

ANALISA MESIN PEMBENGGKOK PIPA

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana*

Disusun Oleh :

JONNER TUMANGGOR

NIM :02.813.0022



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2007

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRACT

Ability to yield various final form which more economic valuable at good metal of sheet, bar, plate, tube and pipe with high production represent progress of real technology. Switchover from forming process by hand to mass production method by using modern technological machine become important factor in improving human life standart.

In using of pipe, many type of pipe which need to be bended at the time of usage, even when it is used in pipe construction in steaming of kettle, water installation, gas installation and for other at various equipments type, where needed a bent pipe with certain curvature angle; corner, which is on moment process retortion yielded curve pipe which is the nature of is mechanical do not change.

These days there are utilized method in bending pipe, that is: Process Deformation and Process Machinery. Process Deformation assessed by very efficient in improving the amount of production

Pursuant to above that mentioned, hence in this research is formulated by problem of Bending Machine Pipe. And also analyzed planning, maintenance machine of bending machine pipe.

Form of this research is by direct observation of leisure to get accurate result of bending machine pipe added with research form bibliography with analyzing books of matching and also direct interview with side where writer execute research.

Result from this research is that bending machine pipe represent efficient and effective machine in improving capacities produce and also according to request of consumers

ABSTRAK

Kemampuan untuk menghasilkan berbagai bentuk akhir yang lebih bernilai ekonomis pada logam baik lembaran, batang, plat, pipa dan tabung dengan produksi tinggi merupakan kemajuan teknologi yang nyata. Peralihan dari proses pembentukan dengan tangan ke metode produksi besar-besaran dengan menggunakan mesin-mesin berteknologi modern menjadi faktor penting dalam meningkatkan standar kehidupan manusia.

Dalam penggunaan pipa, banyak jenis pipa yang perlu dibengkokkan pada saat pemakaian, baik untuk dipakai di dalam konstruksi perpipaan dalam ketel uap, instalasi air, instalasi gas dan untuk keperluan lain pada berbagai jenis peralatan, dimana diperlukan suatu pipa bengkok dengan sudut kelengkungan tertentu, yang pada saat proses pembengkokan dihasilkan pipa lengkung yang sifat mekanisnya tidak berubah.

Dewasa ini terdapat metode-metode yang dipergunakan dalam membengkokkan pipa yaitu: Proses Deformasi dan Proses Permesinan. Proses deformasi dinilai sangat efisien dalam meningkatkan jumlah produksi.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka dalam penelitian ini dirumuskan masalah Analisa Mesin Pembengkok Pipa serta menganalisa perencanaan, pemeliharaan mesin pembengkok pipa.

Bentuk dari penelitian ini adalah observasi langsung kelapangan untuk mendapatkan hasil yang akurat dari mesin pembengkok pipa tersebut ditambah dengan penelitian kepustakaan dengan menelaah buku-buku yang sesuai dengan judul skripsi ini serta wawancara langsung dengan pihak dimana penulis melaksanakan penelitian.

Hasil dari penelitian ini adalah bahwa mesin pembengkok pipa merupakan mesin yang efektif dan efisien dalam meningkatkan kapasitas produksi dan sesuai dengan permintaan konsumen.

DAFTAR ISI



ABSTRAKS	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat Perencanaan	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum Mesin Pembengkok Pipa	6
2.1.1. Jenis Pembengkokan Pipa.....	13
2.1.1.1. Pembengkokan Dingin	13
2.1.1.2. Pembengkokan Panas	14
2.1.1.3. Pembengkokan Induksi	15
2.1.1.4. Pembengkokan Topang Sudut.....	16

2.1.2. Jenis Mesin Pembengkok Pipa Pada Pembengkokan	
Dingin.....	17
2.1.3. Metode Pembengkokan Pipa	18
2.1.4. Perangkat Tambahan Pada Pembengkokan Pipa.....	19
2.2. Mekanika Pembengkokan Pipa.....	23

BAB III PERENCANAAN PERANGKAT PEMBENGGKOK PIPA

3.1. Analisa Perhitungan Komponen	33
3.1.1. Perangkat Penggerak Form Block.....	33
3.1.2. Perangkat Penekan	57
3.1.2.1. Roll Ganda dan Poros.....	61
3.1.2.2. Poros Penekan dan Bantalan	67
3.1.3. Perangkat Penahan Laju Regangan Pipa.....	71
3.1.4. Pompa Hidrolik	72
3.1.5. Perangkat Tambahan.....	76

BAB IV PEMELIHARAAN PERANGKAT PEMBENGGKOK PIPA

4.1. Sistem Prefentif Maintenance	79
4.2. Sistem Brake Down Maintanance.....	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan.....	84
2. Saran.....	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Proses pengerjaan baja paduan yang dirancang untuk menjadi produk standard yang bentuknya sederhana seperti lembaran, plat, batang, pipa dan tabung-fabrikasi.

Kemampuan untuk menghasilkan berbagai bentuk akhir yang lebih bernilai ekonomis pada logam baik lembaran, batang, plat, pipa dan tabung dengan produksi tinggi merupakan kemajuan teknologi yang nyata. Peralihan dari proses pembentukan dengan tangan ke metode produksi besar-besaran dengan menggunakan mesin-mesin berteknologi modern menjadi factor penting dalam meningkatkan standart kehidupan manusia.

Berbagai jenis peralatan telah dibuat oleh manusia untuk mengubah bahan - bahan logam Standard menjadi bentuk akhir yang diinginkan. Pembuatan bentuk pada logam secara umum dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Secara proses deformasi, dimana volume dan massa logam tetap dan logam bergerak dari suatu tempat ke tempat lain.
2. Dengan cara membuang bagian-bagian logam (proses permesinan), dimana bagian logam dibuang untuk memperoleh bentuk yang diinginkan.

Dalam proses pembentukan dengan cara pembentukan plastis dibutuhkan suatu usaha untuk mengendalikan sifat-sifat mekanik dimana lubang udara dan porositas dapat dihilangkan dengan cara tempa panas atau pengerolan panas. Hal ini sekaligus meningkatkan kegiatan dan ketangguhan patah. Pada bagian produk sifat – sifat mekanik tergantung pada pengendalian pengerasan regang selama proses berlangsung dan pada beberapa hal lain dibutuhkan pengendalian deformasi, suhu dan laja perubahan regangan yang tepat selama proses berlangsung. Hal ini diperlukan untuk memperoleh struktur dan sifat-sifat optimum.

Banyaknya proses yang dikembangkan untuk pengerjaan logam antara lain :

1. Proses penekanan langsung.
2. Proses penekanan tak langsung.
3. Proses tarik.
4. Proses penekukan.
5. Proses pengguntingan.

Sesuai dengan judul yang diambil oleh penulis yaitu : “ **ANALISIS MESIN PEMBENGGOK PIPA** “ maka pokok pembahasan yang diambil oleh penulis yaitu perancangan perangkat pembengkok pipa. Hal ini di dasari oleh banyaknya jenis – jenis pipa yang perlu dibengkokkan pada saat pemakaian, baik untuk dipakai di dalam konstruksi perpipaan dalam ketel uap, instalasi air, instalasi gas dan untuk keperluan lain pada berbagai jenis peralatan, dimana

diperlukan suatu pipa bengkok dengan sudut kelengkungan tertentu, yang pada

saat proses pembengkokan dihasilkan pipa lengkung yang sifat mekanisnya tidak berubah.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah – masalah yang mendorong penelitian ini di lakukan sebagai berikut :

Perangkat pembengkok pipa yang dirancang terdiri dari dua bagian utama yaitu penekanan yang meneruskan gaya penekanan dari pompa hidrolik dimana penekanan memiliki kontur pada pembukaan seperti kontur pipa dan dibuat seperti roda dipasang ganda. Dalam hal ini direncanakan menggunakan pompa hidrolik, dimana hidrolik tersebut dibuat dengan poros penghubung yang disesuaikan dengan ukuran bengkokkan yang diinginkan dengan mal pembengkok (form block) sesuai dengan ukuran pipa, sehingga poros penghubung dapat diganti – ganti. Bagian kedua berfungsi sebagai penahan tekanan dan pembuat bengkokkan (form block) dimana pipa dijepit pada bagian ini yang kemudian form block berputar. Kontur form block juga dibuat sesuai dengan ukuran pipa yang dibengkokkan, dipasang sedemikian rupa sehingga dapat diganti-ganti sesuai dengan kebutuhan. Kemudian bagian tambahan yang digunakan adalah mandrel yang dimasukkan kedalam pipa yang akan dibengkokkan .

1.3. Tujuan

Sesuai dengan yang telah diuraikan di atas, maka dapat dibuat suatu tujuan dari pada pembahasan ini yaitu :

- (1) Analisa sistem pembengkok pipa
- (2) Untuk analisa proses kerja mesin pembengkok pipa
- (3) Untuk mengetahui kapasitas produksi
- (4) Untuk mengetahui teknik pemeliharaan dan perbaikannya

1.4. Manfaat Perencanaan

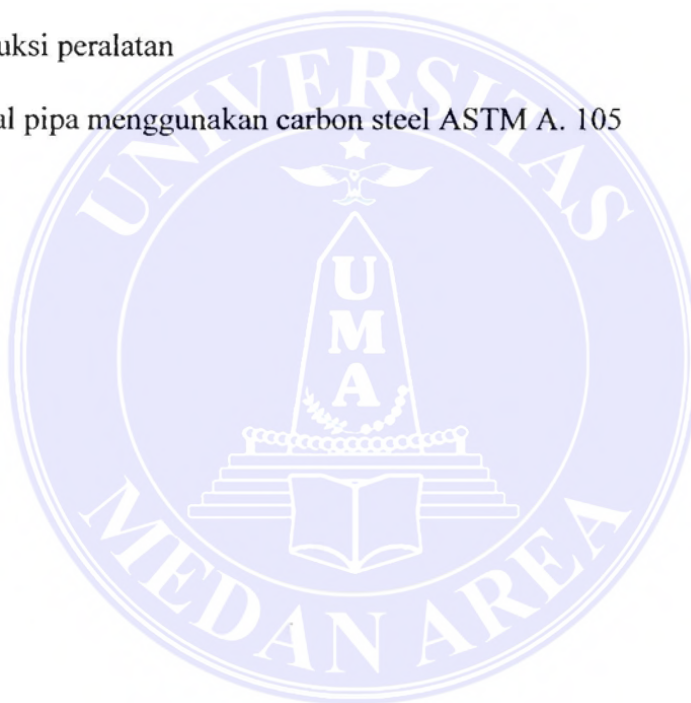
Manfaat yang diperoleh dari perencanaan ini adalah :

1. Untuk mengenal lebih dekat dunia industri yang bergerak dibidang pengolahan baja khususnya Mesin Pembengkok Pipa
2. Untuk memberikan kontribusi pada perkembangan Ilmu dan Teknologi
3. Menjadi masukan bagi Industri pengolahan baja dalam hal meningkatkan efisiensi dan produktifitas kerja
4. Menjadi rujukan dan bertambahnya peluang bagi Mahasiswa-mahasiswa lain untuk melakukan penelitian yang berkenaan dengan Mesin Pembengkok Pipa

1.5. Batasan Masalah

Mengingat banyaknya factor yang mempengaruhi serta untuk memperjelas ruang lingkup pembahasan maka penulis menentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Metode pembengkokan
2. Analisa beban pembengkokan
3. Konstruksi peralatan
4. Material pipa menggunakan carbon steel ASTM A. 105



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Mesin Pembengkok Pipa

Pembentukan pada pipa meliputi pembengkokan, pemuaian pipa, ekstrusi, penempaan dan pemolesan. Secara umum hal ini dikenal dengan proses penyelenggaraan pabrikasi pipa dimana pengerjaan dilakukan untuk mendapatkan perlengkapan yang khusus.

Pembengkokan pipa dan tabung dianggap lebih ekonomis dari pada proses perubahan lainnya, hal ini ditunjukkan dengan tersedianya sifat fleksibel dan hasil akhir pipa dan tabung, di dalam sistem dan batas yang diijinkan pada pengerjaan akhir. Pada pengerjaan bengkok dapat mengurangi biaya yaitu biaya material, sistem pabrikasi pipa dan pada biaya pemasangan dibandingkan dengan biaya penggunaan elbow dengan bantuan pengelasan pada pipayang sangat panjang.

Keuntungan lain dari bengkokan dibanding siku adalah :

- a. Terjadinya pengurangan tahanan alir pada kecepatan tinggi
- b. Keuntungan jari-jari lebih besar pada bengkokan

Apakah keputusan yang diambil dalam penggunaan elbow ataukah pembengkokan pipa?. Hal ini dapat dilihat berdasarkan beberapa paktor sebelum keputusan diambil, antara lain :

A. Material pipa yang digunakan

Material pipa yang digunakan adalah pipa seamless yang terbuat dari bahan baja paduan dan dikerjakan dengan cara pembengkokan dingin. Dengan mengambil bahan baja paduan sebagai perhitungan dalam perencanaandengan kriteria bahwa dari beberapa jenis bahan tersebut memiliki nilai elastis yang tinggi sehingga perlawanan lentur (EI) yang dimiliki lebih besar.

Pembatasan kemampuan bengkok pada pipa didasari atas :

- a. Kemampuan tempa atau sifat kenyal pada logam atau paduan dari material pipa.
- b. Kecenderungan yang terjadi pada bagian luar bengkokan adalah terjadinya pemerataan sifat runtuh (terjadinya penipasan pada dinding sebelah luar pipa).
- c. Kecenderungan pada bagian dalam pipa adalah terbentuknya gesper atau lipatan pada logam.
- d. Kecenderungan terbentuknya pembuatan telur pada daerah bengkokan.

B. Kerugian gesekan yang terjadi

Jika pada suatu instalasi dibutuhkan kerugian gesekan kecil atau lebih besar maka dalam perencanaan dibutuhkan kelengkungan suatu pipa, berdasarkan hal ini kita harus dapat memilih metode dan jenis bengkokan mana yang dipilih.

C. Batasan pada ukuran

Jika pada suatu instalasi yang dibutuhkan adalah suatubengkokan dengan pipa pendek maka hal ini tidak tepat karena akan lebih mahal jika menggunakan

D. Nilai ekonomis

Dengan mempertimbangkan ketiga factor tersebut maka harus dipertimbangkan juga nilai ekonomis dari penggunaan bengkokan atau elbow, sebab pada pembengkokan perlu diperhatikan metode pembengkokan dan perangkat pembengkokan yang ada, begitu juga dengan penggunaan elbow dapat lebih ekonomis pada pipa pendek karena dengan menggunakan dua buah potongan pipa dan dengan pengelasan dapat dibuat sebuah elbow.

