

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT PENGATUR OTOMATIS (GOVERNOR)

Erinofiardi

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu
Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu. Telp. (0736) 21170
Email : rhino_212@yahoo.com

ABSTRACT

Mechanical governor is a device used as an automatic regulator of a fuel inlet system on a motor fuel. Governor is driven by an electric motor which is connected to the governor shaft using a V-belt, and rotation of the shaft governor can be adjusted as needed by using a slide regulator. The research was conducted by varying the position of the sleeve increase flyball governor with a mass of 540 grams in order to get a big axis of rotation and the centrifugal force generated by a flyball in the theoretical and direct testing. The result of this analysis is a variation on the axis of rotation round each sleeve theoretically increase and direct testing of the centrifugal force generated. The result of theoretical analysis shows to raise the position of the sleeve reaches 18 cm required by 131.0858 rpm spindle rotation, whereas the direct testing of the rotation axis of 197.2 rpm and the force centrifugal generated at 251.6271 N and the result of theoretical analysis to increase the position of the sleeve as high as 1 cm required by 114.6271 round of the shaf trpm, while the direct testing of the shaft rotation of 51.6 rpm and the resulting centrifugal force of 57.327 N.

Key words: Mechanical governor, flyball, centrifugal force.

1. PENDAHULUAN

Governor atau pengatur otomatis merupakan suatu komponen pada motor bakar yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan mesin dengan cara mengendalikan jumlah bahan bakar yang diberikan sehingga kecepatan mesin dapat dipertahankan tetap stabil tanpa tergantung posisi pembebanan. Penggunaan governor banyak sekali ditemukan dalam kehidupan sehari-hari terutama pada mesin kendaraan, kapal laut dan pesawat udara. Karena peralatan ini cukup penting, maka dianggap perlu untuk memahami prinsip kerja dari suatu governor dengan merancang dan membuat peralatan tersebut dalam skala laboratorium.

2. TINJAUAN PUSTAKA

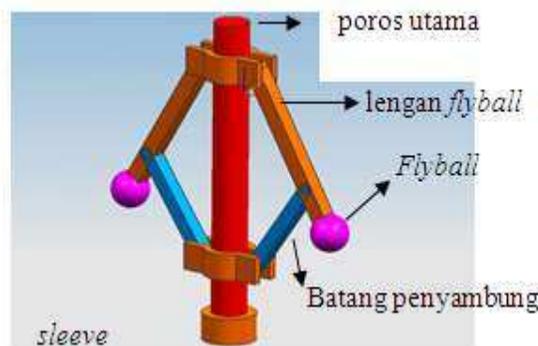
2.1 Governor

Mesin pada kendaraan bisa bergerak karena mendapat gaya dorong dari berbagai macam sumber antara lain motor bakar dan listrik. Daya yang dihasilkan oleh mesin biasanya bervariasi sedangkan penggerak seringkali harus beroperasi pada kecepatan konstan. Untuk mencapai kondisi tersebut dibutuhkan suatu alat yang disebut dengan pengatur (governor). Elemen yang sangat berpengaruh yang dijadikan *input* dalam sistem pengukuran kecepatan pada governor adalah putaran (n) dari poros yang akan menggerakkan lengan-lengan governor beserta bandul (*flyball*) yang menghasilkan

gaya sentrifugal.

Governor terdiri dari beberapa komponen-komponen utama, yaitu:

1. Poros Utama
2. Batang Penghubung 1/lengan *flyball*
3. Lengan *flyball*
4. *flyball*
5. *Sleeve*
6. Puli
7. Sabuk V
8. Motor Penggerak



Gambar 1. Governor mekanik

Pada sebuah governor putaran *flyball* sebanding dengan putaran poros utama yang memiliki putaran sudut (ω). Kecepatan sudut akan bervariasi menurut putaran poros (n). Besarnya kecepatan sudut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- ω = kecepatan sudut (rad/sec)
- n = putaran poros (rpm)

