

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Tampang Lintang Elektron Inti

Interaksi elektron-inti yang digunakan untuk membahas struktur inti menggunakan persamaanampang lintang hamburan elektron oleh inti dalam suku multipol menurut persamaan :

$$\left[ \frac{d\sigma}{d\Omega} \right] = \frac{4\pi\sigma_M}{1 + (2 \epsilon \sin^2 \frac{\theta}{2} / M_T)} \frac{1}{2J_i + 1} \left[ \sum_{J \geq 0} | \langle J_f | \hat{M}_J^{coul}(q) | J_i \rangle |^2 \right. \\ \left. + (1/2 + \tan^2 \frac{\theta}{2}) \sum_{J \geq 1} \left\{ | \langle J_f | \hat{T}_J^{mag}(q) | J_i \rangle |^2 + | \langle J_f | \hat{T}_J^{el}(q) | J_i \rangle |^2 \right\} \right] \quad (2.1)$$

Dari persamaan (2.1) terlihat bahwaampang lintang hamburan dapat disajikan dalam dua sukuampang lintang elektrik dan magnetik. Penjabaran persamaan (2.1) disajikan dalam Lampiran-1.

#### 2.2. Hamburan Elektron Elastik Muatan

Persamaan (2.1) secara eksplisit menyatakan bahwa struktur inti dapat dinyatakan hanya dalam dua sukuampang lintang yaitu elektrik dan

magnetik. Untuk kasus hamburan elastik dengan  $\omega = 0$ , dapat dibahas adanya hamburan elastik muatan dan hamburan elastik magnetik.

Hamburan oleh inti berspin nol,  $J_i = J_f = J_0$ , merupakan hamburan elastik muatan yang tampang lintangnya diberikan oleh persamaan :

$$\begin{aligned} \left[ \frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{el} &= \frac{4\pi\sigma_M}{1 + (2\epsilon \sin^2 \frac{\theta}{2} / M_T)} \\ &\quad \frac{1}{2J_i + 1} \left[ \sum_{J \geq 0} | \langle J_f | \hat{M}_J^{coul}(q) | J_i \rangle |^2 \right] \\ &= \frac{Z^2 \sigma_M |F_L(q)|^2}{1 + (2\epsilon \sin^2 \frac{\theta}{2} / M_T)} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dengan mendefinisikan Faktor Bentuk Elastik  $F_L(q)$  sebagai :

$$|F_L(q)|^2 \equiv \frac{4\pi}{Z^2} \frac{1}{2J_i + 1} \left[ \sum_{J \geq 0} | \langle J_f | \hat{M}_J^{coul}(q) | J_i \rangle |^2 \right] \quad (2.3)$$

dengan :

$Z$  = Nomor Atom.

$\sigma_M$  = Tampang Lintang Hamburan Mott (inti tanpa struktur).

$\epsilon$  = Energi elektron datang.

$M_T$  = Massa diam inti sasaran.

$\theta$  = Sudut hamburan elektron datang.

### 2.3. Bentuk Eksplisit Persamaan Faktor Bentuk Muatan Inti

Operator multipol Coulomb pada persamaan (2.3) bentuk eksplisitnya dapat dinyatakan dengan bantuan analisis multipol (Lampiran-1) dan menerapkan fungsi harmonik bola (Lampiran-2) sehingga didapatkan persamaan :

$$\hat{M}_0^{coul}(q) = \frac{1}{\sqrt{4\pi}} \int_0^\infty \frac{\sin qr}{qr} \rho(r) d^3r \quad (2.4)$$

dan bentuk eksplisit persamaan Faktor Bentuk Muatan Inti  $F_0(q)$

$$|F_0(q)| = \frac{4\pi}{Zq} \int_0^\infty r \sin qr \rho(r) dr \quad (2.5)$$

dengan :

$q$  = Faktor momentum.

$\rho(r)$  = Distribusi muatan inti.

