**PENGARUH PERUBAHAN BEBAN BANDUL GOVERNOR TERHADAP RESPON KECEPATAN PADA MESIN DIESEL**

**Zenal Abidin**

**Fakultas Teknik-Universitas Pasundan Bandung**

**Zenalabidin16@yahoo.com**

**Abstrak**

*Governor* untuk mengatur putaran mesin, dengan memangfaatkan gerak gaya inersia pada bandul yang diputar dapat diatur untuk tetap pada posisinya mempertahankan kecepatan mesin walaupun beban yang diberikan berubah-ubah. Penggunaan *governor* bayak sekali ditemukan dalam kehidupan sehari-hari terutama pada kendaraan, kapal laut, pesawat udara dan mesin industri. Penelitian ini menyajikan hasil dari Fenomena yang terjadi dalam penggunaan *governor* jenis *vipotles* pada mesin diesel generator las sehingga dapat diperoleh kinerja mesin yang baik. Masalah yang ingin diselesaikan dalan penelitian ini adalah bagaimana membuktikan bahwa terjadinya penurunan kecepatan pada mesin diesel merupakan respon dari pengaruh perubahan beban bandul *governor* pada sumbu horizontal. Dengan demikian tujuan pengujian mencari sensitifitas *governor* apakah gaya inersia bola bandul dengan sumbu *governor* horizontal lebih baik dari governor vertikal dalam mempertahankan daya putaran mesin. Selanjutnya dilakukan Analisisi hasil uji pada *vipotles governor* dan disajikan dalam grafik hubungan antara gaya inersia dan putaran pada poros horizontal terhadap hasil analitik pada poros vertikal. Tahapan penyelesaian untuk memenuhi tujuan dengan melakukan pengukuran pada komponen *governor* dan kerja mesin ketika menerima beban. Data berikut yang ingin diperoleh adalah gaya inersia, gerak, vektor dan sipat -sipatnya dalam dua dimensi pada bandul. Beberapa parameter digunakan untuk mempalidasi cara kerja *governor*. Pengujian yang dilakukan mengunakan pembebanan pada generator dengan beban pengelasan. Dari hasil pengujian pada mesin diesel generator las dengan menggunakan *vipotles governor* pada sumbu horizontal masih terjadi penurunan daya putar, sedangkan secara analitik *vipotles governor* pada poros vertikal lebih baik dari pada vipotles governor horizontal.

**Kata Kunci :** *“governor tipe vipotles”, “governor* pada poros horizontal dan poros vertikal”,

1. **PENDAHULUAN**

Mesin digunakan untuk membantu manusia dalam aktifitas kehidupan sehari-hari dan dapat memiliki sistem pengaturan manual atau otomatis. Sistem pengaturan manual diatur oleh subyek sebagai makhluk hidup, sedangkan sistem pengaturan otomatis subyek digantikan oleh alat yang dinamakan *(governor)*. *Governor* merupakan sistem kontrol mekanik untuk mengatur kecepatan mesin pada putaran konstan, penggunaan *governor* banyak sekali ditemukan dalam kehidupan sehari-hari terutama pada mesin-mesin: kendaraan, kapal laut dan pesawat udara.

*Governor* merupakan komponen motor bakar untuk mengatur kecepatan mesin secara otomatis dengan mengendalikan jumlah bahan bakar yang dialirkan sehingga kecepatan dapat dipertahankan tetap walaupun beban yang diberikan berubah-ubah*.*

*Governor* bekerja berdasarkan gerak gaya inersia yang terjadi pada bola bandul yang dihubungkan dengan poros mesin dan transmisi untuk menurunkan putaran sehingga diperoleh suatu posisi konstan walaupun beban yang diberikan berubah-ubah. Sistem kontrol *governor* memiliki beberapa fenomena yang bisa dijadikan konsep pembahasan diantaranya yaitu gaya inersia, gerak bandul, vektor dan persamaan kartesius. *Governor* pada mesin diesel generator las yang diteliti dinamakan *vipotles governor.* *Vipotles governor* merupakan modifikasi sistem kontrol dengan poros horizontal dan bandul berbentuk bola. Generator las diesel dengan sistem kontrol *vipotles governor* pada saat digunakan diperkirakan terjadi permasalahan penurunan kecepatan putaran poros mesin, seharusnya kecepatan poros dapat dipertahankan berdasarkan beberapa peneliti yang menyatakan bahwa ketika beban motor bakar meningkat maka pasokan bahan bakar ke motor harus ditambah untuk mempertahankan kecepatan poros.(5) Sebagian peneliti menyimpulkan bahwa kecepatan poros dapat dipertahankan tergantung posisi keseimbangan gerakan bola bandul pada posisi vertikal.(12)



