

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Governor

Akasaka (1995) mengatakan governor merupakan suatu pesawat yang berfungsi untuk mengatur masuknya bahan bakar pada saat mesin mengalami over rotation atau low rotation, dengan cara memanfaatkan komponen - komponen yang ada dalam governor melalui proses seimbang /balancy. Governor adalah komponen pada pompa injeksi, yang untuk meregulasi atau mengatur putaran mesin, melalui pengaturan debit atau volume bahan bakar yang dihasilkan pompa injeksi. Governor yang bekerja berdasarkan putaran mesin disebut Governor Sentrifugal atau Governor Mekanis, sedangkan governor yang bekerja berdasarkan kevakuman didalam venturi dinamakan Governor Vakum atau Governor Pneumatik.

Kesiapan dari governor merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung kelancaran operasional kapal, terutama pada saat melakukan olah gerak kapal, karena pentingnya hal tersebut maka perlu memberikan perhatian pada perawatan dari governor. Pekerjaan perawatan dibutuhkan akibat kerusakan yang terjadi, karena usia kapal yang bertambah tua dan ausnya bagian - bagian kontruksi mesin atau perlengkapan yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan kapal. Gangguan yang terjadi pada saat olah gerak kapal perlu di analisa untuk mengetahui penyebab-penyebabnya dan langkah - langkah pemecahannya

Pada sistem ini, governor mengontrol beberapa keadaan, yaitu :

1. *Oil Supply* Pada sistem penyuplaian minyak terdiri dari tempat penyimpanan minyak, pompa roda gigi, dan aki. Minyak melumasi bagian yang bergerak dan mendukung beberapa parts untuk beroperasi. Kerja untuk penyuplaian minyak ini dilakukan oleh governor.

2. *Speed Control Column* Berfungsi dalam perubahan kecepatan mesin dengan adanya perubahan katup penghambat atau menjaga kecepatan mesin agar tetap konstan jika terjadi perubahan beban.
3. *Power Piston* Berfungsi mengatur besarnya injeksi yang diberikan ke piston pada berbagai jenis bukaan katup.
4. *Compensating Mechanism* Merupakan mekanisme yang terjadi pada saat penggantian kecepatan, dimana terjadi perubahan posisi piston dan klep.
5. *Fuel Control Governor* berfungsi sebagai pengontrol besar bukaan katup minyak yang di supply ke mesin.

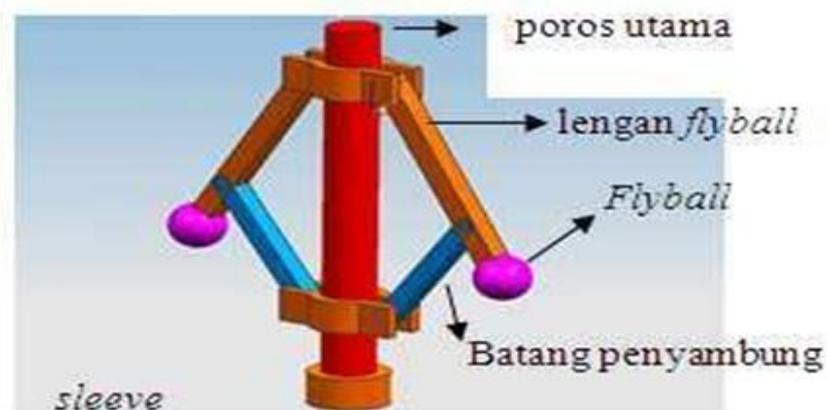
Fungsi governor secara umum adalah untuk mengontrol secara otomatis penyaluran bahan bakar sesuai dengan beban mesin, sedangkan fungsi governor secara spesifik adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan mesin hidup saat start dengan memperbanyak penyuplaian penginjeksian bahan bakar
2. Mempertahankan putaran setiap posisi
3. Membatasi kecepatan *idle*
4. Membatasi kecepatan maksimum

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 Pembuatan dan Pengujian Alat Pengatur Otomatis (Governor)

Sumber: Erinofiardi, 2012

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 :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

