PENGEMBANGAN DAN MODIFIKASI MESIN BUBUT SEBAGAI MESIN PENGUJI *INJECTION PUMP* TIPE *IN LINE*

Aep Surahto

Abstrak

Suatu Motor Diesel seperti motor bensin, memerlukan perawatan berkala dan perbaikan. Perawatan berkala pada motor diesel khususnya sistem bahan bakar memerlukan mesin penguji. Harga mesin penguji injection Pump ternyata menjadi kendala utama guna dimiliki suatu instansi SMK Otomotif, Perguruan Tinggi, Diklat Otomotif atau bengkel kendaraan bermesin diesel. Test Bench atau mesin penguji Injection Pump dapat di rancang dengan memodifikasi mesin bubut dengan kecepatan minimal 2000 Rpm. Hasil Rancangan ini ternyata sangat membantu menurunkan harga Test Bench tanpa menurunkan kualitas syarat suatu mesin penguji Injection Pump, sehingga dapat membantu suatu instansi atau bengkel kendaraan bermesin diesel.

Key Words : Perawatan Berkala, Rpm, Test Bench dan Injection Pump.

Pendahuluan

Motor diesel pada awal pembuatannya oleh Rudolf Diesel mendapatkan kendala yang sangat besar untuk tercapai diterimanya motor diesel sebagai pengcounter dari motor bensin. Motor bensin mempunyai out put torsi yang rendah dibanding motor diesel, tetapi motor bensin mempunyai akselerasi yang cepat dan suara yang lembut. Kegaduhan hasil keluaran suara motor diesel penyebab hambatan untuk diterima sebagai mesin transportasi dan penggerak mesin – mesin pabrik pada jaman Rudolf Diesel. Saat ini motor diesel telah menjadi kebutuhan pada transportasi darat, laut dan menjadi penggerak mesin - mesin pabrik tanpa mengeluarkan gas CO.

Pada motor diesel terdapat dua sistem yang utama yaitu sistem mekanikal dan sistem bahan bakar. Hasil akhir sistem mekanikal dapat diukur melalui test compressi, alat nya disebut compressi tester. Untuk sistem bahan bakar, dapat di ukur melalui mesin pengetes Injection Pump. Mesin pengetest dinamakan Test Bench. Test Bench berkemungkinan besar tidak dimiliki oleh Instansi SMK Kejuruan teknik mesin (khususnya teknik kendaraan ringan) dan Perguruan Tinggi swasta (khususnya konversi energi atau Diploma tiga teknik otomotif). Faktor harga Test benches adalah kendala terbesar. Misalnya Test Bend Merek Merlin seri MM 675 kurang lebih seharga 200 juta pada tahun 1998, sedangkan untuk produk buatan cina seharga 80 juta.

Pada instansi pendidikan khususnya teknik mesin, saat membahas materi injection pump (sistem bahan bakar diesel) tetapi tidak memiliki Test Bench maka berakibat dalam menganalisis sistem bahan bakar diesel akan terjadi kesulitan. Pada perbaikan dan troble shooting sistem bahan bakar diesel terjadi ketidak akuratan pada mekanikal karena tidak dapat mengidentifikasi detail komponen serta tidak mengetahui kinerja injection pump saat injection pump pada kondisi berbagai putaran.

Pengembangan dan Modifikasi Mesin Bubut sebagai Mesin Penguji Injection Pump Type In Line ini diharapkan dapat menjembatani kekurangan mesin penguji injection pump di instansi SMK Kejuruan atau perguruan tinggi swasta, sehingga diharapkan dapat meminimalkan angaran biaya praktikum motor diesel dan kompetensi pada materi sistem bahan bakar diesel untuk siswa atau mahasiswa lebih kompeten.

Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pemprosesan bagaimana merancang suatu kontruksi test bench injection pump dengan memanfaatkan mesin bubut Type KW 15 - 604 merk Krisbow (seharga RP 15.000.000) pada workshop Universitas Islam ”45” Bekasi. Penambahan komponen pada mesin bubut diharapkan menghasikan kinerja yang sama pada mesin Test Benches. Indikator kinerja mesin test bench injection pump diantaranya adalah :

1. Terdapatnya variasi putaran yang terjadi pada poros injection pump saat pengetesan.
2. Hasil variasi putaran akan menghasilkan penyemprotan yang sama dan terbaca pada gelas ukur.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang bangun kontruksi test bend injection pump type In Line dengan mengembangkan dan memodifikasi mesin bubut ?
2. Sejauh mana perbedaan mesin Pengetes Injection Pump (Test Bench) dengan mesin bubut yang telah terjadi Pengembangan dan Modifikasi.

Tujuan Penelitian.

Penelitian ini ditujukan untuk :

1. Menghasilkan rancang bangun kontruksi Test Bench Injection Pump Type In Line dengan mengembangkan dan memodifikasi mesin bubut.
2. Menghasilkan rancang bangun kontruksi Test Bench Injection Pump Type In Line dengan mengembangkan dan memodifikasi mesin bubut sehingga dapat dimiliki oleh SMK Kejuruan atau Perguruan Tinggi Teknik Mesin.

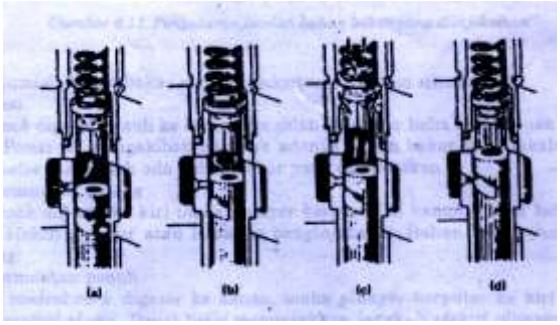
Sistem Bahan Bakar Motor Diesel

Sistem bahan bakar Motor Diesel terdiri dari dua komponen utama yaitu Injection Pump dan Nozzle. Injection Pump terdiri dari:

1. Plunger
2. Governor
3. Automatic Timer

1. Plunger

Pompa injeksi yang dipergunakan pada mesin diesel ada dua tipe, yaitu pompa injeksi distributor dan pompa injeksi in line. Pompa injeksi in line diperlihatkan pada gambar penampang barel dengan berbagai posisi plunyer dan katup delivery.



Gambar 2.1 Cara Kerja Pompa

Pada gambar (a), sewaktu plunyer bergerak turun ke bawah, bahan bakar mengalir masuk melalui lubang masuk (*inlet port*) mengisi ruang atas plunyer dan celah *helix plunyer*.

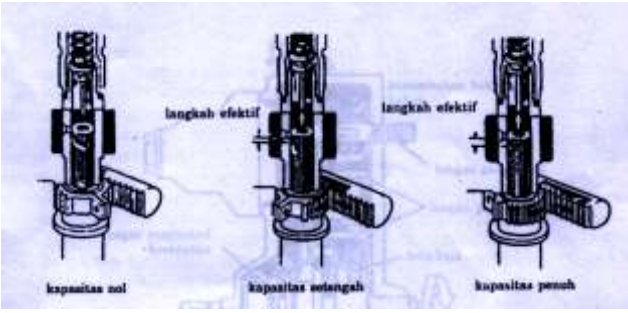
Pada gambar (b), plunyer bergerak keatas sehingga lubang masuk dan lubang by pass menutup. Kondisi ini menyebabkan bahan bakar siap untuk diinjeksikan.

Pada gambar (c), kelanjutan gerakan plunyer pada kondisi tersebut, akan berakibat naiknya tekanan bahan bakar yang dikeluarkan melalui katup delivery, kedalam pipa tekanan tinggi.

Pada gambar (d), pengeluaran bahan bakar melalui katup delivery berhenti, ketika helix plunyer melewati dan membuka lubang by pass barell. Katup delivery kembali kepada dudukan semula.

Plunyer diputar oleh control sleeve yang digerakkan oleh control rack. Gerakan control rack, baik yang digerakkan secara manual maupun dengan governor memutarkan plunyer untuk memperoleh volume bahan bakar yang dipompa. Langkah efektif adalah langkah plunyer dimulai dari tertutup lubang masuk (freed hole) oleh

plunyer sampai helix plunyer bertemu dengan lubang masuk.