Untuk menghasilkan bentuk pembengkokan seperti pada gambar 2.1 disesuaikan dengan panjang pipa standart yang ada sehingga dapat dihindari penyambungan pada bengkokan yang rumit. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan humus sebagai berikut :

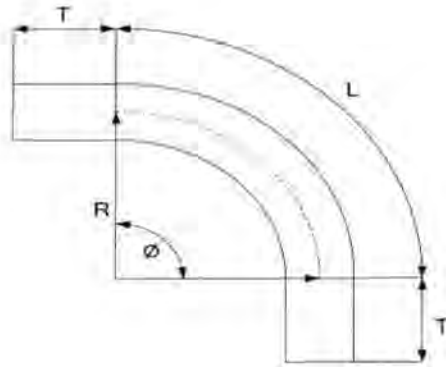
$$L = R \times \alpha \times 0,0174$$

Dimana :

L = Panjang pipa bengkok

R = Jari-jari pipa

α = Sudut bengkokan



Gambar 2.1. Pipa Pembengkok

Keterangan gambar :

α = Sudut Bengkokan

L = Panjang bengkokan

T = Panjang pipa yang tersisa

R = Kari-jari pipa

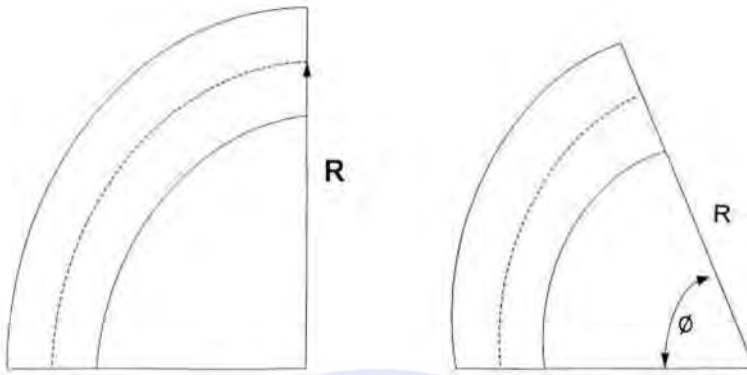
Dan untuk panjang total diperoleh dari rumus sebagai berikut :

$$L_p = L + 2T$$

Dimana

L_p = Panjang total pipa

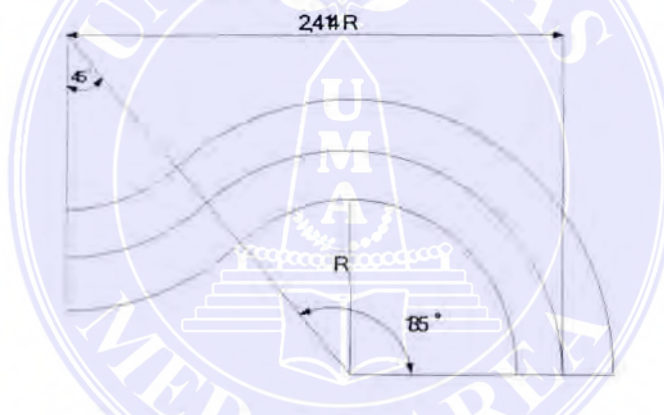
Dilapangan akan banyak dijumpai bengkokan-bengkokan yang rumit maka untuk itu dalam perencanaan perangkat pembengkok pipa ini digunakan standart pipa bengkok yang dapat dilihat pada gbr 2.2



Bengkokkan seperampat -90°
 $L = 1,571$

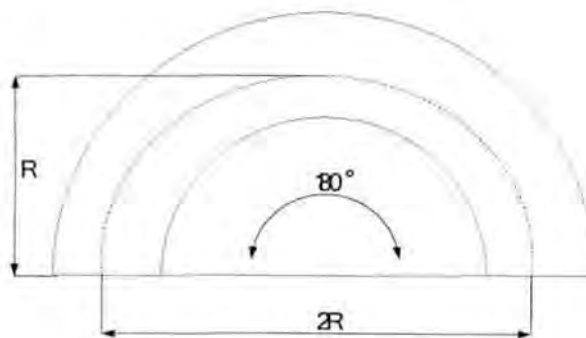
Bengkokkan $46^{\circ} - 89^{\circ}$
 $L = \alpha R$

Gambar 2.2.a

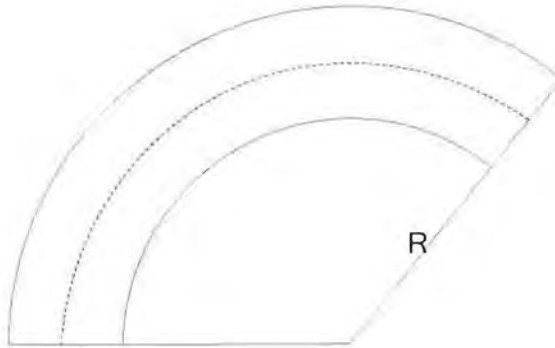


Simbol ordinat bengkokkan seperampat
 $L = 3,14$

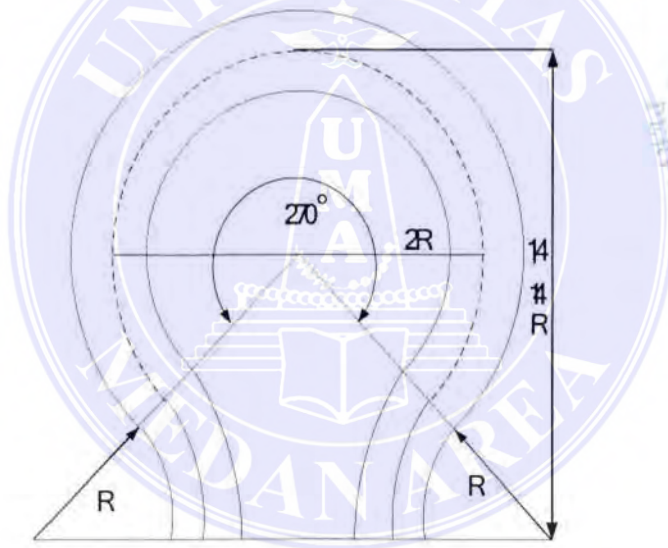
Gambar 2.2.b.



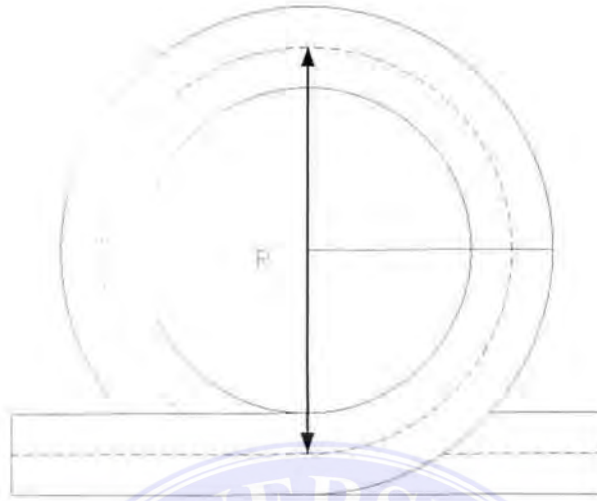
Bengkokkan 180°
 $L = 3,14$
 Gambar 2.2.c.



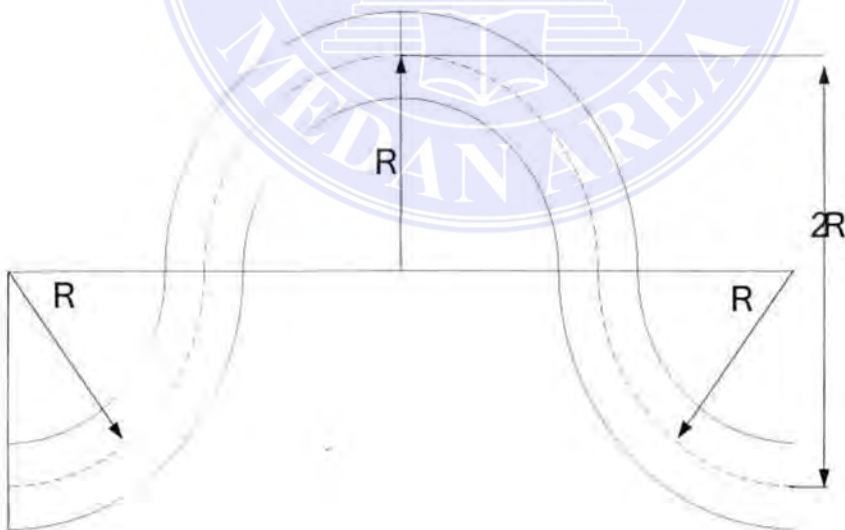
Bengkokan $91^{\circ} - 179^{\circ}$
 $L = R$ kali jari - jari
Gambar 2.2.d.



Bengkokan U ganda
 $L = 6,283$
Gambar 2.2.e.



Bengkokan Siklus
 $L = 6,283$
Gambar 2.2.f.



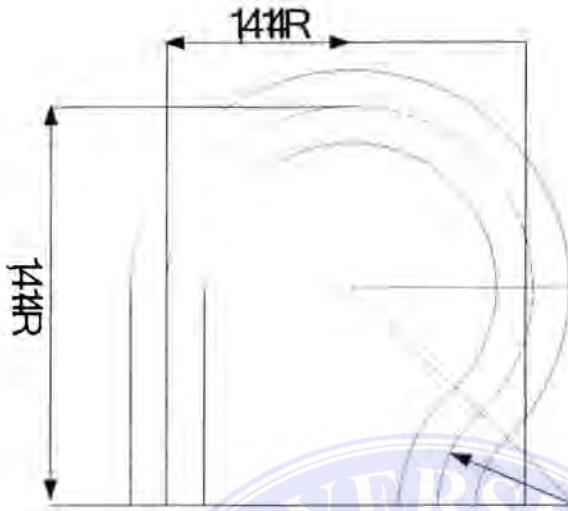
Pengembangan Bengkokan U
 $L = 6,283 R + 2x$
Gambar 2.2.g.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Bagian Tunggal Bengkokan U
 $L = 6,127 R$
 Gambar 2.2.h

2.1.1. Jenis Pembengkokan Pipa

2.1.1.1. Pembengkokan Dingin

Pembengkokan dingin adalah proses pembengkokan yang dilakukan pada temperature 25 sampai 28⁰ C atau dengan kata lain yaitu, pembengkokan dingin dilakukan tanpa memberikan pemanasan pada benda kerja yang akan dibengkokan.

Selain baja dan aluminium, daerah silang pada tabung dalam pembengkokan seharusnya didukung oleh penempatan pembulat (mandrel, pasir, air atau material lainnya).

Dasar pada penggunaan yang tepat dari penahan pembengkokan berlekuk, untuk jari-jari minimum, sebaiknya kejutan dan penempatan dibuat berbeda dari biasanya, dimana penahan pembengkokan dan sepatu ditempatkan pada titik

pengujian saat pembengkokan diberikan. Jari-jari terkecil dapat dibuat dengan mandrel, pasir, air, dan seluruh pendukung mekanis lainnya.

Pembengkokan dingin lebih disukai karena lebih memungkan dalam penghematan dana. Tetapi banyak kontraktor kerja pipa yang hanya menyediakan fasilitas untuk pembengkokan pipa dan tabung dibawah ukuran 100 mm, kelompok pembesaran tentu dapat dibuat untuk tabung dan pipa diatas ukuran 300 mm.

2.1.1.2. Pembengkokan Panas

Pembengkokan panas adalah proses pembengkokan yang dilakukan pada temperature 850 sampai 900^oC dimana pembengkokan dilakukan dengan memberikan pemanasan pada daerah benda kerja yang akan dibengkokkan.

Proses pembengkokan panas pada pipa relative mahal, tidak hanya pada operasinya tetapi pada keahlian pengerjaannya. Bagaimanapun hal ini tergantung pada pengerjaan frekuensi yang diijinkan dimana design yang dibuat untuk penggunaan dari panjang jari-jari bengkakan, sehingga teknik pembengkokan panas tidak dapat dihindari. Dalam hal ini pembicaraan hanya pada batas penggunaan jari-jari terkecil yang dapat dipertahankan, dimana pada daerah tiga kali diameter tabung (3x diameter pipa, untuk pembengkokan panas). Pembengkokan panas akan menghasilkan lengkungan yang akurat, memiliki kontur yang halus dengan penipisan terkecil.

Tata cara pembengkokan panas antara lain :

- a. Melakukan pengisian pasir pada tabung yang mana dapat mencegah pembulatan telur dan pengerutan
- b. Pemberian panas pada tungku dengan temperatur pembengkokan yang khusus.
- c. Peletakan pada meja khusus (perangkat pembengkok) dimana salah satu ujungnya dijepit dan ujung lainnya diputar dengan penarik atau sejenisnya sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Untuk menjamin dihasilkannya bentuk yang tepat, maka operator pembengkokan harus mengikuti ketentuan yang diijinkan.
- d. Pada akhir pengerjaan, bengkokan harus diperiksa kembali untuk mendapatkan hasil akhir yang tepat.

2.1.1.3. Pembengkokan Induksi

Pembengkokan induksi adalah pembengkokan pada tabung dan pipa dengan menggunakan efek jumlah panas dengan induksi arus pusaran. Pada dasarnya operasi ini lebih terjamin pada pipa, dimana lengan sumbu radial dengan pemuatan jari-jari yang diijinkan pada kurva didalam sebuah hidrolis penekan pada penekanan pipa melalui gulungan pemanas.

Hanya sebuah bagian bengkokan sempit yang diletakkan pada suhu pembentukan. Perlu diperhatikan pada bagian penahan dingin dari rancangan khusus dari gulungan air pendingin. Jari-jari bengkokan harus didapat secepatnya

dengan memasang pada titik yang terjamin sebab pipa agak tertekan pada puli

pembengkok. Perbedaan ketebalan dinding tidak lagi menjadi masalah pada penyediaan pemanasan rata-rata yang dipenuhi.

Pada pembengkok pipa jenis ini mampu menghasilkan bengkakan banyak atau pada bentuk yang kompleks. Perubahan yang terjadi biasanya pada daerah 90° tetapi hal ini dapat dicapai pada penurunan jari-jari untuk dua kali diameter luar (2D) atau 0,5 D dan juga menyediakan ketebalan dinding yang cukup.

Setelah material yang memenuhi kriteria yang ada, baru dilakukan pemberian konduksi listrik hal ini menyebabkan material tidak mudah mengalami keretakan dan kehancuran pada temperatur pembentukan.

2.1.1.4. Bengkokan topang Sudut

Jari-jari bengkakan yang tersedia relative kecil pada diameter pipa dibandingkan dengan pembengkokan panas atau dingin. Bengkokan topang sudut dapat digunakan karena sangat berguna untuk diameter luar yang sangat besar dan termasuk dalam elbow dan lifting. Pada dasarnya ada dua cara dalam pembuatan bengkakan topang sudut :

- a. Pipa kerja dipotong menjadi beberapa bagian terpisah. Pada pembentukan perakitan dan pengelasan dilakukan bersamaan, contoh bengkakan sudut 45° (metre bend).
- b. Didalam pembuatan setelah didapatkan potongan-potongan dalam bentuk irisan-irisan terpisah dari pipa, dilakukan penyusunan kembali dengan posisi yang telah diatur untuk pengelasan.

Setelah bagian-bagian tabung terpenuhi oleh potongan-potongan, dilakukan penyusunan untuk kondisi pengelasan. Begitu juga pada hasil pengelasan type “ cut and shoot “ (potongan dan tembak) dari bengkakan topan sudut.

2.1.2. Jenis Mesin Pembengkok Pipa pada Pembengkokan Dingin

1. Mesin Pembengkok Pipa Type Ram

Sebelum berkembangnya mesin-mesin pembengkok pipa seperti saat ini, jenis ini banyak digunakan dan sangat tepat digunakan untuk pipa yang tebal dan panjang (ketebalan diatas 0,5 inch). Pada persamaan pemeratan daerah yang dibengkokan memberikan pertimbangan yang dapat disetujui. Mesin pembengkok pada type ram tidak cocok digunakan untuk produksi yang membutuhkan waktu singkat dan jumlah produksi banyak, selainitu keahlian Amat dibutuhkan pada produksi yang halus dan bengkakan yang bebas kerutan.

2. Mesin Pembengkok Pipa Type Bender

Pada jenis ini tekanan dies meningkat dalam posisi tertentu pada bingkai dari mesin, sirip puncaknya merupakan daerah bebas pada putaran. Bentuk bengkakan didapat karena kerapatan yang tepat pada batang piston silinder hidrolisk,meskipun kenormalan bahan pipa pada jari-jari bengkakan tidak memungkinkan dari luas bengkakan pada batas kemajuan sebuah pematatan.

3. Mesin Pembengkok Pipa Type Rotary

Type seperti ini lebih sesuai karena kebutuhan yang semakin bertambah. Sebagai pengerjaan dingin dari operasi pembengkokan sangat cocok dan hebat dimana bagian pipa harus didukung oleh mandrel, pasir, air, atau material lainnya. Mesin type ini semakin banyak digunakan pada perbengkelan baik yang sudah dalam bentuk otomatis maupun manual.

2.1.3. Metode Pembengkokan Pipa

1. Metode Pembengkokan Mulur

Pada metode ini kedua ujung pipa baja dijepit kemudian dilakukan penekanan oleh form blok sehingga pipa akan tertekan dan terjadi pembentukan pada pipa kerja sesuai dengan ukuran form blok dan dengan ukuran yang dikehendaki.

2. Metode Pembengkokan Gambar

Salah satu ujung pipa baja dijepit kemudian pada form blok diberi gaya sehingga terjadi putaran pada form blok. Terbentuknya jari-jari bengkokan disebabkan oleh perubahan posisi permukaan form blok dan tekanan cetak yang tepat.

3. Metode Pembengkokan Penekanan

Pada cara ini salah satu ujung pipa dijepit pada form blok dimana pembentukan terjadi karena gaya geser oleh wiper shoe, dengan perubahan kedudukan semula dari wiper shoe yang mengikuti bentuk form blok.

