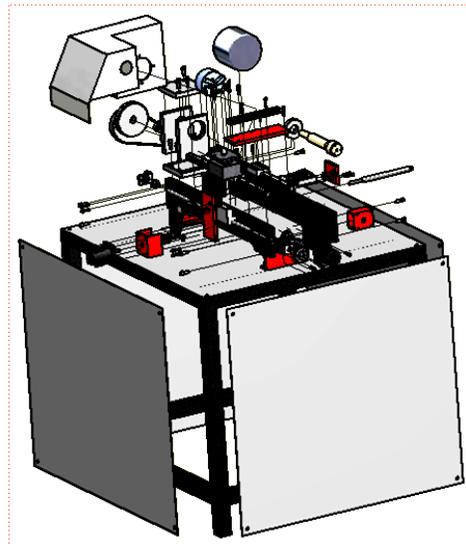




**PROSES PEMBUATAN RANGKA PADA MESIN  
SIMULATOR CNC**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya D3  
Program Studi Teknik Mesin**



Oleh :

**NUR WIJAYANTO**  
**NIM.07508134001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2011**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PROYEK AKHIR  
PROSES PEMBUATAN RANGKA  
PADA MESIN SIMULATOR BUBUT CNC**

**Disusun Oleh:**

**NUR WIJAYANTO  
NIM. 07508134001**

Telah dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Pada tanggal 11 April 2011 dan dinyatakan  
Telah memenuhi syarat memperoleh  
Gelar Ahli Madya D3

**SUSUNAN PANITIA PENGUJI**

| <b>Penguji</b>   | <b>Nama</b>               | <b>Tanda Tangan</b>  | <b>Tanggal</b> |
|------------------|---------------------------|--|----------------|
| 1. Ketua         | Bambang Setiyo H.P, M.Pd. |  | 27-4-2011      |
| 2. Sekretaris    | Jarwo Puspito, MP.        |  | 25-4-2011      |
| 3. Penguji Utama | H. Slamet Karyono, MT.    |  | 20-4-2011      |

Yogyakarta, April 2011



Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

  
Wardan Suyanto, Ed.D.  
NIP. 19540810 197803 1 001

## PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul Proses Pembuatan Rangka Pada Mesin simulator CNC ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 28-3-2011

Dosen Pembimbing

Bambang Setyo H.P Mpd  
NIP. 19630108 198901 1 001

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di suatu Perguruan Tinggi lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Maret 2011  
Yang menyatakan,



Nur Wijayanto  
NIM. 07508134001

## MOTTO

- ❖ Semakin tinggi yang ingin kau capai  
Semakin tinggi pula ujian yang akan kau hadapi  
Bila surga adalah tujuan mu, berjualanglah dengan sholat dan dzikir, serta  
Sujudlah bersama orang-orang yang bersujud (Penulis).
- ❖ Jangan pernah berfikir tentang hasil yang anda raih saat ini, tetapi teruslah  
berusaha untuk menjadi lebih baik (Helen Heyes).
- ❖ Jangan takut pada pertumbuhan yang lambat, tetapi takutlah bila tida terjadi  
apa-apa. Bergerak dan berusaha selalu lebih baik dari pada diam (Pribahasa  
Cina).

## **PERSEMBAHAN**

Karya ini Kupersembahkan Untuk :

### Ayahanda dan Ibunda tercinta

Tiada kata yang dapat terucap tuk mengungkapkan betapa besar arti kalian berdua dalam hidupku. Terlalu banyak kasih sayang, pengorbanan, petuah, dan semangat yang kalian berikan. Semoga Allah memberikan Rahmad-Nya untukmu, ayah dan ibundaku.

### Adikku tercinta, Novita Ratna Pratiwi

Berikan yang terbaik untuk ayah dan ibunda tercinta.

### Almamaterku Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Semoga menjadi yang terbaik dan dapat memberikan kontribusi yang optimal untuk Universitas Negeri Yogyakarta.

## ABSTRAK

### PROSES PEMBUATAN RANGKA PADA MESIN SIMULATOR BUBUT CNC

Oleh :

Nur Wijayanto

07508134001

Tujuan dari penyusunan proyek akhir ini adalah (1) mengetahui jenis mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC; (2) mengetahui urutan langkah pengerjaan rangka meja mesin simulator bubut CNC.

Pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC dimulai dari penyiapan bahan, pemilihan mesin dan alat yang digunakan, langkah pengerjaan yang dilakukan, serta mencatat waktu pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC. Untuk membuat rangka meja mesin simulator bubut CNC diperlukan bahan berupa pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm). Mesin dan alat yang digunakan dalam proses pembuatan rangka meja yaitu: mesin las listrik, mesin bor, mesin gerinda tangan, mesin gerinda potong dan kompresor udara, penggores, roll meter, pengaris siku, penitik, tang, ragum, kikir, ampelas, dan spray gun. Proses pembuatan rangka meja diawali dengan proses melukis dan menandai benda yang akan dipotong dan dibor. Pemotongan bahan dengan menggunakan mesin gerinda potong pengeboran bahan dengan mata bor Ø3, Ø 7 dan Ø 10 mm. Proses perakitan dengan pengelasan sambungan rangka dilakukan dengan las *tack weld* terlebih dahulu, setelah rangka presisi dan siku, lakukan pengelasan penuh dengan elektroda E 6013 Ø2,6. Proses finishing pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC yaitu dengan proses pengecatan.

Rangka meja simulator bubut CNC yang dikerjakan dengan ukuran panjang 900, lebar 670 dan tinggi 800 mm. Rangka meja mesin ini pada saat diletakkan pada lantai yang datar mampu berdiri dengan baik dan mampu menahan beban mesin pada saat mesin dalam keadaan diam serta mampu menahan getaran pada saat mesin dioperasikan.

Kata kunci : rangka meja mesin simulator bubut CNC

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karomah, inayah, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga pembuatan Proyek Akhir dan penyusunan laporannya dapat kami selesaikan.

Laporan ini dibuat guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya ( D3) Teknik Mesin di Universitas Negeri Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa selama menjalani pendidikan di almamater tercinta ini dan didalam penyusunan laporan ini, kami tidak mampu untuk melalui dan menyelesaikannya sendiri tanpa ada bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, kami hendak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Wardan Suyanto, Ed D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bambang Setyo H.P, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sekaligus sebagai Pembimbing Proyek Akhir.
3. Jarwo Puspito, MP, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Subiyono MP, selaku dosen Penasehat Akademik.
5. Tim penguji Proyek Akhir, atas koreksi, perbaikan dan sarannya.
6. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

7. Bapak Widodo dan ibu Praptini selaku orang tua yang selalu memberi motivasi dan mendo'akan sehingga kami dapat menyelesaikan studi di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Pacarku tersayang Kartika Dayanti R. Tiada kata yang bisa terucap selain teimakasih dan doa setulus hati, motivasi dan semangat serta waktu yang diberikan untuk membantu dan menemaniku ketika menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman satu kelompok, Koir (pemesinan), Slamet (pemesinan), Panggo (fabrikasi). Semua kerja sama dan sukacita telah kita lewati. Seperti apapun kalian, kalian tetap teman yang terbaik bagiku.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini sampai terselesaikannya Laporan Proyek Akhir.

Penulis menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan, referensi, fasilitas serta sarana dan prasarana penunjang, oleh sebab itu saran dan kritik demi kesempurnaan laporan ini sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Yogyakarta, Maret 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                  | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------|----------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....       | i              |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....  | ii             |
| <b>SURAT PERSETUJUAN</b> .....   | iii            |
| <b>SURAT PERNYATAAN</b> .....    | iv             |
| <b>MOTTO</b> .....               | v              |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> ..... | vi             |
| <b>ABSTRAK</b> .....             | vii            |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....      | viii           |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....          | x              |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....       | xiv            |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....        | xv             |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....     | xvi            |
| <br><b>BAB I. PENDAHULUAN</b>    |                |
| A. Latar Belakang Masalah .....  | 1              |
| B. Identifikasi Masalah .....    | 3              |
| C. Batasan Masalah .....         | 4              |
| D. Rumusan Masalah .....         | 4              |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| E. Tujuan Dan Manfaat..... | 5 |
| F. Keaslian .....          | 6 |

## **BAB II. METODE PENDEKATAN MASALAH**

|  |    |
|--|----|
| A. Identifikasi Bahan .....                      | 7  |
| B. Identifikasi Mesin Serta Alat .....           | 9  |
| 1. Mesin las busur .....                         | 9  |
| 2. Mesin Gurdi ( <i>Drilling Machine</i> ) ..... | 20 |
| 3. Mesin Gerinda .....                           | 25 |
| 4. Mistar Gulung .....                           | 26 |
| 5. Penggaris Siku .....                          | 27 |
| 6. Mistar Baja .....                             | 29 |
| 7. Penggores .....                               | 30 |
| 8. Kompresor .....                               | 31 |
| 9. <i>Spray Gun</i> .....                        | 32 |

## **BAB III. KONSEP PEMBUATAN**

|  |    |
|--|----|
| A. Konsep Umum Pembuatan .....                       | 34 |
| 1. Pemotongan Bahan.....                             | 34 |
| 2. Mengubah Bentuk Bahan.....                        | 35 |
| 3. Proses Penyambungan.....                          | 35 |
| 4. Penyelesaian Permukaan ( <i>Finishing</i> ) ..... | 35 |
| B. Konsep Pembuatan Rangka Mesin CNC .....           | 36 |
| 1. Proses Penandaan bahan .....                      | 36 |
| 2. Pemotongan Bahan.....                             | 37 |
| 3. Proses Perakitan( Pengelasan ).....               | 40 |

|   |    |
|---|----|
| 4. Proses Penyelesaian Permukaan ( Finishing ).....         | 44 |
| 5. Proses Penyesuaian Dengan Komponen atau Uji Fungsi ..... | 45 |

#### **BAB IV. PROSES PEMBUATAN DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| A. Diagram Alir Proses Pembuatan Rangka Meja.....       | 46 |
| 1. Proses Penandaan Bahan .....                         | 47 |
| 2. Proses Pemotongan Bahan .....                        | 49 |
| 3. Proses Pengeboran .....                              | 50 |
| 4. Proses Perakitan Rangka .....                        | 51 |
| 5. Proses Penyempurnaan Permukaan .....                 | 54 |
| 6. Proses Penyesuaian Dengan Komponen Lain .....        | 58 |
| B. Visualisasi Proses Pembuatan Rangka .....            | 59 |
| 1. Identifikasi Gambar Kerja .....                      | 59 |
| 2. Mesin Yang Digunakan .....                           | 60 |
| 3. Alat Yang Digunakan .....                            | 60 |
| 4. Perencanaan Pemotongan ( <i>Cutting Plan</i> ) ..... | 61 |
| 5. Langkah Kerja Proses Pembuatan Rangka .....          | 64 |
| C. Data Tentang Waktu Proses Pembuatan Rangka .....     | 85 |
| 1. Waktu Proses Pengerjaan .....                        | 85 |
| 2. Total Waktu Pembuatan Rangka .....                   | 91 |
| D. Uji Fungsional Rangka .....                          | 92 |
| E. Uji Kinerja Rangka .....                             | 92 |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| F. Pembahasan .....                | 93        |
| G. Kelemahan-Kelemahan .....       | 96        |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> |           |
| A. Kesimpulan .....                | 95        |
| B. Saran .....                     | 97        |
| <b>Daftar Pustaka .....</b>        | <b>98</b> |
| <b>Lampiran .....</b>              | <b>99</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Gambar 1. Rangka Meja Mesin Simulator CNC.....                  | 8              |
| Gambar 2. Mesin Las Listrik .....                               | 9              |
| Gambar 3. Ilustrasi Mesin Las Busur listrik .....               | 10             |
| Gambar 4. Bentuk-Bentuk Kampuh Las .....                        | 20             |
| Gambar 5. Mesin Bor .....                                       | 21             |
| Gambar 6. Bagian-Bagian Mata Bor .....                          | 22             |
| Gambar 7. Mesin Gerinda Tangan .....                            | 26             |
| Gambar 8. Mesin Gerinda Potong .....                            | 26             |
| Gambar 9. Mistar Gulung .....                                   | 27             |
| Gambar 10. Penggaris Siku.....                                  | 28             |
| Gambar 11. Cara Melakukan Pengukuran Dengan Penggaris Siku..... | 29             |
| Gambar 12. Mistar Baja .....                                    | 30             |
| Gambar 13. Penggores .....                                      | 31             |
| Gambar 14. Kompresor .....                                      | 3              |
| Gambar 15. <i>Spray Gun</i> .....                               | 35             |
| Gambar 16. Diagram Alir Proses Pembuatan Rangka .....           | 46             |
| Gambar 17. Gambar Rangka Meja Mesin Simulator Bubut CNC .....   | 59             |
| Gambar 18. <i>Cutting plan</i> .....                            | 63             |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1. Perbandingan tebal bahan, diameter elektroda dan kekuatan arus. | 12 |
| Tabel 2. Klasifikasi Elektroda .....                                     | 14 |
| Tabel 3. Tipe Elektroda Dan arus Yang Digunakan .....                    | 16 |
| Tabel 4. Jenis-jenis Cacat Las Dan Penyebabnya .....                     | 17 |
| Tabel 5. Sudut Potong Mata Bor .....                                     | 23 |
| Tabel 6. Proses Pemotongan .....   | 64 |
| Tabel 7. Proses Pengeboran .....   | 75 |
| Tabel 8. Proses Perakitan .....  | 78 |
| Tabel 9. Proses <i>Finishing</i> Rangka Dengan Pelapisan Cat .....       | 83 |
| Tabel 10. Spesifikasi Perhitungan Waktu Pemotongan Bahan .....           | 86 |
| Tabel 11. Perhitungan Waktu menentukan titik Pengeboran .....            | 88 |
| Tabel 12. Spesifikasi Perhitungan Waktu Pengeboran .....                 | 89 |
| Tabel 13. Spesifikasi Perhitungan Waktu Pengelasan .....                 | 89 |
| Tabel 14. Spesifikasi Perhitungan Waktu <i>Finishing</i> .....           | 89 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Lampiran 1. Tabel-tabel yang relevan .....            | 100            |
| Lampiran 2. Pengertian AISI .....                     | 111            |
| Lampiran 3. Kartu Bimbingan Proyek Akhir.....         | 112            |
| Lampiran 4. Daftar Presensi Kerja Bengkel .....       | 113            |
| Lampiran 5. Foto tentang mesin bubut CNC .....        | 114            |
| Lampiran 6. Langkah Kerja Proses Pembuatan Alat ..... | 124            |
| Lampiran 7. Gambar Kerja .....                        | 135            |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Perkembangan dan adopsi teknologi di Indonesia ahir-akhir ini banyak mengalami kemajuan, khususnya teknologi yang berkaitan dengan sistem otomatisasi mesin atau peralatan. Hal itu menuntut kalangan mahasiswa untuk dapat mengikuti perkembangan tersebut dan bahkan terlibat dalam upaya penguasaan serta pengembangan teknologi terutama teknologi kontrol yang saat ini banyak dibutuhkan masyarakat. Teknologi kontrol merupakan teknologi yang tepat sasaran untuk dapat dikembangkan di Sekolah Menengah Kejuruan. Dengan demikian, teknologi kontrol harus lebih dikembangkan untuk menambah pengetahuan dan penguasaan teknologi di SMK. Untuk menunjang kemampuan teknologi tersebut mahasiswa harus berperan aktif dalam pengembangan teknologi kontrol yang sudah ada dan pembuatan teknologi-teknologi baru. Dalam hal ini, aplikasi dari penggunaan perancangan dari sistem manual yang diubah menjadi sistem mesin melalui rangkaian motor dan kontrol untuk mengatur gerakan mesin. Teknologi kontrol yang diaplikasikan yaitu memodifikasi mesin bubut CNC.

