

**PEMBUATAN MESIN PENEMPA BAJA
UNTUK INDUSTRI KECIL**



LAPORAN TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai salah satu syarat guna
menyelesaikan gelar Diploma Tiga (D-3) pada
Politeknik Negeri Ujung Pandang*

OLEH :

- 1. MUSTAKING (341 16 002)**
- 2. NAJAMUDDIN ASLAM SHADIQ (341 16 010)**
- 3. KURNIAWAN KASIM (341 16 016)**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan :

Judul : **PEMBUATAN MESIN PENEMPA BAJA UNTUK
INDUSTRI KECIL**

Nam/Stambuk : **Mustaking** 341 16 002

Najamuddin Aslam Shadik 341 16 010

Kurniawan Kasim 341 16 016

Program Studi : D3 Teknik Mesin

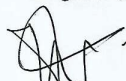
Jurusan : Teknik Mesin

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 Agustus 2019

Mengesahkan,

Pengarah I,



Ir. Ikram, M.T
NIP. 19650911 199303 1 001

Pengarah II,



Ir. Luther Sonda, M.T
NIP. 19580815 198811 1 001

Mengetahui

a.n Direktur,
Kema Jurusan Teknik Mesin



Dr. Jamal, S.T., M.T
NIP. 19730428 200012 1 002

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Pada hari ini, ~~Jumat~~ Tanggal ~~30 Agustus~~ 2019 Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :

Nama / Stambuk : **Mustaking** 341 16 002
: **Najamuddin Aslam Shadiq** 341 16 010
: **Kurniawan Kasim** 341 16 016


Program Studi : D3 Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Dengan Judul : **PEMBUATAN MESIN PENEMPA BAJA UNTUK
INDUSTRI KECIL**

Makassar, Agustus 2019

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

1. Tri Agus Susanto, S.T, M.T	Ketua	()
2. Muh. Arsyad Suyuti, S.T., M.T.	Sekretaris	() 26/8 19
3. Yan Kondo, S.T., M.T.	Anggota	()
4. Abram Tangkemanda, S.T., M.T.	Anggota	()
5. Ir. Ikram, M.T	Pengarah I	()
6. Ir. Luther Sonda, M.T	Pengarah II	()

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayahnya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “ **Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil** ” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada kami untuk menyelesaikan tugas ini.
2. Kedua orang tua yang telah banyak membantu, baik dalam bentuk motivasi, doa, dan dorongan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Jamal, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Ir. Ikram, M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin, sekaligus sebagai Pengaran I.
6. Bapak Ir. Luther Sonda, M.T. selaku Pengaran II. Yang mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Tri Agus Susanto, S.T., M.T. selaku Kepala Bengkel Las Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Seluruh dosen dan staff Program Studi D3 Teknik Mesin yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama melaksanakan perkuliahan, dan telah membantu dalam menyediakan fasilitas dan sarana dalam mengerjakan tugas akhir.

9. Seluruh mahasiswa D3 Teknik Mesin angkatan 2016 yang telah menjadi saudara-saudaraku serta banyak memberikan motivasi, dukungan serta doanya selama berada di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
10. Buat semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu-persatu yang secara tidak langsung berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Kami menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, kami menyadari mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
SURAT PERNYATAAN	xii
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Mesin Penempa Baja	5
2.2 Komponen-Komponen Mesin Penempa Baja	10
2.3 Prinsip Kerja Mesin Penempa Baja	11
2.4 Dasar-Dasar Pembuatan Mesin Penempa Baja	11
BAB III METODE PEMBUATAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	22
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	22
3.2.1 Alat yang Digunakan	22

3.2.1 Bahan yang Digunakan	23
3.3 Diagram Alir Proses Pembuatan Mesin Penempa Baja	24
3.4 Prosedur Pembuatan	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil	38
4.1.1 Hasil Perancangan	38
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Spesimen Bahan Tempaan	44
4.2.2 Hasil Pengujian.....	45
4.2.3 Dokumentasi Pembuatan dan Pengujian	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	57



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Tabel warna dan temperature pemanasan baja	7
Gambar 1.2 Komponen mesin penempa baja	10
Gambar 1.3 Motor listrik	12
Gambar 1.4 Besi assental	13
Gambar 1.5 <i>Roller</i>	14
Gambar 1.6 Pengelasan but joint	15
Gambar 1.7 Baut serta mur	16
Gambar 1.8 Bantalan gelinding	17
Gambar 1.9 Cam	17
Gambar 1.10 <i>Flywheel</i>	19
Gambar 1.11. <i>Chain and Sprocket</i>	20
Gambar 1.12 Grafik tegangan regangan besi tulangan polos	45
Gambar 1.13 Proses pembuatan mesin penempa baja.....	50
Gambar 1.14 Spesimen pada suhu layak tempa dan suhu tidak layak tempa.....	50
Gambar 1.15 Proses pengujian mesin penempa menggunakan objek besi tulangan polos	51
Gambar 1.16 Penempaan dengan cara manual, objek tempaan besi tulangan polos	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Tabel tahap pembuatan	26
Tabel 1.2. Sifat mekanik baja tulangan	44
Tabel 1.3. Data pengujian mesin penempa spesimen pertama	46
Tabel 1.4. Data pengujian mesin penempa spesimen kedua	46
Tabel 1.5. Data pengujian mesin penempa specimen ketiga	47
Tabel 1.6. Data pengujian spesimen secara manual	48
Tabel 1.7. Frekuensi pukulan penempaan manual dan otomatis	48



DAFTAR SIMBOL

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
W	Berat	Kg
Ps	Massa jenis	kg/m ³
Vt	Volume	cm ³
d	Diameter	cm
P	Daya	Watt
F	Gaya	N
Vs	Kecepatan translasi	m/s
n	Putaran poros	Rpm
T	Momen puntir	N.mm
Pd	Daya motor	kw
τ_g	Tegangan geser	N/mm ²
r	Jari-jari	mm
H	Tinggi pengelasan	mm
L	Panjang	mm
T	Torsi	Nm
g	Gaya gravitasi	m/s ²
L _p	Panjang rantai	mm
Z	Jumlah gigi sprocket	

C_p	Jarak sumbu poros	mm
σ_t	Tegangan tarik	N/mm ²



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel massa jenis bahan
- Lampiran 2 Tabel spesifikasi motor
- Lampiran 3 Tabel faktor keamanan pembebanan
- Lampiran 4 Tabel standar baut dan mur
- Lampiran 5 Tabel kekuatan tarik baja
- Lampiran 6 Tabel kekuatan tarik las logam
- Lampiran 7 Tabel spesifikasi besi beton
- Lampiran 8 Tabel spesifikasi besi L
- Lampiran 9 Tabel spesifikasi *speed reducer*
- Lampiran 10 Tabel spesifikasi *sprocket*
- Lampiran 11 Hasil pengujian tarik spesimen benda uji



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mustaking

Nim : 341 16 002

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “ **Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil** ” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2019



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Najamuddin Aslam Shadiq

Nim : 341 16 010

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “ **Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil** ” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2019



Najamuddin Aslam Shadiq
NIM 341 16 010

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kurniawan Kasim


Nim : 341 16 016

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “ **Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil** ” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, .. Agustus 2019


METERAI
TEMPEL
IDENTIFIKASI 776838
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Kurniawan Kasim
NIM 341 16 016

RINGKASAN

Industri kecil pengrajin besi memiliki berbagai macam produk dari baja, mulai dari bahan baja lunak hingga baja keras, berdasarkan hasil peninjauan proses penempaan disalah satu pengrajin besi yang berlokasi di Jln. Abdul Kadir II, dalam proses penempaannya masih dilakukan secara manual, dimana pelaku dalam penempaan terdiri dari dua orang atau lebih yang akan bertugas memukul objek tempaan. Melihat hal ini, dalam proses penempaan memerlukan banyak tenaga dan orang yang terlibat dalam memproduksi produk. Maka dari itu, dilakukan pembuatan mesin penempa baja dan membantu pandai besi dalam proses penempaan atau proses produksi, kegiatan pembuatan mesin penempa ini dilakukan di Bengkel Las Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Kegiatan ini diawali dengan perancangan atau desain mesin, pembuatan, dan perakitan. Hasil perancangan atau desain mesin penempa baja dengan dimensi 800 x 450 x 620 mm. Selanjutnya ialah proses pengujian dengan bahan uji besi beton berdiameter 10,50 mm. Hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata waktu tempa pada bahan uji untuk tiga kali pemanasan adalah 26 detik untuk mencapai ketebalan 1,50 mm.

Melihat hal ini, mesin penempa baja dapat digunakan dalam proses penempaan atau pemipihan karena dapat mempermudah proses penempaan dan meningkatkan kapasitas produksi karena mesin penempa baja dapat dijalankan lebih lama dibandingkan manusia yang memiliki energi yang terbatas.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini industri kecil pengrajin besi memiliki berbagai macam hasil produk dari baja, mulai dari bahan baja lunak hingga baja keras. Industri kecil pengrajin besi banyak tersebar di Indonesia, mulai dari industri besar hingga industri menengah kebawah. Salah satu wilayah yang memproduksi produk dari baja lunak hingga baja keras adalah kota Makassar, walaupun para pandai besinya masih dalam tingkat usaha kecil. Produk/barang yang paling banyak diorder oleh konsumen adalah tombak pagar besi yang banyak dipasang pada pagar besi klasik.

Salah satu pandai besi/pengrajin besi di kota Makassar berlokasi di Jln. Abdul Kadir II, dalam proses pembuatannya, masih menggunakan cara manual, dimana bahan baja yang ingin dibentuk dipanaskan terlebih dahulu dalam sebuah tungku, disamping itu terdapat pula blower yang meniupkan udara sehingga arang pada tungku terus membara. Setelah baja yang dipanaskan berubah warna menjadi merah jingga pada suhu sekitar 1050 °C – 1500 °C, maka baja tersebut kemudian dipindahkan pada landasan yang terbuat dari besi pejal. Pada proses pemukulannya/penempaannya, orang yang terlibat yaitu 2 – 3 orang, satu orang yang memiliki tugas menjepit baja yang ditempa dan juga memberikan pukulan pengarah, sedangkan dua orang lainnya bertugas memukul baja yang sedang dipukul secara bergantian, setelah baja berhasil dibentuk, lalu produk tersebut didinginkan perlahan tanpa mencelupkan ke dalam air. Dalam mendeformasikan/mempipihkan baja, misalnya pada bahan baja keras, pandai besi yang dibutuhkan untuk bekerja adalah tiga orang, sedangkan untuk bahan baja lunak seperti pada pembuatan tombak pagar besi memerlukan dua orang pandai besi dalam pengerjaannya, pada pembuatan tombak pagar, baja yang digunakan adalah baja lunak dengan

proses penempaan dua kali atau sekitar satu menit penempaan untuk membentuk satu buah tombak pagar. Cepat atau lambatnya proses pembuatan produk sangat ditentukan dengan tenaga yang dimiliki, sehingga jumlah produk yang dihasilkan perharinya terbatas.

Melihat kondisi diatas, maka penulis memandang perlu untuk mengadakan sebuah mesin penunjang proses produksi dalam mendeformasikan /memipihkan baja, dengan mengangkat sebuah judul “ **Pembuatan Mesin Penempa Baja untuk Industri Kecil**”. Alat ini memiliki pemukul martil yang akan bergerak naik turun/memukul secara otomatis, dimana pemukul ini bergerak dengan adanya daya dari motor listrik, kemudian daya akan ditransmisikan oleh roda gigi dan rantai (*Chain and Sprocket*) menuju poros yang akan menggerakkan pemukul. Dengan adanya mesin ini, proses produksi usaha kecil pengrajin besi akan meningkat, karena dalam proses produksinya tidak lagi mengandalkan tenaga manusia yang sangat terbatas pada proses penempaan/memipihkan baja, sehingga waktu produksi juga akan meningkat sehingga kapasitas produk yang dihasilkan per hari akan meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam kegiatan ini yaitu :

1. Bagaimana mempermudah proses produksi dalam penempaan/memipihkan baja, baik baja lunak maupun baja keras?
2. Bagaimana meningkatkan kapasitas produksi tempaan baja, baik baja lunak maupun baja keras?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Pada pembuatan mesin penempa baja ini dibatasi pada hasildeformasi /perubahan ketebalan baja yang telah ditempa menggunakan mesin penempa

baja. Sebuah baja lunak yang dipanaskan dalam sebuah tungku hingga baja tersebut membara dengan warna merah jingga, kemudian ditempa menggunakan mesin penempa baja. Pembuatan mesin ini menitik beratkan pada hasil deformasi/perubahan ketebal dari baja lunak yang ditempa.

1.3 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.3.1 Tujuan Kegiatan

Adapun tujuan dari kegiatan ini yaitu :

1. Untuk mempermudah proses penempaan pada baja, baik baja lunak maupun baja keras.
2. Untuk meningkatkan kapasitas produksi tempaan baja, baik baja lunak maupun baja keras.

1.3.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat dari kegiatan ini yaitu :

- a. Manfaat bagi mahasiswa
 1. Menambah pengetahuan dan wawasan dalam dunia teknik khususnya dalam bidang produksi.
 2. Sebagai penerapan teori yang didapatkan di bangku perkuliahan.
- b. Manfaat bagi pengrajin besi/pandai besi
 1. Bagi para pengrajin besi, dengan adanya mesin penempa yang digunakan dalam proses pemipihan/penempaan, para pengrajin tidak lagi mengandalkan tenaga mereka dalam memipihkan baja, baik baja lunak maupun baja keras. Dimana dalam proses pemipihan ini membutuhkan tenaga yang besar dan waktu yang cukup lama. Disamping itu, penggunaan mesin tempa akan meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan dalam satu hari

karena proses produksinya tidak membutuhkan tenaga manusia yang terlalu besar sehingga proses produksi akan terus berlanjut karena waktu yang digunakan untuk beristirahat cukup singkat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Mesin Penempa Baja

Mesin penempa baja merupakan suatu kebutuhan teramat penting bagi industri skala kecil pada proses produksi mereka untuk mempermudah proses penempaan secara kontiniu. Untuk mengetahui definisi atau pengertian dari mesin penempa baja itu sendiri, terlebih dahulu kita perlu memahami pengertian dari mesin, tempa dan baja.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (2002 : 737) didefinisikan bahwa “Mesin adalah perkakas untuk menggerakkan atau membuat sesuatu yang dijalankan dengan roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau penggerak menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam”. Hal yang hampir sama dikemukakan oleh Salim (1991 : 968) menyatakan bahwa “Mesin adalah alat yang mempunyai daya gerak atau tenaga baik dijalankan dengan motor listrik penggerak maupun tenaga manusia”. Dari definisi mesin yang dikemukakan oleh kedua sumber diatas, tampak bahwa sumber pertama mendefinisikan mesin sebagai kendaraan, sedangkan sumber kedua mesin sebagai alat yang dapat membantu untuk meringankan kerja manusia. Jadi, pada dasarnya definisi dari kedua sumber mempunyai tujuan yang sama. Akan tetapi, penjelasan dari definisi yang kedua lebih jelas dibandingkan sumber pertama jika disesuaikan dengan mesin penempa baja karena mesin penempa baja tersebut tidak digunakan sebagai kendaran yang dapat mengangkut atau membawa manusia dari suatu tempat ke tempat yang lain, melainkan hanya digunakan untuk meringankan atau memudahkan pekerjaan manusia pada proses mendeformasikan baja dalam pembuatan pisau, parang, linggis maupun aksesoris pagar besi dan disini kami hanya mengarah pada

pembuatan ornamen pagar, karna dalam pembuatan parang, linggis dibutuhkan skill atau orang yg berpengalaman .

Adapun definisi dari tempa menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2002 : 800) yaitu “ Memukul-mukul (besi dan sebagainya) untuk dibuat perkakas (seperti pisau)” . Sedangkan definisi lain mengenai tempa yaitu “ Proses deformasi dimana benda kerja ditekan diantara dua die“(Wikipedia, 2018, [http://id.m.wikipedia.org/wiki/Tempa_\(metalurgi\)](http://id.m.wikipedia.org/wiki/Tempa_(metalurgi)), 8 November 2018). Pada proses penempaan, baja dipanaskan dalam bara api hingga berwarna kemerah-merahan atau merah jingga. Logam yang telah memerah/jingga kemudian dipindahkan ke landasan, dipukul-pukul dengan menggunakan palu hingga bentuknya pipih. Proses penempaan dilakukan secara berulang-ulang , artinya proses penempaan tidak bisa dilakukan sekaligus, sebab pada saat proses penempaan berlangsung, benda kerja atau baja yang ditempa akan mulai mengalami pendinginan sehingga setelah baja dingin dengan penandaan perubahan warna yang menghitam kembali. Benda kerja atau baja dibakar kembali sampai berwarna jingga dan kemudian dilakukan pembentukan kembali.

Temperatur dan warna untuk benda kerja yang ideal adalah pada temperatur pada suhu 800-930 derajat celsius atau pada warna yaitu berwarna merah kekuning-kuningan. Baja tidak boleh ditempa dibawah 400 derajat celcius, maka baja akan rapuh berwarna biru. Jika baja dipanaskan diatas 1200 derajat celcius maka baja akan terbakar dan tidak dapat diperbaiki lagi. Benda kerja yang biasa digunakan yaitu st.37 dengan kandungan karbon kuang lebih 0.3 g. Berdasarkan temperatur kerjanya, penempaan dibagi menjadi hot forging (warm forging) dan cold forging. Hot forging atau penempaan panas merupakan proses penempaan yang dilakukan pada logam bersuhu tinggi (panas). Proses hot forging dilakukan bila logam yang ingin ditempa perlu dikurangi kekuatannya dan ditingkatkan sifat mampu bentuknya. Karena logam yang akan ditempa kekuatannya berkurang dan mampu bentuknya meningkat, hot forging

relatif memerlukan gaya yang lebih kecil dibanding cold forging. Tingginya sifat mampu bentuk membuat produk hasil hot forging memiliki akurasi ukuran dan kualitas permukaan yang lebih buruk dibandingkan dengan cold forging. Cold forging atau penempaan dingin merupakan proses penempaan yang dilakukan pada logam bersuhu ruang. Proses penempaan ini memerlukan gaya yang lebih besar dibandingkan dengan hot forging. Hal tersebut dikarenakan logam yang dingin memiliki kekuatan yang lebih besar daripada logam yang panas. Syarat dari logam atau material yang dapat dikerjakan dengan cold forging yakni harus memiliki sifat mampu bentuk yang tinggi pada suhu ruang. Syarat tersebut harus dipenuhi supaya perubahan bentuk dapat terjadi tanpa timbulnya retak atau patah. Dibandingkan dengan hot forging, cold forging memiliki akurasi ukuran dan kualitas permukaan yang lebih baik.