4. Metode Pembengkokan Tekan

Cara ini sama dengan stretch bending pada tata cara pemberian gaya tekan tetapi benda kerja pada ujungnya tidak dijepit. Pembengkokan terjadi karena adanya penekanan pada daerah kerja yang diikuti oleh Bergeraknya wings dies

2.1.4. Perangkat Tambahan Pada Pembengkokan Pipa

Dalam pembengkokan dingin untuk pipa dan tabung, dalam hal mengatasi distorsi dan sifat keruntuhan tetap seperti pengerutan, penipisan dan ovaliti biasanya digunakan perangkat tambahan yang dimasukkan kedalam pipa dan tabung seperti :

1. Mandrel
2. Pasir
3. Air

Pada tabung lengkung akan mengalami distorsi dan keruntuhan tetap pada bagian tubularnya, sehingga serat-serat bagian luar mesti dijaga pada langkah pembengkokan luar dan kedalam bagian netral, dimana pertambahan panjang tarikan rendah, untuk mengurangi masalah ini maka pada bagian ujung tabung harus diberi pendukung. Saat kecenderungan berkurangnya bagian untuk keruntuhan akan menurunkan remangan tarik lebih tinggi pada daerah luar dan akan menyebabkan kegagalan tarik pada ketangguhan bengkok yang lebih rendah (t/r).

a. Pembengkokan pipa dengan mandrel

Pada pembengkokan pipa yang menggunakan mandrel tunggal dimana remangan tarik dan tekan tertahan bawahnya pada bagian awal akhir dari daerah yang akan dibengkokkan pada pipa sehingga pembentukan ovality cenderung terjadi, berbeda dengan yang menggunakan boal banyak.

Pemasukan mandrel kedalam pipa dan tabung yang membutuhkan sedikit kelonggaran dengan penggunaan pelumas juga menyebabkan terjadinya ovality walupun hal ini dapat ditoleransi, jadi pada dasarnya penggunaan mandrel dengan berbagai tipe tidak menjamin terjadinya perubahan sifat mekanis secara total.

b. Pembengkokan pipa dengan pasir

Pengisian pasir biasanya dilakukan pada pembengkokan panas tetaos hal ini dapat juga dilakukan pada pembengkokan dingin. Pada pembengkokan dingin pasir diisikan kedalam pipa sehingga penuh yang menyebabkan momen perlawanan lentur akan lebih besar sebab pasir diisikan tersebut memiliki regangan ke segala arah sehingga regangan tarik dan tekan yang terjadi pada saat pembengkokan dapat diimbangi oleh tekanan yang diteruskan oleh pasir ke segala arah. Dalam hal ini jika melihat produk akhir dari pembengkokan akhir maka pengisian pasir lebih baik dibandingkan dengan penggunaan mandrel dengan alasan-alasan tersebut diatas. Tetapi didalam hal pengerjaan pengisian pasir akan menyebabkan banyaknya waktu yang digunakan untuk memperhatikan cara pengisian

UNIVERSITAS MEDAN AREA dan permesinan pipa dari pasir setelah pembengkokan, dan dikawatirkan

adanya pasir dan perangkat pembengkok lainnya, sehingga pada penggunaan pipa khusus harus lebih cermat pada prose pembersihannya.

c. Penggunaan air

Penggunaan air sebagai perangkat tambahan yang dimasukan kedalam pipa yang akan dibengkokan pada dasarnya sama dengan pengisian pasir, hanya air membutuhkan pompa untuk memasukkannya kedalam pipa dan tekanan pompa yang harus diperkirakan mampu mengimbangi remangan tekan dan tarik pada daerah yang akan dibengkokan pada saat pembengkokan berlangsung. Jika melihat hasil pembengkokan pada penggunaan mandrel dan pasir, diasumsikan air akan menghasilkan pembengkokan yang lebih baik karena tekanan yang diteruskan oleh air lebih merata dibandingkan dengan pasir karena bentuk dan sifatnya, dimana air yang bersifat cair dan pasir bentuk butiran sehingga akan terjadi batas daerah yang mendapat tekanan karena butiran tersebut. Pada hasil pembengkokan dengan pengisian pasir, daerah awal dan akhir pembengkokan tidak terjadi perbedaan diameter karena terbentuknya ovality begitu juga halnya dengan air jika dilihat dari penyebaran tekanan perlawanan lebih merata.

d. Material lain

Penggunaan materia lain seperti udara yang dikompresikan, minyak dan sebagainya dapat diperhitungkan baik dari segi kebaikan hasil pembengkokan maupun dari factor ekonomisnya.

Dalam perencanaan ini dipilih mandrel sebagai bahan pendukung yang dimasukkan kedalam pipa dengan kriteria bahwa mandrel tidak membutuhkan perangkat yang terlalu rumit dan mampu menahan aliran regangan tarik dan tekan serta tidak mempengaruhi bungkukan yang telah dikerjakan pada atau pipa jika bungkukan itu banyak dan rumit.

Pada penggunaan air sebagai bahan pendukung sangat perlu diperhatikan sifat penyebaran tekanan yang merata karena pada saat pembungkukan tekanan perlawanan yang terjadi pada air akan meningkat sehingga jika dilakukan pembungkukan pada pipa dengan bungkukan banyak akan menyebabkan terjadinya pegas balik besar sehingga bungkukan yang dihasilkan terlebih dahulu, akan berubah pada saat peniadaan gaya.

Jenis-Jenis Mandrel

Ada beberapa jenis mandrel yang digunakan untuk menahan laju aliran regangan pada pembungkukan pipa, yang diperlihatkan pada gambar 2.3



Gambar.2.3 Jenis Mandrel Yang Digunakan Pada Pembengkok Dingin

Dari kelima jenis mandrel pada gambar dipilih jenis bola banyak sebab pada jenis ini tahan terhadap aliran regangan tarik dan tekan oleh mandrel tidak hanya pada awal daerah bengkakan tetapi lebih masuk ke daerah bengkakan sehingga kemungkinan terjadinya penebalan, penipisan dan pembentukan ovality lebih kecil dibandingkan jika menggunakan jenis lainnya.

2.2. Mekanika Pembengkokan Pipa

Sebelum membicarakan gaya-gaya yang terjadi pada benda kerja pada saat pembengkokan terlebih dahulu memilih benda kerja yang dipakai sebagai bahan pergitungan dalam rancangan ini, maka dipilih pipa seamless yang terbuat dari bahan baja dengan asumsi bahwa baja memiliki kemampuan bentuk yang lebih baik dibandingkan bahan dari tembaga dan aluminium, hal ini dapat dilihat dari table sifat-sifat mekanis dan fisik dari logam tempah dan paduan pada temperature ruang.

Sifat kemampuan juga mempengaruhi kemampuan dari pipa untuk dibengkokkan sehingga dihasilkan jari-jari bengkakan minimum dengan tebal tertentu tanpa terjadi kerusakan, perbandingan ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Tebal Minimum Untuk Pembengkokan Baja Tahan Pipa

Jari-jari kelengkungan	Tebal minimum yang diijinkan
6D1	1,06tm
5D1	1,08tm
4D1	1,14tm
3D1	1,25tm

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

T_m adalah tebal minimum yang diijinkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T_m = M. (P.D/2.S) + C$$

Dimana :

P = Tekanan dalam yang dilayani (psi)

D = Diameter luar pipa

S = Tegangan maksimum yang diijinkan

C = Corosin allowance = 0,065 (untuk kekuatan pemipaan dengan $D_1 > 1$ inch)

Tentang ketebalan material dapat dilihat pada table 2.2

Tabel 2.2. Jari-Jari Bengkokan Minimum Untuk Bahan Pada Temperature Ruang

MATERIAL	KONDISI	
	Soft	Hard
Aluminium Alloy	0	6 T
Berylium cooper	0	4 T
Brass,Low-leaded	0	2 T
Magnesium	5 T	13 T
Steel Austentic Stainless Low Carbon. Low Alloy dan HSLA	0,5 T	6 T
Titanium	0,7 T	4 T
Titanium Alloy	2,6 T	4 T

Pada pembengkokan aluminium dan paduan dengan mesin pembengkok dan dies pendukung serta mandrel jari-jari normal terkecil pada bengkokan yang digunakan pada pipa dihitung dengan rumus berikut :

$$R_{\min} = [(4.D-4.D \times 2.S/1,5708)-D] \times [W/T+(1,5708.D \times C)]$$

Dimana :

D = Diameter luar pipa (inch)

S = Nilai muai (tabel)

W = Dasar factor dinding (table)

T = Ketebalan dinding (table)

C = Konstanta kesulitan (0,15)

Untuk pembengkokan dan pembentukan tabung

Tabel 2.3. Nilai W.

Base wall factor $W = D/15$

Tube size.OD,in	w value
1/4	0,017
3/8	0,025
1/2	0,033
5/8	0,042
3/4	0,050
7/8	0,058
1	0,067
1 1/4	0,083
1 1/2	0,100
1 3/4	0,177
2	0,133
2 1/4	0,150
2 1/2	0,167
2 3/4	0,183
3	0,200

Secara umum metode pembengkokan dalam pembahasan umum untuk material baja sama dengan pipa aluminium dan tabung serta material lainnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Bagaimanapun perbedaan keunggulan yang ada terdapat pada kemampuan

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

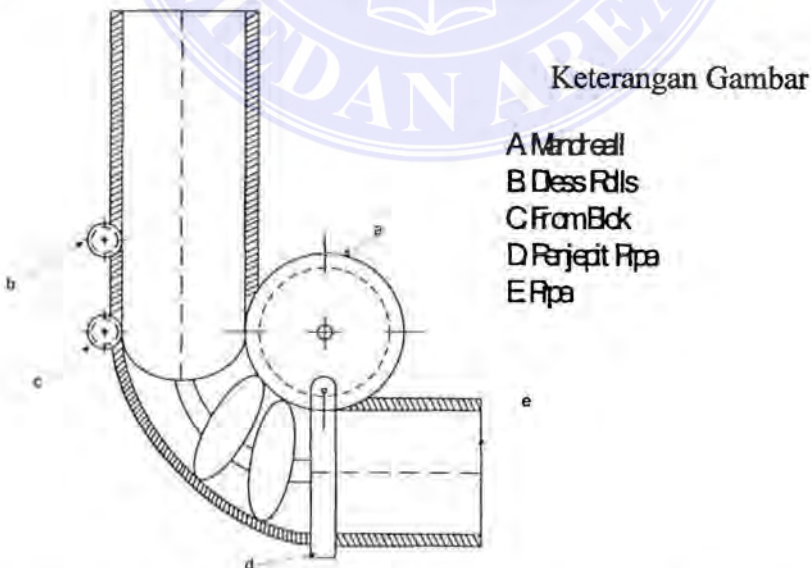
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

perlawanan gaya pembengkokan diantara variasi paduan aluminium dengan baja normal yang tersedia untuk pipa. Jadi untuk keberhasilan suatu pembengkokan harus terlebih dahulu diketahui sifat mekanisnya. Sifat muai (pemuluran) adalah factor utama dalam pembentukan pembengkokan tabung dan pipa aluminium. Begitu juga dengan sifat tarik yang tinggi sangat diperlukan sekali, dari paduan pemuluran tinggi dan kekuatan tarik rendah, walaupun mudah untuk dibengkokkan tetapi memerlukan kehati-hatian dalam pengerjaan sebab mudah terjadi perpatahan (retak), perataan dan keruntuhan dalam dinding. Keruntuhan yang demikian akan terjadi jika kemampuan dari paduan dalam menyerap tegangan tekan berlebihan. Paduan yang memiliki keliatan yang tinggi lebih baik sifat penusutannya, tetapi menyebabkan beban geseka lebih tinggi dan lebih memungkinkan untuk scaling dari pada paduan yang keras.

Analisa gaya yang terjadi pada pipa saat pembengkokan



Gambar 2.4. Prinsip Pengerjaan Pembengkokan Pipa Dengan Mandrel

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Pada saat pipa mendapat gaya tarik akibat perputaran dari form block sehingga terjadi mulur, bahan pipa memiliki perlawanan (factor kekakuan terhadap benturan, EI)diman E adalah elastisitas yang tergantung lepada jenis bahan dan I adalah momen kelembaban (inertia), besar I adalah :

$$I = \pi / 64(D1^4 - Dd^4)$$

Sehingga pipa memiliki momen perlawanan sebesar

$$Z = 1/C = \pi / 32((D1^4 - Dd^4) / D1)$$

Momen pembengkokan yang dimiliki oleh pipa dengan asumis bahwa plasta ideal dengan inti elastis diabaikan ($\sigma = \sigma$) adalah :

$$M = 2.\sigma / h^{1/2} w.c.dc = 2.\sigma / h^{1/2} .w.z.dz$$

Dan momen perlawanan pembengkokan yang dihasilkan karena adanya pegas balik bahan adalah :

$$\Delta M = 2.E.(1/r - 1/r^1) \int^{h/2} .w.z.dz$$

Dimana :

$$M - \Delta M = 0$$

$$M = \Delta M$$

E = Modulus elastisitas bahan

h = t = tabal pipa

w = D/1 = Diameter luar pipa

$(1/r - 1/r^1)$ = pegas balik relatif

$$(1/r - 1/r^1) = (\sigma.q) / (EI / 2)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

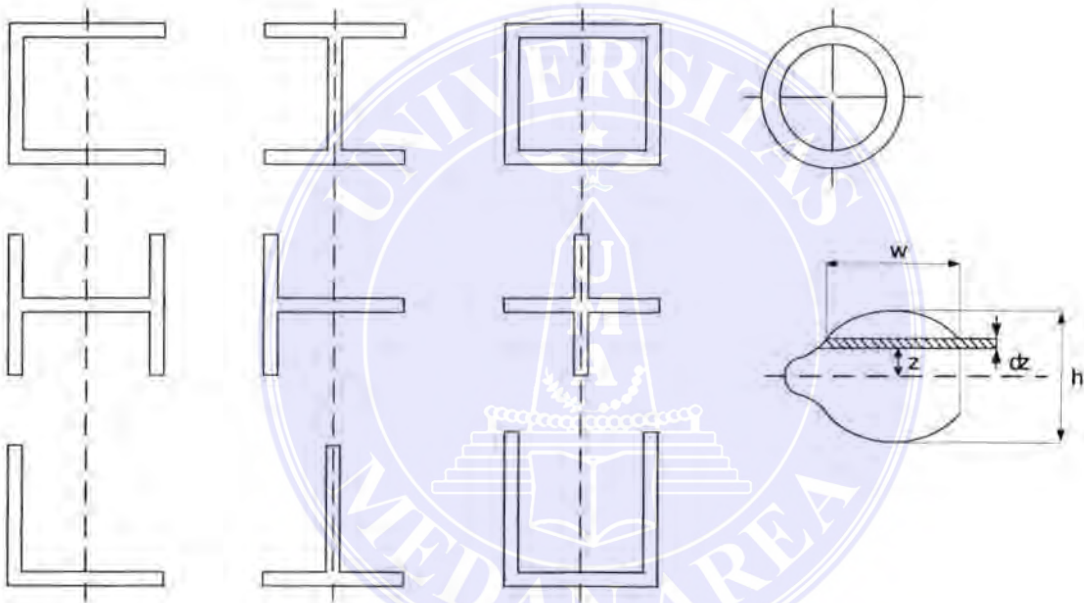
σ = Tegangan ultimate bahan

r = jari-jari bengkakan

r^1 = jari-jari bengkakan setelah penghilangan gaya bengkakan dan untuk harga q adalah :

$$q = (t/2 \int_{h/2}^{h/2} w \cdot z \cdot dz) / (\int_{h/2}^{h/2} w \cdot z^2 \cdot dz)$$

dimana harga $q < 3/2$ untuk bagian-bagian yang simetris (lihat gbr 2.5)



Gambar 2.5. Daerah Silang Pada Jenis Jenis Fropil

dan tegangan sisa yang terjadi pada pipa bengkok adalah :

$$\alpha = \sigma / E^1$$

Dan

$$E^1 = E / (1 - \nu^2)$$

Dimana :

E^1 = Modulus regangan pesawat uji

UNIVERSITAS MEDAN AREA

ν = Poisson ratio

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Sehingga tekanan benda kerja (pipa) adalah :

$$\sigma_x = M.c/I_z = M/(I/c) = M/Z$$

Dimana,

M = momen pembengkokan

Z = momen perlawanan pembengkokan

$$\sigma_x = P/A$$

Dimana,

P = Tekanan

A = Luas penampang pipa

Direncanakan kemampuan mesin untuk membengkokkan pipa ukuran 4 inch S160

sehingga didapat dari tabel :

Ukuran nominal pipa	: 4 inch (S160)
Diameter luar	: 4,5 inch (114,3 mm)
Diameter dalam	: 3,969 inch (100,8 mm)
Bahan steel	: 30×10^6 psi

