

*LECTURE NOTES*

# **ILMU ALAMIAH DASAR (UNU-###)**

**Denny Darmawan, M.Sc.**  
[\(darmawan@uny.ac.id\)](mailto:darmawan@uny.ac.id)

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

## ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Denny Darmawan

### Materi:

- Hakekat sains
- Alam pikir manusia dan perkembangannya
- Metode, sikap, proses dan implikasi ilmiah
- Alam sebagai sistem
- SDA dan pengelolannya
- IPTEK, perkembangan dan implementasinya

Sains → Science → *Scientia* → knowledge

Philosophy (Science)  
→ Natural Philosophy **VS** Philosophy  
→ Natural Science (*Ilmu Alamiah*)  
→ **Science** ( → **Scientist** )  
→ Sains

### Science:

→ Formal Science  
**Matematika: Ilmu Komputer**  
→ Natural Science:  
Physical Science: **Fisika, Kimia, Astronomi, Geo**  
Life Science: **Biologi**  
→ Social & Behavioral Science  
**Arkeologi, Ekonomi, Linguistik, Psikologi**  
→ Applied Science  
**Engineering, Kedokteran, Farmasi**

### Komponen Sains:

→ Obyek  
→ Problem  
→ Cara memperoleh  
(metodologi)  
→ Produk  
→ Trend

### Obyek:

Semua benda alam dan makhluk hidup

### Organisasi Alam:

Partikel → Atom → Molekul → Protoplasma →  
Sel → Jaringan → Organ → Sistem Organ →  
Organisme → Populasi → Komunitas →  
Ekosistem → Ekosfer → Biosfer → Planet →  
Tatasurya → Galaksi → Alam Semesta

### Problem:

Struktural + Fungsional

**Cara memperoleh:**

- |            |                         |
|------------|-------------------------|
| Observing  | Controlling variables,  |
| Describing | Hypothesizing,          |
| Measuring  | Experiment designing,   |
| Counting   | Experiment implementing |
| Asking     | Communicating           |
| Predicting |                         |
| Referring  |                         |

**Trend:**

→ interdisipliner

**Produk Sains:**

→ *body of knowledge* (bangunan ilmu)

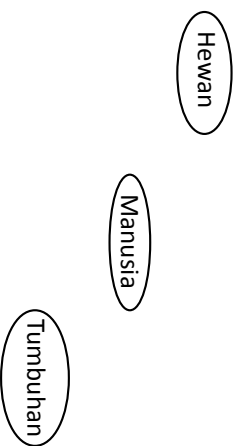
Komponen: fakta, konsep, teori, prinsip, hukum

**Induktif:** Fakta → Konsep → Teori

**Deduktif:** Teori → Hipotesis → Fakta

## ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Alam Pikir Manusia dan Perkembangannya



How to Survive?

Hewan → alat/organ pelindung  
Tumbuhan → adaptasi-evolusi  
Manusia → akal

Akal

↓  
Curiosity

↓  
Problem Solving

**Problem Solving:**

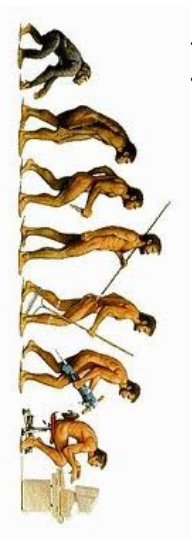
- penelitian langsung
- review hasil penelitian orang lain
- kerjasama dengan peneliti lain

*Curiosity seseorang kuat di satu bidang,  
namun lemah di bidang lain*

**Perkembangan alam pikir manusia:**

- aspek jaman: **purba** → **modern**
- aspek hidup manusia: **bayi** → **dewasa**

Aspek jaman



Aspek hidup manusia



**Tahap perkembangan pengetahuan manusia**

menurut A. Comte  
(*Law of three stages*):

- Teologi/Mitos
- Metafisik/Filsafat
- Positif/Ilmiah

Tahap perkembangan *science*  
menurut 'hukum Comte':

Matematika → Astronomi → Fisika → Kimia →  
Biologi → Psikologi → Sosiologi

### Penalaran Deduktif

**Premis Mayor:** Semua makhluk hidup bernafas  
**Premis Minor:** Tumbuhan adalah makhluk hidup  
**Kesimpulan:** Tumbuhan bernafas



### Penalaran Induktif

**Pengamatan:** Tembaga memuai jika dipanaskan  
Besi memuai jika dipanaskan  
Perak memuai jika dipanaskan  
**Kesimpulan:** Logam memuai jika dipanaskan



Bentuk penalaran:

Penalaran Deduktif (**Rasionalisme**)  
Penalaran Induktif (**Empirisme**)

