

**RANCANG BANGUN PRESS TOOL KLEM GERENDEL U  
SISTEM PNEUMATIK**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
guna menyelesaikan Gelar Diploma Tiga (D-3)  
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang



**OLEH :**

**Ruslan (06 34 003)**

**Hamsir Achmad (06 34 009)**

**Fahrul Arifianto (06 34 011)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2009**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan:

Judul : **Rancang Bangun Press Tool Klem Gerendel U  
Sistem Pneumatik**

Nama/stambuk : **Ruslan 06 34 003**

**Hamsir Achmad 06 34 009**

**Fahrul Arifianto 06 34 011**

Jurusan : **Teknik Mesin**

Program Studi : **Teknik Mesin**

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga pada program studi Teknik Mesin jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 2 November 2009

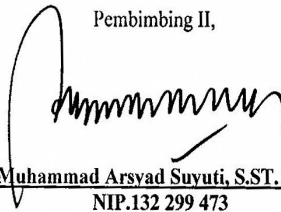
**Mengesahkan;**

Pembimbing I,

Pembimbing II,



**Ir. Simon Ka'ka, MT**  
NIP.131 797 983



**Muhammad Arsyad Suyuti, S.ST. MT**  
NIP.132 299 473

**Mengetahui;**

a.n. Direktur,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



**Muh. Tekad, S.T., MT**  
NIP : 131 884 322

**LEMBAR PENERIMAAN**

Pada hari ini, Rabu Tanggal 28 Oktober 2009 ,Panitia Tugas Akhir menerima dengan baik tugas akhir dari mahasiswa :

Ruslan ( 06 34 003 )

Hamsir Achmad ( 06 34 009 )

Fahrul Arifianto ( 06 34 011 )

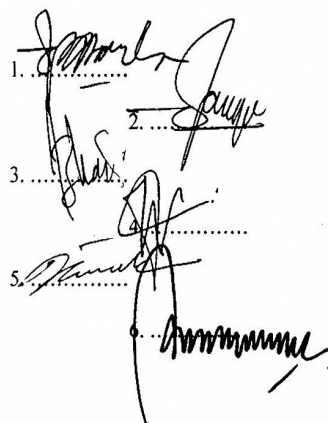
dengan judul : “ **Rancang Bangun Press Tool Klem Gerendel U Sistem Pneumatik**” yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Program Pendidikan Diploma Tiga Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 28 Oktober 2009

Panitia Ujian Tugas Akhir

1. Abram Tangkemanda,S.T.,M.T ( Ketua )
2. Agus Sakti P,Amd ( Sekertaris )
3. Ahmad Zubair S. S.T., M.T ( Anggota )
4. Ir. Ikram, M.T ( Anggota )
5. Ir. Simon Ka'ka,M.T ( Pembimbing I )
6. Muh.Arsyad Suyuti,S.ST.,M.T ( Pembimbing II )

1. ....  
2. ....  
3. ....  
4. ....  
5. ....  
6. ....



## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya yang diberikan selama ini kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan satu tugas berat dalam rangka penyelesaian studi di politeknik negeri ujung pandang.

Sebagai manusia biasa, kami sangat menyadari bahwa tugas akhir yang sederhana ini masih banyak terdapat kekeliruan dan masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh, hal ini tidak lain karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh kami dalam menyelesaikan tugas yang bagi kami yang dirasakan cukup berat, karenanya berbagai masukan dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam proses awal hingga selesainya tugas akhir ini, banyak sekali pihak yang telah terlibat dan berperan serta untuk mewujudkan selesainya Tugas Akhir ini, karena itu pada tempatnyalah kami ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada mereka secara moril maupun materil telah banyak membantu kami merampungkan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Pertama-tama ucapan terimah kasih kami haturkan secara khusus kepada kedua orang tua yang kami hormati dan cintai yang telah membesarkan kami dengan penuh kesabaran hingga kami dapat menyelesaikan studi pada jenjang yang lebih tinggi juga kepda seluruh saudara kami, yang semangat serta dorongannya selama ini.

Selanjutnya ucapan terima kasih kami haturkan kepada Bapak Dr. Pirman, M.Si, selaku Direktur Politeknik dan Bapak Muh. Tekad, ST.MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin , setra Bapak Abram Tangkemada, ST.MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, yang selama ini membantu kami hingga dapat menyelesaikan studi di Politeknik.

Selanjutnya ucapan terima kasih kami haturkan kepada kedua pembimbing kami Bapak Ir. Simon Kaka, MT, selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Arsyad Suyuti, S.ST. MT, selaku pembimbing II yang mana keduanya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Juga kepada teman-teman kami angkatan 06 jurusan Teknik Mesin yang banyak memberikan dorongan agar cepat selesai dan ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir kami, harapan kami semoga apa yang telah dibantukan selama ini secara moril atau materil mendapatkan imbalan amal dari Allah SWT dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Akhirnya, semoga Allah SWT, memberikan perlindungan kepada kita semua,

Wassalamualaikum Wr Wb

Makassar, Oktober 2009

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENERIMAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR NOMENKLATUR .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Dan Manfaat Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Definisi Rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik.....	4
2.2. Komponen dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik	6
2.3. Prinsip kerja dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik .....	9
2.4. Heat treatment.....	11
2.5. Pneumatik.....	15
2.6. Faktor Keamanan.....	16
2.7. Dasar-Dasar Rancang Bangun.....	17

### **BAB III METODE RANCANG BANGUN**

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	21
3.2. Alat Dan Bahan.....	22
3.3. Prosedur Dan Langkah Kerja .....	23
3.4. Tahap Perakitan .....	32
3.5. Prosedur Pengujian .....	33
3.6. Teknik Analisa Data .....	34

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Perancangan.....	35
4.1.1. Panjang bentangan.....	35
4.1.2. Gaya tekuk pada 'U' bending .....	36
4.1.3. Perhitungan Beban Pegas .....	37
4.1.4. Massa Komponen-Komponen Press Tool Klem gerendel U.....	39
4.1.5. Gaya Pneumatik .....	43
4.2. Hasil Pengujian .....	45
4.2.1. Pengujian Kekerasan .....	45
4.2.2. Pengujian Rangkaian Pneumatik .....	49
4.2.3. Pengujian Pengoperasian Press Tool .....	51
4.3. Pembahasan .....	52

### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	54
5.2. Saran .....	54

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
-----------------------------	-----------

<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>
------------------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

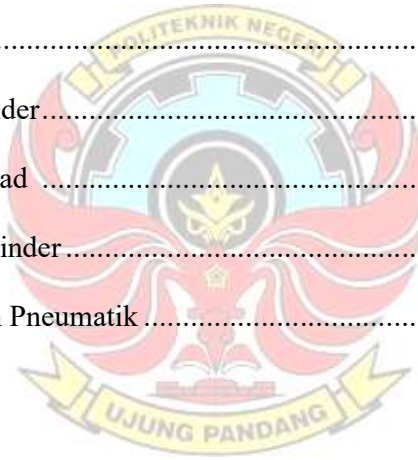
Tabel 3.1. Proses Pembuatan Komponen press tool klem gerendel U sistem pneumatik .....	23
Tabel 4.1. Hasil pengujian kekerasan punch dan die.....	46
Tabel 4.2. Bahan uji tembaga 0,5 mm .....	49
Tabel 4.3. Bahan uji alumunium 1 mm.....	49
Tabel 4.4. Bahan uji seng 0,3 mm .....	49





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.Klem Gerendel U .....	1
Gambar 2.1. Tahapan pembentukan 'U' .....	11
Gambar 2.2. Diagram –TTT pada baja karbon bukan paduan .....	13
Gambar 2.3. Dimensi Klem.....	15
Gambar 3.1. Diagaram alir perancangan dan pembuatan proyek akhir.....	19
Gambar 4.1. Dimensi Klem.....	33
Gambar 4.2. Poros .....	37
Gambar 4.3. Punch .....	38
Gambar 4.4. Punch Holder.....	39
Gambar 4.5. Pressure Pad .....	39
Gambar 4.6. Kepala Silinder.....	40
Gambar 4.7. Rangkaian Pneumatik .....	47



## DAFTAR NOMENKLATUR

<b><u>Simbol</u></b>		<b>Satuan</b>
Lt	= Panjang plat	mm
R	= Jari-jari tekukan	mm
X	= Panjang bagian plat	mm
s	= Tebal plat	mm
q	= Faktor koreksi	-
F	= Gaya Tekuk	N
b	= Lebar tekukan	mm
$R_m$	= Tegangan Bengkok bahan	N/mm <sup>2</sup>
C	= Indeks pegas	-
D	= Diameter rata-rata lilitan pegas	mm
d	= Diameter kawat pegas	mm
W	= Beban	N
$\delta$	= Defleksi	mm
G	= Modulus geser	N/mm <sup>2</sup>
N	= Jumlah lilitan pegas	buah
n	= Jumlah lilitan yang aktif	buah
M	= Massa komponen	Kg mm <sup>3</sup>
V	= Volume komponen	kg/mm <sup>3</sup>
$\rho$	= Massa jenis	

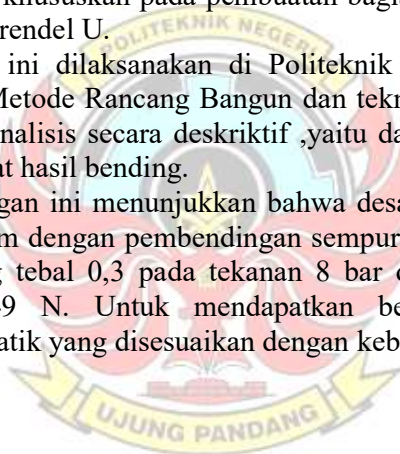
## ABSTRAK

Ruslan ( 06 34 003 ) , Hamsir Achmad ( 06 34 009 ) , dan Fahrul Arifianto (06 34 011) dengan judul proyek akhir Rancang Bangun Press Tool Klem Gerendel U Sistem Pneumatik di kota Makassar, dibimbing Oleh Ir. Simon Ka'ka, MT sebagai pembimbing I dan Muhammad Arsyad Suyuti, S.ST. MT Sebagai pembimbing II.

Gerendel U merupakan pengunci pintu yang dibuat dari logam, digunakan dengan cara menggeserkan (memutar) ke kanan atau ke kiri, bagian kunci (tanpa anak kunci) dimana gerendel U biasanya dipakai untuk pintu atau jendela rumah, restoran, dan tempat umum lainnya. Rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini di khususkan pada pembuatan bagian dari Gerendel U yang disebut dengan klem Gerendel U.

Pembuatan alat ini dilaksanakan di Politeknik Negeri Ujung Pandang dengan menggunakan Metode Rancang Bangun dan teknik analisa data sehingga diperoleh data yang dianalisis secara deskriptif ,yaitu data yang telah terkumpul dianalisis dengan melihat hasil bending.

Hasil perancangan ini menunjukkan bahwa desain konstruksi press tool dapat menghasilkan klem dengan pembendingan sempurna untuk bahan tembaga tebal 0,5 mm dan seng tebal 0,3 pada tekanan 8 bar dengan gaya maksimum pneumatik sebesar 249 N. Untuk mendapatkan bending yang sempurna dibutuhkan gaya pneumatik yang disesuaikan dengan kebutuhan.



# BAB I

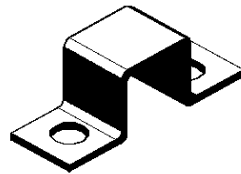
## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Gerendel U merupakan pengunci pintu yang dibuat dari logam, digunakan dengan cara menggeserkan (memutar) ke kanan atau ke kiri, bagian kunci (tanpa anak kunci) dimana gerendel U biasanya dipakai untuk pintu atau jendela rumah, restoran, dan tempat umum lainnya. gerendel U sangat berperan bagi kehidupan konsumen sebagai pengamanan.

Dalam hal ini terdapat dua bagian pada gerendel U yakni pada bagian klem dan body ( Dendy Sugono: 2008), dimana klem dan body gerendel U merupakan komponen terpisah tetapi pada pemasangannya komponen ini merupakan satu kesatuan.

Rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini di khususkan pada pembuatan bagian dari Gerendel U yang disebut dengan klem Gerendel U, berikut dipaparkan dalam bentuk penggambaran sebagai berikut :



Gambar 1.1 Klem gerendel U

Klem gerendel U merupakan bagian yang terpenting dari gerendel dimana peletakkannya menempel di kusen pintu maupun jendela pada umumnya, klem gerendel U merupakan bagian dari pengunci yang dibuat dari logam.

Pada dasarnya rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini bertujuan untuk memberikan contoh pengembangan alat

pembuat gerendel sistem pneumatik yang dimulai dari pembuatan bagian klem gerendel terlebih dahulu.

Pada proses pembuatan klem gerendel U menggunakan konstruksi Press tool dimana press tool adalah suatu alat yang digunakan untuk membentuk atau memotong plat logam menjadi barang komponen setengah jadi atau bahkan menjadi komponen yang siap pakai. Secara operasional press tool dapat bekerja sebagai alat potong atau sebagai alat pembentuk dan ada pula yang dirancang khusus dimana dalam satu alat dapat bekerja secara bersama-sama antara pemotongan dan pembentukan sekaligus. Untuk memproduksi ratusan bahkan ribuan komponen yang berukuran sama dalam waktu yang relatif singkat serta dapat menghemat biaya produksi ( Herman Pollack: 1976).

Disamping itu pembuatan klem gerendel U selain menggunakan Konstruksi press tool di dukung juga dengan pengembangan sistem pneumatik sebagai media awal sumber energi mekanik berupa udara yang di dukung dengan kompressor sebagai pemberi udara ke pneumatik.

Hasil pengamatan sementara yang kami lakukan dalam pembuatan klem gerendel U dapat dilakukan dengan teknologi tepat guna. Untuk membuat perancangan yang lebih modern maka kami membuat proyek akhir yang berjudul **Rancang Bangun Press Tool Klem Gerendel U Sistem Pneumatik.**

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas terdapat permasalahan yang akan diselesaikan dirumuskan yaitu :

- a.) Bagaimana mendesain konstruksi press tool untuk pembuatan klem gerendel U menggunakan sistem pneumatik ?
- b.) Bagaimana menghasilkan klem gerendel U dengan menggunakan press tool ?

## 1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

### 1. Tujuan

Dari rumusan masalah diatas dapat ditetapkan beberapa tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini sebagai berikut :

- a.) Untuk mendesain konstruksi press tool untuk pembuatan klem gerendel U menggunakan sistem pneumatik.
- b.) Untuk menghasilkan klem gerendel U dengan menggunakan press tool.

### 2. Manfaat

- a.) Sebagai pengembangan alat pembuat gerendel sistem pneumatik yang dimulai dari pembuatan bagian klem gerendel terlebih dahulu.
- b.) Sebagai sarana untuk mengaplikasikan teori yang telah dimiliki.
- c.) Sebagai penambah wawasan yang luas dalam berpikir untuk mewujudkan suatu ide/gagasan yang nyata.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik**

Definisi dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik sangat jarang ditemukan sehingga untuk mendefinisikan rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik secara kompleks sangatlah sulit. Oleh karena itu agar dapat di definisikan secara utuh maka terlebih dahulu membagi-bagi definisi dari tiap kata.

Adapun definisi dari press tool yaitu menurut Riyadi (2009) mengartikan bahwa “Press tool merupakan alat potong atau alat pembentuk untuk menghasilkan produk yang seragam (unifrom), dan digunakan untuk memproduksi komponen secara massal”. Tak jauh beda yang dikemukakan Donalson (1973), “Press tool adalah suatu alat yang dipergunakan untuk pengerjaan pemotongan dan pembentukan pelat menjadi produk yang diinginkan berdasarkan prinsip penekanan. Dari kedua sumber diatas memiliki kesamaan bahwa pada dasarnya press tool digunakan untuk pengerjaan pemotongan dan pembentukan dalam hal membentuk produk. Namun, pada sumber kedua tidak diterangkan hasil produk tersebut. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa press tool merupakan suatu alat yang digunakan untuk pengerjaan pemotongan dan pembentukan dalam hal menghasilkan produk yang seragam berdasarkan prinsip penekanan.

Kemudian di dalam Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer Gerendel U adalah pengunci pintu yang dibuat dari logam, digunakan dengan cara

menggeserkan (memutar) ke kanan atau ke kiri; bagian kunci (tanpa anak kunci)” ( Peter dalam Yenny, 1991:470). Selain itu di dalam Kamus Lengkap Bahasa Indonesia, kata Gerendel U diartikan pengunci pintu yang dipasang pada kosen dan daun pintu” (Amran, 1997:221) dan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia ,”kata klem adalah penjepit” (2002:575)

Pada rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini perlu diketahui pengembangan alat ini menggunakan sistem pneumatik seperti halnya yang dikemukakan Patient. Dkk. (1983:5) bahwa pneumatik adalah ”semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan, serta dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem pneumatik.dari kutipan tersebut menjelaskan bahwa pada dasarnya sistem pneumatik merupakan sistem yang menggunakan udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja.

Dari beberapa definisi diatas maka istilah dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik dapat disimpulkan yaitu proses merancang bangun suatu alat yang digunakan untuk pengerjaan pemotongan atau pembentukan dalam hal menghasilkan produk yang seragam berupa bagian penjepit pengunci pintu berbentuk U yang dipasang pada kosen dan daun pintu berdasarkan prinsip penekanannya dimana sistem yang digunakan adalah udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja.



## 2.2 Komponen dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik

Untuk mengetahui komponen-komponen dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini dimana dalam penggunaannya menggunakan press tool, Press tool adalah suatu perancangan yang digunakan untuk membentuk dan memotong plat logam menjadi barang komponen setengah jadi atau bahkan menjadi komponen yang siap pakai. Secara operasional press tool dapat bekerja sebagai perancangan potong atau sebagai perancangan pembentuk dan ada pula yang dirancang khusus dimana dalam satu perancangan dapat bekerja secara bersama-sama antara pemotongan dan pembentukan sekaligus. Untuk memproduksi ratusan bahkan ribuan komponen yang berukuran sama dalam waktu yang relatif singkat serta dapat menghemat biaya produksi. Press tool dalam bekerjanya menggunakan mesin press, maka terlebih dahulu mengetahui komponen-komponen yang dimiliki oleh press tool.