Dengan ukuran bengkakan terkecil ® adalah :

$$R = 1,5.DI$$

$$R = 1,5.114,3 \text{ mm}$$

$$= 171,45 \text{ mm}$$

Momen perlawanan pipa

$$Z = 3,14/32[(114,5^4 - 100,8)/114,5]$$

$$= 58,8 \times 10^3 \text{ mm}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Momen pembengkokan

$$M = 2 E(1/r - 1/r^2) \cdot D_1 \cdot (t^3/24)$$

$$\sigma_o = 55 \times 10^3 \text{ s} / d \ 65 \times 10^3 \text{ psi}$$

$$\sigma_o = 65 \times 10^3 \text{ psi}$$

$$E = 30 \times 10^6 \text{ psi}$$

$$q = 1 \text{ (diambil)}$$

$$t = (4,5 - 3,969) \text{ psi}$$

$$= 0,531 \text{ inch}$$

Maka :

$$(1/r - 1/r^1) = [(65 \times 10^3) (30 \times 10^6)] \times [(2 \times 1)/(0,531)]$$

$$= 8,16 \times 10^{-3}$$

Sehingga,

$$M = 2 E(1/r - 1/r^1) \cdot D_1 \cdot (t^3/24)$$

$$= 30 \times 10^6 \times 8,16 \times 10^{-3} \times 4,5 \times [(0,531)^3/12]$$

$$= 13,7 \times 10^{-3} \text{ lb inch}$$

$$= 15,8 \times 10^4 \text{ kg mm}$$

Maka tegangan maksimum pipa adalah :

$$\sigma_x = M_h / Z_p$$

$$= (15,8 \times 10^4) \text{ kg mm} / (58,8 \times 10^3) \text{ mm}$$

$$= 2,69 \text{ kg/mm}$$

$$= 26,9 \text{ Mpa}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Gaya tarik yang dibutuhkan untuk membengkokan pipa adalah :

$$F_b = P_b \cdot g$$

Dimana,

$$P_b = \text{beban tarikan} = \sigma_x A_p \qquad g = \text{gafitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Maka

$$\begin{aligned} P_b &= \sigma_x A_p g \\ &= 2,69 \text{ kg/mm}^2 \cdot (3,14/4) \cdot (114,3^2 - 100,8^2) \text{ mm} \cdot 9,81 \text{ m/s} \\ &= 6,02 \times 10^4 \text{ N} \\ &= 60,2 \text{ KN} \end{aligned}$$

Perangkat tambahan (mandrel) yang dimasukkan kedalam pipa dianggap tidak menghasilkan tekanan perlawanan terhadap mesin melainkan hanya sebagai penahan tetap untuk menghalangi pembentukan ovality dan laju regangan yang tinggi. Untuk ini elastis yang diabaikan $\sigma_x = \sigma_\theta$ maka regangan yang terjadi adalah :

$$\varepsilon_x = \sigma_\theta / E^1$$

Diman,

$$E^1 = E / (1 - \nu^2)$$

Dan,

ν = poisson ratio (0,292 untuk baja)

Maka,

$$\begin{aligned} E' &= 30 \times 10^6 \text{ psi} / (1 - 0,292^2) \\ &= 32,79 \times 10^6 \text{ psi} \\ &= 23,05 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} \varepsilon &= (2,62 \text{ kg / mm}^2) / (23,05 \times 10^3) \text{ kg / mm}^2 \\ &= 1,167 \times 10^{-4} \\ &= 0,01167 \% \end{aligned}$$

Maka regangan maksimum yang diijinkan pada pipa adalah $1,167 \times 10^{-4}$



BAB III

PERENCANAAN PERANGKAT PEMBENGGOK PIPA

3.1. Analisa Perhitungan Komponen

3.1.1. Perangkat Penggerak Form Block

A. Form Block

Form block dibuat berdasarkan ukuran pipa yang akan dilayani oleh mesin, dalam hal ini ukuran pipa maksimum yang akan dilayani oleh pipa adalah 4 inch OD dan ukuran bengkokan minimal 1,5 DI dan maksimal 6. DI, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk bengkokan yang lebih besar, sebab dalam kenyataan form block dibuat sesuai dengan penggunaan pipa bengkok (d disesuaikan dengan besar jari-jari bengkokan yang diinginkan). Harga minimum pipa diambil sesuai dengan tabel standart pipa. Untuk analisa perhitungan digunakan pipa ukuran 4 inch OD. Sehingga,

$$R_{\min} = 1,5.4,5 \text{ inch}$$

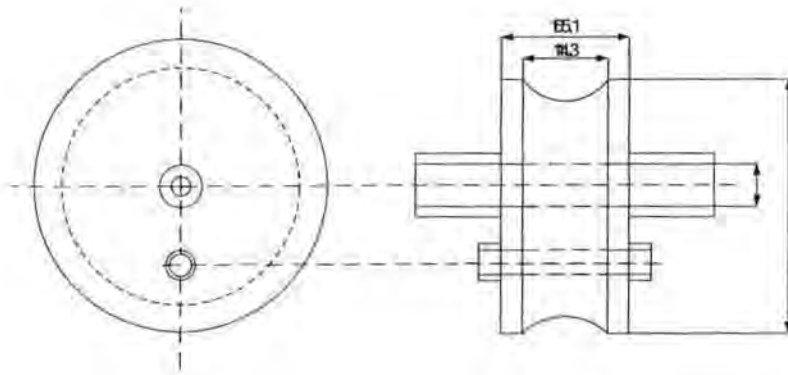
$$= 6,75 \text{ inch}$$

$$= 171,45 \text{ mm}$$

$$R_{\max} = 6.4,5 \text{ inch}$$

$$= 27 \text{ inch}$$

$$= 685,8 \text{ mm}$$



Gambar 3.1. Ukuran Form Block

Dalam perhitungan ini diambil diameter terbesar dan tidak mengurangi daerah berongga serta penambahan sirip, agar diperoleh berat yang mendekati jika diadakan penambahan sirip maka volume form block maksimal adalah:

$$\begin{aligned} V_{lb} &= (\pi/4) \cdot D^2 \cdot t \\ &= (3,14/4) \cdot (800.1)^2 \cdot 165,1 \\ &= 8,3 \times 10^7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dan berat form block adalah

$$m_{lb} = \gamma \cdot V \cdot lb$$

dimana

γ = berat jenis bahan baja (7753 kg/mm^3)

Vlb = volume form block

$$= 0,083 \text{ m}^3$$

Maka,

$$m_{lb} = 0,083 \text{ m}^3 \cdot 7753 \text{ kg/m}^3$$

$$= 643,5 \text{ kg}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Dan gaya berat form block

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

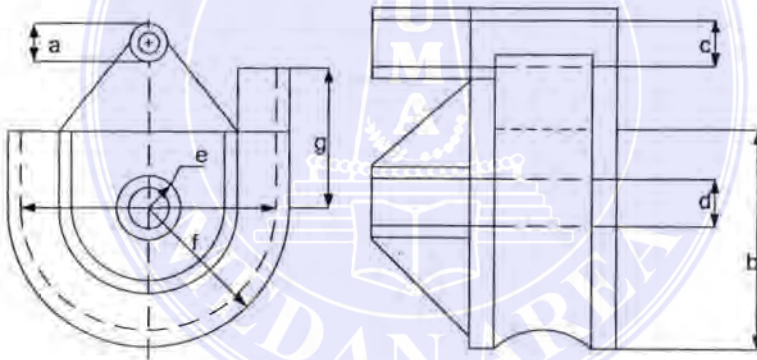
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

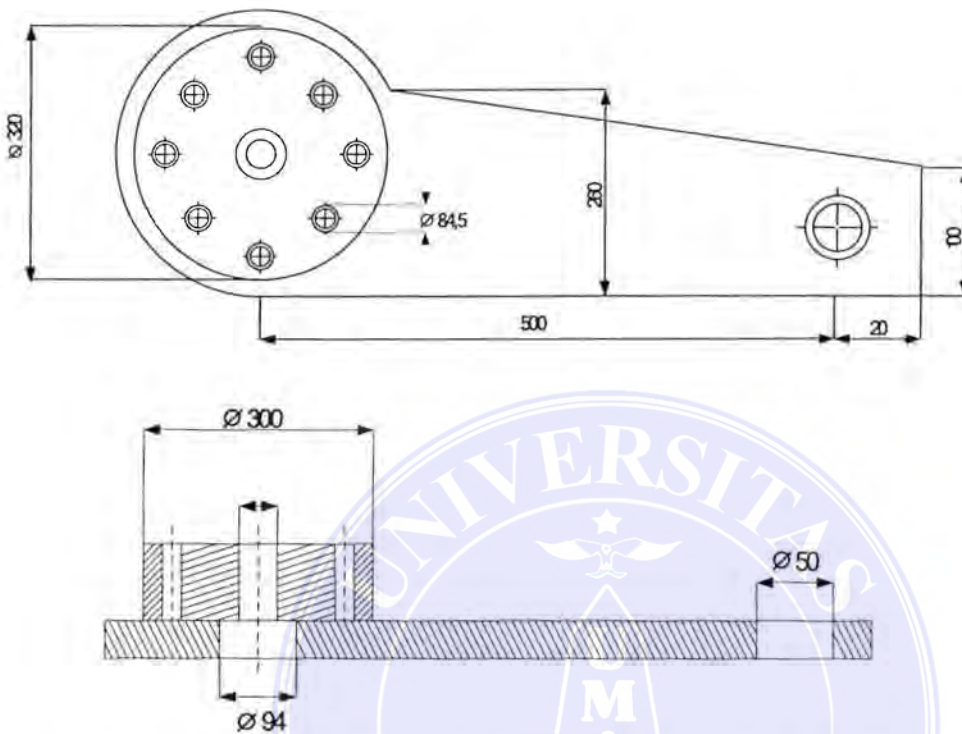
$$F_{lb} = 643,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 6,3 \times 10^3 \text{ n}$$

Form block ini dibuat dengan proses permesinan dan pengelasan. Bahan form block dipilih baja S50C JIS 4051 (baja konstruksi mesin) dengan nilai kekerasan HB = 212-277, sehingga diharapkan pada form block tidak terjadi deformasi. Untuk mengurangi berat form block serta biaya bahan dan pembuatan, maka form block dibuat seperti Gambar 3.2. jumlah form block adalah 31 (jumlah standart jari-jari bengkokan pipa hingga 4 inch OD) x 5 (jumlah standart jari-jari bengkokan pipa) sama dengan 155 buah.



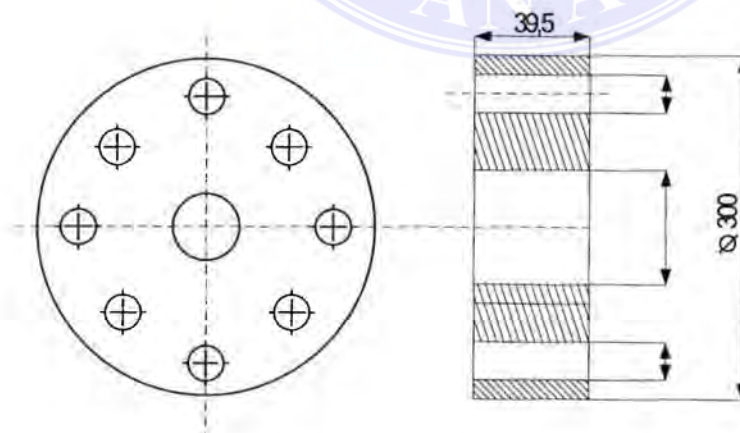
Gambar 3.2. Ukuran Form Block



Gambar 3.3. Perangkat Pengubah Gerak Pemutar Form Block

B. Roda penerus putaran

Bagian ini direncanakan dibuat dari bahan baja S35C JIS 4051



Gambar 3.4. Ukuran Roda Penerus Putaran

Maka volume bagian ini adalah :

$$V_r = V_s - V_h$$

Dimana :

V_s = Volume roda pejal dengan lubang poros

V_h = Volume lubang-lubang pen

Maka,

$$\begin{aligned} V_r &= [\pi/4(D_1^2 - D_2^2)l] - [\pi/4(D_h^2)l \times 8] \\ &= [\pi/4(300^2 - 99,5^2)39,5] - [\pi/4(84,5)^2 39,5 \cdot 8] \\ &= 71,25 \times 10^4 \text{ mm}^3 \\ &= 0,7125 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

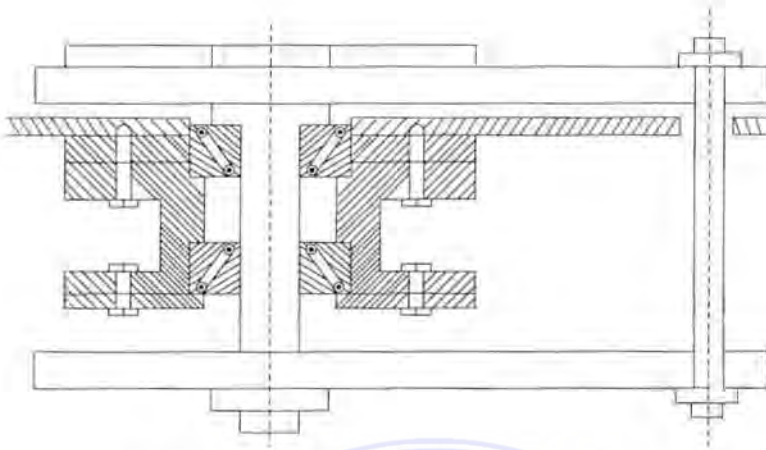
Sehingga berat roda pemutar adalah :

$$\begin{aligned} m_{pp} &= 7753 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,7125 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 5,52 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dan gaya berat yang ditimbulkan adalah :

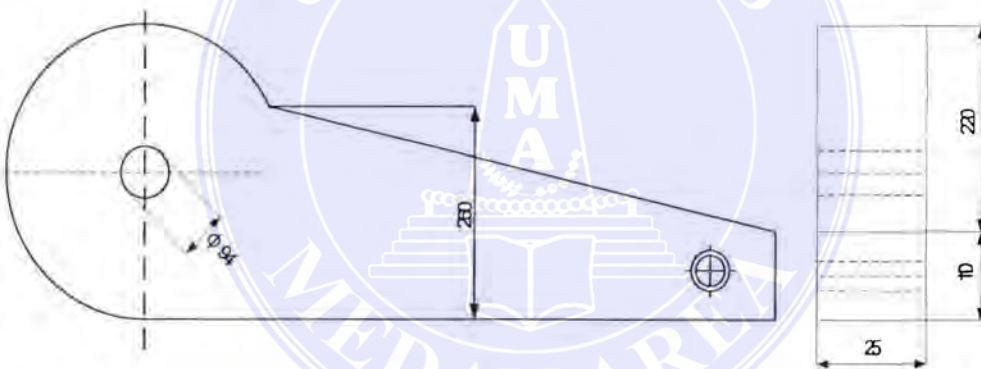
$$\begin{aligned} F_r &= 5,25 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 54,2 \text{ N} \end{aligned}$$

Bagian ini dipasang permanent pada bagian atas perangkat pengubah gerak dimana roda penerus putaran ini berfungsi sebagai putaran ke form block dengan melalui pen yang dipasang pada form block dan langsung ke lubang yang terdapat pada roda penerus putaran.



Gambar 3.5. Perangkat Pemutar Form Block

C. Batang pengubah gerak translasi menjadi rotasi.



Gambar 3.6. Pengubah Gerak Translasi Menjadi Rotasi

Untuk ukuran-ukuran perangkat ini dapat dilihat pada gambar sehingga volume dari bagian ini adalah: volume lingkaran + volume trapesium.

Volume lingkaran:

$$V_1 = \pi/4(320^2 - 94^2).25$$

$$= 1836193,5 \text{ mm}^2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/8/23

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Volume travesium :

$$\begin{aligned} V_{tr} &= [(0,5.340.160) + (340.100)].25 - [\pi / 4(50)^2.25] \\ &= 103937,5 \text{ mm}^3 \\ &= 1.04 \times 10^5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Maka volume total perangkat ini adalah :

$$V_h = V_t + V_{tr}$$

$$\begin{aligned} V_h &= 2.19.402 \times 10^5 \\ &= 38.804 \times 10^5 \text{ mm}^3 \\ &= 3,88 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga berat bagian ini adalah :

$$\begin{aligned} m_{pg} &= 7753 \text{ kg} / \text{m}^3 . 3,88 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 30,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka gaya beratnya adalah :

$$\begin{aligned} F_{pg} &= 30,08 \text{ kg} . 9,81 \text{ m} / \text{s}^2 \\ &= 295,1 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan beban tarik pada batang pengubah gerak translasi menjadi rotasi sebesar $6,132 \times 10^3$ kg. Dimana batang ada dua buah maka pembebanan menjadi terbagi dua, sehingga tegangan tarik yang terjadi pada bagian ini yaitu:

$$\sigma_p = P_h / A_{avr}$$

Dimana,

A_{cr} = luas penampang iritis

$$\begin{aligned} &= (0,5.340.160 + 340.100) - (\pi / 4.50^2) \\ &= 59237,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \sigma_p &= (3,06 \times 10^3) \text{ kg} / (5,92 \times 10^4) \\ &= 0,05 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga dipilih bahan S35C JIS G 4051 dengan kekuatan tarik 58 kg/mm² dimana $Sf_1=6$ (factor keamanan untuk bahan S – C) dan $Sf_2=1,3$ (factor keamanan untuk konsentrasi tegangan). Sehingga tegangan tarik izin bahan adalah :

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= 58 \text{ kg.mm}^2 / (1,3.6) \\ &= 7,43 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk bahan batang pengubah gerak dengan bahan tersebut di atas dinyatakan aman karena $\sigma_p < \sigma_1$

D. Poros penahan form block



Gambar 3.7. Poros Penahan Form Block

Poros disini hanya berfungsi sebagai bahan penahan kedudukan form block, agar tetap berada pada sumbunya dimana poros ini tidak berputar seperti form block. Maka dasar perhitungan poros adalah gaya tekan (tarikan) dari hidrolik untuk pembengkokan.

