

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Rangkaian Sistem Sensor

Pada sistem sensor pendeteksi frekuensi putaran katrol, sumber cahaya yang digunakan adalah *infrared emitting diode* (IRED) dan untuk sensor cahaya adalah *phototransistor*. Mode konfigurasi pendeteksian menggunakan mode refleksi yaitu sumber cahaya (IRED) di pasang sejajar dengan sensor *phototransistor*. Pemilihan mode refleksi ini dikarenakan dalam hal penggunaannya mempunyai akurasi yang cukup baik dalam perhitungan. Sedangkan Pemilihan komponen IRED dan *phototransistor* dikarenakan harganya cukup murah dibandingkan dengan modul optocoupler dalam bentuk paket.

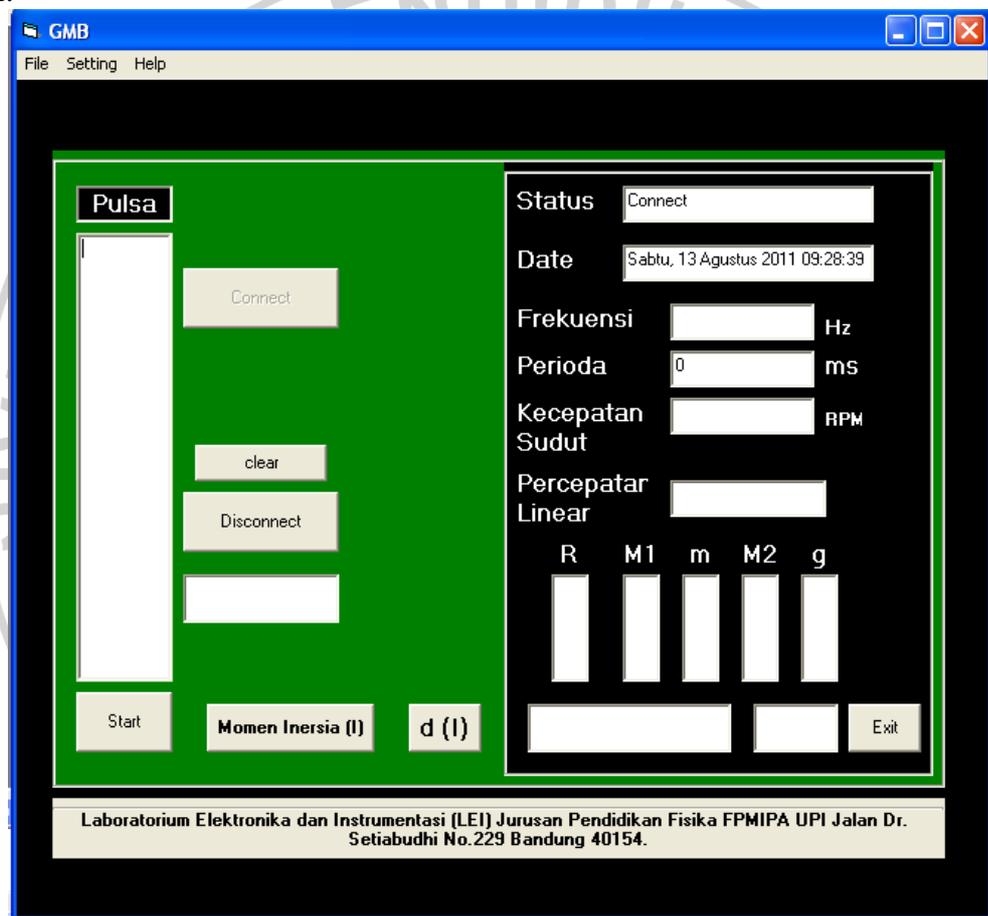
Pengukuran dilakukan pada rangkaian sistem sensor untuk mengetahui sensitivitas sensor (data pengukuran ada dilampiran A). Pada rangkaian sistem sensor Gambar 3.2 pemilihan nilai resistansi resistor R_1 sangat diperlukan untuk mengetahui perbedaan tegangan ketika sensor disinari dan ketika sensor tidak disinari (v_s). Untuk menentukan R_1 , maka nilai R_A dan R_B harus diketahui. Berdasarkan pengukuran didapat nilai $R_A = 95 \text{ K}\Omega$ dan $R_B = 1910 \text{ K}\Omega$. Semakin besar perbedaan tegangan (v_s) maka sensitivitas sensor akan semakin baik untuk mendeteksi warna garis hitam dan putih. Berdasarkan persamaan (3.7) nilai V_S paling besar dapat diperoleh untuk nilai R_1 pada rentang 200 - 225 $\text{K}\Omega$.