Terdapat beberapa pendapat mengenai komponen press tool seperti yang dikemukakan oleh Donalson (1973) :

“komponen-komponen press tool terdiri dari :1.Punch ( penembus ), 2.Die, 3.Bottom Plat ( plat bawah ), 4.Guide Pillar dan Guide bush, 5.Punch Holder Plat ( plat pemegang punch ), 6.Top Plat ( plat atas ), 7.Stripper ( pelepas ), 8.Shank ( tangkai pemegang ), 9.Pegas, 10.Pressure Plat ( plat tekan ), 11.Guide Plat ( plat pengarah ), 12.Pilot, Pin stop”.

Sama halnya yang dikemukakan oleh Hisbullah. Dkk. (1998:10) bahwa komponen-komponen press tool yaitu ” (1)pendukung dies, (2).pelat atas, (3).dies, (4).punch, (5).bush, (6).bingkai pengarah, (7).pemegang punch, (8).plat tekan, (9).poros pengarah dan (10).baut inbush. Dari kedua kutipan diatas merupakan beberapa komponen –komponen dimiliki oleh press tool tergantung pada kegunaannya.

Oleh karena itu, dengan melihat kedua sumber diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya komponen dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik yang dikhususkan pada press tool bending terdiri dari punch, die, die shoe, Bottom Plat ( plat bawah ), Guide Pillar dan Guide bush, Plat Penumpu Top Plat, Pressure pad, Top Plat ( plat atas ), Poros, Dudukan pneumatik, Dudukan rangkaian listrik, Kepala silinder pneumatik dan ditambah dengan rangka sebagai pondasi serta pneumatik sebagai tenaga penggerak.

Penjelasan mengenai komponen – komponen press tool adalah sebagai berikut :

#### 1. Punch

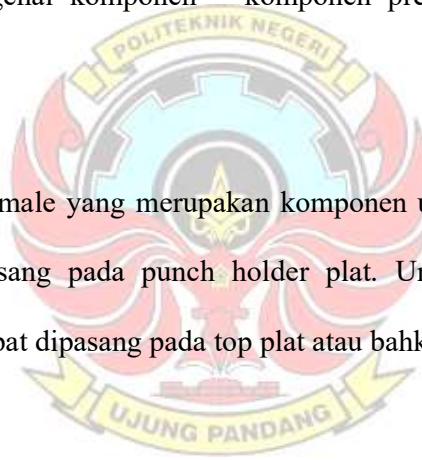
Punch adalah male yang merupakan komponen utama press tool. Punch biasanya dipasang pada punch holder plat. Untuk keperluan tertentu punch juga dapat dipasang pada top plat atau bahkan pada bottom plat.

#### 2. Die

Die adalah female dan merupakan pasangan dari punch untuk proses pemotongan dan pembentukan, sehingga dalam perencanaan bentuk die selalu disesuaikan dengan bentuk punch.

#### 3. Die Shoe

Die Shoe merupakan dudukan dari Die, Pressure Pad dan Guide Pillar, dimana Die Shoe ini dipasang diatas bottom plat.



#### 4. Bottom Plat ( plat bawah )

Bottom plat atau plat bawah adalah blok plat persegi, tempat pemasangan die shoe pada suatu rancangan press tool.

#### 5. Plat Penumpu Top Plat

Plat penumpu top plat adalah plat yang berfungsi sebagai tumpuan top plat yang diikat atau disambungkan dengan baut.

#### 6. Guide Pillar

Guide pillar berfungsi untuk mengarahkan top plat, agar dapat bergerak lurus naik turun dan juga untuk mengarahkan punch agar tepat berada pada lubang die pada waktu dioperasikan guide bush.

#### 7. Guide bush

Guide bush berfungsi untuk mengarahkan tiang pengarah dan mengurangi gesekan yang terjadi.

#### 8. Pressure Pad

Pressure pad adalah landasan pembentuk yang berfungsi untuk menahan pembentukan pada kondisi bottoming. Umumnya pressure pad dipasang bergerak dengan mekanisme penggerak pegas atau chusion tergantung dari gaya penahanan atau gaya pengeluaran dari produk dari jepitan dies dan ketinggian defleksi yang diperlukan.

#### 9. Top Plat ( plat atas )

Top plat atau plat atas merupakan pendukung punch dan tempat pemasangan shank, sehingga top plat dapat bergerak sesuai dengan

gerakan shank. Top merupakan blok plat persegi yang dirancang dengan kebutuhan dan biasanya terbuat dari baja karbon menengah.

#### 10. Poros

Poros merupakan suatu komponen yang di gunakan meneruskan gaya yang dihasilkan pneumatik.

#### 11. Pegas

Pegas merupakan suatu komponen yang digunakan untuk menahan lonjakan yang terjadi terhadap produk saat pengerjaan.

#### 12. Pneumatik

Pneumatik ini berperan penting dalam proses pembuatan klem gerendel U secara cepat, dimana energi mekaniknya adalah udara. Udara ini di hasilkan oleh kompresor sehingga menimbulkan tekanan.

### **2.3 Prinsip kerja dari rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik**

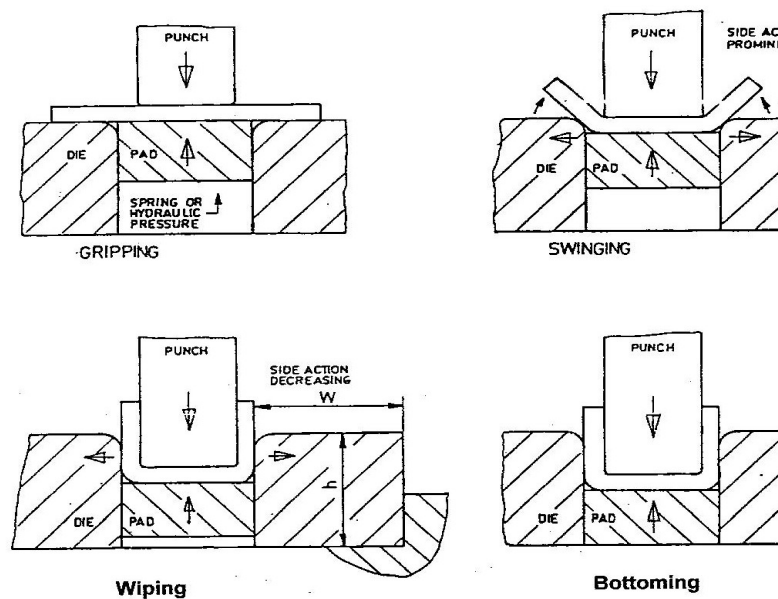
Pada dasarnya rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik merupakan pengembangan sistem automasi, karena dalam rancang bangun klem gerendel U menggunakan sistem pneumatik yaitu dengan menggunakan tenaga dari udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor, menurut Hendrotomo dan Kurniawan (1993) bahwa "mesin press pneumatik sistem kerjanya sama dengan mesin press hidrolik hanya fluida kerjanya yang berbeda".

Berdasarkan cara kerjanya press tool dapat dibagi menjadi dua proses yaitu proses pemotongan dan proses pembentukan. Seperti yang dikemukakan oleh Saifuddin dan Hamdani (2003 : 24), "press tool dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu : proses pemotongan dan proses pembentukan".

Prinsip kerja rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik hanya menggunakan press tool bending saja artinya hanya melakukan proses pembentukan, proses bending adalah proses pembentukan dengan menekuk plat pada tempat tertentu dan hasil tekukannya berupa garis lurus, dalam proses bending ini bahan yang dipakai merupakan bahan setengah jadi dimana bahan tersebut telah melalui proses pelubangan (pengeboran) dan proses pemotongan sesuai ukuran. Pada dasarnya pembentukan 'U' dapat dilakukan dengan berbagai metoda, tetapi pada garis besarnya proses pembentukan tersebut melalui proses berikut :

1. Gripping atau pencengkraman yaitu kondisi saat punch mulai menempel dan memberikan sedikit penekanan sehingga plat tidak mudah bergeser.
2. Swinging atau ayunan yaitu kondisi saat plat mulai tertekan punch, dan kedua sisinya terangkat akibat gaya reaksi yang diberikan dies dan radius tekuk belum terbentuk.
3. Wipping atau pembentukan penuh yaitu kondisi saat plat telah masuk kedalam dies, dan radius tekuknya terbentuk sepenuhnya. Gaya yang terjadi akan mengarah pada dinding dies yang menahan kedua sisi tersebut.

4. Bottoming atau pendasaran yaitu kondisi saat plat yang terbentuk telah mencapai dasar dies, dan punch telah mencapai titik bawah dan berhenti menekan.



Gambar 2.1. Tahapan pembentukan 'U'

## 2.4. Heat treatment

Perlakuan panas atau heat treatment dapat didefinisikan sebagai suatu kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam dan paduannya, dalam keadaan padat dengan atau tanpa memberikan waktu penahanan, dimana perlakuan panas ini diberikan pada logam atau paduan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu.

## Pengerasan (*Hardening*)

Hardening adalah proses perlakuan panas yang kemudian diikuti dengan pencelupan pada media celup secara tiba-tiba. Tujuan proses ini adalah untuk mendapatkan “struktur *martensit*” yang bersifat keras tapi rapuh.

Untuk mencapai tujuan tersebut diatas ada beberapa proses sebagai dan faktor persyaratan yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

### 1. Jenis material

Kita harus mengetahui secara benar jenis material apakah yang akan dikeraskan, hal ini penting untuk menghindari kesalahan pada proses pemanasan dan media *Quenching*.

### 2. *Heating* (pemanasan) :

Pada proses *heating* (pemanasan) ini terdapat 3 tahapan yaitu :

#### - *Pre heating* (pemanasan awal)

Yaitu pemanasan awal pada benda kerja, tujuannya adalah agar benda kerja tidak mengalami kejutan atau shock pada proses panas dan sebagai tahap menghasilkan sisa-sisa tegangan yang diakibatkan oleh pengerjaan mesin.

Tahap pemanasan awal ini dalam proses *hardening* mutlak harus dilakukan, terutama pada baja-baja paduan tinggi. Selain itu, karena adanya perbedaan kemampuan hantaran panas, serta perbedaan bentuk pada benda yang dipanaskan.

Sehingga apabila pemanasan dilakukan secara drastis ke suhu austenit dapat mengakibatkan terjadinya penyimpangan pada benda, atau bahkan benda yang dipanaskan akan retak.

Proses pemanasan awal ini diberikan pada sampai suhu  $600 \div 700^{\circ}\text{C}$  secara perlahan-lahan. Kemudian diberikan penahanan suhu beberapa saat sampai suhunya merata seluruhnya. Setelah itu baru dinaikan ke suhu austenit.

- *Final Heating* (pemanasan akhir)

Yaitu pemanasan akhir setelah “pre heating”, hingga suhu mulai transformasi ke tingkat suhu austenit (kurang lebih  $930^{\circ}\text{C}$ ).

Pada kondisi setelah suhu pengerasan dicapai diberikan ‘*holding time*’ lamanya *holding time* ini tidak sama dengan *holding time* pada *pre-heating*.

- *Holding time* (pemanasan suhu)

Adalah waktu yang diberikan setelah benda mencapai suhu tertentu secara menyeluruh. Lama penahanan suhu (*holding time*) tergantung rata-rata ketebalan benda kerja. Benda kerja akan rendah kekerasannya, bila terlalu pendek *holding time*.



### 3. Quenching

Untuk mendapatkan kekerasan dalam struktur martensite pada suhu baja yang dipanaskan, haruslah melalui suatu proses yang disebut pendinginan secara tiba-tiba (*quenching*), dengan cara mencelup kedalam media pendingin yang sesuai dengan jenis bahan yang dikeraskan.

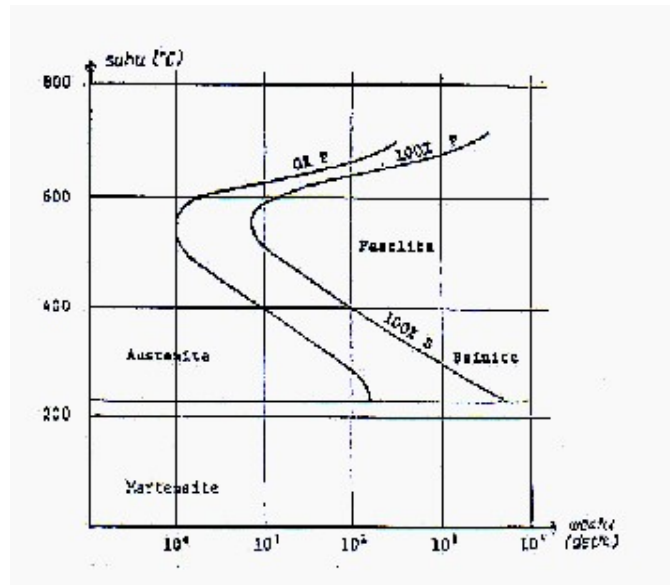
Untuk menghindari tidak tercapainya kekerasan yang diinginkan dan retaknya benda kerja yang dikeraskan, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

#### - Kecepatan Pendingin

Kecepatan pendingin ini dapat dikontrol melalui medium *quenching* yang digunakan.

Berapa kecepatan yang harus dipakai dapat dipelajari dari diagram TTT (*Time-Temperature-Transformation*) sbb :





Gambar 2.2. Diagram –TTT pada baja karbon bukan paduan.

A : *Austenit*

P : *Pearlite*

M : *Martensite*

B : *Bainite*

Dari diagram diatas terlihat bahwa, struktur *martensite* akan terbentuk setelah selang waktu 3000 detik dengan suhu  $200 \div 270^{\circ} \text{C}$ .

Ada 3 jenis media pendingin yang biasa digunakan dalam *quenching* yaitu : air, oli dan udara. Dimana air mempunyai sifat mendinginkan paling cepat dan udara mendinginkan paling lambat.

## 2.5. Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak dan bertekanan. kata pneumatik berasal dari bahasa Yunani, "*pneuma*" yang berarti "*napas*" atau "*udara*". jadi pneumatik berarti *terisi udara* atau digerakkan oleh udara mampat. Pneumatik merupakan cabang teori

aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara mampat.

#### **Keuntungan dan kerugian sistem pneumatik :**

Adapun keuntungan bila menggunakan udara bertekanan antara lain :

- Penyimpanannya mudah
- Transportasi udara mudah dan murah (tidak diperlukan pipa balik)
- Bersih
- Tahan ledakan
- Dapat dikontrol (kecepatan, gaya)
- Aman terhadap beban lebih
- Kecepatan / kerja element tinggi

Sedangkan kerugian kerugiannya antara lain :

- Biaya persiapannya mahal
- Persiapan udaranya perlu perhatian khusus
- Bising
- Daerah kekuatan gayanya terbatas (hanya ekonomis untuk beban dibawah 2 ton )

#### **2.6. Faktor Keamanan**

Pengambilan faktor keamanan untuk mendesain setiap komponen – komponen mesin perlu dipertimbangkan demi menjaga keamanan dari bahan yang digunakan serta umur pakai dari komponen tersebut.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan faktor keamanan :

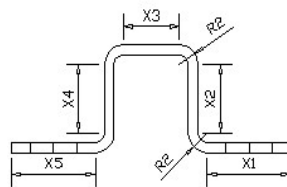
- a. Jenis pembebanan
- b. Keadaan lingkungan tempat alat dipakai
- c. Jenis bahan yang akan dikerjakan
- d. Posisi dari mesin

## 2.7. Dasar-Dasar Rancang Bangun

Dalam pembuatan klem gerendel U sistem pneumatik ini, beberapa hal yang menjadi dasar- dasar perhitungan yaitu :

### 1. Panjang bentangan

Untuk menghitung panjang plat yang digunakan untuk membuat satu produk seperti pada gambar



Gambar 2.3. Dimensi Klem

$$L_t = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + 4\pi \left( \left( R + q \times \frac{s}{2} \right) \left( \frac{\alpha \times \pi}{180} \right) \right) \Rightarrow q = \frac{R}{s} \dots\dots(1)$$

(Jutz, Herman dan Eduard Scharkus. 1989 : 85)

Keterangan :

$L_t$  = Panjang plat (mm)

$R$  = Jari-jari tekukan (mm)

$X$  = Panjang bagian plat (mm)

s = Tebal pelat (mm)

q = Faktor koreksi

## 2. Gaya tekuk pada 'U' bending

Gaya tekuk dapat dihitung dengan rumus :

$$F = \frac{8.b.s^2.R_m}{6.L} \Rightarrow L = R1 + R2 + t \dots\dots\dots(2)$$

(Suyuti, Arsyad. 2007 : 128)

Keterangan :

F = Gaya Tekuk (N)

b = Lebar tekukan (mm)

s = Tebal Plat (mm)

R<sub>m</sub> = Tegangan Bengkok bahan ( N/mm<sup>2</sup> )

L = Lebar alur 'U' (mm)

## 3. ) Perhitungan Beban Pegas

Untuk perhitungan pegas digunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\delta = \frac{8WD^3n}{Gd^4} \rightarrow N = n + (1,5 \text{ sampai } 2)$$
$$W = \frac{\delta Gd^4}{8D^3n} \dots\dots\dots(3)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1991:316)

Keterangan:

W = Beban (N)

δ = Defleksi (mm)

G = Modulus geser = 83 x 10<sup>3</sup> N/mm<sup>2</sup> (lihat tabel 3 pada lampiran)

N = Jumlah lilitan pegas

n = Jumlah lilitan yang aktif

D = Diameter rata-rata lilitan pegas (mm)

d = Diameter kawat pegas (mm)