ω = kecepatan sudut (*rad/sec*)

n = putaran poros (*rpm*)

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

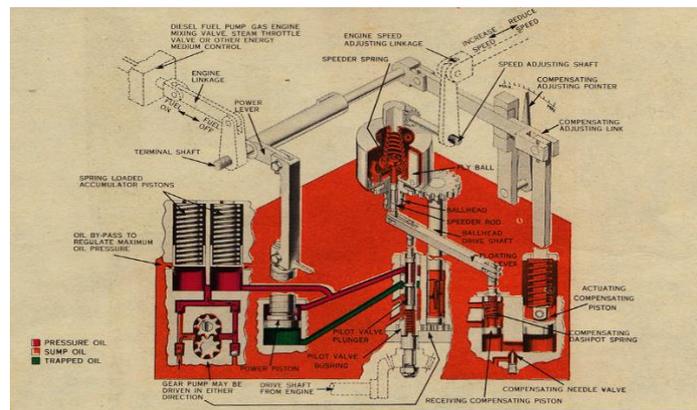
$$\omega = \sqrt{\frac{A+B+C+D+E}{F+G+H}}$$

2.2. Bagian Dan Prinsip Kerja Governor

1. Bagian Kerja Governor Menurut Sugiono (1999) mengatakan bahwa bagian-bagian kerja governor terdiri dari :

- a. *Driving Plate* : Bersama sama dengan governor weight berputar atas dasar gaya sentrifugal, untuk memutar cam, sehingga pengajuan saat pengapian dapat terjadi (platina membuka lebih awal).
- b. *Governor spring* : Berfungsi sebagai pengembali ketika putaran mesin turun, dan sekaligus secara tidak langsung berfungsi sebagai pengatur besarnya pemajuan saat pengapian berdasarkan kelenturan pegasnya. Coba bayangkan apabila pegas memiliki kelenturan yang sangat lentur dengan yang sangat tidak lentur.

- c. *Governor weight* : Berfungsi sebagai benda yang memiliki massa, sehingga apabila dia berputar dapat menghasilkan sebuah gaya sentrifugal, yang diperlukan untuk memajukan saat pengapian.
- d. *Cam* : Berfungsi untuk membuka platina Untuk melengkapi dari bagian – bagian governor kami lampirkan schematic gambar sebagai berikut:



Gambar 2 skema rangkaian (schematic diagram)

Sumbr: Silva, Carlos Manuel I, 2006.

2. Prinsip Kerja Governor

Governor adalah alat yang di gunakan untuk mengontrol kecepatan dari penggerak mula / utama dari kecepatan berlebihan dan menstabilkan kecepatan putaran mesin yang di inginkan.

Governor mengatur kecepatan rata - rata mesin atau penggerak mula apabila terjadi variasi kecepatan frekwensi beban. Jika kecepatan motor konstan maka kecepatan motor konstan dari satu siklus ke siklus lainnya.

Jika beban meningkat, kecepatan motor menurun dan sudut sudut governor akan bertambah dengan perubahan, sehingga menggerakkan katup terbuka untuk memperbanyak fluida kerja yang meningkatkan beban, prinsip kerja governor di bagi dua macam yaitu :

a. Prinsip Kerja Governor *Pneumatic*

- 1). Saat Mesin *Start* Pada saat mesin *start* kevakuman menjadi kecil, venturi tambahan belum mampu mengalahkan *main spring* sehingga *main spring* mendorong diafragma ke kanan dan *control rack* ke kanan. Langkah efektif makin panjang dan bahan bakar yang diinjeksikan juga semakin banyak.
- 2). Saat putaran pelan (*idle*) Kevakuman venturi tambahan makin besar dan mampu mengalahkan *main spring* dan *control rack* bergerak ke kiri, langkah efektif menjadi pendek dan kondisi ini *idling spring* mempertahankan diafragma.
- 3). Saat putaran maksimum, *throttle* membuka penuh kevakuman pada venturi tambahan makin kecil, *main spring* mendorong diafragma ke kanan dan *control rack* bergerak ke kanan dan langkah efektif menjadi makin panjang dan bahan bakar diinjeksikan lebih banyak. Pada saat ini kecepatan diatur oleh *full boadspring*.