Gambar 1.Sentrifugal *Governor*

1. **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian dilakukan untuk mengetahui parameter penurunan daya sentrifugal yang dipengaruhi oleh penurunan daya putar mesin yang disebabkan pembebanan pada generator las. Untuk mencapai sistem pengaturan dapat mempertakankan daya putaran mesin walaupun beban yang diberikan berubah-ubah pada generator las di Lab Fakultas Teknik Universitas Galuh. Parameter optimum yang didapat akan menjadi acuan untuk meningkatkan sistem pengaturan *governor*. Penelitian dilakukan di Lab Fakultas Teknik sejak Juni 2015 sampai dengan agustus 2017.

Bola bandul



Gambar 2. *Governor* pada posisi tanpa beban

Spesimen penelitian ini adalah *governor* dengan 6 buah bola bandul, komponen diukur dan bandul ditimbang lalu dilakukan uji dengan memasang kembali *governor* pada mesin diesel. Untuk mengetahui parameter penurunan daya putar menggunakan *tachometer* dan mesin diesel generator las diberi beban pengelasan dengan dua buah kawat las yang berbeda yaitu 2,0 mm dan 2,6 mm sesuai dengan parameter penelitian.

rancangan kegiatan dengan menganalisa komponen *governor* pada alat yang dijadikan objek penelitian *governor* berada pada sumbu vertikal dimana bandul berputar melingkari garis yang tegak lurur terhadap bidang putarnya, garis tegak lulus berada pada sumbu (x). Pada sumbu horizontal bandul berada pada dua posisi yaitu pada kuadran I dan kuadran IV.Penurunan daya putar yang disebabkan beban generator terhadap daya putar mesin, penurunan daya putar berpengaruh pada gaya sentrifugal *governor* dari posisi setimbang ke pada posisi minimal dengan persamaan :

*N2*

*r*

*Fc*

m

*N2*

*N2*

*N2*

*N2*

*N2*

m

X

fc

*r*

*y*

Gambar 3. Governor pada posisi tanpa beban *(a)*

*N2*

*r*

*Fc*

m

*N2*

*N2*

*N2*

*N2*

*N2*

m

X

fc

*r*

*y*

Gambar 4. *Governor* pada posisi penurunan daya putar *(b)*

Dari persamaan diatas hanya diambil salah satu persamaan untuk mencari penurunana daya putar poros terhadap gaya sentrifugal pada posisi penurunan daya putar dari posisi (a) ke posisi (b).

Persamaan untuk mencari gaya sentrifugal:

$F\_{c}$ *= m* . $ω^{2}$ . r.................................(1)

Persamaan untuk mencari percepatan sudut

$ω^{2}$*=* $\frac{2π . n }{60}$ ....................................(2)

Ket :

*m* = massa 6 buah bola =0,096 (Kg), massa untuk 3 buah bola 0,050 (Kg).

r = 0,045 mm, r1 =0,040 mm.

S = Tarikan pegas = 14,7 *Newton*

Fc = Gaya Sentrifugal

m = massa bola bandul

n = putaran poros bandul

t = waktu

$ω^{2}$ = kecepatan sudut

* 1. Penurunan daya putar pada 6 bandul
1. Posisi Setimbang.

Posisi setimbang........................... *(a*)

Fc = m . $ω^{2}$. r .............................(3)

1. Posisi Minimal.

Posisi minimum ...........................(*b*)

Fc = m . $ω^{2}$. r ............................(4)

* 1. Persamaan analitik dengan kartasius.
1. Pada sumbu vertikal
2. Pada sumbu horizontal
3. **HASIL PEMBAHASAN**

Sistem pengaturan putaran mesin terhadap beban minimal dan beban maksimal diatur dengan menarik tuas pengatur berdasarkan besar daya tarik pegas.

Data yang diperoleh dari *governor* pegas kontroler :

Pengaturan penarikan terendah (**S)** = 1,5 Kg.

