

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan baik menggunakan kontroler PID. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4.1 Pengujian Sistem Dengan Kontroler PID

Pada hasil pengujian menggunakan kontroler PID dengan metode *Ziegler Nichols* 1 didapatkan nilai  $K_p= 14,4$   $K_i=1,8$  dan  $K_d=28,8$  guna mengetahui hasil respon sistem dengan gangguan.

##### 4.1.1 Pengujian sistem berbeban tanpa gangguan

Pengujian pada *setpoint* 6 cm, beban berupa debit sebesar 1 *liter/s*, tanpa gangguan.

Dimana penghitungan matematis sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$= A \cdot v$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit} \left( \frac{m^3}{\text{second}} \right)$$

$$V = \text{Volume} (m^3)$$

$$t = \text{Waktu} (s)$$

$$A = \text{Luas Penampang} (m^2)$$

$$v = \text{Kecepatan aliran} \left( \frac{m}{\text{second}} \right)$$

$$Q = 1 \frac{\text{liter}}{\text{second}}$$

$$= 1 \frac{dm^3}{\text{second}} = 10^{-3} \frac{m^3}{\text{second}}$$

$$\text{Volume air saat 6 cm} = (4 \times 6 \times 30) \text{ cm}^3$$

$$= 720 \text{ cm}^3$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

Keterangan:

F = Gaya yang bekerja (N)

m = Massa benda (Kg)

$$m = V_{\text{saat ketinggian 6cm}} \cdot \rho \text{ (dimana } \rho \text{ atau massa jenis air} = 1 \frac{g}{cm^3}\text{)}$$

$$= 720 \text{ cm}^3 \cdot 1 \frac{g}{cm^3}$$

$$= 720 \text{ g} = 0,72 \text{ kg}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$= (4 \times 6) \text{ cm}^2 \cdot v$$

$$= 24 \text{ cm}^2 \cdot v$$

$$v = \frac{Q}{24 \text{ cm}^2} = \frac{10.000 \frac{cm^3}{second}}{24 \text{ cm}^2}$$

$$= 41,6667 \frac{cm}{second}$$

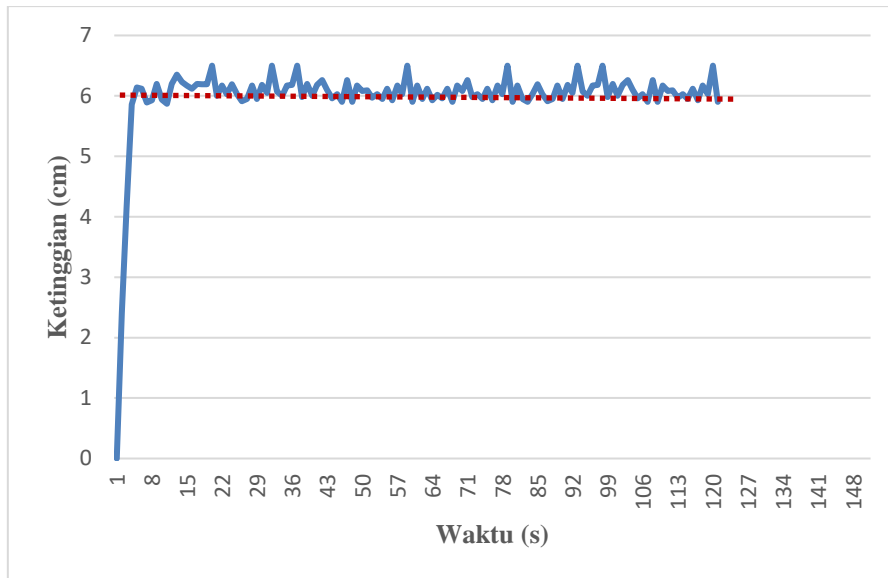
$$= 0,41667 \frac{m}{second}$$

$$a = 0,41667 \frac{m}{second^2}$$

$$F = 0,72 \text{ kg} \times 0,41667 \frac{m}{second^2}$$

$$= 0,3 \text{ N}$$

Maka gaya yang dihasilkan saat level ketinggian air 6 cm dengan debit 0,5 liter/s sebesar 0,3 N. Didapatkan grafik seperti yang ditunjukkan di Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik respon sistem pada *setpoint* 6 cm, beban berupa debit 1 liter/s tanpa gangguan.

Pada grafik respon sistem yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1 dapat disimpulkan dengan waktu keadaan mantap ( $t_s$ ) selama 15 detik, *error steady state* 0,667 %, waktu naik ( $t_r$ ) selama 7 detik, waktu tunda ( $t_d$ ) selama 0,85 detik, waktu puncak ( $t_p$ ) selama 22 detik dan maksimum *overshoot* ( $M_p$ ) 2,7333%.