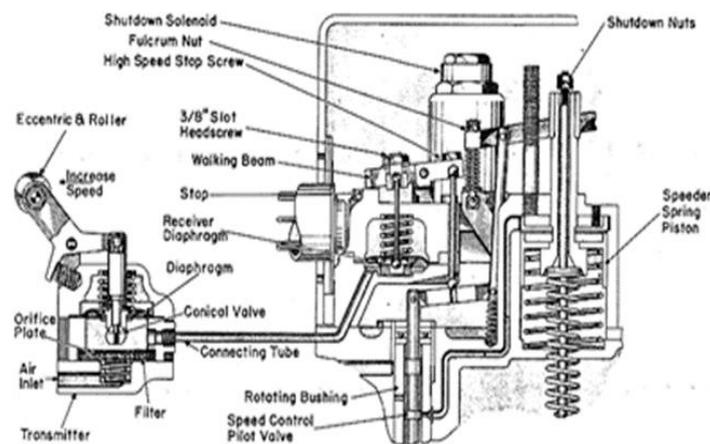
b. Prinsip Kerja Governor Mekanis

Bila mesin berputar lambat (*idle*), gaya sentrifugal yang terbentuk belum mampu untuk menekan pegas (*spring*) atau dengan kata lain gaya sentrifugal yang terbentuk sangat kecil, dengan demikian *fuel control rack* belum dapat bergerak bila kecepatan mesin bertambah, gaya centrifugal yang terjadi akan bertambah besar sehingga mampu menggerakkan *flyweight* ke arah luar gaya centrifugal yang terjadi sekarang mampu untuk menekan pegas (*spring*).

Dengan tertekannya pegas oleh gaya centrifugal maka *fuel control rack* akan bergerak ke arah kiri. *Fuel control rack* akan berhenti bergerak apabila gaya *centrifugal* sudah seimbang dengan gaya pegas.

Pada mesin diesel pada waktu langkah hisap yang di hisap adalah udara saja, isi silender harus selalu dalam keadaan maksimum. Putaran mesin dan gaya mesin hanya diregulasi dengan volume bahan bakar yang di injeksi.

Dengan pengukur putaran/ governor biasanya diregulasi putaran *idle* dan putaran maksimum. Governor yang bekerja tergantung pada putaran mesin disebut governor sentrifugal atau governor mekanis. Sedangkan yang bekerja berdasarkan kevakuman disebut dengan nama governor vakum atau governor pneumatic.



Gambar 3 Pneumatic - Hydraulic Speed Control

Sumber : Sugiono, 2016.

3. Governor Motor

Governor adalah komponen pada motor bakar yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan mesin dengan cara mengendalikan jumlah bahan bakar yang di berikan sehingga kecepatan mesin dapat di pertahankan tetap stabil tanpa tergantung kondisi pembebanan.

Governor secara otomatis mengendalikan *supply* ke motor bila beban berubah dan mempertahankan kecepatan rata-ratanya di dalam batas tertentu.

Pemeliharaan oli governor harus memiliki *indeks Viscositas* yang tinggi antara dari 100-200 seconds pada temperatur normal, bila temperatur rata-rata operasi governor dan pada kapal tempat penulis melaksanakan praktek menggunakan oli jenis *Barelf CH100*. Ada empat tipe pengontrolan mesin menggunakan governor :