Gambar 1.1 Tabel warna dan temperatur pemanasan baja

Sedangkan definisi dari baja adalah “ Logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya, termasuk unsur karbon“ (Wikipedia, 2018,

<https://id.m.wikipedia.org/wiki/Baja>, 8 November 2018). Untuk bisa disebut baja, kandungan karbon tidak boleh kurang dari 0,2 – 0,25 % dan tidak lebih dari 2,1 - 3 %. Bila kandungan karbon kurang dari 0,2 – 0,25 % , logam ini tidak bisa diharden (diperkeras dengan proses hardening/nyipuh) dan disebut *wrought iron*. Bila kandungan karbon lebih dari 2,1 – 3 %, logam ini akan menjadi getas dan disebut *cast iron* (besi cor).”

Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu :

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung karbon antara 0,025% – 0,25% C. setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil.

2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah (medium carbon steel) mengandung karbon antara 0,25% - 0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30 – 60 kg. baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

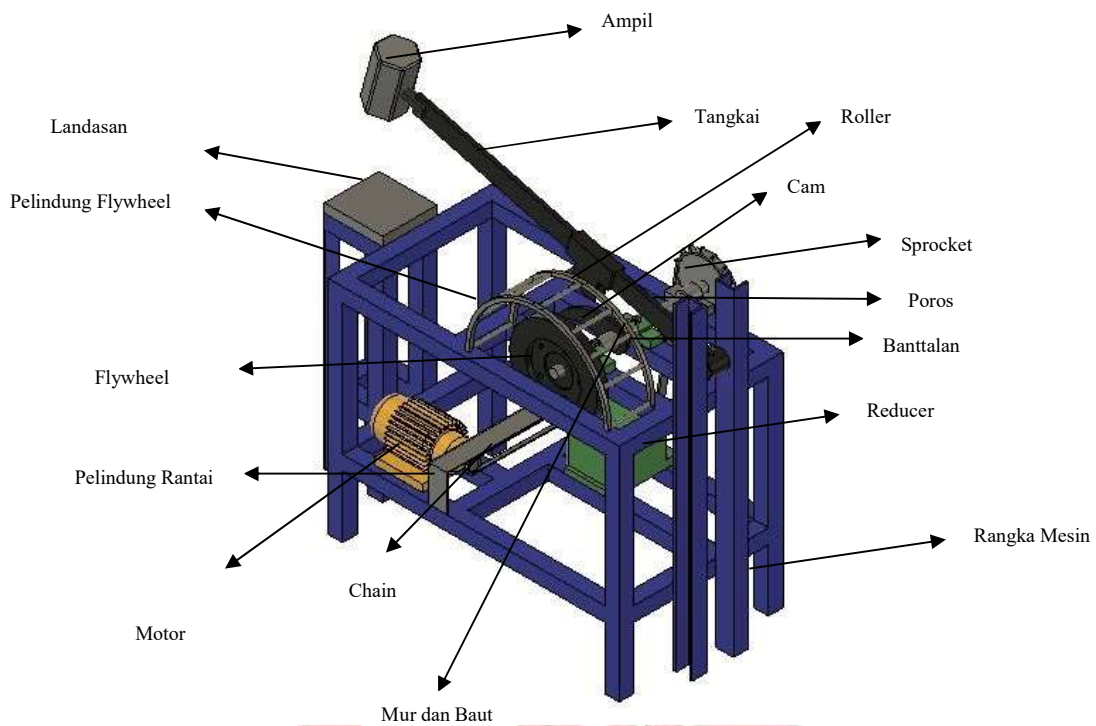
3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (high carbon steel) mengandung kadar karbon antara 0,56% -1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg. Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini

adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

2.2 Komponen-Komponen Mesin Penempa Baja

Adapun komponen-komponen penyusun mesin penempa baja ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1.2 Komponen mesin penempa baja

1. Rangka mesin
2. Pemukul/palu
3. Cam
4. Landasan pukul
5. Motor listrik 2 HP
6. Rantai dan roda gigi
7. Bantalan
8. Besi As untuk Poros
9. *Roller*
10. Mur dan baut
11. *Flywheel*

- 12. *Speed Reducer*
- 13. Pelindung *Flywheel*
- 14. Pelindung Rantai

2.3 Prinsip Kerja Mesin Penempa Baja

Prinsip kerja dari mesin tempa ini yaitu pemukul digerakkan oleh cam, sumber daya berasal dari motor listrik kemudian ditransmisikan oleh roda gigi dan rantai, pada poros yang berhubungan dengan cam. Cam akan berhubungan dengan roller yang dipasang pada tangkai pemukul disisi belakang sehingga pemukul dapat terangkat, pemukul akan terangkat apabila roller berada pada ujung cam dan akan jatuh pada landasan jika cam berputar dan ujung cam berada dibawah poros.

2.4 Dasar-Dasar Pembuatan Mesin Penempa Baja

Rancangan kontruksi mesin penempa baja akan dibuat terdiri atas beberapa komponen yang saling mendukung antara lain :

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah sumber daya atau tenaga yang akan menggerakkan komponen mesin secara keseluruhan. Untuk menentukan besar daya motor listrik, digunakan persamaan berikut :

$$P = F \cdot V_s \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : P = Daya Motor Listrik (Hp)

F = Massa Beban (N)

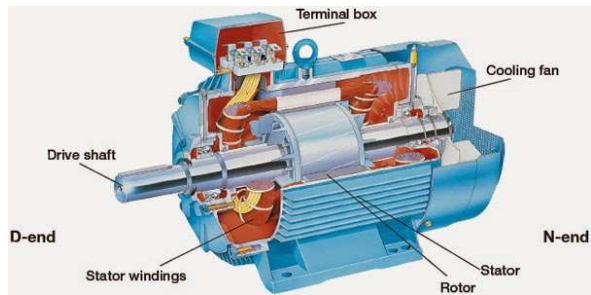
V_s = Kecepatan Translasi (m/dt)

Untuk menghitung kecepatan translasi, digunakan persamaan :

$$V_s = \frac{\pi \cdot ds \cdot n}{60} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : ds = Diameter poros (mm)

n = Putaran poros (rpm)



Gambar 1.3. Motor listrik

2. Besi Assental (*Shafting Bar*)

Menurut Sularso (1987), poros difungsikan untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya. Poros transmisi merupakan salah satunya dimana poros ini mendapat momen puntir. Untuk menghitung momen puntir yang terjadi pada poros dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan : T = Momen puntir (N.mm)

Pd = Daya motor yang digunakan (kW)

n = Putaran motor (Rpm)

Untuk menentukan perencanaan diameter poros dapat digunakan persamaan :

$$\tau_g = \frac{5,1 \cdot T}{d^3} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan : τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

T = Momen puntir pada poros (kg.mm)

d = Diameter pada poros (mm)



Gambar 1.4. Besi Assental (*Shafting Bar*)

3. *Roller*

Roller adalah objek berbentuk lingkaran, yang bersama dengan sumbu, dapat menghasilkan suatu gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir. Penggunaan *roller* pada mesin tempa ini yaitu untuk bertujuan mentransmisikan daya dari gerak cam, *roller* dipasang pada tangkai pemukul dan bersentuhan dengan bagian cam yang berputar. Adapun bahan *roller* yang digunakan yaitu *roller* baja yang cukup keras dengan ukuran 5 mm.

$$\omega = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan : ω = Kecepatan sudut (rad/s)

V = Kecepatan linear (m/s)

R = Jari-jari (mm)



Gambar 1.5. Roller

4. Sambungan Las

Dalam perancangan ini, sambungan yang digunakan adalah sambungan dengan las busur listrik. Pada las busur listrik, panas yang digunakan untuk memanaskan benda kerja adalah dengan nyala busur listrik melalui elektroda yang berfungsi sekaligus sebagai bahan tambah, peralatan utama yang digunakan adalah generator atau welding transformer. Generator seperti ini memiliki mobilitas tinggi. Pengelasan yang menggunakan welding transformer hanya dapat digunakan hanya dapat digunakan pada tempat yang tersedia arus listrik, karena pada transformer ini memerlukan tegangan listrik 220/380 volt 50 Hz, 3 fasa. Arus yang dihasilkan dari mesin ini 200 A dan tenaga maksimum awal kurang lebih 6,4 KVA. Kekuatan pengelasan tiap komponen memiliki peranan yang sangat penting dalam menciptakan rangka serta rangkaian mesin yang kokoh dan kuat. Oleh karena itu pengelasan yang diberikan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Adapun perhitungan pengelasan adalah sebagai berikut :

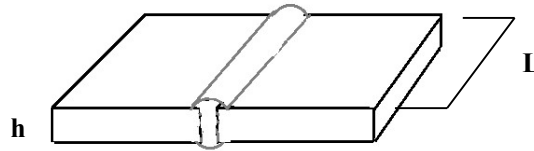
$$\tau_g = \frac{F}{0,707 \times h \times L} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan : τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

F = Gaya (N)

h = tinggi pengelasan (mm)

L = Panjang (mm)



Gambar 1.6 Pengelasan but joint

5. Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan bagian dari elemen mesin yang berfungsi mengikat dua komponen atau lebih agar tetap pada posisinya. Untuk mencegah kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur harus memperhatikan gaya yang bekerja pada baut, kekuatan bahan dan lain-lain. Untuk menentukan diameter baut didasarkan pada tegangan yang terjadi pada baut tersebut. Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\tau_g = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot n} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

F = Gaya yang ditahan pada baut (N)

n = Jumlah baut

d = Diameter baut (mm)

Beban yang dapat ditahan oleh baut :

$$Wb = \frac{F}{nb} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan : W_b = Beban yang dapat ditahan oleh baut (N)

F = Beban yang bekerja (N)

n_b = Jumlah baut



Gambar1.7. Baut serta mur

6. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros pembebanan, sehingga putaran atau gerak bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan memiliki umur pakai panjang. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka kinerja seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Untuk menghitung beban radial yang bekerja pada bantalan adalah :

$$F_r = \frac{T}{r} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana : F_r = Beban radial (Kg)

T = Momen puntir pada poros (N.mm)

r = Jari-jari poros (mm)

Untuk mengetahui beban ekuivalen bantalan, digunakan persamaan berikut :

$$P_r = (X \cdot V \cdot F_r) + (Y \cdot F_a) \dots\dots\dots (10)$$

Untuk mengetahui umur bantalan, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_h = \frac{L_s}{n} \cdot 1,67 \cdot 10^6 \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan : P_r = Beban ekuivalen (Kg)

F_a = Beban aksial (Kg)

L_h = Umur bantalan (tahun)



Gambar 1.8. Bantalan gelinding

7. Cam

Cam digunakan untuk menggerakkan suatu objek, pada mesin ini objek yang akan digerakkan yaitu pemukul. Cam yang digunakan dipasang pada poros yang akan berputar. Cam yang digunakan terbuat dari pelat dengan ketebalan 10 mm, bentuk dari cam ini yaitu menyerupai angka 6 dan memiliki dua diameter yaitu diameter kecil dan diameter besar, dibagian tengah cam terdapat lubang untuk poros. Adapun cara pembuatan cam ini yaitu dengan memotong pelat sesuai dengan bentuk yang ditentukan menggunakan las pemotong (OAW).



Gambar 1.9. Cam

8. *Flywheel* (Roda gila)

Flywheel (roda gila) adalah perangkat mekanik yang berputar yang digunakan untuk menyimpan energi rotasi. *Flywheel* memiliki momen inersia yang signifikan, dan dengan demikian menahan perubahan kecepatan rotasi. Jumlah energi yang tersimpan dalam *flywheel* adalah sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi. Energi ditransfer ke *flywheel* dengan menggunakan torsi, sehingga meningkatkan kecepatan rotasi dan karenanya energi dapat tersimpan. Sebaliknya *flywheel* melepaskan energi yang tersimpan dengan melakukan torsi beban mekanik, sehingga mengurangi kecepatan torsi. Daya dari motor harus mampu menggerakkan *flywheel* itu sendiri, untuk mengetahuinya dapat dicari menggunakan rumus :

$$P = T \cdot \omega \dots\dots\dots (12)$$

Dimana : P = Daya yang digunakan untuk menggerakkan *flywheel*

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

Torsi dihitung menggunakan rumus :

$$T = I \cdot a \dots\dots\dots (13)$$

Dimana : T = Torsi (Nm)

I = Momen inersia (kg.m/s)

a = Percepatan (rad/s)

Momen inersia dihitung menggunakan rumus :

$$I = w \cdot r^2 \cdot g \dots\dots\dots (14)$$

Dimana : I = Momen inersia (kg.m/s)

w = Massa *flywheel* (kg)

r = Jari-jari (m)

g = Gaya grafitasi (m/s²)



Gambar 1.10 *Flywheel*

9. Transmisi rantai dan sproket (*Chain and sprocket*)

Transmisi rantai-sproket digunakan untuk mentransmisikan tenaga pada jarak sedang. Kelebihan dari transmisi ini di banding dengan tranmisi sabuk dan puli adalah dapat digunakan untuk menyalurkan daya yang lebih besar, seperti yang diuraikan sebagai berikut.

Kelebihan transmisi ranrai-sproket :

1. Transmisi tanpa slip, perbandingan putaran tetap
2. Dapat meneruskan daya besar
3. Keausan kecil pada bantalan

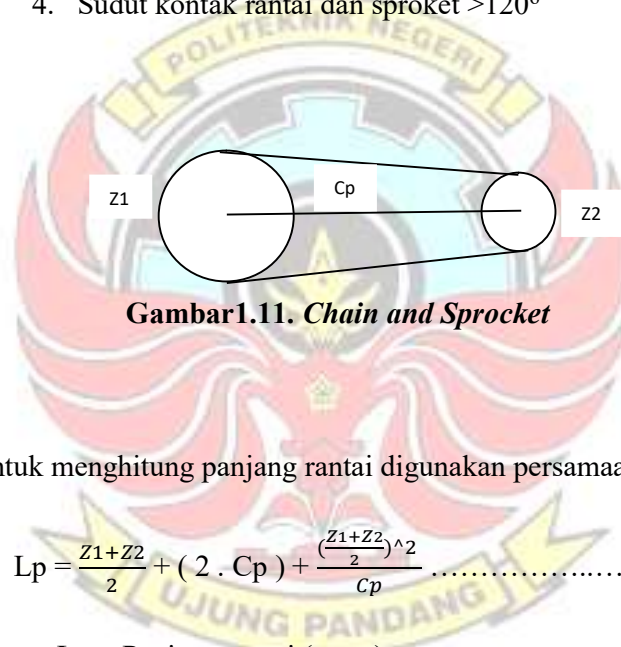
Kekurangan transmisi rantai-sproket

1. Tidak dapat digunakan untuk kecepatan tinggi (Max. 600 m/min)
2. Suara dan getaran tinggi
3. Perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus

Sketsa rantai dan sprocket diperlihatkan pada gambar berikut :

Sproket memiliki beberapa cirri sebagai berikut :

1. Bentuk S dan U, Bahan : Baja karbon
2. Jumlah gigi min. 13 dan max. 114
3. Perbandingan putaran max. 10/1
4. Sudut kontak rantai dan sproket $>120^\circ$



Gambar1.11. Chain and Sprocket

Untuk menghitung panjang rantai digunakan persamaan :

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + (2 \cdot C_p) + \frac{\left(\frac{Z_1 - Z_2}{2}\right)^2}{C_p} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana : L_p = Panjang rantai (mm)

Z = Jumlah gigi sprocket

C_p = Jarak sumbu poros (mm)

10. Speed Reducer

Speed reducer berfungsi sebagai pengubah / pengatur kecepatan putaran motor listrik. Pemilihan speed reducer ini didasarkan atas perbandingan transmisi.

$$I = \frac{N_m}{N_1} \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan : I = Perbandingan transmisi

N_m = Putaran motor listrik (rpm)

N_1 = Putaran *sprocket* (Roda gigi)



BAB III

METODE PEMBUATAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Adapun tempat pelaksanaannya bertempat di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Waktu pelaksanaan pembuatan mesin penempa baja yaitu pada bulan September 2018 sampai bulan Agustus 2019.

