

---

**#1 Material Organik**

# **Elektronika Organik**

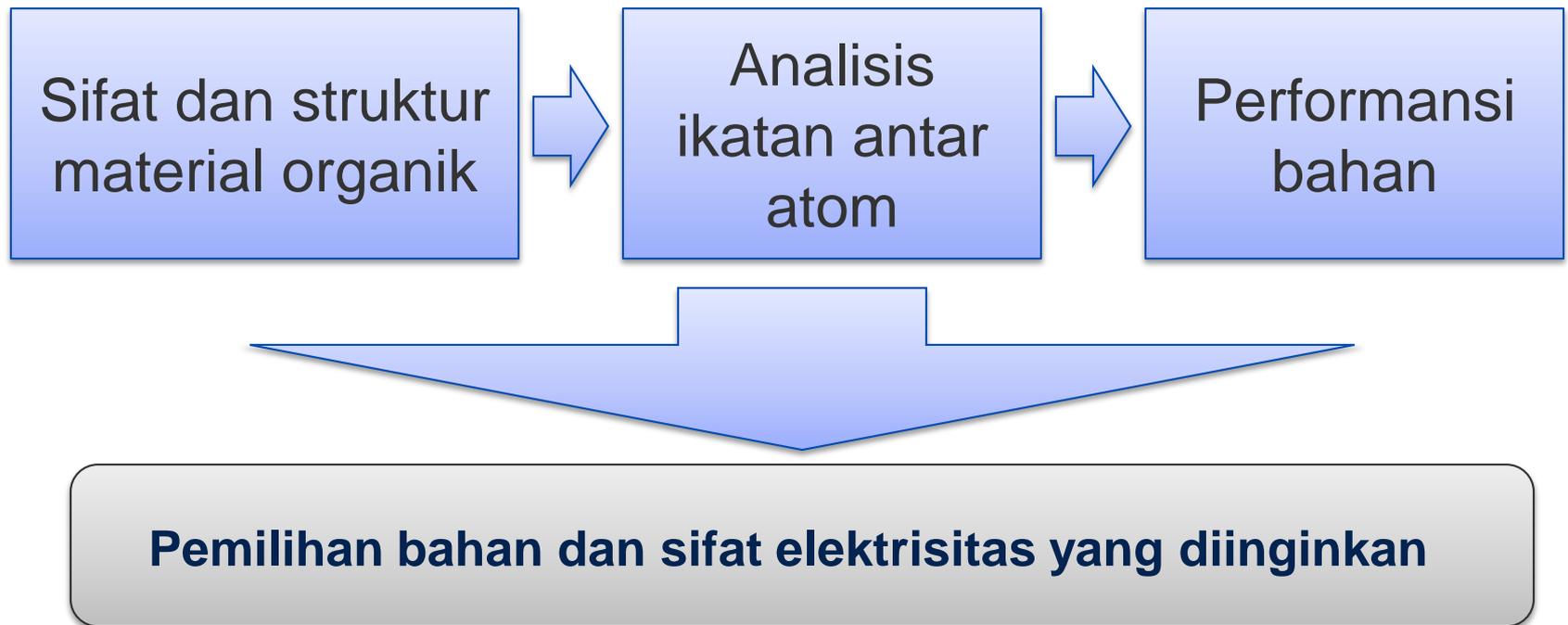
**Eka Maulana, ST., MT., MEng.**

**Teknik Elektro  
Universitas Brawijaya**

# Kerangka materi

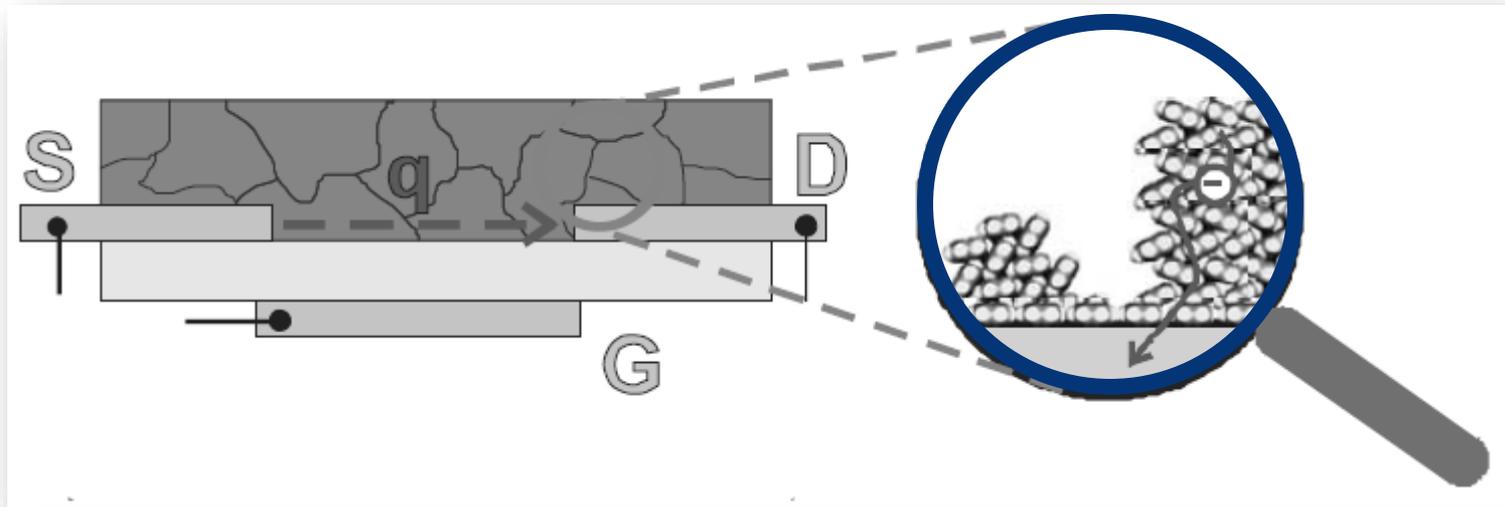
- **Tujuan:**

Memberikan pemahaman tentang karakteristik material dan fenomena elektron dalam bahan organik.



## 3 Aspek Kunci dalam Elektronika Organik :

- ❑ Mobilitas pembawa muatan (*charge carrier mobility*).
- ❑ Pemrosesan senyawa organik untuk aplikasi
- ❑ Antarmuka Metal/Organik dan Oksida/Organik