Dengan menganggap muatan terdistribusi bola maka  $d^3r$  dan  $\rho(r)_{00}$  sebagai distribusi rapat muatan inti dalam keadaan dasar, bentuk eksplisitnya berdasarkan model. Untuk hamburan elastik oleh inti berspin nol, digunakan model distribusi muatan pada keadaan dasar menurut Fermi :

$$\rho(r) = \frac{P_0}{1 + \exp\left[\frac{r-R}{a}\right]} \quad (2.6)$$

dengan parameter  $\rho_0$ ,  $a$ ,  $R$  yang memperlihatkan perilaku sistematis pada inti dengan  $A = 20-208$  :

1. Rapat inti pusat  $\rho_0$  dapat dihitung dari :

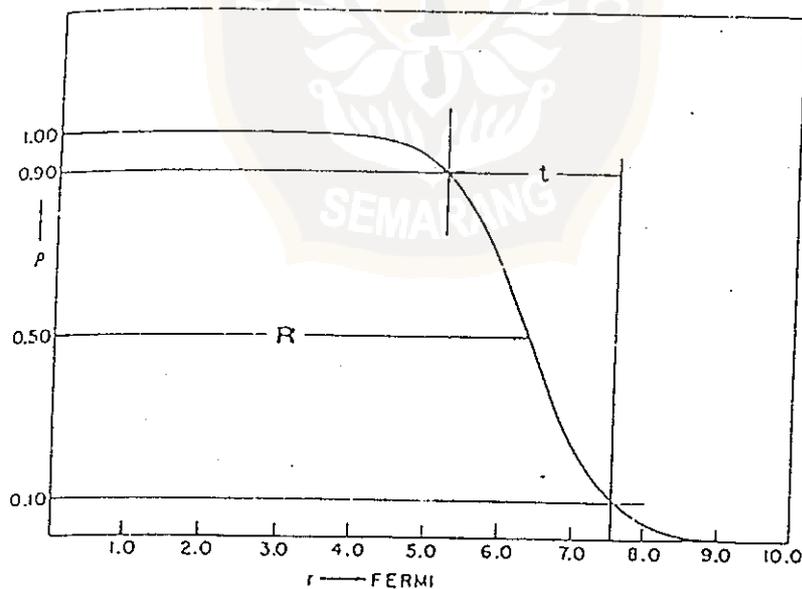
$$Ze = 4\pi \int_0^R \rho(r)r^2 dr \quad (2.7)$$

2. Jari-jari rata-rata karakteristik untuk  $\rho$  diberikan oleh :

$$R = R_0 A^{-1/3} \quad (2.8)$$

3. Ketebalan permukaan didefinisikan oleh :

$$t = r_2 - r_1 \quad (2.9)$$



Gb. 2.3.1 Model rapat muatan pada keadaan dasar menurut Fermi

(Sumber : Donnelly dan Wallecka, 1975)

Penurunan Faktor Bentuk Inti Elastik dilakukan dengan melakukan substitusi persamaan (2.6) ke dalam persamaan (2.5) yang disajikan dalam Lampiran-3 sehingga diperoleh bentuk eksplisit  $F_0(q)$  :

$$F_0(q) = \frac{\left\{ 3/Q^3 \left( \frac{T^2 \cosh T}{\sinh^2 T} \sin Q - \frac{TQ}{\sinh T} \sin Q \right) - 6 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n (nr) \exp(-nr) ((nr)^2 + Q^2)^{-2} \right\}}{1 + (\pi/r)^2 - 6 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n (nr) \exp(-nr) (nr)^{-3}} \quad (2.10)$$

atau dapat juga ditulis dalam bentuk :

$$F_0(q) = \{(B - C) - D\} / E$$

dengan :

$$A = 3/Q^3$$

$$B = \frac{T^2 \cosh T}{\sinh^2 T} \sin Q$$

$$C = \frac{TQ}{\sinh T} \cos Q$$

$$D = 6 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n (nr) \exp(-nr) ((nr)^2 + Q^2)^{-2}$$

$$E = (1 + (\pi/r)^2) - 6 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n (nr) \exp(-nr) (nr)^{-3}$$