Gambar 2.2 Pengaturan volume bahan bakar

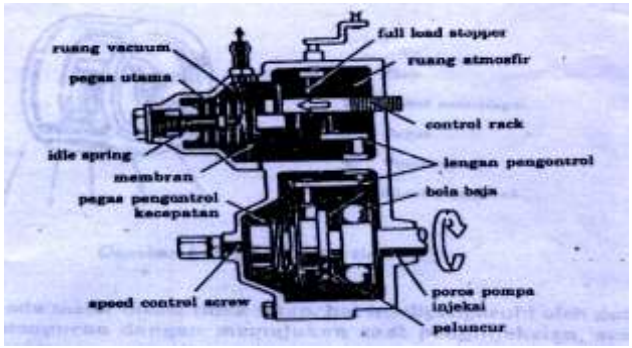
Pengaturan volume bahan bakar yang dipompa menuju nozzle, jika poros engkol tidak berputar maka control rack digeser penuh kekiri. Alur helix berhadapan dengan lubang by pass, mengakibatkan tidak ada bahan bakar yang dipompa. Pada saat mesin bermuatan sedang, yaitu control rack digeser kekiri maka plunyer bergeser kekanan. Posisi helix mengurangi langkah efektif plunyer atau lamanya pemompaan. Bahan bakar yang dipompa berkurang. Pada saat Mesin bermuatan penuh, yaitu sewaktu control rack digeser kekanan, maka plunyer berputar ke kiri sesuai dengan putaran control sleeve. Posisi helix pada langkah efektif plunyer atau lamanya pemompaan. Hal ini menandakan posisi pemompaan maksimum dari jumlah bahan bakar yang dikeluarkan melalui katup delivery (delivery valve).

2. **Governor**

Governor berfungsi agar putaran poros engkol tidak berhenti pada waktu idling dan mencegah putaran maksimum melebihi batas yang ditentukan serta mengatur pemakaian bahan bakar sesuai dengan beban dan kecepatan suatu keadaan. Ada tiga klasifikasi jenis governor, yaitu :

a. Governor Mekanik

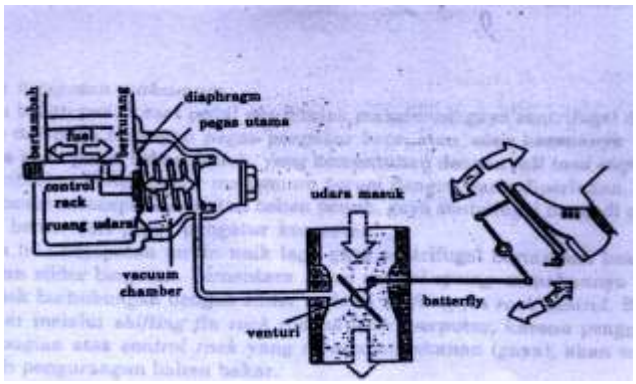
Pada governor mekanik, putaran tinggi mesin dikontrol oleh gaya sentrifugal yang dihasilkan fly weight bergerak keluar mendorong silinder kearah kanan. Gerakan silinder mengakibatkan control lever terungkit pada tangkainya dan ini mengakibatkan bergeraknya control rack kearah kanan atau kearah pengurangan bahan bakar. Akibatnya kecepatan mesin berkurang, dan gaya centrifugal juga berkurang.



Gambar 2.3 Governor mekanik

b. Governor Pneumatik

Pada putaran rendah sampai kecepatan sedang, mesin diatur oleh governor pneumatic yang diperoleh dari perubahan besar atau kecilnya kevakuman pada venturi, yang terdapat pada saluran masuk (manifold). Vakum yang dihasilkan pada venturi ditentukan oleh terbukanya katup dan kecepatan mesin. Diagfragma ditekan oleh pegas utama, kevakuman pada intake manifold tinggi, pegas utama terkalahkan, sehingga control rack bergerak kearah pengurangan bahan bakar.