Pengukuran jarak optimum antara sensor dan objek dilakukan dengan cara mendeteksi pantulan dari pancaran radiasi inframerah ketika mengenai objek berwarna hitam dan berwarna putih oleh *phototransistor*. Berdasarkan

pengukuran diperoleh jarak optimum antara sensor dengan objek adalah 2,0 cm dengan arus panjar maju IRED (I_d) sebesar 19,50 mA cukup untuk menghasilkan selisih tegangan keluaran sensor sebesar lebih dari 4 volt saat mendeteksi warna putih dan hitam. Untuk pengaruh lebar garis hitam atau putih terhadap tegangan keluaran sensor diketahui bahwa kalau lebar garis semakin kecil, maka keluaran sensor semakin rendah. Karakteristik ini perlu diketahui untuk menentukan posisi sistem sensor pada sistem katrol pada saat pengukuran momen inersia sehingga letak sistem sensor pada penelitian ini harus berada di sisi lingkaran luar katrol.

IRED dan *phototransistor* digunakan sebagai sensor pendeteksi putaran katrol. Jika pancaran IRED mengenai garis putih, pancaran tersebut akan memantul dan diterima oleh basis *phototransistor* maka *phototransistor* menjadi saturasi (*off*) sehingga tegangan keluaran mendekati 0 volt, yang didefinisikan sebagai logika '0' atau '*low*'. Sebaliknya jika tidak terjadi pantulan, artinya pancaran inframerah dari IRED diserap oleh garis hitam, maka *phototransistor* menjadi *cut-off* dimana tegangan keluaran sama dengan V_{cc} . Kondisi ini didefinisikan sebagai logika '1' atau '*high*'. Tegangan keluaran hasil sistem sensor di atas diperkuat oleh bagian voltage amplifier, kemudian di-input-kan kedalam Mikrokontroler ATmega8535. Masukan yang diterima oleh mikrokontroler ATmega8535 berupa sinyal analog yang kemudian sinyal ini akan dirubah kedalam bentuk sinyal setara digitalnya oleh mikrokontroler tersebut menjadi keadaan 0 dan 1. PC menerima masukan sinyal digital dari mikrokontroler ATmega8535. Setelah perangkat lunak dijalankan, terlebih dahulu akan dilakukan pensinkronan com. Setelah com dari serial port terbaca, data

keluaran dari mikrokontroler yang berupa perubahan data digital secara otomatis akan terbaca melalui komunikasi port serial (COM1) yang akan ditampilkan dalam bentuk counter. Selain frekuensi counter dalam software yang dibuat dapat pula menampilkan perioda, kecepatan sudut, percepatan linear sampai perhitungan momen inersia. Tampilan di PC Hasil pengukuran tersebut dapat di lihat dibawah ini:



Gambar 4.1 Tampilan program dalam PC

Dari tampilan diatas ternyata alat yang dibuat sudah mampu mendeteksi frekuensi dari putaran katrol sehingga bisa menentukan momen inersianya.

4.2 Pengujian Alat Pendeteksi Frekuensi Putaran Katrol

Setelah alat yang di buat mampu mendeteksi frekuensi putaran katrol dan menghitung momen inersianya maka langkah selanjutnya adalah menentukan keakuratan alat yang dibuat. Pengujian keakuratan alat dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan momen inersia katrol oleh alat yang telah dibuat dengan perhitungan cara teoritis dan percobaan secara manual.