dengan :

$$Q = qR$$

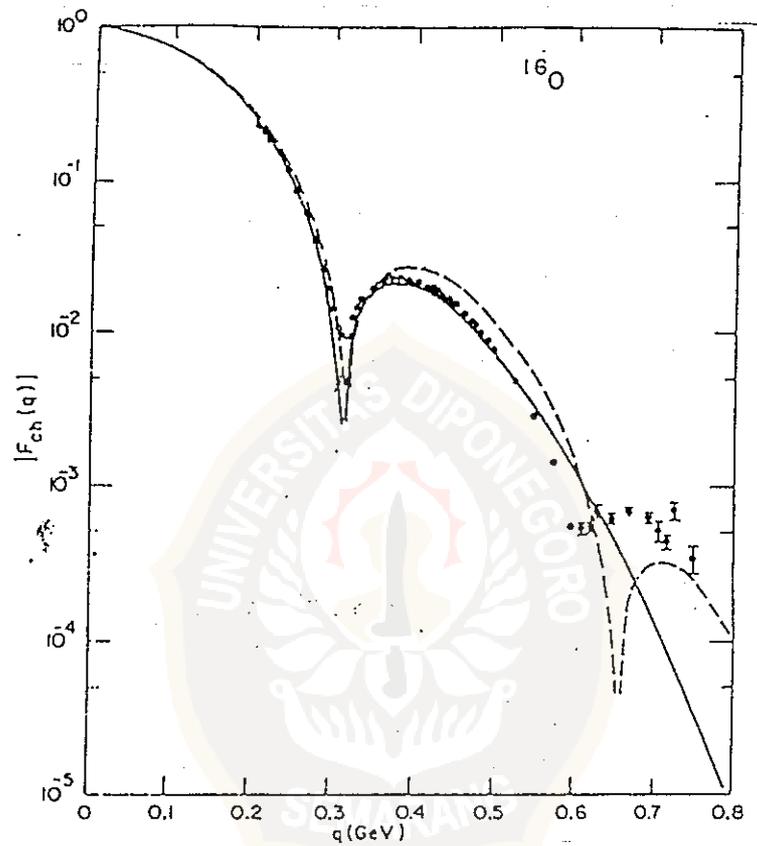
$$r = R/a$$

$$T = \pi Q / r$$

Persamaan (2.10) merupakan persamaan akhir dari persamaan Faktor Bentuk Muatan Inti dalam keadaan dasar yang akan dihitung secara numerik dengan bantuan program Turbo Pascal Release 7.0.



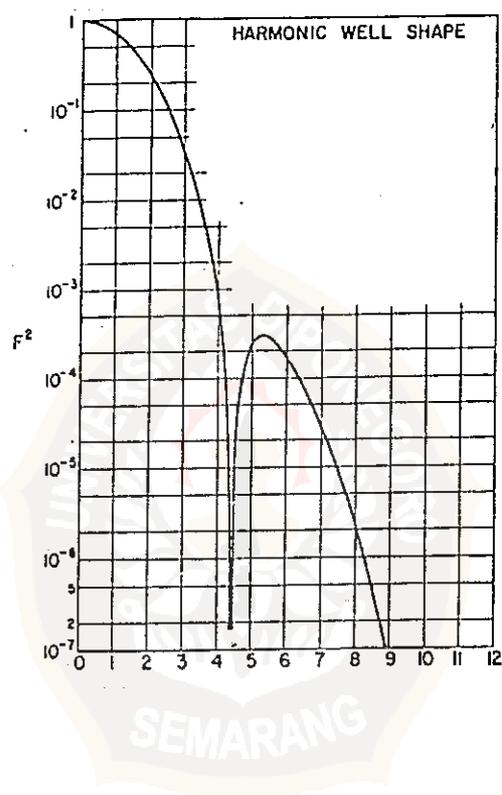
## 2.4. Contoh Grafik Jenis Distribusi Muatan Inti Elastik