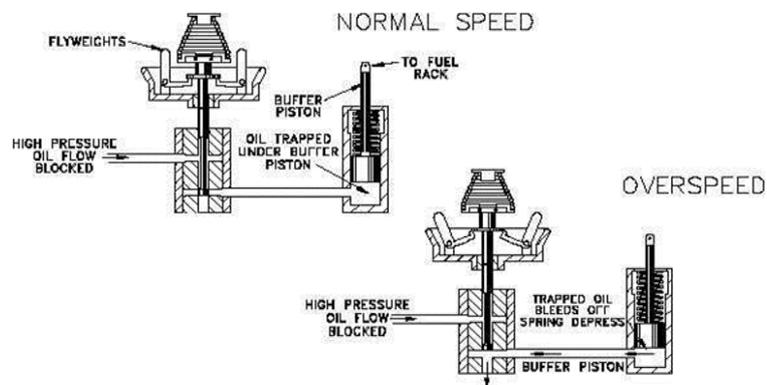
- 1). Pertama jika hanya satu kecepatan tetap atau *constant speed type* governor.
- 2). Kedua jika kecepatan mesin dapat di kendalikan beberapa tingkat secara manual melalui pengaturan menggunakan alat bantu maka di sebut tipe governor kecepatan atau *variable-speed type governor*.
- 3). Tipe ketiga ini adalah pengontrolan agar kecepatan mesin dapat di pertahankan di atas batas minimum atau dibawah batas maksimum, dan di sebut governor pembatas kecepatan atau *speed limiting type* governor.
- 4). Tipe pengontrolan keempat adalah tipe governor yang digunakan untuk membatasi beban mesin, dan di sebut tipe governor pembatas beban atau *load limiting type* governor.

Harap diingat bahwa beberapa sistem governor, sekaligus mempunyai 4 fungsi pengendalian ini. Sistem pengendalian dengan governor digunakan baik pada mesin stasioner maupun mesin otomotif seperti pada mobil dan traktor.

Pada mesin modern pada saat ini mekanisme governor umumnya menggunakan mekanisme mekanik hidrolik (*woodward governor*), walaupun terdapat juga versi governor elektrik. Gambar 4 menunjukkan

cara kerja governor yang menggunakan mekanisme mekanik - hidrolis dalam pengendalian kecepatan mesin yang berlebihan pada motor diesel.

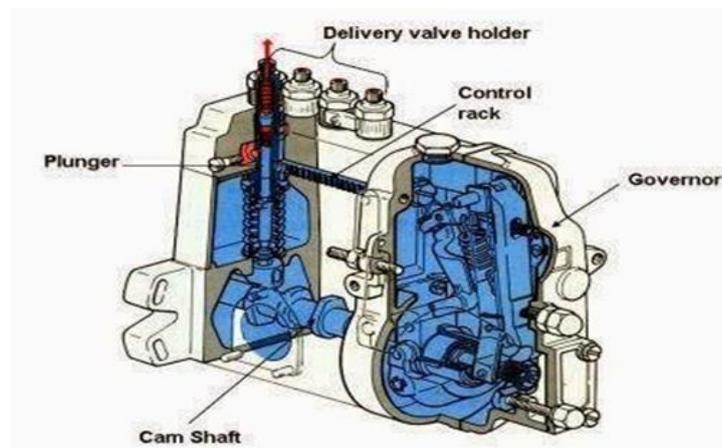
Dalam hal ini, governor mengendalikan posisi tuas pengontrol bahan bakar yang di kombinasikan dengan aksi dari *piston hidrolis* dan gerakan bandul berputar. Posisi dari bandul di tentukan oleh kecepatan putaran dari mesin, jika kecepatan mesin naik atau turun maka bandul berputar mekar atau menguncup. Gerakan dari bandul ini, karna perubahan dari kecepatan mesin, akan menggerakkan piston kecil (*pilot valve*) pada sistem hidroliknya. Gerakan ini mengatur aliran cairan hidrolis ke *piston hidrolis (piston motor servo)*. *Piston motor servo* di hubungkan dengan tuas pengatur bahan bakar (*fuel/rack*) dan gerakannya akan menyebabkan penambahan atau pengurangan jatah bahan bakar yang di *supply*. (Mega Karya Imani, 2013).



Gambar 4 Cara kerja governor

Sumber : Mega Karya Imani, M.Taufik 2013.

Fuel Injection Pump Intan Sudibjo (2014) mengatakan bahwa *fuel injection pump* (pompa injeksi bahan bakar) berfungsi mensupply bahan bakar ke *nozzle* dengan tekanan tinggi (max 300 kg/cm²), menentukan timing penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan.



