

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah dirancang berfungsi dengan baik dan sesuai perancangan atau tidak. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis sistem apabila tidak bekerja sesuai perancangan.

5.1. Pengujian Sensor LM35

5.1.1. Tujuan

Pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor LM35 dalam membaca perubahan suhu

5.1.2. Peralatan Yang Digunakan

1. Power Supply 5 V
2. Multimeter analog/digital
3. Sensor LM35

5.1.3. Langkah Pengujian

Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan Power Supply 5V pada sensor LM35
2. Hubungkan Voltmeter pada output sensor LM35
3. Baca suhu menggunakan Termometer pembanding dan amati nilai tegangan terhadap suhu terbaca saat itu

5.1.4. Hasil Pengujian

Data hasil pengujian sensor LM35 ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Pengujian Sensor LM35

No.	Data Suhu LM35 (°C)	Output Pengukuran LM35 (mV)
1	25	251

2	26	260
3	27	273
4	28	281
5	29	291
6	30	302
7	31	311
8	32	320

5.1.5. Analisis

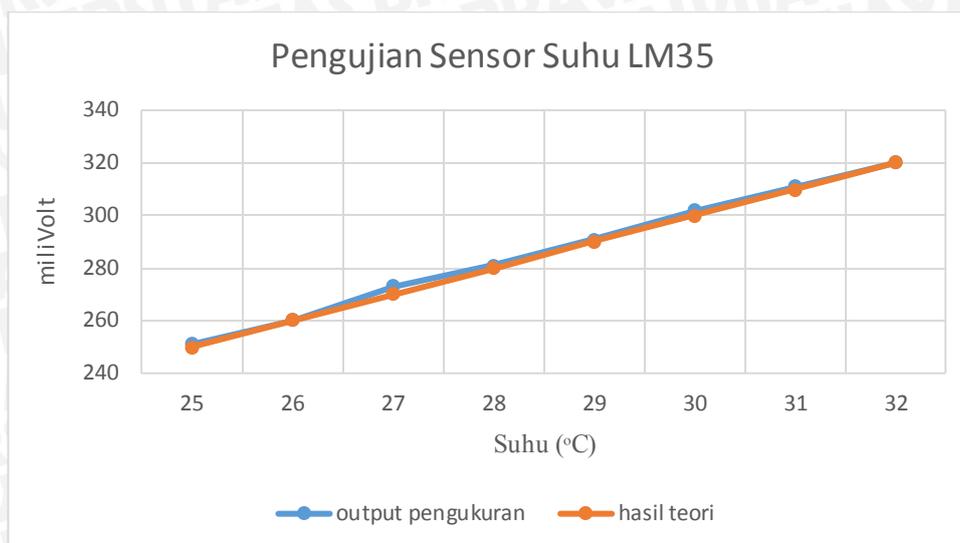
Pada Tabel 5.1 diketahui hasil pengukuran output LM35 tidak sesuai dengan ketentuan yang tercantum pada datasheet, dimana pada datasheet nilai tegangan keluaran sensor suhu LM35 adalah linear dan mempunyai resolusi 10mV/°C, namun tidak menutup kemungkinan karena kepekaan pengukuran LM35 yang linear dan selain itu LM35 mempunyai tingkat akurasi data sebesar 0.5% maka hasil yang didapat juga berkisar pada area tersebut. Dengan demikian *error* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \times 100\%$$

Tabel 5.2. Nilai *Error* Pengujian Sensor LM35

Sensor Suhu LM35 (°C)	Output Pengukuran LM35 (mV)	Hasil Teori (mV)	Nilai Error (%)
25	251	250	0.004
26	260	260	0
27	273	270	0.011
28	281	280	0.003
29	291	290	0.003
30	302	300	0.006
31	311	310	0.003
32	320	320	0

Grafik hubungan Output Pengukuran LM35 dengan Hasil Teori dapat dilihat dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Grafik Hubungan Suhu Terhadap Tegangan

5.2. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor CKP

5.2.1. Tujuan

Untuk mengetahui respon dan sinyal keluaran sensor terhadap pulsa input yang berasal dari pulser serta hasil perhitungan perangkat lunak dalam menghitung RPM.