Governor dengan pengaturan 6 bola berat bandul, di analisis untuk melihat range penurunan kecepatan yang merupakan fungsi sistem kontrol yang diberikan :

6 bandul berat (m) massa = 0,096 kg

**3.1 Posisi Setimbang**

Posisi setimbang...................... *(a*)

Mean position adalah ketika berada pada posisi antara posisi minimum dan maksimum.

Gaya sentrifugal terhadap pegas dengan 6 bandul = 0,096 Kg.

Fc = m . ($ω^{2}$ . r

Fc = 0,096 x (149)2 x 0,045 = 95 *Newton*

**3.2 Posisi putaran Minimal**

Posisi minimum ...........................(*b*)

Fc = Fc = m . ($ω^{2}$ . r

= 0,096 x (134)2 x 0,040 = 69 *Newton*

Data dari putaran terhadap gaya inersia

Tabel 4.4 Gaya Inersia (Fi) Berdasarkan Hasil Pengujian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Massa Bandul (*Kg*)** | **Kecepatan Sudut** $ω^{2}$**(Rad/Sec)** | **Jarak bola pada garis sumbu (m)** | **Gaya Inersia (N)** |
| 0,096 | 150 | 0,045 | 97,2 |
| 0,096 | 168 | 0,045 | 121 |
| 0,096 | 177 | 0,045 | 135 |
| 0,096 | 191 | 0,045 | 156 |
| 0,096 | 205 | 0,045 | 175 |
| 0,096 | 219 | 0,045 | 194 |
| 0,096 | 232 | 0,045 | 213 |
| 0,096 | 246 | 0,045 | 232 |

Tabel 4.3 Kecepatan Sudut Berdasarkan Hasil Pengujian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Putaran mesin (rpm)** | **Perbandingan roda gigi** | **Poros *governor* (rpm)** | **Kecepatan sudut (rad/sec)** |
| 3440 | 2,4 | 1433 | 150 |
| 3865 | 2,4 | 1610 | 168 |
| 4060 | 2,4 | 1691 | 177 |
| 4400 | 2,4 | 1833 | 191 |
| 4720 | 2,4 | 1966 | 205 |
| 5028 | 2,4 | 2095 | 219 |
| 5340 | 2,4 | 2225 | 232 |
| 5648 | 2,4 | 2353 | 246 |

**3.3 Analisis Penurunan Daya Putar (*Speed Droop)***

Penurunan daya putar tiga bandul ketika terjadi pembebanan pada generator, (*n*1) adalah pembebanan ketika pengelasan dengan diameter 2(mm), sedangkan (*n*2) adalah pembebanan dengan diameter kawat 2,6 (mm).

Penurunan daya putar dari analisa data dan pengujian secara langsung yang dilakukan pada bagian sebelumnya akan didapat beberapa hasil perhitungan yang kemudian dapat dituangkan ke dalam grafik. Pengujian secara langsung besaran nilai putaran poros dapat diketahui dengan cara mengukur langsung putaran poros saat governor berputar dengan menggunakan *tachometer.*

Tabel 4.2 Kecepatan Sudut Berdasarkan Hasil Pengujian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| no | putaran mesin (rpm) | waktu t (detik) |
| 1 | 3440 | 1 |
| 2 | 3378 | 2 |
| 3 | 3320 | 3 |
| 4 | 3280 | 4 |
| 5 | 3285 | 5 |
| 6 | 3285 | 6 |
| 7 | 3288 | 7 |
| 8 | 3285 | 8 |
| 9 | 3286 | 9 |
| 10 | 3285 | 10 |

Dari tabel 4.2 terlihat penurunan daya putar dapat dipertahankan meskipun terjadi penurunan daya putar,

Grafik 4.1. Penurunan daya putar

Tabel 2. Pengujian 6 Bandul putaran tanpa beban terhadap beban (*n*1) dan (*n*2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| kekuatan pegas (Kg) | *n* (r.p.m) | *n*1 (r.p.m)  | *n2* (r.p.m) |
| 0,750 | 3440 | 3285 | 3320 |
| 1000 | 3865 | 3710 | 3685 |
| 1250 | 4060 | 3935 | 3935 |
| 1500 | 4400 | 4295 | 4263 |
| 1750 | 4720 | 4618 | 4570 |
| 2000 | 5028 | 4945 | 4875 |
| 2250 | 5340 | 5270 | 5185 |
| 2500 | 5648 | 5593 | 5490 |

Grafik 1. S*peed Droop* 6 Bandul *(n1),(n2)* Terhadap *(n)*

Pada grapik akan terlihat putaran mesin tampa beban (*n*) dengan penurunana daya putar (*n*1) dan (*n*2) berada pada jarak yang berdekatan dan dapat dipertahankan seirama. Garis pegas (s) seirama dengan garis kenaikan putaran menandakan ada keseimbanagan antara

pengaturan dengan daya putar yang dihasilkan.

