

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1. ENERGI GELOMBANG LAUT

Energi persatuan waktu (daya) yang terkandung pada gelombang laut dapat dirumuskan dalam bentuk (Hulls, 1994) :

$$\Pi g = \frac{\rho g Y^2}{64 \pi f} \quad (2.1)$$

dimana :

$\Pi g$  = Daya (energi persatuan waktu) gelombang.

$\rho$  = massa jenis air laut

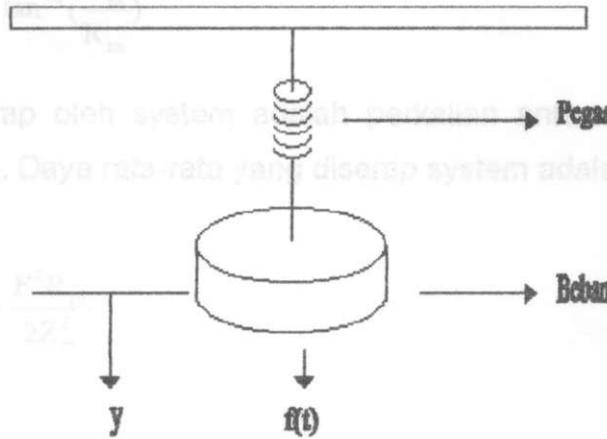
$g$  = percepatan gravitasi

$f$  = frekwensi gelombang

$Y$  = Amplitudo gelombang

### II.2. SYSTEM PEGAS-BEBAN

System yang dapat bergetar berbentuk kombinasi Pegas (konstanta pegas  $K$ ) dan Beban (massa  $M$ ) digerakkan oleh gaya eksternal  $f(t)$  dan mendapat redaman dengan Koefisien redaman  $Rm$ , seperti terlihat pada gambar (2.1). Untuk gaya eksternal berbentuk sinusoidal,  $f(t)$  dapat dinyatakan dalam bentuk kompleks  $f(t)=F \exp(j\omega t)$ .



Gambar (2.1). System Pegas-Beban

Persamaan gerak untuk system ini adalah (Kinsler, 1992):

$$M \frac{d^2 y}{dt^2} + R_m \frac{dy}{dt} + Ky = Fe^{j\omega t} \quad (2.2)$$

Bagian real solusi persamaan (2.2) yaitu :

$$y = \frac{F \sin(\omega t - \theta)}{\omega Z_m} \quad (2.3)$$

Dalam hal ini,  $y$  adalah pergeseran beban pada waktu  $t$ . Kecepatan beban dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$v = \frac{F \cos(\omega t - \theta)}{Z_m} \quad (2.4)$$

Variabel  $Z_m$  dan  $\theta$  adalah impedansi mekanik dan sudut fase, yang dirumuskan oleh :

$$Z_m = \sqrt{R_m^2 + X_m^2} \quad (2.5)$$

$$X_m = \omega M - K / \omega \quad (2.6)$$

$X_m$  adalah reaktansi mekanik.

dan

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_m}{R_m}\right) \quad (2.7)$$

Daya yang diserap oleh system adalah perkalian antara gaya eksternal dan kecepatan beban. Daya rata-rata yang diserap system adalah :

$$\Pi = \frac{F^2 R_m}{2Z_m^2} \quad (2.8)$$

System Pegas-Beban akan menyerap energi eksternal secara maksimum (*keadaan resonansi*) apabila reaktansi mekanik  $X_m$  berharga nol. Dari persamaan (6) diperoleh hubungan antara Frekwensi sudut gaya eksternal  $\omega$ , Kontanta pegas  $K$  dan Massa beban  $M$  pada keadaan resonansi tersebut :

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (2.9)$$

atau frekwensi  $f$  pada keadaan resonansi :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (2.10)$$

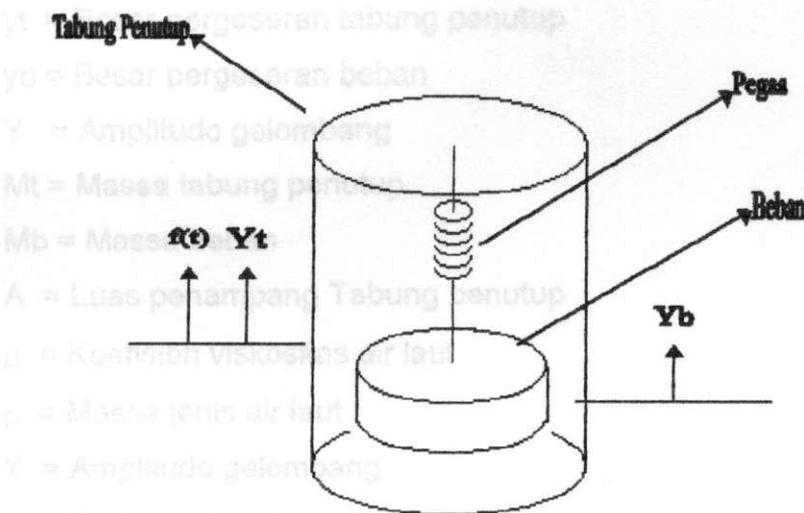
atau harga massa beban  $M$  pada keadaan resonansi :

$$M = \frac{K}{4\pi^2 f^2} \quad (2.11)$$

### II.3. MODEL PEMBANGKIT LISTRIK DARI ENERGI GELOMBANG

Model alat konversi energi gelombang menjadi energi listrik terdiri dari 3

bagian seperti gambar (2.2) dibawah.