3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.2.1 Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan mesin penempabajayaitu :

1. Mesin pemotong (Gerinda)
2. Mesin las (SMAW)
3. Kacamata las
4. Mesin bor tangan dan Bor meja
5. Mistar siku
7. Mesin bor meja
8. Mata bor Ø5, Ø10, Ø16 dan Ø26

3.2.2 Adapun bahan yang akan digunakan dalam pembuatan mesin penempa

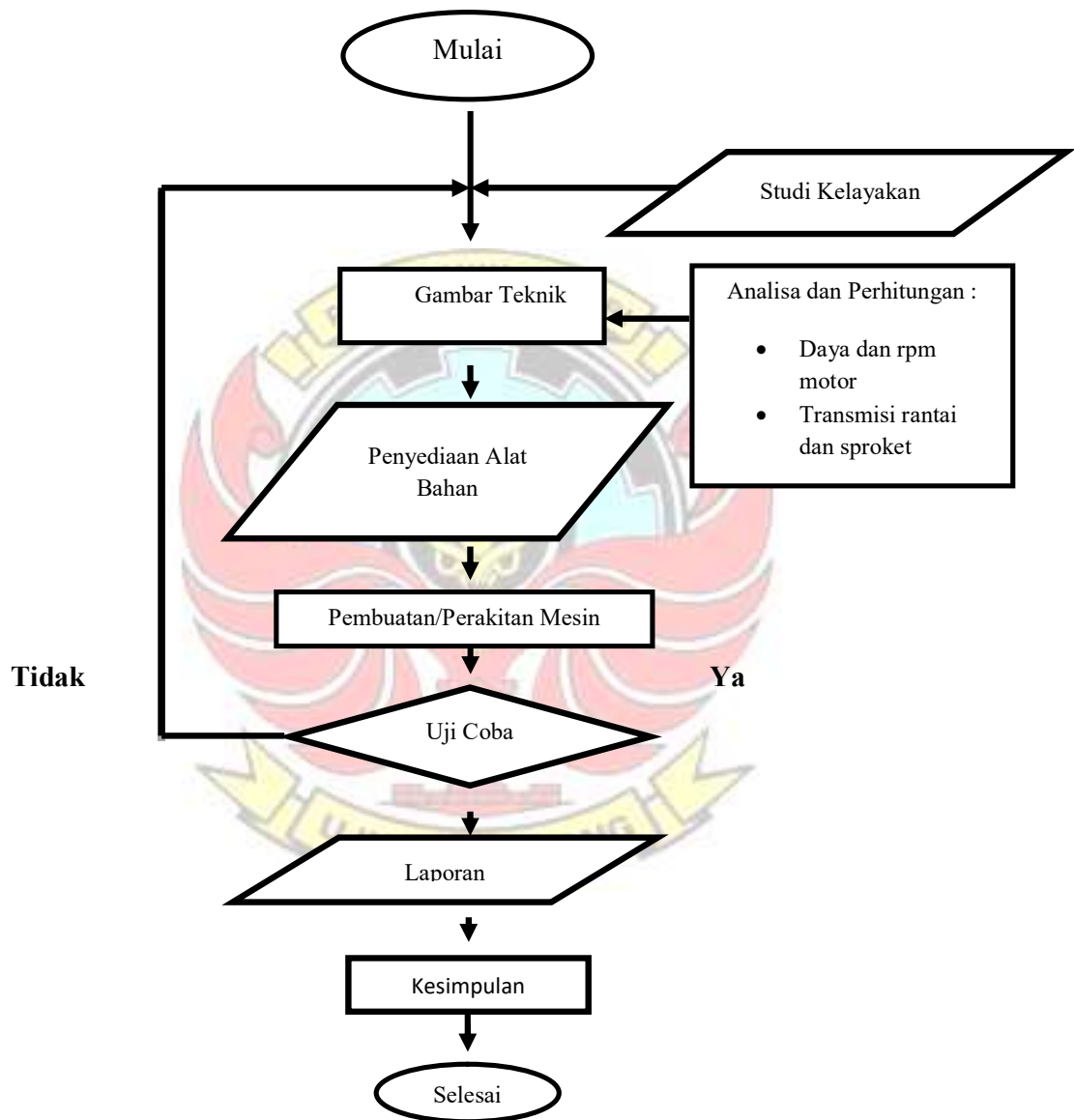
baja yaitu :

1. Besi Siku
2. Profil U
3. Besi poros Ø 1''
4. Motor listrik 2 HP
5. Besi pejal
6. Pelat 10 mm
7. Elektroda las E 6013
8. Baut dan Mur
9. *Roller*
10. Rantai dan sproket
11. Palu 5 kg
12. Baja tangkai pemukul
13. Bantalan gelinding
14. *Flywheel*
15. *Speed reducer*
16. Cat dan thinner
17. Besi beton Ø 10 mm



3.3 Diagram Alir Proses Rancang Bangun Mesin Penempa Baja

Adapun bagan alir dalam proses pembuatan mesin penempa baja dapat dilihat pada gambar berikut :



3.4 Prosedur Pembuatan

Untuk mencapai hasil yang diharapkan, maka proses pembuatan mesin penempa baja ini dilakukan dengan prosedur kegiatan yang terdiri atas beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

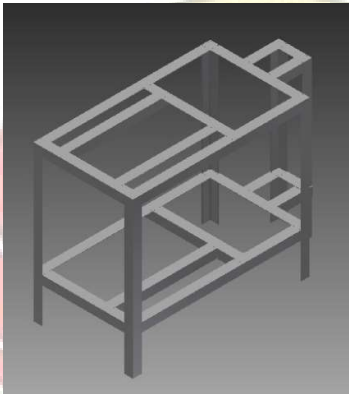
a. Tahap Perancangan

1. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah pokok melalui kunjungan langsung ke industri/tempat pengrajin besi yang berlokasi di Jln. Abdul Kadir II, Makassar.
2. Mengidentifikasi masalah-masalah dan membuat rancangan awal konstruksi mesin yang akan dibuat, dengan acuan pada kemudahan operasional alat.
3. Mengidentifikasi mekanisme penempaan.
4. Mengidentifikasi alat-alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan mesin penempa baja.
5. Membuat gambar rancangan (Gambar desain) dari komponen-komponen yang akan dibuat. Pembuatan gambar desain dilakukan dengan cara menggambar di computer menggunakan *Software Autodesk Inventor (2015)*.


b. Tahap Pembuatan

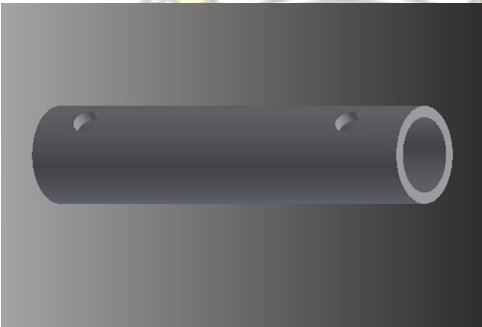
Setelah dilakukan tahap perancangan, maka tahap berikutnya adalah tahap pembuatan. Pembuatan mesin penempa baja ini dilakukan berdasarkan pengelompokan komponen-komponen. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pengerjaan dan perakitan alat. Komponen utama yang dibuat antara lain: rangka dan cam.

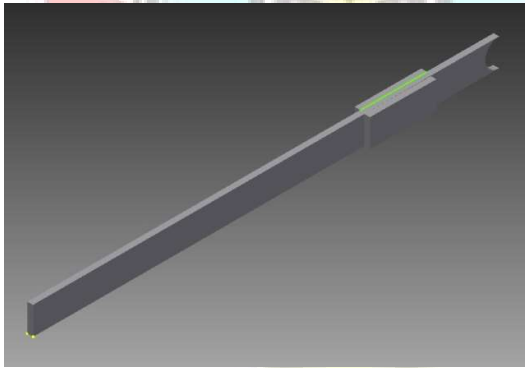
Adapun penjelasan dari tahap pembuatan komponen-komponen tersebut, dapat dilihat pada table berikut :

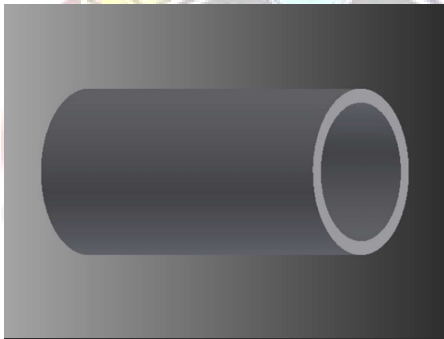
No	Nama Komponen	Gambar Desain	Alat dan Bahan	Prosedur Pengerjaan	Ket.
1	Rangka mesin		<p>Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteran - Mistar siku - Kapur - Penitik - Gerinda potong - Mesin las (SMAW) - Mesin bor - Mata bor Ø10 mm <p>Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi siku - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Rangka mesin penempa baja ini dibuat dengan besi siku (profil L). Rangka mesin terdiri dari komponen sebagai berikut : rangka atas sebagai dudukan bantalan, rangka bawa sebagai dudukan motor dan <i>reducer</i> serta rangka depan sebagai rangka landasan. - Besi siku diukur dengan ukuran yang telah ditentukan dan dipotong 	

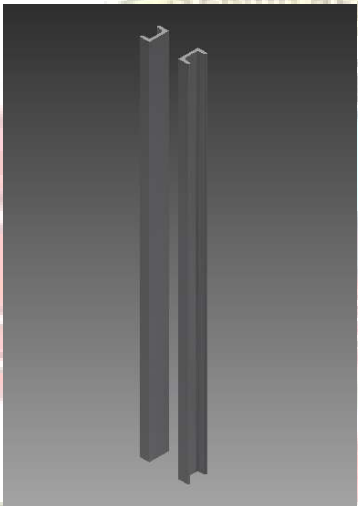
			<p>menggunakan mesin gerinda tangan, kemudian dirangkai satu sama lain dengan menggunakan las listrik sehingga terbentuk suatu rangka mesin yang utuh sesuai dengan gambar rancangan.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untuk menghaluskan hasil pengelasan pada bagian tertentu dilakukan penggerindaan.
2	Cam		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteran - Kapur <ul style="list-style-type: none"> - Cam terbuat dari pelat tebal 10 mm. Dibagian diameter besar cam

			<ul style="list-style-type: none"> - Mesin las (OAW) - Gerinda Tangan (penghalus) - Kikir bulat <p>Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plat tebal 10 mm 	<p>terdapat lubang dengan diameter 35 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gambar model cam pada pelat yang telah disiapkan kemudian potong sesuai pada garis yang telah dibuat menggunakan las (OAW), buat juga lubang untuk bushing. - Haluskan bagian pinggiran hasil pemotongan las dengan menggunakan gerinda penghalus sampai bentuk cam sesuai dengan yang diinginkan. Haluskan
--	--	---	--	--

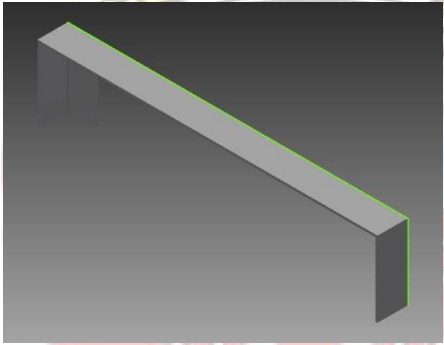
				pula bagian lubang cam menggunakan kikir bulat.
3	Bushing cam		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerinda potong - Meteran - Mesin bor meja - Mata bor Ø8 mm <p>Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poros berongga Ø3,5 cm dengan diameter rongga Ø2,8 	<ul style="list-style-type: none"> - Potong poros berongga sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan. - Lubangi kedua ujung poros hingga tembus ke sisi belakang menggunakan mata bor Ø8 mm. - Pasang mur disetiap lubang menggunakan las listrik, kemudian pasang bautnya (M8).

			cm - Elektroda las - Baut M8 dan mur	
4	Tangkai		Alat : - Gerinda potong dan penghalus - Meteran - Las Gas (OAW) - Las listrik (SMAW) - Kikir bulat - Kapur Bahan : - Baja tebal 10	- Potong baja sesuai dengan ukuran yang ditentukan. - Potong dua buah baja dengan ukuran yang sama untuk dudukan roda kemudian las pada tangkai utama. - Buat potongan melingkar pada satu sisi ujung tangkai menggunakan las gas kemudian rapikan

			mm dengan lebar 5 mm. - Elektroda las	menggunakan kikir bulat.	
5	Bushing Tangkai		Alat : - Gerinda potong - Meteran Bahan : - Poros berongga Ø3 mm	- Potong poros sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan menggunakan gerinda potong.	

6	Tiang		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerinda potong - Mesin bor meja - Meteran - Mata bor Ø8 dan Ø... - Mesin las listrik (SMAW) - Penitik <p>Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beli U - Baut dan mur M20. - Elektroda las 	<ul style="list-style-type: none"> - Potong besi U sesuai dengan ukuran sebanyak dua buah. - Gabungkan kedua besi U dan dilas. - Tentukan titik pusat lubang yang akan dibuat. - Lubangi menggunakan mesin bor meja menggunakan mata bor Ø8 kemudian Ø 26. - Lepaskan sambungan las pada kedua besi U. 	
---	-------	---	--	---	--

7	Poros		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerinda potong <p>Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi as Ø2,5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Potong besi as sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan menggunakan gerinda potong. 	
8	Pelindung <i>flywheel</i>		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteran - Kapur - Gerinda potong - Mesin las listrik <p>Bahan :</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Potong bahan besi beton sesuai dengan ukuran yang ditetapkan. - Tekuk besi beton sesuai dengan radius yang ditentukan sebanyak satu pasang. - Las semua komponen 	

			<ul style="list-style-type: none"> - Besi beton Ø 10 mm - Elektroda las 	yang telah dipotong sesuai dengan bentuk yang diinginkan.	
9	Pelindung Rantai		<p>Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Meteran - Kapur - Gerinda potong - Mesin las listrik <p>Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi L - Elektroda las 	<ul style="list-style-type: none"> - Potong bahan besi L sesuai dengan ukuran yang ditetapkan. - Las semua komponen yang telah dipotong sesuai dengan bentuk yang diinginkan. 	

c. Tahap Perakitan

Tahap selanjutnya yang harus dilakukan setelah tahap pembuatan adalah tahap perakitan. Proses perakitan merupakan proses merangkai atau menggabungkan tiap komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu mekanisme kerja yang sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya.

Adapun langkah – langkah dalam proses perakitan adalah sebagai berikut :

1. Tahap perakitan dari komponen rangka adalah dengan cara dilas menggunakan mesin las listrik.
2. Buat lubang sebagai dudukan bantalan, motor listrik dan speed reducer.
3. Tahap pemasangan tiang pemukul pada bagian belakang dengan cara dilas menggunakan las listrik.
4. Tahap pemasangan landasan pada bagian rangka depan dengan cara dilas menggunakan las listrik.
5. Tahap perakitan cam pada bushing cam dan kemudian dilas, dan pasang empat baut pada lubang bushing.
6. Tahap pemasangan ketiga bantalan dan juga cam yang sudah dirakit pada poros yang telah disiapkan kemudian pasang pada rangka atas.
7. Tahap perakitan motor listrik dan speed reducer pada rangka dengan cara diikat dengan baut.
8. Tahap perakitan system transmisi (Rantai dan sprocket).
9. Tahap pemasangan flywheel dan pelindung flywheel dengan cara dilas menggunakan mesin las listrik.

10. Tahap perakitan komponen pemukul, dengan menggabungkan bushing, *roller* dan ampil dengan cara dilas.
11. Tahap penginstalan komponen sistem penggerak.

d. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian bertujuan untuk menguji alat yang telah dirakit atau yang sudah dapat dioperasikan disini kami ingin membuat ornamen pagar. Berikut langkah – langkah prosedur pengujian pada mesin penempa baja :

1. Sediakan tungku pembakaran dan arang untuk memanaskan objek yang akan ditempa.
2. Panaskan objek dalam tungku hingga warna objek yang akan ditempa berwarna merah jingga.
3. Angkat objek dari tungku kemudian letakkan pada landasan.
4. Nyalakan mesin dan proses penempaan akan berlangsung.
5. Proses penempaan dihentikan jika warna objek kembali menghitam dan kembali dipanaskan dalam tungku hingga warnanya kembali menjadi merah jingga.
6. Penempaan dilakukan hingga objek yang ditempa mendeformasi menjadi pipih.

e. Teknik Analisa Data

Setelah melakukan proses pengujian, maka diperoleh data yang akan dianalisis dengan metode perbandingan, yaitu dengan membandingkan hasil penempaan dengan cara manual menggunakan pemukul biasa dengan hasil penempaan menggunakan mesin penempa baja otomatis, aspek yang dibandingkan yaitu ketebalan objek yang ditempa dalam keadaan

objek pada suhu layak tempa dengan proses pengujian 3 kali. Dengan metode ini dapat diketahui apakah dengan menggunakan mesin penempa baja, kapasitas produksi akan meningkat atau tidak.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Perancangan

A. Perhitungan Daya Motor

Parameter yang kami gunakan adalah massa poros dan massa tangkai pemukul dan massa ampil (5 Kg) yang digunakan untuk memukul. Jadi besarnya daya motor dapat dihitung sebagai berikut :

1. Massa Poros

Penggunaan poros pada alat penempa ini adalah besi as ukuran standar dengan ukuran 2,5 cm dengan massa jenis 0.0077 Iron (Lampiran 1).

$$W_{\text{poros}} = \rho_s \times V_t$$

$$V_t = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times l$$

$$V_t = \frac{1}{4} \times \pi \times (2,5)^2 \times 49 \text{ cm}$$
$$= 240,40 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi, } W_{\text{poros}} = \rho_s \times V_t$$

$$= 0,007 \times 240,40$$

$$= 1,74 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{cam}} = 800 \text{ gr} = 0,8 \text{ Kg (Ditimbang)}$$

2. Massa Ampil

Ampil yang digunakan pada tangkai pemukul mesin penempa ini adalah ambil standar yang memiliki berat 5 Kg (Ditimbang). Jadi $W_{\text{ampil}} = 5 \text{ Kg}$

3. Massa Tangkai Pemukul

Penggunaan tangkai pada mesin penempa ini adalah besi ukuran standar dengan ukuran 84 x 5 x 1 cm dengan massa jenis 0.00725 (Lampiran 1) .

$$W_{\text{tangkai}} = \rho_s \times V_t$$

$$V_t = 515 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} W_{\text{tangkai}} &= \rho_s \times V_t \\ &= 0,0075 \times 515 \\ &= 3,86 \text{ kg} \end{aligned}$$

Daya motor :

$$\begin{aligned} F &= W_{\text{poros}} + W_{\text{cam}} + W_{\text{ampil}} + W_{\text{tangkai}} \\ &= 1,74 + 0,8 + 5 + 4,05 \\ &= 11,59 \text{ Kg} = 113,58 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{\pi \cdot d_s \cdot n}{60} \quad (\text{Persamaan 2}) \\ &= \frac{3,14 \times (0,025) \times 1400}{60} \\ &= 1,83 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= F \cdot V_s \quad (\text{Persamaan 1}) \\ &= 113,58 \cdot 1,83 \\ &= 207,85 \text{ W} \\ &= 0,20 \text{ kW} \quad \text{Ket : 1 HP} = 0,735 \text{ kW} \\ &= 0,33 \text{ HP} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas daya motor yang diperlukan 0,33 Hp. Poros tidak hanya beban berat tetapi menerima momen puntir dan bengkok. Untuk menjamin keamanan, motor listrik yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 2 HP.