# TABEL PERIODIK

## SUSUNAN BERKALA

### UNSUR - UNSUR KIMIA

GOLONGAN																		GAS MULIA VIII A			
LOGAM ALKALI II A										LOGAM TRANSISI DALAM								HALOGEN VII A		GAS MULIA VIII A	
KUNCI																					
Nomor atom																					
Masa atom (2)																					
Tingkat oksidasi																					
Lambang (1)																					
Struktur elektron																					
Nama																					
DIPAKAI UNTUK : ★ SMU - SAA ★ Universitas																					
1 1.00797 <b>H</b> 1 Hydrogen																	2 4.0026 <b>He</b> 1 Helium				
3 6.939 <b>Li</b> 1 Litium	4 9.0122 <b>Be</b> 2 Berilium																	9 18.9984 <b>F</b> 1 Fluor	10 20.183 <b>Ne</b> 1 Neon		
11 22.9898 <b>Na</b> 1 Natrium	12 24.312 <b>Mg</b> 2 Magnesium																	17 35.453 <b>Cl</b> 1 Klorin	18 39.948 <b>Ar</b> 1 Argon		
19 39.102 <b>K</b> 1 Kalium	20 40.08 <b>Ca</b> 2 Kalsium	21 44.955 <b>Sc</b> 3 Skandium	22 47.90 <b>Ti</b> 4 Titan	23 50.942 <b>V</b> 5 Vanadium	24 51.996 <b>Cr</b> 6 Krom	25 54.938 <b>Mn</b> 7 Mangan	26 55.847 <b>Fe</b> 2,3 Besi	27 58.933 <b>Co</b> 2,3 Kobalt	28 58.71 <b>Ni</b> 2,3 Nikel	29 63.57 <b>Cu</b> 1 Tembaga	30 65.37 <b>Zn</b> 2 Seng	31 69.72 <b>Ga</b> 3 Gallium	32 72.59 <b>Ge</b> 4 Germanium	33 74.922 <b>As</b> 3,5 Arsen	34 78.96 <b>Se</b> 4 Selen	35 79.904 <b>Br</b> 1,2 Bromin	36 83.80 <b>Kr</b> 1 Kripton				
37 85.47 <b>Rb</b> 1 Rubidium	38 87.62 <b>Sr</b> 2 Strontium	39 88.905 <b>Y</b> 3 Litrium	40 91.22 <b>Zr</b> 4 Sirkon	41 92.906 <b>Nb</b> 5 Niobium	42 95.94 <b>Mo</b> 6 Molibden	43 98.906 <b>Tc</b> 7 Teknesium	44 101.07 <b>Ru</b> 2,3,4,6 Rutenium	45 102.905 <b>Rh</b> 2,3,4 Rodium	46 106.4 <b>Pd</b> 2,4 Paladium	47 107.870 <b>Ag</b> 1 Perak	48 112.40 <b>Cd</b> 2 Kadmium	49 114.82 <b>In</b> 3 Indium	50 118.69 <b>Sn</b> 4 Timah	51 121.75 <b>Sb</b> 3,5 Antimon	52 127.60 <b>Te</b> 4 Telurium	53 126.904 <b>I</b> 1,5,7 Yod	54 131.30 <b>Xe</b> 1 Xenon				
55 132.905 <b>Cs</b> 1 Sesium	56 137.34 <b>Ba</b> 2 Barium	57 138.91 <b>La</b> 3 Lantan	58 140.907 <b>Ce</b> 3 Serkium	59 140.907 <b>Pr</b> 3 Praseodimium	60 144.24 <b>Nd</b> 3 Neodimium	61 144.24 <b>Pm</b> 3 Prometium	62 150.35 <b>Sm</b> 3 Samarium	63 151.96 <b>Eu</b> 3 Europium	64 157.25 <b>Gd</b> 3 Gadolinium	65 158.924 <b>Tb</b> 3 Terbium	66 162.50 <b>Dy</b> 3 Dysprosium	67 164.930 <b>Ho</b> 3 Holmium	68 167.26 <b>Er</b> 3 Erbium	69 168.934 <b>Tm</b> 3 Thulium	70 173.04 <b>Yb</b> 3 Ytterbium	71 174.97 <b>Lu</b> 3 Lutetium					
87 223.018 <b>Fr</b> 1 Fransium	88 226.025 <b>Ra</b> 2 Radium	89 227.028 <b>Ac</b> 3 Aktinium	90 223.018 <b>Th</b> 4 Torium	91 227.028 <b>Pa</b> 5 Protaktinium	92 238.028 <b>U</b> 6 Uranium	93 238.028 <b>Np</b> 6 Neptunium	94 238.028 <b>Pu</b> 6 Plutonium	95 238.028 <b>Am</b> 6 Amerisium	96 238.028 <b>Cm</b> 6 Kurisium	97 238.028 <b>Bk</b> 6 Berkasium	98 238.028 <b>Cf</b> 6 Kalifornia	99 238.028 <b>Es</b> 6 Einsteinium	100 238.028 <b>Fm</b> 6 Fermium	101 238.028 <b>Md</b> 6 Mendelevium	102 238.028 <b>No</b> 6 Nobelium	103 238.028 <b>Lw</b> 6 Lawrensium					

**CATATAN WARNA**

(1) Biru Muda = Padat  
Merah Muda = Gas  
Orange = Cair  
Kuning = Unsur Buatan

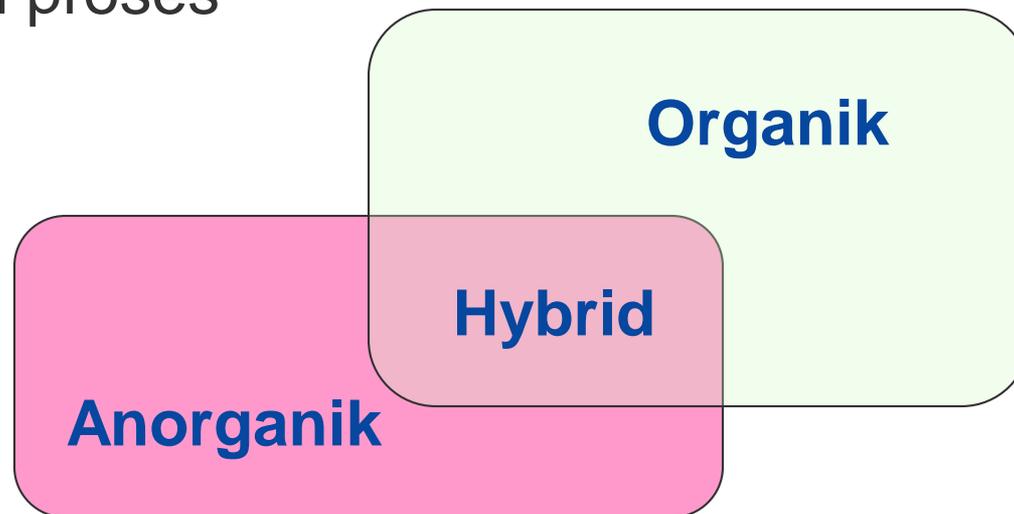
(2) Didasarkan atas karbon - 12  
Tanda ( ) menyatakan isotop paling stabil.

(3) Unsur unsur berfasa gas harga tersebut berarti titik didih cairannya.