Tabel 3. Pengujian 3 Bandul Putaran Tanpa Beban Terhadap Beban (*n*1) dan (n2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| kekuatan pegas | *n* (r.p.m) | *n* 1 (r.p.m)  | n 2(r.p.m) |
| 0,75 | 3495 | 2045 | 1800 |
| 1 | 3565 | 2045 | 2050 |
| 1,25 | 4110 | 3000 | 2500 |
| 1,5 | 4340 | 3318 | 2816 |
| 1,75 | 4645 | 3795 | 3166 |
| 2 | 4950 | 4273 | 3516 |
| 2,25 | 5262 | 4750 | 3866 |
| 2,5 | 5571 | 5228 | 4216 |

Grafik 2. S*peed Droop* 3 Bandul *(n1),(n2)* Terhadap *(n)*

Pada grapik akan terlihat putaran mesin tampa beban (*n*) dengan penurunana daya putar (*n*1) dan (*n*2) berada pada putaran 2000 – 5000 (r.p.m) tidak dapat mempertahankan putaran. Garis pegas (s) tidak seirama dengan garis kenaikan putaran menandakan tidak ada keseimbanagan antara pengaturan dengan daya putar yang dihasilkan.

1. **kesimpulan**
2. Sitem kontrol *governor* dengan sumbu horizontal enam bola bandul yang dianalisis berdasarkan data yang didapat makin besar daya tarik pegas pembalik maka makin besar gaya inersia yang terjadi pada bola bandul dikarnakan pertambahan volume bahan bakar pada kinerja mesin diesel, dan sistem kontrol governor hanya dapat mempertahankan putaran setelah terjadi penurunan daya putar mesin.
3. Massa bandul mempengaruhi besarnya perubahan pengaturan mempertahankan petaran mesin.
4. **REFERENSI**
5. **Buku**

**[1]** *V. L. MALEEV. M. E. DR. A. M.* Alih bahasa Ir. Bambang Priambodo. Intitut Teknologi Indonesia. Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel. Penerbit Erlangga 1954

[2] Hery Sonawan, Perancangan Elemen Elemen Mesin, Teknik Mesin, Universitas Pasundan, Penerbit Alfabeta, CV. Maret 2014.

1. **Artikel Jurnal**

**[1]** *J.C MAXWELL*, *ON GOVERNOR, from thenproceeding of the royal societi, 1868*

[2] Sudirman Palaloi, Penelitian Madya Bidang Efisiansi dan Konservasi B2TE BPPT, Serpong 15314, Teknik Elektro, Universitas Pamulang dan Institut Teknologi Indonesia, 2009

[3] Patriandari,analisis pengoprasian *speed droop governor* sebagai pengaturan frequensi pada sistem kelistrikan pltu gresik, Teknik Elektro ITS, 2010.

[4] Erinofiardi, Pembuatan dan Pengujian alat pengatur otomatis, Teknik Mesin Universitas Bengkulu, Maret 2012.

[5] Sri sadono, Sihana, Nazrul Effendi, indetifikasi sistem *Governor Vontrol Valve* Dalam Menjaga Kesetabilan putaran Turbin Uap PLTP, Teknik Fisika FT UGM, 2013

[5] Sepannur bandri, Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik *generator* Singkron, Teknik elektro, Istitut Teknologi Padang, 2013.

[6] Agus Pramono, Eko Boedisoesetyo, Pengendalian *Overspeed* Pada *Engine* *Diesel,* Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang,

[7] Tajudin, Analisa Kerja *Governor* Terhadap Perubahan Frekuensi, Politeknik Negeri Medan, 2014

[8] *© MAN B&W Diesel Aktiengesellschaft, Augsburg This document, and more, is available for download from Martin's Marine Engineering Page - www.dieselduck.net*

[9] Gatot santoso, Pengaruh berat bandul terhadap kecepatan putar poros utama governor jenis porter dan jenis proell, Teknik Mesin, Universitas Pasundan, pdifti@gmail.com, 2015