Gambar 5 Fuel Injection Pump

Sumber : Intan Sudibjo. 2014.

Governor berfungsi untuk mengatur putaran mesin sesuai dengan bahan bakar dan putaran engine. Governor untuk pompa injeksi tipe *bosch* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Minimum dan maksimum speed governor. Umumnya tipe ini digunakan untuk *otomobil*.
- 2) *All speed* governor. Umumnya tipe ini dipakai untuk mesin–mesin konstruksi dan engine generator. Selanjutnya governor untuk pompa injeksi tipe *bosch* menurut strukturnya dibagi menjadi :

- a. *Mechanical governor (centrifugal type)*.
- b. *Pneumatic Governor*.

All Speed Mechanical Governor banyak dipakai mesin-mesin konstruksi. Tipe ini mempunyai keuntungan seperti kecepatan dapat dilakukan pada rangenya dengan sedikit penyimpangan, apabila ada beban (*load*) dan dapat menjaga ketepatan kecepatan mesin.

Dengan alasan ini mesin komatsu banyak memilih tipe ini untuk mesin-mesin konstruksinya.

Feed Pump (*variable delivery type*) berfungsi mensupply bahan bakar ke pompa bahan bakar dengan tekanan rendah berkisar 1.2 - 2.6 kg/cm². Bersama dengan pompa priming mensupply bahan bakar ke sistem pada saat mesin hunting (mesin hunting = sistem bahan bakar kemasukan udara).

Automatic Timer Automatic timer adalah sebuah hydraulic timer yang bekerja karena bahan bakar di dalam pump chamber.

Timer piston ini dipasangkan di dalam *pump housing* di sebelah kanan *drive shaft*. Piston ini bergerak di dalam *timer housing* sesuai dengan tekanan bahan bakar dan *spring*. Gerakan piston ini dipindahkan ke *roller ring* melalui *slide pin*. *Timer spring* menekan *timer piston* sehingga injeksi terlambat. Begitu mesin rpm naik, maka tekanan di dalam *pump chamber* juga naik dan piston menekan *timer spring*.

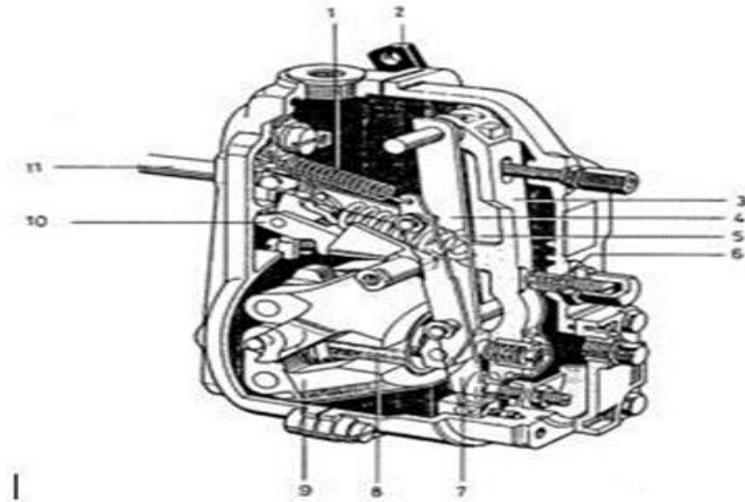
Kemudian *roller ring* memutar *drive shaft* dalam arah kebalikannya untuk merubah posisi *cam plate* sehingga injeksi dipercepat.

Nozzle dan *Nozzle Holder Nozzle* berfungsi sebagai penyemprot dan pengabut bahan bakar yang dikirim dari FIP (*Fuel Injection Pump*).