4.2.1 Perhitungan Secara Teoritis

Karena katrol silinder pejal maka perhitungan momen inersianya memenuhi persamaan $I = \frac{1}{2} MR^2$

Diketahui :

$$M_{\text{katrol}} = (70,980 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$R_{\text{katrol}} = (59,65 \pm 0.05) \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$I = (1.00)10^{-4} \text{ kgm}^2$$

Dari Perhitungan dengan menggunakan persamaan momen inersia katrol diperoleh momen inersia sebesar : $I = (1.00)10^{-4} \text{ kgm}^2$

4.2.2 Percobaan secara manual

Data percobaan I untuk menentukan momen inersia katrol

No	(S _{AB} ± 0,5)cm	(t _{AB} ± 0,5)s	t _{AB} ² (s ²)
1	50	2,78	7,72
2	55	3,01	9,06
3	60	3,45	11,20
4	65	3,55	12,60
5	70	3,75	14,06
6	75	3,86	14,90
7	80	4,05	16,40
8	85	4,23	17,89
9	90	4,40	19,36
10	95	4,77	22,75

Tabel 4.1 Data percobaan manual I untuk menentukan momen inersia katrol

$$(M_1 + m_1 \pm 0,005) \text{ g}$$

Data dari tabel di atas di buat grafik $S_{Ab} = f(t_{AB}^2)$ terlampir 4.1 percobaan I untuk $M_1 + m$ sehingga diperoleh pengolahan data sebagai berikut :

$$M_1 = (71,090 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$m_1 = (2,040 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$\tan \theta \pm \Delta \tan \theta = (0,032 \pm 0,001)$$

$$a \pm \Delta a = 2(\tan \theta \pm \Delta \tan \theta) \quad a \pm \Delta a = 2(0,032 \pm 0,001)$$

$$= 0,064 \pm 0,002$$

$$I = \left[(M_1 + m - M_2) \alpha R - (M_1 + m + M_2) g \right] \frac{R}{\alpha}$$

$$I = (0,356 \pm 0,067) 10^{-4} \text{ Kgm}^2$$

Dari Percobaan secara manual diperoleh momen inersia sebesar :

$$I = (0,356 \pm 0,067) 10^{-4} \text{ Kgm}^2$$

Data percobaan II menentukan momen inersia katrol

No	$(S_{AB} \pm 0,5)\text{cm}$	$(t_{AB} \pm 0,5)\text{s}$	$t_{AB}^2(\text{s}^2)$
1	50	1,75	3,06
2	55	1,86	3,46
3	60	2,00	4,00
4	65	2,06	4,24
5	70	2,10	4,41
6	75	2,16	4,67
7	80	2,35	5,52
8	85	2,46	6,05
9	90	2,55	6,50
10	95	2,63	6,92

Tabel 4.2 Data percobaan manual II menentukan momen inersia katrol

$$(M_1 + m_2 \pm 0,005) \text{ g}$$

Data dari tabel di atas di buat grafik $S_{AB} = f(t_{AB}^2)$ percobaan 1 untuk $M_1 + m$ sehingga diperoleh pengolahan data sebagai berikut :

$$M_1 = (71,090 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$m_1 = (4,020 \pm 0,005) \text{ g}$$

$$\tan \theta \pm \Delta \tan \theta = (0,115 \pm 0,006)$$

$$a \pm \Delta a = 2(\tan \theta \pm \Delta \tan \theta) \quad a \pm \Delta a = 2(0,012 \pm 0,006)$$

$$= 0,024 \pm 0,012$$

$$I = [(M_1 + m - M_2)\alpha R - (M_1 + m + M_2)g] \frac{R}{\alpha}$$

$$I = (0,237 \pm 0,132)10^{-4} \text{ Kgm}^2$$

Dari Percobaan II secara manual diperoleh momen inersia sebesar :

$$I = (0,237 \pm 0,132)10^{-4} \text{ Kgm}^2$$

4.2.3 Percobaan Dengan Alat Pendeteksi Frekuensi Putaran Katrol

Data percobaan I untuk menentukan momen inersia katrol

No Pengukuran	T(s)	α (Percepatan Sudut) rad/s ²	I(10 ⁻³ kgm ²)
1	1.8	1.900	0.089
2	1.8	1.969	0.068
3	1.9	1.831	0.112
4	1.8	1.900	0.089
5	1.8	1.969	0.068
6	1.7	2.113	0.029
7	1.8	1.900	0.089
8	1.8	1.969	0.068
9	1.8	1.900	0.089
10	1.8	2.040	0.048
Rata-rata			0.075
SDV			0.022