B. Perhitungan Poros

Pada pembuatan mesin penempa ini poros yang digunakan yaitu besi as diameter 25 mm. Momen puntir yang terjadi pada poros dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut, dimana diketahui P_d yaitu 2 HP = 1,5 kW :

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n} && \text{(Persamaan 3)} \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{1,5}{1410} \\ &= 1036,17 \text{ Kg.mm} \end{aligned}$$

Meghitung tegangan geser yang terjadi menggunakan persamaan, :

$$\begin{aligned} \tau_g &= \frac{5,1 \cdot T}{d^3} && \text{(Persamaan 4)} \\ &= \frac{5,1 \cdot 1036,17}{(25)^3} \\ &= 0,33 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

C. Perhitungan *Speed Reducer*

Reducer ini berfungsi sebagai pengubah /pengatur kecepatan motor listrik. Dalam pembuatan mesin penempa ini, diinginkan putaran yang lebih lambat sehingga dipilih reducer dengan perbandingan 1 : 40 . Jadi putaran yang dihasilkan dari motor listrik 1410 rpm ke reducer menghasilkan output 35 rpm.

D. Perhitungan Transmisi Rantai dan Sproket

1. Sproket

Diketahui $N_1 = 1410$ Rpm (Rpm motor)

$i = 40$ (*Reducer* 1/40)

Menghitung N_2

$$N_2 = N_1 : i$$

$$= 1410 : 40$$

$$= 35 \text{ Rpm (Rpm Reducer)}$$

Menghitung ratio sprocket pada poros dan reducer :

Putaran mesin/pukulan yang diinginkan = 45

N_2 saat ini = 35 Rpm (Rpm Reducer)

Output speed dari speed reducer saat ini 35 Rpm kita anggap sebagai N_1 dan putaran yang diinginkan dianggap sebagai N_2 , maka :

$$\text{Ratio sprocket} = N_2 : N_1$$

$$= 45 : 35$$

$$\text{Jadi, ratio sprocket} = Z_2 : Z_1$$

$$= 20 : 15$$

2. Rantai

a. Rantai pada poros dengan *reducer* :

Diketahui : Jumlah gigi roda gigi 1 (Z_1) = 15

Jumlah gigi roda gigi 2 (Z_2) = 20

Jarak sumbu poros (C_p) = 330 mm

Untuk mengetahui panjang rantai (L_p) digunakan persamaan (15) :

$$\begin{aligned} L_p &= \frac{Z_1 + Z_2}{2} + (2 \cdot C_p) + \frac{\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2}\right)^2}{C_p} \\ &= \frac{Z_1 + Z_2}{2} + (2 \cdot C_p) + \frac{\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2}\right)^2}{C_p} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{15+20}{2} + (2 \cdot 330) + \frac{\left(\frac{15+20}{2}\right)^2}{330} \\
&= \frac{15+20}{2} + 660 + \frac{306,25}{330} \\
&= 17,5 + 660 + 0,92 \\
&= 678,42 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Jadi, panjang rantai yang cocok digunakan yaitu 67,8 Cm.

b. Rantai pada motor dengan *reducer* :

Diketahui : Jumlah gigi roda gigi 1 (Z1) = 15

Jumlah gigi roda gigi 2 (Z2) = 15

Jarak sumbu poros (Cp) = 370 mm

Untuk mengetahui panjang rantai (Lp) digunakan persamaan (15) :

$$\begin{aligned}
L_p &= \frac{Z_1+Z_2}{2} + (2 \cdot C_p) + \frac{\left(\frac{Z_1+Z_2}{2}\right)^2}{C_p} \\
&= \frac{15+15}{2} + (2 \cdot 370) + \frac{\left(\frac{15+15}{2}\right)^2}{370} \\
&= \frac{30}{2} + 740 + \frac{225}{370} \\
&= 15 + 740 + 0,60 \\
&= 755,6 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Jadi, panjang rantai yang cocok digunakan yaitu 75 Cm.

E. Perhitungan Kekuatan Las

Dalam pengembangan desain ini, kami menggunakan las listrik dengan pertimbangan tebal pelat 3 mm. Bahan elektroda yang digunakan adalah AWS E.60 dengan kekuatan tarik maksimum 60 K_{psi}.

Untuk menghitung tegangan tarik maksimum elektroda :

$$\begin{aligned}\sigma_{t \max} &= 60 \times 6,894757 \cdot 10^3 \\ &= 427,47 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan tarik izin elektroda dengan factor keamanan (v) = 5 dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\sigma_{t \text{ izin}} &= \frac{\sigma_{t \text{ maks}}}{v} \\ &= \frac{427,47}{5} \\ &= 85,494 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Menghitung tegangan geser izin :

$$\begin{aligned}\tau_{g \text{ izin}} &= 0,5 \cdot \sigma_t \\ &= 0,5 \cdot 85,494 \\ &= 42,747 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Untuk menghitung tegangan geser pengelasan pada dudukan motor dapat menggunakan persamaan sebagai berikut dimana gaya yang terjadi :

$$\begin{aligned}F &= m \cdot g \\ &= 15,5 \cdot 9,8 \\ &= 151,9 \text{ N}\end{aligned}$$

Tegangan geser dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6)

:

$$\begin{aligned}\tau_g &= \frac{F}{0,70 \cdot h \cdot L} \\ \tau_g &= \frac{151,9}{0,70 \cdot 3 \cdot 40}\end{aligned}$$

$$= 1,80\text{N/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pengelasan aman, karena lebih kecil dari tegangan geser izin elektroda.

4.2 Pembahasan

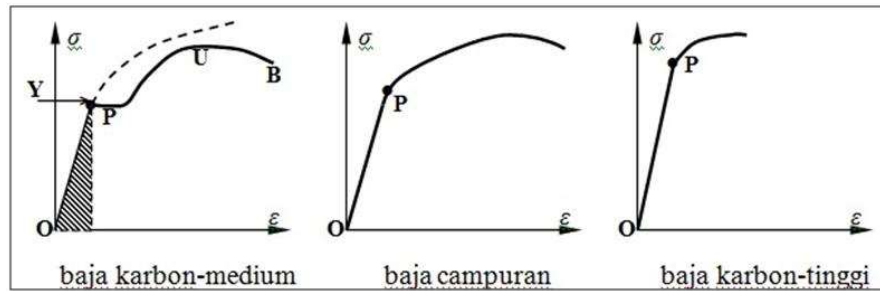
4.2.1 Spesimen bahan tempaan/benda uji

Pada pengujian mesin penempa ini, digunakan objek yang ditempa berupa besi tulangan polos diameter 10,50 mm. Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 30 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah deform atau dipuntir . Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi norma persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam macam mutu baja beton.

Tabel 1.2 Sifat mekanik baja tulangan yang akan ditempa setelah dilakukan pengujian tarik.

Simbol mutu	Tegangan leleh Minimum (N/ mm ²)	Kekuatan tarik Minimum (N/ mm ²)	Perpanjangan Minimum (%)
Baja tulangan	497,61	652,86	9,68

Berdasarkan standar SNI pada lampiran 11, maka material atau specimen uji yang akan ditempa termasuk dalam jenis baja tulangan polos BJTP 30 dengan kekuatan tarik 440 N/mm².



Gambar 1.12 Grafik tegangan regangan besi tulangan polos

4.2.2. Hasil Pengujian

Dalam setiap satu kali suhu layak tempa dengan warna objek merah jingga, dilakukan pengukuran perubahan deformasi atau perubahan ketebalan. Pengujian dilakukan menggunakan mesin penempa dan kemudian membandingkan dengan hasil penempaan manual dengan objek benda uji yang sama. Objek ditempa hingga ketebalan maksimum 1 mm. Diketahui bahwa daya pukul mesin penempa adalah 14 Joule.

$$\begin{aligned}
 E_p &= m \cdot g \cdot h \\
 &= 5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,28 \text{ m} \\
 &= 14 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Tabel 1.3. Data pengujian penempaan besi tulangan polos diameter 10,50 mm

menggunakan mesin penempa pada specimen pertama.

No	Daya Pukul Mesin Penempa dalam joule (J)	Waktu Tempa atau warna merah jingga (detik)	Ketebalan objek Penempaan Menggunakan Mesin (mm)	Perubahan ketebalan (mm)
1	14	24	6,10	4,40
2	14	34	4,20	1,90
3	14	22	1,20	3
Rata-Rata		26		

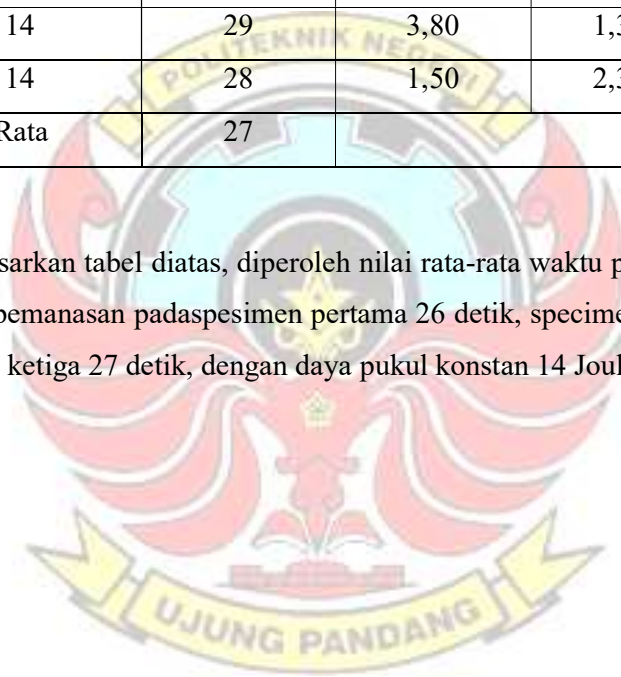
Tabel 1.4. Data pengujian penempaan besi tulangan polos diameter 10,50 mm menggunakan mesin penempa pada specimen kedua.

No	Daya Pukul Mesin Penempa dalam joule (J)	Waktu Tempa atau spesimen merah jingga (detik)	Ketebalan objek Penempaan Menggunakan Mesin (mm)	Perubahan ketebalan (mm)
1	14	28	5,30	5,20
2	14	34	3,60	1,70
3	14	25	1,40	2,20
Rata-Rata		29		

Tabel 1.5. Data pengujian penempaan besi tulangan polos diameter 10,50 mm menggunakan mesin penempa pada specimen ketiga.

No	Daya Pukul Mesin Penempa Dalam joule (J)	Waktu Tempa atau Suhu Layak Tempa (detik)	Ketebalan objek Penempaan Menggunakan Mesin (mm)	Perubahan ketebalan (mm)
1	14	25	5,10	5,40
2	14	29	3,80	1,30
3	14	28	1,50	2,30
Rata-Rata		27		

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai rata-rata waktu penempaan dalam setiap sekali pemanasan padaspesimen pertama 26 detik, specimen kedua 29 detik dan specimen ketiga 27 detik, dengan daya pukul konstan 14 Joule.



Tabel 1.6. Data pengujian penempaan besi tulangan polos diameter 10,50 mm dengan penempaan manual dengan dua orang pandai besi yang menggunakan palu 3 Kg dan 2 Kg.

No	Penempaan	Waktu tempa atau spesimen merah jingga (detik)	Ketebalan objek tempaan (mm)	Perubahan ketebalan objek tempaan (mm)
1	Penempaan pertama	21	5,20	5,30
2	Penempaan kedua	20	1,25	3,95
	Rata-Rata	20,50		

Berdasarkan tabel diatas diperoleh rata-rata waktu tempa dalam setiap sekali pemanasan adalah 20,5 detik, dan rata-rata perubahan ketebalan dalam setiap sekali penempaan adalah 4,6 mm, dengan dua orang pandai besi dengan masing-masing menggunakan palu 3 kg dan 2 kg.

Tabel 1.7. Frekuensi Pukulan Penempaan Manual dan Otomatis (Mesin Penempa)

No	Manual (Pandai Besi)		Otomatis (Mesin Penempa)
	3 kg	2 kg	
1	48 kali/menit	24 kali /menit	45 kali/menit

Berdasarkan data diatas, pada penempaan manual, frekuensi pukulan palu 3 kg lebih cepat dibandingkan palu 2 kg. Sedangkan frekuensi pemukulan mesin penempa kecepatannya 45 kali per menit. Frekuensi pemukulan pandai besi 3 kg

sedikit lebih cepat dibandingkan mesin penempa, walaupun demikian mesin penempa masih lebih efisien penggunaannya karena frekuensi pemukulannya walaupun konstan, tetapi dapat bergerak secara terus-menerus, berbeda dengan penempaan manual, frekuensi tergantung pada energi pandai besi yang tersisa, jadi semakin lelah pandai besi tersebut maka frekuensi pukulannya juga menurun, disamping itu, pandai besi akan mengambil waktu istirahat beberapa kali untuk mengumpulkan kembali energinya.

Berdasarkan tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata waktu penempaan saat suhu layak tempa atau specimen warna merah jingga dalam penempaan manual penurunan suhu (perubahan warna) lebih cepat sehingga waktu penempaan lebih singkat dibandingkan penempaan otomatis, hal ini terjadi karena adanya kontak langsung dengan objek tempaan dengan palu yang lebih cepat karena pandai besi yang memukul objek yaitu dua orang. Dibandingkan dengan penempaan otomatis waktu tempa untuk suhu layak tempa atau spesimen warna merah jingga, penurunan suhu lebih lambat dibandingkan penempaan manual, karena pemukul yang digunakan hanya satu pemukul dengan pergerakan konstan yang relatif lebih lambat dibandingkan penempaan manual, pada mesin ini pukulan terjadi hanya 45 pukulan per satu menit.

Sedangkan untuk deformasi objek atau perubahan ketebalan, deformasi lebih cepat terjadi pada penempaan manual karena memang dalam penempaan manual pukulan atau pandai besi yang dilibatkan adalah dua orang, berdasarkan data bahwa daya pukul untuk dua orang pandai besi lebih dari 14 joule dan ketinggian ayunan palu pandai besi juga lebih tinggi dari ketinggian ketinggian palu mesin tempa, ditambah lagi setiap pandai besi memiliki kekuatan ayunan saat memukul, dibandingkan mesin tempa dengan ketinggian dan daya pukul konstan jatuh bebas. Walaupun demikian penggunaan mesin tempa memiliki kelebihan tersendiri dimana penggunaan mesin dalam penempaan hanya melibatkan satu orang saja untuk mengarahkan objek tempaan, dan juga proses penempaan tidak lagi menggunakan tenaga manusia yang begitu besar dan menguras banyak energi, dibandingkan dengan penempaan manual, orang yang terlibat yaitu dua orang

pemukul yang harus mengeluarkan energi yang besar, dalam hal ini pandai akan lebih cepat lelah sehingga waktu produksi berkurang dan produk yang dihasilkan terbatas, dibandingkan dengan menggunakan mesin penempa, waktu produksi bisa dilakukan lebih lama karena pandai besi tidak cepat lelah karena tidak mengeluarkan energi yang banyak, sehingga kuantitas produk yang dihasilkan lebih banyak.

4.2.3 Dokumentasi Pembuatan dan Pengujian



Gambar1.13. Proses pembuatan mesin penempa baja



Gambar 1.14 Spesimen pada suhu layak tempa dan suhu tisak layak tempa



Gambar 1.15 Proses pengujian mesin penempa menggunakan objek besi Tulangan polos





Gambar 1.16 Penempaan dengan cara manual, objek tempaan besi tulangan polos



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diberikan pada pembuatan mesin penempa baja yaitu dengan menggunakan mesin pada proses penempaan yaitu :

1. Proses produksi dalam penempaan bisa dilakukan dengan mudah dan tidak banyak menggunakan tenaga manusia untuk melakukan pukulan pada objek tempaan, serta penggunaan mesin ini hanya melibatkan satu orang saja untuk mengarahkan objek tempaan.
2. Penggunaan mesin penempa bisa meningkatkan kapasitas produksi atau dapat meningkatkan jumlah produk tempaan karena waktu produksi terjadi lebih lama untuk menghasilkan produk karena mesin penempa bisa bekerja lebih lama dibandingkan manusia yang menempa secara manual, walaupun pada proses penempaan otomatis dilakukan hingga tiga kali pemanasan dengan rata-rata waktu penempaan 26 detik tetapi proses penempaan bisa dilakukan lebih lama.

5.2 Saran

Perawatan senantiasa dilakukan setelah selesai pengoperasian atau penempaan, Senantiasa mengecek komponen sebelum digunakan seperti baut-baut yang harus dikencangkan, palu dan lain-lain. Pelumasan juga harus dilakukan secara berkala pada rantai untuk menjaga performa mesin dan masa pakai rantai. Putuskan sambungan listrik jika mesin tidak digunakan dan gunakan alat pelindung diri agar kecelakaan bisa dimimalisir serta gunakan mesin dengan hati-hati sesuai dengan prosedur keamanan. Untuk

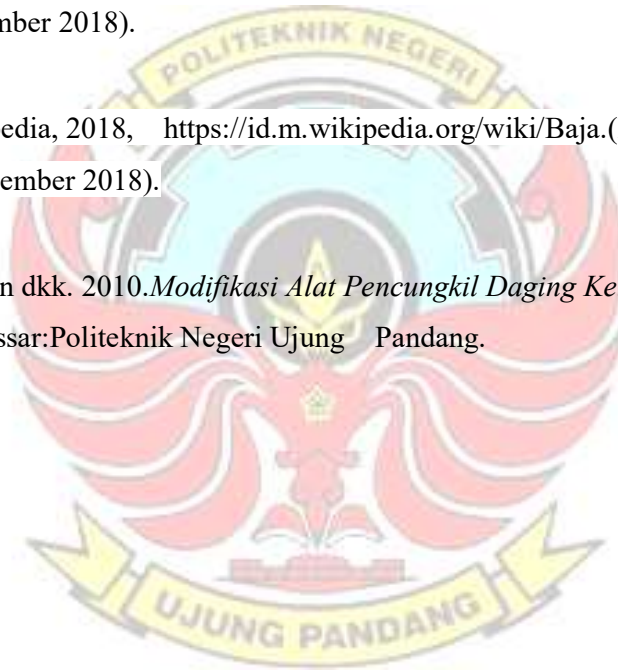
pengembangan kedepannya untuk meningkatkan frekuensi pukulan mesin, maka rasio diameter sprocket dapat diubah dengan memperkecil diameter sprocket yang terpasang pada poros, maka frekuensi pukulan bisa meningkat, dengan meningkatnya frekuensi pukulan maka penempaan baja baja keras dapat dilakukan menggunakan mesin penempa ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin dkk. 2013. *Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Kacang Kedelai*. Makassar:Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Dahlan, Dahmir. 2012.*Elemen Mesin*. Jakarta:Citra Harta Prima.
- Hardinata, Syamsu dkk. 2016. *Rancang Bangun Alat Penanam Padi Menggunakan Engkol*. Makassar:Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- <http://kawatlas.jayamanunggal.com/symbol-pengelasan-dan-penggunaannya/> .(Diakses tanggal 18 Agustus 2019).
- <https://lauwtjunji.weebly.com/besi-tulangan--parameter.html>.(Diakses tanggal 18 Agustus 2019).
- <http://raditboyza.blogspot.com/2014/02/proses-penempaan.html?m=1>. (Diakses tanggal 18 Agustus 2019).
- Jensen dan H.C Harry. 1991. *Kekuatan Bahan Terapan*. Jakarta:Erlangga.
- Mastang, 2016. ‘*Tata Tulis Laporan*’. Makassar:Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Pakadang, Very dkk. 2009. *Rancang Bangun Mesin Sangrai Kopi Biji*. Makassar:Politeknik Negeri Ujung Pandang.