#### 4.1.2 Pengujian Sistem berbeban dengan gangguan

Pengujian pada *setpoint* 6 cm, beban berupa debit sebesar 0,5 liter/s, dengan gangguan penambahan debit Dimana penghitungan matematis sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$= A \cdot v$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit} \left( \frac{m^3}{\text{second}} \right)$$

$$V = \text{Volume} (m^3)$$

$$t. = \text{Waktu} (s)$$

$$A = \text{Luas Penampang} (m^2)$$

$$v = \text{Kecepatan aliran} \left( \frac{m}{\text{second}} \right)$$

$$Q = 0,5 \frac{\text{liter}}{\text{second}}$$

$$= 0,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{second}} = 5^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{second}}$$

$$\text{Volume air saat 6 cm} = (4 \times 6 \times 30) \text{ cm}^3$$

$$= 720 \text{ cm}^3$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

Keterangan:

F = Gaya yang bekerja (N)

m = Massa benda (Kg)

$$m = V_{\text{saat ketinggian 6cm}} \cdot \rho \text{ (dimana } \rho \text{ atau massa jenis air} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\text{)}$$

$$= 720 \text{ cm}^3 \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$= 720 \text{ g} = 0,72 \text{ kg}$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$= (4 \times 6) \text{ cm}^2 \cdot v$$

$$= 24 \text{ cm}^2 \cdot v$$

$$v = \frac{Q}{24 \text{ cm}^2} = \frac{500 \frac{\text{cm}^3}{\text{second}}}{24 \text{ cm}^2}$$

$$= 20,8333 \frac{\text{cm}}{\text{second}}$$

$$= 0,2083 \frac{\text{m}}{\text{second}}$$

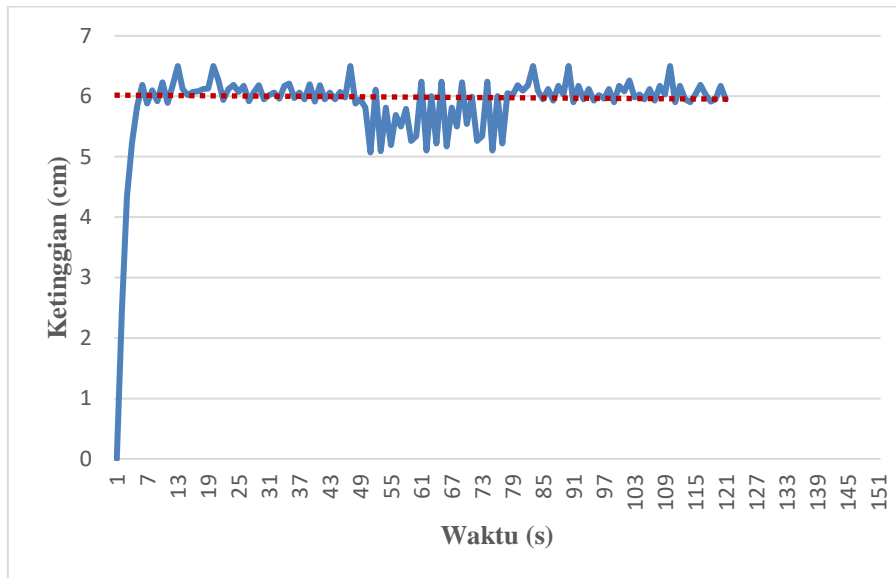
$$a = 0,2083 \frac{\text{m}}{\text{second}^2}$$

$$F = 0,72 \text{ kg} \times 0,2083 \frac{\text{m}}{\text{second}^2}$$

$$= 0,149 \text{ N}$$

$$F_{\text{beban}} + F_{\text{gangguan}} = 0,3 \text{ N} + 0,149 \text{ N} = 0,449 \text{ N}$$

Maka gaya yang dihasilkan saat level ketinggian air 6 cm dengan debit 0,5 liter/s sebesar 0,449 N. Didapatkan grafik seperti yang ditunjukkan di Gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik respon sistem pada *setpoint* 6 cm, beban, dengan gangguan.

Pada grafik respon sistem seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2 dengan adanya gangguan selama 28 detik dapat disimpulkan dengan waktu keadaan mantap ( $t_s$ ) selama 19 detik, *error steady state* 0.734 % dan maksimum *overshoot* ( $M_p$ ) 2,866 %.