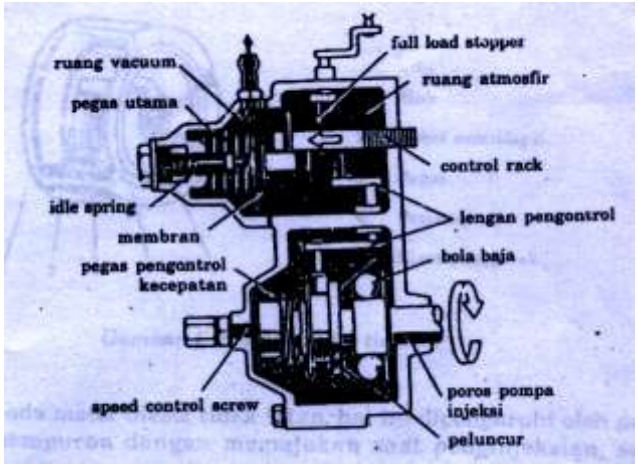


Gambar 2.4 Governor pneumatic

c. **Governor Gabungan**

Pengaturan putaran idle adalah pada saat mesin berputar pada kecepatan rendah (idling) governor mekanik belum bekerja, karena gaya centrifugal bola besi lebih kecil daripada tekanan speed control spring. Pada

saat idling pegerakkan control rack sama dengan pergerakan pada system pneumatic biasa, yang jumlah tekanan idling spring dan main spring seimbang dengan kevakuman di vacuum chamber. Pengaturan kecepatan menengah adalah jika pedal gas diinjak butterfly valve akan terbuka dan kevakuman akan berkurang. Berkurangnya kevakuman main spring akan mendorong control rack kearah memperbanyak pengiriman bahan bakar, sehingga kecepatan mesin akan naik. Pada kecepatan menengah, besarnya tekanan pegas utama seimbang dengan kevakuman yang dihasilkan sesuai dengan posisi pedal gas.

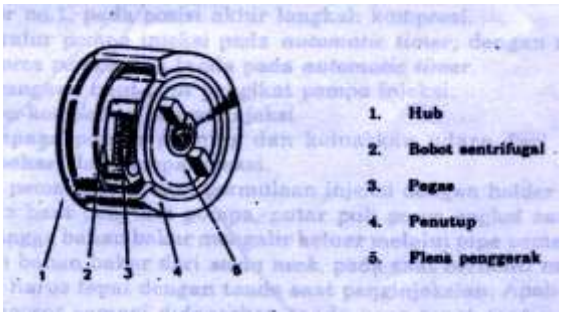


Gambar : 2.5 Governor Gabungan

Pengaturan kecepatan maksimum adalah, pada waktu beban penuh saat pedal gas diinjak maksimum gaya sentrifugal dari steel ball lebih besar daripada tegangan pegas pengatur kecepatan, oleh karenanya control rack akan berada pada posisi beban penuh, yang bersentuhan dengan full load stopper. Sehingga didapat pemberian bahan bakar maksimum. Pada saat mesin mencapai kecepatan beban penuh, gaya centrifugal menjadi sama dengan kedudukan beban dari pegas pengatur kecepatan. Kecepatan mesin bertambah, maka gaya centrifugal bertambah besar, sehingga menyebabkan silinder bergerak. Sementara speed control spring menahanya karena tuas pengatur rack terhubung dengan silinder melalui shifting fin rack control. Berhubungan dengan silinder melalui shifting fin rack control lever berputar, karena pergerakkan dari silinder dan bagian atas control rack yang mendapat tekanan (gaya), akan menggerakkan rack kearah pengurangan bahan bakar. Rack tidak akan bergerak kearah pengurangan bahan bakar selama gaya yang mendorongnya (gaya centrifugal) lebih kecil dari pada gaya tegangan main spring. Pada saat kecepatan mesin melampaui batas kecepatan beban penuh, gaya centrifugal bertambah besar dan bersama-sama tegangan main spring menarik control rack kearah posisi pengurangan bahan bakar, maka kecepatan mesin berkurang. Over running dapat dihindari.