5.2.2. Peralatan Yang Digunakan

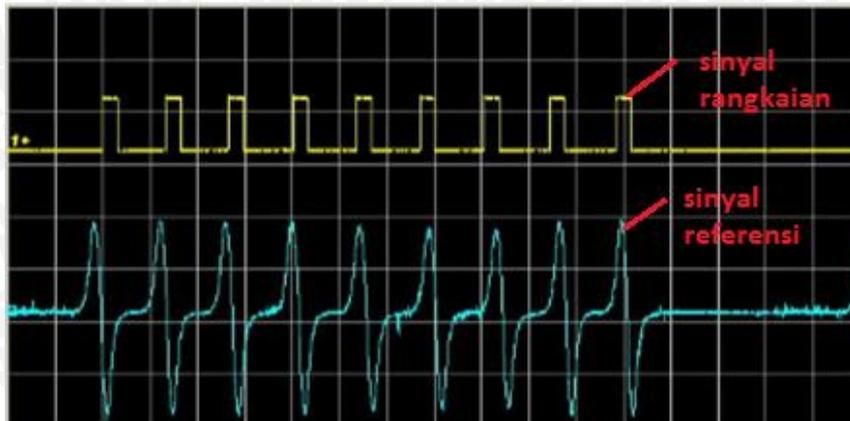
1. *Power Supply*
2. Rangkaian pengkondisi sinyal sensor pulser.
3. Pulser pada sepeda motor
4. *Oscilloscope*.

5.2.3. Langkah Pengujian

Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah :

1. Hubungkan *oscilloscope* dengan output rangkaian.
2. Hubungkan pulser pada input rangkaian
3. Nyalakan *power supply*
4. Nyalakan mesin
5. Amati hasil keluaran sinyal pada *oscilloscope*.

5.2.4. Hasil Pengujian



Gambar 5.2. Hasil Pengujian Sinyal Referensi dan Rangkaian CKP

5.2.3. Analisis

Hasil pengujian yang dilakukan didapatkan data dalam Gambar 5.2. sinyal referensi dan rangkaian dengan 9 pulsa sesuai dengan jumlah *knock* pada pulser sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian pengkondisi sinyal sensor CKP telah sesuai dan dapat bekerja dengan baik.

5.3. Pengujian *Driver Injektor*

5.3.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian *driver* dapat berfungsi dengan baik untuk mengaktifkan tegangan *injector*.

5.3.2. Peralatan yang Digunakan

1. *Power Supply* 12V
2. Rangkaian *driver*
3. *Injector*

5.3.3. Langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian
2. Mengamati perubahan *injector* saat diberikan logika input.
3. Mengukur tegangan *output driver*

5.3.4. Hasil Pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian, didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Pengujian *Driver Injector*

No	Input (PortC.6 ATMEGA32)	Kondisi injector	Tegangan
1	0 (GND)	ON (Spray)	11,4 Volt
2	1 (5V/Vcc)	OFF (Diam)	0,3 Volt

5.3.5. Analisis

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 5.3. saat input diberikan logika *low* (0), maka *injector* aktif dan menyembrotkan bahan bakar. Sebaliknya, saat input *high*, *injector* tetap off. Dengan demikian, maka pengujian *driver injector* dinyatakan sesuai dengan perancangan.

5.4 Pengujian Rangkaian *Detector Injector*

5.4.1 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui respon dan sinyal rangkaian detektor terhadap pulsa referensi yang berasal dari *output Injector ECU*.