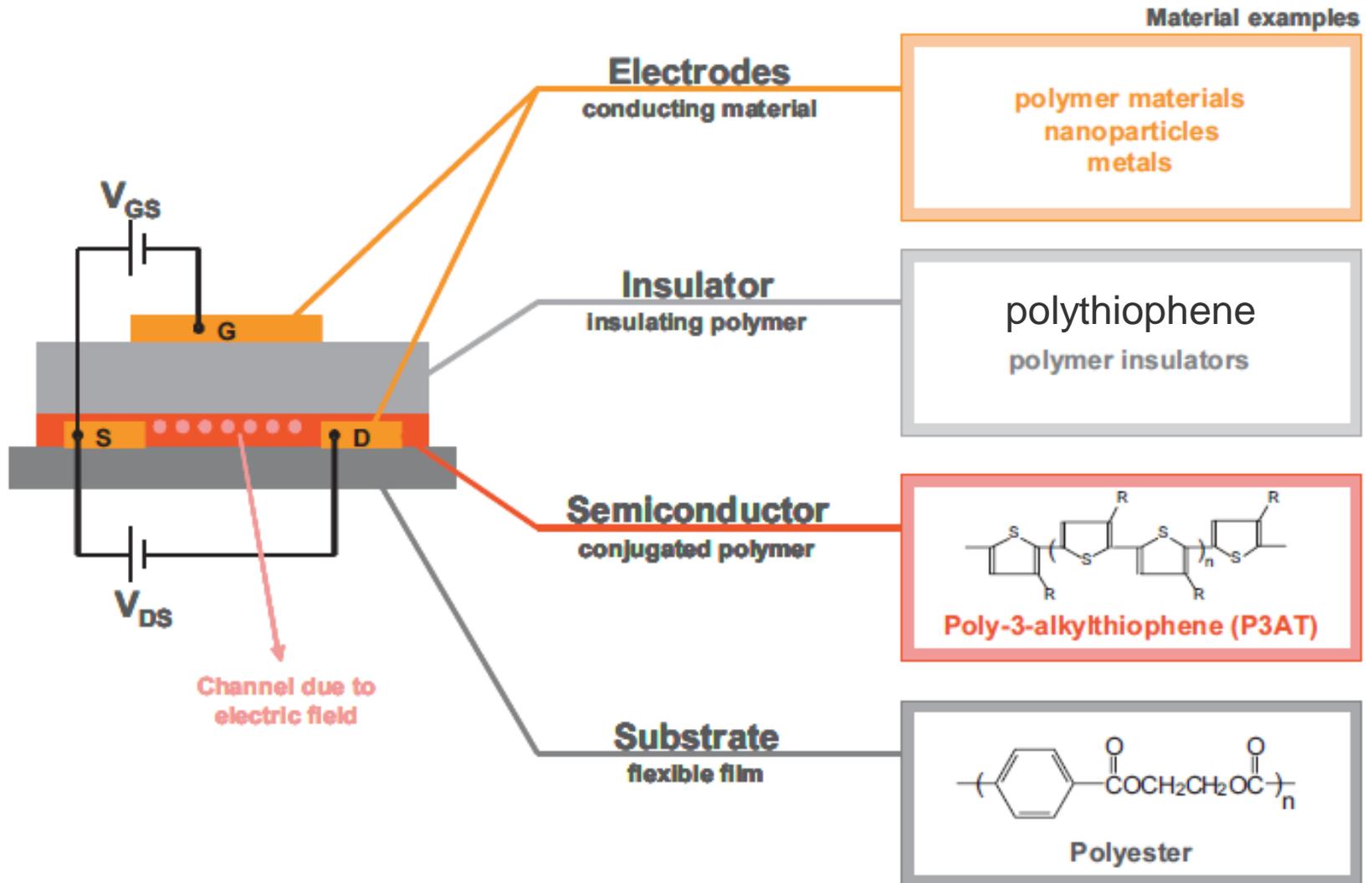
# Pemilihan Jenis Bahan

## Faktor\*\* penentu:

- ❑ Sifat Elektrik (mobilitas dan konduktivitas).
- ❑ Sifat optik (indek bias, absorpsi, tingkat emisi)
- ❑ Stabilitas bahan
- ❑ Kesesuaian proses



# Contoh dedain transistor

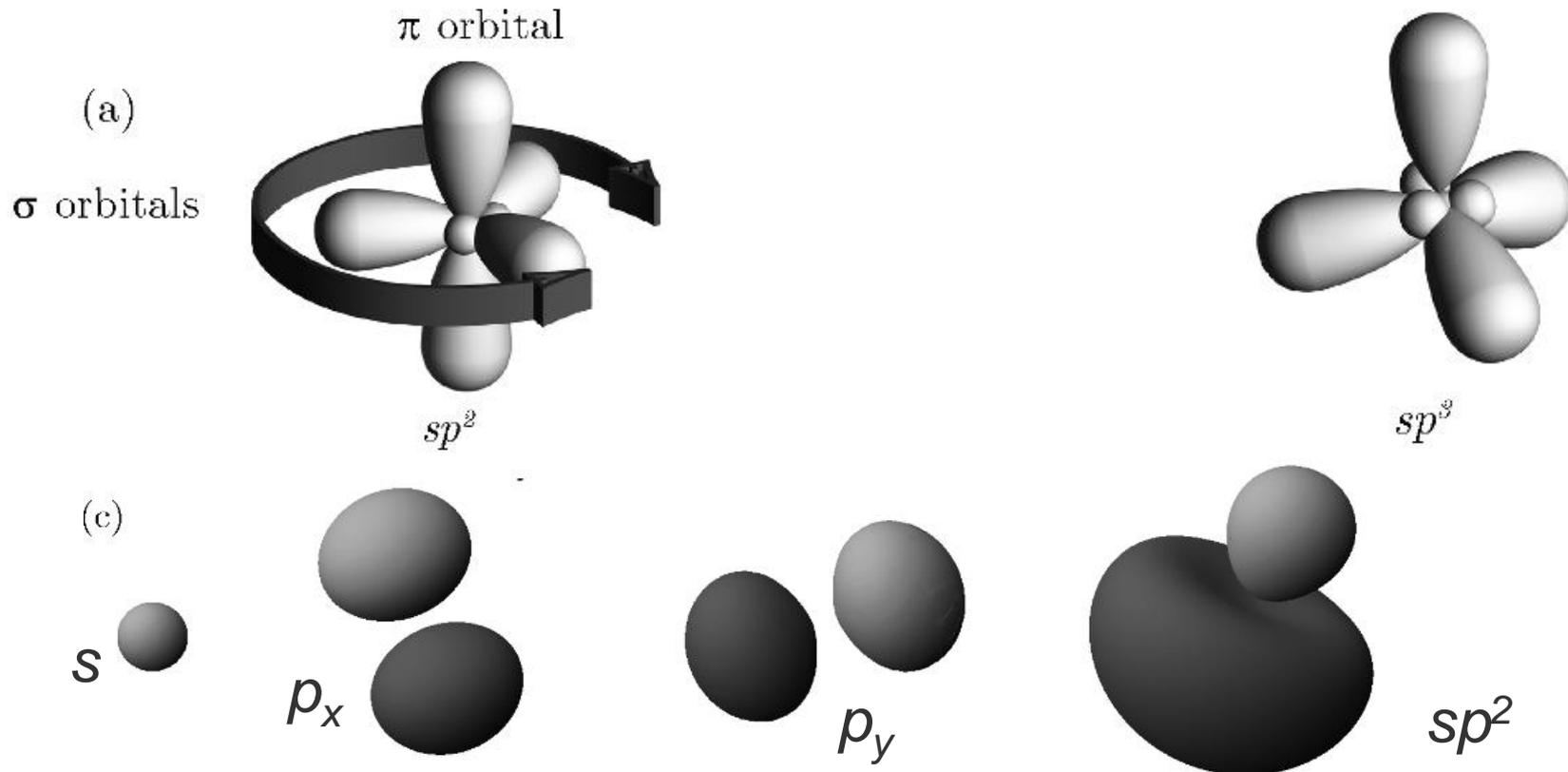


# Model Elektron Bebas

## Alasan Pemilihan KARBON (C):

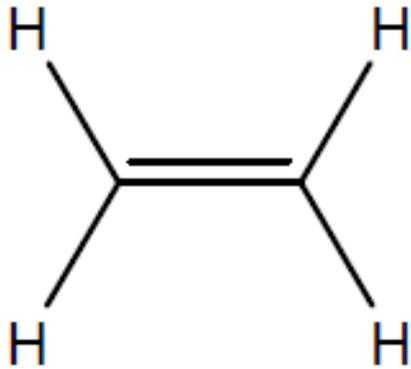
- ❑ Karbon memiliki ukuran yang **relatif kecil**, sehingga mengurangi efek *steric hindrance* dan menghasilkan banyak **variasi senyawa**.
- ❑ Memiliki **elektronegativitas** yang sedang, sehingga memungkinkan ikatan kovalen dengan semua material termasuk atom karbon sendiri
- ❑ Material **kelompok IV**, sehingga memungkinkan bentuk 4 ikatan. Mampu membentuk rantai polimer yang panjang.
- ❑ Karbon bersifat **hibrida** pada sejumlah atom. Memungkinkan berbagai jenis konfigurasi ikatan tunggal, ganda, dan tripel serta berbagai bentuk resonansi

# Geometri Ikatan Kovalen molekul

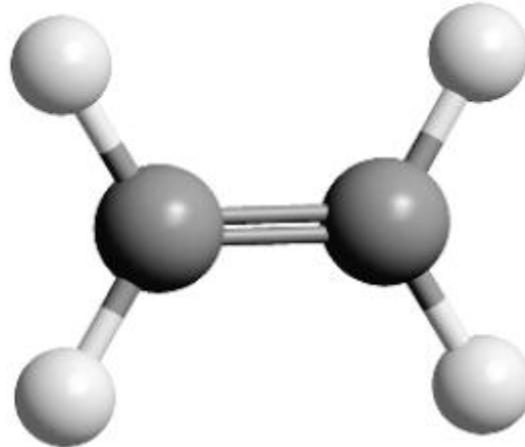


Etilen memiliki dua ikatan karbon. orbit  $sp^2$  hybrid, dan satunya orbit  $p_z$  unhybrid. ikatan  $sp^2$  disebut **sigma bond**, dan ikatan  $p_z$  disebut **phi bond**. Ikatan tunggal  $sp^2$  hybrid molekul dibentuk menggunakan orbit sigma (hybridized) , ikatan rangkap umumnya hasil dari satu ikatan sigma dan satu ikata phi.