Tabel 4.3 Data percobaan dengan alat I untuk menentukan momen inersia katrol untuk ($M_1+m_1 \pm 0,005$) g

Untuk menghitung standar deviasi adalah sebagai berikut

$$SDV = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ket = x_i = data ke i

\bar{x} = rata - rata data

n = banyaknya data yang diambil

Momen inersia (I) hasil pengukuran dengan alat pengukuran pendeteksi prekuensi putaran katrol menghasilkan momen inersia sebesar $(0.075)10^{-3} \text{ Kgm}^2$

Perhitungan momen inersia dengan alat ini mempunyai % ketepatan alat sebesar

$$\left(1 - \left|\frac{I_p - I_t}{I_t}\right|\right) \times 100\% = 75\%$$

Data percobaan II untuk menentukan momen inersia katrol

No Pengukuran	T(s)	α (Percepatan Sudut) rad/s ²	I(10^{-3}kgm^2)
1	1.3	4.019	0.058
2	1.3	3.919	0.073
3	1.3	3.821	0.088
4	1.2	4.120	0.044
5	1.3	3.821	0.088
6	1.3	3.919	0.073
7	1.3	3.821	0.088
8	1.2	4.120	0.044
9	1.3	3.821	0.088
10	1.3	4.019	0.058
Rata-rata			0.070
SDV			0.021

Tabel 4.4 Data percobaan dengan alat II untuk menentukan momen inersia katrol untuk $(M_1 + m_2 \pm 0,005) \text{ g}$

Momen inersia (I) hasil pengukuran dengan alat pengukuran pendeteksi prekuensi putaran katrol menghasilkan momen inersia sebesar $(0.070)10^{-3} \text{ Kgm}^2$

Perhitungan momen inersia dengan alat ini mempunyai % ketepatan alat sebesar

$$\left(1 - \left|\frac{I_p - I_t}{I_t}\right|\right) \times 100\% = 70.32\%$$

Dari perbandingan hasil perhitungan momen inersia katrol secara teoritis didapatkan nilai $I = (1.00)10^{-4} \text{ Kgm}^2$, perhitungan secara manual untuk dua kali percobaan dengan penambahan massa yang berbeda-beda diperoleh untuk percobaan pertama $I = (0.356 \pm 0.067)10^{-4} \text{ Kgm}^2$ dan percobaan ke dua $I = (0.237 \pm 0.132)10^{-4} \text{ Kgm}^2$

Perhitungan dengan alat pendeteksi frekuensi putaran katrol diperoleh momen inersia untuk percobaan pertama sebesar $(0.075)10^{-3} \text{ Kgm}^2$ dan percobaan kedua sebesar $(0.070)10^{-3} \text{ Kgm}^2$. Perbedaan nilai perhitungan dengan menggunakan alat lebih disebabkan respon sensor terhadap putaran katrol. Untuk katrol yang memiliki percepatan sudut semakin besar respon sensor kurang sensitive. Ini bisa terlihat dari hasil kedua percobaan dimana pada percobaan pertama, ketepatan pengukuran sebesar 75% sedangkan pada percobaan kedua ketepatan pengukuran sebesar 70%. Pada percobaan kedua, massa tambahan lebih besar dibandingkan dengan percobaan pertama sehingga putaran katrol semakin besar, akibatnya respon sensor kurang sensitive. Perbedaan hasil yang diperoleh dari setiap percobaan pada tabel di atas bisa disebabkan oleh masalah teknis pada saat pengukuran (letak sistem sensor yang tidak stabil keudukannya) dan juga oleh pembuatan software yang belum sempurna.