



POKOK-POKOK MATERI FISIKA KUANTUM



PENDAHULUAN

- Dalam Kurikulum Program S-1 Pendidikan Fisika dan S-1 Fisika, hampir sebagian besar digunakan untuk menelaah alam mikro (=

alam lelembutan \equiv *micro-world*):


Fisika Modern

Fisika Zat Padat

Fisika Inti

Fisika Statistik

Fisika Kuantum

- 
- Untuk mempelajari semua materi tersebut memerlukan pemahaman dan penghayatan yang tepat serta keakraban dengan **Mekanika Kuantum (khusus)** dan **Fisika Kuantum (umum)** ➔ sebagai TOOLS (“perkakas”) analisis alam mikro untuk **telaah kinematika dan dinamika.**
 - Mekanika Kuantum merupakan salah satu sokoguru dalam perkembangan fisika modern, di samping teori Relativitas Khusus sebagai sokoguru lainnya.




Mengapa

Diperlukan

FISIKA

KUANTUM?




Latar belakang dan bukti empiris diperlukannya Mekanika Kuantum untuk sistem fisis berukuran mikro (\leq ukuran μm) antara lain:

a. Kegagalan teori klasik dalam menjelaskan spektrum Radiasi Benda Hitam, Efek Fotolistrik, Efek Compton, Difraksi Elektron oleh kisi atom, Efek Zeeman, dan Percobaan Stern-Gerlach.

☞ **Teori Kuantum PLANCK**

☞ **Teori Foton EINSTEIN**



b. Kegagalan Elektrodinamika klasik untuk menjelaskan stabilitas atom dan molekul serta spektrum diskret yang dipancarkan oleh zarah atomik apabila mengalami eksitasi.

c. Diperlukannya suatu teori mendasar mengenai struktur materi pada tingkatan atomik dan sub atomik serta penerapannya untuk menjelaskan dan meramalkan sifat fisis zat secara makro, meliputi:

☞ **Sifat Mekanis**


☞ **Sifat Termal**

☞ **Sifat Elektromagnetis**



Gagasan mendasar yang melatarbelakangi kelahiran MEKANIKA Kuantum antara lain:

- Pengkuantuman energi dan momentum sudut
 - **Dualisme Gelombang Zarah**
 - Asas ketidakpastian Heisenbergh
 - **Deret Balmer** \Rightarrow yang dihasilkan oleh spektrum atom Hidrogen.



Perumusan Konsep-Konsep Dasar serta
asas-asas yang melandasi gagasan +
kelahiran Mekanika Kuantum diantaranya
meliputi:

- Panca Asas Mekanika Kuantum
 - Keadaan Kuantum
- Fungsi Gelombang dan ruang keadaan
 - Observabel dan operator
 - Kaitan Einstein – de Broglie
 - Persamaan Schrodinger
- Persamaan Heissenbergh dan asas ketidakpastian Heissenbergh
- Nilai Eigen (swanilai) dan Persamaan swa nilai
 - Zarah identik dan asas larangan Pauli



Analisis teori untuk telaah dan pengembangan Fisika Kuantum meliputi juga teori ruang Hilbert (\mathcal{H})

Beberapa Pengertian Dasar

• JENIS SISTEM

- Harus “fixed” (\equiv tidak bergantung pada waktu)
- Contoh jenis sistem
 - Zarah Bebas (pd osilator harmonik, pada potensial Coulomb, dan potensial Kepler)
 - Atom; Inti (nuklir); Partikel elementer
- Parameter jenis sistem
 - Massa
 - Muatan Listrik
 - Bentuk Hamiltonian yang meliputi interaksi dari penyusunnya

Beberapa Pengertian Dasar

- **KEADAAN SISTEM ($\equiv \psi$)**

- sesuatu yang memberikan kemungkinan untuk menentukan sembarang observabel yang dimiliki sistem
- Observabel \equiv sesuatu yang menghubungkan antara fisika dengan pengamat
 - Sesuatu yang bisa diamati dari sistem tersebut dapat disajikan dalam bentuk angka
 - Keadaan sistem sifatnya bisa tetap, tapi boleh juga berubah-ubah



PERBANDINGAN TELAAH MAKRO DAN MIKRO

- **TELAAH ALAM MAKRO**

- Semua observabel (Ω) dapat ditentukan serentak **secara pasti** ($\Delta\Omega$)

- Dapat dihadirkan secara simultan dan bersifat kompatibel (\equiv rukun).
- Nilainya dapat digunakan untuk memerikan (menggambarkan) secara tunggal keadaan sistem dalam ruang keadaan berdimensi tak hingga.



PERBANDINGAN TELAAH MAKRO DAN MIKRO

• TELAAH ALAM MAKRO

- Produk observabel berkomutasi (komut) sehingga observabel dapat disajikan oleh “commutatif-number”.
- Hanya diperlukan ruang berdimensi terhingga untuk menampilkan keadaan sistem
- Deskripsi kuantitatif observabel dan dinamikanya hanya memerlukan bilangan real saja
- Spektrum nilai semua observabel bersifat kontinyu

PERBANDINGAN TELAAH MAKRO DAN MIKRO

• TELAAH ALAM MIKRO

○ Tidak semua observabel rukun, sehingga tidak dapat dihadirkan serentak secara pasti

○ Keadaan sistem untuk observabel rukun disajikan dengan lambang “vektor ket”

$|\psi\rangle \Rightarrow$ suatu vektor berdimensi tak hingga

○ Produk (hasil kali) observabel yang tak rukun tak berkomutasi, atau observabel diwakili oleh q-number dengan lambang $\hat{\Omega}$ (ada topinya).

PERBANDINGAN TELAAH MAKRO DAN MIKRO

• TELAAH ALAM MIKRO

○ Untuk observabel tak rukun berlaku $\widehat{\Omega}_1 \widehat{\Omega}_2 \neq \widehat{\Omega}_2 \widehat{\Omega}_1$

q = non commutatif number

○ Diperlukan ruang berdimensi tak hingga V_{∞} , di mana observabel $\widehat{\Omega}$ beroperasi terhadap $|\psi\rangle$ secara linier.

○ Berlaku asas ketidakpastian Heisenbergh untuk pasangan dua observabel Ω_1 dan Ω_2 yang ingin ditentukan nilainya secara serentak produk ketidakpastiannya.



Sehingga harus memenuhi:

$$\widehat{\Omega}_1 \widehat{\Omega}_2 \geq \delta$$

nilai δ berhingga
kecil dan positif