Untuk menentukan putaran sudut (ω) pada sebuah governor dapat digunakan persamaan dibawah ini:

$$\omega = \sqrt{\frac{A + B + C + D + E}{F + G + H}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Penggunaan notasi dilakukan untuk mempermudah dalam pengerjaan persamaan, dimana perumusan masing-masing notasi adalah sebagai berikut:

$$A = -\frac{\ell_1}{2} W_4 \frac{\sin(\theta + \alpha)}{\cos\theta} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$B = -\ell_2 \sin\alpha \left(\frac{W_1}{2} + W_2 \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$C = -\frac{\ell_1}{2} W_3 \sin\theta \cdot \sin(\theta + \alpha) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$D = -\ell_1 W_3 \cos\theta \cdot \sin(\theta + \alpha) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$E = -\frac{\ell_1}{2} W_3 \sin\theta \cdot \text{tg}\theta \cdot \sin(\theta + \alpha) \dots\dots\dots(2.7)$$

$$F = \frac{W_3}{g} R_3 \frac{\ell_1}{2} \cos\theta \cdot \sin(\theta - \alpha) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$G = -\frac{W_3}{g} R_3 \frac{\ell_1}{2} \sin\theta \cdot \sin(\theta + \alpha) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$H = -\left(\frac{W_1}{g} \cdot \frac{R_1}{2} + \frac{W_2}{g} \cdot R_2 \right) \cdot \ell_1 \cos\theta$$

Putaran *flyball* didapat dengan mensubstitusikan persamaan 2.2 ke persamaan 2.1 sehingga didapat:

$$\frac{2\pi n}{60} = \sqrt{\frac{A + B + C + D + E}{F + G + H}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$n = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{A + B + C + D + E}{F + G + H}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh *flyball* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$F_{sg} = \frac{W}{g} \omega^2 R_3 \dots\dots\dots(2.13)$$

2.2 Sabuk V (V-Belt)

Transmisi dengan elemen mesin yang luwes dapat digolongkan atas transmisi sabuk,

transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali. Dari macam-macam transmisi tersebut, kabel dan tali hanya dipakai untuk maksud khusus (Sularso, 2002). Karena transmisi *belt* untuk pemakaian yang lama, *belt* makin lama makin bertambah panjang (mulur), maka perlu puli penegang *belt* agar kontak antara *belt* dan puli selalu dalam keadaan baik dan penerusan daya dapat maksimum. Misalnya dengan menggunakan *screw take up*, *gravity take up*, atau *counter gravity take up* (M. F. Spotts, 1985). Sabuk dengan penampang V ini dipasang pada puli dengan alur dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 5 (m) dengan perbandingan putaran antara 1/1 sampai 7/1. Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 (m/s) pada umumnya, dan maksimal sampai 25 (m/s). Daya maksimal yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 (Kw). Sabuk V ini merupakan jenis sabuk yang banyak digunakan dikalangan masyarakat, karena kemungkinan untuk terjadinya slip sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

2.3 *Motor Listrik*

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah

(*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. (www.energyefficiencyasia.org).

2.4 *Tachometer*

Pada setiap pelatihan audit untuk pengukuran kecepatan, misalnya motor, pengukurannya sangat kritis karena kemungkinan ada perubahan frekuensi, slip pada *belt* dan pembebanan. Salah Satu jenis alat pengukur kecepatan yaitu tachometer. Tachometer sederhana adalah jenis alat kontak, yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan yang memungkinkan dapat diakses secara langsung. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor, kipas, pully, dan lain sebagainya.