5.4.2 Peralatan Yang Digunakan

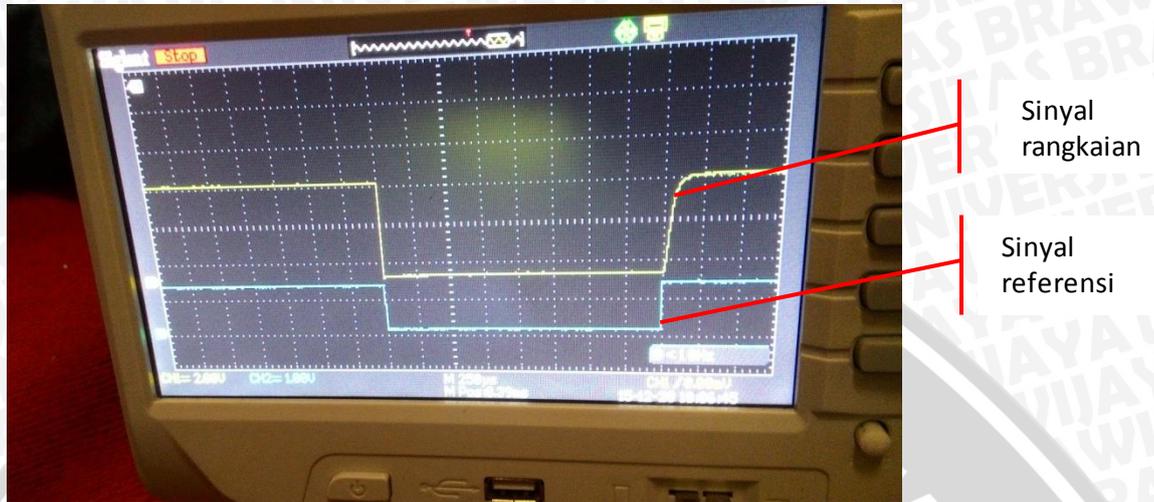
1. *Power Supply*
2. Rangkaian *detector Injector*.
3. ECU pada sepeda motor
4. *Oscilloscope*.

5.4.3 Langkah-Langkah Pengujian

1. Putus jalur ECU yang menuju *injector*, lalu hubungkan dengan input rangkaian
2. Hubungkan *oscilloscope* dengan *output* rangkaian.
3. Nyalakan *power supply*
4. Nyalakan mesin
5. Amati hasil keluaran sinyal pada *oscilloscope*.

5.4.4 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian didapat hasil seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.4.



Gambar 5.3. Hasil pengujian *detector injector*

Berdasarkan data hasil pengujian, terjadi penyimpangan antara lebar pulsa rangkaian dan referensi. Berikut merupakan contoh perhitungan error pada data ke-12 :

$$\begin{aligned} \text{Error (ms)} &= |\text{Lebar pulsa rangkaian} - \\ &\quad \text{Lebar pulsa referensi}| \\ &= |3.98 - 3.95| \\ &= 0,03 \text{ ms} \end{aligned}$$

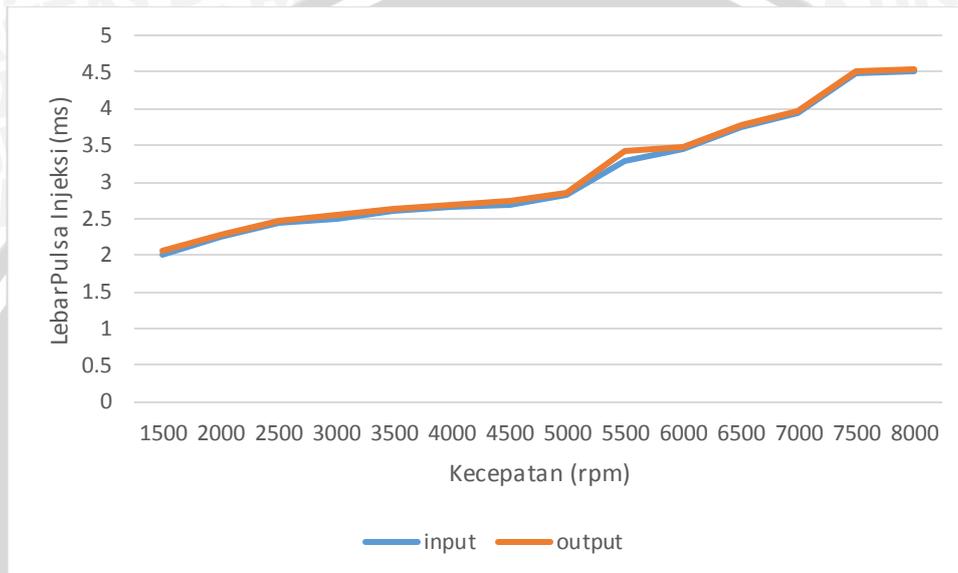
$$\begin{aligned} \text{Error (\%)} &= \frac{\text{Error}}{\text{Lebar pulsa referensi}} \times 100\% \\ &= \frac{0,03}{3.95} \times 100\% \\ &= 0,76\% \end{aligned}$$