Baik tidaknya pengabutan ditentukan dengan kekuatan *spring nozzle*. *Nozzle* dibagi menjadi dua macam yaitu *pintle type nozzle* dan *hole type nozzle*. Penggunaan *nozzle* bergantung pada bentuk dari ruang bakarnya. Pada umumnya *hole type nozzle* dipakai pada mesin dengan pembakaran langsung (*direct injection engine*), dengan tujuan agar bisa didapatkan jarak pancar yang jauh. Sedangkan untuk mesin dengan pembakaran tidak langsung (*indirect combustion engine*) menggunakan *pintle type nozzle* (*nozzle* berlubang satu atau *nozzle* tipe pasak jarum). Pada tipe ini tidak diperlukan jarak pancar yang jauh dan tekanan pancar yang tinggi, karena pembakaran dapat terjadi dua kali.

Khairullah (2013) mengatakan bahwa pemakaian governor pada motor diesel kapal dengan mesin diesel konvensional pemakaian UG pada motor diesel kapal dengan mesin diesel konvensional, jumlah pengiriman bahan bakar dari pompa diatur oleh governor sesuai dengan kebutuhan mesin. Governor selalu berperan dan mengendalikan *out put* mesin. Jika terjadi dalam perubahan yang diinginkan maka governor akan segera bertindak mengatur suplay untuk mengendalikan *out put*. Jika beban motor meningkat, kecepatan motor pun menurun dan wujud governor akan bertambah dengan perubahan sehingga menggerakkan katup untuk memperbanyak suplay *fluida* kerja untuk mengimbangi kenaikan beban motor.

Jadi governor secara otomatis mengendalikan suplay ke motor bila beban berubah dan mempertahankan kecepatan rata-ratanya, di dalam batas tertentu. Adapun bagian bagian dari komponen governor secara umum yaitu :



Gambar 6 Komponen governor

Sumber :Khairullah engineer 2013.

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Pegas <i>start</i> | 6. Pegas tambahan(<i>idle</i>) |
| 2. Tuas penyetel | 7. Tuas pengatur |
| 3. Tuas tarik | 8. Bantalan antar |
| 4. Tuas antar | 9. Bobot sentrifugal |
| 5. Pegas pengatur | 10. Tuas ayun |
| | 11. Batang pengatur |

2.3. Pengendalian putaran tinggi

Acuan dasar yang digunakan untuk mengukur dalam ketepatan *Centrifugal Governor* adalah saat kecepatan tinggi mesin disaat beban telah menggeser bandul sentrifugal juga dinamakan kecepatan lebih ketika putaran mesin semakin meninggi sehingga sesuai dengan beban yang terjadi pada mesin diesel yang menggeser tuas pengendali (kecepatan) pada posisi tidak ada volum bahan bakar yang dipompakan (menurun). didalam kisaran pengendali kecepatan tinggi ketika meningkatnya kecepatan putaran dalam mesin tidak terkontrol. Kejadian ini merupakan fenomena seperti meningkatnya kecepatan putaran mesin secara tiba –tiba kecepatan putaran mesin tersebut maka dengan pengendalian secara otomatis dimulai pada putaran yang maksimum dimana kecepatan diatas beban penuh, ini menyebabkan beban mesin secara keseluruhan bertambah besar kemudian kecepatan mesin akan bertambah secara proporsional menuju dan menggeser dalam beban lebih. Menurut kenaikan sepanjang mesin jalan dapat dihitung.

$$\delta = \frac{n_{1n} - n_{vo}}{n_{vo}}$$

Dengan :