- Syarifuddin, Awan dan Nasution Jatur. 2009. *Rancang Bangun Mesin Pencetak Briket Batubara*. Makassar:Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Teknikmesin. 2015. " Warna Pembakaran dan Temperatur Proses Tempa". [Http://teknikmesin.org/warna-pembakaran-dan-temperatur-proses-tempa](http://teknikmesin.org/warna-pembakaran-dan-temperatur-proses-tempa).(Diakses tanggal 8 November 2018).
- Wikipedia. 2018. " Definisi Tempa". [Https://id.m.wikipedia.org/wiki/Tempa_\(Metalurgi\)](https://id.m.wikipedia.org/wiki/Tempa_(Metalurgi)). (Diakses tanggal November 2018).
- Wikipedia, 2018, <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Baja>.(Diakses tanggal 8 November 2018).
- Yovian dkk. 2010.*Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa*. Makassar:Politeknik Negeri Ujung Pandang.



L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1

Tabel massa jenis bahan

Bahan	Density (gr/cm ³)
Aluminium	2,7
Brass	8,45
Bronze	8,73
Silver	10,5
Nikel	8,9
Lead	11,3
Zinc	7,1
Cast iron	7,25
Iron	7,7
Copper	8,9
Tin	7,3
Stainless steel	7,59
Tungsten	19,3
Monel metal	8,6

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.

Lampiran 2

Tabel Spesifikasi Motor

RATE STATOR CURRENT								
Motor	Output		220 V	360 V	415 V		Speed	Weight
Type	KW	Hp	TFL	TPL	IML	IFL	(rpm)	(kg)
4APG3-1	0,12	0,16	0,81	0,47	0,42	0,43	1380	4,0
4APG3-4	0,18	0,25	1,05	0,60	0,42	0,54	1350	4,5
4AP71-4s	0,26	0,33	1,40	0,81	0,62	0,73	1380	5,5
4AP71-4	0,37	0,50	1,90	1,10	0,73	1,00	1370	6,5
4AP80-4s	0,55	0,75	2,60	1,50	0,86	1,35	1405	9,0
4AP80-4	0,75	1	3,80	2,20	1,1	2,00	1400	10,0
4AP90S-4	1,1	1,5	4,80	2,80	2,0	2,50	1410	13,0
4AP90L-4	1,5	2,0	6,20	3,60	2,3	3,25	1410	15,5
1AP100L-4s	2,2	3,0	8,25	4,95	3,0	4,50	1395	28,0
1AP100L-4s	3,0	4,0	11,80	6,80	3,65	6,20	1420	31,0
4AP112M-4	4,0	5,5	15,00	8,70	4,3	7,90	1440	52,7
4AP132S-4	5,5	7,5	19,70	11,40	4,83	10,30	1450	70,6
4AP132M-4	7,5	10,0	26,30	15,20	4,87	13,80	1450	84,1
F160MO-4	11,0	15,0		22,50	9,5	21,00	1445	115,0
F160LO-4	15,0	20,0		30,50	14,2	28,00	1445	135,0
F180MO-4	18,5	25,0		36,00	17,2	33,00	1460	185,0
F180LO-4	22,0	30,0		43,00	17,8	40,00	1460	200,0
F200LKO-4	30,0	40,0		59,00	18,9	54,00	1465	260,0
F225SO-4	37,0	50,0		70,00	19,2	64,00	1475	340,0
F225MO-4	45,0	60,0		85,00	26,1	78,00	1475	380,0
F250MO-4	55,0	75,0		103,00	26,4	95,00	1475	460,00

F280SO-4	75,0	100,0		140,00	37,7	128,00	1480	655,0
F280MKO-4	90,0	125,0		168,00	46,0	154,00	1480	680,0
F280MO-4	110,0	150,0		205,00	50,0	188,00	1480	726,0

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
 Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.



Lampiran 3

Tabel Faktor Keamanan Pembebanan

Pembebanan	Angka Keaman untuk Yeild Point	Angka Keaman untuk Tegangan Patah
Statis	1,2 – 2	2 -4
Dinamis	2,2 – 4,5	5 – 9

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.



Lampiran 4

Tabel standar baut dan mur

Thread S1/C d,D mm	Bolt				Nut		Washer	
	Minor dia (d- 1) mm	Tens ile stres s Area mm ²	Pitc h p m m	Thic knes s or head mm	Thick ness mm	Widt across pillars mm	Outer dia mm	Thickn ess of washer mm
M1,6	1.171	1.27	1.1	1.1	1.3	3.2	4	0.2
M2	1.502	2.07	1.4	1.4	1.5	4	5	0.3
M2,5	1.945	3.39	0.45	1.7	2	9	6.5	0,5
M3	7.337	5.03	0.5	2	2.0	5.5	7	0.5
M4	3.141	2.78	0.7	2.3	3.2	7	9	0.5
M5	4.015	14.2	0.8	3.5	4	8	10	1.0
M6	5.773	29.1	1	4.0	5	10	12	1.6
M8	6.466	36.6	1.25	5.5	5.5	13	17	1.8
M10	6.460	5.0	1.5	7.0	6	17	24	2
M12	9.953	34.3	1.74	8.0	10	19	26	2.6
M14	13.546	15.7	2	10	13	21	30	3
M15	16.933	243	2.5	12	16	30	37	3.4
M20	20.319	355	3	15	19	36	40	3.1
M30	29.299	541	3.5	19	21	56	44	4
M36	34.992	817	4	24	29	66	54	5

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.

Lampiran 5

Tabel modulus kekenyalan (E), modulus geser (G), tegangan patah untuk bengkok, tarik, tekan (σ_{pt}), tegangan batas elastic/yield point (σ_p) untuk baja (N/mm^2)

Bahan	E	G	σ_{pt}	σ_p
Baja St. 37	210.000	80.000	370	240
Baja St. 42	210.000	80.000	420	250
Baja St. 50	210.000	80.000	500	300
Baja St. 52	210.000	80.000	520	320
Baja St. 60	210.000	80.000	600	360
Baja St. 70	210.000	80.000	700	420
37 MnSi 5	210.000	80.000	1000	750
Baja Lenting	210.000	80.000	13.000	1150
Al Cu Mg	72.000	28.000	420	280

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.



Lampiran 6

Tabel Sifat Minimum Las Logam/Kekuatan Tarik Pengelasan

Nomor Elektroda AWS	Kekuatan Tarik (Kpsi)	Kekuatan Mulur (Kpsi)	Regangan (%)
E 60 XX	60	50	17 – 25
E 70 XX	70	57	22
E 80 XX	80	67	19
E 90 XX	90	77	14 – 17
E 100 XX	100	87	12 – 16
E 120 XX	120	107	14

Sumber : Yovian dkk, Modifikasi Alat Pencungkil Daging Kelapa, Makassar:
Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2010.



Lampiran 7

Tabel sifat mekanis besi tulangan polos

Tabel Sifat mekanis						
Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung	
		Batas ulur kgf/mm ² (N/mm ²)	Kuat tarik kgf/mm ² (N/mm ²)	Regangan (%)	Sudut lengkung	Diameter pelengkung
BjTP 24	No. 2	Minimum 24 (235)	Minimum 39 (380)	20	180 ⁰	3 x d
	No. 3			24		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	18	180 ⁰	d > 16 = 3xd d > 16 = 4xd
	No. 3			20		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	10	180 ⁰	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd
	No. 3			18		
BjTP 35	No. 2	Minimum 35 (345)	Minimum 50 (490)	18	180 ⁰	d ≥ 16 = 3xd 16 < d ≤ 40 = 4xd d ≥ 40 = 5xd
	No. 3			20		
BjTP 40	No. 2	Minimum 40 (390)	Minimum 57 (500)	16	180 ⁰	5 x d
	No. 3			18		
BjTP 50	No. 2	Minimum 50 (490)	Minimum 57 (620)	12	180 ⁰	d ≤ 25 = 5xd d > 25 = 6xd
	No. 3			14		
CATATAN		1. Hasil uji lengkung tidak boleh terletak pada sisi luar lengkungan 2. Untuk baja tulangan sirip ≥ S.32 nilai renggang dikurangi 2 % Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4 % dari nilai yang tercantum pada tabel 6. 3. 1 kgf/mm ² = 9,81 N/mm ²				

Sumber : <https://lauwtjunji.weebly.com/besi-tulangan--parameter.html>



Lampiran 8

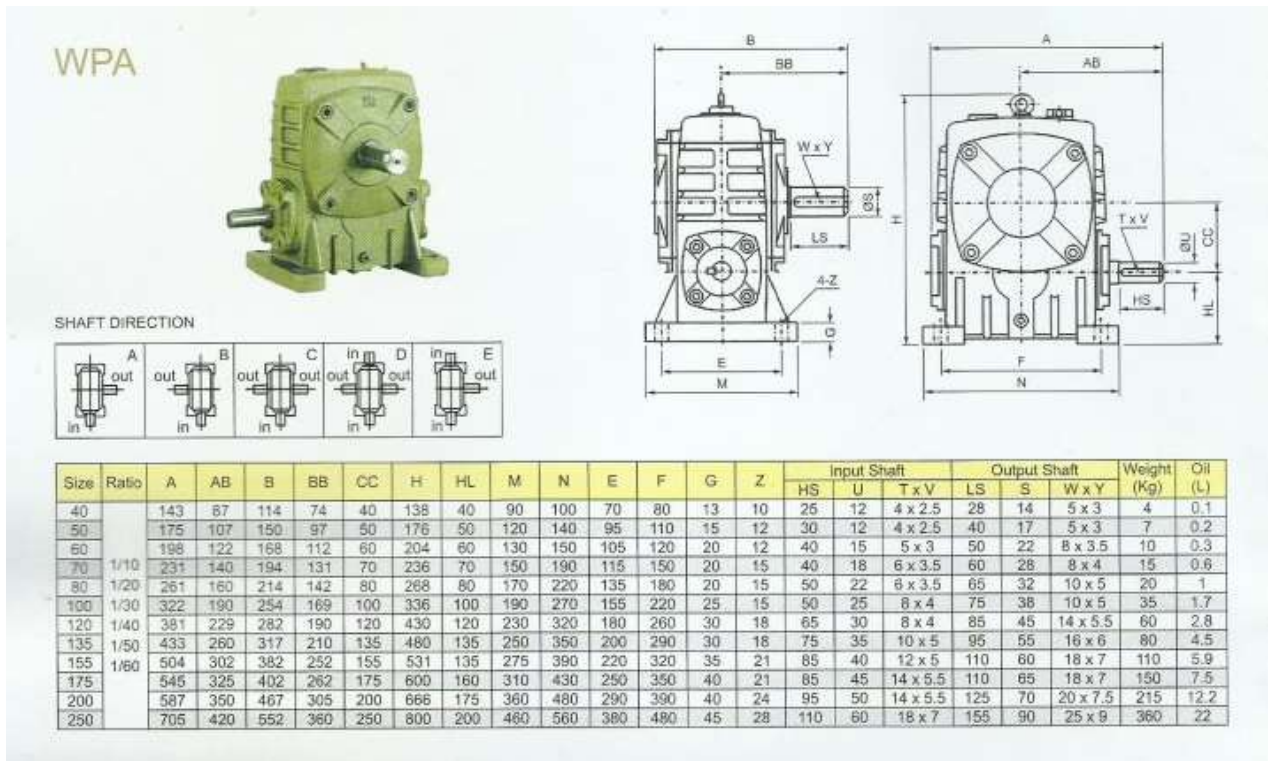
Tabel spesifikasi besi L

Ukuran	Berat (kg)
20 x 20 x 3 mm	5,31
25 x 25 x 3 mm	6,72
25 x 25 x 5 mm	10,6
30 x 30 x 3 mm	8,16
40 x 40 x 3 mm	11
40 x 40 x 4 mm	14,5
40 x 40 x 5 mm	18
45 x 45 x 4 mm	16,44
45 x 45 x 5 mm	20,5
50 x 50 x 4 mm	18,4
50 x 50 x 5 mm	22,5
50 x 50 x 6 mm	27,58
60 x 60 x 5 mm	27,42
60 x 60 x 6 mm	32,5
65 x 65 x 6 mm	35,5
70 x 70 x 6 mm	38,2
70 x 70 x 7 mm	44,3
75 x 75 x 6 mm	41,2

Sumber : www.abadimetalutama.com

Lampiran 9

Spesifikasi Speed Reducer



Sumber : www.Indonesian.alibaba.com



Lampiran 10

Spesifikasi Sproket

Z	Outside Dia.	Pitch Dia.	Form	Bore Dia.		Hub		Set	Weight (g)	
	Do	Dp		Min.	Max	BD	BL	Screws		
12	16,20	14,48	B-I	4	6,00	9,40	10,5	M3x0,5	5,90	
15	19,90	18.02			9				13,00	11,50
16	21,10	19,20			14,00				13,50	
18	23,50	21,58			11,00				16,00	17,70
20	25,90	23,95		6	13	19		33,30		
24	30,70	28,70						25,70		
28	35,50	33,46	B-II	6	13	19		28,70		
30	37,90	35,84						M4x0,7	29,70	
34	42,70	40,60							37,90	
36	45,10	42,99							40,70	
40	49,80	47,75							46,50	
48	59,40	57,28							60,50	
12	16,20	14,48	C-I	4	6,00	9,40	14		M3x0,5	7,40
15	19,90	18,02			9			13,00		14,70
16	21,10	19,20			14,00			17,30		
18	23,50	21,58			11,00			16,00		22,80
20	25,90	23,95		6	13	19		30,30		
24	30,70	28,70						32,70		
28	35,50	33,46	C-II	6	13	19		35,70		
30	37,90	35,84						M4x0,7	39,30	
34	42,70	40,60							48,90	
36	45,10	42,99							52,40	
40	49,80	47,75							59,90	
48	59,40	57,28							77,80	

Sumber : wly-transmission.com

Lampiran 11

Pengujian Kekuatan Tarik Spesimen atau Objek Tempaan

Spesimen/Objek tempaan yang dipakai yaitu besi beton diameter 10,50 mm, yang sebelumnya dilakukan pengerjaan pembubutan sisi tengahnya terlebih dahulu, pembubutan specimen sesuai standar ISO pengujian kekuatan tarik, yaitu DP. 10. Diameter bagian tengah yang diinginkan yaitu 8 mm berarti panjang pembubutan yaitu $L_o = DP \cdot 10 = 8 \cdot 10 = 80$ mm.

Diperoleh data pengujian kekuatan tarik :

$$L_i = 87,75 \text{ mm}$$

$$F_y = 25000 \text{ N}$$

$$F_m = 32800 \text{ N}$$

Maka untuk mencari tegangan (σ) Yaitu menggunakan rumus :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Tegangan di titik Y (Tegangan luluh) :

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A} = \frac{25000}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_o^2} = 497,61 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan di titik M (Tegangan Maksimum) :

$$\sigma_m = \frac{F_m}{A} = \frac{32800}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_o^2} = 652,86 \text{ N/mm}^2$$

Pertambahan panjang (*Elongation*)

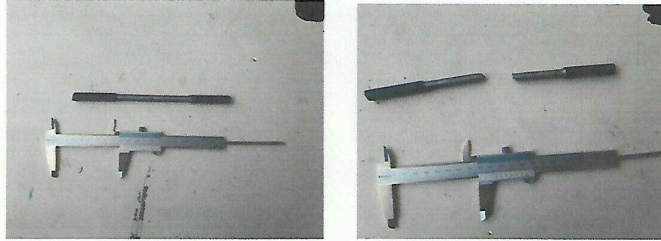
$$\begin{aligned} \text{Elongation} &= \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100 \% \\ &= \frac{87,75 - 80}{80} \times 100 \% \\ &= 9,68 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan σ_m yang diperoleh, maka specimen memiliki spesifikasi Baja St.60 dimana St.60 σ_m nya 600 N/mm².