### Penalaran Deduktif

**Premis Mayor:** Semua orang yang menangis  
pasti sedang sedih  
**Premis Minor:** Adi menangis  
**Kesimpulan:** Adi sedang sedih



### Penalaran Induktif

**Pengamatan:** Hiu bertelur  
Salmon bertelur  
Kakap bertelur  
**Kesimpulan:** Semua ikan bertelur



### Penalaran Deduktif

= cara berpikir  
dimulai dari pernyataan bersifat umum  
untuk menarik kesimpulan bersifat khusus  
→ pengetahuan yang benar  
diperoleh dengan rasio/logika  
→ menggunakan **silogisme**

### Penalaran Induktif

= cara berpikir  
dengan menarik kesimpulan umum  
berdasar pengamatan fenomena bersifat khusus  
→ pengetahuan yang benar  
diperoleh dari pengamatan empirik

**Kelemahan penalaran deduktif:**

Kebenaran bergantung pada premis mayor

**Kelemahan penalaran induktif:**

Kebenaran bergantung pada pengamatan

## ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Metode, Proses, Produk dan Sikap Ilmiah

### Langkah-langkah dalam metode ilmiah:

- merumuskan masalah
- mengkaji pustaka
- mengajukan hipotesis
- merumuskan metode
- menguji hipotesis
- menganalisis hasil & ambil kesimpulan

→ diajukan pertama oleh Al-Haytham (1000 M)

### Sikap ilmiah:

- obyektif dan adil
- sadar bahwa kebenaran ilmu tidak absolut
- tidak percaya pada mitos
- memiliki rasa ingin tahu lebih banyak
- tidak menggunakan prasangka
- tidak mudah menerima info tanpa bukti
- optimis menghadapi masalah
- teliti dalam bertindak
- berani menyatakan kebenaran

### Keterbatasan Metode Ilmiah:

Proses pengamatan untuk menguji hipotesis terbatas  
→ kesimpulan tentatif

Tidak mampu menjangkau nilai (baik/buruk), seni dan agama

### Perkembangan Sains

pengetahuan dapat digolongkan sebagai ilmu  
jika diperoleh melalui metode ilmiah

### Keunggulan metode ilmiah:

membentuk sikap ilmiah

Diawali pertama oleh Galileo (1564 - 1642)

**Sifat-Sifat Sains:**

- Relatif
- Dinamis
- Tentatif
- Terbuka
- Objektif
- Netral
- Universal
- Sistematis-Metodik

**Produk Sains:**

Fakta, konsep, teori, model, hukum, prinsip, postulat

**Hakekat Sains:**

- kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*)
- cara berpikir (*a way of thinking*)
- cara penyelidikan (*a way of investigating*)

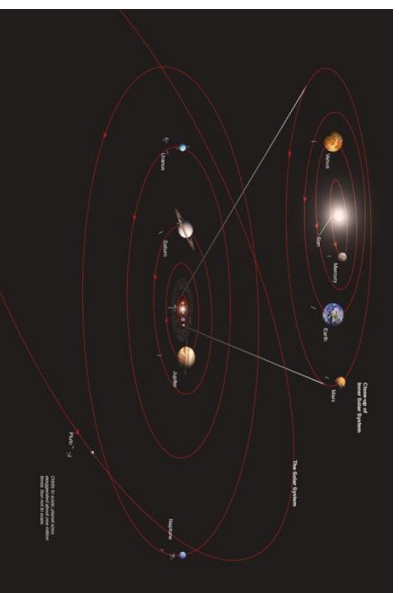
**Ketrampilan Sains:**

- trampil menentukan apa yang diukur apa yang diamati
- trampil memaksimalkan pengamatan via semua indera
  - trampil menafsirkan hasil pengamatan
  - trampil menemukan pola
- trampil memprediksi berdasar pengamatan
- trampil menggunakan instrumen
- trampil berkomunikasi

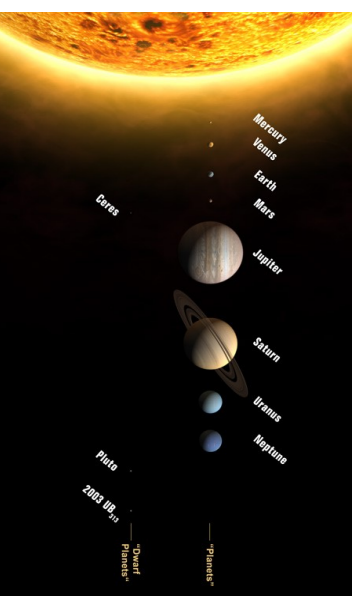
# ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Alam Semesta