Mesin bubut CNC harganya masih relatif mahal dan kebanyakan masih dibuat di luar negeri, sehingga pengadaanya harus diimpor. Demikian pula dalam

hal perawatan, apabila terjadi gangguan akan kerusakan mesin CNC, kebanyakan pengguna mesin CNC khususnya SMK masih sangat tergantung pada tenaga ahli CNC yang jumlahnya masih terbatas dan biaya mahal. Harga mesin CNC yang mahal, pengadaannya harus impor dan biaya perawatan yang tinggi ini menyebabkan kelangsungan pengguna CNC di SMK terganggu.

Berdasarkan latar belakang demikian, kami berusaha untuk memodifikasi mesin simulator bubut CNC yang sudah ada tanpa mengubah fungsi dari mesin tersebut. Cara kerja mesin simulator bubut CNC yaitu dikontrol dengan program yang langsung dihubungkan dengan komputer. Secara umum konstruksi mesin simulator bubut CNC dan sistem kerjanya lebih sinkron antara komputer dan mekaniknya. Prinsip-prinsip mekanik pada mesin bubut konvensional tetap melekat pada mesin bubut CNC. Perbedaan terletak pada sistem penggerak dan kendali.

Pada mesin bubut konvensional penggerak yang digunakan menggerakkan spindel utama adalah motor listrik induksi AC. Putaran spindel utama, dihubungkan dengan roda gigi untuk menggerakkan mekanik otomatis pada eretan memanjang dan melintang. Motor ini hanya dapat dikendalikan oleh orang sebagai operator. Eretan memanjang dan melintang pada mesin bubut CNC masing-masing digerakkan dengan motor penggerak tersendiri. Eretan tersebut digerakkan dengan menekan tombol yang ada pada panel kontrol pada mesin, secara sendiri-sendiri atau bergerak secara bersamaan.

Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional mesin CNC lebih teliti, lebih tepat (presisi), fleksibel dan cocok digunakan untuk produksi massal. Karena dalam industri permintaan konsumen untuk membuat komponen dalam jumlah yang banyak dengan waktu yang singkat, dengan kualitas sama baiknya, tentu akan sulit dipenuhi bila menggunakan mesin perkakas manual, apalagi bila bentuk benda kerja yang dipesan lebih rumit, tidak dapat diselesaikan dalam yang singkat.

Mesin bubut CNC yang kami kerjakan pada Proyek Akhir ini adalah memodifikasi dari mesin yang sudah ada. Modifikasi yang dilakukan pada mesin ini adalah penggunaan *ballscrew* dan *linear guideway* pada sistem mekanik penggerak sumbu mesin untuk menghindari gaya gesek yang besar serta pembuatan rangka meja mesin bubut CNC dan pembuatan spindel utama. Pada proses pembuatan mesin ini penulis membuat rangka meja mesin simulator bubut CNC.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas bahwa dalam proses memodifikasi mesin bubut CNC khususnya pembuatan rangka meja mesin dapat ditemui permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan bahan yang akan digunakan pada rangka meja mesin bubut CNC yang mampu menahan beban serta mampu menahan getaran pada saat mesin ini dioperasikan ?

2. Bagaimana konstruksi rangka meja simulator mesin bubut CNC yang mampu menahan berat dan getaran saat mesin dioperasikan ?
3. Bagaimana proses pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC yang meliputi penyiapan bahan, pemilihan mesin, alat, serta urutan proses pengerjaan ?

### **C. Batasan Masalah**

Laporan Proyek Akhir ini dibatasi hanya pada proses pembuatan rangka meja mesin bubut CNC. Dalam hal ini meliputi Penyiapan bahan yang dipergunakan untuk pembuatan rangka meja mesin serta proses pembuatan rangka meja mesin bubut CNC, pemilihan mesin dan alat yang dipergunakan, Waktu yang diperlukan untuk membuat rangka.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah proses penyiapan bahan untuk rangka meja mesin bubut CNC?
2. Bagaimanakah langkah pengerjaan rangka meja mesin simulator bubut CNC?
3. Bagaimanakah kinerja mesin simulator bubut CNC ?

## **E. Tujuan dan Manfaat**

Dengan permasalahan yang dihadapi, maka tujuan dari pembuatan rangka meja mesin CNC adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui proses penyiapan bahan untuk rangka meja mesin simulator bubut CNC.
2. .Mengetahui langkah pengerjaan rangka meja mesin simulator bubut CNC.
3. Mengetahui kinerja dari mesin simulator bubut CNC.

Manfaat :

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Memenuhi mata kuliah Proyek Akhir yang wajib ditempuh untuk mendapatkan gelar ahli madya D-3 Teknik Mesin UNY.
  - b. Sebagai suatu penerapan teori dan praktik kerja yang telah diperoleh sewaktu di bangku perkuliahan.
  - c. Mengembangkan, merancang, memodifikasi atau menciptakan karya yang bermanfaat bagi masyarakat.
  - d. Menambah pengetahuan dalam bidang perancangan dan teknik pemesinan.
  - e. Meningkatkan mutu dan kinerja mahasiswa.

### 2. Bagi Universitas

Sebagai bentuk pengabdian terhadap masyarakat. Sehingga perguruan tinggi mampu memberikan kontribusi yang berguna bagi masyarakat. Dan dapat dijadikan sarana untuk lebih memajukan dunia industri dan pendidikan.

### 3. Bagi Dunia Pendidikan

- a. Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khususnya pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- b. Dapat menjadi prototipe bagi penelitian lebih lanjut.
- c. Memberikan masukan yang positif terhadap pengembangan dan pemberdayaan teknologi tepat guna.

### **F. Keaslian**

Simulator Mesin bubut CNC yang dibuat merupakan pengembangan dan modifikasi dari produk yang sudah ada. Modifikasi yang dilakukan pada mesin ini adalah penggunaan *ballscrew* dan *linear guideway* pada sistem mekanik penggerak sumbu mesin untuk menghindari gaya gesek yang besar serta pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC dan pembuatan *spindle* utama. Modifikasi dan inovasi yang dilaksanakan bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan tidak mengurangi fungsi dan tujuan pembuatan mesin ini.

## BAB II

### METODE PENDEKATAN MASALAH

#### A. Identifikasi Bahan

Rangka pada sebuah mesin umumnya memiliki fungsi sebagai sebagai penahan, penopang dan dudukan dari semua komponen mesin. Oleh karena itu konstruksi rangka harus dibuat kokoh dan kuat baik dari segi bentuk serta dimensinya, sehingga dapat meredam getaran yang timbul pada saat mesin bekerja.

Bahan yang digunakan untuk membuat rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 mm x 40 mm x 2 mm). Baja ini termasuk dalam kategori baja karbon rendah dengan unsur carbon 0,15-0,20% C dan Mangan 0,60-0,90% Mn. Bahan dengan komposisi unsur C dan Mn sedikit akan sangat baik mempunyai sifat mampu las yang baik.

Unsur-unsur kimia bahan yang mempengaruhi sifat mampu las suatu bahan yaitu:

- a. Silikon (Si) : Menambah kekerasan dan kekuatan
- b. Fosfor (P) : Menambah kekerasan dan kekuatan
- c. Carbon (C) : Elemen utama untuk *hardening*. Semakin tinggi persentase C sifat mampu lasnya menurun.

d. Mangan (Mn) : Menambah *hardenability* dan *strength*

Mn > 0,3 % menyebabkan porosity, retak

Mn > 0,8 % benda kerja cenderung retak

e. Belarang (S) : Kadar S tinggi akan menurunkan sifat mampu las.

f. Tembaga (Cu): logam lasan yang mengandung 0,15-1,5 %Cu akan

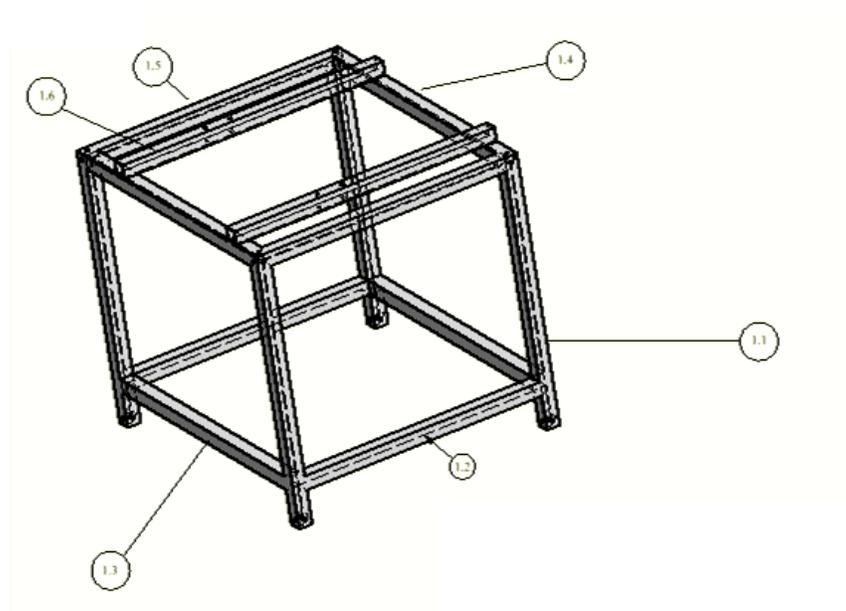
menambah ketahanan terhadap korosi tetapi jika

Cu > 0,5% akan menurunkan sifat mekanik, terutama

jika baja mengalami perlakuan panas

(Anonim, 2007: 5)

Berikut gambar rangka mesin simulator CNC :



Gambar 1. Rangka meja mesin simulator CNC

Keterangan :

- 1.1 Rangka kaki meja
- 1.2 Rangka samping bawah
- 1.3 Rangka depan bawah
- 1.4 Rangka atas
- 1.5 Rangka samping atas
- 1.6 Rangka penyangga

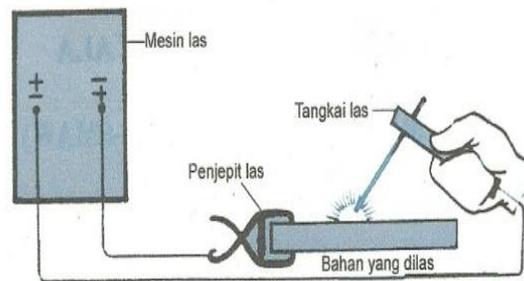
## **B. Identifikasi Mesin Serta Alat**

Setelah bahan serta ukuran di ketahui, selanjutnya adalah menentukan alat serta mesin yang akan dipergunakan dalam proses pembuatan rangka ini. Alat yang dipergunakan dalam proses pengerjaan rangka mesin NC ini ada berbagai macam, jika alat serta mesin yang dipergunakan diketahui diharapkan bisa memperlancar serta mempercepat proses pembuatan rangka mesin tersebut. Adapun alat serta mesin yang dipergunakan dalam proses pembuatan rangka mesin ini adalah sebagai berikut :

### **1. Mesin Las Busur ( Las Listrik )**



Gambar 2. Mesin Las Listrik



Gambar 3. Ilustrasi mesin las busur listrik

Las listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Pada bagian yang terkena busur listrik tersebut akan mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis.

Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang akan disambung, kemudian membeku dan tersambunglah kedua logam tersebut. Mesin las busur listrik dapat mengalirkan arus listrik cukup besar tetapi dengan tegangan yang aman ( kurang dari 45 volt ). Busur listrik yang terjadi menimbulkan energi panas yang cukup tinggi sehingga mudah mencairkan logam yang terkena. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan dengan memperhatikan ukuran dan type elektrodanya.

Pada las busur, sambungan terjadi oleh panas yang ditimbulkan oleh busur listrik yang terjadi antara benda kerja dan elektroda. Elektroda atau logam pengisi dipanaskan sampai mencair dan diendapkan pada sambungan sehingga terjadi sambungan las. Mula-mula terjadi kontak antara elektroda dan benda kerja sehingga terjadi aliran arus, kemudian dengan memisahkan penghantar timbullah busur. Energi listrik diubah menjadi energi panas dalam busur dan suhu dapat mencapai 5500<sup>0</sup> C.

Ada beberapa jenis logam yaitu, elektroda polos, elektroda fluks, dan elektroda berlapis tebal. Elektroda polos terbatas penggunaannya antara lain untuk besi tempa dan baja linak. Biasanya digunakan polaritas langsung. Mutu pengelasan dapat ditingkatkan dengan memberikan lapisan fluks yang tipis pada kawat las. Fliks membantu melarutkan dan mencegah terbentuknya oksida-oksida yang tidak diinginkan. Kawat las berlapis merupakan jenis yang paling banyak digunakan dalam berbagai jenis pengelasan komersil.