#### 4. Massa Komponen-Komponen Press Tool Klem gerendel U

Hubungan antara massa, volume dan berat jenis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M = V \times \rho \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

M = Massa komponen press tool klem gerendel U (kg)

V = Volume komponen (mm<sup>3</sup>)

untuk penampang silinder :

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Untuk penampang persegi :

$$V = p \times l \times t$$

$\rho$  = Massa jenis besi =  $7.9 \times 10^{-6}$  kg/mm<sup>3</sup> ( lampiran tabel 2)

#### 5. Gaya Pneumatik

Besar gaya pneumatik dibutuhkan untuk melakukan proses bending U adalah :

$$F_{\text{pneumatik}} = (F_{\text{bending}} + F_{\text{pegas poros}} + F_{\text{pegas pressure pad}}) - (\text{massa komponen total komponen press tool yang membebani pegas})\dots\dots\dots(5)$$

Menurut Sugihartono ( 1985 : 94) bahwa di dalam hitungan gaya pneumatik efektif, hambatan gesekan ( $\mu$ ) harus diambil ke dalam hitungan, gaya gesek boleh diambil antara (3 – 20%)

Dimana,

$$\text{Gaya gesek } (F_f) = \mu \times F_{\text{pneumatik}}$$

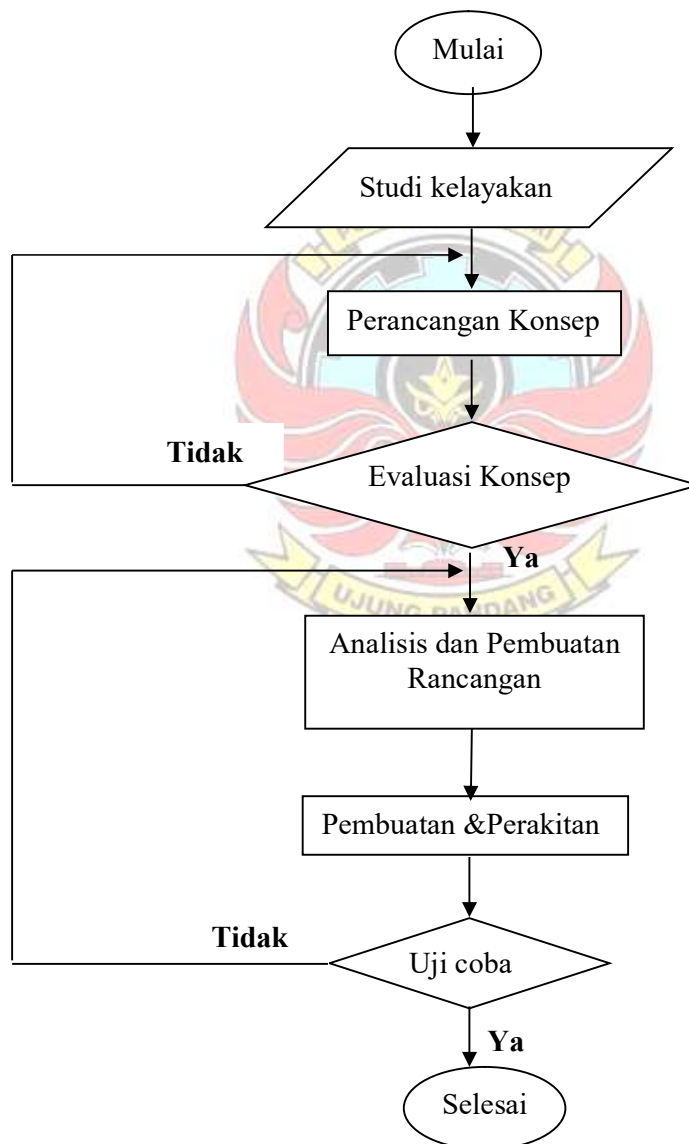
$$\text{Gaya efektif } (F_e) = F_{\text{pneumatik}} + F_f$$



**BAB III**  
**METODE PELAKSANAAN**

**3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik dilaksanakan dan dikerjakan di Bengkel dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang di Makassar.



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan dan pembuatan proyek akhir



### 3.2 Alat Dan Bahan

Untuk menghasilkan suatu rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik yang mampu bekerja secara maksimal, diperlukan alat maupun bahan yang sesuai. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Alat

- a. Mesin bubut
- b. Mesin milling
- c. Mesin gergaji potong
- d. Mesin las
- e. Gerinda tangan
- f. Mesin bor
- g. Kunci-kunci
- h. Kikir
- i. Palu
- j. Pneumatik dan kelengkapannya



#### 2. Bahan

- a. Besi plat ST 42
- b. Besi Assab HQ 705
- c. Tombol saklar power supply
- d. Tombol saklar push button
- e. Baut dan mur
- f. Elektroda las

- g. Pegas
- h. Cat dan kelengkapannya

### 3.3 Prosedur dan Langkah-langkah kerja

Dalam proses rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini berorientasi pada penerapan teknologi tepat guna yang terdiri atas tiga tahapan, yaitu: tahap perancangan, tahap pembuatan, dan tahap perakitan.

#### 1. Tahap perancangan

Sebelum proses pembuatan, dilakukan perancangan terlebih dahulu yang bertujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan komponen dengan berupa gambar sketsa dari komponen yang akan dibuat dan diharapkan agar sebelum alat dibuat, mampu mengetahui kekurangan tiap komponennya, sehingga dapat dikoreksi yaitu dengan cara sebagai berikut :

- a) Melakukan perhitungan gaya terhadap komponen-komponen alat yang dirancang.
- b) Membuat gambar rancangan (gambar desain).

#### 2. Tahap pembuatan

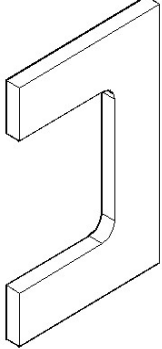
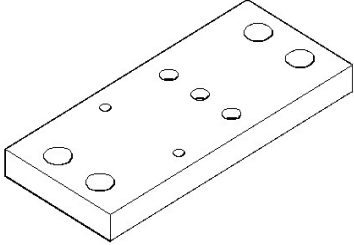
Setelah tahap perancangan selesai, tahap selanjutnya yaitu tahap pembuatan. Proses pembuatan komponen – komponen dilakukan di bengkel mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik

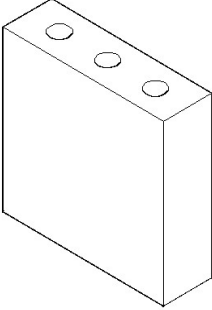
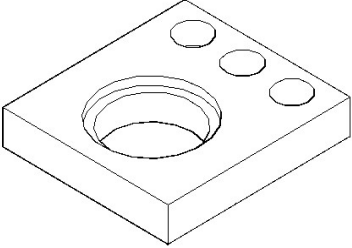
Negeri Ujung Pandang, Dalam proses rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik perlu diperhatikan urutan-urutan atau prosedur, baik dari perancangan yang akan dibuat maupun prosedur pembuatan press tool klem gerendel U sistem pneumatik. Adapun langkah-langkah proses pembuatan press tool klem gerendel U sistem pneumatik ini dilakukan, sebagai berikut :

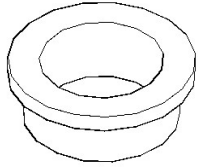
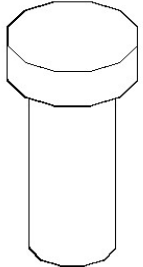
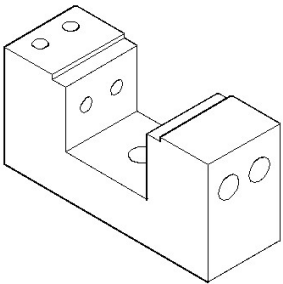
- a. Pembuatan Rangka.
- b. Pembuatan Bottom plat.
- c. Pembuatan plat penumpu top plat.
- d. Pembuatan Top Plat.
- e. Pembuatan guide bush.
- f. Pembuatan Poros.
- g. Pembuatan Die Shoe.
- h. Pembuatan Die.
- i. Pembuatan Pressure pad.
- j. Pembuatan Punch.
- k. Pembuatan Punch holder.
- l. Pembuatan Guide Pillar.
- m. Pembuatan Dudukan pneumatik.
- n. Pembuatan Dudukan rangkaian
- o. Pembuatan Kepala silinder pneumatik.

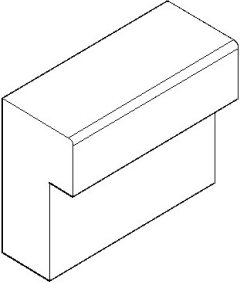
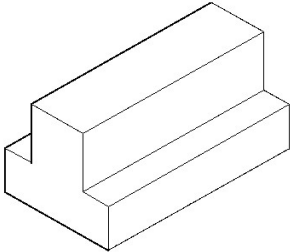
Adapun penjelasan dari proses pembuatan komponen-komponen tersebut, dapat dilihat pada tabel berikut:

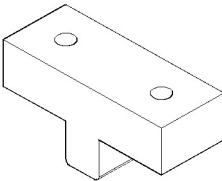
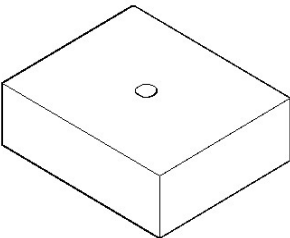
Tabel 3.1 Proses Pembuatan Komponen press tool klem gerendel U sistem pneumatik

1.	Rangka		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin faris</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 340 x 220 x 20 mm.</p>	
2.	Bottom plat		<p>a) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mesin frais</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Mata bor Ø 30 dan Ø 13 mm</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi plat ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 230 x 100 x 20 mm, kemudian dibor dengan lubang ukuran Ø 30 dan Ø 13 mm.</p>	

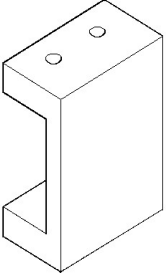
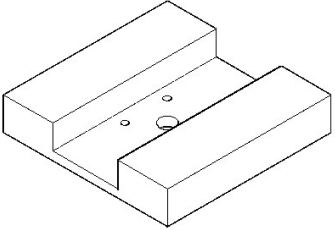
3.	Plat penumpu top plat		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø 10,8 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Penggores</li> <li>- Tab M12</li> <li>- Siku</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 100 x 97,5 x 30 mm, kemudian dibor dengan lubang ukuran Ø 10,8 mm dan di tab dengan M12.</p>	
4.	Top plat		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Mata bor Ø 10,5 mm; Ø 4,8 mm; Ø 33 mm</li> <li>- Counter bor Ø 18 mm</li> <li>- Tab M6</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 110 x 100 x 20 mm, kemudian dibor dengan lubang untuk dudukan busung dengan ukuran Ø 50 mm dan Ø 60 mm, kemudian dibuat lubang untuk pengikat pada plat penumpu dengan Ø 10,5 mm dan counter bor Ø 18 mm, buat lubang untuk pengikat guide pilar yang Ø 4,8 mm dan di tab M6</p>	

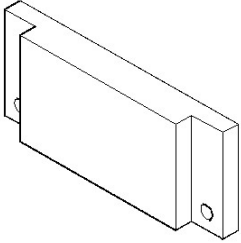
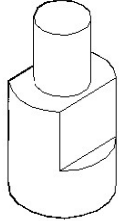
5.	Guide bush		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Mata bor Ø 40 mm</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuningan</li> </ul>	<p>Kuningan di bubut dengan ukuran Ø 60 x 20 mm, kemudian dibuat lubang dengan Ø 40 mm.</p>	
6.	Poros		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Mata bor Ø 6,5 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Tab M8</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <p>Besi bulat ST42</p>	<p>Besi ST42 dibubut dengan ukuran Ø60 x 120 mm, dilubang dengan ukuran Ø6,5 kemudian di tab dengan M8.</p>	
7.	Die shoe		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø10 mm, Ø 4,8mm, Ø 6,5 mm</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST 42 di frais dengan ukuran 100 x 49,5 x 35 mm, kemudian di bor dengan Ø 6,5 mm; Ø4,8 mm dan Ø10 mm. dan di tab dengan M8 dan M6.</p>	

8.	Die		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Siku</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Tab M6</li> <li>- Mata bor Ø 4,8</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi Assab HQ 705</li> </ul>	<p>Besi Assab di frais dengan ukuran 35x15x27,5 mm, kemudian di bor dengan lubang ukuran M6 lalu dibuatkan ulir dengan tab M6 dan yang terakhir dilakukan pengerasan melalui heattreatment.</p>	
9.	Pressure pad		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø10 mm</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assab HQ 705</li> </ul>	<p>Assab di frais dengan ukuran 35 x 17,5 x 20 mm, dilubang dengan ukuran Ø10 mm kemudian dilakukan pengerasan melalui heattreatment.</p>	

10.	Punch		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Mata bor Ø 6 mm, counter bor Ø 10 mm.</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi Assab HQ 705</li> </ul>	<p>Besi Assab di frais dengan ukuran 38 x 15 x 20 mm, kemudian di bor dengan lubang ukuran Ø 6 mm kemudian di counter bor dengan Ø 10 mm, dan yang terakhir dilakukan pengerasan melalui heattreatment.</p>	
11.	Punch holder		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø 4,8 mm; Ø 6,5 mm</li> <li>- Counter bor Ø 12 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Siku</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Penggores</li> <li>- Tab M8 dan M6</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 60 x 48 x 20 mm, kemudian dibor dengan lubang ukuran Ø 4,8 mm; Ø 6,5 mm dan di tab dengan M6 dan M8.</p>	



12.	Guide pilar		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø 6,5 mm</li> <li>- Siku</li> <li>- Penggores</li> <li>- Center drill</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST 42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 48 x 34 x 20 mm, kemudian dibor dengan lubang ukuran Ø 6,5 mm.</p>	
13.	Dudukan pneumatik		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø 5 mm, Ø 10 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Mistar ingsut</li> </ul> <p>b.) Bahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pejal ST42</li> </ul>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 100 x 100 x 20 mm, dilubang dengan ukuran Ø5 mm dan Ø 10 mm..</p>	

14.	Dudukan rangkaian		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin frais</li> <li>- Mesin bor</li> <li>- Mata bor Ø6,5 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Tab M8</li> </ul> <p>b.) Bahan: Besi pejal ST42</p>	<p>Besi pejal ST42 difrais dengan ukuran 140 x 60 x 20 mm, dilubang dengan ukuran Ø6,5 mm, kemudian di tab dengan menggunakan M8.</p>	
15.	Kepala selinder		<p>a.) Alat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Mata bor Ø 6,5 mm</li> <li>- Center drill</li> <li>- Mistar ingsut</li> <li>- Tab M8</li> </ul> <p>b.) Bahan: Besi bulat ST42</p>	<p>Besi ST42 dibubut dengan ukuran Ø36 x 54 mm, dilubang dengan ukuran Ø6,5 kemudian di tab dengan M8.</p>	

### 3.4 Tahap Perakitan

Setelah bagian-bagian dari alat yang dirancang dibuat berdasarkan gambar kerja, maka langkah selanjutnya adalah merakit komponen. dalam proses perakitan komponen unit perancangan dan pembuatan klem gerendel U sistem pneumatik perlu diperhatikan urutan-urutan atau prosedur, komponen yang telah dibuat berdasarkan gambar kerja dan komponen standar yang telah di beli (pegas, baut dan mur serta komponen pneumatik) dirakit menjadi suatu alat pembuat klem gerendel U sistem pneumatik yang dapat difungsikan secara optimal. Perakitan press tool meliputi penyatuan komponen berupa Bottom plat, Die, Die Shoe, Guide Pillar, Guide plat Top Plat, Punch, punch holder, Guide bush, Pressure Pad, Poros, Rangka, Pneumatik.

Adapun metode perakitan Rancang Bangun Press Tool Klem Gerendel U Sistem Pneumatik ini, yaitu :

1. Bottom plat di las pada rangka bagian bawah
2. Dudukan pneumatik dilas pada rangka bagian atas
3. Dudukan rangkaian listrik dilas pada bagian belakang rangka
4. Memasang plat penumpu top plat pada bottom plat
5. Memasang die lalu memasang pegas di bawah pressure pad pada die shoe
6. Memasang die shoe pada bottom plat
7. Memasang guide bush pada top plat
8. Memasang top plat pada plat penumpu top plat
9. Memasang pegas pada poros

10. Memasang poros pada top plat
11. Memasang punch holder pada poros
12. Memasang punch pada punch holder
13. Memasang guide pillar diatas Die Shoe
14. Memasang pneumatik pada dudukan pneumatik
15. Memasang kepala silinder pada pneumatik

### **3.5 Prosedur Pengujian**

Tahap prosedur pengujian bertujuan untuk menguji press tool yang telah dirakit atau yang sudah dapat dioperasikan, dimana press tool ini dapat menghasilkan klem gerendel U. Berikut langkah-langkah prosedur pengujian pada rancang bangun press tool klem gerendel U sistem pneumatik, antara lain:

1. Menghidupkan kompresor sebagai catu daya, sumber awal udara
2. Menekan saklar ON power supply
3. Memasang plat benda kerja pada alat press tool
4. Menekan saklar push button, sehingga silinder bergerak turun menuju plat benda kerja, sehingga plat terbelah
5. Melepaskan saklar push button sehingga silinder kembali naik
6. Mengambil hasil benda kerja yang sudah terbentuk
7. Langkah kedua sampai keempat diulangi sebanyak 2 kali
8. Menekan saklar OFF power supply
9. Setelah proses pengujian selesai, kompresor di matikan.

### **3.6 Teknik Analisa Data**

Setelah melakukan proses pengujian, maka diperoleh data yang akan dianalisis secara deskriptif, yaitu data yang telah terkumpul dianalisis dengan melihat hasil bending yang terjadi sempurna atau tidak sempurna dengan perbedaan tekanan pneumatik pada setiap material.