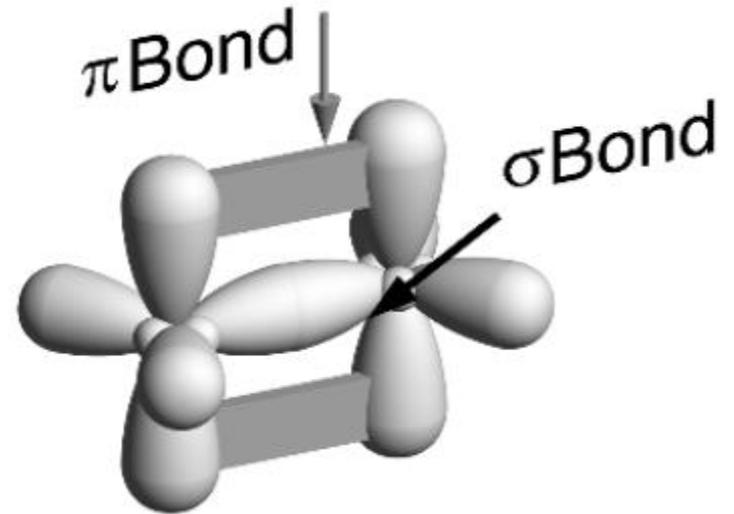
# Struktur kimia dan model 3 Dimensi molekul *Etilena*



**Struktur kimia**



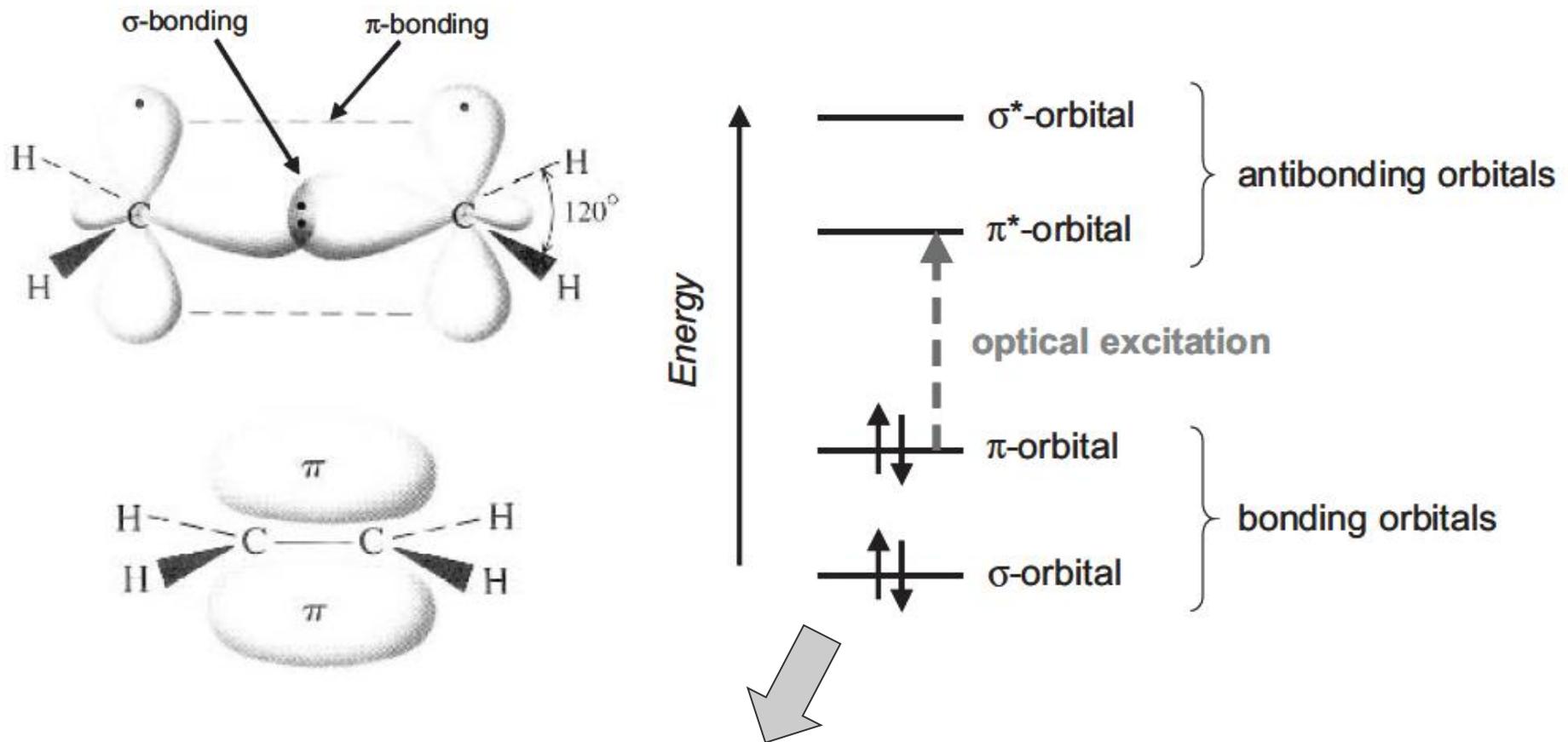
**Stick model**



**Diagram orbital skematik**

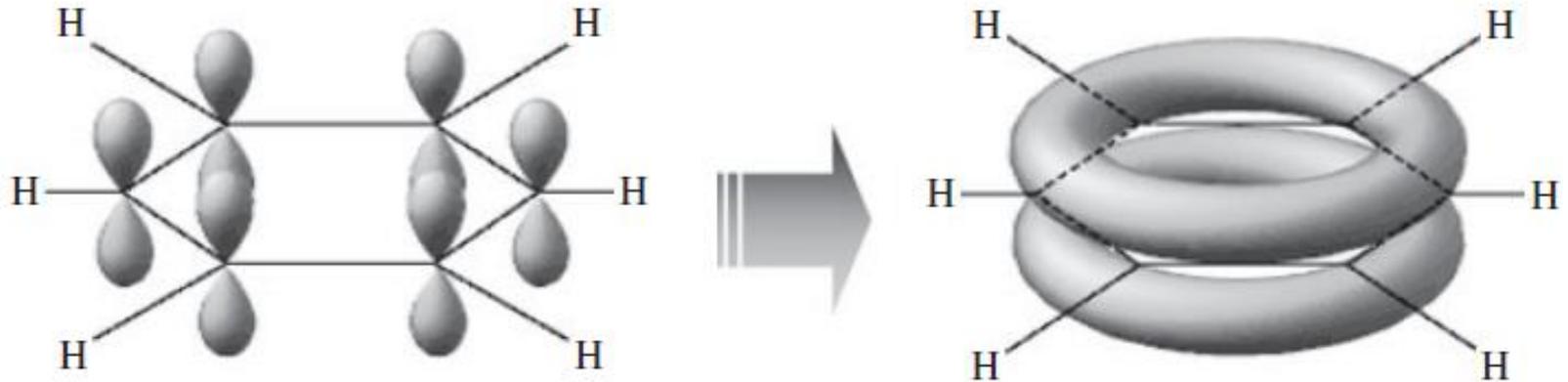
pasangan ikatan ganda atom karbon yang keduanya  $sp^2$  hibridisasi

# Sistem Konjugat Elektron

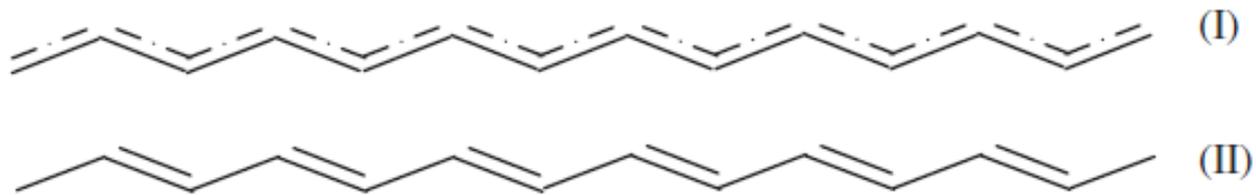


Level energi conjugated  $\pi$  molekul. Eksitasi terendah antara ikatan orbit  $\pi$  dan anti ikatan  $\pi^*$ .