*([las-listrik.blogspot.com/2009/03/pengertian-las-listrik.html](http://las-listrik.blogspot.com/2009/03/pengertian-las-listrik.html))*

Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting ketika kita melakukan penyambungan dengan menggunakan mesin las listrik. Dalam elektroda terdapat dua unsur yaitu kawat dan fluks. Kawat berfungsi sebagai bahan tambah dan fluks berfungsi sebagai pemantap busur, pelindung deposit logam dari pengaruh udara luar,

pengatur penggunaan dan sebagai sumber unsur-unsur paduan. Jadi pada las busur listrik elektroda berfungsi sebagai sebagai penyalur arus listrik dan membentuk celah antara ujung rangkaian listrik dengan ujung benda kerja sebagai sarana timbulnya busur nyala listrik.

Dibawah ini ketentuan pengelasan untuk diameter elektroda, tebal benda yang akan dilas dan arus yang digunakan untuk pengelasan pada alas busur listrik:

Tabel 1. Perbandingan tebal bahan, diameter elektroda dan kekuatan arus.

| Diameter Elektroda<br>(inchi) | Ketebalan Benda Kerja<br>(inchi) | Arus<br>(ampere) |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 3/32                          | 1/16                             | 25-65            |
| 1/8                           | 1/8                              | 60-110           |
| 5/32                          | 3/16                             | 110-170          |
| 3/16                          | ¼                                | 150-225          |
| ¼                             | 3/8                              | 150-350          |
| ¼                             | ½                                | 190-350          |
| 5/16                          | ¾                                | 200-450          |
| 5/16                          | 1                                | 200-450          |

(Anonim, 2007: 26)

Menurut klasifikasi yang dibuat oleh AWS ( *American Welding Society* ), semua elektroda terbungkus pada proses pengelasan SMAW untuk baja, baja paduan rendah, baja tahan karat, dan baja lainnya ditandai dengan huruf “ E “ yang artinya elektroda.

a) Elektroda Terbungkus Untuk Baja Lunak dan Baja Paduan  
Rendah

Contoh : E 60 1 3 X

- 1) “ E “ artinya adalah elektroda terbungkus
- 2) Angka 60 menunjukkan tegangan tarik minimum sebesar 6000 psi.

Contoh : E 60XX = 60.000 psi ( tegangan tarik minimum ).

- 3) Angka ketiga atau keempat menunjukkan posisi pengelasan.

Contoh : E XX1X = semua posisi

E XX2X = hanya posisi datar dan horizontal.

E XX3X = hanya posisi datar.

E XX4X = posisi datar, atas kepala, horizontal, vertical turun.

- 4) Angka keempat atau kelima menunjukkan jenis lapisan pembungkus dan arus listrik juga sumber tenaga arus bolak – balik (AC) atau arus searah *negative* (DCEN) maupun arus searah *positive* (DCEP).

Tabel 2. Klasifikasi elektroda

| <b>Klasifikasi</b> | <b>Polaritas</b> | <b>Busur / Arc</b> | <b>Penetrasi</b> | <b>Pembungkus dan Slag</b>           | <b>Aplikasi</b>   |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------|
| EXX10              | DCEP             | Kuat               | Dalam            | <i>Selulosa Sodium</i>               | Kobe -<br>6010    |
| EXXX1              | AC /<br>DCEP     | Kuat               | Dalam            | <i>Selulosa Potasium</i>             | -                 |
| EXXX2              | AC<br>/DCEN      | Menengah           | Tengah           | <i>Titania Sodium</i>                | -                 |
| EXXX3              | AC / DC          | Lemah              | Rendah           | <i>Titania Potasium</i>              | RB 26             |
| EXXX4              | AC / DC          | Lemah              | Rendah           | <i>Titania Iron Powder</i>           | -                 |
| EXXX5              | DCEP             | Menengah           | Tengah           | <i>Hidrg. Rendah Sodium</i>          | -                 |
| EXXX6              | AC /<br>DCEP     | Menengah           | Tengah           | <i>Hidrg. Rendah Potasium</i>        | LB 52,<br>LB 52 U |
| EXXX8              | AC /<br>DCEP     | Menengah           | Tengah           | <i>Hidrg. Rendah Iron<br/>powder</i> | LB 52 –<br>18     |
| EXXX9              | AC<br>/DCEN      | Kuat               | Dalam            | <i>Elmenite</i>                      | B 10, B<br>17     |
| EXX20              | AC<br>/DCEN      | Menengah           | Tengah           | <i>Iron Oxide Sodium</i>             | -                 |
| EXX22              | AC / DC          | Menengah           | Tengah           | <i>Iron Oxide Sodium</i>             | -                 |
| EXX24              | AC / DC          | Lemah              | Rendah           | <i>Titania Iron Powder</i>           | Zerode<br>50F     |
| EXX27              | AC / DC          | Menengah           | Tengah           | <i>Iron Oxide Iron Powder</i>        | -                 |
| EXX28              | AC /<br>DCEP     | Menengah           | Tengah           | <i>Hidrg. Iron Powder</i>            | LB 52 –<br>28     |
| EXX48              | AC /<br>DCEP     | Menengah           | Tengah           | <i>Hidrg. Iron Powder</i>            | LB 26 V           |

(PT.Intan Pertiwi Industri, 1997 : 6)

- 5) Angka terakhir menunjukkan *chemical* komposisi *alloy* pada logam las yang dihasilkan oleh elektroda dengan pengelasan SMAW.

Tambahan *alloy* → A – *Carbon / Molybdenum*

B – *Chromium / Molybdenum*

C – *Nickel*

NMY – *Nickel / Molybdenum*

D - *Manganese / Molybdenum*

G - *Non – specified*

*compositions*

M - *Military similar*

*compositions*

W - Baja tahan cuaca

- b) Elektroda Terbungkus Untuk *Stainless Steel*

Contoh : E XXX( X ) Z 1Y

- 1) “ E ” adalah elektroda terbungkus.
- 2) Tiga atau empat angka menunjukkan komposisi *specific* dari *stainless steel*.
- 3) Huruf yang menunjukkan modifikasi komposisi kimia yang lebih spesifik, seperti :

L → *Low carbon*

Mo → *Molibdenum*

MoL → *Low Carbon* dan *Molibdenum*

Cb → *Columbium*

- 4) Angka terakhir ini menunjukkan bahwa kemampuan posisi pengelasan dan polaritas.

15 → DCEP

16 → DCEP atau AC

17 → DCEP atau AC

(PT.Intan Pertiwi Industri, 1997 : 6-7)

Hal – hal yang menjadi pertimbangan pemilihan elektroda :

- 1) Sifat kekuatan logam dasar
- 2) Komposisi logam dasar
- 3) Posisi pengelasan
- 4) Arus listrik las
- 5) Bentuk dan macam sambungan
- 6) Ketebalan dan bentuk logam dasar
- 7) Keadaan di sekitar pekerjaan
- 8) Efisiensi produksi syarat – syarat pekerjaan

Untuk menentukan elektroda dan arus yang digunakan dalam pengelasan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3. Tipe elektroda dan arus yang digunakan

| Diameter |       | Tipe Elektroda Dan Arus Yang Digunakan |         |         |         |         |         |
|----------|-------|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mm       | inchi | E 6010                                 | E 6014  | E 7018  | E 70 24 | E 7027  | E 7028  |
| 2,5      | 3/32  | -                                      | 80-125  | 70-100  | 70-145  | -       | -       |
| 3,2      | 1/8   | 80-120                                 | 110-165 | 115-165 | 140-190 | 125-185 | 140-190 |
| 4        | 3/32  | 120-160                                | 150-210 | 150-220 | 180-250 | 160-240 | 180-250 |
| 5        | 3/16  | 150-200                                | 200-275 | 200-275 | 230-305 | 210-300 | 230-250 |
| 5,5      | 7/32  | -                                      | 260-340 | 360-430 | 275-375 | 250-350 | 275-365 |
| 6,3      | 1/4   | -                                      | 330-415 | 315-400 | 335-430 | 300-420 | 335-430 |
| 8        | 5/16  | -                                      | 90-500  | 375-470 | -       | -       | -       |

(Soetardjo, 1997).

Beberapa peralatan pendukung pengelasan busur listrik adalah sebagai berikut :

- 1) Kaca mata las
- 2) Palu terak
- 3) Pahat terak
- 4) Sikat baja
- 5) Tang *smith*

Dalam pengelasan tidak semua hasil pengelasan akan baik/ sempurna dan biasanya banyak terdapat cacat las. Banyak hal yang mempengaruhi hasil dari pengelasan itu sendiri, antara lain adalah waktu pengelasan, persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, bahan yang digunakan serta jenis las yang digunakan, posisi pengelasan dan keterampilan *welder*. Dibawah ini macam-macam dari jenis cacat pengelasan beserta penyebabnya:

Tabel 4. Jenis-jenis cacat las dan penyebabnya

| Jenis Cacat          | Penyebab   |
|----------------------|--|
| Undercut (Takik Las) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amper las terlalu besar</li> <li>- Ayunan las terlalu lebar</li> <li>- Kecepatan las tidak stabil</li> <li>- Sudut las kurang tepat untuk vertical</li> </ul> |
| Porosity (Keropos)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kawat las (Elektroda) lembab</li> <li>- Banyak terdapat kotoran, karat, oli pada <i>base metal</i></li> </ul>   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Lanjutan tabel 4              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan las terlalu besar</li> <li>- Panjang busur tidak sesuai (<i>Arc length</i>)</li> <li>- Terdapat kandungan udara dalam hasil las</li> </ul>        |
| <i>Slag Inclusion</i>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan las tidak stabil</li> <li>- Kecepatan las rendah</li> <li>- Ayunan terlalu lebar</li> <li>- Amper las terlalu rendah</li> </ul>                   |
| <i>Incomplete Penetration</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kecepatan terlalu besar</li> <li>- Amper las terlalu rendah</li> <li>- Diameter kawat terlalu besar</li> <li>- Reparasi sambungan tidak sempurna</li> </ul> |
| <i>Crack</i>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Base metal</i> rapuh</li> <li>- Laju pendinginan terlalu cepat</li> <li>- Masuknya gas hydrogen</li> </ul>   |

(Anonim, 2007: 9-11)

Beragam bentuk pekerjaan pengelasan menuntut agar suatu sambungan yang dikerjakan dapat sesuai dengan ketentuan yang diharapkan. Oleh karena itu bentuk-bentuk sambungan dirancang sedemikian rupa supaya memenuhi kebutuhan tersebut.

a) Bentuk-bentuk sambungan las.

Secara umum sambungan las ada dua macam, yaitu sambungan sudut (*fillet*) dan sambungan tumpul (*butt*). Macam-macam bentuk sambungannya adalah sebagai berikut:

- 1) Sambungan sudut dalam (*Tee-joint*).
- 2) Sambungan sudut luar (*Corner joint*).
- 3) Sambungan tumpang (*Lap joint*).
- 4) Sambungan celah (*Slot joint*).
- 5) Sambungan sumbat (*Plug joint*).
- 6) Sambungan tumpul (*Butt joint*).

(Gower A. Kennedy, 1982: 65)

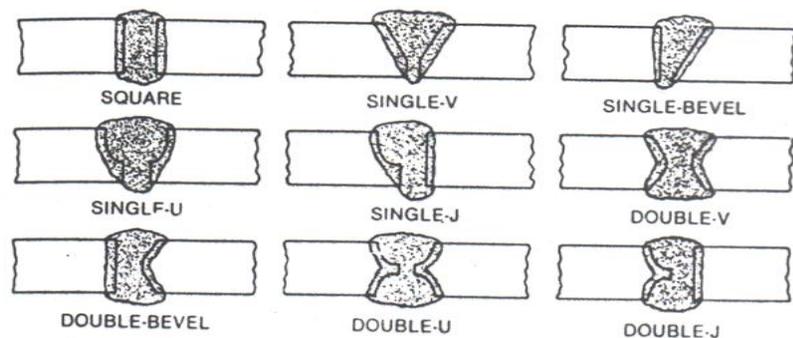
Untuk pengelasan rangka mesin NC ini digunakan sambungan tumpul, dengan tidak ada celah antara kedua logam yang dilas, hal ini disebabkan oleh benda kerja yang akan dilas sangat tipis yaitu pipa *stall* dengan ketebalan 1 mm.

b) Bentuk-bentuk Kampuh las

Adapun macam-macam bentuk kampuh (*groove*) pada pengerjaan pengelasan yaitu :

- a) *Square groove*
- b) *Single V groove*
- c) *Single bevel groove*
- d) *Single U groove*
- e) *Single J groove*
- f) *Double V groove*
- g) *Double bevel groove*
- h) *Double U groove*
- i) *Double J groove*

(Gower A. Kenedy, 1982: 73)



Gambar 4. Bentuk-bentuk kampuh las

(Gower A. Kenedy, 1982: 73)

## 2. Mesin Gurdi (*Drilling machine*)

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/ memperbesar lubang yang bisa

dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin *drilling*, tetapi bisa dengan mesin bubut, atau mesin frais.

Proses pembuatan lubang dengan mesin gurdi biasanya dilakukan untuk pengerjaan lubang awal. Pengerjaan selanjutnya dilakukan setelah lubang dibuat oleh mata bor. Proses kelanjutan dari pembuatan lubang tersebut misalnya, *reaming* (meluaskan lubang untuk mendapatkan diameter dengan toleransi ukuran tertentu), *taping* (pembuatan ulir), *counterboring* (lubang untuk kepala baut tanam), *countersinking* (lubang menyudut untuk kepala baut/ sekrup).