Dimana volume poros :

$$\begin{aligned} V_{pf} &= \pi / 4 [40^2 \cdot 20) + (69^2 \cdot 64,5) + (99^2 \cdot 280) + (64,5^2 \cdot 72)] \\ &= 36,5 \times 10^5 \text{ mm}^3 \\ &= 3,65 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Berat poros,

$$\begin{aligned} M_{pf} &= 775,3 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 3,65 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 \\ &= 28,29 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya berat poros,

$$\begin{aligned} F_{gp} &= 28,29 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} / \text{s}^2 \\ &= 277,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Direncanakan diameter terkecil poros yang mendapat gaya bengkok, $D_{pf} = 69$ mm, dengan bahan SFCM 100s JIS G 3221 $\sigma = 115 \text{ kg} / \text{mm}^2$, $Sf_1 = 1,5$, maka tegangan geser izin yang ada adalah :

$$\begin{aligned} \tau_1 &= \sigma_b / (Sf_1 \cdot Sf_2) \\ &= 115 \text{ kg/mm} / (6 \cdot 1,5) \\ &= 12,77 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Torsi yang terjadi adalah,

$$T = \tau_1 \cdot D_{pf}^2 / (5,1 \cdot Kt \cdot Cb)$$

Dimana,

D_{pf} = Diameter poros penahan form block

σ_1 = Tegangan gesetr yang diizinkan

Kt = Faktor beban kejut (1- 1,5)

= 1,5 (diambil)

Cb = Faktor beban lentur (1,2-2,3)

= 2 diambil)

Sehingga,

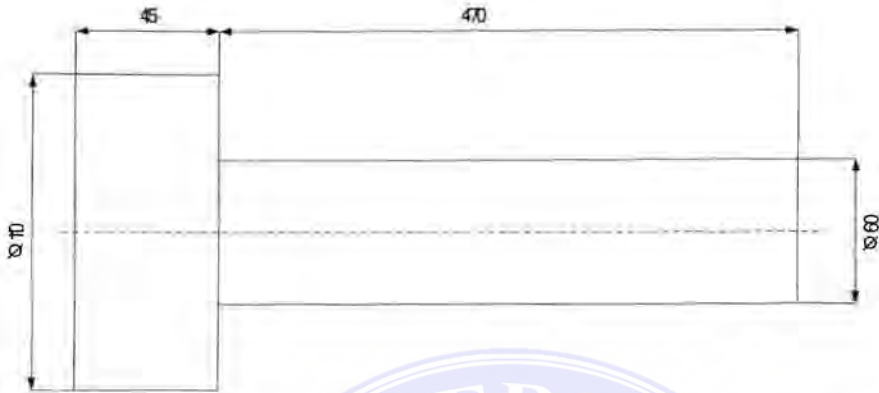
$$\begin{aligned} T &= (12,77 \text{ kg/mm}^2 \cdot 69^3 \text{ mm}^3) / (5,1 \cdot 1,5 \cdot 2) \\ &= 27,4 \times 10^4 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Dan tegangan geser yang terjadi,

$$\begin{aligned} \sigma_a &= (5,1 \cdot T) / (D_{pf}^3) \\ &= (5,1 \cdot 27,4 \times 10^4 \text{ kg.mm}) / (69^3 \text{ mm}^3) = 4,25 \text{ kg / mm}^2 \end{aligned}$$

Melihat perhitungan diatas poros dalam keadaan aman sebab tegangan geser yang terjadi lebih kecil dari tegangan geser izin bahan yaitu : $\tau_1 > \tau_a$, konstruksi aman. Dan jika melihat torsi maksimum maka poros aman sebab $T_i > M$.

E. Poros Pemutar form block dan bantalan



Gambar 3.8. Poros Pada Perangkat Pengubah Gerak Sebagai Sumbu Putar

Poros Sumbu Putar

Poros disini berfungsi sebagai sumbu putar perangkat pengubah gerak dan diteruskan ke form block dengan dimensi sebagai berikut :

Diameter : 60 mm

Panjang : 470 mm

Dengan bahan yang sama dengan bahan poros penahan form block SFNCM 105S JIS 3222.

Berat poros (m_{gp})

$$M_{gp} = \pi / 4 \cdot D_{pp}^2 \cdot l_{pp} \cdot \gamma$$

Dimana,

D_{pp} = Diameter poros

L_{pp} = panjang poros

γ = Berat jenis bahan poros (7753 kg/m³)

Dimana beban axial ingá diterima sama dengan berat form block maksimum, poros penan form block, perangkat pemutar. Dan poros sendiri.

Maka

$$F_a = m_{fb} + m_{pf} + m_{gp}$$

$$F_a = (643,5 + 5,52 + 30,08 + 28,29 + 22,46)kg$$

$$= 729,85 \text{ kg}$$

Dan beban radial yang diterima diambil sebesar momen pembengkokan maksimumnya, maka :

$$F_r = 6,135 \times 10^3 \text{ kg}$$

Maka,

$$F_a / (V \cdot F_r) = (729,85 \text{ kg}) / (1 \cdot 6,132 \times 10^3)$$

$$= 0,119$$

Dimana harga e dipilih sebesar 0,35, maka $F_a / (V \cdot F_r) < e$ dengan melihat tabel diperoleh :

$$X = 1$$

$$Y = 0$$

Sehingga beban equivalen bantalan

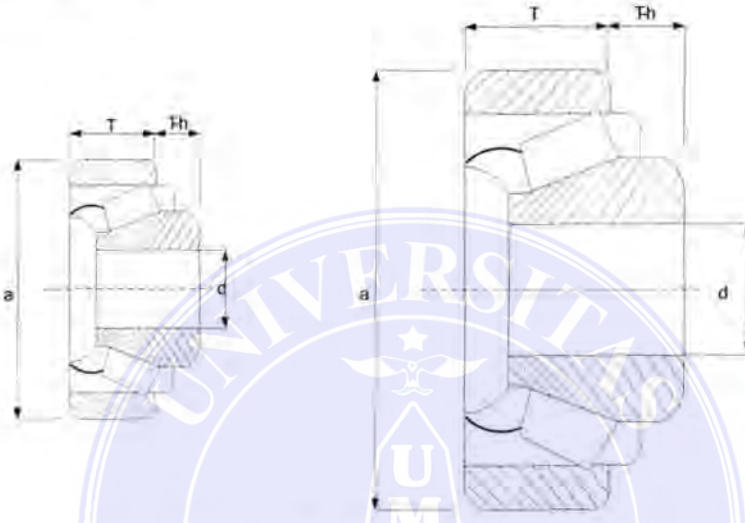
$$P = (1 \cdot 1 \cdot 6,132 \times 10^3) + 729,63$$

$$= 6861,63 \text{ kg}$$

Maka dipilih bantalan nomor 30312, dengan ukuran sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA (db) : 60 mm

Diameter luar (Db)	: 130 mm
Tebal	: 33,5 mm
Jari-jari (r)	: 3,5 mm



Gambar 3.9. Bantalan Roll Kerucut

F. Baut penahan rumah bantalan

Direncanakan baut yang digunakan ada delapan buah, dengan gaya berat yang dilayani oleh baut adalah berat perangkat dan berat rumah bantalan dimana berat perangkat yang di layani (F_a) = 729,85 kg, dan berat rumah bantalan dengan volume total sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{rb} &= \pi / 4(277,5^2 - 60^2)360 - \pi / 4(277,5^2 - 172,5^2).300 \\
 &= 2,76 \times 10^7 \text{ mm}^3 \\
 &= 2,76 \times 10^{-2} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bahan rumah bantalan dipilih dari baja tahan karat dengan $\gamma = 7753 \text{ kg/m}^3$, maka berat rumah bantalan adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

$$m_{rb} = 7753 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 2,76 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$= 214,5 \text{ kg}$$

Maka total berat yang di alami oleh baut jika berat bantalan diasumsikan 4 kg adalah :

$$m_{tb} = [729,85 + 214,5 + (4,2)] \text{ kg}$$

$$= 948,35 \text{ kg}$$

Bahan baut dipilih dari baja liat dengan kadar karbon (0,2 – 0,3) % , S30SC $\sigma_b = 48$

kg/mm² , $S_T = 8$ maka :

$$\sigma_a = 48 \text{ kg} / \text{mm}^2 / 8$$

$$= 6 \text{ kg} / \text{mm}^2$$

Dan masing-masing baut mendapat gaya sebesar :

$$m_{bl} = 948,5 \text{ kg} / 8$$

$$= 118,8 \text{ kg}$$

Maka diameter baut

$$d_1 = [(4m_{bl}) / (3,14 \cdot 6)]^{1/2}$$

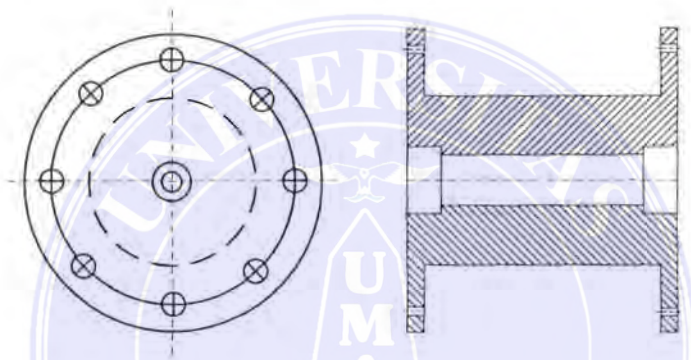
$$= [(4 \cdot 118,5) / (3,14 \cdot 6)]^{1/2}$$

$$= 5,02 \text{ mm}$$

$$= 5,917 \text{ mm (standard baut)}$$

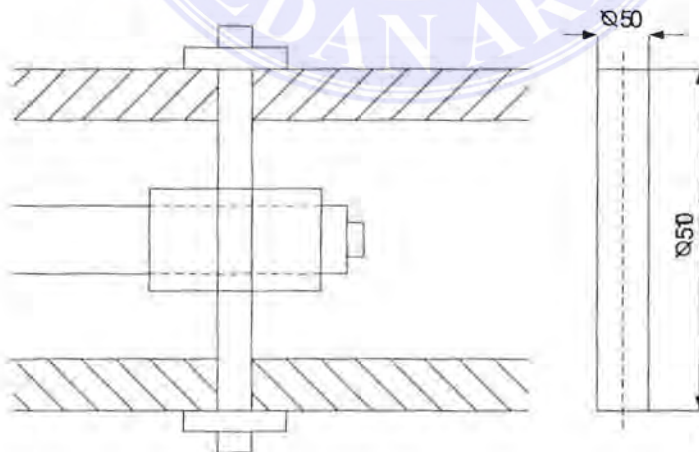
Maka di gunakan baut dengan ulir kasar metris JIS B 0205 M7.

Jarak bagi	$P = 1 \text{ mm}$
Tinggi kaitan	$H1 = 0,541 \text{ mm}$
Diameter luar	$d = 7 \text{ mm}$
Diameter efektif	$d2 = 6,350 \text{ mm}$
Diameter inti	$d1 = 5,917 \text{ mm}$



Gambar 3.10. Rumah Bantalan

G. Poros penghubung hidrolik



Gambar 3.11. Ukuran Poros Penghubung Hidrolik Dengan Pengubah Gerak

Volume poros penghubung :

$$V_p = \pi / 4 \cdot D_{ph}^2 \cdot L_{ph}$$

Dimana,

D_{ph} = diameter poros = 50 mm

L_{ph} = panjang poros = 510 mm

Maka,

$$V_p = \pi / 4 \cdot D_{ph}^2 \cdot L_{ph}$$

$$V_p = \pi / 4 \cdot 50^2 \cdot 510$$

$$= 10,01 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

Berat poros penghubung adalah :

$$M_{ph} = 7753 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot 10,01 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$= 7,76 \text{ kg}$$

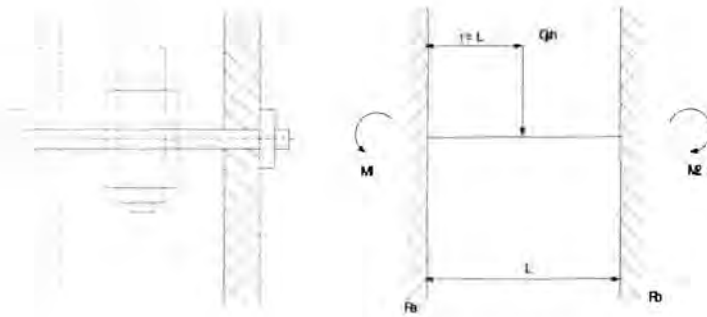
Poros melayani beban tarik dari pembengkokan, beban berat form block dan beban berat perangkat pemutar, sehingga total pembebanan diperoleh sebesar :

$$G_{ph} = P_b + F_a + m_{ph}$$

$$= [(6,132 \times 10^2) + 729,85 + 7,76] \text{ kg}$$

$$= 6,869 \times 10^3 \text{ kg}$$

Sehingga beban tekan yang terjadi sama dengan beban tariknya, maka dapat diasumsikan bahwa poros mendapat gaya tekan pada tengah - tengah batang dimana tiap ujung poros dijepit.



Gambar 3.12. Gaya-Gaya Pada Poros Penghubung Hidrolik

Sehingga,

$$R_a = R_b = (G_{ph} / 2) = (6,869 \times 10^3 / 2)$$

$$= 3434,5 \text{ kg}$$

$$M_{AB} = (G_{ph} / 8) \cdot (4x - 1)$$

$$= (6,869 \times 10^3 / 8) \cdot (4 \cdot 255 - 1)$$

$$= 4,38 \times 10^5 \text{ kg.mm}$$

Sedangkan momen perlawanan poros:

$$Z_{ph} = \pi / 32 \cdot D_{ph}^3$$

$$= \pi / 32 \cdot 50^3$$

$$= 12265,625 \text{ mm}^3$$

Maka tegangan lentur yang terjadi adalah :

$$\sigma_{ph} = M_{AB} / Z_{ph}$$

$$= (4,38 \times 10^5) / 12265,625$$

$$= 35,7 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi total torsi yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned} T_{ph} &= 6,869 \times 10^3 \text{ kg} \cdot 25 \text{ mm} \\ &= 171,72 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

Maka diperoleh tegangan geser :

$$\begin{aligned} \tau_{ph} &= T_{ph} / Z_{ph} \\ &= (171,72 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{mm}) / (12265,625 \text{ mm}^3) \\ &= 14 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Dan tegangan geser maksimum poros adalah :

$$\tau_{\max} = (5,1 / d_{ph}^3) \cdot (M_{ab}^2 + T_{ph}^2)^{1/2}$$

Dimana,

$$M_{ab} = 4,38 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$T_{ph} = 171,7 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= (5,1 / d_{ph}^3) \cdot (M_{ab}^2 + T_{ph}^2)^{1/2} \\ &= (5,1 / 50^3) \cdot [(4,38 \times 10^5)^2 + (171,7 \times 10^3)^2]^{1/2} \\ &= 19,2 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga dipilih poros dari bahan SFNCM 110Sjls s 3222 $\sigma_B = 125 \text{ kg/mm}^2$, Sf1

= 5,6 dan Sf2 = 1 (karena poros tidak diberi alur), sehingga tegangan izin poros

adalah:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

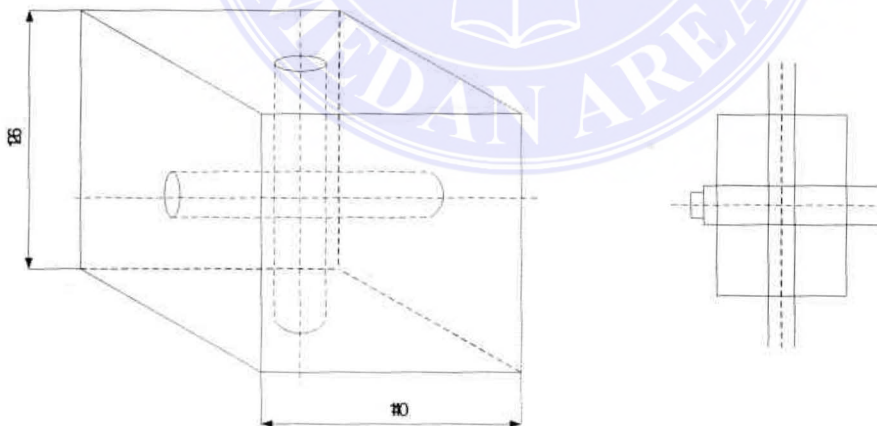
$$\begin{aligned}\tau_1 &= 125 \text{ kg/mm}^2 / 1.5,6) \\ &= 22,32 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Dalam hal ini poros dapat dipakai dan aman, sebab pada tengah batang poros dipasang balok penjepit antara batang torak hidrolik dengan poros tersebut dan tegangan geser yang terjadi (τ_{\max}) lebih kecil dibanding tegangan izin (τ_{\max}).