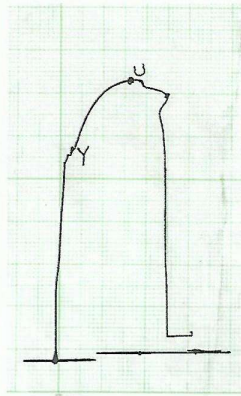
Makassar, 20 Juli 2019
Kepala Lab Mekanik



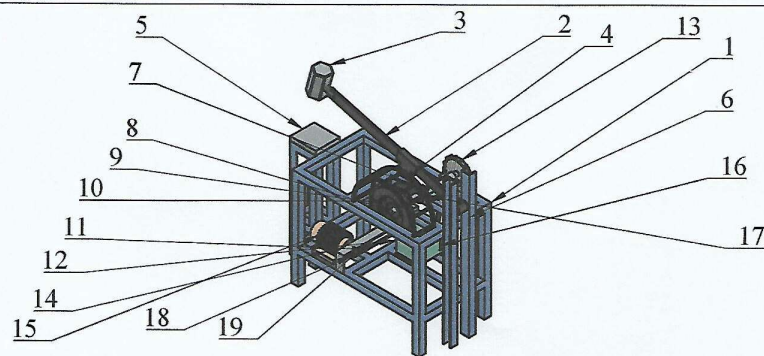
Muh. Arsyad Suryadi, S.T., M.T.
NIP. 19721206 2002 12 1 004



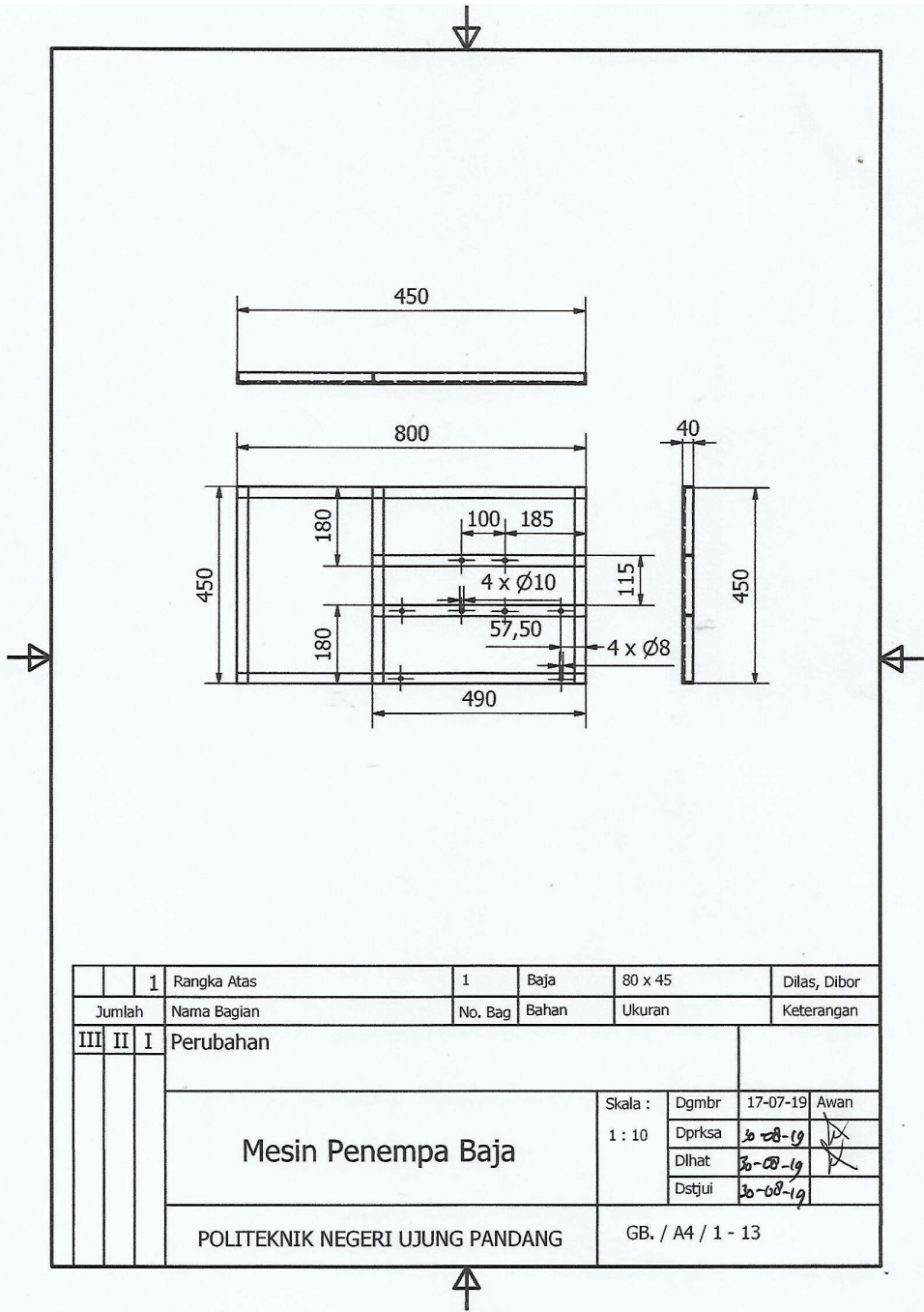
Spesimen sebelum uji tarik dan specimen setelah uji tarik



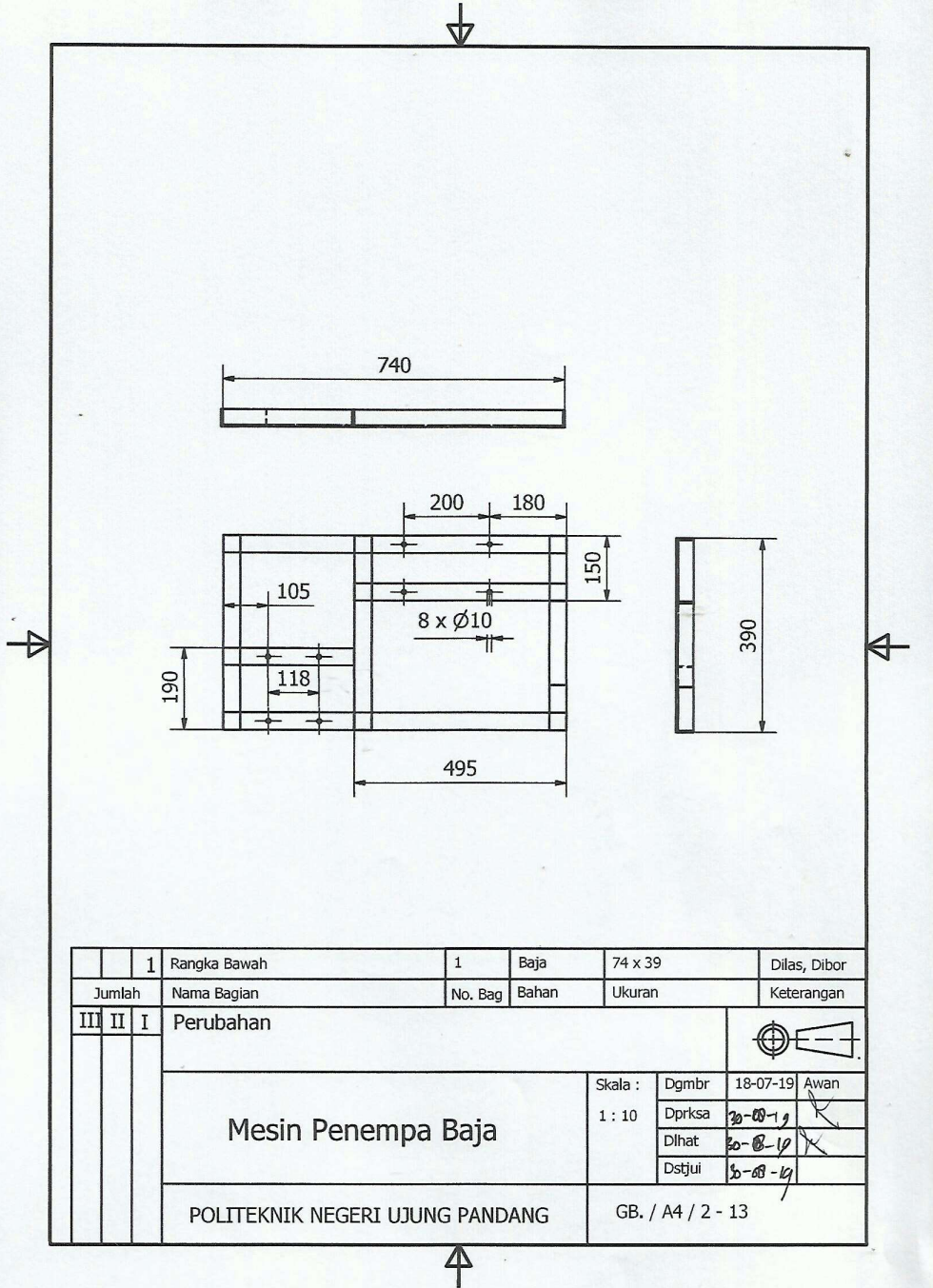
Grafik hasil uji tarik specimen (Grafik hubungan beban dan perpanjangan specimen)



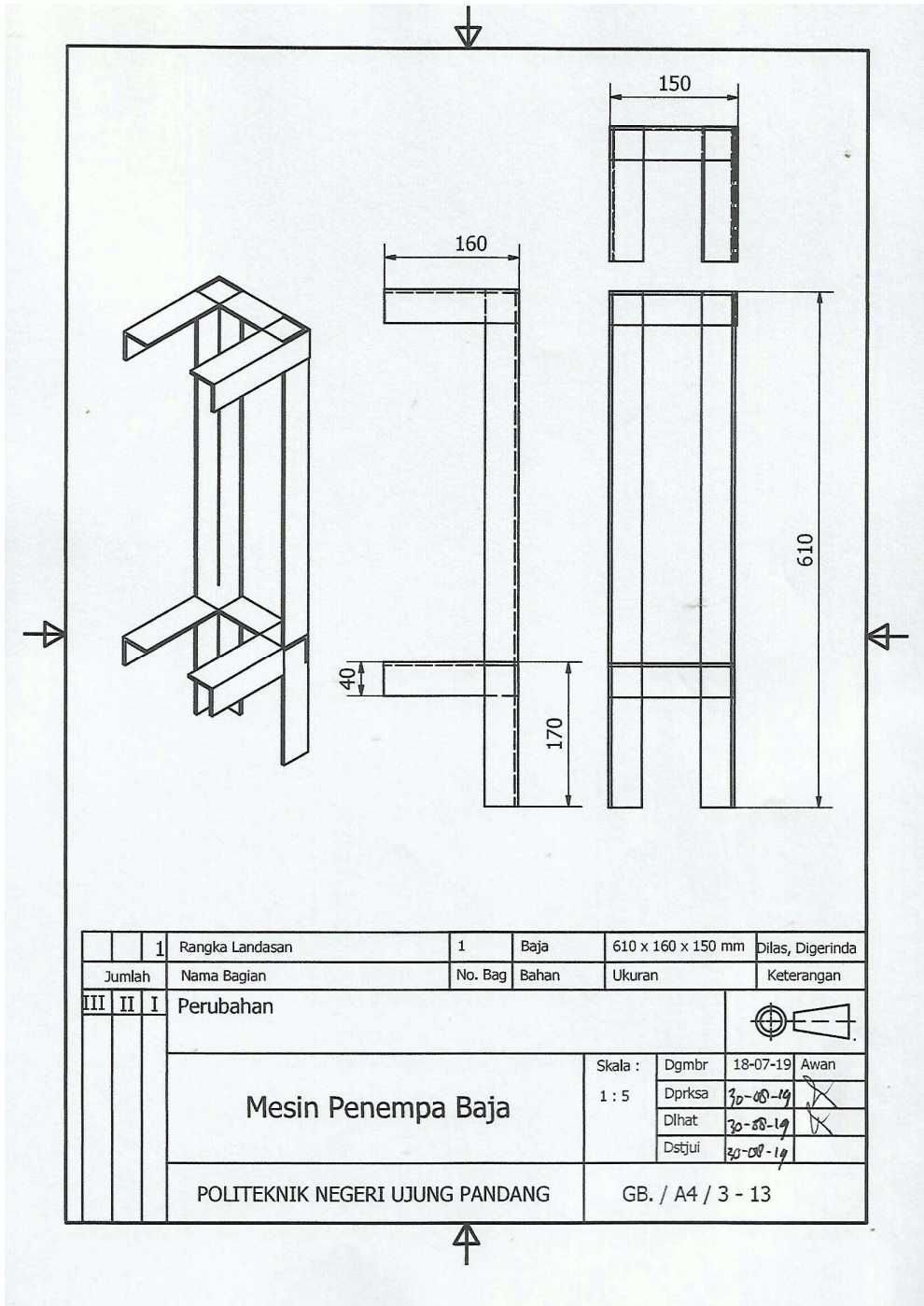
	1	Pelindung Rantai	19	Baja	450x50x100	Dilas
	1	Roda Gigi Motor	18	Baja	Ø26	Standar
	1	Pelindung Flywheel	17	Baja Tulangan	Ø10	Standar
	1	Reducer	16	Standar	Standar	Standar
	1	Motor	15	Standar	Standar	Standar
18		Baut	14	Baja	M8	Standar
	1	Roda Gigi Poros	13	Baja	Ø20	Standar
	2	Roda Gigi Reducer	12	Baja	Ø20	Standar
	2	Rantai	11	Standar	Standar	Standar
	1	Flywheel	10	Standar	Standar	Standar
	2	Bantalan	9	Standar	Standar	Standar
	1	Poros	8	Baja	Ø25	Dilas, Digerinda
	1	Cam set	7	Baja	-	Dilas
	1	Tiang Pemukul	6	Profil U	830x45x35	Dilas
	1	Landasan	5	Besi Plat	150x160x30	Dilas
	1	Roller	4	Baja	Ø50	Standar
	1	Ampil/palu	3	Baja	-	Standar
	1	Tangkai Pemukul	2	Baja	840x50x10	Dilas, Digerinda
	1	Rangka	1	Profil L	40x40x3	Dilas, Dibor
Jumlah		Nama Gagian	No. Bagian	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan			
			Pembuatan Mesin Penempa Baja Untuk Industri Kecil		Skala 1:20	Digambar Team 22-07-19 Diperiksa <i>[Signature]</i> 20-08-19
Politeknik Negeri Ujung Pandang					ME/34116002-10-16	

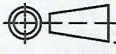




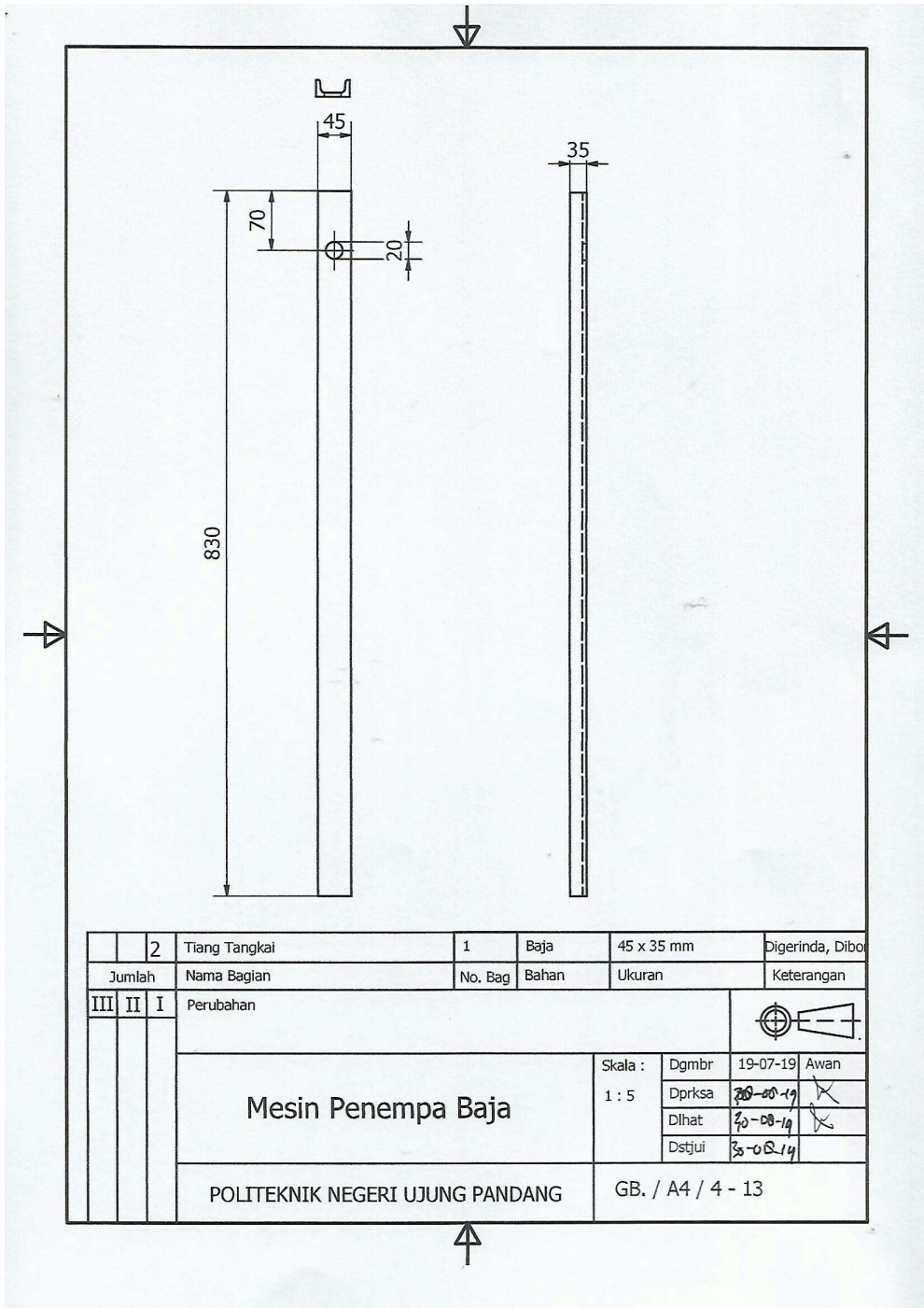
		1	Rangka Atas	1	Baja	80 x 45	Dilas, Dibor		
Jumlah	Nama Bagian			No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan						
			Mesin Penempa Baja				Skala :		
							Dgmr	17-07-19	Awan
							Dprksa	30-08-19	<input checked="" type="checkbox"/>
							Dihat	30-08-19	<input checked="" type="checkbox"/>
						Dstjui	30-08-19		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						GB. / A4 / 1 - 13			