Hasil error pengujian detektor injektor dengan variasi rpm dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Hasil Pengujian Detektor Injektor dengan Variasi RPM

No	RPM	Lebar pulsa (ms)		Kesalahan (%)
		T_{input}	T_{output}	
1	1500	2,02	2,05	1,4
2	2000	2,25	2,29	1,7
3	2500	2,44	2,48	1,6
4	3000	2,5	2,54	1,6
5	3500	2,6	2,64	1,53
6	4000	2,65	2,69	1,5

7	4500	2,69	2,73	1,4
8	5000	2,82	2,84	0,7
9	5500	3,3	3,41	3,3
10	6000	3,45	3,49	1,15
11	6500	3,76	3,79	0,79
12	7000	3,95	3,98	0,76
13	7500	4,48	4,52	0,89
14	8000	4,5	4,55	1,1
Rata-rata kesalahan				1,38



Gambar 5.4. Hasil Pengujian *Detector Injector* dengan Variasi RPM

5.4.5 Analisis

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.4. diketahui bahwa nilai rata-rata *error* sebesar 1,38%. Kesalahan tersebut relatif kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian *detector injector* dapat berjalan dengan baik.

5.5. Pengujian Keseluruhan

5.5.1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *hardware* dan *software* serta untuk mengetahui respon sistem secara keseluruhan dengan menggunakan Kontrol Logika Fuzzy (KLF) apakah sistem dapat memberikan hasil *output* seperti yang diinginkan.

5.5.2. Peralatan yang Digunakan

1. *Power Supply*
2. Sensor suhu LM35 yang telah dirangkai

3. Sensor CKP
4. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor CKP
5. *Injector*
6. *Driver Injector*
7. Rangkaian *Detector Injector*
8. Rangkaian LCD
9. Mikrokontroler ATmega32
10. Laptop

5.5.3. Prosedur Pengujian

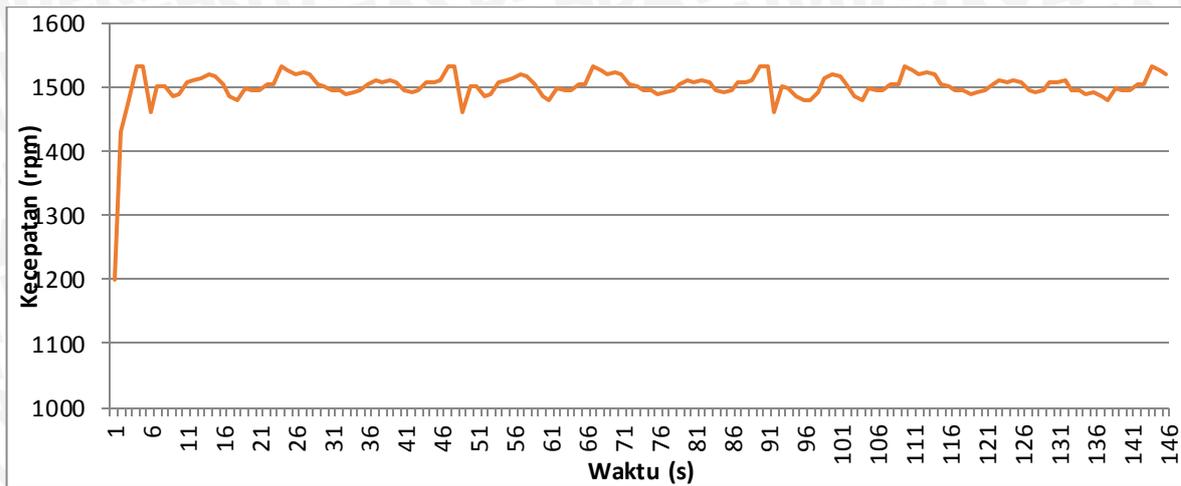
1. Menempatkan sensor LM35 yang telah dirangkai untuk membaca suhu udara yang masuk pada saluran *intake manifold* sebelum katup *valve*.
2. Mengunduh program melalui software BASCOM AVR.
3. Menampilkan dan merekam nilai perubahan suhu dan rpm *engine* pada *HyperTerminal software* untuk data serial dan LCD.
4. Membuat grafik dari data yang didapat.