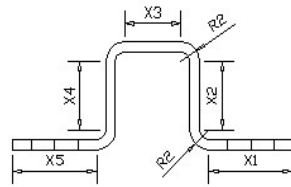
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Perancangan

##### 4.1.1. Panjang bentangan

Untuk menghitung panjang plat yang digunakan untuk membuat satu produk, dapat digunakan rumus (1), yaitu :



Gambar 4.1 Dimensi Klem

$$L_t = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + 4\pi \left( \left( R + q \times \frac{s}{2} \right) \left( \frac{\alpha \times \pi}{180} \right) \right) \Rightarrow q = \frac{R}{s}$$

Diketahui :

$$R = 0,6 \text{ mm.}$$

$$X_1 = 9; X_2 = 7; X_3 = 6; X_4 = 7; X_5 = 9$$

$$s = 0,3 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$L_t = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + 4 \left( \left( R + q \times \frac{s}{2} \right) \left( \frac{\alpha \times \pi}{180} \right) \right)$$

Dimana,

$$q = \frac{R}{s} = \frac{0,6}{0,3} = 2 \text{ (table correction factor } q \text{ lampiran tabel 1) } = 0,8$$

Jadi,

$$\begin{aligned} L_t &= 9 + 7 + 6 + 7 + 9 + 4\pi \left( \left( 0,6 + 0,8 \times \frac{0,3}{2} \right) \left( \frac{90 \times \pi}{180} \right) \right) \\ &= 38 + 4.3,14(0,72 \cdot 1,57) \\ &= 52,1 \text{ mm} \\ &= \mathbf{52 \text{ mm}} \end{aligned}$$

#### 4.1.2. Gaya tekuk pada 'U' bending

Gaya tekuk dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2), yaitu :

$$F = \frac{8.b.s^2.R_m}{6.L}$$

Diketahui :

$$b = 15 \text{ mm}$$

$$s = 0,3 \text{ mm}$$

$$R_m = 140 \text{ N/mm}^2$$

Peyelesaian :

$$F = \frac{8.b.s^2.R_m}{6.L}$$

$$\text{Dimana, } L = R_1 + R_2 + t$$

$$= 1+1+0,3 = 2,3 \text{ mm}$$

Jadi,

$$F = \frac{8.15.0,3^2.140}{6.2,3}$$

$$\mathbf{F = 109,5 \text{ N}}$$

#### 4.1.3. Perhitungan Beban Pegas

Perhitungan beban pegas dapat dihitung menggunakan rumus (3),  
yaitu :

➤ Pegas Poros

Diketahui:

$$\text{Jumlah lilitan (N)} = 6$$

$$\text{Panjang bebas} = 104 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lilitan (D)} = 51,4 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter kawat pegas (d)} = 3,2 \text{ mm}$$

$$\text{Modulus geser (G)} = 83 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Perpanjangan } (\delta) = 60 \text{ mm}$$

Penyelesaian:

$$N = n + (1,5 \text{ sampai } 2) ; \text{ diambil } 2$$

$$n = N - 2$$

$$n = 6 - 2$$

$$n = 4$$

Sehingga beban yang ditahan pegas poros saat penekanan (W)

$$\delta = \frac{8 WD^3 n}{Gd^4} \rightarrow W = \frac{\delta Gd^4}{8D^3 n}$$

$$W = \frac{60 \times (83 \cdot 10^3) \times (3,2)^4}{8 \times (51,4)^3 \times 4}$$

$$W = \frac{522190848}{4345495,808}$$

$$\mathbf{W = 120 \text{ N}}$$



➤ Pegas Pressure Pad

Diketahui:

$$\text{Jumlah lilitan (N)} = 9$$

$$\text{Panjang bebas} = 22,8 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lilitan (D)} = 9,2 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter kawat pegas (d)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Modulus geser (G)} = 83 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Perpanjangan (\delta)} = 15 \text{ mm}$$

Penyelesaian:

$$N = n + (1,5 \text{ sampai } 2) ; \text{ diambil } 2$$

$$n = N - 2$$

$$n = 9 - 2$$

$$n = 7$$

Sehingga beban yang ditahan pegas pressure pad saat penekanan (W)

$$\delta = \frac{8WD^3n}{Gd^4} \rightarrow W = \frac{\delta Gd^4}{8D^3n}$$

$$W = \frac{15 \times (83 \cdot 10^3) \times (1)^4}{8 \times (9,2)^3 \times 7}$$

$$W = \frac{1245000}{43606,528}$$

$$\mathbf{W = 28,5 \text{ N}}$$

#### 4.1.4. Massa Komponen-Komponen Press Tool Klem gerendel U

Massa Komponen-Komponen Press Tool Klem gerendel U dapat dihitung dengan menggunakan rumus (4) sebagai berikut:

$$M = V \times \rho$$

Keterangan:

M = Massa komponen (kg)

V = Volume komponen (mm<sup>3</sup>)

untuk penampang silinder :

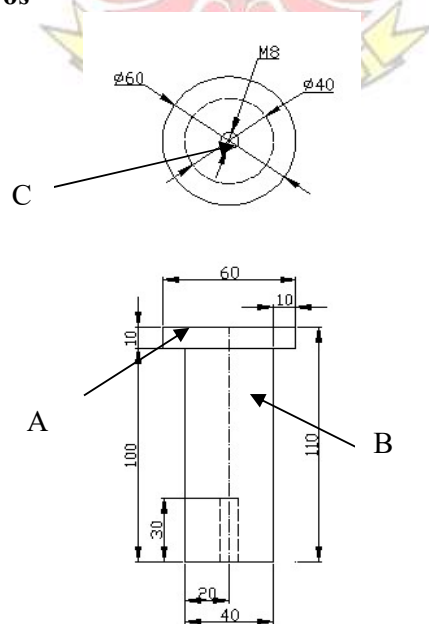
$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Untuk penampang persegi :

$$V = p \times l \times t$$

$\rho$  = Massa jenis besi =  $7,9 \times 10^{-6}$  kg/mm<sup>3</sup>

##### a.) Massa poros



Gambar 4.2 Poros

Dari gambar 4.2 diperoleh massa poros sebesar :

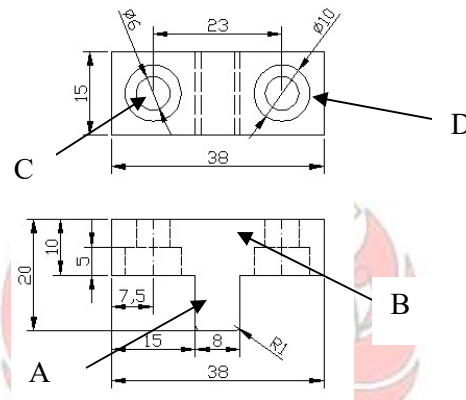
$$A.) M = \pi (30)^2 \times 10 = 3,14 \times 900 \times 10 = 28260 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,22 \text{ kg}$$

$$B.) M = \pi (20)^2 \times 10 = 3,14 \times 400 \times 10 = 125600 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,99 \text{ kg}$$

$$C.) M = \pi (4)^2 \times 20 = 3,14 \times 16 \times 20 = 1004,8 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,008 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total poros} = A + B - C = 0,22 + 0,99 - 0,008 = \mathbf{1,202 \text{ kg}}$$

### b.) Massa punch



**Gambar 4.3 Punch**

Dari gambar 4.3 diperoleh massa punch sebesar :

$$A.) M = 8 \times 15 \times 10 = 1200 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,009 \text{ kg}$$

$$B.) M = 38 \times 15 \times 10 = 5700 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,05 \text{ kg}$$

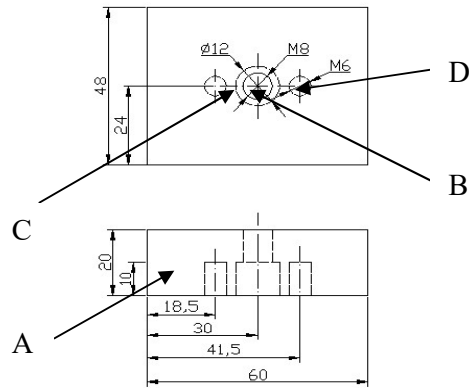
$$C.) M = \pi (3)^2 \times 5 = 3,14 \times 9 \times 5 = 141,3 \times 7,9 \times 10^{-6} \\ = 0,001 \times 2 = 0,002 \text{ kg}$$

$$D.) M = \pi (5)^2 \times 5 = 3,14 \times 25 \times 5 = 392,5 \times 7,9 \times 10^{-6} \\ = 0,003 \times 2 = 0,006 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total punch} = (A + B) - (C + D)$$

$$= (0,009 + 0,05) - (0,002 + 0,006) = \mathbf{0,051 \text{ kg}}$$

**c.) Massa Punch Holder**



**Gambar 4.4 Punch Holder**

Dari gambar 4.4 diperoleh massa punch holder:

$$A.) M = 60 \times 20 \times 50 = 60000 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,47 \text{ kg}$$

$$B.) M = \pi (4)^2 \times 10 = 3,14 \times 16 \times 10 = 502,4 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,004 \text{ kg}$$

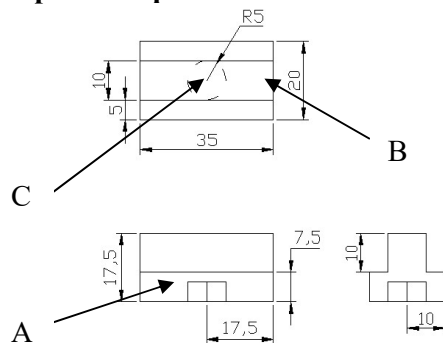
$$C.) M = \pi (6)^2 \times 10 = 3,14 \times 36 \times 10 = 1130,4 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,009 \text{ kg}$$

$$D.) M = \pi (3)^2 \times 5 = 3,14 \times 9 \times 10 = 282,6 \times 7,9 \times 10^{-6} \\ = 0,002 \times 2 = 0,004 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total punch holder} = A - (B+C+D)$$

$$= 0,47 - (0,004 + 0,009 + 0,004) = \mathbf{0,453}$$

**d.) Massa pressure pad**



**Gambar 4.5 pressure pad**

Dari gambar 4.5 diperoleh massa pressure pad sebesar :

$$A.) M = 10 \times 35 \times 10 = 3500 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,03 \text{ kg}$$

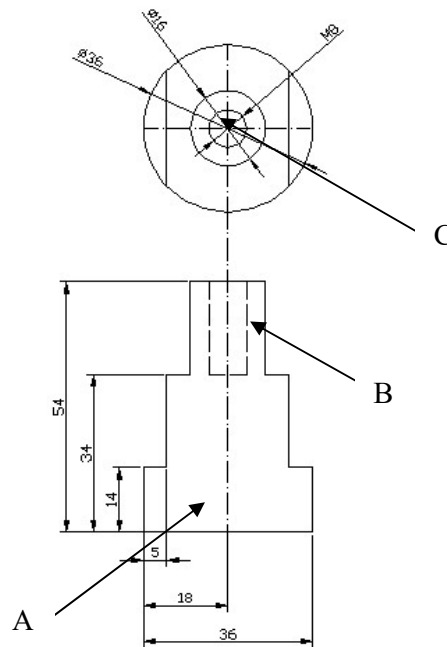
$$B.) M = 30 \times 35 \times 7,5 = 7875 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,06 \text{ kg}$$

$$C.) M = \pi (5)^2 \times 5 = 3,14 \times 25 \times 5 = 392,5 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,003 \text{ kg}$$

$$\text{Massa total Pressure pad} = (A+B)-C$$

$$= (0,03 + 0,06) - 0,003 = \mathbf{0,087 \text{ kg}}$$

#### e.) Massa Kepala Silinder



**Gambar 4.6 kepala silinder**

Dari gambar 4.6 diperoleh massa kepala silinder sebesar

$$A.) M = \pi (18)^2 \times 34 = 3,14 \times 324 \times 34 = 34590,24 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,27 \text{ kg}$$

$$B.) M = \pi (8)^2 \times 20 = 3,14 \times 64 \times 20 = 4019,2 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,03 \text{ kg}$$

$$C.) M = \pi (4)^2 \times 20 = 3,14 \times 16 \times 20 = 1004,8 \times 7,9 \times 10^{-6} = 0,01 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa total kepala silinder pneumatik} &= (A+B)-C \\ &= (0,27 + 0,03) - 0,01 = \mathbf{0,29 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa total komponen press tool} &= \text{massa total poros} + \text{massa total punch} + \\ &\quad \text{massa total punch holder} + \text{massa total} \\ &\quad \text{pressure pad} + \text{massa total kepala silinder} \\ &= 1,202 + 0,051 + 0,453 + 0,087 + 0,29 \\ &= \mathbf{2,083 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total massa komponen yang berhubungan dan membebani pegas sebesar} \\ &= \mathbf{2,083 \text{ Kg} = 20,83 \text{ N}} \end{aligned}$$

#### 4.1.5. Gaya Pneumatik

Besar gaya pneumatik dibutuhkan untuk melakukan proses bending U, dapat dihitung dengan rumus (5), sebagai berikut :

Diketahui :

$$F_{\text{bending}} = 109,5 \text{ N}$$

$$F_{\text{pegas poros}} = 120 \text{ N}$$

$$F_{\text{pegas pad pressure}} = 28,5 \text{ N}$$

$$\text{Massa total komponen press tool} = 20,83 \text{ N}$$

$$\text{Hambatan gesekan } (\mu) = 5 \%$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} F_{\text{pneumatik}} &= (F_{\text{bending}} + F_{\text{pegas poros}} + F_{\text{pegas pad pressure}}) - (\text{massa total} \\ &\quad \text{komponen press tool yang membebani pegas}) \\ &= (109,5 + 120 + 28,5) - 20,83 \\ &= 258 - 20,83 = \mathbf{237,17 \text{ N}} \end{aligned}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} \text{Gaya gesek (F}_f) &= \mu \times F_{\text{pneumatik}} \\ &= 5 \% \times 237,17 \\ &= 11,8585 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya efektif (F}_e) &= F_{\text{pneumatik}} + F_f \\ &= 237,17 + 11,8585 \\ &= 249,02 \\ &= 249 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi gaya efektif pneumatik yang dibutuhkan sebesar **249 N**



## 4.2 Hasil Pengujian

### 4.2.1 Pengujian Kekerasan

#### a. Pengujian Kekerasan Sebelum Heattreatment

Metode Brinnel

Pada cara ini dilakukan dengan jalan menekan bola baja kepada permukaan benda uji yang licin dengan beban tertentu, maka permukaan benda uji akan ada bekas penekanan berupa sebagian dari bidang bola.

- Berdasarkan lampiran tabel 4 data Pengujian Brinnel untuk punch sebelum heattreatment, diperoleh :

Diketahui:

$$\text{Gaya Desakan (F)} = 1840 \text{ N}$$

$$\text{Diameter Bola Penekanan (D)} = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Diameter segmen bola (d)} = 0,8665 \text{ mm}$$

$$HB = \frac{F}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$\begin{aligned} HB &= \frac{1840}{\frac{3.14}{2} 2.5(2.5 - \sqrt{2.5^2 - 0.8665^2})} \\ &= \frac{1840}{1.57 \times 2.5(2.5 - \sqrt{6.25 - 0.75082225})} \\ &= \frac{1840}{3.925(2.5 - \sqrt{5.49917775})} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= \frac{1840}{3.925(2.5 - 2.34503257)} \\
&= \frac{1840}{3.925(0.15496743)} \\
&= \frac{1840}{0.60824716} \\
&= 3025 \text{ N/mm}^2
\end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian diperoleh sebesar 303 HB

- Berdasarkan lampiran tabel 5 data Pengujian Brinell untuk die sebelum heattreatment, diperoleh :

Diketahui:

$$\text{Gaya Desakan (F)} = 1840 \text{ N}$$

$$\text{Diameter Bola Penekanan (D)} = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Diameter segmen bola (d)} = 0,862 \text{ mm}$$

$$\text{HB} = \frac{F}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$\begin{aligned}
\text{HB} &= \frac{1840}{\frac{3.14}{2} 2.5(2.5 - \sqrt{2.5^2 - 0.862^2})} \\
&= \frac{1840}{1.57 \times 2.5(2.5 - \sqrt{6.25 - 0.743044})} \\
&= \frac{1840}{3.925(2.5 - \sqrt{5,506956})} \\
&= \frac{1840}{3.925(2.5 - 2.34669)}
\end{aligned}$$

$$= \frac{1840}{3.925(0.15331)}$$

$$= \frac{1840}{0.60174}$$

$$= 3057 \text{ N/mm}^2$$

Jadi hasil pengujian diperoleh sebesar 306 HB

#### b. Pengujian Kekerasan Setelah Heattreatment

Metode Vickers

Pengujian cara Vickers dapat dipakai untuk menguji kekerasan hampir semua jenis bahan baik itu bahan yang lunak dan yang sudah dikeraskan, yang paling cocok adalah untuk bahan yang tipis, terutama untuk bahan yang dikeraskan permukaan, sebagai penekan dipakai intan yang berbentuk piramida dengan sudut puncak 136°.

- Berdasarkan lampiran Tabel 6 data Pengujian Vickers untuk punch setelah heattreatment, diperoleh :

Diketahui :

$$\text{Gaya Desakan (F)} = 980 \text{ N}$$

$$\text{Diameter bekas penetrasi (d)} = 0,5175 \text{ mm}$$

$$\text{HV} = \frac{1,8544 \times F}{d^2}$$

$$\text{HV} = \frac{1,8544 \times 980}{0.5175^2}$$

$$\text{HV} = \frac{1817,312}{0,2678}$$

$$HV = 6785 \text{ N/mm}^2$$

Jadi hasil pengujian diperoleh sebesar 679 HV.