H . Balok Penghubung

Posisi balok penghubung berada di tengah balok. Balok ini merupakan pengikat antara poros penghubung dengan batang torak. Ukuran balok sebagai berikut

Panjang	: 126 mm
Lebar	: 126 mm
Tebal	: 140 mm



Gambar 3.13. Demensi Balok Penghubung

Maka volume balok :

$$\begin{aligned} V_k &= 126.126.140 \\ &= 22,226 \times 10^5 \text{ mm}^3 \\ &= 2,223 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Berat balok :

$$\begin{aligned} M_b &= 7753 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,223 \times 10^{-3} \text{ mm}^3 \\ &= 12,23 \text{ kg} \end{aligned}$$

Balok direncanakan dari bahan baja S35C D JIS G 3123

I. Hidrolik form block

Diketahui bahwa beban yang akan dilayani oleh hidrolik adalah beban berat perangkat dan beban pembengkokan, yaitu :

$$\begin{aligned} G_h &= G_{ph} \\ &= 6869 \times 10^3 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dan gaya yang akan dilayani sebesar :

$$\begin{aligned} F_h &= 6,869 \times 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 6,73 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

Ukuran Hidrolik

Dari berat yang dilayani oleh hidrolik maka dipilih ukuran untuk batang torak sebagai berikut :

$$\text{Diameter batang torak } (D_s) = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Luas diameter } (A_s) = 72,4 \text{ cm}^2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Dan ukuran untuk torak hidrolik dipilih :

$$\varphi_1 = A_z / A_r = 1,6$$

Sehingga dengan menggunakan table 3.1 dipilih :

Diameter silinder torak $(D_z) = 125 \text{ mm}$

Luas diameter $(A_z) = 123 \text{ cm}^2$

Maka diperoleh tekanan hidrolik sebesar :

$$P_h = F_h / A_z$$

$$= (6,869 \times 10^3 \text{ N}) / 0,0123 \text{ m}^2$$

$$= 5,58 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$= 5,58 \text{ bar.}$$

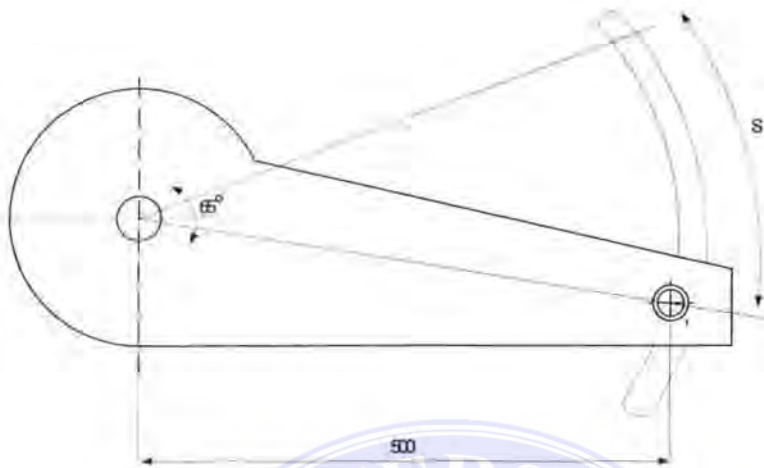
Direncanakan bahwa panjang langkah torak dengan $\alpha = 65^\circ$ dan ukuran antara sumbu poros putar sumbu poros tekan adalah 500 mm. Maka :

$$S = R. \alpha. 0,01745$$

$$= 500.65.0,01745$$

$$= 567,125 \text{ mm}$$

Dengan memperhitungkan ketebalan dari konstruksi meja perangkat pembengkok, maka diambil panjang langkah torak Standart dari tebal $S = 800 \text{ mm}$.



Gambar 3.14. Arah Gerak Torak

Tabel 3.1. Ukuran Terpenting Dari Silinder Hidrolik Yang Dinormalisasikan, d_s Diameter Dari Batang Torak.

Torak silinder		Pada Perbandingan $\varphi = (A_z / A_r)$							
Diameter d_z, mm	Diameter luas A_1, cm^2	1,25		1,6		2,0		2,5	
		d_1	A_1	d_1	A_1	d_1	A_1	d_1	A_1
20	3,14	8	2,64	12	2,01	14	1,60	16	1,13
25	4,91	12	3,78	16	2,90	18	2,36	20	1,77
32	8,04	14	6,50	20	4,90	22	4,24	25	3,13
40	17,6	18	10	25	7,66	28	6,41	32	4,52
50	19,6	22	15,8	32	11,6	36	9,46	40	7,07
63	31,2	28	25	40	18,6	45	15,2	50	11,5
80	50,3	36	40,1	50	30,6	56	25,6	61	19,1
100	78,5	45	62,6	63	47,4	70	40,0	80	28,3
125	123	56	98,1	80	72,4	90	59,1	100	44,3
160	201	70	163	100	122	110	106	125	28,3
200	314	90	250	125	191	140	160	160	113
220	380	100	302	140	226	160	179	180	126
250	491	110	396	160	290	180	236	200	177

Nilai yang sesungguhnya dari yang ditentukan jika $v_1 = A_z / d_1$ (nilai-nilai lihat tabel) besar tekanan nominal dipilih

diantara 25/40/63/100/160/200/250/400/630 bar

Hidrolik dipilih menggunakan torak difrensial. Sehingga dengan melihat tabel 3.2. akan diperoleh :

Gaya keluar

$$F_{hai} = 196.000 \text{ N}$$

Gaya masuk

$$F_{hb} = 116.000 \text{ N}$$

Dimana gaya hidrolik yang terjadi adalah gaya keluar yang dilayani,

$$\begin{aligned} F_{ha} &= P_h \cdot A_z \\ &= 5,58 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0,0123 \text{ m}^3 \\ &= 6869,8 \text{ N} \end{aligned}$$

Dan gaya masuk yang dilayani :

$$\begin{aligned} F_{hb} &= P_h \cdot A_s \\ &= 5,58 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 0,00724 \text{ m}^2 \\ &= 4025,44 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka dalam hal ini hidrolik aman sebab gaya-gaya hidrolik yang dilayani lebih kecil dibandingkan dengan gaya hidrolik yang dipilih.

Tabel 3.2. Hubungan Besar Penampang Torak Dengan Gaya Yang Terjadi

c) dengan torak diffrensial (torak keping) φ perbandingan dari luas permukaan-permukaan torak

Ukuran nominal diameter torak d_z (mm)	Diameter batang torak D_z (mm)	Gaya F (N)		Panjang langkah S (mm)	
$\varphi = 125$ 80	32	12.8000	10.000	25/40/80/125/200	
	40	20.000	16.300	25/40/63/100/160/250	
	50	31.000	25.400	25/ 40/ 80/ 125/ 200/ 320	
	63	50.000	40.000	40/ 63/ 100/160/250/400	
		36	80.000	65.500	40/80/125/200/320/500
		40	102.000	82.000	63/100/160/250/400/630
		90	126.000	100.000	63/100/160/250/400/530
		100	196.000	157.000	80/125/200/320/300/800
$\varphi = 1,6$ 80	32	12.8000	7.800	320/400/500	
	40	20.000	12.200	400/500/630	
	50	31.000	18.200	500/630/800	
	63	50.000	50.000	630/800/1000	
		50	80.000	49.000	800/1000/1250
		56	102.000	62.000	1000/1100/1400
		90	126.000	116.000	1000/1250/1600
		100	196.000	116.000	1250/1600/2000

Fluida yang digunakan adalah minyak, dimana nilai viskositas minyak sebagai berikut:

$$V = \eta / \rho$$

Dimana,

V = viskositas kinematik (m^2/s)

η = viskositas dinamik

ρ = kerapatan

Dengan melihat tekanan kerja pada temperatur $45^{\circ}C$ dengan massa jenis (0,841 – 0,991) dan temperatur $55^{\circ}C$ dengan massa jenis (0,834 – 0,904), maka secara interpolasi massa jenis pada temperatur $50^{\circ}C$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_1 &= 0,834 + (0,841 - 0,834) \cdot [(55 - 50) / (50 - 45)] \\ &= 0,8375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 &= 0,904 + (0,914 - 0,904) \cdot [(55 - 50) / (50 - 45)] \\ &= 0,9075 \end{aligned}$$

Dimana X_1 dan X_2 adalah batasan massa jenis minyak pada temperatur $50^{\circ}C$

Maka harga $\rho = 0,8725 \text{ kg} / \text{dm}^3$ (dipilih)

$$= 872,5 \text{ kg}/m^3$$

Akan diperoleh viskositas kinematik hidrolis sebesar :

$$\begin{aligned} V &= (0,0342 \text{ N}\cdot\text{s}/m^2) / 872,5 \text{ kg} / m^3 \\ &= 3,9 \times 10^{-5} m^2 / s \end{aligned}$$

$$= 0,39 \text{ cm}^2 / s$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sehingga dipilih minyak dengan $\nu = 0,3 - 0,45 \text{ cm}^2/\text{s}$ pada 50°C yaitu minyak kelas SAE 20

Tabel 3.3. Pengaruh Tekanan Terhadap Viskositas Dinamika

Tekanan p (bar)	Viskositas dinamika pada temperatur Pa.S	
	50°C	100°C
0	0,034	0,0091
50	0,036	0,0104
100	0,39	0,0104
150	0,044	
200	0,048	0,12
250	0,053	
300	0,060	0,121
350	0,066	
400	0,071	0,131
450	0,079	
500	0,088	0,140
600	0,107	0,156
700	0,139	0,175
800	0,165	0,189
900	0,195	0,242
1000	0,23	0,348

3.1.2. Perangkat Penekan

Perangkat ini terdiri dari beberapa bagian yang dapat dipisah-pisah dan di ganti – ganti sesuai dengan ukuran pipa yang akan dibengkokkan, antara lain:

- a. Hidrolik
- b. Poros berulir
- c. Poros berbagai ukuran panjang
- d. Pengikat roll ganda
- e. Roll ganda

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

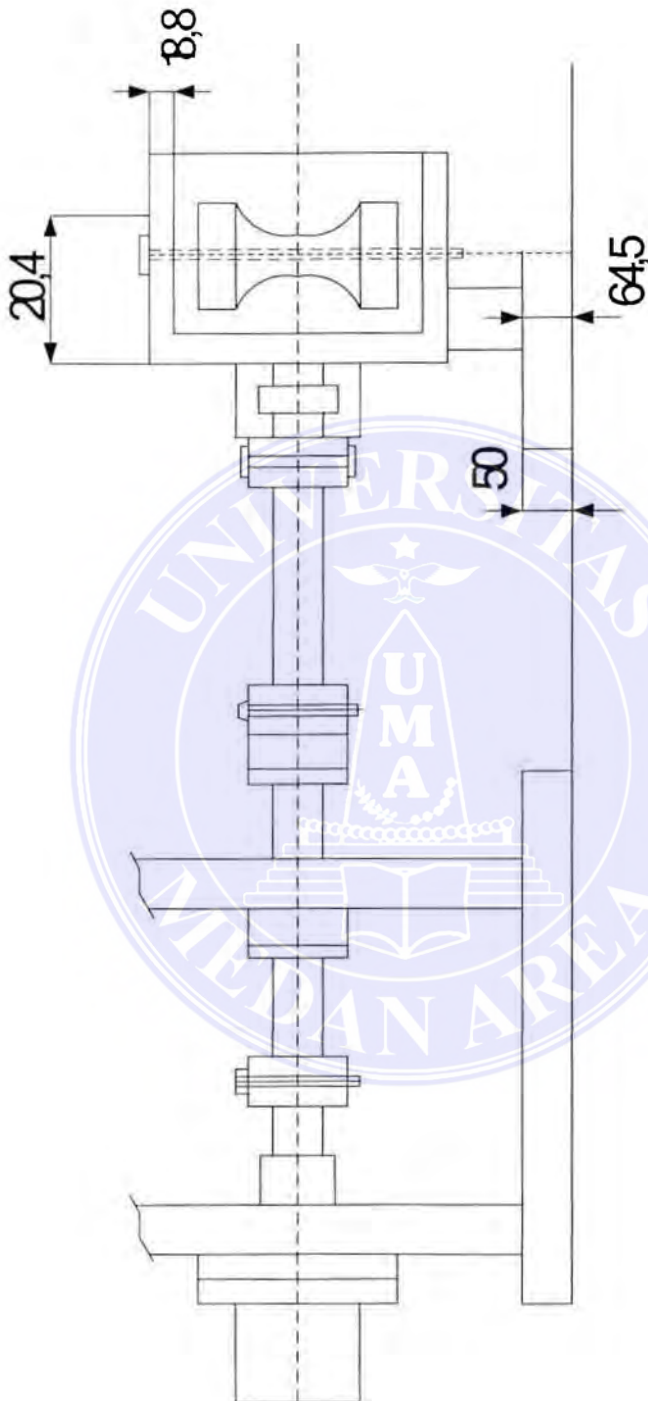
Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Perangkat ini dihubungkan langsung dengan bagian untuk kedudukan pipa dan poros penahan mandrel, sehingga pada saat pembengkokan perlawanan pipa yang terjadi pada bagian yang tidak terikat pada form boleh ditahan oleh perangkat ini dan poros mandrel.

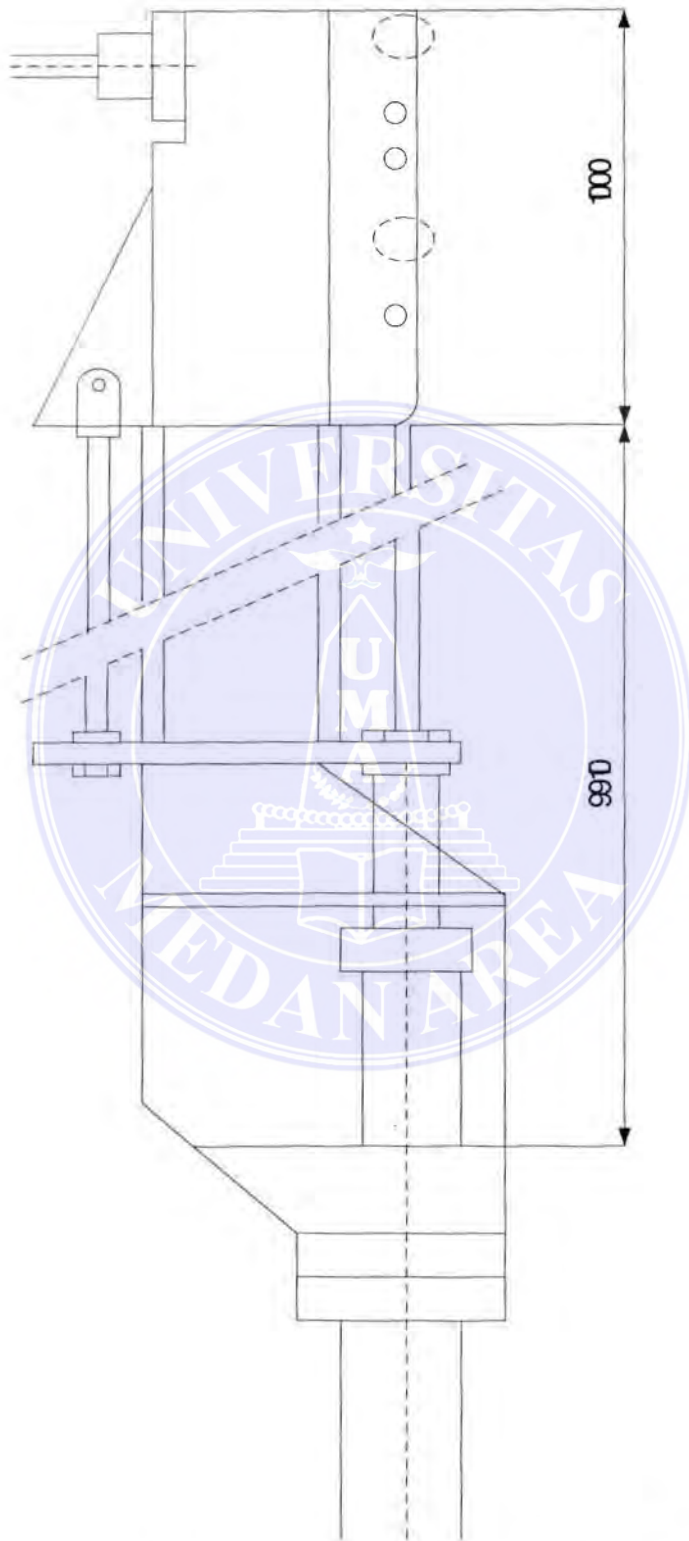
Tabel 3.4. Hubungan temperatur langsung dengan massa jenis minyak hidrolik massa jenis dari minyak hidrolik (bebas udara):tergantung pada temperatur.