2.5 *Voltage Regulator*

Voltage Regulator (pengatur tegangan) merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengatur tegangan, dimana alat ini bekerja dengan cara menerima tegangan dari sumber tegangan listrik dan keluarannya dapat diatur sesuai kebutuhan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 *Metode Penelitian*

Hasil dari pengujian eksperimental yaitu putaran poros dan tinggi kenaikan *sleeve* hingga mencapai posisi stabil yang didapat dari pengujian langsung dibandingkan dengan perhitungan putaran poros dan kenaikan posisi *sleeve* hingga posisi stabil yang didapat secara

teoritik. Dari hasil tersebut akan didapat sebuah grafik hubungan antara kenaikan *sleeve* terhadap putaran poros. Dari hasil pembahasan governor, maka dapat ditarik kesimpulan dari governor yang telah dibuat.

Tabel 1. bukaan Katup terhadap Posisi *Sleeve*

No	Bukaan katup (m)	Posisi <i>sleeve</i> (m)
1.	0,01	0,005
2.	0,02	0,010
3.	0,03	0,015
4.	0,04	0,020
5.	0,05	0,025
6.	0,06	0,030
7.	0,07	0,035
8.	0,08	0,040
9.	0,09	0,045
10.	0,10	0,050
11.	0,11	0,055
12.	0,12	0,060
13.	0,13	0,065
14.	0,14	0,070
15.	0,15	0,075
16.	0,16	0,080
17.	0,17	0,085
18.	0,18	0,090

Pada penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

A. Alat yang digunakan:

1. *Sleeve*
2. Motor listrik
3. Tachometer
4. Timbangan digital
5. *Voltage Regulator*
6. Kertas sensor (*stiker* warna *silver*)
7. Rangka governor
8. Rangka governor
9. Mesin bubut
10. Mesin bor
11. Gerinda Potong

B. Bahan yang digunakan

1. Poros utama
2. *flyball* 1

3. *Bearing*

4. Puli

5. Sabuk V

6. Batang penghubung 1

7. Batang penghubung 2

Tabel 2. Putaran Pporos terhadap Kenaikan Posisi *Sleeve*

No.	Kenaikan <i>sleeve</i> (m)	Bukaan katup (m)	Putaran poros (n) (rpm)
1.	0,01	0,005	114,7276
2.	0,02	0,010	114,9788
3.	0,03	0,015	115,5537
4.	0,04	0,020	116,3215
5.	0,05	0,025	117,2320
6.	0,06	0,030	118,2507
7.	0,07	0,035	119,3852
8.	0,08	0,040	120,6010
9.	0,09	0,045	121,9116
10.	0,10	0,050	123,2946
11.	0,11	0,055	124,7490
12.	0,12	0,060	126,2636
13.	0,13	0,065	127,8228
14.	0,14	0,070	129,4347
15.	0,15	0,075	131,0858
16.	0,16	0,080	132,7581
17.	0,17	0,085	134,4237
18.	0,18	0,090	136,0861

Tabel 3. Gaya Sentrifugal terhadap Putaran Poros

No	Putaran Poros (n) teoritik (rpm)	Gaya Sentrifugal (N)
1.	114,7276	57,327
2.	114,9788	80,3507
3.	115,5537	97,9980
4.	116,3215	112,9834
5.	117,2320	126,4275
6.	118,2507	138,7561
7.	119,3852	150,3520
8.	120,6010	161,3458
9.	121,9116	171,9494
10.	123,2946	182,1606
11.	124,7490	192,0524
12.	126,2636	201,6466
13.	127,8228	210,9258
14.	129,4347	219,9035
15.	131,0858	228,5575
16.	132,7581	236,8086
17.	134,4237	244,4844
18.	136,0861	251,6271

3.2 Analisa Teoritik

3.2.1 Perhitungan Bukaan Katup (Y)

Untuk menentukan besar bukaan katup kita menggunakan perbandingan antara

kenaikan posisi *sleeve* terhadap bukaan katup 2:4, yaitu untuk bukaan katup sebesar 0,01 didapatkan kenaikan *sleeve* setinggi 0,005 m.

$$1. Y_1 = \frac{X_{1,z}}{k} = \frac{0,01 \cdot 2}{4} = 0,005 \text{ m}$$

Dan hasil dari perhitungan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 1.