- Berdasarkan lampiran tabel 7 data Pengujian Vickers untuk die setelah heattreatment, diperoleh :

Diketahui :

$$\text{Gaya Desakan (F)} = 980 \text{ N}$$

$$\text{Diameter bekas penetrasi (d)} = 0,5075 \text{ mm}$$

$$HV = \frac{1,8544 \times F}{d^2}$$

$$HV = \frac{1,8544 \times 980}{0,5075^2}$$

$$HV = \frac{1817,312}{0,2575}$$

$$HV = 7055 \text{ N/mm}^2$$

Jadi hasil pengujian diperoleh sebesar 706 HV.

Dari hasil perhitungan diatas dapat diperoleh data pengujian kekerasan punch dan die, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian kekerasan punch dan die

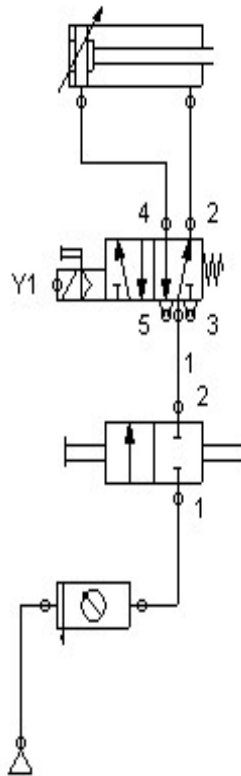
Material	Sebelum proses heattreatment		Setelah proses heattreatment		Standar Punch & Die HRC
	HB	HRC	HV	HRC	
Punch	303	33	679	60	58 - 62
Die	306	33	706	61	

#### 4.2.2. Pengujian Rangkaian Pneumatik

##### Alat dan bahan :

1. Silinder kerja ganda
2. Katup 5/2 single solenoid
3. Compressor
4. Air Service Unit(ASU)
5. Katup 2/2
6. Sumber tegangan 24 volt (Power Supply)
7. Push button Normaly Open

##### Rangkaian Pneumatik



Gambar 4.7 Rangkaian Pneumatik

**Prinsip Kerja :**

Pada saat kompresor di On kan udara bertekanan masuk ke Air Service Unit kemudian katup 2/2 di buka lalu udara mengalir ke katup 5/2 single solenoid yang terpasang melalui lubang 12 kemudian ke selinder kerja ganda melalui lubang B dan posisi torak masih didalam. Jika tombol S1 N/O ditekan maka arus listrik terhubung dan solenoid aktif sehingga posisi katup 5/2 berpindah posisi. Dan udara bertekanan masuk dari 14 kemudian ke lubang A selinder kerja ganda sehingga torak bergerak maju akibat dorongan udara bertekanan lalu jika tombol S1 N/O dilepas torak akan kembali keposisi semula.



### 4.2.3. Pengujian Pengoperasian Press Tool

Pengujian Pengoperasian Press Tool dilakukan setelah melalui proses pembuatan dan perakitan komponen. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi dengan baik yang dapat menghasilkan klem gerendel U, hal ini dapat dilihat pada hasil pengujian seperti dibawah ini :

Tabel 4.2 bahan uji tembaga 0,5 mm

No	Tekanan (bar)	Hasil Bending
1	6	Tidak Sempurna
2	7	Tidak Sempurna
3	8	Sempurna

Tabel 4.3 bahan uji alumunium 1 mm

No	Tekanan (bar)	Hasil Bending
1	6	Tidak Sempurna
2	7	Tidak Sempurna
3	8	Tidak Sempurna

Tabel 4.4 bahan uji seng 0,3 mm

No	Tekanan (bar)	Hasil Bending
1	6	Tidak Sempurna
2	7	Tidak Sempurna
3	8	Sempurna

### 4.3 Pembahasan

Dari hasil pengujian yang kami lakukan diperoleh hasil kekerasan melalui proses heattreatment bahan Assab HQ – 705, komponen – komponen yang mengalami proses perlakuan panas adalah komponen punch dan die, berdasarkan tabel 4.1 hasil pengujian kekerasan punch dan die, diperoleh nilai kekerasan punch dan die sebelum proses heattreatment sebesar 33 HRC, sedangkan nilai kekerasan punch dan die setelah proses heattreatment, untuk punch sebesar 60 HRC dan die sebesar 61 HRC, ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekerasan, nilai kekerasan punch dan die setelah proses heattreatment untuk punch sebesar 60 HRC dan die sebesar 61 HRC, nilai kekerasan ini sudah sesuai dengan standar kekerasan punch dan die yaitu 58 – 62 HRC (lampiran tabel 3. standar kekerasan punch dan die), peningkatan kekerasan ini bertujuan mengurangi keausan antara punch dan die sehingga ketahanan kedua komponen ini bisa maksimal.

Kemudian untuk pengujian rangkaian pneumatik berdasarkan rangkaian pneumatik terdiri atas beberapa komponen yakni Silinder kerja ganda, Katup *5/2 single solenoid Compressor, Air Service Unit(ASU)*, Katup *2/2* yang mana komponen tersebut saling berhubungan dalam proses mengalirkan udara.

Karena adanya rangkaian pneumatik ini sehingga silinder pun dapat bergerak turun yang akan membending plat bahan uji.

Dari hasil proses pengujian pengoperasian press tool klem gerendel U sistem pneumatik terdiri atas tiga bahan uji yakni bahan uji tembaga dengan tebal 0,5 mm, aluminium dengan tebal 1 mm dan seng dengan tebal 0,3 mm yang dijadikan perbandingan adalah perbedaan tekanan yang mampu terbending sempurna dan tidak sempurna dimana pneumatik hanya memiliki gaya maksimum sebesar 249 N.

Berdasarkan tabel 4.2 bahan uji tembaga 0,5 mm dengan tekanan pneumatik 6 dan 7 bar hasil bending tidak sempurna sedangkan pada tekanan pneumatik 8 bar hasil bending yang terjadi sempurna, berdasarkan tabel 4.3 bahan uji aluminium 1 mm didapatkan hasil pada tekanan pneumatik 6, 7 dan 8 bar hasil bending yang terjadi tidak sempurna, dan untuk pengujian bahan terakhir berdasarkan tabel 4.4 bahan uji seng 0,3 mm dengan tekanan pneumatik 6 dan 7 bar hasil bending tidak sempurna sedangkan untuk tekanan pneumatik 8 bar hasil bending yang terjadi sempurna.

Dari hasil pengujian diatas dengan menggunakan beberapa material menunjukkan bahwa hasil pembendingan secara sempurna dapat dilakukan dengan menggunakan material tembaga dengan tebal 0,5 mm dan seng dengan tebal 0,3 mm pada tekanan pneumatik 8 bar. Ini menunjukkan bahwa, untuk mendapatkan bending yang sempurna dibutuhkan gaya pneumatik yang disesuaikan dengan kebutuhan.



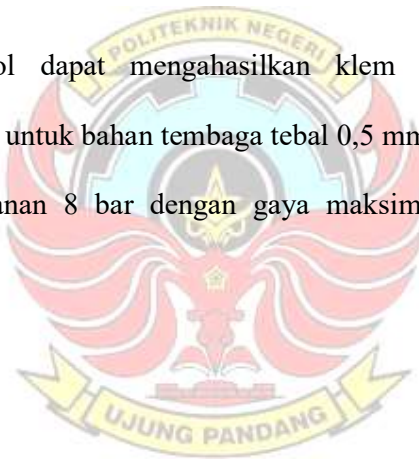
## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari penjelasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Desain konstruksi press tool dapat menghasilkan klem gerendel U menggunakan sistem pneumatik, dimana dalam konstruksi press tool ini, untuk mendapatkan bending yang sempurna dibutuhkan gaya pneumatik yang disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Press tool dapat menghasilkan klem dengan pembendingan sempurna untuk bahan tembaga tebal 0,5 mm dan seng tebal 0,3 mm pada tekanan 8 bar dengan gaya maksimum pneumatik sebesar 249 N.



#### 5.2 .SARAN

Dengan adanya press tool klem gerendel U ini, kami menyarankan :

1. Periksalah alat tersebut sebelum digunakan.
2. Sebelum melakukan pembentukan klem menggunakan press tool ,hendaknya plat produk disetting pada posisi yang tepat terlebih dahulu.
3. Perhatikan tekanan kompresor, sebelum menggunakan press tool
4. Setelah melakukan pengujian hendaknya kebersihan alat tetap terjaga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto. 2002. Press Tool 1 (proses pemotongan). Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
- Budiarto dan Aida M. Perancangan Peralatan Penekan (PPL 2) Press Tool 2 (Proses Bending). Bandung: Politeknik Manufaktur Bnadung
- Chaniago, Amran Y.S.1995. *Kamus Lengkap Bahasa Indonesia*. Bandung : CV. Pustaka Setia.
- Donalson, Legain. 1976. *Tool Design*. New Delhi: TMH Edition
- Fibro Standard. Fibro Tool Making Accessoris. Jakarta Selatan: PT. Aquarius Bintang Agung
- Jutz, Herman dan Eduard Scharkus. 1989. *Westermann Table for The Metal Trade*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2002. Jakarta: Balai Pustaka.
- Khurmi R.S dan Gupta J.K. 1982. *Machine Design*. New Delhi: Eurashia Publishing House Ltd.
- Niemann, G. 1992. *Elemen Mesin*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Pollack, Herman. 1976. *Tool Design*.Virginia: Reston Publishing Company
- Saifuddin dan Hamdani. 2003. *Dasar – Dasar Perancangan Press Tool*. Jakarta: Balai Pustaka
- Salim, Peter dan Yenny Salim. 1991. *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sugihartono. 1985. *Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik*. Bandung: Tarsito
- Suyuti, Arsyad. 2007. *Bahan Ajar Perancangan Alat Dan Bantu Perkakas Bantu Produksi II*. Makassar: Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Wijaya. Ng Leonard. 1991. Perancangan Alat Bantu Pembuatan Gerendel. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang
- Zen, Hardi. 2009. *Perlakuan panas*, (online),[www.ipitek.net.id](http://www.ipitek.net.id).(diakses 21 juni 2009)

# LAMPIRAN



## LAMPIRAN

Tabel 1. Tabel Correction factor q

Ratio R:s	5.0	3.0	2.0	1.2	0.8	0.5
Correction Factor	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

(Sumber : Jutz, Herman dan Eduard Scharkus. 1989. Westermann Table for The Metal Trade)

Tabel 2. Tabel Massa jenis berbagai zat

No.	Nama Zat	Massa Jenis		No.	Nama Zat	Massa Jenis	
		Kg/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>			Kg/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
1	Air (4°C)	1.000	1	9	Seng	7.140	7,14
2	Alkohol	790	0,79	10	Es	920	0,92
3	Air raksa	13.600	13,60	11	Gula	1600	1,60
4	Aluminium	2.700	2,70	12	Garam	2200	2,20
5	Besi	7.900	7,90	13	Kaca	2600	2,60
6	Emas	19.300	19,30	14	Tembaga	8900	8,90
7	Kuningan	8.400	8,40	15	Minyak tanah	800	0,80
8	Platina	10.500	10,50	16	Oksigen	1,3	0,0013

(Sumber: Khurni, R.S dan I.K. Gupta. 1984. Machine Design. Cetakan 3.

New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd)

Tabel 3. Nilai Standard Untuk Pegas Sekrup (N/mm<sup>2</sup>)

Modulus Geser (G)	Pegas dari kawat pegas ditarik yang dipatenkan
G ~ 83.000	Kawat pegas & kawat pegas katup ditemper dari baja murni (DIN 17223)
G ~ 80.000	Baja dibentuk panas (DIN 17221)
G ~ 73.000	Baja tidak berkarat (DIN 17224)
G ~ 42.000	Bronze Seng Sn Bz 8 (DIN 17662)
G ~ 35.000	Bras (kuningan) Ms 63 (DIN 17660)

(Sumber: Nieman. 1986. Elemen Mesin. Jakarta: Erlangga)

## Tabel Pengujian Kekerasan

Tabel 4. Data Pengujian Brinell untuk punch sebelum heattreatment

No	D (mm <sup>2</sup> )	F (N)	t (s)	dx (mm)	dy (mm)	d (mm)
1	2.5	1840	10	0.875	0.87	0.8725
2	2.5	1840	10	0.875	0.87	0.8725
3	2.5	1840	10	0.86	0.865	0.8625
4	2.5	1840	10	0.86	0.865	0.8625
5	2.5	1840	10	0.865	0.86	0.8625
d rata-rata =						0.8665

Tabel 5. Data Pengujian Brinell untuk die sebelum heattreatment

No	D (mm <sup>2</sup> )	F (N)	t (s)	dx (mm)	dy (mm)	d (mm)
1	2.5	1840	10	0.865	0.86	0.8625
2	2.5	1840	10	0.865	0.86	0.8625
3	2.5	1840	10	0.85	0.865	0.8575
4	2.5	1840	10	0.865	0.865	0.865
5	2.5	1840	10	0.865	0.86	0.8625
d rata-rata =						0.862

Tabel 6. Data Pengujian Vickers untuk punch setelah heattreatment

No	F (N)	t (s)	dx (mm)	Dy (mm)	D (mm)
1	980	10	0.545	0.505	0.525
2	980	10	0.51	0.515	0.5125
3	980	10	0.51	0.515	0.5125
4	980	10	0.51	0.515	0.5125
5	980	10	0.545	0.505	0.525
d rata-rata =					0.5175

Tabel 7. Data Pengujian Vickers untuk die setelah heattreatment

No	F (N)	t (s)	dx (mm)	Dy (mm)	D (mm)
1	980	10	0.535	0.495	0.515
2	980	10	0.50	0.505	0.5025
3	980	10	0.50	0.505	0.5025
4	980	10	0.50	0.505	0.5025
5	980	10	0.535	0.495	0.515
d rata-rata =					0.5075

Mengetahui,  
Kepala Lab Mekanik



**Muhammad Arsvad Suvuti, S.ST. MT**  
NIP.132 299 473

Tabel 8. Standar kekerasan punch dan die

**REKOMENDASI MATERIAL PUNCH & DIES**

Material yang dipotong/ dibentuk	Ketebalan Pelat	Material Thyssen	Kekerasan HRC	
Sheet& Strip Aluminium and Alloys Cooper and Cu-Alloys > 600 N/mm <sup>2</sup> Tensile Strength	≤ 4	Thyrodur	2080	60 - 64
			2436	
	≤ 6	Thyrodur	2379	58 - 62
			2419	
			2601	
			2842	
≤ 12	Thyrodur	2101	52 - 56	
> 12	Thyrodur	2319	52 - 56	
Steel sheet & Strips metal Alloys ≈ 600 N/mm <sup>2</sup> Tensile Strength	≤ 4	Thyrodur	2080	58 - 62
			2436	
	≤ 6	Thyrodur	2379	56 - 62
			2601	56 - 60
	≤ 12	Thyrodur	2101	50 - 54
			2550	50 - 54
> 12	Thyrodur	2767	48 - 52	
Sheet and Strips for transformer & Dynamo	≤ 2	Thyrodur	2080	60 - 64
			2379	60 - 64
			2436	60 - 63
	≤ 6	Thyrodur	2379	58 - 62
Austenitic Steel	≤ 4	Thyrodur	2379	60 - 63
			2601	
	≤ 6	Thyrodur	2379	58 - 62
			2601	
	≤ 12	Thyrodur	2319	54 - 58
> 12	Thyrodur	2767	52 - 56	
Plastik, wood, rubber, textiles, paper, leather		Thyrodur	2080	58 - 63
			2379	
			2419	
			2436	
			2601	

( Sumber : Budiarto. 2002. Press Tool 1 proses pemotongan)