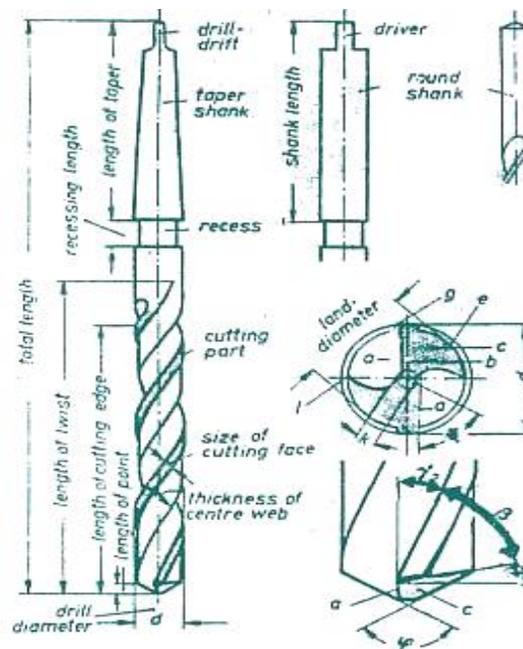


Gambar 5. Mesin Bor

Peralatan yang digunakan dalam mesin bor.

### 1) Mata Bor

Mata bor yang kebanyakan dipakai ialah jenis *twist drill*. Mata bor terbuat dari *Tool Steel (TS)* dan *High Speed Steel (HSS)*. Sedangkan untuk mengebor benda kerja yang sangat keras dipakai mata bor yang terbuat dari *Carbide*.



Gambar 6. Bagian-bagian mata bor (Gerling, 1965: 84)

Keterangan :

$\alpha_1$  = Clearance angle

$\gamma_2$  = Rake or helix angle

$\beta$  = Wedge angle

$\varphi$  = Lip or point angle

$\Psi$  = Web angle

a = Main cutting edge

b = Centre line between cutting edge

c = Clearance face

d = Diameter of drill

(Gerling, 1965: 84)

Tabel 5. Sudut potong mata bor

| Material to be machined                          | Type of tool | Lip angle ( $\varphi$ ) |
|--|--------------|-------------------------|
| Steel, cast steel 40 . . . 70 kg/mm <sup>2</sup> | N            | 118°                    |
| 70 . . . 120 kg/mm <sup>2</sup>                  | N            | 130°                    |
| Cast iron, malleable cast iron                   | N            | 118°                    |
| Brass up to Ms 58                                | H            | 118°                    |
| From Ms 60 on                                    | N            |                         |
| Copper up to 30 mm drill Ø                       | W            | 140°                    |
| more than 30 mm drill Ø                          | N            |                         |
| Alum. alloy cutting long chips                   | W            | 140°                    |
| cutting short chips                              | N            |                         |
| Molded at thickness $s \leq d$                   | W            | 80°                     |
| at thickness $s \geq d$                          | N            |                         |
| Laminated plastics, hard rubber                  | H            | 80°                     |
| Marble, slate, coal                              | H            | 80°                     |

(Gerling, 1965: 84)

Perhitungan yang dipakai dalam penggurdian antara lain:

1) Kecepatan potong :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min); (Taufiq Rochim, 1993: 18)}$$

$V$  = Kecepatan potong (m/min).

$d$  = Diameter gurdi (mm).

$n$  = Putaran poros utama (r/min).

2) Kecepatan makan :

$$v_f = f_z \cdot n \cdot z \quad ; z = 2 \text{ (mm/ min); (Taufiq Rochim, 1993: 21)}$$

Keterangan :

$v_f$  = Kecepatan makan (mm/ min)

$f_z$  = Gerak makan permata potong (mm/ r)

$z$  = Jumlah mata potong

$n$  = Putaran poros utama (r/ min)

3) Dalamnya Penggurdian

$$L = l + 0,3d \text{ (mm); (Harun, 1981: 83)}$$

Keterangan :

$L$  = Dalamnya penggurdian (mm)

$l$  = Jarak ujung mata bor sampai batas akhir penggurdian

$d$  = Diameter mata bor (mm)

## 4) Waktu Pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{vf} \text{ (min); (Taufiq Rochim, 1993: 21)}$$

Keterangan :

$t_c$  = Waktu pemotongan (min)

$l_t$  = Dalamnya penggurdian (mm)

$vf$  = Kecepatan makan (mm/ min) =  $f_z.n.z$

### 3. Mesin Gerinda

Karena memiliki banyak kegunaan mesin ini dibedakan menjadi beberapa jenis tergantung dari pekerjaan yang dikerjakan. Beberapa jenis tersebut adalah sebagai berikut :

a) Mesin gerinda tangan

Jenis mesin ini cenderung memiliki ukuran yang kecil dengan mata gerinda sedang. Karena bentuknya yang kecil mesin ini bisa dibawa kemana-mana dengan mudah. Mesin ini lebih sering digunakan untuk perataan permukaan, seperti misalnya membuang beram hasil pengeboran, pemotongan, menghilangkan hasil lasan, dan lain sebagainya.



Gambar 7. Mesin gerinda tangan

b) Mesin gerinda potong

Jenis mesin ini memiliki ukuran yang sedang dengan mata gerinda tipis dan cenderung lebar. Mesin ini berfungsi sebagai alat potong.



Gambar 8. Mesin gerinda potong

#### 4. Mistar Gulung

Mistar gulung adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur benda kerja yang panjangnya melebihi ukuran dari mistar baja. Mistar

gulung tingkat ketelitiannya adalah setengah millimeter sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur benda kerja secara presisi.



Gambar 9. Mistar gulung

Dalam pelaksanaan pembuatan rangka digunakan mistar gulung dengan alasan karena penggunaannya lebih praktis dari pada mistar baja dan mudah dalam penggunaannya serta cukup untuk mengukur panjang rangka mesin pencacah kertas. Panjang mistar gulung bervariasi dari 2 meter sampai 30 dan 50 meter, tetapi dalam bengkel kerja mesin ukuran terpanjang adalah 3 meter (Sumantri, 1989: 39).

## 5. Penggaris Siku

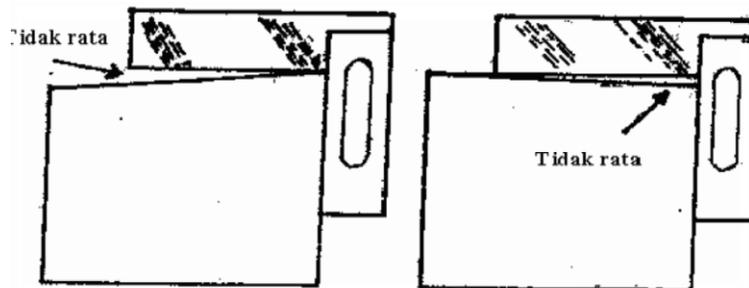
Penggaris siku merupakan alat bantu yang sangat penting dalam pekerjaan menggambar dan menandai pada bahan plat siku yang akan dipotong agar hasilnya tidak miring dan membentuk sudut yang benar. Penggaris siku merupakan peralatan yang berfungsi sebagai:

- a) Peralatan bantu dalam membuat garis pada benda kerja.
- b) Peralatan untuk memeriksa kelurusan suatu benda.
- c) Peralatan untuk mengukur kesikuan benda.
- d) Peralatan untuk memeriksa kesejajaran benda.
- e) Peralatan untuk mengukur panjang benda.

(Sumantri, 1989: 114-117)

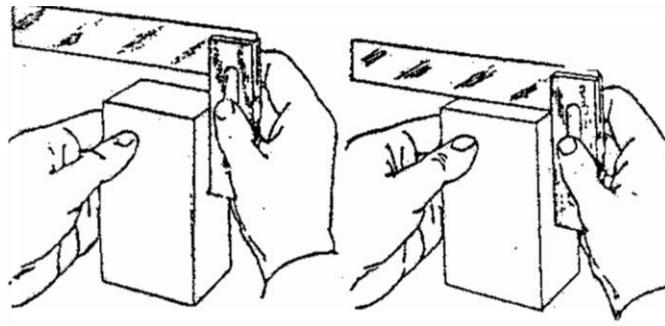
Agar diperoleh hasil pengukuran yang baik, maka langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penyikuan adalah:

- a) Membersihkan benda kerja dari beram dan kotoran lainnya.
- b) Membersihkan bilah baja dan permukaan benda kerjanya dengan menggunakan kain yang bersih dan kering.
- c) Pengukuran harus menghadap pada daerah yang terang, sehingga benda kerja dapat diketahui apakah permukaan benda kerja benar-benar lurus, siku dan rata.



Gambar 10. Penggaris siku (Sumantri, 1989: 117)

- d) Pegang benda kerja dengan tangan kiri dan siku-siku dengan tangan kanan(Sumantri, 1989: 117). Gesekkan permukaan pada bagian dalam dari penggaris siku terhadap sudut pada benda kerja yang diukur.



Gambar 11. Cara melakukan pengukuran dengan penggaris siku. (Sumantri, 1989: 116)

## 6. Mistar Baja

Mistar baja adalah alat ukur yang terbuat dari baja tahan karat, dimana permukaan dan bagian sisinya rata dan lurus sehingga dapat juga digunakan sebagai alat bantu dalam penggoresan. Mistar baja juga memiliki guratan - guratan ukuran, dimana macam ukurannya bervariasi. Ada yang dalam satuan inchi, dalam satuan sentimeter dan dalam satuan millimeter. (Sumantri, 1989 : 38).



Gambar 12. Mistar Baja

## 7. Penggores

Penggores adalah alat untuk menggores permukaan benda kerja, sehingga dihasilkan goresan atau gambar pada benda kerja. Bibir penggores tajam, maka penggores dapat menghasilkan goresan yang tipis. Bahan untuk membuat penggores ini adalah baja perkakas sehingga penggores cukup keras dan mampu menggores benda kerja. Penggores memiliki ujung yang sangat runcing dan keras. Penggores dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pertama, penggores dengan kedua ujungnya tajam tetapi ujung yang satunya lurus dan yang lainnya bengkok. Sedangkan penggores kedua hanya memiliki salah satu ujung yang tajam (Sumantri, 1989 : 121).



Gambar 13. Penggores

## 8. Kompresor

Kompresor udara merupakan suatu alat penyimpan udara, dimana udara ditampung dalam sebuah ruangan tertutup dan biasanya ruangan tersebut berupa tabung. Kompresor tersebut bisa menyimpan dan mengeluarkan udara melalui selang. Bagian-bagian yang harus ada dalam kompresor udara ialah motor penggerak, tabung penyimpan udara, piston, belt, selang, kran udara, katup pengaman, kran penguras, troli, regulator, dan manometer.



Gambar 14. Kompresor

## 9. Spray Gun

*Spray gun* merupakan alat yang digunakan untuk menyemprotkan cat kepermukaan benda kerja dengan bantuan udara bertekan dari kompresor. Tekanan udara yang digunakan pada proses pengecatan dibagi dalam dua sistem:

### a) Sistem tekanan tinggi

Besarnya tekanan 2,5 hingga 3 atmosfer dan kadang-kadang mencapai 5 atmosfer. Keuntungan mempergunakan tekanan tinggi, bagian-bagian cat bercampur dengan baik lalu bertumbukan dengan kuat sekali pada benda kerja karena besarnya tekanan angin kompresor. Pengecatan dengan sistem ini lebih sedikit, karena lapisan cat yang dibuat ditipiskan, oleh karena itu kerugian karena penguapan juga sedikit. Penipisan cat tadi dapat disetel melalui *spray gun*. Dengan cara ini cat yang keluar dari *spray gun* telah menguap sebelum mencapai permukaan benda kerja, pengerutan lapisan cat sedikit sekali, dan cat menutup dengan baik pada permukaan logam.

Kekurangan sistem ini yaitu, terdapat lebih banyak belang-belang dibanding sistem tekanan rendah.

### b) Sistem tekanan rendah

Besar tekanan udara 0,1 hingga 0,5 atmosfer. Keuntungan sistem tekanan rendah yaitu: pertama penyediaan tekanan udara sebesar itu mudah didapat dari ban mobil, kedua, hasil permukaan

logam yang dicat lebih halus, dan kurang terdapat belang-belang seperti kulit jeruk.

Kekurangan sistem tekanan rendah:

- 1) Pada permukaan benda kerja mudah timbul gelembung-gelembung kecil.
- 2) Lapisan cat yang lebih tebal, karena butiran cat yang keluar dari *spray gun* lebih besar
- 3) Pemakaian pengecer cat lebih banyak, sehingga cat akan mengkerut setelah kering.
- 4) Penutupan cat pada permukaan logam kurang merata dan kurang rapat, karena cat terlalu encer. Jika dibuat kental, maka cat tidak dapat keluar karena tekanan kompresor terlalu rendah.
- 5) Cat mudah terkelupas, karena benturan benturan butir-butir cat yang keluar dari pistol semprot kurang kuat membentur permukaan logam.

(Soeprapto Rachmad, 1984: 27-29)



Gambar 15. *Spray gun*

## **BAB III**

### **KONSEP PEMBUATAN**

#### **A. Konsep Umum Pembuatan**

Rangka mesin CNC merupakan suatu konstruksi rangka yang terdiri dari potongan-potongan plat pipa *stall* kotak yang kemudian disambung atau dirakit. Dalam pemotongan bahan ini tidak boleh sembarangan dan harus mengikuti aturan atau urutan langkah pengerjaan, untuk itu diperlukan sebuah konsep pengerjaan. Konsep merupakan suatu rencana pengerjaan. Konsep ini sangatlah dibutuhkan untuk mengerjakan suatu produk. Konsep tersebut bertujuan untuk mengetahui kesimpulan dari alur pengerjaan dari sebuah produk tersebut. Dalam pengerjaan sebuah atau suatu produk konsep pengerjaan sangatlah dibutuhkan karena akan sangat membantu proses pengerjaan. Adapun konsep pengerjaan rangka mesin CNC ini adalah :

##### **1. Pemotongan Bahan**

Mengerjakan suatu produk, tentunya bahan yang digunakan atau dikerjakan akan mengalami proses pemotongan. Proses pemotongan tersebut dilakukan pada bahan dasar rangka yang berupa batang besi pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2mm), dimana pemotongan bahan tersebut akan berpengaruh pada hasil produk yang dikerjakan.

## 2. Mengubah Bentuk Bahan

Proses pengubahan bentuk bahan ini adalah suatu proses pembentukan dari bahan menjadi bentuk setengah jadi atau bentuk jadi yang masih memerlukan proses pengerjaan lain. Biasanya bentuk awal dari bahan rangka ini adalah batangan besi yang panjangnya  $\pm 6$  m. Bahan rangka ini dihasilkan dari proses pengolahan bijih logam. Bijih logam tersebut dicairkan dengan temperatur yang cukup tinggi dan kemudian bijih besi yang telah mencair tersebut dituang ke dalam cetakan.