Temperatur $t (^{\circ}\text{C})$	Massa jenis (kg/dm^3)	Temperatur $t (^{\circ}\text{C})$	Massa jenis (kg/dm^3)
-15	0,880...0,950	+45	0,841...0,911
-5	0,873...0,943	+55	0,834...0,904
0	0,870...0,940	+65	0,828...0,898
+5	0,867...0,937	+75	0,821...0,891
+15	0,860...0,930	+85	0,815...0,885
+25	0,854...0,924	+95	0,808...0,878
+35	0,847...0,917	+105	0,802...0,872

Catatan : Jika temperatur meningkat, maka volume dari sejumlah minyak tertentu akan bertambah Kira-kira 0,0007 kg/dm per derajat Celsius.



Gambar 3.15.a . Detail Sistem Penekan Roll



UNIVERSITAS MEDAN AREA
Gambar 3.15.b. Detail Penekan Roll Bagian Penahan

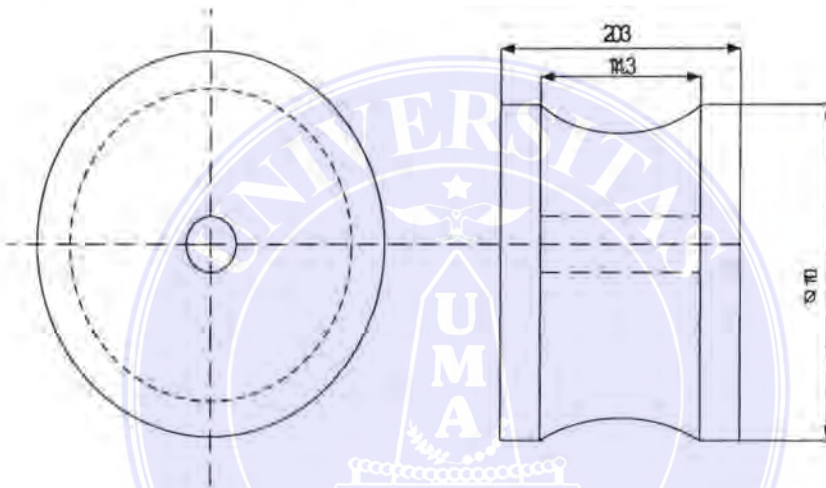
Document Accepted 29/8/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

3.1.2.1. Roll Ganda dan Poros

Roll ganda ini dibuat dari bahan poros yang sama dengan form block. Roll ganda dibuat berdasarkan ukuran pipa, dimana direncanakan mesin untuk membengkokkan pipa hingga ukuran 4 inch OD. Sehingga roll juga mempunyai ukuran seperti pipa-pipa tersebut.



Gambar 3.16. Ukuran roll maksimum

Bahan roll adalah S50C JIS G 4051 (dipilih). Sedangkan bahan poros roll adalah S55C-D JIS G 3123 (dipilih), karena memiliki kekerasan yang tinggi sehingga diasumsikan tidak terjadi elastisitas dan bahan ini sering digunakan untuk poros.

Berat roll ganda dengan ukuran maksimum jika bahan dari baja maka $\gamma =$

7753 kg/m^3 dimana volume benda :

$$V_r = \pi/4.(D_{Ir}^2 - D_{dr}^2).L_r$$

$$= \pi/4.(110^2 - 36^2)203$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

$$= 1721671,4 \text{ mm}^3$$

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

$$= 1,72 \times 10^{-3} m^3$$

Dalam hal ini alur untuk permukaan pipa tidak dihitung dan dikurangkan dengan volume perhitungan sebab ukuran pipa rancangan hingga 4 inch OD, tetapi dalam kenyataan dapat digunakan untuk ukuran pipa yang lebih kecil hingga <2 inc OD, sehingga akan menyebabkan penambahan gaya berat yang dibebankan kepada hidrolik penekan oleh karena itu perhitungan diatas diperoleh volume maksimum, sehingga:

$$\begin{aligned} m_r &= 7753 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,72 \times 10^{-3} m^3 \\ &= 13,35 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dan gaya berat roll adalah :

$$\begin{aligned} F_r &= m_r \cdot g \\ &= 13,35 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 130,9 \text{ N} \end{aligned}$$

Diketahui bahwa roll ada dua buah maka :

$$\begin{aligned} F_r &= 2 \cdot 130,9 \text{ N} \\ &= 261,89 \text{ N} \end{aligned}$$

Dan untuk perangkat roll ini digunakan poros dari baja dengan bahan S55C-D JIS G 3123, dengan ukuran sebagai berikut :

$$\text{Diameter kepala} = 54 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter batang} = 36 \text{ mm}$$

$$\text{Tabal kepala} = 16 \text{ mm}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

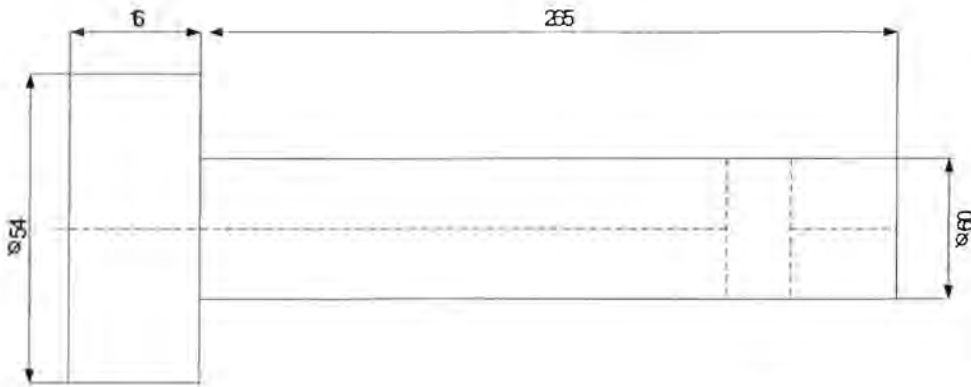
Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23



Gambar 3.17. Ukuran Poros Pengikat Roll

Sehingga volume poros pengikat roll :

$$\begin{aligned}
 V_{pr} &= [(\pi / 4.54^2 \cdot 16) + (\pi / 4.36^2 \cdot 265)].2 \\
 &= 6,12 \times 10^5 \text{ mm}^3 \\
 &= 6,12 \times 10^{-4} \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dan berat poros,

$$\begin{aligned}
 m_{pr} &= 7753 \text{ kg/m}^3 \cdot 6,12 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\
 &= 4,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka gaya beratnya,

$$\begin{aligned}
 F_{pr} &= m_{pr} \cdot g \\
 &= 4,75 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 46,58 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Momen puntir yang dialami oleh poros ini adalah sama dengan momen pembengkokan sehingga :

$$M_b = M_{pr} = I_{pr} = 15,8 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

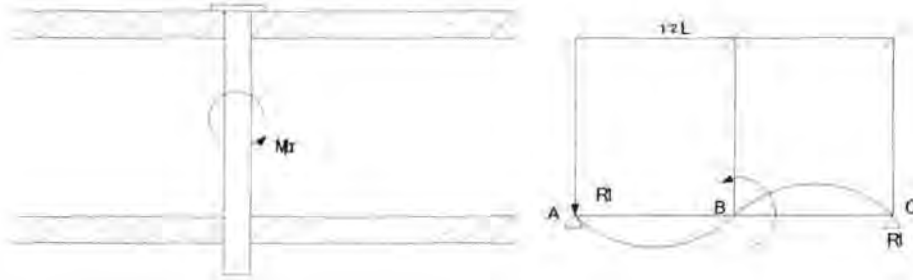
Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23



Gambar 3.18. Gaya-Gaya Pada Poros Roll

$$R_1 = -R_2 = M_{pr} / 2$$

$$= 15,8 \times 10^4 \text{ kg.mm} / 265 \text{ mm}$$

$$= 596,23 \text{ kg}$$

$$M_{AB} = M_{BC} = (M_{pr} \cdot X) / I_{PR}$$

$$= 15,8 \times 10^4 / 2$$

$$= 7,9 \times 10^4 \text{ kg.mm}$$

Maka tegangan geser poros adalah :

$$\tau_{pr} = T_{pr} / Z_{pr}$$

Dimana,

$$Z_{pr} = \pi / 32 \cdot D_{pr}^3$$

$$= \pi / 32 \cdot 36^3$$

$$= 4,578 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Maka,

$$\tau_{pr} = (15,8 \times 10^4 \text{ kg.mm}) / (4,578 \times 10^3 \text{ mm}^3)$$

Dan momen lengkung yang terjadi adalah :

$$M_{bl} = M_{AB} = M_{BC} = 7,9 \times 10^4 \text{ kg.mm}$$

Sehingga tegangan lengkung yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned} \tau_{bl} &= M_{bl} / Z_{pr} \\ &= (7,9 \times 10^4 \text{ kg.mm}) / (4,578 \times 10^3 \text{ mm}^3) \\ &= 17,26 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= [(\sigma_{bl}^2 + (4\tau_{pr}^2))]^{1/2} / 2 \\ &= [(17,26^2) + (4,34,5^2)]^{1/2} / 2 \\ &= 35,56 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Diketahui bahwa $\sigma_b = 91 \text{ kg/mm}^2$, maka konstruksi poros cukup aman.

Contoh salah satu bagian pengikat roll gambar 3.19. merupakan salah satu sample yang diambil.



Gambar 3.19. Bagian Pengikat Roll

Gaya yang diakibatkan oleh berat perangkat ini adalah :

$$\begin{aligned} V_{bp} &= [279,25 \times 1000] - (215,4 \times 1000) \cdot 253 + [0,5 \cdot 130.870] \cdot 18 \\ &= 66,22 \times 10^6 \text{ mm}^3 \\ &= 66,22 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berat perangkat,

$$\begin{aligned} m_{bp} &= 7753 \text{ kg/m}^3 \cdot 66,22 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 513,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya berat yang timbul :

$$F_{bp} = \mu \cdot N$$

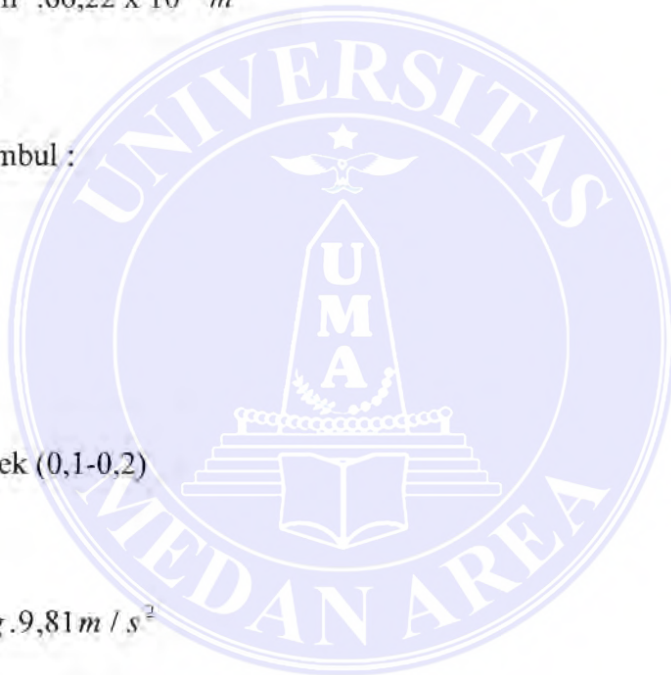
Dimana,

$$N = m \cdot a$$

μ = koefisien gesek (0,1-0,2)

Maka,

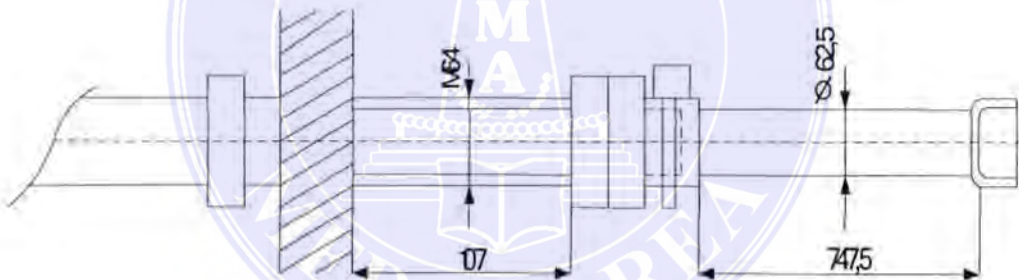
$$\begin{aligned} F_{bp} &= 0,2 \cdot 513,4 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 1007,28 \text{ N} \end{aligned}$$



Tabel 3.5. Harga Koefisien Gesek

Bahan Permukaan Kontak	μ		ρ_a (kg / mm ²)
	Kering	Dilumasi	
Besi cor dan besi cor	0,10 - 0,20	0,08 - 0,12	0,09 - 0,17
Besi cor dan perunggu	0,10 - 0,20	0,10 - 0,20	0,05 - 0,08
Besi cor dan asbes	0,35 - 0,65	-	0,007 - 0,007
Besi cor serat	0,05 - 0,10	0,05 - 0,10	0,005 - 0,05
Besi cor dan kayu	-	0,10 - 0,03	0,02 - 0,03

3.1.2.2. Poros Penekan dan Bantalan



Gambar 3.20. Poros Penekan

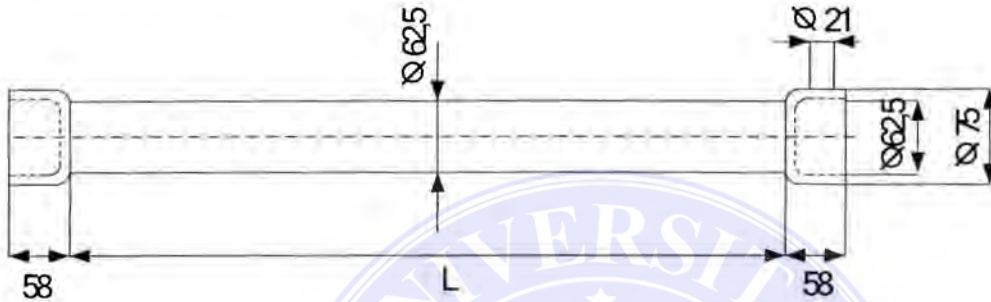
A. Poros penyambung

Poros ini dibuat sesuai dengan panjang poros hermanen yang ada yaitu torak, poros bendir dan lebar pengikat roll, serta dipengaruhi ukuran form block, dalam rancangan ini poros dibuat dua buah dengan panjang maksimal dan minimum yaitu :

$$L_{max} = 1151,75 \text{ mm}$$

$$L_{min} = 747,75 \text{ mm}$$

$$d_1 = 62,5 \text{ mm}$$



Gambar 3.21. Poros Penyambung

Poros dalam pemakaiannya disesuaikan dengan ukuran jari-jari bengkokan sehingga terjadi pergantian form block serta pergantian poros penyambung.

Bahan poros penyambung S35C JIS G 4051.