Tabel 9 . Konversi kekerasan pengujian

(HRC) Rockwell C-Scale Hardness	(HV) Vickers Hardness	Brinell Hardness (HB) 10 mm Sphere Load : 3000 kgf		Rockwell Hardness <sup>(1)</sup>			Rockwell Superficial Hardness Diamond Cone Indenter			(Hs) Shore Hardness	Tensile Strength Approximate Value MPa (kgf/mm <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup>	Rockwell C-Scale Hardness <sup>(3)</sup>
		Standard Sphere	Tungsten Carbide Sphere	(HRA) A Scale Load : 60 kgf Diamond Cone Indenter	(HRB) B Scale Load : 100kgf Dia. 1.6 mm (1/16 inch) Sphere	(HRD) D Scale Load : 100 kgf Diamond Cone Indenter	15--N Scale Load : 15 kgf	30--N Scale Load : 30 kgf	45--N Scale Load : 45 kgf			
68	940	—	—	85.6	—	76.9	93.2	84.4	75.4	97	—	68
67	900	—	—	85.0	—	76.1	92.9	83.6	74.2	95	—	67
66	865	—	—	84.5	—	75.4	92.5	82.8	73.3	92	—	66
65	832	—	(739)	83.9	—	74.5	92.2	81.9	72.0	91	—	65
64	800	—	(722)	83.4	—	73.8	91.8	81.1	71.0	88	—	64
63	772	—	(705)	82.8	—	73.0	91.4	80.1	69.9	87	—	63
62	746	—	(688)	82.3	—	72.2	91.1	79.3	68.8	85	—	62
61	720	—	(670)	81.8	—	71.5	90.7	78.4	67.7	83	—	61
60	697	—	(654)	81.2	—	70.7	90.2	77.5	66.6	81	—	60
59	674	—	(634)	80.7	—	69.9	89.8	76.6	65.5	80	—	59
58	653	—	615	80.1	—	69.2	89.3	75.7	64.3	78	—	58
57	633	—	595	79.6	—	68.5	88.9	74.8	63.2	76	—	57
56	613	—	577	79.0	—	67.7	88.3	73.9	62.0	75	—	56
55	595	—	560	78.5	—	66.9	87.9	73.0	60.9	74	2075 (212)	55
54	577	—	543	78.0	—	66.1	87.4	72.0	59.8	72	2015 (206)	54
53	560	—	525	77.4	—	65.4	86.9	71.2	58.5	71	1950 (190)	53
52	544	(500)	512	76.8	—	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1880 (192)	52
51	528	(487)	496	76.3	—	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1820 (186)	51
50	513	(475)	481	75.9	—	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1760 (179)	50
49	498	(464)	469	75.2	—	62.1	85.0	67.6	53.8	66	1695 (173)	49
48	484	451	455	74.7	—	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1635 (167)	48
47	471	442	443	74.1	—	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1580 (161)	47
46	458	432	432	73.6	—	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1530 (156)	46
45	446	421	421	73.1	—	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1480 (151)	45
44	434	400	409	72.5	—	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1435 (146)	44
43	423	400	400	72.0	—	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1385 (141)	43
42	412	390	390	71.5	—	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1340 (136)	42
41	402	381	381	70.9	—	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1295 (132)	41
40	392	371	371	70.4	—	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1250 (127)	40
39	382	362	362	69.9	—	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1215 (124)	39
38	372	353	353	69.4	—	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1180 (120)	38
37	363	344	344	68.9	—	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1160 (118)	37
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1115 (114)	36
35	345	327	327	67.9	(108.5)	51.5	77.7	55.0	37.2	48	1080 (110)	35
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1055 (108)	34
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1025 (106)	33
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1000 (102)	32
31	310	294	294	65.8	(106.5)	48.4	75.6	51.3	32.7	43	980 (100)	31
30	302	286	286	65.3	(106.0)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	950 (97)	30
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	930 (95)	29
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	910 (93)	28
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	880 (90)	27
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	860 (88)	26
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	840 (86)	25
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	825 (84)	24
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	805 (82)	23
22	248	237	237	61.5	99.0	41.6	70.5	43.2	22.0	35	785 (80)	22
21	243	231	231	61.0	98.5	40.9	69.9	42.3	20.7	35	770 (79)	21
20	238	226	226	60.5	97.8	40.1	69.4	41.5	19.6	34	760 (77)	20
(18)	230	219	219	—	96.7	—	—	—	—	33	730 (75)	(18)
(16)	222	212	212	—	95.5	—	—	—	—	32	705 (72)	(16)
(14)	213	203	203	—	93.9	—	—	—	—	31	675 (69)	(14)
(12)	204	194	194	—	92.3	—	—	—	—	29	650 (66)	(12)
(10)	196	187	187	—	90.7	—	—	—	—	28	620 (63)	(10)
( 8)	188	179	179	—	89.5	—	—	—	—	27	600 (61)	( 8)
( 6)	180	171	171	—	87.1	—	—	—	—	26	580 (59)	( 6)
( 4)	173	165	165	—	85.5	—	—	—	—	25	550 (56)	( 4)
( 2)	166	158	158	—	83.5	—	—	—	—	24	530 (54)	( 2)
( 0)	160	152	152	—	81.7	—	—	—	—	24	515 (53)	( 0)

( Sumber : Fibro Standard. Fibro Tool Making Accessoris )

Tabel 10. Spesifikasi Bahan Assab HQ-705




<b>CHEMICAL ANALYSIS, %</b>	C	Cr	Ni	Mo
	0.30 - 0.38	1.30 - 1.70	1.30 - 1.70	0.15 - 0.30
<b>COMPARISON TO INTERNATIONAL STANDARDS</b>	AISI/SAE/ASTM	4337, 4340		
	Werkstoff	1.6582		
	DIN	34 CrNiMo 6		
	BS	816 M 40, 817 M 40		
	AFNOR	35 NCD 6, 34 CrNiMo 8		
	JIS	SNCM 447		
SIS	2541			
<b>CHARACTERISTICS &amp; APPLICATIONS</b>	HQ 705 <sup>®</sup> is alloyed high quality prehardened machinery steel with good hardenability also in heavier sizes. It combines high strength with best toughness.			
	Application includes gear, shaft and other heavy machinery parts.			
	As standard HQ 705 <sup>®</sup> is supplied hardened and tempered (tough hardened) with no further heat treatment required. It can be oil hardened to higher mechanical properties if required.			
	HQ 705 <sup>®</sup> is suitable for induction hardening and can also be nitrided or tufftrided to a surface hardness of 600 - 650 Vickers.			
HQ 705 <sup>®</sup> is not suitable for welding but it can with certain precautions be repair welded.				
<b>MECHANICAL PROPERTIES AS SUPPLIED*</b>	Yield strength, Rp 0.2	min. 700 N/mm <sup>2</sup> (70 kg/mm <sup>2</sup> )		
	Tensile strength, Rm	900 - 1100 N/mm <sup>2</sup> (90 - 110 kg/mm <sup>2</sup> )		
	Elongation, A <sub>5</sub>	min. 12%		
	Reduction of area, Z	min. 55%		
	Impact strength, KU	min. 45 Joules		
	Hardness	270 - 330 Brinell		
* For Ø 100 - Ø 160, properties can vary according to sizes All bars is hardened and tempered to DIN 17200/EN 10083				
<b>SIZE RANGE</b>	HQ 705 <sup>®</sup> is available in a number of standard sizes:			
	Ø 16 - 250 mm	Hot rolled bars		
	> Ø 250 mm	Forged and pre-machined bars		
<b>HEAT TREATMENT</b>	Soft annealing	690 - 720°C. Hold at temperature for 2 hours. Cool with furnace max. 15°C per hour to 600°C, then freely in air. Hardness max. 241 Brinell.		
	Stress relieving	525 - 650°C. Tough hardened steel should be heated to 25°C below the temperature used for tempering; annealed steel to 600 - 650°C. Holding time 1/2 - 2 hours after heating through. Cool with furnace to 450°C then freely in air.		
	Hardening	830 - 860°C. with quenching in oil. Holding time in minutes after surface reached temperature 0.7 x thickness in mm. Interrupt quench at 125°C and temper immediately.		
	Tempering	550 - 675°C. Holding time in minutes 2.5 x thickness in mm but minimum 30 minutes.		

( Sumber : PT. Tira Andalan Steel)