# Konfigurasi Alternatif



Bentuk ikatan phi delokalisasi dua dimensi pada molekul organik

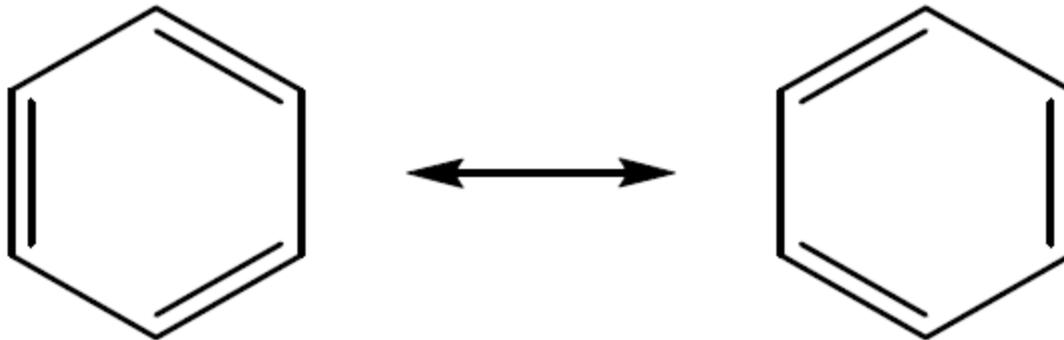


Sistem dimensi satu

# Bentuk Resonansi

Meningkatnya ukuran penyusun dalam molekul-molekul, kerapatan elektron (*electron density*) dalam molekul tersebut menjadi semakin rumit.

Ada ambiguitas terkait konfigurasi struktur ikatan jika ada kedua ikatan tunggal dan rangkap berada pada molekul.

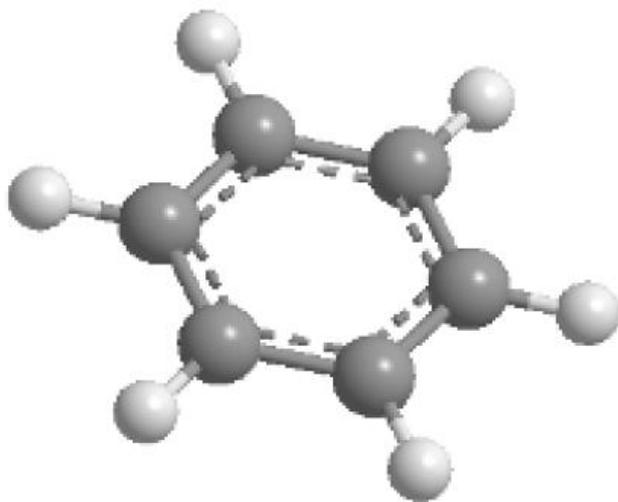


2 Bentuk Resonansi Benzena

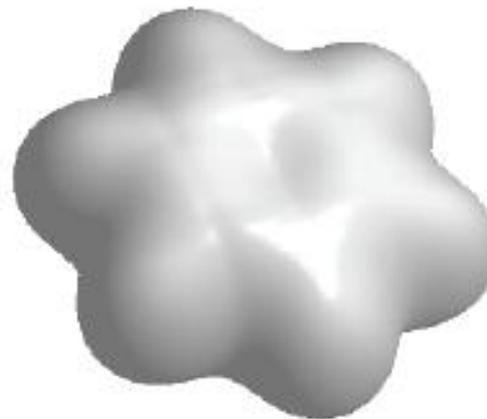
Ikatan tunggal (sigma) selalu diantara atom karbon, ikatan phi dapat berpindah dari posisi atom satu ke yang lain.

# Model Kerapatan Elektron

Resonansi **bukanlah fenomena digital**, dimana ikatan melompat dari satu state diskrit ke state yang lain, hal ini adalah representasi superposisi dari banyak state dalam keterbatasan model gambar struktur kimia. Elektron-elektron yang berada pada kondisi *superimposed* tidak terkunci kedalam konfigurasi *particular rigid* dan dan bukannya berada dalam derajat delokalisasi yang lebih tinggi atau rendah.



Ilustrasi konjugat



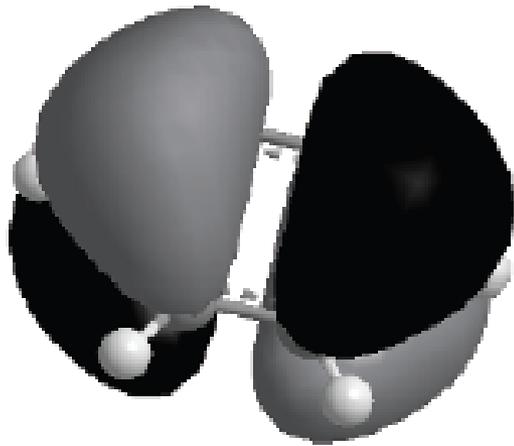
Permukaan *isocharge*

Material yang bertetangga atom karbon adalah hibridisasi  $sp^2$ , terbentuk awan delokalisasi elektron elektron phi yang disebut dengan **terkonjugat(*conjugated*)**

## Formulasi Model Partikel dalam kotak

HOMO (*Highest Occupied Molecular Orbital*)

LUMO (*Lowest unoccupied Molecular Orbital*)