Diperbesar lebih jauh... Tata Surya



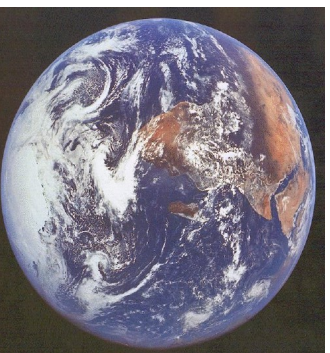
Tata surya kita memiliki 8 planet!  
Sejak 2006 Pluto resmi dikeluarkan dari kategori 'planet'



## Apa saja yang ada di tata surya?

- Matahari sebagai pusat tata surya beserta benda-benda langit yang 'terikat' oleh gravitasi Matahari:
- 8 Planet:  
Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus
- 'Planet Kecil' (*Dwarf planets*) / *planetoid*:  
Ceres, Pluto, Eris, dll.
- Benda-benda kecil di tata surya:  
Asteroid, Benda-benda di Sabuk Kuiper, Komet, Meteoroid, Debu antar planet

Seberapa luas alam semesta kita?



Skala Bumi = Ribuan kilometer

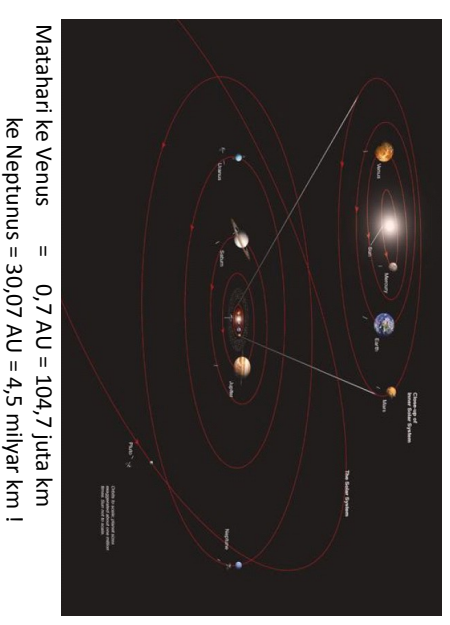
Jejari Bumi = 6380 km

Jarak Rerata Bumi ke Matahari = 149,6 juta km (Skala = Ratusan Juta Kilometer)

Satuan Jarak Dalam Skala Tata surya:

A.U. = Astronomical Unit = Satuan Astronomis (S.A.)

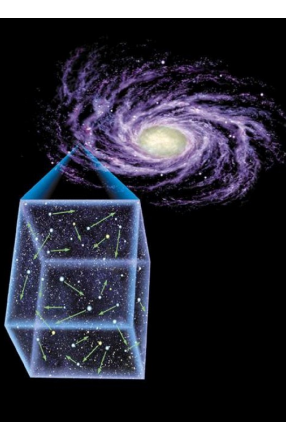
1 AU = Jarak Rerata Bumi-Matahari  
= 149,6 juta km =  $1,496 \times 10^{11}$  meter



Matahari ke Venus = 0,7 AU = 104,7 juta km  
ke Neptunus = 30,07 AU = 4,5 milyar km

Diperbesar lebih jauh... Galaksi Bimasakti

Matahari adalah salah satu bintang dari jutaan bintang (sekitar 100 juta) yang membentuk Galaksi Bimasakti





Skala jarak yang lebih jauh : tahun cahaya (t.c.) / light year (l.y.)

**1 tahun cahaya = Jarak yang ditempuh oleh cahaya selama 1 tahun**

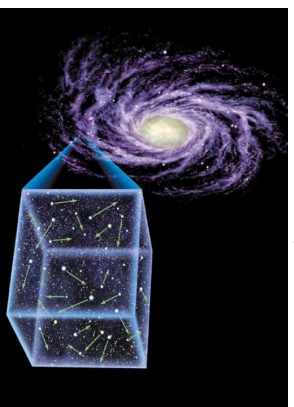
kelajuan cahaya =  $3 \times 10^8$  meter/detik

1 tahun =  $3,16 \times 10^7$  detik

1 tahun cahaya =  $9,48 \times 10^{12}$  km = 63.000 AU

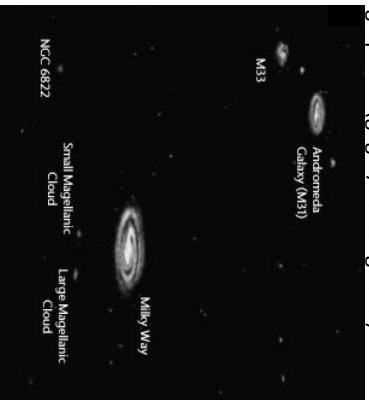
Ingat, 1 tahun cahaya adalah skala jarak, bukan skala waktu