## Foto Bahan Uji




Alumunium tebal 1 mm

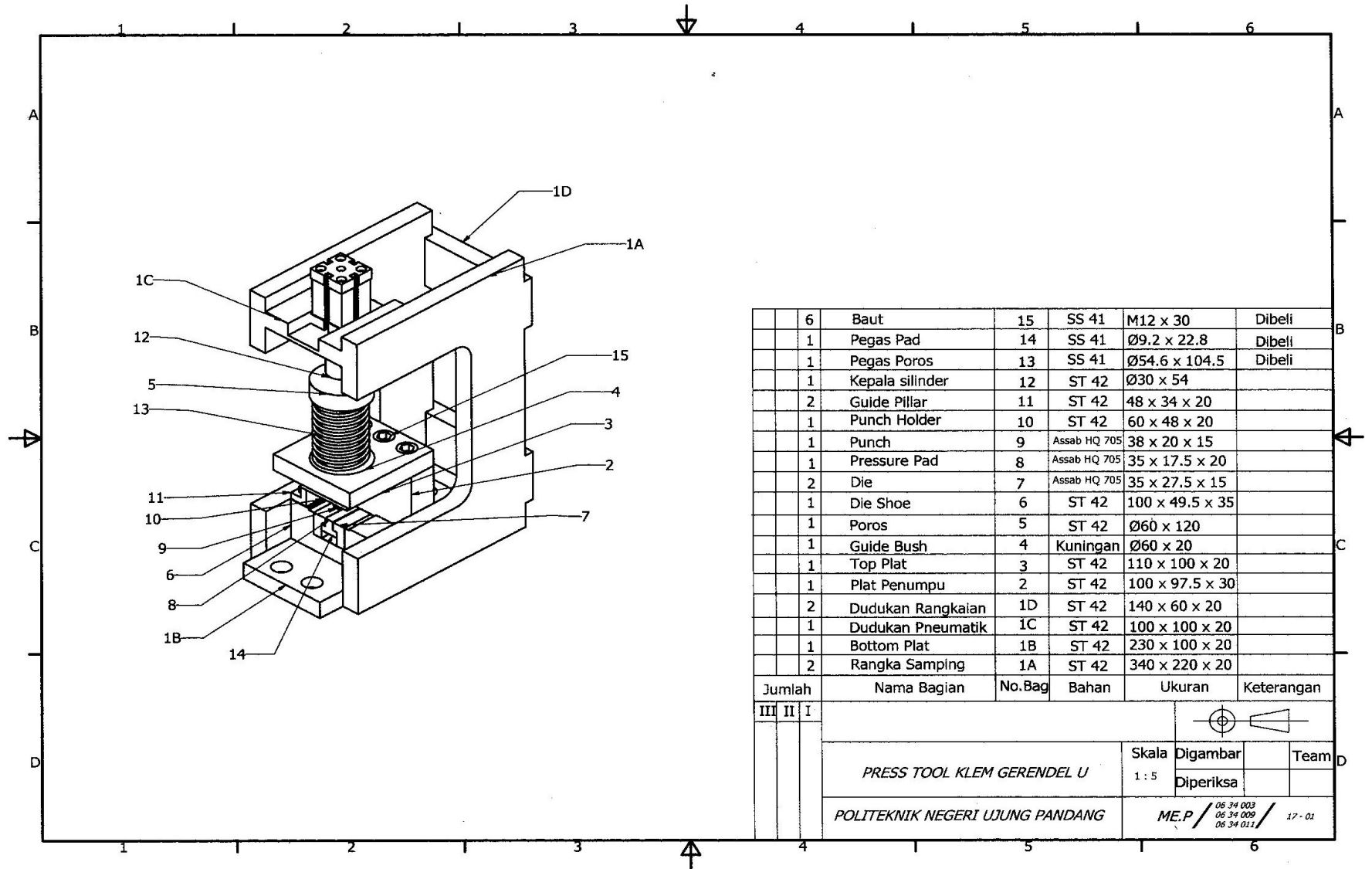
Tekanan (bar)		
6	7	8
		

Seng tebal 0,3 mm

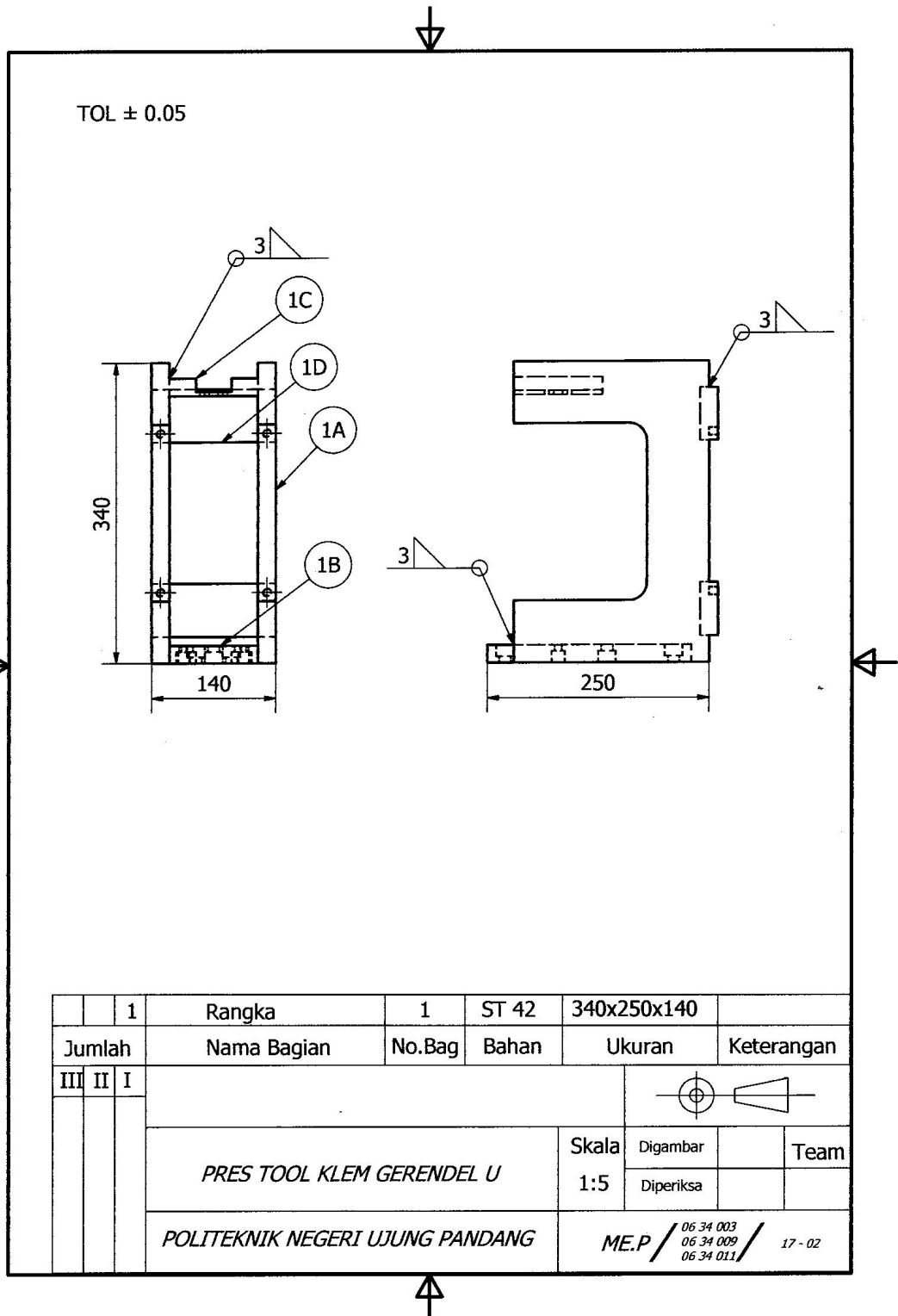
Tekanan (bar)		
6	7	8
		

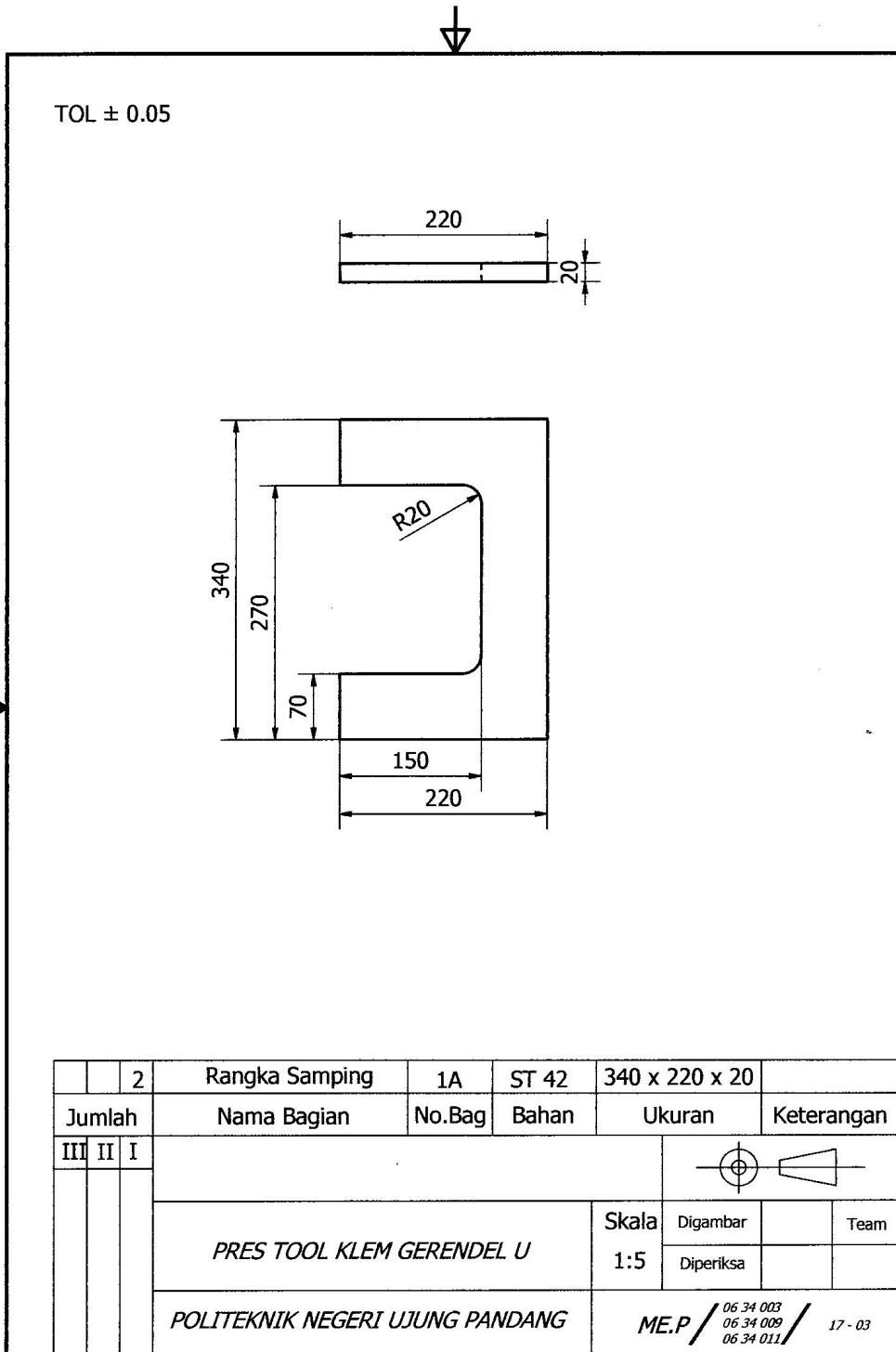
Tembaga tebal 0,5 mm

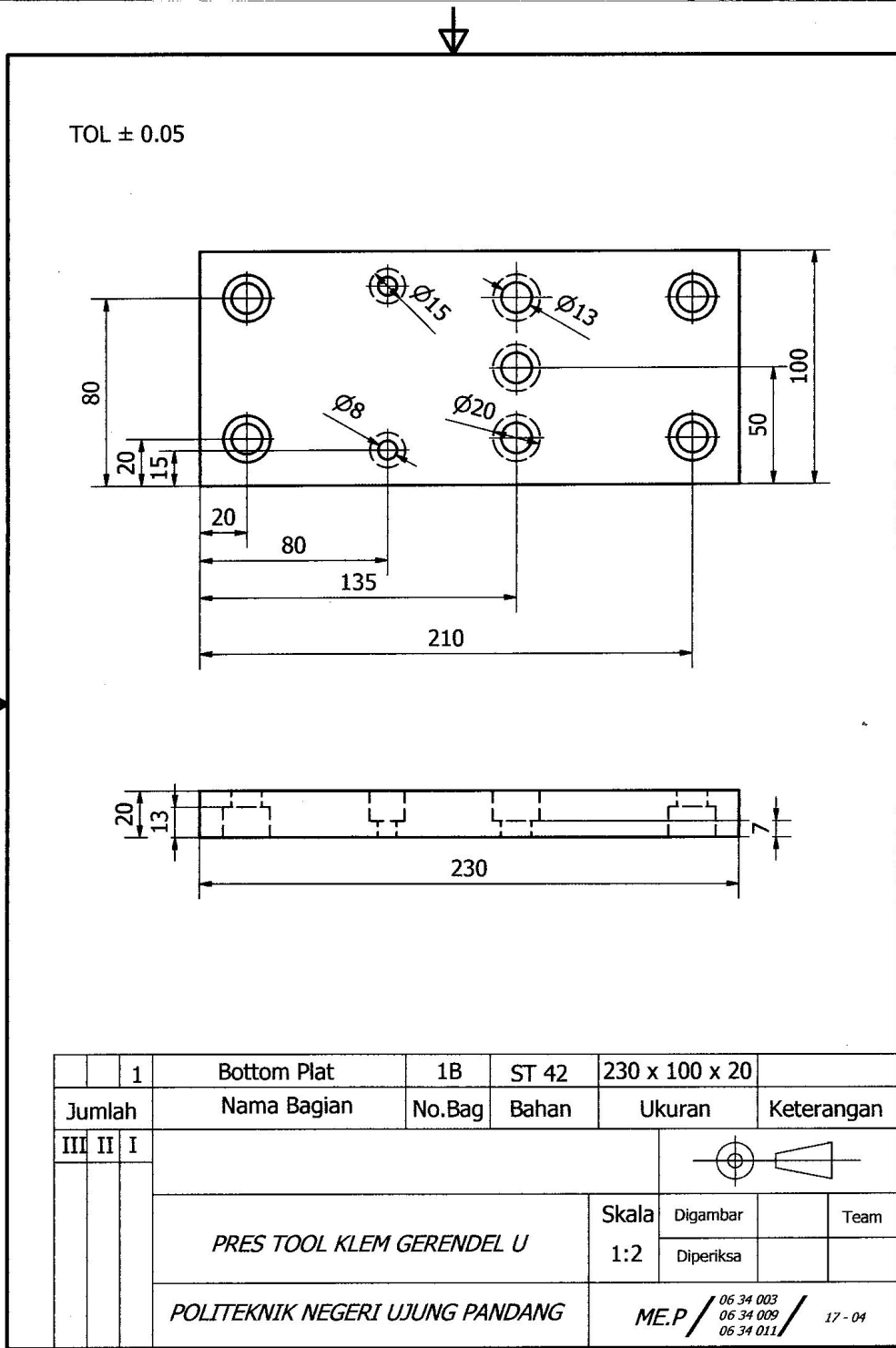
Tekanan (bar)		
6	7	8
		

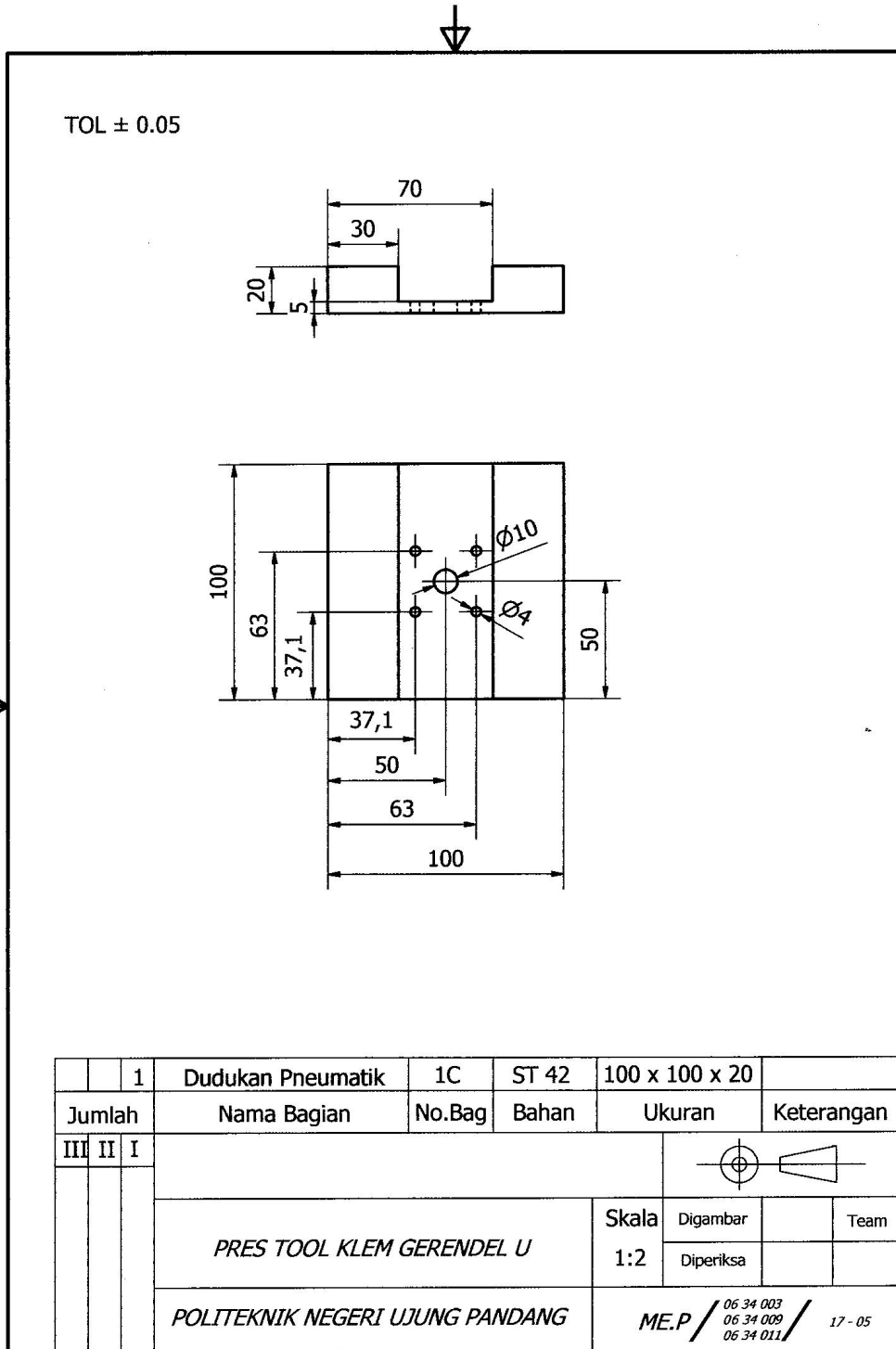


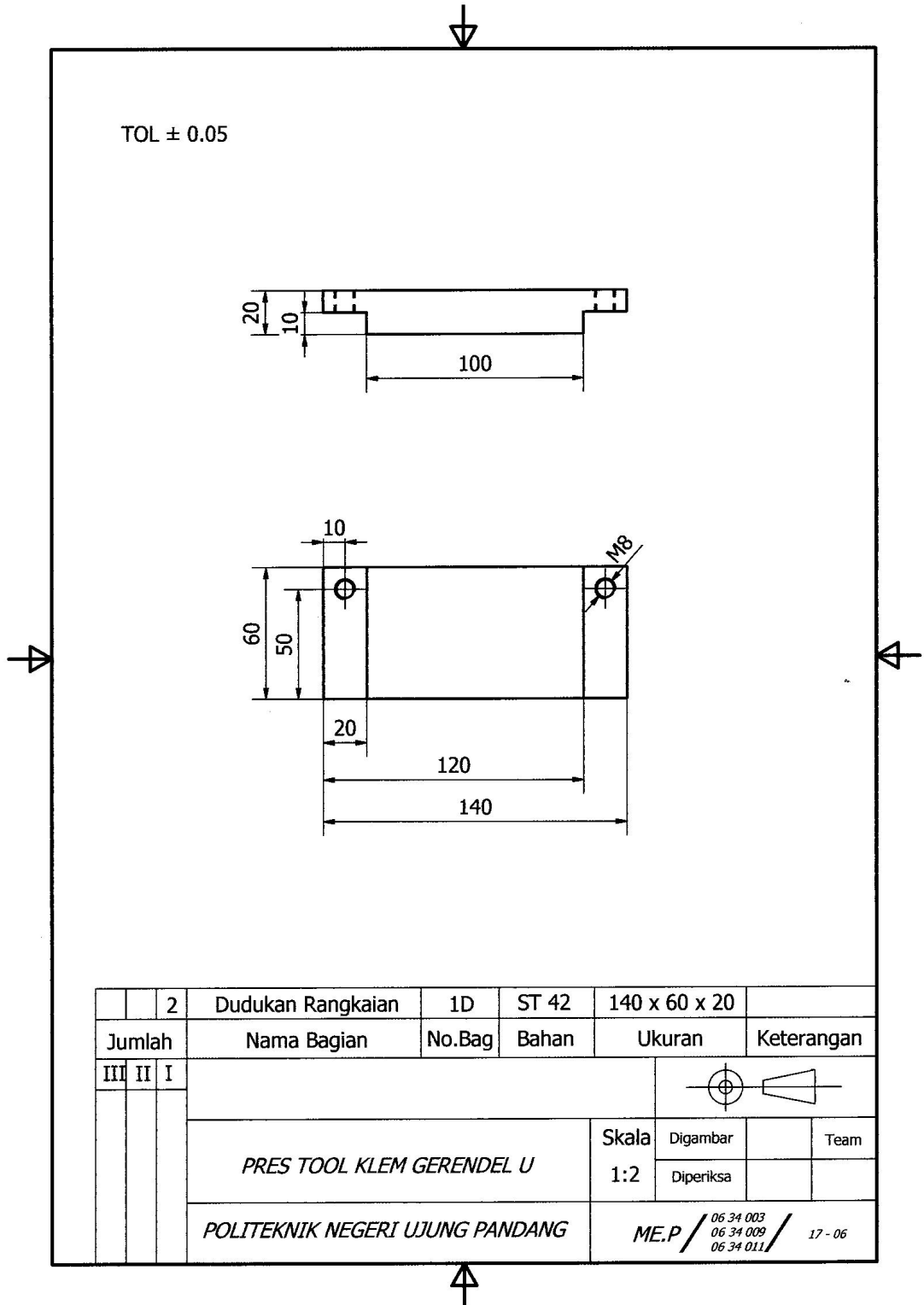
	6	Baut	15	SS 41	M12 x 30	Dibeli	
	1	Pegas Pad	14	SS 41	Ø9.2 x 22.8	Dibeli	
	1	Pegas Poros	13	SS 41	Ø54.6 x 104.5	Dibeli	
	1	Kepala silinder	12	ST 42	Ø30 x 54		
	2	Guide Pillar	11	ST 42	48 x 34 x 20		
	1	Punch Holder	10	ST 42	60 x 48 x 20		
	1	Punch	9	Assab HQ 705	38 x 20 x 15		
	1	Pressure Pad	8	Assab HQ 705	35 x 17.5 x 20		
	2	Die	7	Assab HQ 705	35 x 27.5 x 15		
	1	Die Shoe	6	ST 42	100 x 49.5 x 35		
	1	Poros	5	ST 42	Ø60 x 120		
	1	Guide Bush	4	Kuningan	Ø60 x 20		
	1	Top Plat	3	ST 42	110 x 100 x 20		
	1	Plat Penumpu	2	ST 42	100 x 97.5 x 30		
	2	Dudukan Rangkaian	1D	ST 42	140 x 60 x 20		
	1	Dudukan Pneumatik	1C	ST 42	100 x 100 x 20		
	1	Bottom Plat	1B	ST 42	230 x 100 x 20		
	2	Rangka Samping	1A	ST 42	340 x 220 x 20		
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I					
					Skala	Digambar	Team
					1 : 5	Diperiksa	
					POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME.P / 06 34 003 / 06 34 009 / 06 34 011 / 17 - 01