Gb. 4.1 Distribusi muatan inti elastik  $^{16}\text{O}$  menggunakan fungsi gelombang harmonik bola

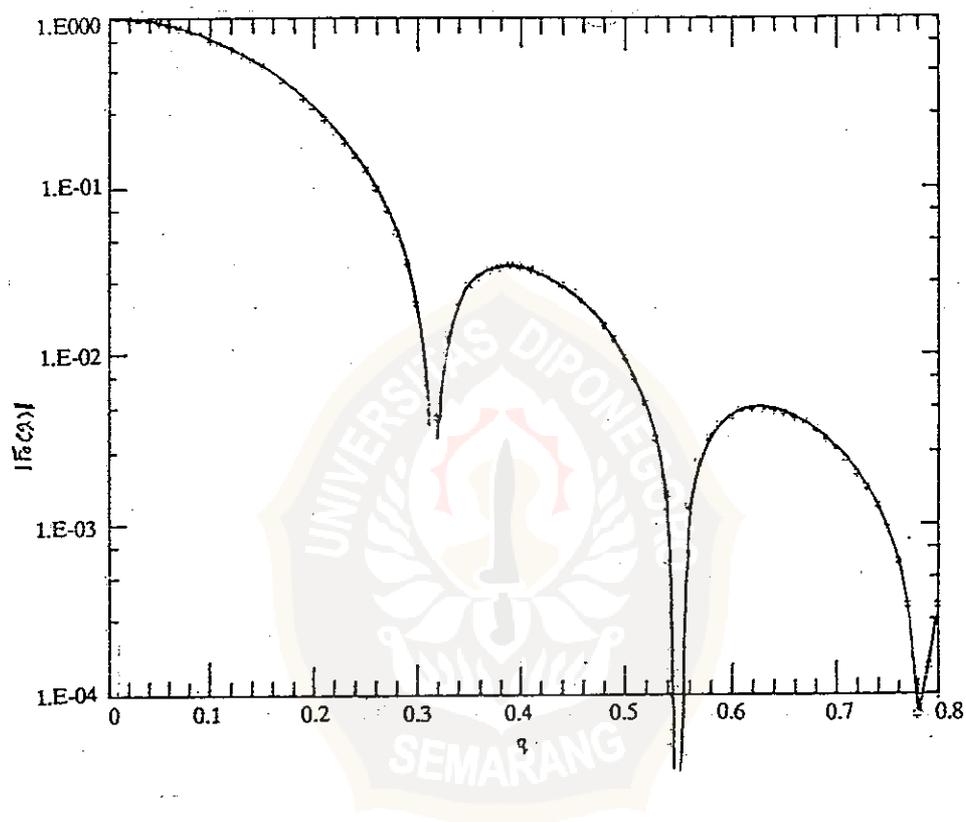
(kurva garis padat) dan fungsi gelombang Wood-Saxon (kurva garis putus-putus)

(Sumber Donnelly dan Wallecka, 1975)



Gb. 4.2 Distribusi muatan inti elastik  $^{16}\text{O}_8$  menggunakan fungsi harmonik bola

(Sumber : Hofstadter, 1957)



Gb. 4.3 Distribusi muatan inti elastik  $^{16}\text{O}_8$  menggunakan fungsi gelombang Wood-Saxon

(Sumber : Sasongko, 1993)

## 2.5. Distribusi Muatan Inti Elastik Hasil Eksperimen

Distribusi muatan inti elastik hasil eksperimen disajikan pada Tabel 2.5.1 dan tabel 2.5.2.