5.5.4. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian keseluruhan dengan menggunakan 5 fungsi keanggotaan masukan dan keluaran, metode inferensi *Max-Min* serta metode defuzifikasi *Center of Area* (COA) didapatkan hasil seperti berikut.

1. Hasil Pengujian pada Kondisi Suhu 27°C dengan Set rpm 1500

Pengujian berikut dilakukan pada kondisi diluar ruangan saat sore hari dengan kondisi udara yang terukur sekitar 27° Celsius. Pengujian ini dilakukan dengan *setting* RPM 1500 (saat kondisi *idle*) dan melihat respon yang didapat berdasarkan kondisi suhu yang terbaca.



Gambar 5.5. Grafik *Output* Pengujian pada Suhu 27°C

Pada Gambar 5.5. didapatkan rata-rata RPM berkisar antara 1500 rpm pada kondisi suhu dikisaran 27° Celsius. Pada kondisi ini sistem memberikan injeksi minim yang berkisar antara 1,7 – 1,9 ms karena massa jenis udara dirasa kurang. Dari hasil *output* proses *fuzzy* nilai injeksi yang didapat setelah dikompensasi suhu diadjust dari waktu minimum *inject* hingga hasil injeksi seharusnya. Saat keadaan *steady state* nilai kecepatan tengah *steady state* ($V_{\text{tengah steady state}}$) 1500,23 rpm dengan kecepatan mula-mula ($V_{\text{mula-mula}}$) adalah 1200 rpm, serta kecepatan *setpoint* (V_{setpoint}) adalah 1500 rpm, sehingga *error steady state* nya adalah:

$$\begin{aligned}
 e_{ss} (\%) &= \left| \frac{(V_{\text{tengah steady state}}) - (V_{\text{setpoint}})}{(V_{\text{setpoint}}) - (V_{\text{mula-mula}})} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{1503,23 - 1500}{1500 - 1200} \right| \times 100\% \\
 &= 1,07\%
 \end{aligned}$$

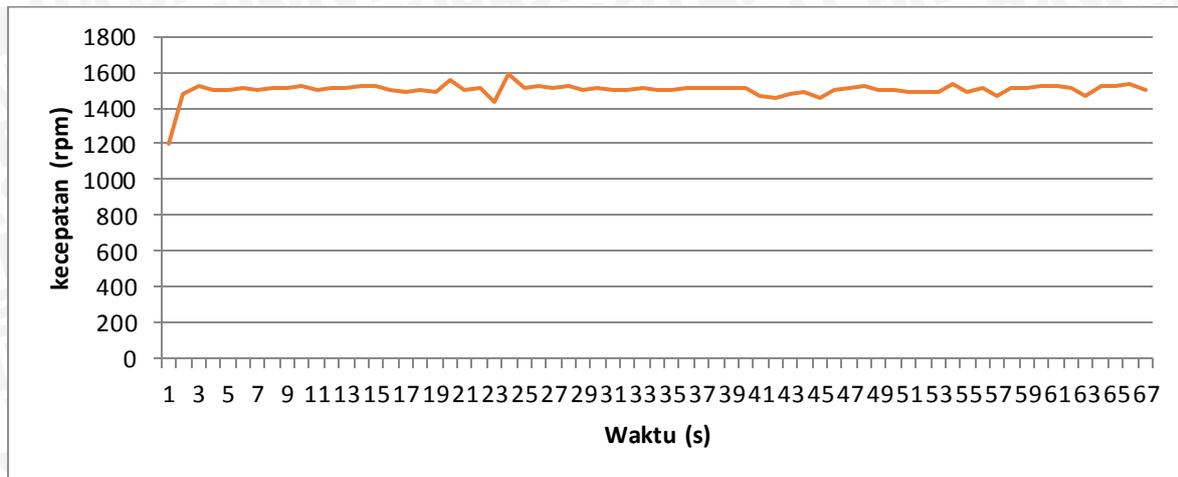
Keterangan :