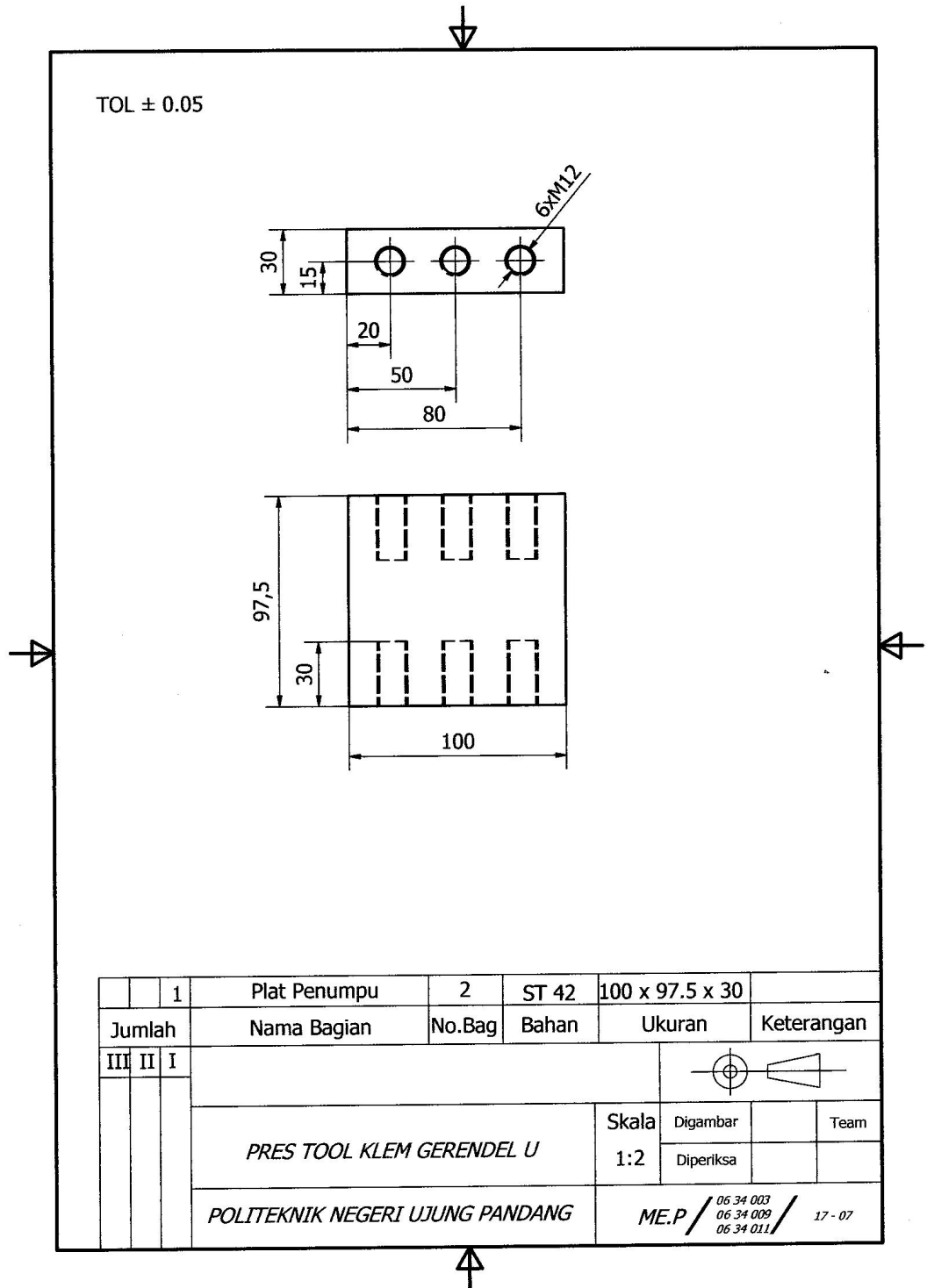




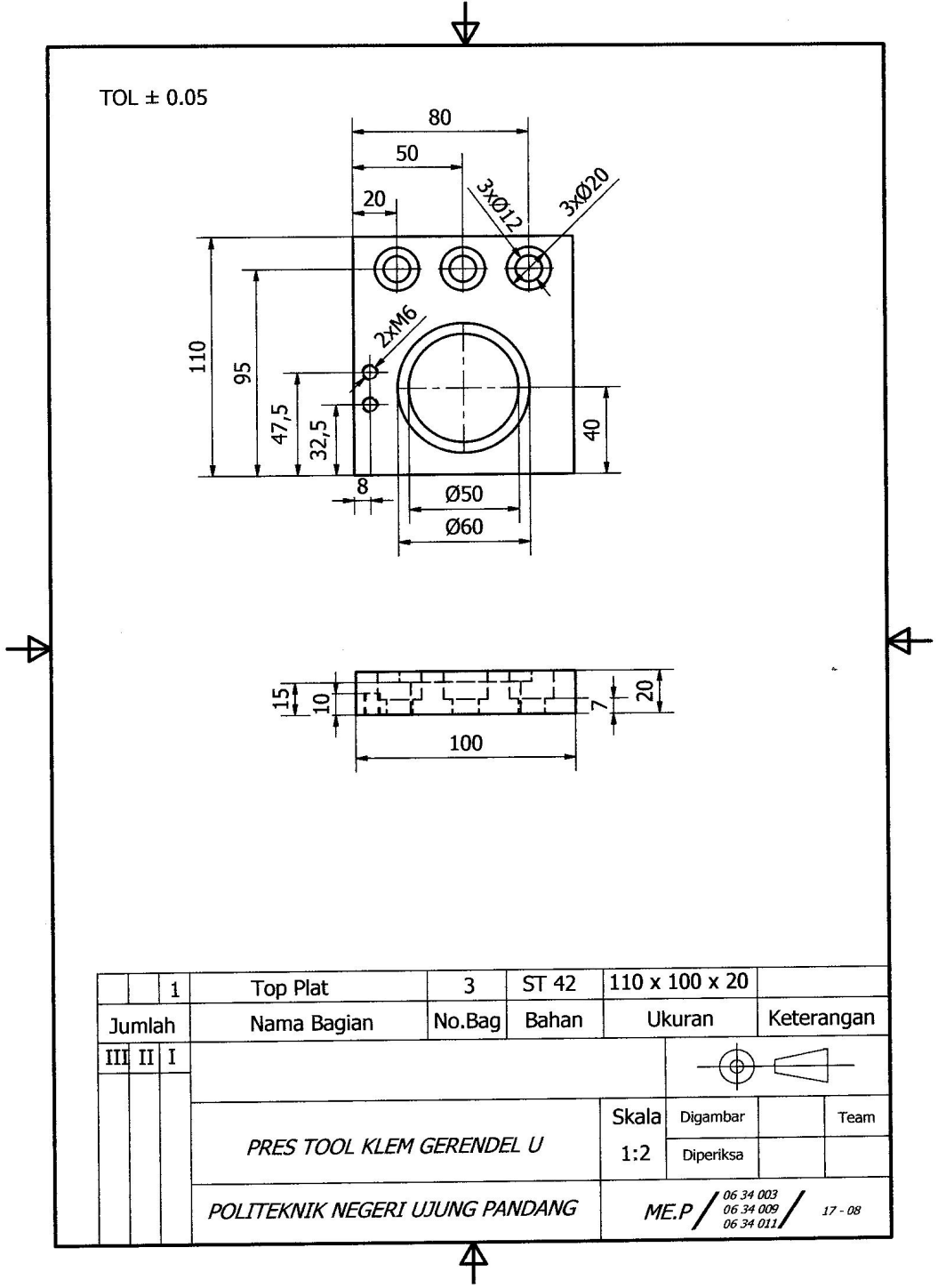








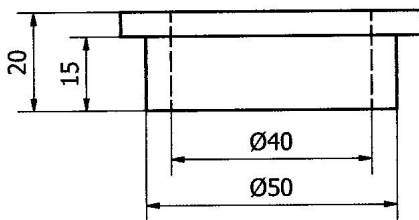
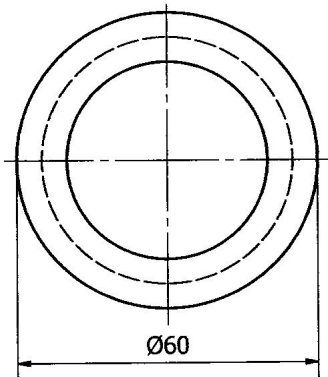




TOL ± 0.05

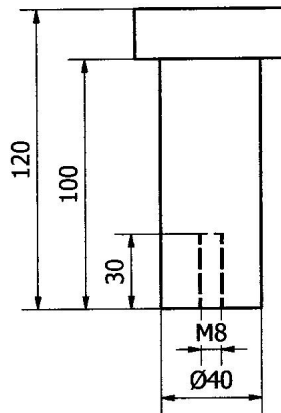
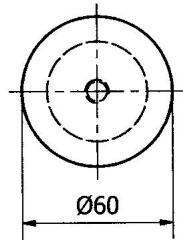
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
1	Top Plat	3	ST 42	110 x 100 x 20	
III	II	I			
PRES TOOL KLEM GERENDEL U				Skala	Digambar
				1:2	Diperiksa
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				ME.P / 06 34 003 / 17 - 08 06 34 009 / 06 34 011 /	

TOL ± 0.05

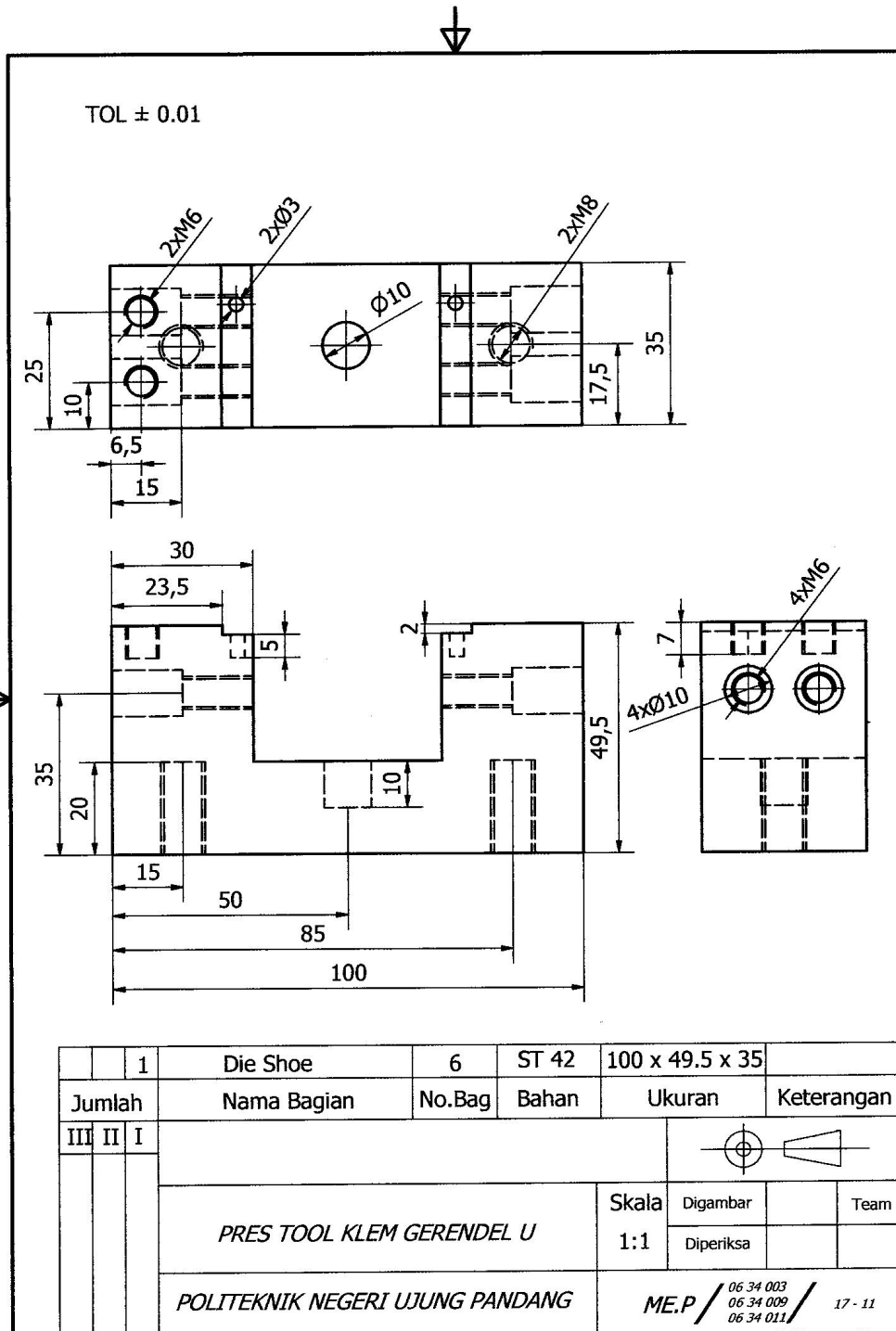


		1	Guide Bush	4	Kuningan	Ø60 x 20		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
			<i>PRES TOOL KLEM GERENDEL U</i>			Skala 1:1	Digambar	Team
			<i>POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG</i>			<i>ME.P</i>	<i>06 34 003</i> <i>06 34 009</i> <i>06 34 011</i>	<i>17 - 09</i>

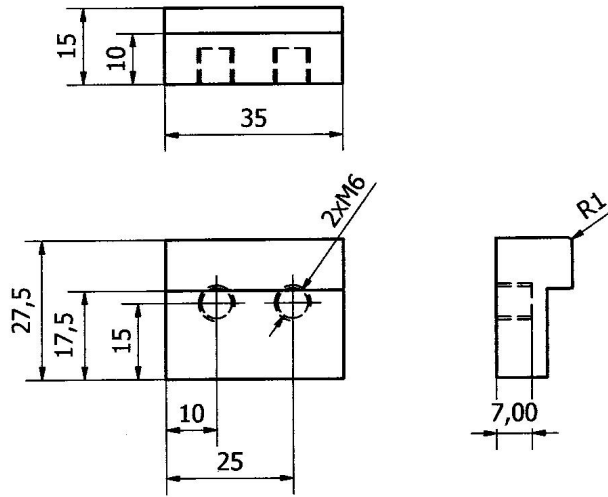
TOL ± 0.05



		1	Poros	5	ST 42	Ø60 x 120	
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I					
PRES TOOL KLEM GERENDEL U						Skala	Digambar
						1:2	Diperiksa
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						ME.P / 06 34 003 / 06 34 009 / 06 34 011	17 - 10

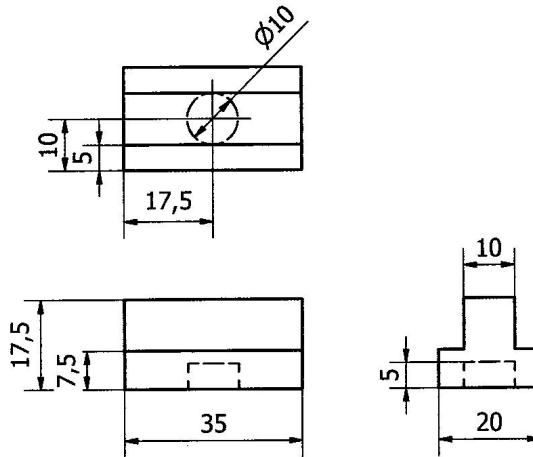


TOL ± 0.01

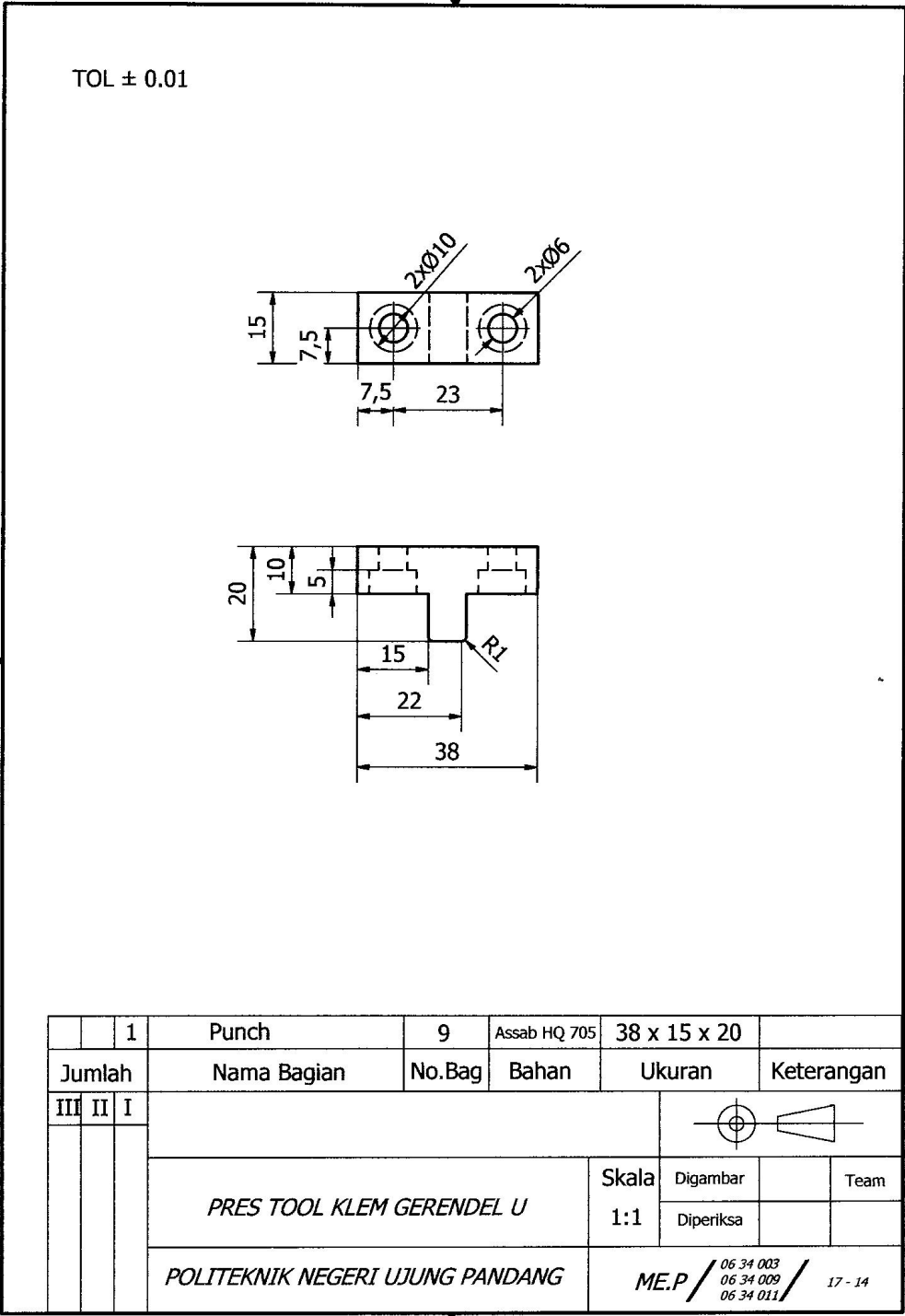


		2	Die	7	Assab HQ 705	35 x 27.5 x 15		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
PRES TOOL KLEM GERENDEL U						Skala	Digambar	Team
						1:1	Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						ME.P / <sup>06 34 003</sup> / <sup>06 34 009</sup> / <sup>06 34 011</sup> / 17 - 12		

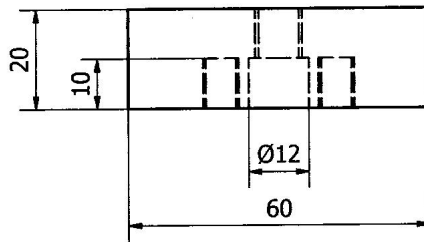
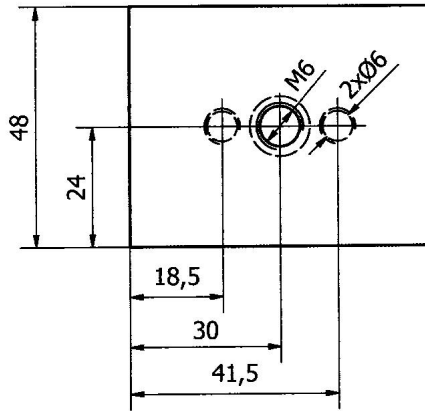
TOL ± 0.01



		1	Pressure Pad	8	Assab HQ 705	35 x 20 x 17.5		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
						Skala	Digambar	Team
						1:1	Diperiksa	
						POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME.P / 06 34 003 / 06 34 009 / 06 34 011 / 17 - 13



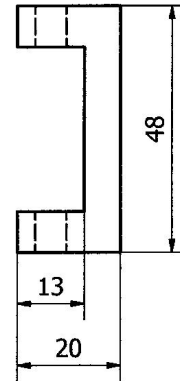
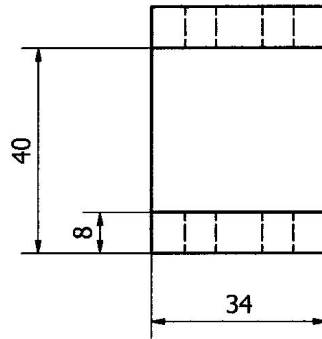
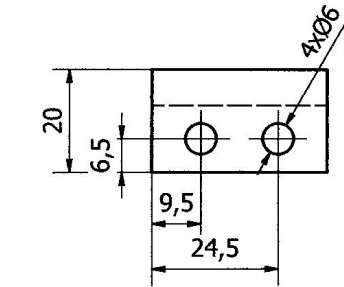
TOL ± 0.05



		1	Punch Holder	10	ST 42	60 x 48 x 20		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
			<i>PRES TOOL KLEM GERENDEL U</i>			Skala	Digambar	Team
						1:1	Diperiksa	
<i>POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG</i>						<i>ME.P</i> / <i>06 34 003</i> <i>06 34 009</i> <i>06 34 011</i> / 17 - 15		

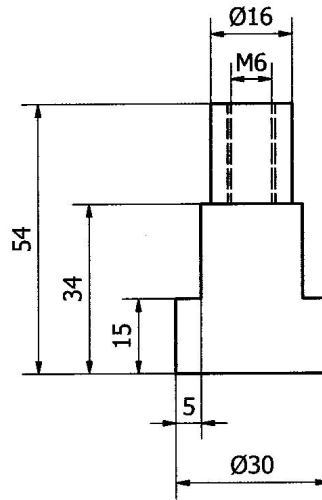
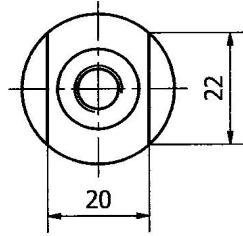


TOL ± 0.05



		1	Guide Pillar	11	ST 42	48 x 34 x 20		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I						
PRES TOOL KLEM GERENDEL U						Skala	Digambar	Team
						1:1	Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						ME.P / 06 34 003 / 06 34 009 / 06 34 011 / 17 - 16		

TOL ± 0.05



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
1	Kepala Silinder	14	ST 42	Ø30 x 54	
III	II	I			
PRES TOOL KLEM GERENDEL U					
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			1:1	Diperiksa	
				ME.P / 06 34 003 / 06 34 009 / 06 34 011 / 17 - 17	