## 3. Proses Penyambungan

Proses penyambungan yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan proses pengelasan. Proses pengelasan adalah proses penyatuan logam dengan mencairkan bahan dasar agar kedua logam atau lebih tersebut dapat disatukan. Proses penyambungan tidak hanya dilakukan dengan proses pengelasan saja, tetapi bisa juga dengan dibaut, dipatri, dikeling, dan lain-lain.

## 4. Penyelesaian Permukaan ( *Finishing* )

Proses penyelesaian permukaan bisa disebut juga proses *finishing* atau proses akhir. Proses ini menentukan baik atau tidaknya tampilan luar dari sebuah produk. Hal yang dilakukan dalam proses ini biasanya adalah: (a) Mengerinda; (b) Mengamplas; (c) Mendempul; (d) Mengecat.

## B. Konsep Pembuatan Rangka Mesin CNC

Langkah pengerjaan rangka meja mesin simulator bubut CNC ini dirancang memiliki syarat dan ketentuan sebagai berikut : (1) Rangka mampu menopang landasan; (2) rangka harus tegak; (3) Rangka bias berfungsi dengan baik. Dari ketentuan serta syarat di atas, maka konsep pembuatan rangka mesin CNC yang digunakan adalah :

### 1. Proses Penandaan Bahan

Langkah pertama dalam proses pembuatan rangka mesin simulator bubut CNC adalah menandai. Penandaan ini dilakukan harus sesuai dengan ukuran yang ada pada gambar kerja karena setelah di tandai maka bahan tersebut akan dipotong untuk proses selanjutnya. Penandaan ini memerlukan beberapa alat diantaranya mistar gulung, penggaris siku dan penggores.

Penandaan bahan rangka dilakukan dalam beberapa tahapan, masing-masing tahapan dapat diuraikan sebagai berikut :

#### a. Penandaan ukuran pemotongan untuk rangka atas

Bahan yang dipergunakan untuk rangka atas adalah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 X 40 X 2 mm) panjang 900 mm dengan kedua ujung dibuat sudut  $45^{\circ}$  sebanyak 2 batang dan besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 X 40 X 2 mm) panjang 670 mm dengan kedua ujung dibuat sudut  $45^{\circ}$  sebanyak 2 batang.

b. Penandaan ukuran pemotongan untuk kaki

Bahan yang digunakan untuk kaki adalah besi pipa stall kotak dengan ukuran (40 X 40 X 2 mm) panjang 760 mm sebanyak 4 batang.

c. Penandaan ukuran pemotongan untuk dudukan linier

Bahan yang digunakan untuk dudukan linier adalah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 X 40 x 2 mm) panjang 590 mm sebanyak 2 batang.

d. Penandaan ukuran pemotongan untuk penyambung kaki

Bahan yang dipergunakan untuk penyambung kaki adalah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 X 40 X 2 mm) panjang 820 mm dan besi pipa stall kotak dengan ukuran (40 X 40 X 2 mm) panjang 590 mm sebanyak 2 batang.

## 2. Pemotongan Bahan

Pemotongan bahan ditujukan untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan gambar. Untuk pemotongan bahan digunakan gerinda potong, sedangkan untuk pembuatan lubang dilakukan menggunakan mesin bor tangan dan ada juga dengan menggunakan mesin bor duduk.

Proses pengerjaan pemotongan dengan menggunakan gerinda potong karena lebih mudah dan cepat. Hasil dari pemotongan harus dikikir karena sisa dari pemotongan masih tajam . Sedangkan pada pembuatan lubang menggunakan mesin bor tangan dan mesin bor duduk karena lubang yang akan dibuat berdiameter 3 mm dan diameter 10 mm. Lubang yang berdiameter 3 mm tersebut digunakan sebagai tempat baut untuk menyatukan rangka dengan casing, sedangkan lubang 10 mm dipergunakan untuk menyatukan rangka dengan besi kanal U yang menjadi landasan liner. Hasil dari pengeboran pun harus digerinda menggunakan gerinda tangan agar beram yang tertinggal hilang. Proses pengeboran yang berdiameter 3 mm ini dilakukan setelah rangka terakit, sedangkan untuk lubang yang berdiameter 10 mm pengeboran dilakukan setelah pemotongan kerana faktor keamanan.

Tahapan pengurangan bahan dengan gerinda potong pada proses pembuatan rangka mesin CNC yaitu sebagai berikut :

- 1) Siapkan bahan
- 2) Siapkan mesin gerinda potong
- 3) Tempatkan benda yang telah diberi tanda pemotogan pada ragam mesin gerinda potong dan atur sudut pemotongan
- 4) Kencangkan ulir penekan ragam
- 5) Lakukan pemotongan

Proses pengeboran dilakukan guna mendapatkan lubang-lubang dengan diameter yang diinginkan. Pembuatan lubang dilakukan pada rangka dudukan linier dengan diameter lubang 10 mm sebanyak 2 lubang pada setiap batangnya. Pada rangka atas depan dan bawah juga dibor dengan diameter lubang 10 mm sebanyak 2 lubang pada setiap batangnya. Pengeboran pada rangka dengan diameter lubang 3 mm dilakukan setelah rangka selesai di rakit karena proses pengeboran skalian dengan ngebor casing.

Proses pembuatan lubang dengan menggunakan mesin bor duduk pada proses pembuatan rangka mesin CNC adalah :

- 1) Siapkan rangka yang mau dibor
- 2) Siapkan mesin bor tangan
- 3) Siapkan mata bor  $\text{Ø}3$  mm,  $\text{Ø}7$  mm, dan  $\text{Ø}10$  mm
- 4) Tandai bagian yang akan dibor dengan menggunakan penitik pusat
- 5) Pasang mata bor  $\text{Ø}3$  mm dan lakukan pengeboran pada rangka sebanyak 2 buah lubang pada setiap rangka yang dibor
- 6) Ganti mata bor  $\text{Ø}3$  mm dengan mata bor  $\text{Ø}7$  mm
- 7) Luaskan lubang hasil boran  $\text{Ø}3$  mm dengan menggunakan mata bor  $\text{Ø}7$  mm
- 8) Ganti mata bor  $\text{Ø}7$  mm dengan mata bor  $\text{Ø}10$  mm
- 9) Luaskan lubang hasil boran  $\text{Ø}7$  mm dengan menggunakan mata bor  $\text{Ø}10$  mm

Proses pembuatan lubang dengan menggunakan bor tangan pada proses pembuatan rangka mesin CNC adalah :

- 1) Siapkan rangka dengan casing
- 2) Siapkan mesin bor tangan
- 3) Siapkan mata bor  $\text{Ø}3$  mm
- 4) Siapkan penitik, palu, mistar baja
- 5) Tandai bagian yang akan dibor dengan menggunakan penitik pusat
- 6) Pasang mata bor  $\text{Ø}3$  mm dan lakukan pengeboran pada rangka

Jika pemotongan bahan dan pengeboran sudah selesai, hasil dari pengerjaan tersebut diratakan dengan menggunakan kikir. Hal itu dikarenakan untuk menghilangkan beram yang tertinggal dari hasil pemotongan dan pengeboran.

### **3. Proses Perakitan ( Pengelasan )**

Perakitan merupakan suatu penggabungan dua buah benda atau lebih dengan menggunakan bantuan dari sebuah partikel benda lain yang memiliki fungsi sebagai perekat. Pada proses pembuatan rangka mesin CNC ini, proses penyambungannya menggunakan mesin las busur listrik dan ada bagian yang perakitannya dengan menggunakan baut. Sistem kerja dari mesin las ini adalah memanfaatkan sumber listrik sebagai tenaga utama yang

kemudian diteruskan terhadap suatu bahan tambah dan kemudian diteruskan terhadap benda kerja. Pada saat proses pengelasan berlangsung, benda kerja yang dilas akan mengalami peningkatan suhu yang tinggi, yang akan mengakibatkan benda kerja meleleh. Lelehan itulah yang mengakibatkan kedua benda kerja atau lebih dapat meleleh menjadi satu karena adanya kesamaan partikel. Bahan tambah yang digunakan dalam peralatan las listrik disebut dengan elektroda. Pada penyambungan yang dilakukan dalam proses pembuatan rangka ini menggunakan jenis elektroda yang berdiameter 2,6 mm dan arus yang digunakan dalam pengelasan ini adalah 25-65 *ampere*.

Pengelasan pada proses pembuatan rangka mesin CNC dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

a. Pengelasan rangka atas

Dari hasil pemotongan untuk pembuatan rangka atas maka dihasilkan bahan-bahan yang siap untuk dirakit dengan menggunakan mesin las busur listrik. Sebelum melakukan pengelasan berikan kelonggaran atau *clearance* sebesar 0,1 mm.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin las busur listrik beserta perlengkapannya
- 2) Atur arus sebesar 60 *ampere*
- 3) Gunakan elektroda dengan diameter 2,6 mm
- 4) Tack weld atau las titik pada setiap penyambungan

- 5) Ukur kembali kesesuaian ukuran dengan gambar kerja serta kesikuannya
- 6) Beri penguat rangka supaya pada saat dilas penuh kesikuan dari rangka tidak berubah
- 7) Las penuh dengan cara menyilang atau bertahap

b. Pengelasan kaki

Rangka bagian atas sudah selesai dibuat maka selanjutnya menyambung antara rangka atas dengan kaki-kaki rangka. Beri *clearance* sebesar 0,1 mm pada setiap penyambungan.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin las busur listrik beserta perlengkapannya
- 2) Atur arus sebesar 60 *ampere*
- 3) Gunakan elektroda dengan diameter 2,6 mm
- 4) *Tack weld* atau las titik pada setiap penyambungan
- 5) Ukur kembali kesesuaian ukuran dengan gambar kerja serta kesikuan kaki dengan rangka atas
- 6) Beri penguat rangka supaya pada saat dilas penuh kesikuan rangka tidak berubah
- 7) Las penuh dengan cara menyilang atau bertahap

c. Pengelasan penghubung kaki

Pengelasan penghubung kaki rangka dilakukan setelah rangka atas dan kaki rangka selesai di rakit. Karena penghubung kaki adalah komponen rangka yang berfungsi menguatkan kaki-kaki rangka dan untuk mengerjakan ini diperlukan dua orang, satu orang mengelas dan satu orang lagi memegang benda.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Las titik atau *tack weld* ujung rangka penghubung kaki.
- 2) Cek dan sesuaikan ukuran dengan gambar kerja serta kesikuannya.
- 3) Beri penguat supaya pada saat dilas penuh kesikuan dari rangka tidak berubah.
- 4) Las penuh dengan cara menyilang atau secara bertahap.

d. Pengelasan dudukan *linier* dengan rangka

Pengelasan dudukan *linier* dilakukan setelah rangka selesai dirakit. Dudukan *linier* merupakan landasan bagi *linier GUIDEWAY*. Dudukan *linier* ini akan menopang *linier* pada saat mesin dirakit.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Ukur jarak dudukan liner dengan tepi rangka atas.
- 2) *Tack weld* dudukan *linier* dengan rangka.
- 3) Cek kesikuan serta kerataan dari dudukan landasan *linier*.
- 4) Lakukan las penuh dudukan *linier* dengan rangka secara menyilang atau bertahap.

#### 4. Proses Penyelesaian Permukaan ( *Finishing* )

Proses penyelesaian permukaan atau biasa disebut dengan *Finishing* pada pembuatan rangka dilakukan dalam beberapa langkah kerja yaitu:

a. Penggerindaan

Penggerindaan dilakukan untuk meratakan permukaan hasil dari pengelasan. Penggerindaan ini dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.

b. Pendempulan

Pendempulan dilakukan untuk meratakan permukaan bekas dari penggerindaan yang masih kurang rata dan ataupun masih kasar. Pendempulan juga dilakukan untuk menutup bagian-bagian yang masih terdapat celah yang mungkin terperangkapnya cairan yang dapat menyebabkan terjadinya korosi.

c. Pengamplasan

Pengamplasan dilakukan untuk menghaluskan serta meratakan permukaan rangka dan hasil dari pendempulan.

d. Pelapisan

Langkah terakhir proses *finishing* adalah proses pengecatan. Pengecatan dilakukan untuk memperindah tampilan dari produk dalam

hal ini rangka mesin simulator CNC serta untuk melindungi produk dari bahaya korosi. Pengecatan dilakukan dalam dua proses yaitu pengecatan dengan cat *epoxy filler* sebagai cat dasar yang diteruskan dengan pengamplasan dengan ampas yang halus. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pengecatan dengan cat besi sebanyak dua lapisan cat.