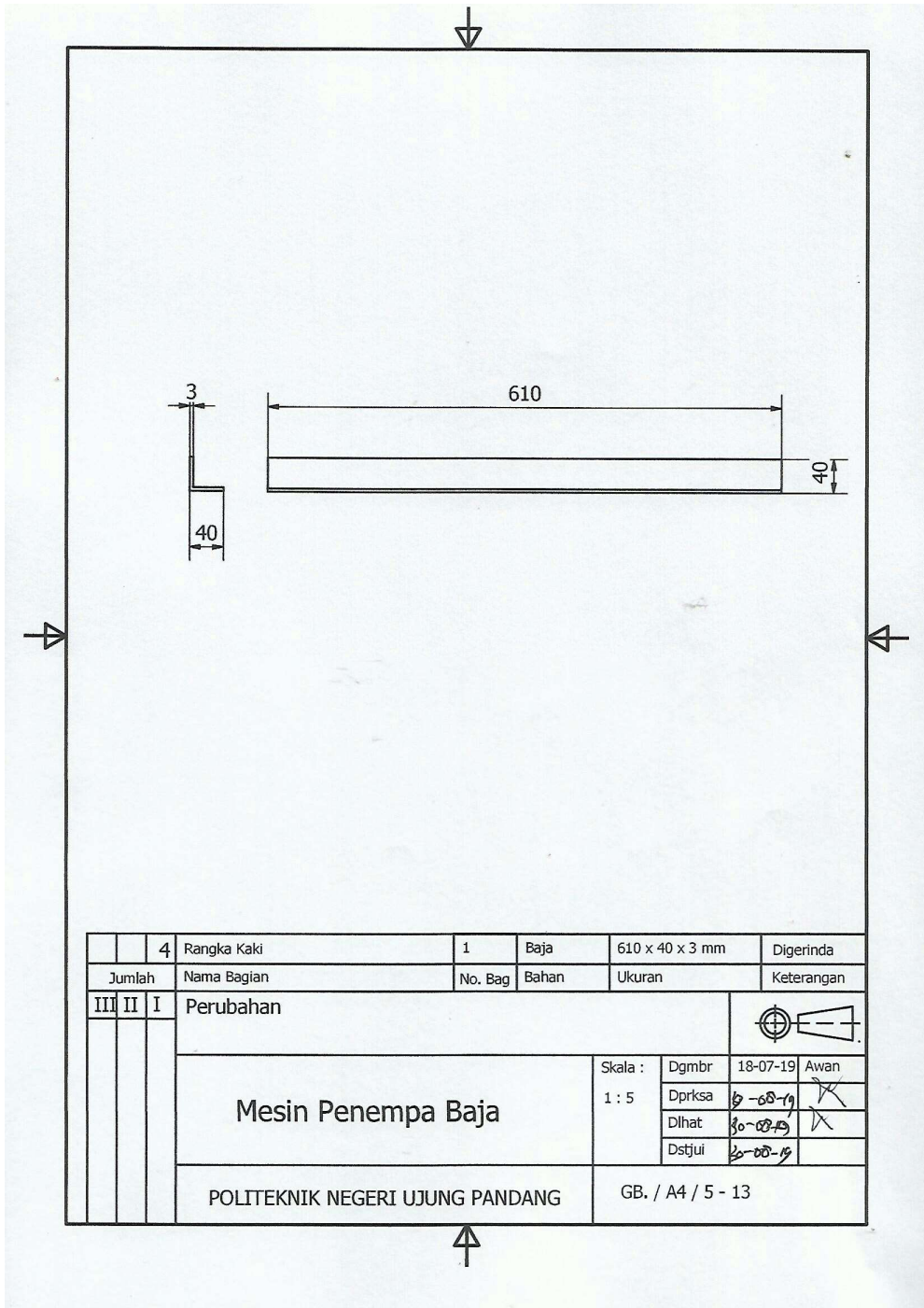


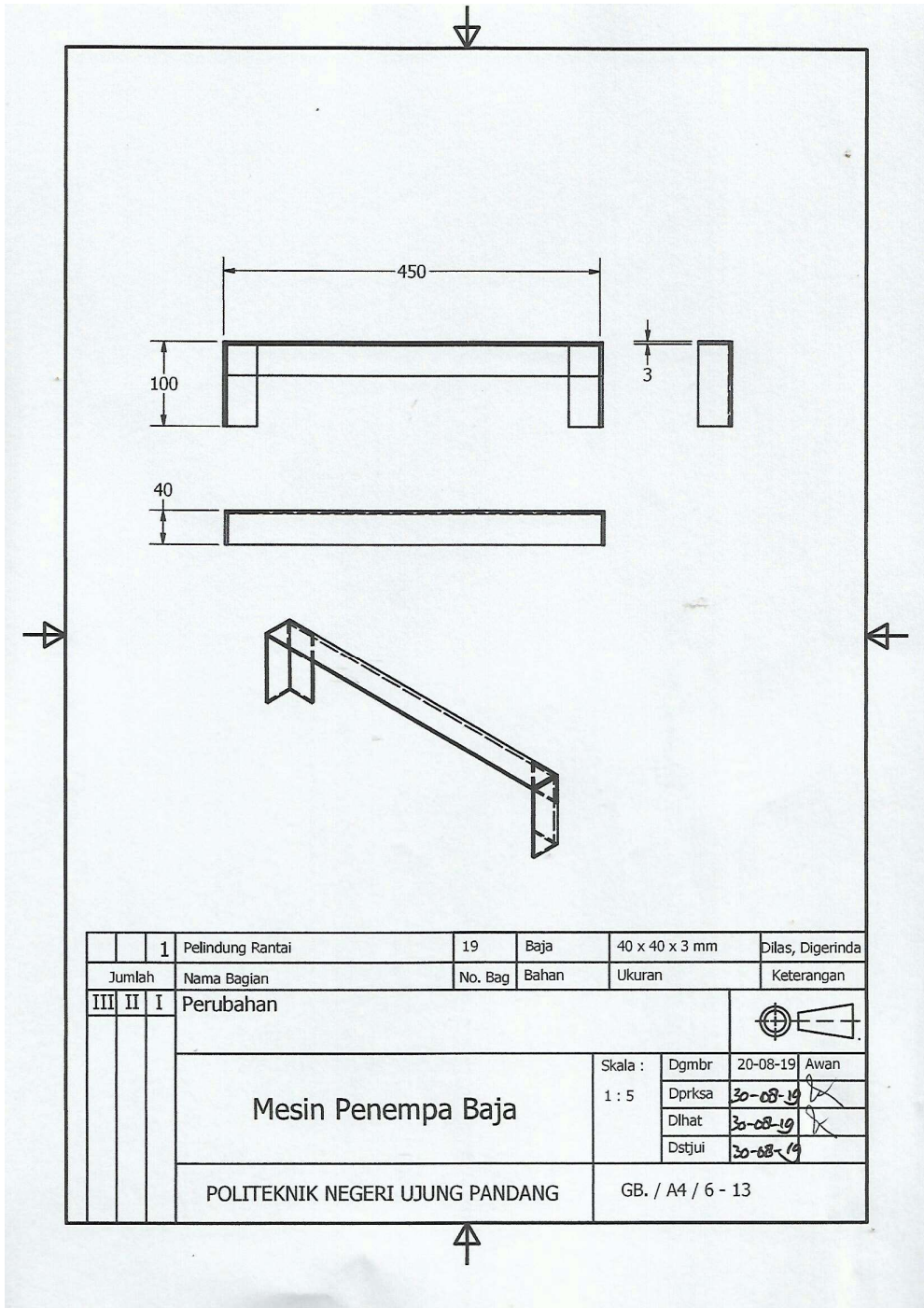
	1	Rangka Bawah	1	Baja	74 x 39	Dilas, Dibor			
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan			
III	II	I	Perubahan						
			Mesin Penempa Baja		Skala :	Dgmr	18-07-19	Awan	
					1 : 10	Dprksa	20-08-19		
						Dlhat	20-08-19		
						Dstjui	20-08-19		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					GB. / A4 / 2 - 13				



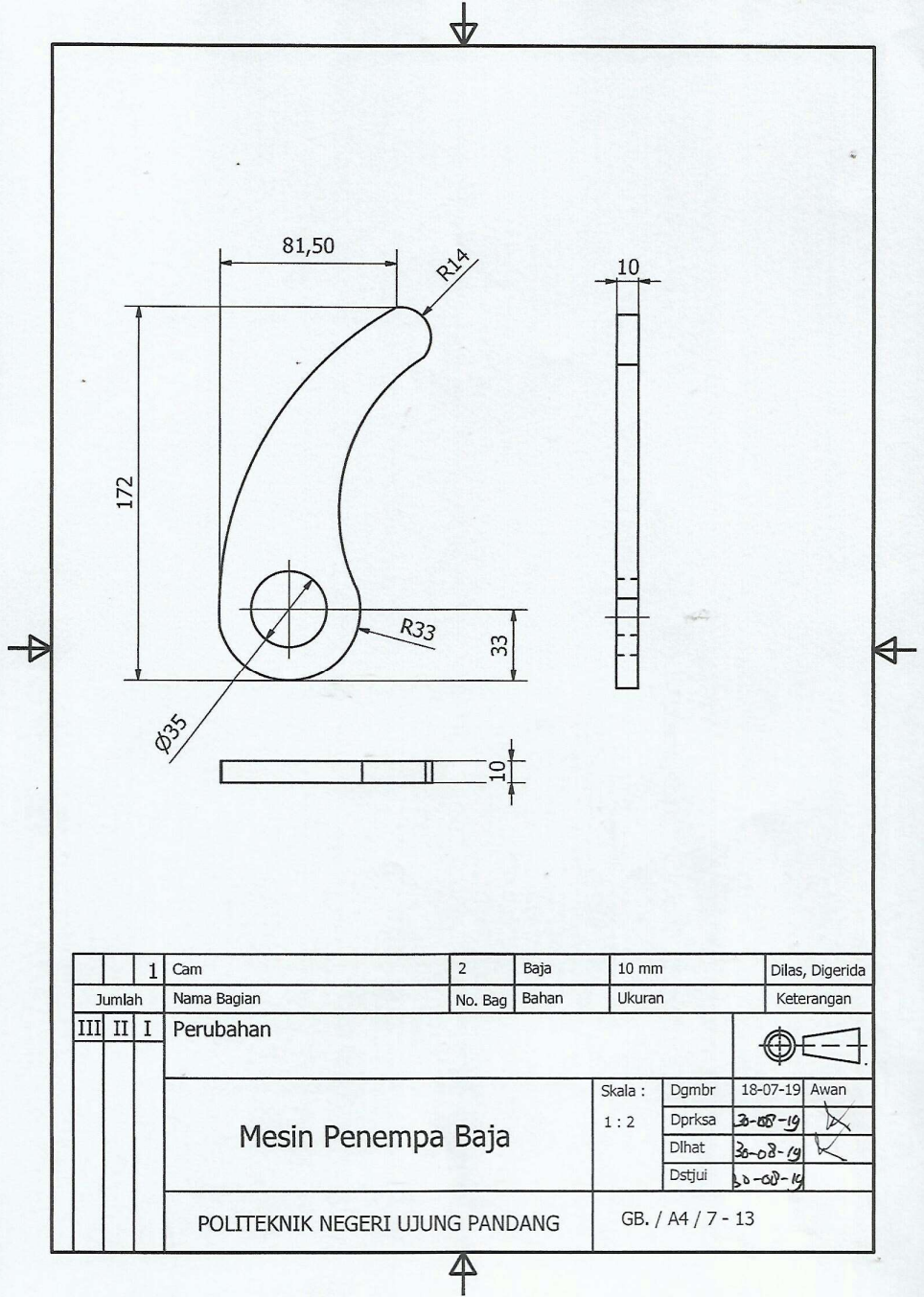
		1	Rangka Landasan	1	Baja	610 x 160 x 150 mm	Dilas, Digerinda		
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan				
III	II	I	Perubahan						
Mesin Penempa Baja						Skala :	Dgmr	18-07-19	Awan
						1 : 5	Dprksa	30-08-19	
							Dihat	30-08-19	
							Dstjui	30-08-19	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						GB. / A4 / 3 - 13			



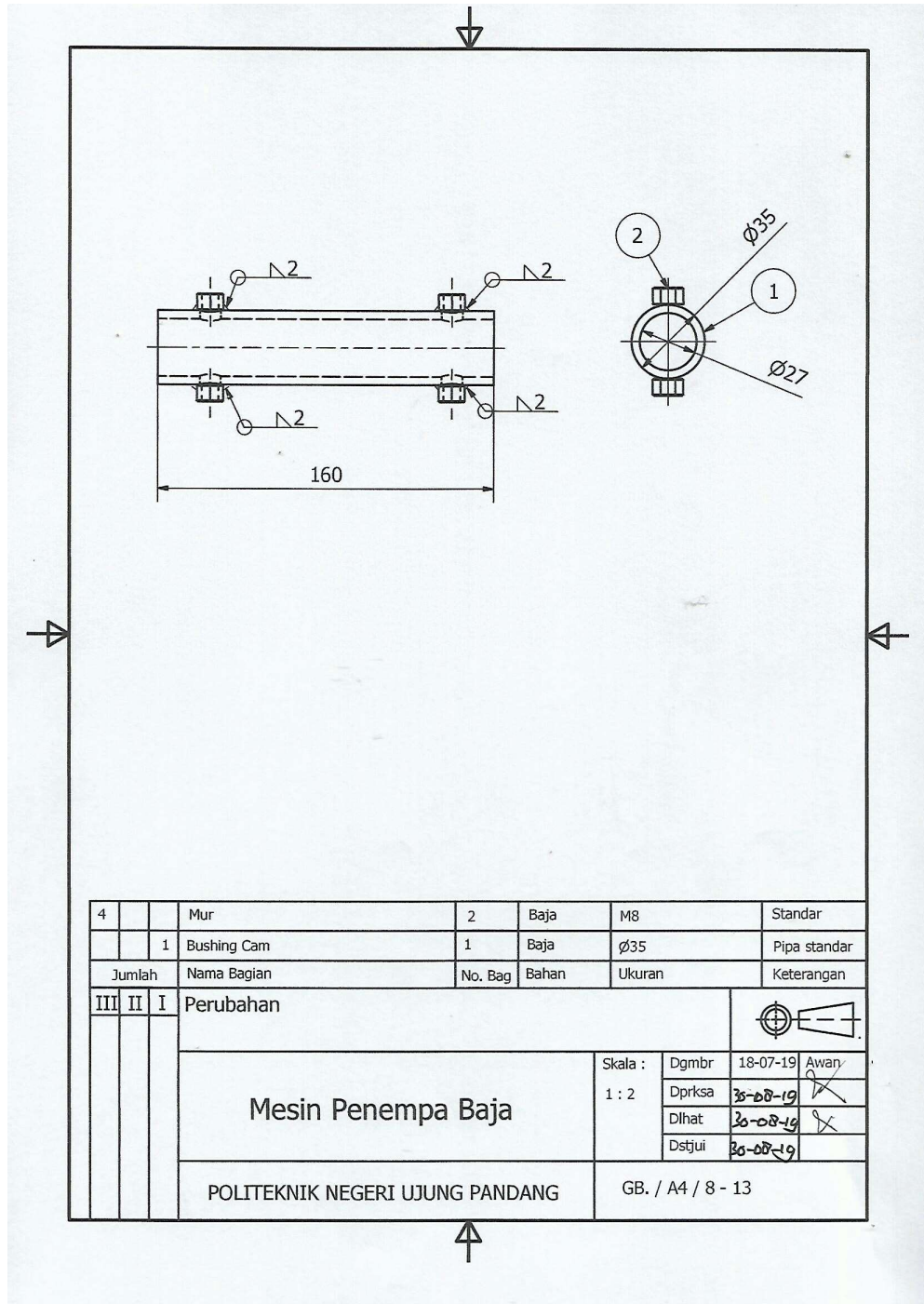




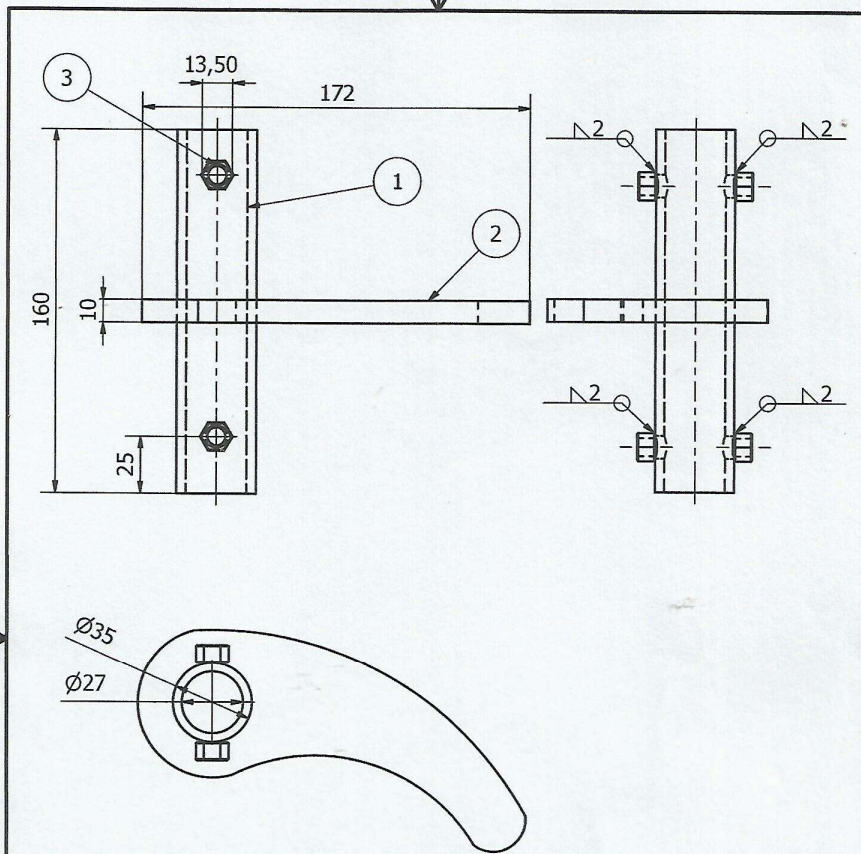
		1	Pelindung Rantai	19	Baja	40 x 40 x 3 mm	Dilas, Digerinda	
Jumlah	Nama Bagian			No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan					
			<p style="text-align: center;">Mesin Penempa Baja</p>					
							Skala :	
			1 : 5		Dprksa	30-08-19		
					Dlhat	30-08-19		
					Dstjui	30-08-19		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					GB. / A4 / 6 - 13			



		1	Cam	2	Baja	10 mm	Dilas, Digerida
Jumlah	Nama Bagian			No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan				
			<p style="text-align: center;">Mesin Penempa Baja</p>				
							Skala :
						1 : 2	Dprksa 30-08-19 <input checked="" type="checkbox"/>
							Dlhat 30-08-19 <input checked="" type="checkbox"/>
							Dstjui 30-08-19 <input checked="" type="checkbox"/>
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						GB. / A4 / 7 - 13	