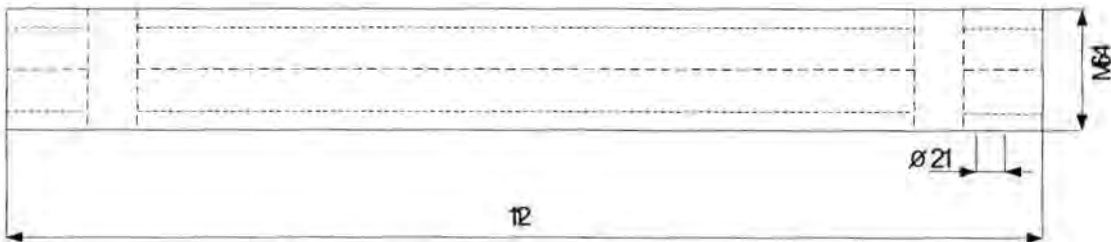
Berat poros,

$$G_p = \pi / 4 \cdot D_p^2 \cdot L_p \cdot \gamma$$

$$= \pi / 4 \cdot 0,0625^2 \cdot 1,151 \cdot 7753 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$= 27,38 \text{ kg}$$

B. Poros penekan berulir



Gambar 3.22. Ukuran Poros Penekan Berulir

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Poros ini dihubungkan langsung dengan batang torak hidrolik, sehingga poros ini tidak perlu diganti-ganti. Poros diberi ulir agar laja tekan hidrolik constan. Poros ditumpu pada balok berulir dalam, bahan poros S35C JIS G 4051 sama juga halnya dengan bola penumpu.

Berat poros adalah,

$$G_{pu} = \pi / 4 \cdot 0,0625^2 \cdot 0,112 \cdot 7753 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$= 2,58 \text{ kg}$$

C. Hidrolik Penekan

Hidrolik ini hanya melayani penekan dan penan gaya pembengkok, dimana gaya pembengkok sebesar $6,132 \times 10^3 \text{ kg}$, maka gaya yang dilayani oleh hidrolik ini adalah :

$$G_{bp} = 6,132 \times 10^3 \text{ kg} + 27,28 \text{ kg} + 2,58 \text{ kg}$$

$$= 6162 \text{ kg}$$

Maka gaya berat,

$$F_{bp} = G_{hp} \cdot g$$

$$= 6162 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 6,05 \times 10^4 \text{ N}$$

Ukuran Hidrolik

Berdasarkan tabel 3.1. untuk batang torak direncanakan memiliki ukuran sebagai berikut :

$$D_{sp} = 63 \text{ mm}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

A = 47,4 cm²

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dimana, $\varphi_1 = A_z / A_r = 1,6$

Maka ukuran silinder torak,

$$D_{zp} = 100 \text{ mm}$$

$$A_{zp} = 75,5 \text{ cm}^2$$

Dan tekanan hidrolik penekan diperoleh

$$P_{hf} = F_{hp} / A_{zp}$$

$$= (0,0051 \times 10^4 \text{ N}) / 0,00785 \text{ m}^2$$

$$= 77,01 \times 10^5$$

$$= 77,01 \text{ bar.}$$

Sedangkan langkah torak direncanakan $S = 500 \text{ mm}$. fluida yang dipakai sama dengan fluida hidrolik untuk penggerak form block yaitu minyak SAE 20.

Gaya keluar torak hidrolik :

$$F_{hpa} = 77,01 \times 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 \cdot 0,00785 \text{ m}^2$$

$$= 60.452 \text{ N}$$

Maka konstruksi hidrolik aman sebab dengan melihat tabel 3.3 dimana gaya yang tersedia pada hidrolik yang dipilih lebih besar.

3.1.3. Perangkat Penahan Laju Regangan Pipa

A. Mandrel

Mandrel adalah perangkat yang dimasukkan kedalam pipa untuk menahan laju aliran regangan yang terjadi pada saat pembengkokan sehingga perubahan bentuk pada pipa tidak melebihi dari batas yang diizinkan. Mandrel dipilih dari bahan yang memiliki kekerasan yang tinggi dan permukaan halus sehingga pada saat pembengkokan terjadi mandrel tidak memberikan efek gesekan sehingga permukaan dalam pipa tidak mengalami erosi akibat aliran pembengkokan pipa dan mandrel tidak terdeformasi oleh proses tersebut.

Dalam mandrel ini dipilih dari bahan baja khrom molibden SCM 23 JIS G 4105 dan dalam pipa tipe bola banyak dengan menggunakan kawat baja penghubung dengan kekuatan tarik yang tinggi, maka dipilih bahan kawat SWRS 72 B. Ukuran mandrel sama dengan ukuran diameter dalam pipa yang akan dibengkokkan. Mandrel dibuat dengan poses permesinan.

B. Poros pengikat mandrel

Fungsi dari poros pengikat mandrel ini adalah tempat pengikat mandrel sekaligus sebagai penahan mandrel dalam mengatasi tarikan yang terjadi karena momen pembengkokan, tetapi dalam hal ini mandrel tidak mendapat tarikan yang berarti, sebab mandrel hanya sebagai penahan deformasi bukan sebagai pembentuk sehingga tarikan dapat diabaikan karena mandrel yang dimasukkan ke dalam pipa diberi pelumas minyak gemuk. Direncanakan poros mandrel terbuat dari bahan S55C D JIS G 3123, dengan ukuran:

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Diameter (D_{mm}) = 30 mm

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

$$\text{Panjang } (L_{pm}) = 12 \text{ m}$$

Ukuran mandrel juga disesuaikan dengan pipa yang akan dibengkokkan sebab dengan berubahnya ukuran pipa maka berubah juga ukuran mandrel. Untuk ukuran tersebut diatas dapat dipakai untuk pipa terkecil 1,5 inc OD. Sedangkan untuk pipa dengan ukuran <1,5 inc OD, ukuran poros mandrel harus diganti.

C. Hidrolik Penggerak Mandrel

Diasumsikan bahwa hidrolik melayani beban yang sama dengan hidrolik penggerak roll ganda sehingga hidrolik memiliki ukuran yang sama dengan hidrolik penggerak roll ganda, yaitu :

Diameter batang torak (D_{pm})	= 63 mm
Luas batang torak (A_{pm})	= 47,4 cm ²
Tekanan kerja torak (P_{h2})	= 77,01 bar
Langkah torak (S)	= 500 mm
Diameter torak (D_{zpm})	= 100 mm
Luas bidang torak (A_{zpm})	= 78,5 cm ²
Minyak hidrolik	= SAE 20

3.1.4. Pompa Hidrolik

Pompa berfungsi menekan minyak hidrolik sehingga terjadi perubahan energi mekanis menjadi energi hidrolik. Pompa hidrolik merupakan perangkat yang vital pada instansi hidrolik merupakan perangkat yang vital pada instalasi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

hidrolik karena apabila pompa tidak bisa dioperasikan, biasanya tidak mungkin

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

lagi adanya suatu siklus yang normal. Dalam perencanaan ini pompa hidrolik dipilih berdasarkan kemampuan tekan. Pompa hidrolik dalam rancangan ini bekerja melayani tiga hidrolik yang bekerja bersamaan yaitu :

A. Hidrolik penggerak Form block

$$A_{z1} = 0,0123 \text{ m}^2$$

$$S_1 = 800 \text{ mm}$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

B. Hidrolik penekan

$$A_{z2} = 0,00785 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 500 \text{ mm}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

C. Hidrolik penggerak mandrel

$$A_{z2} = 0,00785 \text{ m}^2$$

$$S_3 = 500 \text{ mm}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

Maka volume total yang akan dilayani oleh pompa adalah :

$$\begin{aligned} V_{ip} &= (A_{z1} \cdot S_1) + (A_{z2} \cdot S_2) + (A_{z3} \cdot S_3) \\ &= [(0,0123 \cdot 0,8) + (0,000785 \cdot 0,5)] \\ &= 0,01769 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dan luas daerah total penekanan fluida adalah :

$$\begin{aligned} A_{fp} &= A_{z1} + A_{z2} + A_{z3} \\ &= (0,0123 + 0,0785 + 0,00785) \\ &= 0,028 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka kapasitas pompa adalah :

$$Q = k \cdot V \cdot n$$

Dimana,

Q = kapasitas pompa (galon/mnt)

K = 0,004329

n = putaran (n-2450, diambil)

V = volume (ft³)

$$= 0,01769 \text{ m}^3$$

$$= 0,625 \text{ ft}^3$$

Maka,

$$Q = 0,004329 \cdot 0,625 \text{ ft}^3 \cdot 1450 \text{ rpm}$$

$$= 3,92 \text{ galon/mnt}$$

$$= 14,84 \text{ liter/menit}$$

Dalam rancangan ini, direncanakan menggunakan pompa roda gigi dengan dasar pemilihan sebagai berikut :

- a. Konstruksi sederhana dan kokoh.
- b. Kemantapan kerja yang tinggi, juga pada pembebanan berat.
- c. Tidak tergantung pada pemasangan berat.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

d. Sifat pengisapan yang baik (pada putaran konstan)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- e. Jangkauan putarannya besar ($n= 1400-2800$ rpm)
- f. Dapat digunakan pada berbagai daerah tekan (40-160 bar)
- g. Efisiensi yang memadai

Dan dengan melihat tekanan yang terjadi pada hidrolik yaitu :

$$P_p = P_{h1} + P_{h2} + P_{h3}$$

Dimana,

P_p = Tekanan yang akan dilayani pompa

P_{h1} = Tekanan hidrolik penggerak form block

P_{h2} = Tekanan hidrolik penekan

P_{h3} = Tekanan hidrolik penggerak mandrel

Maka,

$$\begin{aligned} P_p &= (5,56 + 77,01) \text{ bar} \\ &= 159,58 \text{ bar} \end{aligned}$$

Maka pompa dapat dipakai untuk melayani ketiga hidrolik tersebut. Dengan menggunakan table 3.6 berikut ini, maka dipilih pompa dengan kapasitas $Q = 16$ liter/menit dan daya $P = 3,3$ Kw.

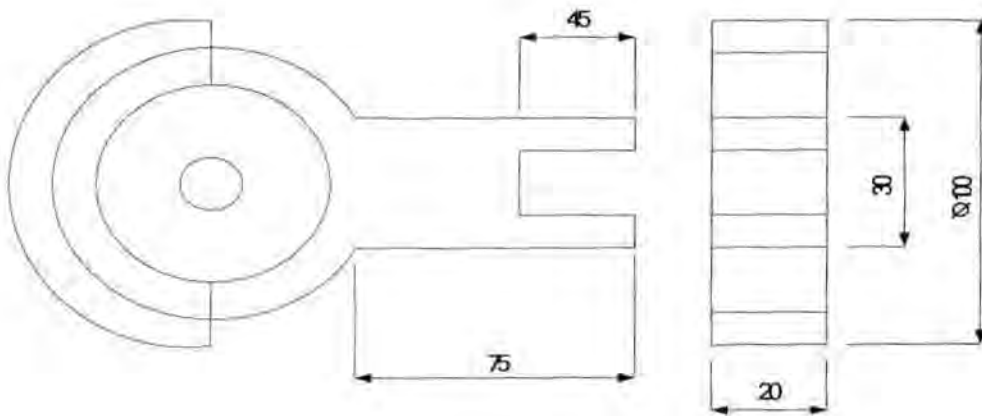
Tabel 3.6. Petunjuk Teknis Untuk Pompa Roda Gigi

Besaran noninal =debit (1/menit)	Daya (kW) yang diserap		
	Satu aliran minyak	Dua aliran minyak	Empat aliran minyak
	p= 63 bar	P=32 bar	
1,6	0,28		P=32 bar
2,5	0,43	0,35	
4	0,7	0,56	0,7
	P=100 bar		1,12
6,3	1,3	0,88	
10	2,1	1,4	1,76
16	3,3	2,2	2,8
25	5,1	3,5	4,4
40	6,3	5,6	
250	5,2		

3.1.5. Perangkat Tambahan

A. Pelat pengontrol putaran

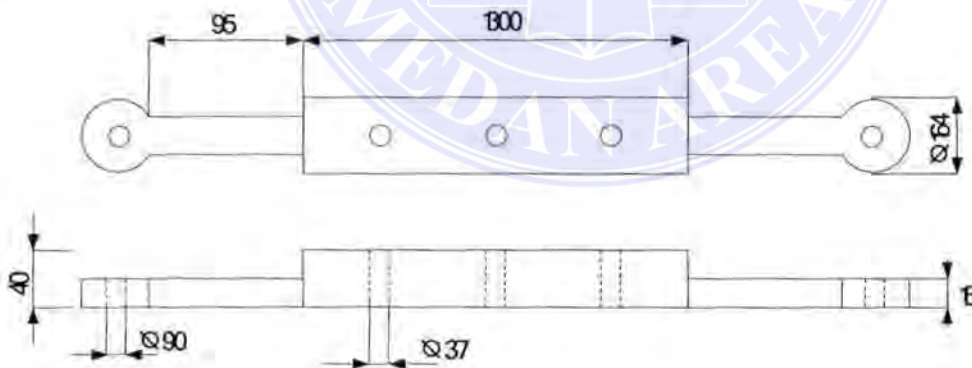
Pelat ini berfungsi sebagai pemutus arus listrik untuk menghidupkan pompa, dimana kerja alat ini berdasarkan putaran form block, sehingga dalam putaran tertentu yaitu pada sudut 65° pelat ini akan menyentuh switch yang ada pada perangkat otomatis sehingga perangkat berhenti kerja, seperti pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23. Pelat Pengontrol Putaran

B. Batang Pengimbang

Batang ini berfungsi sebagai pengikat poros penahan form block dengan ekor pengimbangan (perangkat penekan), sehingga pada saat pembengkokan terjadi seluruh gaya-gaya yang timbul tidak menyebabkan bergesernya perangkat lain.



Gambar 3.24. Batang Pengimbang

Gaya terjadi karena adanya gaya tekan oleh hidrolik penggerak from block sehingga terjadi putaran dan gaya tekan oleh hidrolik penekan, dengan adanya perbedaan posisi maka dibutuhkan pengimbang gaya (resultan gaya). Adapun

gaya-gaya tersebut adalah sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/8/23

Gaya hidrolik penggerak form block (H_{pf}) = 60,2 kN

Gaya hidrolik penekan (H_p) = 60,2 kN

Dengan menggunakan skala gambar 1 cm : 30, 1 kN akan diperoleh resultan gaya yang dibebankan kepada batang pengimbang secara grafis.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan – perhitungan terdahulu maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang adalah :

1. Nama alat : Mesin pembengkok pipa
2. Type : Type bender (benser type)
3. Metode pembengkokan : Pembengkokan gambar (drawing bending)
4. Ukuran pipa kerja : (1,5 – 4) inc OD
5. Bahan pipa : Baja paduan
6. Perangkat penahan laju regangan : Mandrel bola banyak (multi ball mandrel)
7. Jumlah form block : 155 buah
8. Penggerak : Hidrolik
9. Kekentalan minyak hidrolik : SAE 20
10. Jumlah hidrolik : 3 unit
11. Penekan minyak : Pompa roda gigi
12. Kapasitas pompa : 16 liter/menit
13. Daya pompa : 3,3 kW
14. Tekanan pompa : 160 bar
15. Jumlah pompa : 1 unit

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

2. Saran

Setelah menganalisa mesin pembengkok pipa, maka penulis memberikan beberapa saran dalam pengoperasian mesin tersebut, antara lain:

1. Sebelum melakukan pembengkokan terlebih dahulu diperhatikan peralatan mesin
2. Sebelum proses pembengkokan dimulai pertama-tama harus diperhatikan jenis pipa, ukuran pipa, ketebalan dan bahan pipa.
3. Pada saat proses pembengkokan harus diperhatikan suhu



DAFTAR PUSTAKA

1. King R.C. and S. Crocker, Piping Hand book, MC.Graw Hill Book Co, Ed 5, 1973
2. The M.W. Kellogg Company, Designe of Piping System, John Willey and Son, 1956
3. G. Dieter, Sriaite Japrie, Metalurgi Mekanik, Erlangga, Edisi III, Jilid 2, 1992
4. T. Krist, Hidrolika ringkas dan jelas, Cetakan I, Erlangga, Jakarta, 1989
5. Kiyokatso Suga, Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bahan Eleven Mesin. PT. Pradnya Paramita, Cetakan II, Jakarta, 1979
6. T.W. Frankland, The Pipe Fitter's Hand book.
7. Rose, H.F. Piping Designe and Process Plant, New York, 1976
8. Reynold and Perkins, Termodinamika Teknik. Edisi V, Erlangga, Jakarta, 1994.
9. Sigley, J.E and C.R. Mischke, Mechanical Engineering Designe, Ed.5, Mc. Graw Hill Co. New York.
10. M. Raffei dan Suar Pradja Tedja, Bagian – bagian mesin, jilid 2, P&K