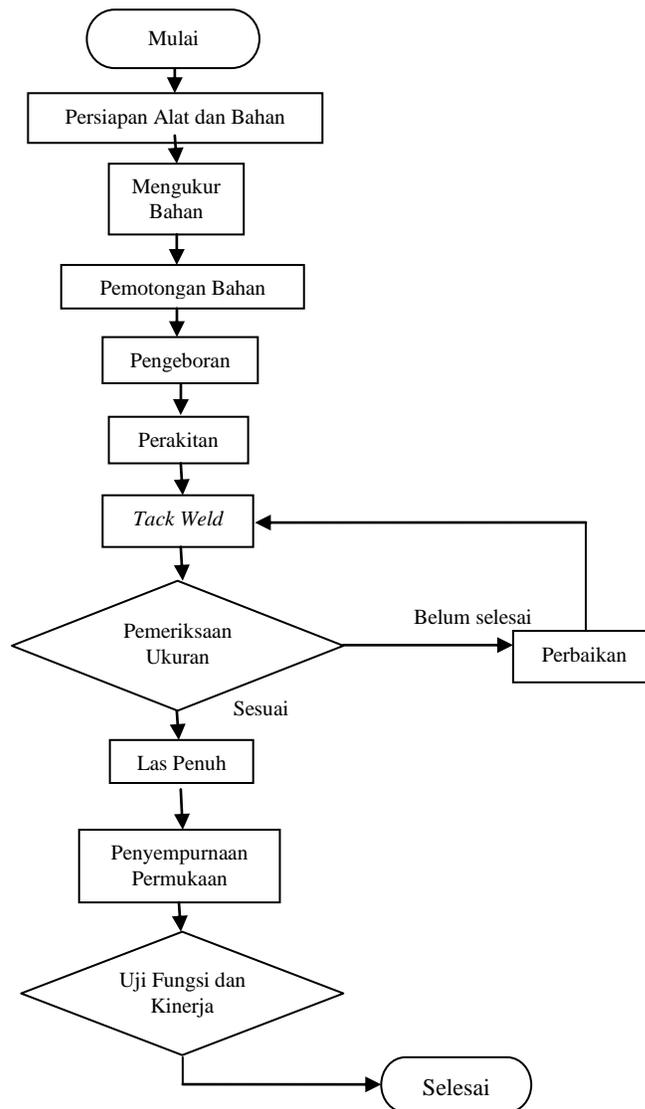
## **5. Proses Penyesuaian Dengan Komponen Lain Atau Uji Fungsi**

Penyesuaian dengan komponen lain biasa disebut juga dengan uji fungsi. Hal ini dilakukan berguna untuk membuktikan apakah komponen pendukung mesin simulator CNC lainnya dapat dipasang pada rangka yang telah dibuat. Cara-cara pengujian tersebut ialah dengan memasang seluruh komponen mesin pada rangka. Jika semua komponen dapat terpasang dengan baik berarti rangka yang dibuat telah memenuhi atau sempurna sesuai dengan yang diinginkan.

**BAB IV**  
**PROSES PEMBUATAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Diagram alir Proses Pembuatan Rangka Mesin Simulator CNC**

Diagram alir proses pembuatan rangka mesin simulator CNC dapat dilihat pada :



Gambar 16. Diagram alir proses pembuatan rangka mesin

Proses pembuatan Rangka Mesin Simulator CNC ini melalui

beberapa langkah. Langkah – langkah yang dimaksud yaitu :

- 1) Proses penandaan bahan
- 2) Proses pemotongan bahan
- 3) Proses pengeboran
- 4) Proses perakitan bahan
- 5) Proses penyempurnaan permukaan
- 6) Proses penyesuaian dengan komponen lain atau uji fungsi

#### 1. Proses penandaan bahan

Proses penandaan bahan untuk menandai ukuran bahan yang akan dipotong. Dalam pembuatan rangka mesin simulator CNC proses menandai bahan dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Penandaan ukuran pemotongan bahan untuk pembuatan rangka atas
- 2) Penandaan ukuran pemotongan bahan untuk pembuatan kaki rangka
- 3) Penandaan ukuran pemotongan bahan untuk pembuatan rangka penyambung kaki

4) Penandaan ukuran pemotongan bahan untuk pembuatan dudukan  
*linier*

a. Penandaan ukuran pemotongan untuk pembuatan rangka atas

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan rangka atas ialah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 900 mm dengan kedua ujung bahan bersudut 45° sebanyak 2 batang dan besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 670 yang kedua ujung bahan juga bersudut 45° sebanyak 2 batang. Hal yang dilakukan untuk memperoleh bahan dengan ketentuan ukuran tersebut, maka dilakukan pengukuran bahan sepanjang ukuran yang ditentukan kemudian buat garis menggunakan penggores. Untuk menentukan sudut 45° menggunakan penggaris siku dengan menggunakan sudut yang ada pada pegangan penggaris. Garis yang telah dibuat pada bahan tersebut digunakan untuk acuan pemotongan.

b. Penandaan ukuran pemotongan untuk pembuatan kaki rangka

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan kaki rangka adalah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 760 mm sebanyak 4 batang. Hal yang dilakukan untuk memperoleh bahan dengan ketentuan ukuran tersebut, maka dilakukan pengukuran bahan sepanjang ukuran yang ditentukan kemudian buat garis menggunakan penggores.

c. Penandaan ukuran pemotongn untuk pembuatan rangka penyambung kaki

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan rangka penyambung kaki adalah besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 590 mm sebanyak 2 batang, dan besi pipa *stall* kotak dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 820 mm. Hal yang dilakukan untuk memperoleh bahan dengan ketentuan ukuran tersebut, maka dilakukan pengukuran bahan sepanjang ukuran yang ditentukan kemudian buat garis menggunakan penggores. Garis yang telah dibuat pada bahan tersebut digunakan untuk acuan pemotongan.

d. Penandaan ukuran pemotongan untuk pembuatan dudukan *linier*

Bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan dudukan *linier* adalah besi pipa *stall* dengan ukuran (40x40x2 mm) panjang 670 mm sebanyak 2 batang. Hal yang dilakukan untuk memperoleh bahan dengan ketentuan ukuran tersebut, maka dilakukan pengukuran bahan sepanjang ukuran yang ditentukan kemudian buat garis menggunakan penggores. Garis yang telah dibuat pada bahan tersebut digunakan untuk acuan pemotongan.

2. Proses pemotongan bahan

Setelah dilakukan penandaan terhadap bahan, barulah pengerjaan pemotongan dilakukan. Pemotongan pada pembuatan mesin simulator CNC

ini menggunakan mesin gerinda potong. Hal ini dikarenakan lebih menghemat waktu dan lebih mudah dalam pengerjaannya.

Langkah–langkah pemotongan bahan untuk pembuatan komponen rangka mesin ini adalah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin gerinda potong
- 2) Siapkan bahan yang sudah diberi tanda (ukuran)
- 3) Tempatkan bahan pada ragum dan posisikan sesuai penandaan
- 4) Kencangkan ulir penekan
- 5) Lakukan pemotongan bahan sesuai penandaan
- 6) Jika pemotongan bersudut maka setel sudut kemiringan pada ragum gerinda potong

### 3. Proses pengeboran

Proses pengeboran dilakukan guna mendapatkan lubang-lubang dengan diameter yang diinginkan. Pembuatan lubang dilakukan pada rangka atas dengan diameter lubang 10 mm sebagai tempat baut untuk perakitan komponen dengan dudukan *linier* dengan jumlah 2 lubang pada setiap batang dudukan, pengeboran ini juga dilakukan pada batang rangka atas sebanyak 2 lubang yang nantinya akan disambungkan dengan dudukan *linier*. Proses pengeboran ini dilakukan sebelum proses perakitan rangka dilakukan dengan menggunakan mesin bor duduk.

Tahapan proses pengeboran pada proses pembuatan rangka mesin simulator CNC adalah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin serta alat
- 2) Siapkan mata bor  $\varnothing 4$  mm,  $\varnothing 7$  mm, dan  $\varnothing 10$  mm
- 3) Tandai bagian yang akan dibor dengan menggunakan penitik pusat
- 4) Pasang mata bor  $\varnothing 4$  mm dan lakukan pengeboran pada batang rangka atas dan pada rangka dudukan landasan *linier* sebanyak 2 buah lubang pada setiap batangnya
- 5) Ganti mata bor  $\varnothing 4$  mm dengan mata bor  $\varnothing 7$  mm
- 6) Luaskan lubang hasil boran  $\varnothing 7$  mm dengan menggunakan mata bor  $\varnothing 10$  mm

#### 4. Proses perakitan rangka

Dalam hal ini, perakitan komponen-komponen rangka dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arch Welding*) atau yang biasa disebut dengan las busur listrik. Elektroda yang digunakan dalam pengelasan ini yaitu menggunakan jenis RD-460 dengan ukuran  $\varnothing 2,6 \times 350$  mm.

Pengelasan pada proses pembuatan rangka mesin simulator CNC dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

- 1) Pengelasan rangka atas
- 2) Pengelasan rangka kaki

- 3) Pengelasan rangka penyambung kaki
- 4) Pengelasan dudukan *linier* dengan rangka

a. Pengelasan rangka atas

Dari hasil pemotongan untuk pembuatan rangka atas maka dihasilkan bahan-bahan yang siap dirakit dengan menggunakan mesin las busur listrik. Sebelum melakukan pengelasan berikan kelonggaran atau *clearance* sebesar 0,1 mm pada setiap ujung bahan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin las busur listrik beserta perlengkapannya
- 2) Atur arus sebesar 60 *ampere*
- 3) Gunakan elektroda dengan diameter 2,6 mm
- 4) Tack weld atau las titik pada setiap penyambungan
- 5) Ukur kesikuannya menggunakan mistar siku
- 6) Ukur kembali kesesuaian ukuran dengan gambar kerja
- 7) Beri penguat antar batang
- 8) Las penuh dengan cara menyilang atau bertahap

b. Pengelasan rangka kaki

Beri *clearance* sebesar 0,1 mm pada setiap ujung bahan dari hasil pemotongan untuk pembuatan rangka kaki dengan menggunakan mesin gerinda tangan.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan mesin las busur listrik beserta perlengkapannya
- 2) Atur arus sebesar 60 *ampere*
- 3) Gunakan elektroda dengan diameter 2,6 mm
- 4) *Tack weld* atau las titik pada setiap penyambungan
- 5) Ukur kesikuannya menggunakan mistar siku
- 6) Ukur kembali kesesuaian ukuran dengan gambar kerja
- 7) Beri penguat pada setiap batang
- 8) Las penuh dengan cara menyilang atau bertahap

c. Pengelasan rangka penyambung kaki

Pengelasan rangka penyambung kaki dilakukan setelah rangka atas dan kaki selesai. Karena rangka penyambung kaki merupakan sebuah penyambung kaki rangka yang bertujuan untuk menguatkan kaki-kaki rangka.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Ukur jarak antara rangka atas dan rangka penyambung kaki

- 2) Las titik atau *tack weld* ujung rangka penyambung kaki dengan rangka kaki
- 3) Cek kesikuan dari penyambung kaki
- 4) Cek kesesuaian ukuran dengan gambar kerja
- 5) Beri penguat antar batang rangka
- 6) Las penuh dengan cara menyilang atau secara bertahap

d. Pengelasan dudukan *linier*

Pengelasan dudukan *linier* dilakukan setelah rangka selesai. Dudukan *linier* merupakan landasan bagi *linier GUIDEWAY*. Dudukan *linier* ini akan menopang *linier* pada saat mesin dirakit.

Tahapan pengelasannya ialah sebagai berikut :

- 1) Ukur jarak dudukan liner dengan tepi rangka atas.
- 2) *Tack weld* dudukan *linier* dengan rangka.
- 3) Cek kesikuan serta kerataan dari dudukan landasan *linier*.
- 4) Lakukan las penuh dudukan *linier* dengan rangka secara menyilang atau bertahap.

5. Proses penyempurnaan permukaan

Proses penyempurnaan permukaan dilakukan guna menghilangkan bahan-bahan yang berlebih atau tidak rata. Proses penyelesaian permukaan tersebut dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

a. Penggerindaan

Selain digunakan sebagai alat potong, gerinda juga bisa digunakan sebagai alat perata permukaan benda yang disebabkan akibat pemotongan yang tidak sempurna. Pemotongan-pemotongan yang tidak sempurna itulah yang menghasilkan suatu beram atau ceceran benda kerja yang berlebih. Beram tersebut haruslah dihilangkan agar tidak melukai pekerja dan juga bisa memaksimalkan ukuran benda kerja yang dihasilkan.

Penggerindaan dalam pembuatan rangka mesin simulator CNC dilakukan pada saat benda kerja selesai dipotong, dibor, dan dilas, dengan tujuan menghilangkan beram yang melekat dari hasil pemotongan dan pengeboran, serta menghaluskan hasil las yang tidak rata.

b. Pengamplasan

Pengamplasan merupakan proses untuk menghaluskan permukaan benda dan untuk menghilangkan karat yang menempel pada permukaan produk yang telah dibuat. Pengamplasan dilakukan setelah rangka terakit, dengan tujuan untuk menghilangkan karat sebelum rangka mengalami proses pengecatan. Amplas yang digunakan yaitu berukuran 400.

Tahapan pengamplasan pada rangka mesin roll ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan amplas berukuran 400
- 2) Amplas seluruh bagian rangka
- 3) Bersihkan hasil amblasan dengan air dan lap

c. Pendempulan

Proses pendempulan ini dilakukan untuk menambal bagian rangka yang berlubang atau hasil pengelasan dan penggerindaan yang kurang sempurna. Dalam melakukan pendempulan haruslah seimbang dalam mencampur dempul dengan *hardener*. *Hardener* merupakan campuran dempul yang berfungsi sebagai pengeras. Proses pendempulan rangka mesin simulator ini juga membutuhkan amplas untuk meratakan dempul setelah kering. Pengamplasan sebaiknya menggunakan air.

Tahapan pendempulan pada rangka mesin simulator CNC adalah sebagai berikut :

- 1) Siapkan dempul
- 2) Siapkan amplas 400
- 3) Campur dempul dengan *hardener* dengan perbandingan 1 banding 1
- 4) Dempul bagian yang perlu didempul dan tunggu sampai kering
- 5) Amplas permukaan rangka yang telah didempul sampai rata dan gunakan air pada saat proses pengamplasan.

#### d. Pengecatan

Proses pengecatan merupakan proses terakhir dalam pembuatan rangka mesin simulator. Proses ini dilakukan untuk melapisi permukaan benda agar terhindar dari korosi dan terlihat lebih indah. Pengecatan dilakukan dua kali yaitu yang pertama adalah pengecatan dasar dan yang kedua adalah pengecatan warna. Cat yang digunakan ialah cat dengan merk isamo dengan campuran tiner. Pengecatan tersebut dilakukan dengan menggunakan *spray gun* dengan bantuan kompresor sebagai sumber udara penekan.