3.2.2 Perhitungan Putaran Poros

Untuk menentukan besar putaran poros kita bisa menggunakan persamaan 2.12. Hasil dari putaran poros tiap kenaikan posisi *sleeve* dapat kita lihat pada Tabel 2.

3.2.3 Perhitungan Gaya Sentrifugal

Dalam menentukan gaya sentrifugal yang sangat berpengaruh ialah putaran poros. Dan besar gaya sentrifugal yang dihasilkan tiap putaran poros dapat kita lihat pada Tabel 3.

3.3 Prosedur Penggunaan Alat

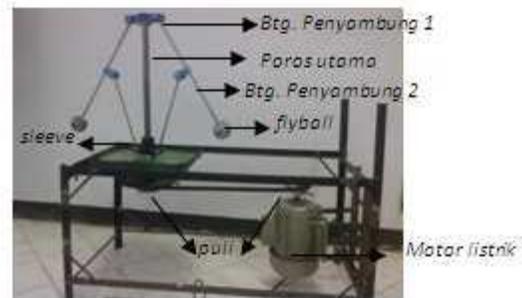
3.3.1 Perakitan Alat

Sebelum melaksanakan pengujian terlebih dahulu kita melakukan perakitan alat, adapun langkah-langkah dalam perakitan alat yaitu:

1. Siapkan rangka governor.
2. Letakkan poros utama pada dudukan yang telah terdapat pada rangka governor.
3. Letakkan lengan governor pada dudukan yang terdapat pada.
4. Letakkan batang penyambung 2 pada dudukannya yang terdapat pada lengan governor dan *sleeve*.
5. Letakkan *flyball* pada dudukannya yang terdapat pada lengan governor dan pastikan *flyball* terpasang dengan kuat dan tidak

longgar.

6. Tempelkan kertas sensor pada bagian bawah poros utama governor.
7. Letakkan puli pada bagian bawah governor dan guna dudukan sabuk.
8. Letakkan motor listrik pada dudukannya yang terdapat pada rangka governor.
9. Letakkan puli pada poros motor listrik guna dudukan sabuk.
10. Pasang sabuk yang menghubungkan antara motor listrik dan ros governor.
11. Sambungkan motor listrik pada *voltage regulator*.
12. Sambungkan *voltage regulator* pada arus listrik, dan alat siap digunakan.



Gambar 2. Governor selesai dirakit

3.3.2 Data hasil pengujian

Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Dari analisa data dan pengujian secara langsung yang dilakukan pada bagian sebelumnya akan didapat beberapa hasil perhitungan yang kemudian dapat kita tuangkan kedalam sebuah grafik. Adapun hasil perhitungan yang didapat ialah:

1. Kenaikan posisi *sleeve* berdasarkan bukaan

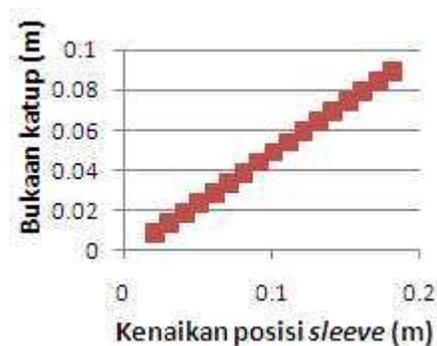
katup.

2. Putaran poros berdasarkan kenaikan posisi *sleeve*.
3. Gaya sentrifugal *flyball* berdasarkan kenaikan posisi *sleeve*.

Dari hasil-hasil perhitungan tersebut dapat kita buat grafik, yang dapat dilihat pada Grafik 1, 2 dan 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian Putaran Poros terhadap Kenaikan Posisi *Sleeve*.