- e_{ss} : *Error Steady State*
- $V_{\text{tengah steady state}}$: kecepatan rata-rata dari waktu ke-3 sampai dengan waktu ke-n
- $V_{\text{mula-mula}}$: kecepatan saat waktu pertama atau waktu ke-0
- V_{setpoint} : kecepatan yang diinginkan yaitu 1500 rpm

2. Hasil Pengujian pada Kondisi Suhu 23°C dengan Set rpm 1500

Pengujian berikut dilakukan pada kondisi udara sekitar 23° Celsius. Pengujian dilakukan di wilayah sekitar Kota Batu pada pukul 23:00 WIB. Hal ini bertujuan agar kondisi udara

sebenarnya tercapai saat pengujian, pengujian dilakukan dengan setting RPM 1500 (saat kondisi *idle*) dan melihat respon yang didapat berdasarkan kondisi suhu yang terbaca.



Gambar 5.6. Grafik *Output* Pengujian pada Suhu 23°C

Pada Gambar 5.6. didapatkan rata-rata RPM berkisar antara 1500 RPM pada kondisi suhu dikisaran 23° Celsius. Pada kondisi ini sistem memberikan injeksi sangat minim yang berkisar antara 2-2,7 ms. Saat keadaan *steady state* nilai kecepatan tengah *steady state* ($V_{\text{tengah steady state}}$) 1504,06 rpm dengan kecepatan mula-mula ($V_{\text{mula-mula}}$) adalah 1200 rpm, serta kecepatan *setpoint* (V_{setpoint}) adalah 1500 rpm, sehingga *error steady state* nya adalah:

$$\begin{aligned}
 e_{ss} (\%) &= \left| \frac{(V_{\text{tengah steady state}}) - (V_{\text{setpoint}})}{(V_{\text{setpoint}}) - (V_{\text{mula-mula}})} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{1504.06 - 1500}{1500 - 1200} \right| \times 100\% \\
 &= 1.35\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- e_{ss} : *Error Steady State*
- $V_{\text{tengah steady state}}$: kecepatan rata-rata dari waktu ke-2 sampai dengan waktu ke-n
- $V_{\text{mula-mula}}$: kecepatan saat waktu pertama atau waktu ke-0
- V_{setpoint} : kecepatan yang diinginkan yaitu 1500 rpm

Pengujian dilakukan pada kondisi suhu 23°C dan 27°C dengan *setting* rpm 1500 dikarenakan penulis mengambil acuan bahwa suhu ruangan adalah sekitar 25°C, dengan demikian jika suhu dibawah suhu acuan (suhu ruangan) maka dapat dikatakan suhu udara yang masuk *intake manifold* dalam kondisi dingin. Begitupun sebaliknya, jika suhu udara

yang masuk *intake manifold* diatas suhu acuan maka dapat dikatakan udara dalam kondisi panas. Pengujian dilakukan pada *setiing* rpm 1500 dikarenakan pada kecepatan putaran *engine* tersebut posisi bukaan *throttle* masih berada pada kondisi normal atau *stasioner*.