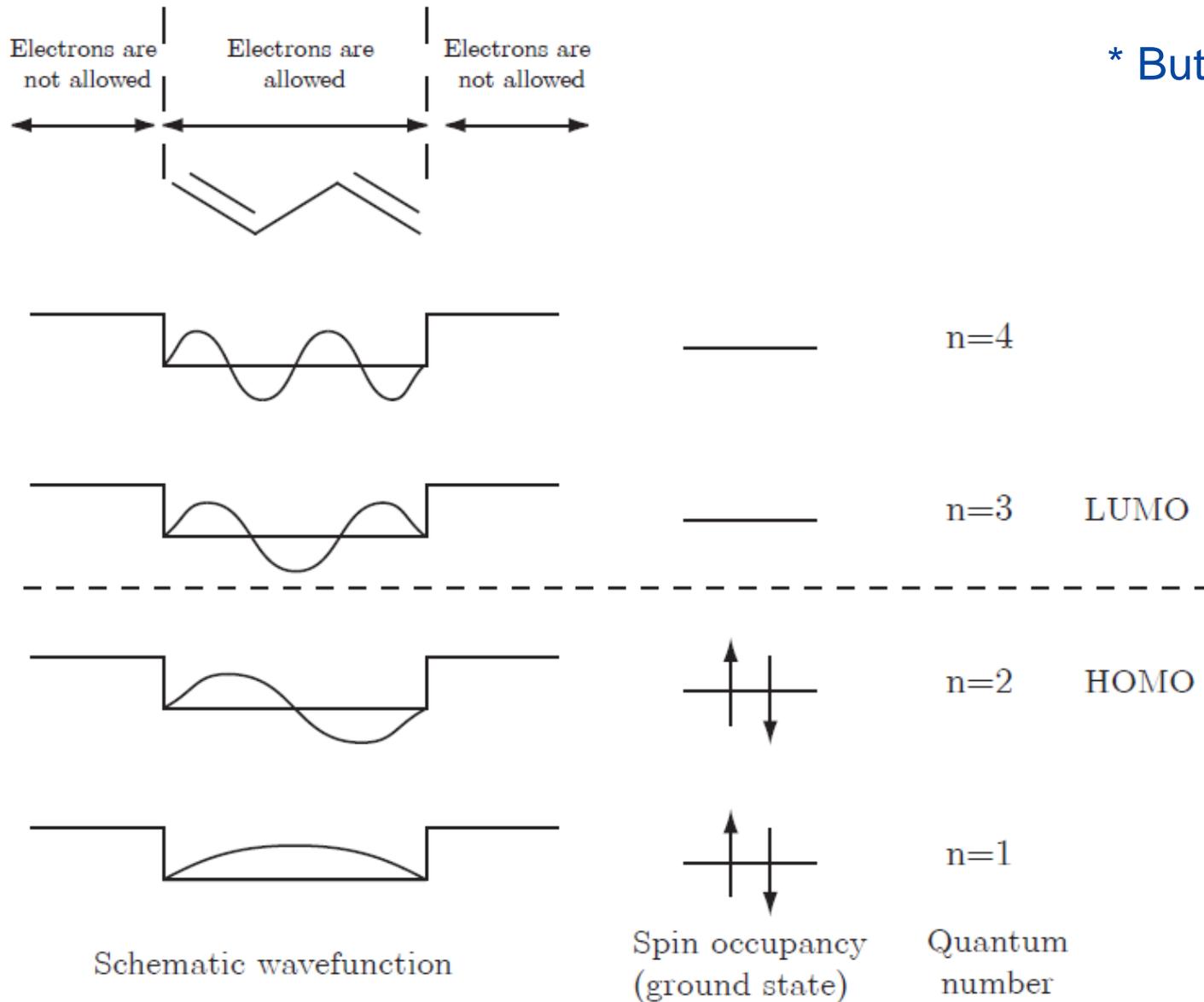
HOMO



LUMO

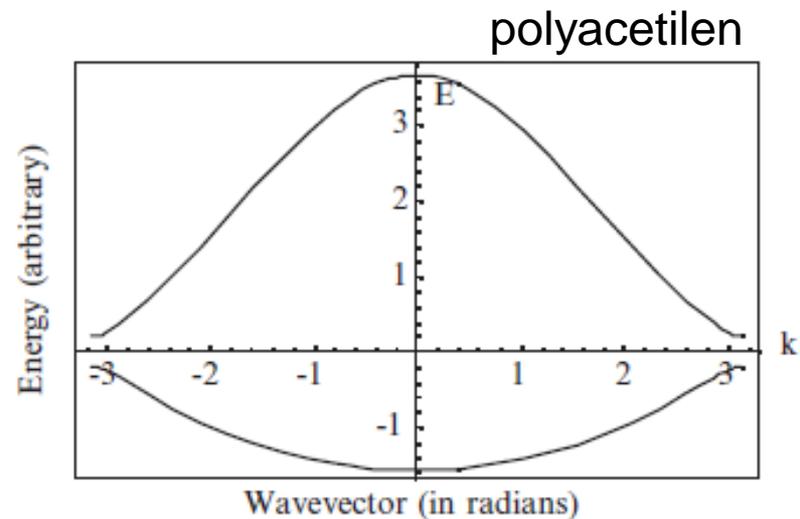
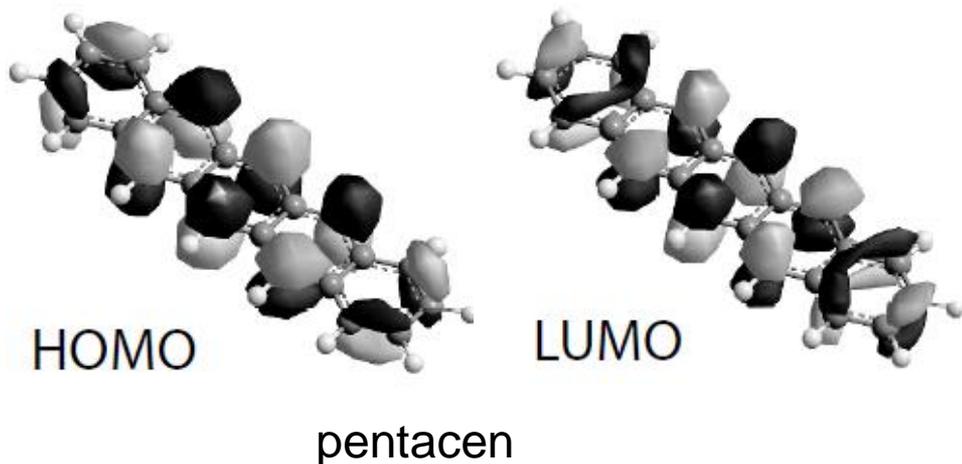
Penciptaan dan penyerapan paket energi (termasuk foton) diatur oleh transisi antara state orbital kosong dan penuh

# Formulasi Struktur Energi



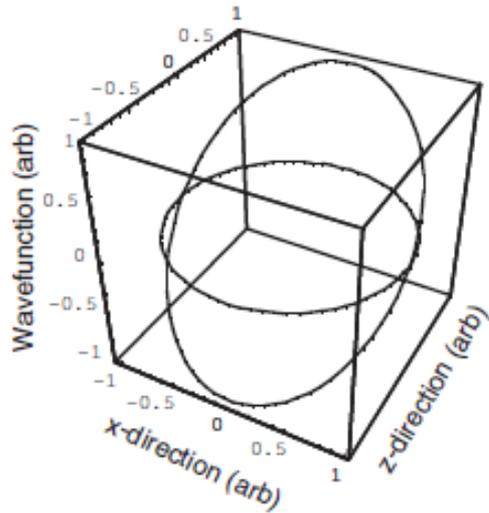
# Perbedaan Level Energi

Number of C atoms	HOMO-LUMO gap	Material	PFEO	Experimental value
4	10.56eV	Benzene	6.3eV	6.0eV
6	8.634eV	Napthalene	3.8eV	4.3eV
8	6.054eV	Anthracene	2.7eV	3.3eV
10	4.986eV	Tetracene	2.1eV	2.6eV
		Pentacene	1.7eV	2.1eV