No.	Kenaikan <i>sleeve</i> (m)	Bukaan Katup (m)	Perputaran Poros (ω) (rpm)
1.	0,01	0,005	51,6
2.	0,02	0,010	60,1
3.	0,03	0,015	62,5
4.	0,04	0,020	64,7
5.	0,05	0,025	67,3
6.	0,06	0,030	70
7.	0,07	0,035	73
8.	0,08	0,040	75,4
9.	0,09	0,045	78,8
10.	0,10	0,050	81,7
11.	0,11	0,055	88,4
12.	0,12	0,060	92,3
13.	0,13	0,065	98,6
14.	0,14	0,070	106,9
15.	0,15	0,075	118,9
16.	0,16	0,080	127,9
17.	0,17	0,085	155,3
18.	0,18	0,090	197,2

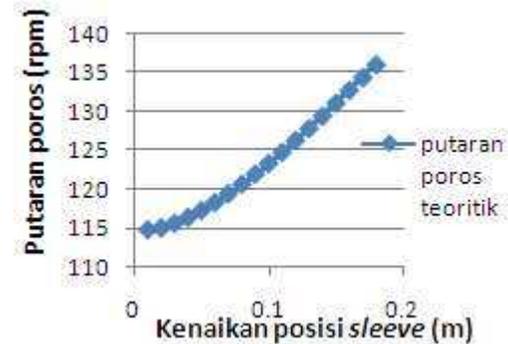


Grafik 1. Bukaan katup terhadap kenaikan *sleeve*

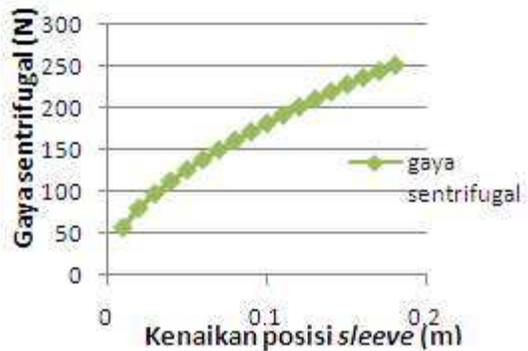
Sedangkan untuk pengujian secara langsung besar nilai putaran poros dapat diketahui dengan cara mengukur langsung putaran poros tersebut saat governor

dijalankan dengan menggunakan tachometer.

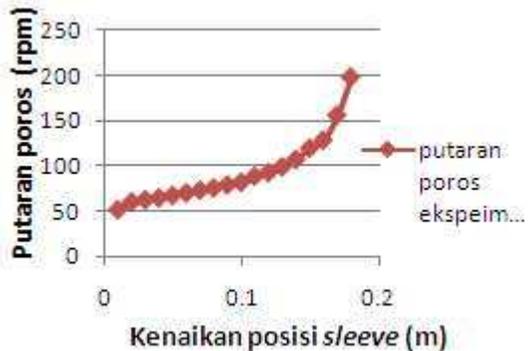
Hasil pengujian eksperimen ini dapat kita lihat pada Grafik 4.



Grafik 2. Putaran poros teoritik terhadap kenaikan *sleeve*



Grafik 3. Gaya sentrifugal terhadap kenaikan *sleeve*



Grafik 4. Perbandingan putaran poros pengujian terhadap kenaikan *sleeve*

4.2 Pembahasan

Dari grafik perbandingan antara putaran poros teoritik terhadap kenaikan posisi *sleeve* dapat diketahui semakin tinggi kenaikan posisi *sleeve* maka akan semakin besar putaran poros, ini membuktikan bahwa