Gambar (2.2). Model Pembangkit Listrik dari Energi Gelombang

Pada model ini terjadi 2 gerakan yaitu Gerak Tabung Penutup yang disebabkan oleh naik turun gelombang dan Gerak Beban relatif terhadap Tabung Penutup. Gerak Beban yang berupa gerak linear diubah menjadi gerak rotasi. Selanjutnya gerak rotasi akan memutar generator listrik sehingga timbul beda tegangan listrik (energi listrik) (Sarwate, 1993).

Persamaan gerak untuk system ini adalah (Arya, 1990) :

Gerak tabung penutup :

$$M_t \frac{d^2 y_t}{dt^2} + \mu \frac{dy_t}{dt} + (A\rho g + k)y_t - ky_b = f(t) \quad (2.12)$$

Gerak Beban :

$$M_b \frac{d^2 y_b}{dt^2} + T_m \frac{dy_b}{dt} + ky_b - ky_t = 0 \quad (2.13)$$

Dimana :

$$f(t) = \text{Gaya Eksternal} = A\rho g Y e^{j\omega t} \quad (2.14)$$

dalam hal ini :

$y_t$  = Besar pergeseran tabung penutup

$y_b$  = Besar pergeseran beban

$Y$  = Amplitudo gelombang

$M_t$  = Massa tabung penutup

$M_b$  = Massa beban

$A$  = Luas penampang Tabung penutup

$\mu$  = Koefisien viskositas air laut

$\rho$  = Massa jenis air laut

$Y$  = Amplitudo gelombang

$\omega$  = Frekwensi sudut gelombang

$g$  = Percepatan gravitasi

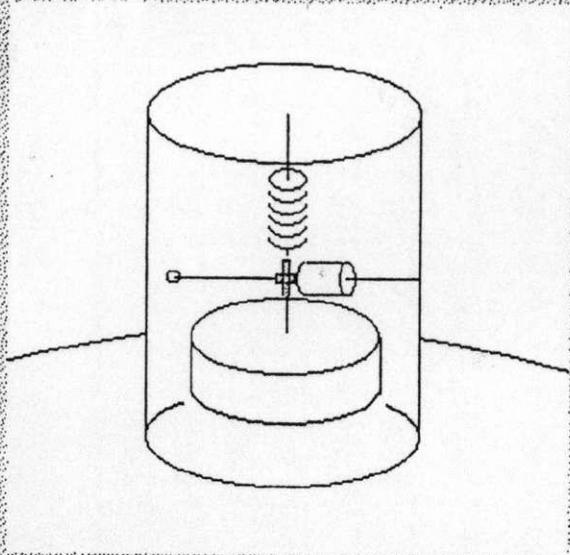
$T_m$  = Koefisien transmisi generator listrik

$k$  = Konstanta pegas

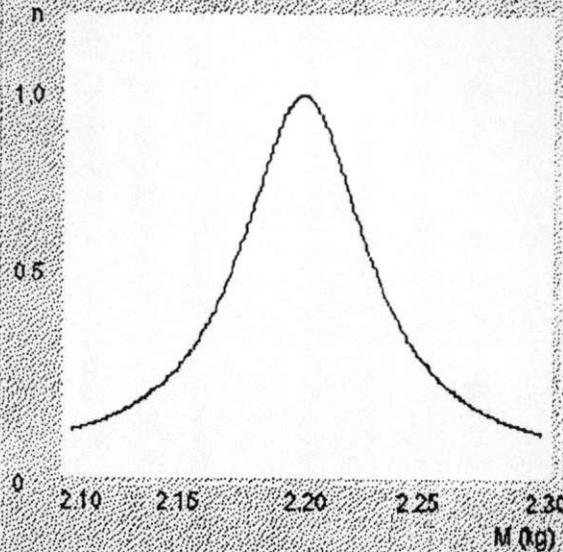
Persamaan (2.12) dan (2.13) diselesaikan secara simultan untuk mendapatkan kecepatan relatif beban. Lalu kecepatan tersebut dikalikan dengan gaya eksternal untuk mendapatkan daya rata-rata yang diserap alat. Proses ini telah dilakukan oleh program simulasi *Gelombang* (Defrianto, 2000) yang hasilnya seperti tampak pada gambar (2.3).



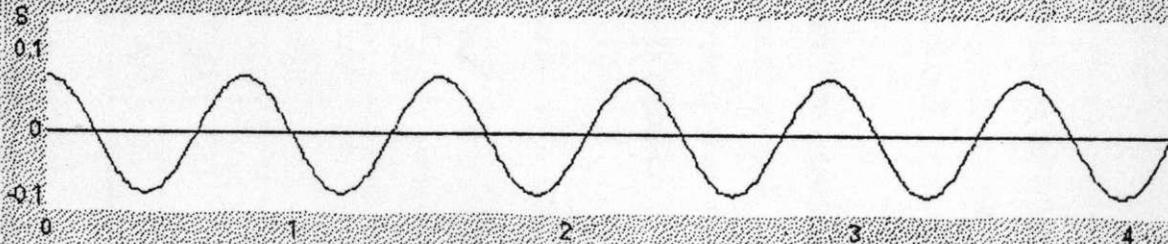
Visualisasi Alat Konversi



Grafik Daya Relatif (n) vs Massa Beban (M)



Grafik Simpangan (S) vs Waktu (t)



Parameter

Gelombang

Amplitudo (A)	0.5	m
Frekuensi (f)	1.5	Hz
Redaman (a)	2.5	Ns/m

Tabung Alat

Massa (M)	10	kg
Tinggi (T)	0.26	m
Jari-jari (R)	0.12	m

System Pegas-Beban

Massa (m)	2	kg
Kons. Pegas (k)	196	N/m

Generator Listrik

Fluks Mag (B)	0.1	T
R Kecil (rk)	0.005	m
R Besar (rb)	0.05	m
Parjang (L)	0.10	m
Beban List. (D)		ohm



Gelombang

(D:)