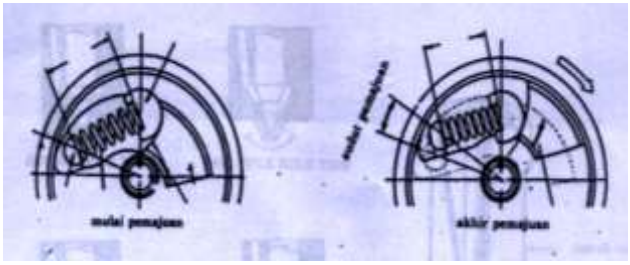
3. Automatic Timer

Automatic Timer berfungsi guna memajukan saat penginjeksian.



Gambar. 2.6 Automatik Timer

Automatic timer bekerja berdasarkan gaya sentrifugal, sehingga majunya saat penginjeksian sesuai kecepatan mesin.

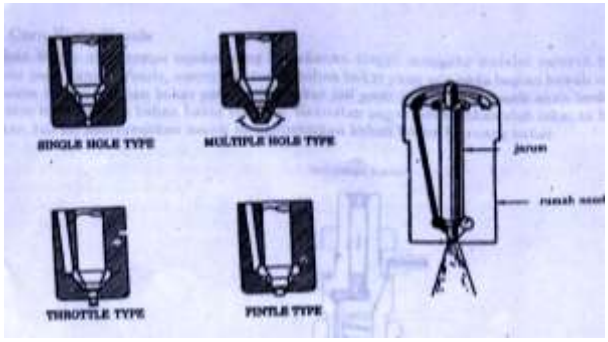


Gambar . 2.7 Cara Kerja Automatic Timer

Apabila putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal (F) bertambah, menyebabkan bobot sentrifugal (E) bergerak ke arah luar. Hal ini menyebabkan pengurangan jarak antara journal-journal (L), yang mengakibatkan majunya saat injeksi.

Nozzle

Injektor terdiri dari dua bagian, yaitu nozzle dan pemegang nozzle. Nozzle dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu nozzle model lubang dan nozzle model pin. Nozzle model lubang dibagi lagi menjadi lubang satu dan lubang banyak, sedangan nozzle model pin dibedakan jenis throttle dan jenis pintle.

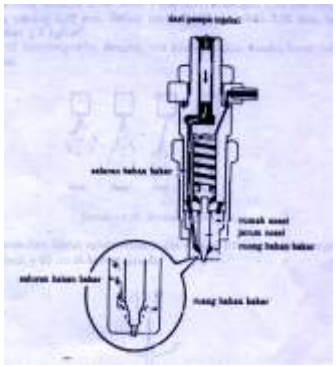


Gambar. 2.9 Kontruksi dan model-model nozzle.

Bentuk ruang bakar dari suatu mesin, menentukan jenis nozzle yang akan digunakan. Nozzle lubang banyak umumnya dipergunakan untuk mesin diesel dengan penginjeksian langsung, sedangkan model pin digunakan pada mesin diesel yang mempunyai ruang bakar muka.

Cara Kerja Nozzle

Bahan bakar dari Injection Pump, mengalir melalui saluran bahan bakar pada rumah nozzle, menuju ke ruang bagian bawah nozzle. Apabila tekanan bahan bakar pada ruang bakar (oil pool) naik, jarum nozzle akan terdorong keatas. Kekuatan pegas terkalahkan oleh tekanan bahan bakar, hal ini menyebakan nozzle menginjeksikan bahan bakar keruang bakar.



Gambar. 2.10. Cara Kerja Nozzle

Apabila tekanan bahan bakar turun, kekuatan pegas mengalahkan tekanan bahan bakar, sehingga jarum nozzle kembali ke posisi menutup saluran bahan bakar. Kelebihan bahan bakar mengalir melalui jarum nozzle dan rumahnya, terus ke celah antara pin penekan dengan pemegang nozzle dan kembali ke saluran kelebihan bahan bakar. Selain untuk diinjeksikan ke dalam ruang bakar, bahan bakar berfungsi untuk melumasi komponen-komponen injektor.