kenaikan posisi *sleeve* sangat dipengaruhi oleh putaran poros, hal ini dikarenakan dengan semakin besarnya putaran poros maka gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh *flyball* yang akan digunakan untuk mengangkat *sleeve* akan semakin besar pula (dapat dilihat pada Grafik 2. Grafik kenaikan *sleeve* terhadap gaya sentrifugal) dan dengan semakin besarnya gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh *flyball* tersebut maka akan semakin mudah bagi governor untuk menaikkan posisi *sleeve*. Dimana pada hasil perhitungan secara teoritis pada governor yang telah dibuat ini untuk menaikkan *sleeve* hingga mencapai posisi maksimal, yaitu 18 cm dibutuhkan putaran poros sebesar 131,0858 rpm yang dengan putaran tersebut akan menghasilkan gaya sentrifugal *flyball* sebesar 251,6271 N, sedangkan untuk putaran poros minimal sebesar 1 cm hanya dibutuhkan putaran poros sebesar 114,7276 rpm dan dengan putaran poros sebesar ini hanya akan menghasilkan gaya sentrifugal *flyball* sebesar 57,327 N.

Pada grafik perbandingan putaran poros pada saat pengujian langsung (eksperimen) sama halnya dengan putaran poros secara teoritik, dimana semakin besar putaran poros maka akan semakin tinggi kenaikan posisi *sleeve*, dimana pada hasil pengujian ini untuk menaikkan *sleeve* pada posisi 1 cm dibutuhkan putaran poros sebesar 51,6 rpm, sedangkan untuk menaikkan *sleeve* pada posisi maksimal yaitu 18 cm diutuhkan putaran poros sebesar 197,2 rpm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Alat uji governor ini telah berhasil dibuat dan diuji dengan hasil pengujian yang mendekati hasil sebenarnya dari kaji teoritik. Pada analisa secara teorik dan pengujian secara eksperimen didapat perbedaan besar putaran poros yang dibutuhkan untuk setiap kenaikan posisi *sleeve*, hal ini disebabkan karena pada analisa secara teoritik sistem yang bekerja dianggap ideal, sedang pada proses eksperimen terdapat berbagai macam ganggang, seperti gesekan antar batang, kesalahan alat maupun kesalahan manusia (*human error*) dalam pengambilan data.
2. Semakin tinggi kenaikan *sleeve* maka bukaan katup akan semakin besar pula, dan putaran poros yang dibutuhkan juga akan semakin besar dan mengakibatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan juga akan semakin besar. Alat uji governor ini untuk menaikkan *sleeve* pada posisi 1 cm dengan menggunakan massa *flyball* sebesar 540 gram dibutuhkan putaran poros sebesar 114,7276 rpm, dan menghasilkan gaya sentrifugal sebesar 57,327 N, sedangkan untuk menaikkan *sleeve* pada posisi maksimal yaitu 18 cm dibutuhkan putaran poros sebesar 136,0861 rpm dan gaya sentrifugal sebesar 251,6271 N. Pengujian eksperimen dengan menggunakan massa

flyball yang sama pada kenaikan posisi *sleeve* 1 cm, hanya membutuhkan putaran poros sebesar 51,6 rpm dan untuk menaikkan *sleeve* hingga posisi 18 cm hanya dibutuhkan putaran poros sebesar 197,2 rpm.

5.2 Saran

1. Sebelum melakukan pengujian hendaknya alat diperiksa terlebih dahulu dan pastikan setiap sambungan antar batang telah terkunci dengan kuat, guna memperkecil tingkat kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada saat penggunaan alat.
2. Diharap adanya penelitian lanjutan untuk memperkecil faktor gangguan yang terdapat pada suatu governor, guna memperkecil perbedaan antara putaran poros teoritis dan putaran poros pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rusli, Ahmad. 2009. **Cara Kerja Governor Mekanik**. Jurnal. Semarang
- [2]. Spotts. M.F. 1985. **Design of Machine Elements. 6th Edition**. Prentice Hall of India : New Delhi.
- [3]. Suga Kiyokatsu-Sularso. **Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Cetakan ke Sepuluh Pradya Paramita, 2002. Jakarta.
- [4]. Tim Asistensi LKM. 2008. **Panduan Pratikum Penomena Dasar Mesin Bidang Kontruksi dan Perancangan**. Laboratorium Kontruksi Mesin. Unand. Padang.
- [5]. www.energyefficiencyasia.org