δ = *P - degree*

n_{1n} = *High idle speed*

n_{vo} = *Maximum full load speed*

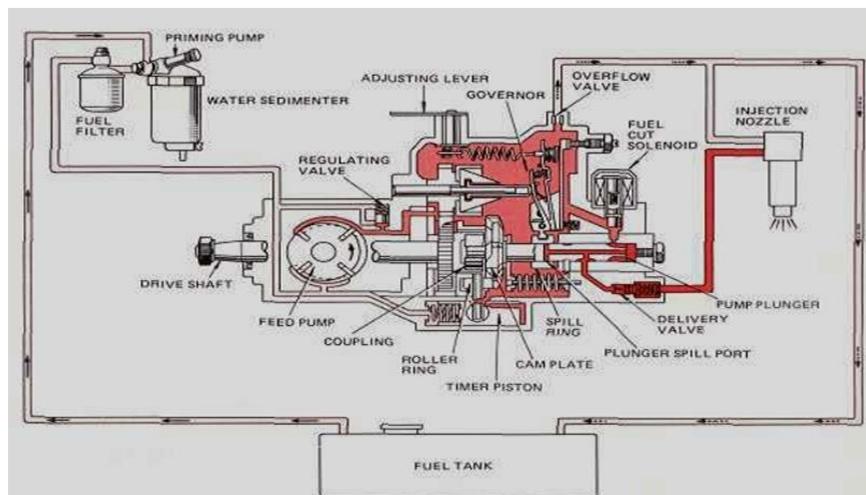
Characteristics Governor

Dalam pengendalian Kecepatan tinggi dapat dilihat pada diagram dibawah ini.dengan parameter-parameter sbb:

a = *Maximum-minimum-speed Governor*

b = *Variable Speed governor*

1. *Start quantity.*
2. *Full-load delivery.*
3. *Torque control.*
4. *Full- load speed regulation.*
5. *Idle speed*



Gambar 7 *Mechanical governor centryfugal*

Sumber : Agus Pramono, Eko Boedisoesetyo

2.4. Perawatan Dan Pemeliharaan

1. Perawatan

Suatu aktivitas dan perbaikan yang di lakukan terhadap governor yang meliputi material dan cover governor sehingga governor tersebut dapat di pakai dan berfungsi dengan baik dan memberi umur panjang serta memenuhi persyaratan Standart Internasional.

Goenawan Danuasmoro (2004 : 17) menjelaskan bahwa sistem

perawatan dibagi menjadi 2 bagian :

a. Sistem perawatan berencana.

Perawatan berencana adalah suatu usaha untuk mencegah atau mempertahankan suatu alat atau permesinan agar alat tersebut dapat bekerja secara optimal yang dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

b. Sistem perawatan periodik

Sistem perawatan periodik adalah perawatan pencegahan dengan membuka bagian - bagian governor (*Over Houl*) secara periodik, untuk menentukan apakah sudah diperlukan penyetelan - penyetelan atau penggantian - penggantian perlengkapannya berdasarkan jam kerja sesuai dengan yang telah ditentukan oleh pembuatnya.

Sebagai langkah atau tindakan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi terutama dari segi teknis, yaitu perlu dilaksanakannya penggantian suku cadang yang sesuai dengan kebutuhan.

Karena hal - hal tersebut diatas, dan demi mempertahankan kinerja dari governor dalam mendukung kelancaran pengopersian kapal, maka perlu diadakan perawatan dan perbaikan sesuai dengan instruksi dari buku manual serta pemahaman dalam pengoperasian governor maupun dalam pemakaian suku cadang yang berkualitas sesuai dengan kebutuhan.

2. Pemeliharaan

Suatu kegiatan yang dilakukan secara sengaja terhadap governor dengan tujuan agar peralatan serta komponen dari governor tersebut tetap layak di gunakan dengan lancar, efektif dan efisien.

Pemeliharaan ada 3 macam yaitu :

a. Pemeliharaan pencegahan

Suatu pemeliharaan yang di lakukan agar governor terhindar dari laju kerusakan yang cepat (tidak wajar), pemeliharaan

dilakukan pada kondisi sebelum governor bermasalah / mengalami kerusakan.

b. Pemeliharaan perbaikan

Pemeliharaan yang dilakukan apabila terjadi kerusakan terhadap komponen governor untuk mengembalikan ke kondisi semula, dengan cara memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak.

c. Pemeliharaan darurat

Pemeliharaan yang dilakukan di luar program pemeliharaan karena terjadi suatu yang *emergency*. Pemeliharaan darurat ini bisa terjadi dikarenakan adanya ketidak sadaran para awak kapal di bagian mesin akan pemeliharaan yang kurang rutin dan tidak dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan oleh pembuat suatu pesawat bantu tersebut dan tidak mengikuti petunjuk di buku panduan suatu pesawat bantu (*manual book*). Sehingga terjadi kerusakan yang tidak diinginkan saat kapal olah gerak maupun saat beroperasi.