Rancang Bangun Alat

Sebelum suatu produk dibuat, maka produk tersebut haruslah dirancang, dalam bentuknya yang paling sederhana dari produk yang akan dibuat. Sebagian produk merupakan benda teknik yang rumit sehingga banyak elemen. Gambar hasil rancangan produk adalah hasil akhir proses perancangan. Suatu produk barulah dapat dibuat setelah ada gambar rancangannya. Setelah melakukan perencanaan suatu produk, proses yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan proses manufaktur sebelum melakukan proses pembuatan model. Beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam persipan sebelum produk ini di buat yaitu :

1. Komponen bahan yang dibutuhkan
2. Kualitas dan kapasitas produk yang diinginkan
3. Waktu penyelesaian pembuatan produk.
4. Perhitungan material
5. Perhitungan daya
6. Perhitungan kapasitas

Diagram Aliran Metodologi Pembuatan

Untuk melakukan proses pembuatan suatu dudukan alat test benches perlu dilakukan perencanaan dan perancangan sebagai langkah dasar pembuatan dudukan alat, sehingga dari pengumpulan data, pemilihan bahan (material), proses pengerjaan produksi (manufacture), pengawasan mutu (quality control), dan penyelesaian pembuatan (finishing) dapat dilakukan dengan hasil yang lebih baik. Sehingga dalam perencanaan mesin tersebut diperoleh keefektifan dan keefisienan. Langkah-langkah kegiatannya sebagai berikut :

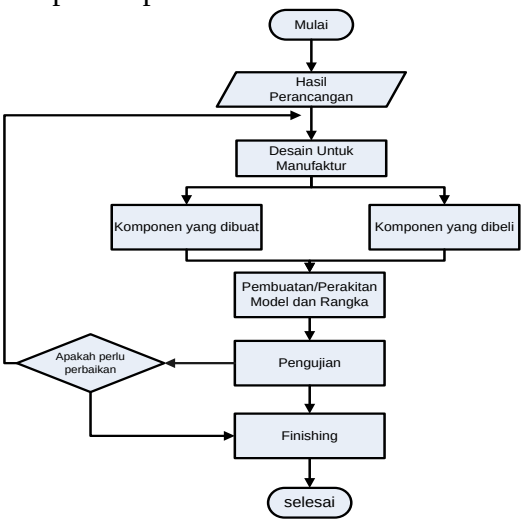
a. Penyusunan Konsep

b. Desain untuk Proses Pembuatan (Manufaktur)

1. Sketsa gambar, spesifikasi alat dan rancangaan dudukan.
2. Penjelasan detail proses produksi dan perakitan dudukan.

c. Perancangan detail

Perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material dan toleransi dari seluruh komponen yang akan digunakan untuk pembuatan dudukan. Perencanaan yang telah dibuat, peralatan yang akan dirancang tiap komponen, dibuat dalam system proses produksi.



Gambar 3.1 Diagram Alir

Data Hasil Perancangan

Proses pembuatan produk komponen dikelompokan menjadi tiga kelompok, yaitu komponen yang didapat dengan cara dibeli di pasaran, komponen yang didapat dengan cara pembuatan, jasa pembuatan dan fasilitas dari universitas. Hasil pengumpulan data komponen :

Tabel 3.1 Komponen Yang Dibeli

No	Komponen	Panjang	Lebar	Tinggi	Tebal	Ø D	Type	Jumlah
1	Besi Plat	388	288	-	20	-		1

Tabel 3.2 Komponen Yang Dibuat

No	Komponen	Panjang	Lebar	Tinggi	Tebal	Ø D	Type	Jumlah
1	Pelat pengunci	80	50	5	-	-	-	1

Tabel 3.3 Jasa Pembuatan

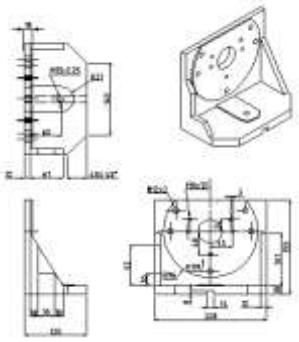
No	Komponen	Panjng	Lebar	Tebal	Ø D	Jumlah	Jasa
1	Pemotongan Plat	228	193	20	70	1	Rp.
1	Pemotongan Plat	228	128	20		1	Rp.
	Pemotongan Plat	107	67	20		2	Rp.
2	Pengelasan	1018	7	3		1	Rp.
3	Tap	20			10	2	Rp.