Diameter Galaksi Bimasakti = sekitar 100.000 tahun cahaya



Jarak Matahari ke bintang terdekat ≈ beberapa tahun cahaya

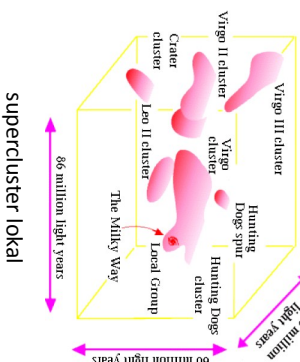
Diperbesar lebih jauh...  
grup lokal (gugus/cluster galaksi)



Jarak antar galaksi terdekat = beberapa juta tahun cahaya!

Diperbesar lebih jauh...

Beberapa gugus galaksi membentuk Gugus Super (Supercluster) dari galaksi

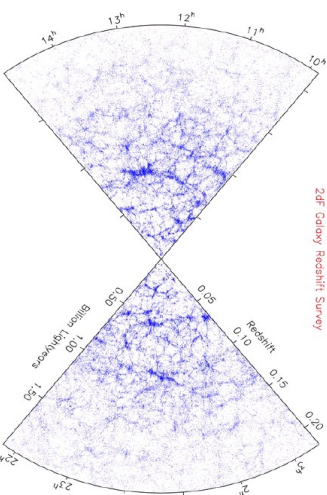


supercluster lokal

Diperbesar lebih jauh... semesta kita yang baru bisa diketahui hingga kini...

Setiap titik mewakili sebuah supercluster!

2dF Galaxy Redshift Survey

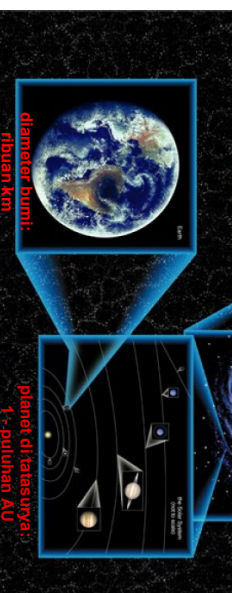


supercluster lokal: puluhan juta t.c.

gugus lokal: jutaan t.c.

diameter galaksi bimasakti: 100.000 t.c.

semesta



diameter bumi: ribuan km

planet di tata surya: 1 - puluhan AU

tahun cahaya bukan skala waktu melainkan skala jarak namun tahun cahaya dapat juga menunjukkan waktu kelajuan cahaya =  $3 \times 10^8$  meter/detik

dari Bumi ke bulan butuh waktu 1 detik  
dari Matahari ke Bumi 8 menit  
ke bintang terdekat ( $\alpha$ -Centauri) 4 tahun

→ jarak ke  $\alpha$ -Centauri = 4 tahun cahaya  
→ saat ini Anda melihat  $\alpha$ -Cen 4 tahun lampau!

bagaimana  $\alpha$ -Cen saat ini?... tunggu 4 tahun lagi



NASA/JPL

Galaksi Andromeda berjarak 3 juta tahun cahaya dari Bumi  
→ yang kita lihat adalah Galaksi Andromeda 3 juta tahun yang lampau!  
Bagaimana keadaannya saat ini?  
...tunggu 3 juta tahun lagi!

Ketika mengamati semesta, kita sedang mengamati masa lalu!

## ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Sumber Daya Alam (SDA) & Lingkungan

### Klasifikasi Menurut Sifat Pembaharuan:

- SDA dapat diperbaharui (**renewable**)  
(SDA hayati)
- SDA tidak dapat diperbaharui (**non-renewable**)  
(tambang, minyak bumi)
- SDA tidak terbatas (**unlimited**)  
(sinar matahari, udara)

### Pengelolaan Tanah:

Tambang: reklamasi – restorasi – minimalisasi  
Limbah: reduce – reuse - recycle

**SDA** = semua yang ada di sekitar kita,  
dan bisa dimanfaatkan manusia

### Pengelolaan SDA

- Pengelolaan Udara:
- pendekatan input: kurangi sumber asap
  - pendekatan output: filter asap

### Klasifikasi Menurut Jenis:

- **SDA Biotik/Hayati** → makhluk hidup  
(ternak, tanaman)
- **SDA Abiotik** → benda mati  
(tambang, air, udara)

### Pengelolaan Air:

- pendekatan **input** → memperbesar persediaan air  
(via waduk, bendungan)
- pendekatan **output** → mengurangi laju penguapan  
dan pencemaran
- pendekatan **throughput** → mengurangi penggunaan

### Pengelolaan SDA Hayati:

- pengelolaan pangan
- pengelolaan hutan
- pengelolaan laut