[NormalDistribution[ $\mu$ , .5], 500], { $\mu$ , 3}]]
ListPlot[Table[RandomVariate[NormalDistribution[i, .3], {100, 2}], {i, 3}],
PlotStyle -> <|"Base" -> AbsolutePointSize[5],
"Lists" -> {StandardBlue, StandardPurple, StandardRed}|>]

```

Out[ ]=



Out[ ]=

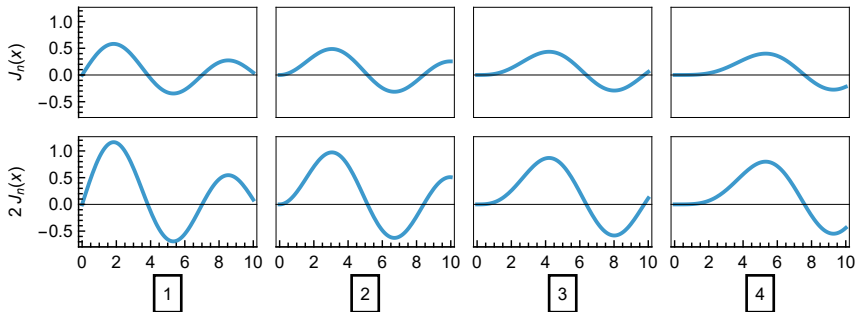


## 4.2 Grafik Multi-Panel Otomatis

Membuat visualisasi kisi multi-panel (grid plots) yang sinkron dulu membutuhkan trik menggunakan gabungan objek grafik manual. Mathematica 15 memperkenalkan argumen tata letak baru langsung di dalam fungsi grafik utama, memungkinkan pembuatan visualisasi multi-panel yang memiliki sumbu koordinat terikat (*linked axes*) secara otomatis melalui perintah `PlotGrid`. Dukungan visualisasi multipanel memfasilitasi perbandingan visual yang koheren antar kondisi eksperimen, sejalan dengan praktik desain grafik ilmiah berbasis panel (Tuftte, 2001; Wilkinson, 2005; Wolfram, 2026).

```
In[ ]:= g = PlotGrid[Table[Plot[j BesselJ[i, x], {x, 0, 10}], Frame → True,
  FrameLabel → {Framed[i], j BesselJ[n, x]}], {j, 2}, {i, 4}], All];
Show[g, ImageSize → {450, Automatic}]
```

Out[ ]:=



### 4.3 Pemotongan Otomatis untuk Label Panjang

Ketika memvisualisasikan data runtun waktu atau fungsi dengan domain horizontal yang sangat panjang namun hanya memiliki aktivitas di titik-titik tertentu, grafik sering kali kehilangan detail karena kompresi visual. Fitur Turn-Off Visualization secara otomatis memotong segmen domain yang panjang dengan cara pilih sel, lalu pilih dari menu **Cell > Elide**. Mekanisme pemotongan otomatis untuk label panjang menjaga keseimbangan antara kelengkapan informasi dan keterbacaan grafik (Tufte, 2001; Wolfram, 2026). (Wolfram 2026).

```
In[ ]:= N[π, 500]
```

Out[ ]:=

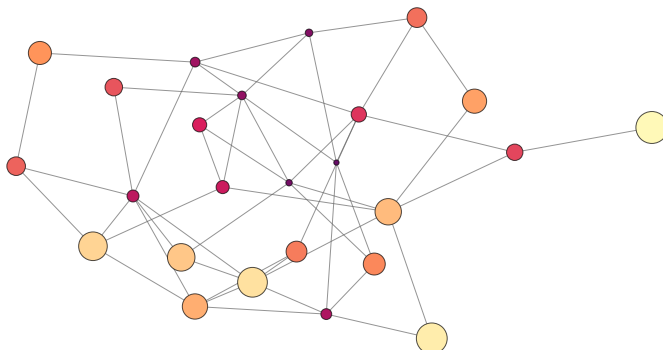
```
3.14159265358979323846264338327950288419716939937510582097494459230781...
640628620899862803482534211706798214808651328230664709384460955058223...
```

### 4.4 Plotting di Atas Graf dan Jaringan

Visualisasi medan skalar atau fungsi kontinu yang didefinisikan di atas struktur topologi graf kini didukung secara alami. Fitur ini memungkinkan pemetaan data ke struktur jaringan dengan cara yang konsisten dengan prinsip Grammar of Graphics (Wilkinson, 2005; Wolfram, 2026).