Keterangan : ukuran dalam mm

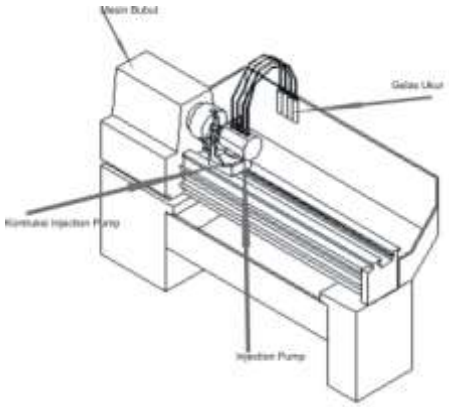
Menyiapkan Material yang akan digunakan

Material (bahan) dan komponen yang sudah dipilih dan dibeli, disiapkan dibengkel untuk mempermudah pengerjaan atau proses pembuatan. Setelah persiapan bahan selesai, selanjutnya dilakukan proses permesinan. Faktor –faktor yang menjadi dasar pemilihan bahan (material) adalah : mudah didapat, dan mudah pengerjaan dengan teknik permesinan. Alat yang harus disediakan dan digunakan dalam proses pembuatan konstruksi test benches diantaranya beberapa *tool kit*, mesin las, mesin grinda, mesin bor, alat tap.

Proses Pembuatan (Manufacture)



Gambar 3.2 Kontruksi PartTest bench Injection Pump



Gambar 3.3 Alat Modifikasi dan Injection pump pada mesin bubut

Proses manufaktur merupakan serangkaian proses yang dilakukan untuk mengubah bahan setengah jadi menjadi barang jadi atau suatu bentuk yang memiliki nilai lebih dari sebelumnya. Prosedur yang dilakukan dalam proses pembuatan (*manufacturing)* rancang bangun kontruksi test bench.

Tahapan Pembuatan Komponen (Manufacture Part)

Pada proses pengerjaan produksi (proses manufacture) pada rancang bangun kontruksi test bench injection pump dikerjakan dibeberapa tahapan-tahapan berdasarkan komponen yang akan dibuat, agar didalam pembuatan komponen dapat saling mendukung antara yang satu dengan komponen yang lain. Sebagian besar proses pengerjaan yang dilakukan adalah proses pengelasan, proses bor (*drilling)*, proses grinda, proses pemotongan (*cutting)*,dan beberapa bagian dilakukan proses tap.

Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengujian melakukan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Memasang alat dudukan injection pump pada Mesin Bubut Krisbow type KW 15-604
2. Rakitlah plat pengunci pada mesin Bubut
3. Rakitlah puli injection pump pada cak mesin bubut pastikan puli tersebut kencang pada cak dan tidak ada kemiringan.
4. Rakitlah baut pengunci pada plat pengunci dan kotruksi injection pump, pastikan kontruksi tersebut tidak goyang dan tidak ada kemiringan pada bantalan mesin bubut.
5. Mengisi injection pump dengan bahan bakar, aktifkanlah mesin bubut
6. Lakukan pengujian semprotan injection pump berbagai tingkatan yaitu :
   a.Pada Rpm 125
   b.Pada Rpm 210
   c.Pada Rpm 420
   d.Pada Rpm 620
   e.Pada Rpm 1000
   f.Pada Rpm 2000

Variasi putaran terdapat pada mesin bubut Krisbow type KW 15 - 604.

Daftar Pustaka

1. **TEAM**, PT. Toyota Astra Motor, Diesel Engine Step 2 1995. Jakarta
2. **TEAM**, PT. Toyota Astra Motor, Diesel Engine Step 3 1995. Jakarta
3. **Wiranto Arismunandar**, 2006. Pedoman untuk Mencari Sumber Kerusakan, Merawat dan Menjalankan Kendaraan Bermotor. Jakarta