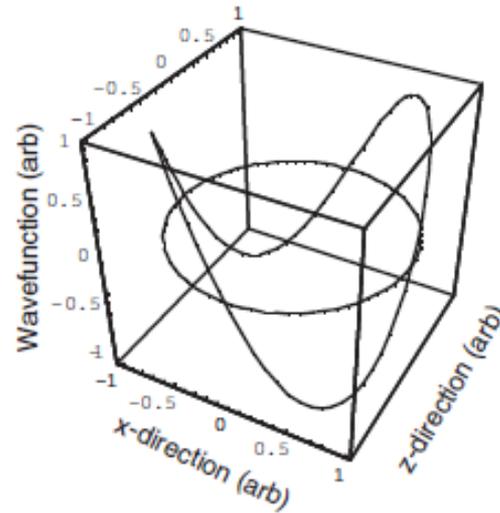


\* PFEO: *Perimetrik Free Elektron Orbital*

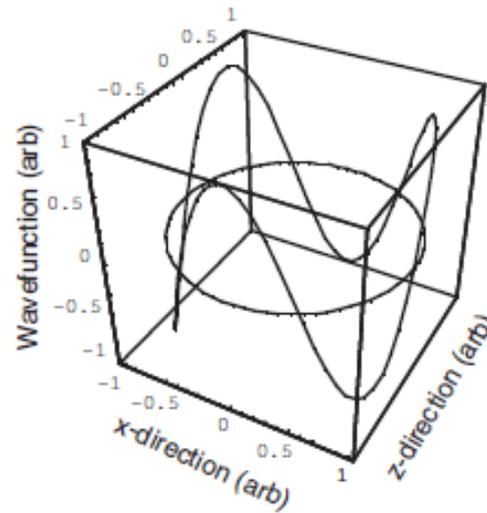
# Skema model fungsi gelombang PFE0



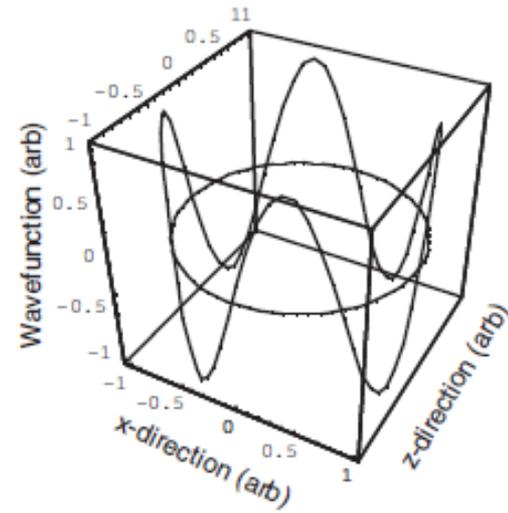
$n=1$



$n=2$

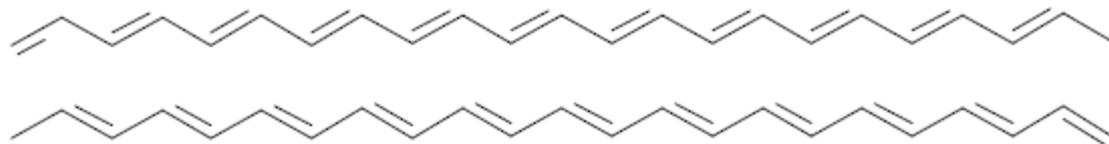


$n=3$

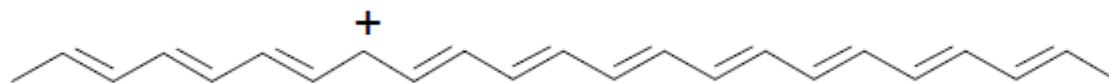


$n=4$

# Kemungkinan Pengangkut muatan dan Energi



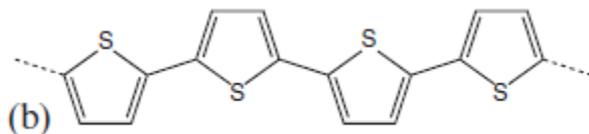
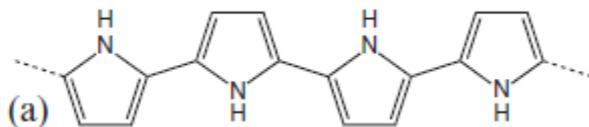
Dua bentuk resonansi polyacetilen



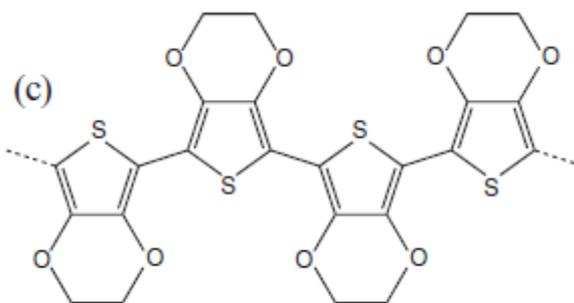
Muatan positif tunggal polaron pada polyacetilen

Carrier	Components
Negative bipolaron	- -
Negative polaron	-
Exciton	+ -
Positive polaron	+
Positive bipolaron	+ +

## Polypyrrole

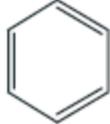
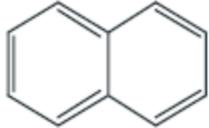
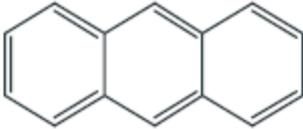
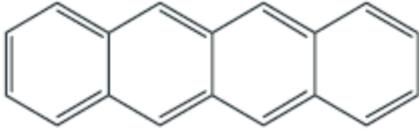
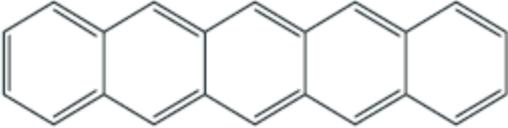


polythiophene

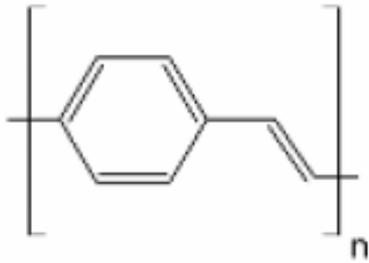


poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT)

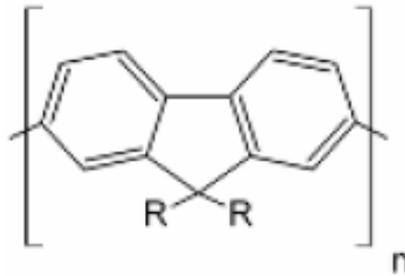
# Struktur Molekul 5-Polyacen dengan penyerapan panjang gelombang

Molecule	Structure	Absorption Maximum
Benzene		255 nm
Naphthalene		315 nm
Anthracene		380 nm
Tetracene		480 nm
Pentacene		580nm

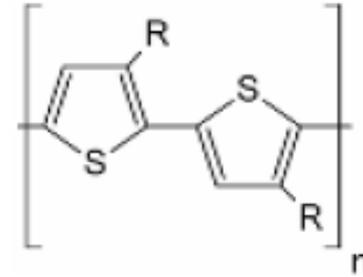
# Struktur Molekul prototype semikonduktor organik