Tabel 2.5.1

No.	Nuklida	Jenis Distribusi Muatan	t	$R_0 A^{-1/3}$
1.	${}^4\text{He}_2$	uU	-	1,31
2.	${}^6\text{Li}_3$	exponensial	-	1,98
3.	${}^9\text{Be}_4$	exponensial	-	1,89
4.	${}^{11}\text{B}_5$	-	-	-
5.	${}^{12}\text{C}_6$	model shell	2,0	1,33
6.	${}^{14}\text{N}_7$	-	-	-
7.	${}^{16}\text{O}_{18}$	-	-	-
8.	${}^{24}\text{Mg}_{12}$	gU	2,6	1,33
9.	${}^{27}\text{Al}_{13}$	-	-	-
10.	${}^{28}\text{Si}_{14}$	gU	2,8	1,29
11.	${}^{31}\text{P}_{15}$	-	-	-
12.	${}^{40}\text{Ca}_{20}$	Fermi	2,5	1,32
13.	${}^{42}\text{Ca}_{20}$	-	-	-
14.	${}^{51}\text{V}_{23}$	Fermi	2,2	1,25
15.	${}^{56}\text{Fe}_{26}$	-	-	-
16.	${}^{58}\text{Ni}_{28}$	-	-	-
17.	${}^{60}\text{Ni}_{28}$	-	-	-
18.	${}^{59}\text{Co}_{27}$	Fermi	2,5	1,27
19.	${}^{88}\text{Sr}_{38}$	-	-	-

No.	Nuklida	Jenis Distribusi Muatan	t	$R_0 A^{-1/3}$
20.	$^{115}\text{In}_{49}$	Fermi	2,3	1,19
21.	$^{116}\text{Sn}_{50}$	-		
22.	$^{122}\text{Sb}_{51}$	Fermi	2,5	1,20
23.	$^{181}\text{Ta}_{73}$	Fermi	2,8	1,25
24.	$^{197}\text{Au}_{79}$	-	-	
25.	$^{208}\text{Pb}_{82}$	Fermi	2,3	1,18
26.	$^{209}\text{Bi}_{83}$	Fermi	2,7	1,20

sumber : Ford dan Hill (1956)



Tabel 2.5.2

No.	Nuklida	Jenis Distribusi Muatan	t	$R_0 A^{-1/3}$
1.	${}^4\text{He}_2$	Gaussian	-	1,31
2.	${}^6\text{Li}_3$	Gaussian	2,3	1,56
3.	${}^9\text{Be}_4$	Harmonik	2,0	1,37
4.	${}^{11}\text{B}_5$	-	-	-
5.	${}^{12}\text{C}_6$	Harmonik	1,9	1,33
6.	${}^{14}\text{N}_7$	-	-	-
7.	${}^{16}\text{O}_{18}$	Harmonik	1,9	1,35
8.	${}^{24}\text{Mg}_{12}$	gU	2,6	1,33
9.	${}^{27}\text{Al}_{13}$	-	-	-
10.	${}^{28}\text{Si}_{14}$	gU	2,8	1,29
11.	${}^{31}\text{P}_{15}$	-	-	-
12.	${}^{40}\text{Ca}_{20}$	Fermi	2,5	1,32
13.	${}^{42}\text{Ca}_{20}$	-	-	-
14.	${}^{51}\text{V}_{23}$	Fermi	2,2	1,25
15.	${}^{56}\text{Fe}_{26}$	-	-	-
16.	${}^{58}\text{Ni}_{28}$	Fermi	2,49	1,31
17.	${}^{60}\text{Ni}_{28}$	-	-	-
18.	${}^{59}\text{Co}_{27}$	Fermi	2,5	1,27
19.	${}^{88}\text{Sr}_{38}$	gU	2,3	1,20

No.	Nuklida	Jenis Distribusi Muatan	$\cdot t$	$R_0 A^{-1/3}$
20.	$^{115}\text{In}_{49}$	Fermi	2,3	1,19
21.	$^{116}\text{Sn}_{50}$	-	-	-
22.	$^{122}\text{Sb}_{51}$	Fermi	2,5	1,20
23.	$^{181}\text{Ta}_{73}$	Fermi	2,8	1,25
24.	$^{197}\text{Au}_{79}$	-	-	-
25.	$^{208}\text{Pb}_{82}$	Fermi	2,3	1,18
26.	$^{209}\text{Bi}_{83}$	Fermi	2,7	1,20

sumber : Hofstadter (1957).

Keterangan :

uU = Uniform-uniform

gU = Gaussian-uniform