Tahapan pengecatan pada rangka mesin roll ialah sebagai berikut :

- 1) Siapkan kompresor udara, *spray gun*, cat dasar, cat warna, dan tiner
- 2) Bersihkan rangka terlebih dahulu dengan air dan keringkan
- 3) Campur tiner secukupnya dengan cat dasar dalam botol kosong sebelum dimasukkan ke dalam *spray gun*
- 4) Lakukan penyetelan penyemprotan
- 5) Lakukan pengecatan dasar
- 6) Pengecatan dilakukan dari sisi-sisi rangka kemudian dilanjutkan dari atas ke bawah dan tunggu sampai kering
- 7) Bersihkan *spray gun* dengan menggunakan tiner
- 8) Campur cat warna dengan tiner dalam *sepray gun*
- 9) Lakukan penyetelan penyemprotan

10) Lakukan pengecatan

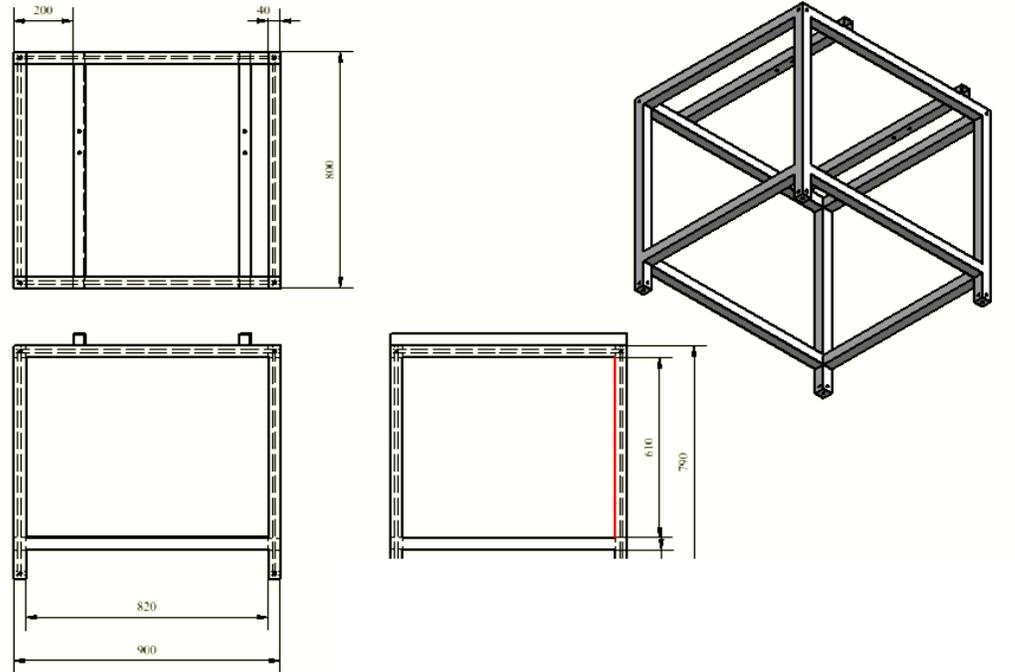
11) Pengecatan dilakukan dari sisi-sisi rangka kemudian dilanjutkan dari atas ke bawah dan tunggu sampai kering

6. Proses penyesuaian dengan komponen lain atau uji fungsi

Penyesuaian dengan komponen lain biasa disebut juga dengan uji fungsi. Hal ini dilakukan guna membuktikan apakah komponen pendukung mesin simulator CNC lainnya dapat dipasang pada rangka yang telah dibuat. Cara-cara pengujian tersebut ialah dengan memasang seluruh komponen mesin pada rangka. Jika semua komponen dapat terpasang dengan baik berarti rangka yang dibuat telah memenuhi atau sempurna sesuai dengan yang diinginkan.

## B. Visualisasi Proses Pembuatan Rangka

### 1. Identifikasi Gambar Kerja



Gambar 17. Gambar rangka meja mesin simulator bubut CNC

### Rangka meja mesin simulator bubut CNC

#### 1) Ukuran

a. Panjang = 900 mm

b. Lebar = 670 mm

c. Tinggi = 800 mm

2) Bahan = Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm)

## 2. Mesin yang digunakan

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah :

- a. Mesin Las Listrik
- b. Mesin Bor
- c. Mesin Gerinda Potong
- d. Gerinda Tangan
- e. Kompresor Udara

## 3. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan rangka meliputi :

| a. Alat ukur         | b. Alat Bantu         |
|----------------------|-----------------------|
| 1) Mistar Baja       | 1) Penitik            |
| 2) <i>Roll Meter</i> | 2) <i>Pliers</i>      |
| 3) Penggaris Siku    | 3) Ragum              |
|                      | 4) Kikir              |
|                      | 5) Ampelas            |
|                      | 6) Pistol Semprot Cat |

#### 4. Perencanaan Pemotongan (*Cutting Plan*)

Langkah pertama dalam melakukan pembuatan rangka mesin simulator bubut CNC adalah perencanaan pemotongan dan pengukuran bahan yang akan dipotong. Perencanaan pemotongan bahan merupakan cara pemotongan bahan agar meminimalkan jumlah sisa bahan yang terbuang selama pemotongan berlangsung yang berarti menghemat penggunaan bahan.

Dalam pembuatan rencana pemotongan bahan, didasarkan pada identifikasi kebutuhan bahan untuk pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC. Kebutuhan bahan yang digunakan dalam pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah:

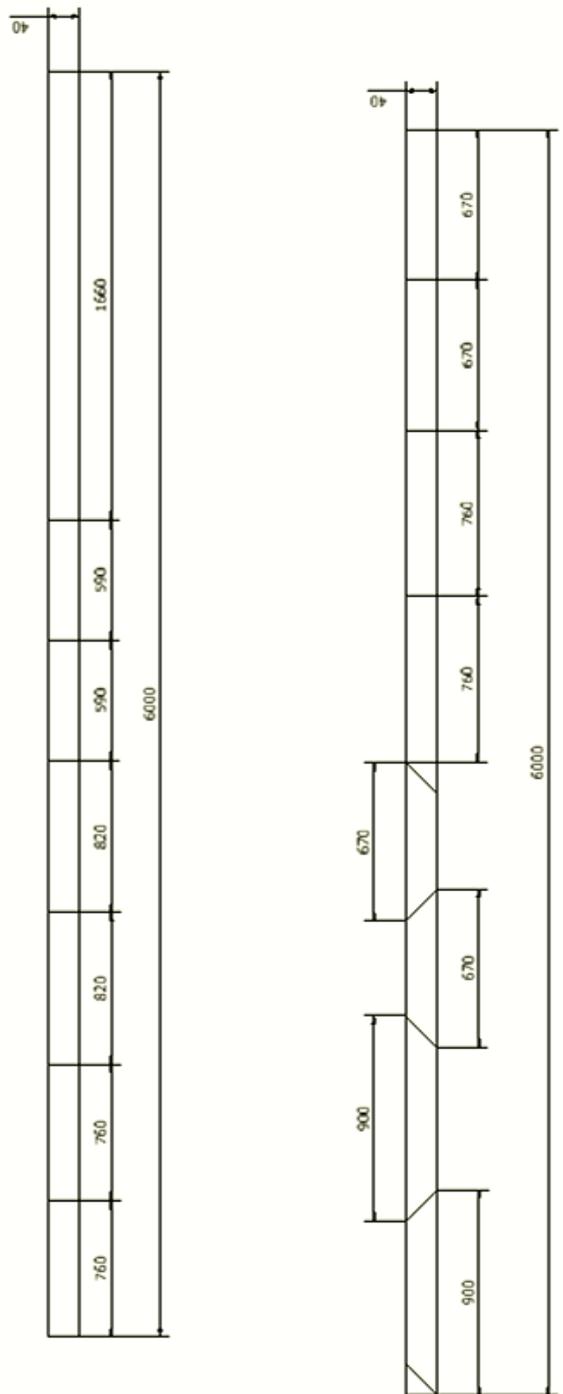
- a. Kebutuhan bahan untuk rangka meja mesin simulator bubut CNC.
  - 1) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 900 mm dengan kedua ujung dibuat sudut  $45^0$  sebanyak 2 batang (koponen rangka atas).
  - 2) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan pajang 670 mm dengan kedua ujung dibuat sudut  $45^0$  sebanyak 2 batang (komponen rangka atas).
  - 3) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 760 mm sebanyak 4 batang (komponen kaki rangka).

- 4) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 670 mm sebanyak 2 batang (komponen landasan linier).
- 5) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 820 mm sebanyak 2 batang (komponen penyambung kaki).
- 6) Pipa stall kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 590 mm sebanyak 2 batang (komponen penyambung kaki).

Setelah mengidentifikasi kebutuhan bahan yang dibutuhkan, maka kita dapat membuat perencanaan pemotongan sesuai dengan ukuran bahan baku yang ada. Adapun ukuran bahan baku yang digunakan adalah pipa stall 6000 mm sebanyak 2 batang.

#### Tindak Keselamatan

- a. Memakai pakaian kerja (*wear pack*).
- b. Menggunakan alat atau mesin sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.
- c. Pada saat mengelas gunakanlah alat keselamatan kerja seperti sarung tangan las dan kaca mata las.
- d. Pada saat menggerinda gunakanlah kaca mata dan masker.
- e. Pada saat melakukan pengeboran menggunakan mesin bor radial, jepitlah benda kerja dengan ragum, dan pastikan ragum menjepit benda kerja dengan sekuat mungkin sehingga pada saat pengeboran benda kerja tidak lepas atau terlempar.

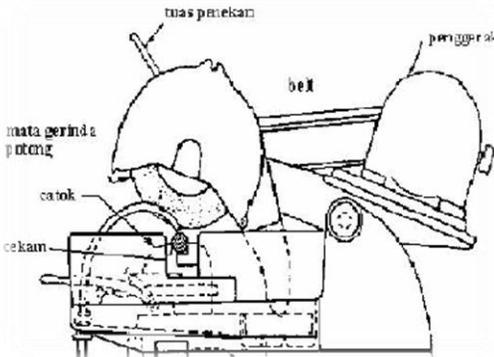
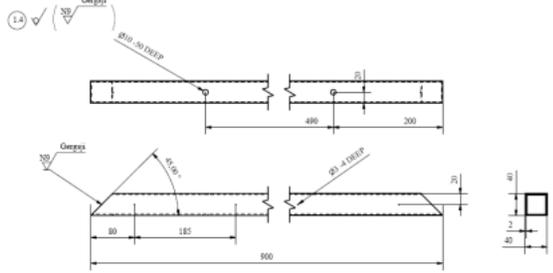


Gambar 18. *Cutting Plan*

## 5. Langkah Kerja Proses Pembuatan Rangka

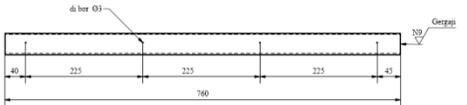
Langkah kerja proses pembuatan mesin simulator bubut CNC dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 6. Proses pemotongan.

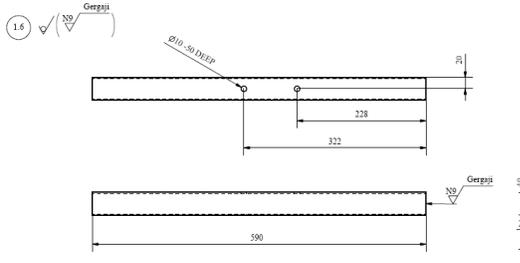
| NO | Gambar Proses   | Alat   | Keterangan   |
|----|---|--|--|
| 1  | <p>a. gambar proses pengerjaan</p>  <p>b. gambar hasil pengerjaan</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Roll</i> meter</li> <li>➤ siku</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Gerinda potong</li> <li>➤ Gerinda tangan</li> </ul> | <p>1) Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan <i>roll meter</i> yaitu 900 mm sebanyak 2 batang.</p> <p>2) Tandai benda yang telah diukur dengan menggunakan penggores.</p> <p>3) Jepit benda kerja dengan menggunakan</p> |

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| Lanjutan Tabel 6 |  |  | <p>ragum serta<br/>atur sudut<br/>pemotongan<br/>menjadi 45°.</p> <p>4) Potong benda<br/>kerja sesuai<br/>garis yang<br/>telah dibuat<br/>sebelumnya<br/>dengan<br/>menggunakan<br/>mesin gerinda<br/>potong.</p> <p>5) Rapikan hasil<br/>pemotongan<br/>yang masih<br/>kasar dengan<br/>menggunakan<br/>mesin gerinda<br/>tangan.</p> |
|                  |  |  |  |

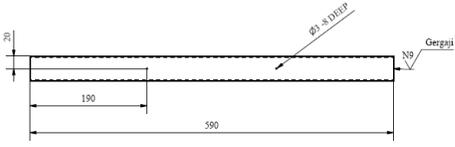
| Lanjutan tabel 6 |                                |   |  |
|------------------|--------------------------------|---|--|
| 2                | <p>Gambar hasil pengerjaan</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Roll meter</li> <li>➤ siku</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Gerinda potong</li> <li>➤ Gerinda tangan</li> </ul> | <p>1)Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan roll meter yaitu 670 mm sebanyak 2 batang.</p> <p>2) Tandai benda yang telah diukur dengan menggunakan penggores.</p> <p>3) Jepit benda kerja dengan menggunakan ragum serta atur sudut pemotongan</p> |

|                  |  |  |   |
|------------------|--|--|---|
| Lanjutan tabel 6 |  |  | <p>menjadi 45°.</p> <p>4) Potong benda kerja sesuai garis yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan mesin gerinda potong.</p> <p>5)Rapikan hasil pemotongan yang masih kasar dengan menggunakan mesin gerinda tangan.</p> |
| 3                | <p>Gambar hasil pengerjaan</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Roll meter</li> <li>➤ Siku</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Gerinda</li> </ul> | <p>1)Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan</p>   |