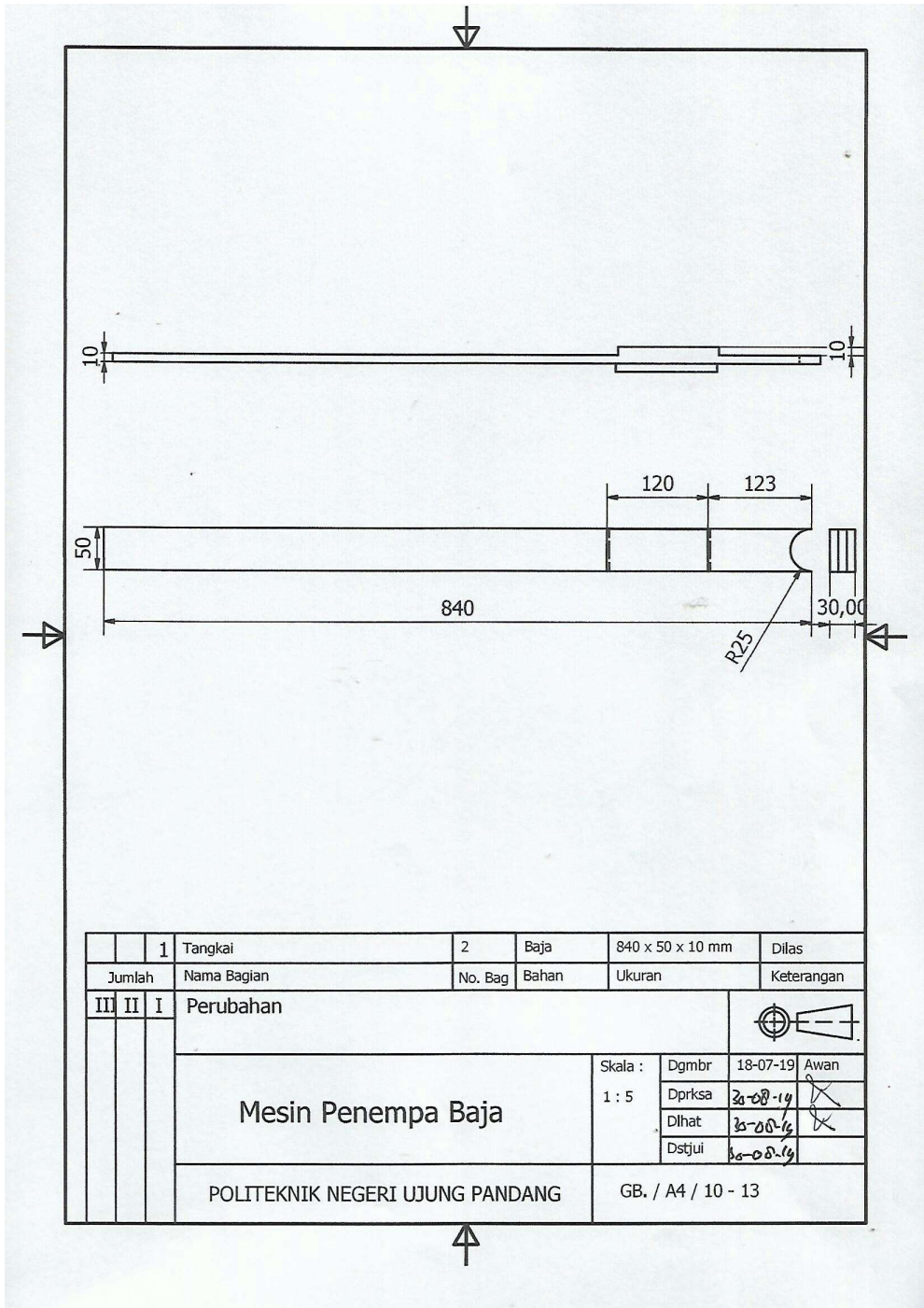


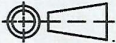


4		Mur	2	Baja	M8	Standar	
	1	Bushing Cam	1	Baja	Ø35	Pipa standar	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan				
Mesin Penempa Baja				Skala :	Dgmr	18-07-19	Awan
				1 : 2	Dprksa	30-08-19	
					Dlhat	30-08-19	
					Dstjui	30-08-19	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				GB. / A4 / 8 - 13			

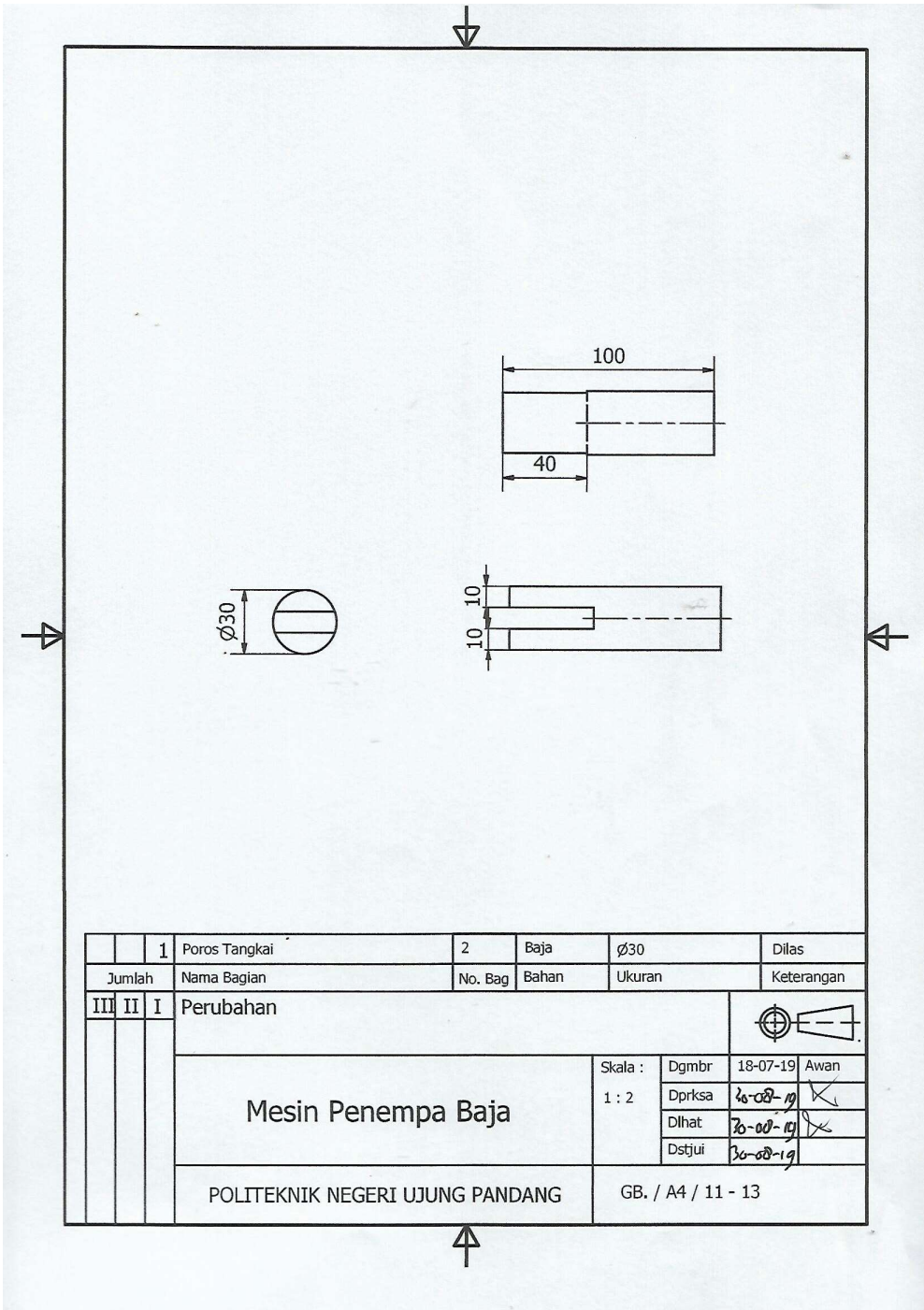


4		Mur	3	Baja	M8	Standar
	1	Cam	2	Baja	10 mm	Dilas, digerinda
	1	Bushing Cam	1	Baja	Ø 35 mm	Pipa Standar
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

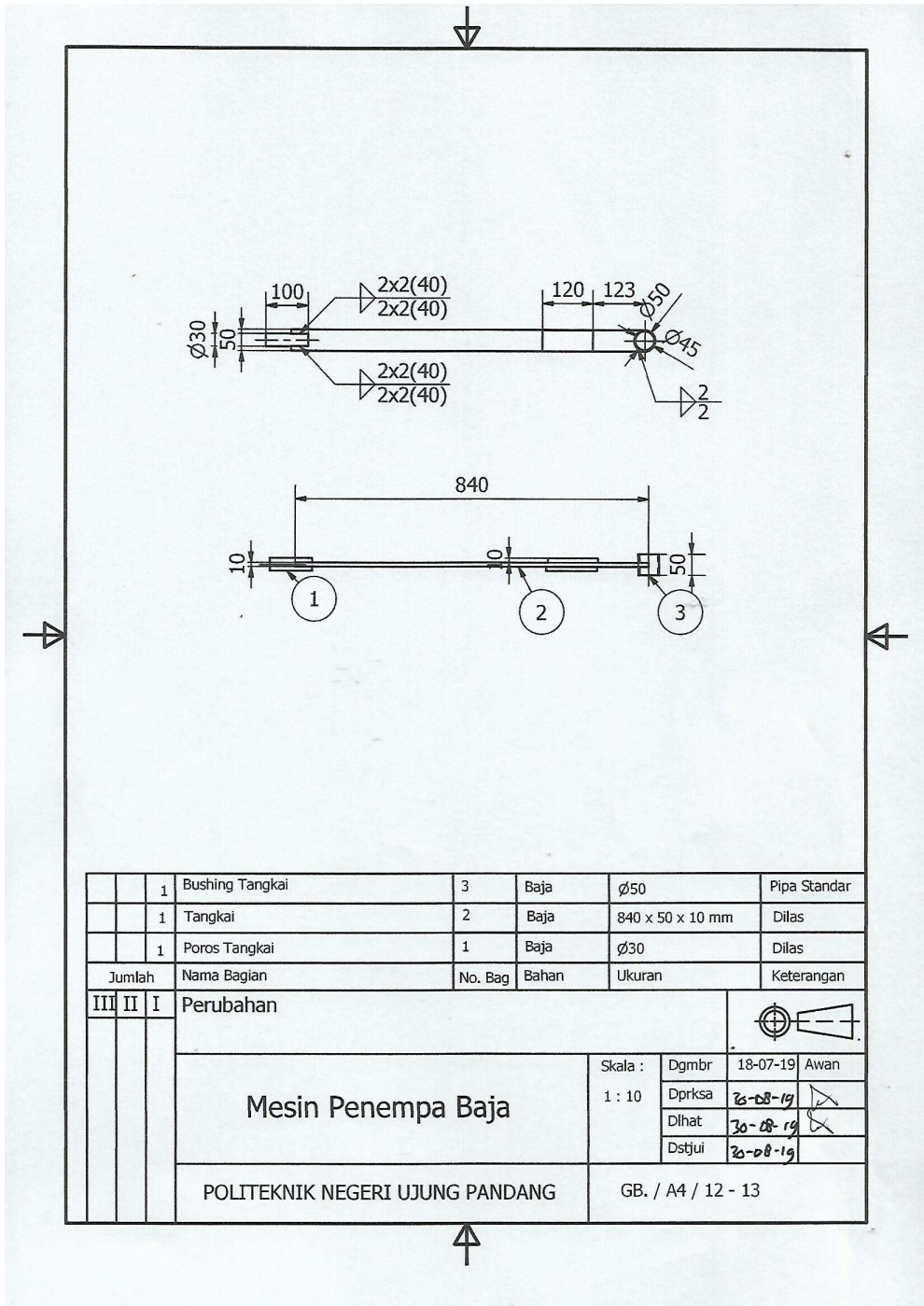
III	II	I	Perubahan			
Mesin Penempa Baja				Skala :		
				Dgmr	17-07-19	Awan
				Dprksa	25-08-19	
				Dihat	30-08-19	
				Dstjui	30-08-19	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				GB. / A4 / 9 - 13		

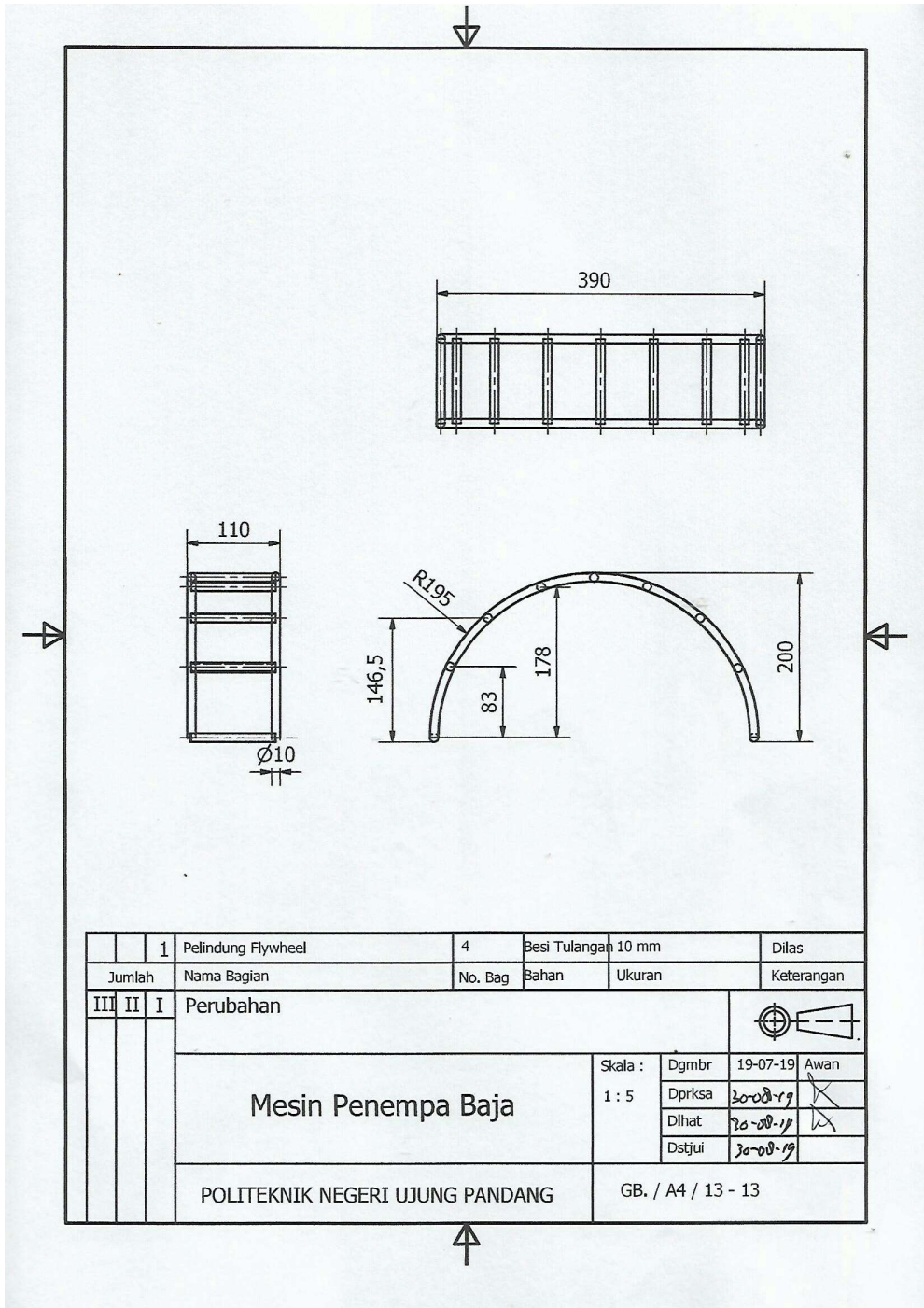


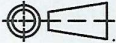


	1	Tangkai	2	Baja	840 x 50 x 10 mm	Dilas		
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
II	II	I	Perubahan					
Mesin Penempa Baja					Skala :	Dgmr	18-07-19	Awan
					1 : 5	Dprksa	20-08-19	
						Dihat	25-08-19	
						Dstjui	30-08-19	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					GB. / A4 / 10 - 13			



		1	Poros Tangkai	2	Baja	Ø30	Dilas	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan			
III	II	I	Perubahan					
			Mesin Penempa Baja					
		Skala :					Dgmbbr	18-07-19
		1 : 2	Dprksa	20-08-19	<input checked="" type="checkbox"/>			
			Dlhat	20-08-19	<input checked="" type="checkbox"/>			
			Dstjui	20-08-19	<input checked="" type="checkbox"/>			
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			GB. / A4 / 11 - 13		





	1	Pelindung Flywheel	4	Besi Tulangan 10 mm	Dilas		
Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan				
Mesin Penempa Baja				Skala :	Dgmbr	19-07-19	Awan
				1 : 5	Dprksa	30-08-19	
					Dihat	30-08-19	
					Dstjui	30-08-19	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				GB. / A4 / 13 - 13			

**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Mustaking/Najamuddin Aslam S/Kurniawan Kasim
NIM : 341 16 002/341 16 010/341 16 016

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	N a m a	Uraian	Tanda Tangan
1)	MYK	- Alat & alat pengukur & standar, alignment way. - Pemulisan : gambar, spesi, ratio spikulat	} <i>[Signature]</i> 26/8/19.
2)	MAT	- Gambar & alat 18 belah & gambar PPS mis baki - Lathr belah manual (Pengon mis lama, besi.	
3)	MAY	- Bayu Beton (CENI) - Gelas - Bahan yang di uji - Tesi pembuat logam (Metal Formin)	} <i>[Signature]</i>
4)	MTA	1. alat di, jahal kumpas 2. lub. pengisi * Kiri paku kor omu * Kiri paku * Perilaku motor	} <i>[Signature]</i>

Makassar, 6 Agustus 2019
Sekretaris Penguji

[Signature]
Muh. Arsyad Suyuti, S.T., M.T.
NIP. 19721206 2002 12 1 004

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasikan secepatnya ke bagian Akademik.