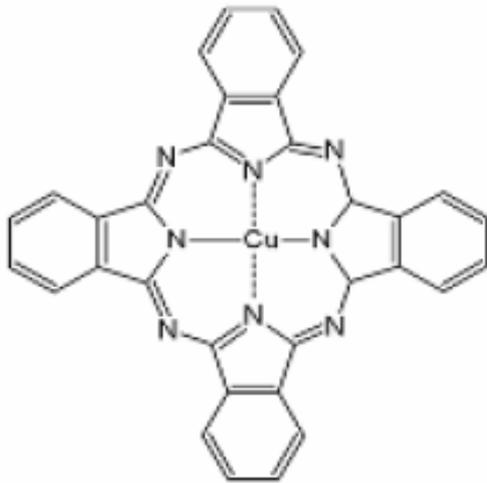
PPV



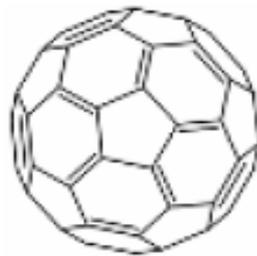
PFO



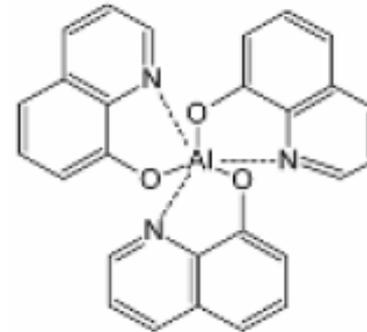
P3AT



CuPc



C<sub>60</sub>

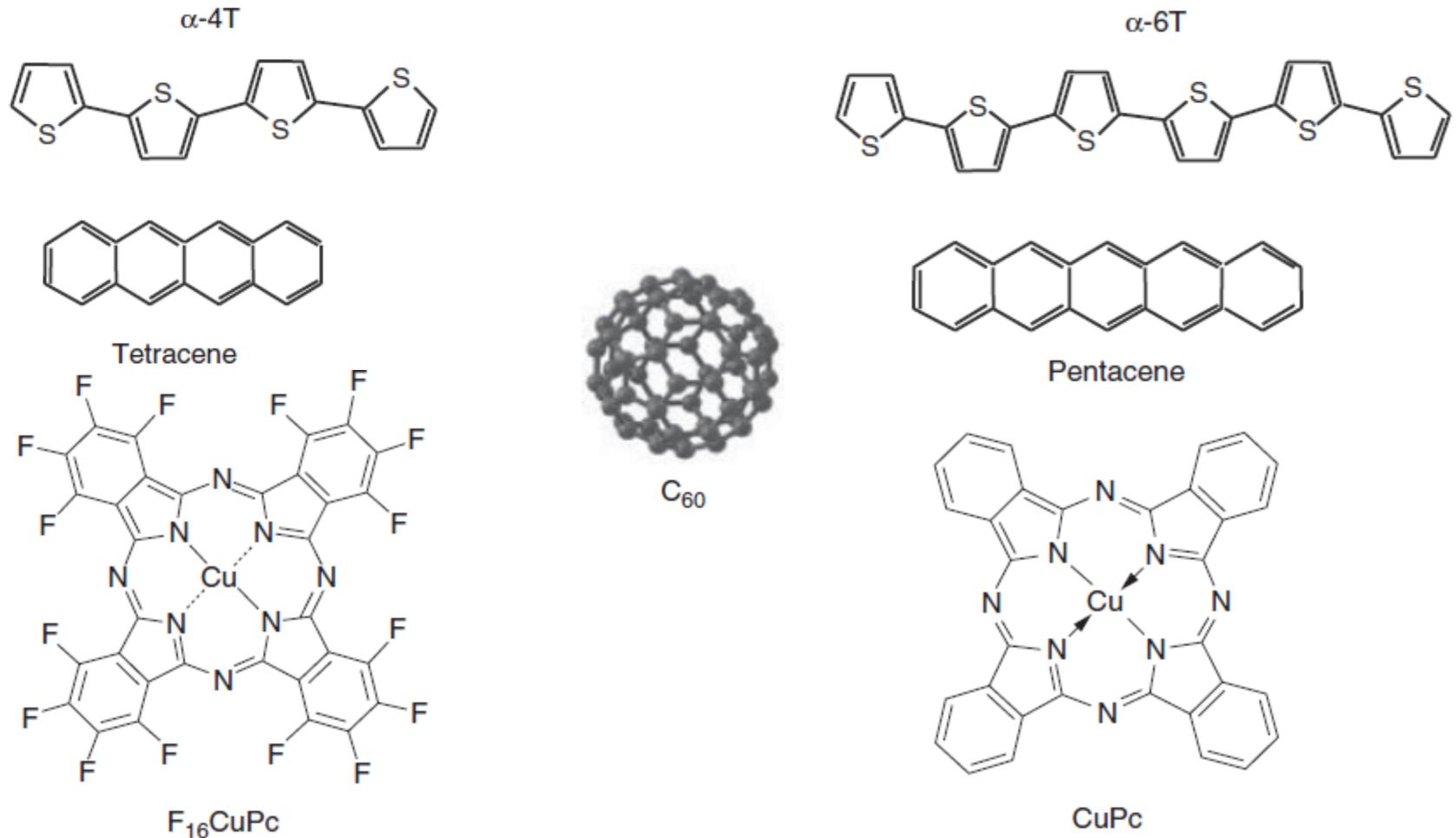


Alq<sub>3</sub>



**PPV:** poly(p-phenylenevinylene)  
**PFO:** polyfluorene,  
**P3AT:** poly(3-alkylthiophene),  
**Alq<sub>3</sub>:** tris(8-hydroxyquinoline)aluminium, fullerene C<sub>60</sub>,  
**CuPc:** Cu-phthalocyanine,

# Molekul Material Organik Transistor



Commonly used organic molecules. Both  $\alpha$ -4T and  $\alpha$ -6T are a chain of thiophene rings, and tetracene and pentacene are polyacenes (fused benzene rings). C<sub>60</sub> possesses a fullerene-type ball structure. CuPc and F-CuPc have a coordinate structure. (Liang Wang, "**Nanoscale Organic and Polymeric Field-Effect Transistors and Their Applications as Chem. Sensors**," Ph.D. dissertation, The University of Texas at Austin.)

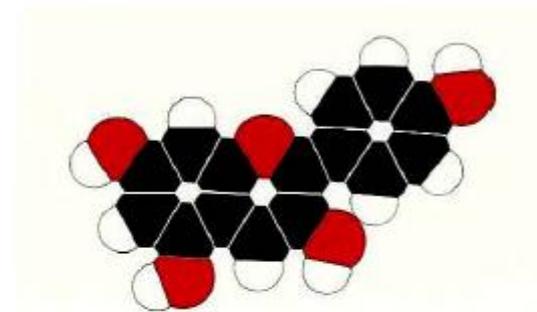
# Material Fabrikasi sbg waveguide dalam Integrated optik

Material System	Deposition/Fabrication	Advantages	Disadvantages
Inorganic glass	FHD, PECVD/lithography/RIE, ion exchange	Stable, low loss, fiber matching, amorphous	High $T^{\circ}\text{C}$ (800 $^{\circ}\text{C}$ –1350 $^{\circ}\text{C}$ )
Polymers	Spin-coating/lithography/wet/dry etch, molding, contact print	Index control, low loss, low cost, low $T^{\circ}\text{C}$	Weak stability, emerging technology, birefringence
III–V	Epitaxial growth/lithography/RIE	Stable, mature technology, monolithic integration, compactness	High cost, high loss, high coupling loss, anisotropic
LiNbO <sub>3</sub>	Thermal diffusion of Ti, Zn, and Si	High electro- and acousto-optic coefficients	Inherent, incompatibility for integration
Solgel	Lithography/wet etch	Index control, low cost, low $T^{\circ}\text{C}$ , amorphous	Emerging technology

# Sumber material alam

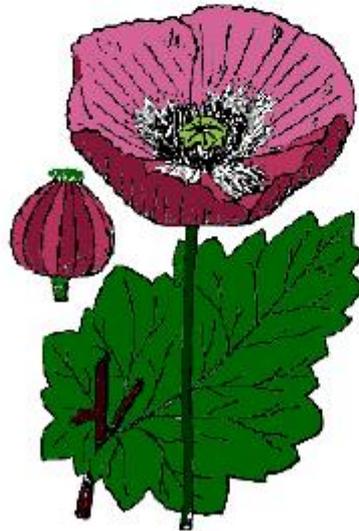


Cornflower  
(alkaline sap)



pelargonodin  
(anthocyanidins group)

Poppy  
(acidic sap)



## Tugas Individu    **Jelaskan struktur, sifat dan performansi bahan:**

1. Pentacene
2. Tetracene
3. Graphene
4. Carbon nanotube
5. Fullerene (C60)
6. Carbon nano rod
7. MEH-PPV
8. PTCDA
9. PCBM
10. TCTA *triphenylamine*
11. Oligothyopene
12. Polythyophene
13. PDOT (*poly ethylene dioxy thiophene*),
14. Poly-3-alkylthiophene (p3AT)
15. Ruthenium (N719) dye
16. PCPDBT
17. PSBTBT
18. Organic Phosphors FIr6, FIrPic, Ir(*ppy*)<sub>3</sub>
19. PDOT:PSS
20. Polyaniline
21. CuPc
22. F<sub>16</sub>CuPc
23. TiO<sub>2</sub>
24. BCP (Bathocuproine)
25. CBP (dicarbazole-biphenyl)

Tugas softcopy (MaterialOrganik\_[nama].doc/docx) dikirim ke email : [ekamaulana@gmail.com](mailto:ekamaulana@gmail.com)  
Subject: MaterialOrganik\_[Nama]