```
In[ ]:= GraphValuePlot[RandomGraph[{25, 50}], Range[25]]
```

Out[ ]:=



## 5. Akselerasi Fungsi Simbolik dan Aljabar Linear

### 5.1 Pecahan Parsial yang Lebih Singkat

Ekspansi pecahan parsial merupakan pilar utama dalam kalkulus integral dan transformasi linear. Fungsi `Apart` telah diprogram ulang secara radikal memanfaatkan algoritma faktorisasi polinomial baru yang meminimalkan perluasan medan aljabar, membuat proses penyederhanaan rasional jauh lebih cepat, terutama pada polinomial derajat tinggi dengan koefisien simbolik kompleks melalui perintah `PartialFractions` (Wolfram 2026).

```
In[ ]:= Apart[ $\frac{1}{x^4 - 4x^2 - 5}$ , x]
PartialFractions[ $\frac{1}{x^4 - 4x^2 - 5}$ , x, Extension -> Reals]
Out[ ]=

$$\frac{1}{6(-5 + x^2)} - \frac{1}{6(1 + x^2)}$$

Out[ ]=

$$-\frac{1}{12\sqrt{5}(\sqrt{5} - x)} - \frac{1}{12\sqrt{5}(\sqrt{5} + x)} - \frac{1}{6(1 + x^2)}$$

```

### 5.2 Dekomposisi Matriks Baru

Aljabar linear numerik dan simbolik mendapatkan injeksi fungsionalitas baru lewat keluarga dekomposisi matriks tingkat lanjut yang mutakhir. Penambahan fungsi dekomposisi baru ini (seperti dekomposisi CS dan dekomposisi interpolatif) memperluas kemampuan peneliti dalam mereduksi dimensi ruang matriks bernilai simbolik murni maupun matriks jarang (*sparse matrices*) (Golub & Van Loan, 2013; Trefethen & Bau, 1997; Higham, 2002). Wolfram (2026) memperkenalkan sejumlah dekomposisi matriks baru di Mathematica 15 antara lain: `LDLDecomposition`, `RankDecomposition`, `PolarDecomposition`, `JordanDecomposition`.

```
In[ ]:= A =  $\begin{pmatrix} 16 & 3 & 13 \\ 3 & 18 & 5 \\ 13 & 5 & 28 \end{pmatrix}$ ;
{1, d} = LDLDecomposition[A]; MatrixForm /@ {1, d}
(1.d.1T) // MatrixForm
Out[ ]=

$$\left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \frac{3}{16} & 1 & 0 \\ \frac{13}{16} & \frac{41}{279} & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 16 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{279}{16} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{4760}{279} \end{pmatrix} \right\}$$

Out[ ]//MatrixForm=

$$\begin{pmatrix} 16 & 3 & 13 \\ 3 & 18 & 5 \\ 13 & 5 & 28 \end{pmatrix}$$

```

### Kesimpulan

Wolfram Mathematica 15 merepresentasikan lonjakan penting dalam evolusi perangkat lunak komputasi saintifik. Integrasi kecerdasan buatan langsung ke dalam kernel dan notebook membuat

pemrograman serta penyelesaian persoalan kalkulus dan diferensial tingkat tinggi menjadi lebih adaptif dan interaktif, sementara perluasan analisis data tabular, hadirnya superfungsi `ModelFit`, dan otomatisasi visualisasi multipanel menjadikan alur analisis lebih terstruktur dan siap publikasi. Di saat yang sama, akselerasi algoritma aljabar simbolik—dari pecahan parsial hingga dekomposisi matriks dan solusi persamaan diferensial—menegaskan posisi Mathematica 15 sebagai instrumen esensial bagi riset dan pengajaran kuantitatif modern.

Secara keseluruhan, Wolfram Language Versi 15 memadukan perkembangan dalam computer algebra (von zur Gathen & Gerhard, 2013), aljabar linear numerik (Golub & Van Loan, 2013; Trefethen & Bau, 1997; Higham, 2002), statistical learning (James et al., 2021), dan desain visualisasi data (Tufte, 2001; Wilkinson, 2005) ke dalam satu ekosistem komputasi terintegrasi (Wolfram, 2026).

## Referensi

- Golub, G. H., & Van Loan, C. F. (2013). *Matrix Computations* (4th ed.). Johns Hopkins University Press.
- Higham, N. J. (2002). *Accuracy and Stability of Numerical Algorithms* (2nd ed.). Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R* (2nd ed.). Springer.
- Trefethen, L. N., & Bau, D. (1997). *Numerical Linear Algebra*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information* (2nd ed.). Graphics Press.
- von zur Gathen, J., & Gerhard, J. (2013). *Modern Computer Algebra* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Wilkinson, L. (2005). *The Grammar of Graphics* (2nd ed.). Springer.
- Wolfram, S. (2026). *Launching Version 15 of Wolfram Language & Mathematica: Built-In Useful AI, Lots of New Core Functionality*. Diakses dari <https://writings.stephenwolfram.com/2026/06/launching-version-15-of-wolfram-language-mathematica-built-in-useful-ai-lots-of-new-core-functionality/>