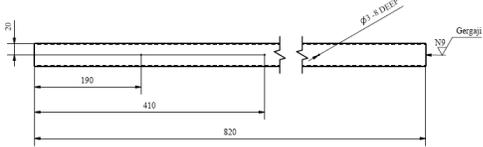
|                         |                                       |   |
|-------------------------|---------------------------------------|---|
| <p>Lanjutan tabel 6</p> | <p>potong</p> <p>➤ Gerinda tangan</p> | <p><i>roll meter</i></p> <p>yaitu 760 mm sebanyak 4 buah.</p> <p>2) Tandai benda yang telah diukur dengan menggunakan penggores.</p> <p>3) Jepit benda kerja dengan menggunakan menggunakan ragum serta atur sudut pemotongan menjadi 90°.</p> <p>4) Potong benda kerja sesuai garis yang telah dibuat sebelumnya</p> |
|-------------------------|---------------------------------------|---|

|                  |   |  |  |
|------------------|---|--|--|
| Lanjutan tabel 6 |   |  | <p>dengan menggunakan mesin gerinda potong.</p> <p>5) Rapikan hasil pemotongan yang masih kasar dengan menggunakan mesin gerinda tangan.</p> |
| 4                | <p>Gambar hasil pengerjaan</p>  <p>The drawing shows a shaft with a total length of 590 mm. A section of 322 mm is marked, with a diameter of <math>\varnothing 10 - 50 \text{ STEP}</math>. A detail view shows a diameter of 10 mm, a length of 40 mm, and a chamfered end with a 2 mm radius. Surface finish symbols include a circular symbol with '1.6' and a 'Gergasi' symbol.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Roll meter</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Ragum</li> <li>➤ Gerinda potong</li> <li>➤ Siku</li> <li>➤ Gerinda tangan</li> </ul> | <p>1)Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan <i>roll meter</i> yaitu 590 mm sebanyak 2 buah.</p> <p>2) Tandai benda yang telah</p>  |

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| Lanjutan tabel 6 |  | <p>diukur dengan menggunakan penggores.</p> <p>3) Jepit benda kerja dengan menggunakan ragum serta atur sudut pemotongan menjadi 90°.</p> <p>4) Potong benda kerja sesuai garis yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan mesin gerinda potong.</p> <p>5) Rapikan hasil pemotongan</p> |
|------------------|--|--|

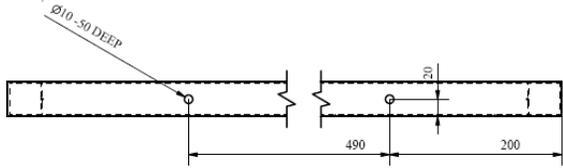
|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | Lanjutan tabel 6   |   | yang masih kasar dengan menggunakan mesin gerinda tangan.   |
| 5 | <p>Gambar hasil pengerjaan</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Roll meter</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Siku</li> <li>➤ Gerinda potong</li> <li>➤ Gerinda tangan</li> </ul> | <p>1)Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan mistar baja yaitu 590 mm sebanyak 2 buah.</p> <p>2) Tandai benda yang telah diukur dengan menggunakan penggores.</p> <p>3) Jepit benda kerja dengan menggunakan</p> |

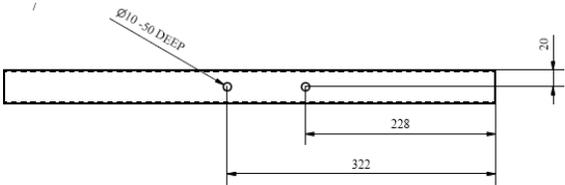
|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Lanjutan tabel 6 |  | <p>ragum serta<br/>atur sudut<br/>pemotongan<br/>menjadi 90°.</p> <p>4) Potong benda<br/>kerja sesuai<br/>garis yang<br/>telah dibuat<br/>sebelumnya<br/>dengan<br/>menggunakan<br/>mesin gerinda<br/>potong.</p> <p>Rapikan hasil<br/>pemotongan<br/>yang masih<br/>kasar dengan<br/>menggunakan<br/>mesin gerinda<br/>tangan.</p> |
|------------------|--|---|

| Lanjutan tabel 6 |  |  |
|------------------|--|--|
| 6                | <p>Gambar hasil pengerjaan</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Roll meter</li> <li>➤ Penggores</li> <li>➤ Siku</li> <li>➤ Gerinda potong</li> <li>➤ Gerinda tangan</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ukur benda kerja sesuai gambar kerja menggunakan mistar baja yaitu 820 sebanyak 2 buah.</li> <li>2) Tandai benda yang telah diukur dengan menggunakan penggores.</li> <li>3) Jepit benda kerja menggunakan ragum serta atur sudut pemotongna menjadi 90<sup>0</sup></li> </ol> |

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| Lanjutan tabel 6 |  | 4) Potong benda kerja sesuai garis yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan mesin gerinda potong.<br>5) Rapihan hasil pemotongan yang masih kasar dengan menggunakan gerinda tangan |
|------------------|--|--|

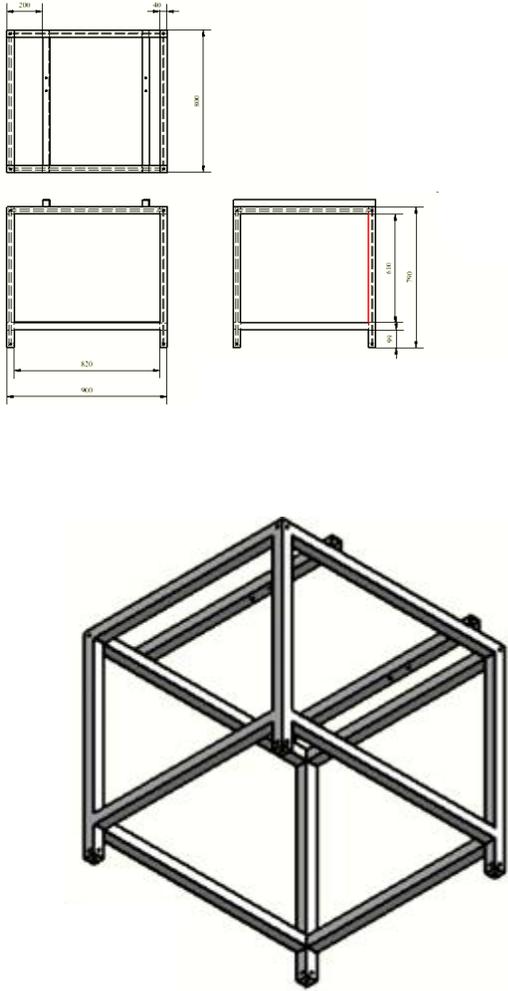
Tabel 7. Proses Pengeboran

| No | Gambar proses pengerjaan  | Alat   | Keterangan  |
|----|---|--|---|
| 1  | <p>a. Gambar proses pengerjaan</p>  <p>b. Gambar hasil</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mesin Bor</li> <li>➤ Ragum</li> <li>➤ Kunci Chuck</li> <li>➤ Mata Bor <math>\text{Ø} 3, \text{Ø} 7, \text{Ø} 10 \text{ mm.}</math></li> <li>➤ Penitik</li> <li>➤ Palu Besi</li> </ul> | <p>1) Lukis pipa <i>stall</i> kotak yang akan dibor, kemudian tandai bagian yang akan dibor dengan penitik.</p> <p>2) Gunakan mesin bor meja dan mata bor yang digunakan <math>\text{Ø} 3, \text{Ø} 7, \text{Ø} 10 \text{ mm.}</math></p> <p>3) Putaran mesin bor yang dipakai sebesar 870 rpm.</p> <p>4) Jepit pipa <i>stall</i> kotak pada ragum (rangka atas) kemudian</p> |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   | Lanjutan tabel 7   |   | <p>lakukan pengeboran plat siku untuk dudukan rumah bantalan luncur sebanyak 2 buah lubang pada kedua plat siku.</p>   |
| 2 | <p>Gambar hasil pengerjaan</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mesin Bor</li> <li>➤ Ragum</li> <li>➤ Kunci Chuck</li> <li>➤ Mata Bor <math>\text{Ø } 3, \text{Ø } 7, \text{Ø } 10 \text{ mm.}</math></li> <li>➤ Penitik</li> <li>➤ Palu Besi</li> </ul> | <p>1) Lukis pipa <i>stall</i> kotak yang akan dibor, kemudian tandai bagian yang akan dibor dengan penitik.</p> <p>2) Gunakan mesin bor meja dan mata bor yang digunakan <math>\text{Ø } 3, \text{Ø } 7, \text{Ø } 10 \text{ mm.}</math></p> |

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| Lanjutan tabel 7 |  | <p>3) Putaran mesin bor yang dipakai sebesar 870 rpm.</p> <p>4) Jepit pipa <i>stall</i> kotak pada ragam (landasan <i>linier</i>) kemudian lakukan pengeboran plat siku untuk dudukan rumah bantalan luncur sebanyak 2 buah lubang pada kedua plat siku.</p> |
|------------------|--|--|

Tabel 8. Proses perakitan

| No | Gambar proses pengerjaan  | Alat  | Keterangan  |
|----|---|---|---|
| 1  | <p data-bbox="362 426 602 457">a. Gambar kerja</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1016 426 1182 506">➤ Mesin Las Listrik</li> <li data-bbox="1016 531 1105 562">➤ Siku</li> <li data-bbox="1016 588 1182 619">➤ <i>Roll</i> meter</li> <li data-bbox="1016 644 1182 676">➤ Palu terak</li> <li data-bbox="1016 701 1182 732">➤ Penggores</li> <li data-bbox="1016 758 1182 840">➤ Sarung tangan las</li> <li data-bbox="1016 865 1182 999">➤ Kunci ring atau pas ukuran 14</li> </ul> | <p data-bbox="1248 426 1459 506">1) Rakit rangka atas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1281 531 1459 837">➤ Las titik atau <i>tack well</i> pada ujung batang rangka.</li> <li data-bbox="1281 863 1459 945">➤ Ukur kesikuan.</li> <li data-bbox="1281 970 1459 1440">➤ Ukur dengan <i>roll</i> meter apa ukurannya sudah tepat apa belum.</li> <li data-bbox="1281 1465 1459 1822">➤ Pasang penguat sambungan agar pada saat dilas penuh</li> </ul> |

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| Lanjutan tabel 8 |  | <p>kesikuan tidak berubah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las penuh sambungan secara menyilang.</li> </ul> <p>2) Rakit rangka atas dengan kaki-kaki rangka.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las titik atau <i>tack well</i> pada ujung batang rangka.</li> <li>➤ Ukur kesikuan.</li> <li>➤ Ukur dengan <i>roll meter</i> apa ukurannya sudah a sudah</li> </ul> |
|------------------|--|--|

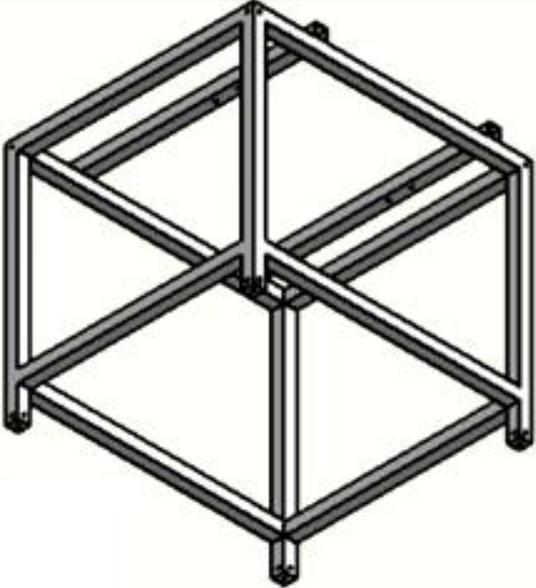
|  |                  |   |
|--|------------------|---|
|  | Lanjutan tabel 8 | <p>tepat apa belum.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pasang penguat sambungan agar pada saat dilas penuh kesikuan tidak berubah.</li><li>➤ Las penuh sambungan secara menyilang.</li></ul> <p>3) Pasang penyambungan kaki-kaki.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Las titik atau <i>tack well</i> pada ujung batang rangka.</li><li>➤ Ukur</li></ul> |
|--|------------------|---|

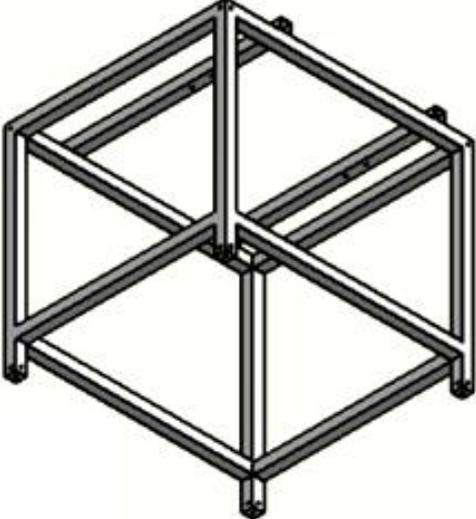
|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| Lanjutan tabel 8 |  | <p>kesikuan.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ukur dengan <i>roll</i> meter apa ukurannya sudah tepat apa belum.</li><li>➤ Pasang penguat sambungan agar pada saat dilas penuh kesikuan tidak berubah.</li><li>➤ Las penuh sambungan secara menyilang.</li></ul> <p>4) Pasang</p> |
|------------------|--|--|

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Lanjutan tabel 8 |  | <p>penyambun<br/>g kaki-kaki.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Las titik<br/>atau <i>tack</i><br/><i>well</i> pada<br/>ujung<br/>batang<br/>rangka.</li><li>➤ Ukur<br/>kesikuan.</li><li>➤ Ukur<br/>dengan<br/><i>roll</i><br/>meter<br/>apa<br/>ukuranny<br/>a sudah<br/>tepat apa<br/>belum.</li><li>➤ Pasang<br/>penguat<br/>sambung<br/>an agar<br/>pada saat<br/>dilas<br/>penuh<br/>kesikuan<br/>tidak</li></ul> |
|------------------|--|---|

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Lanjutan tabel 8 |  | berubah.<br>➤ Las penuh sambungan secara menyilang. |
|------------------|--|---|

Tabel 9. Proses *finishing* rangka dengan pelapisan cat

| No | Gambar proses pengerjaan   | Alat                             | Keterangan   |
|----|--|----------------------------------|--|
| 1  |  | ➤ Kompresor<br>➤ <i>Sray gun</i> | 1) Sebelum proses pelapisan dengan cat, lakukan proses pendempulan terlebih dahulu pada bagian sambungan, kemudian lakukan pengampelasan.<br>2) Setelah itu lakukan lapisan dasar pada permukaan rangka dengan campuran <i>epoxy</i> , |

|                  |  |  |   |
|------------------|--|--|---|
| Lanjutan tabel 9 |  |  | <p><i>hardener</i> dan <i>tinner</i>.</p> <p>3) Setelah proses pelapisan dasar selesai, permukaan dibersihkan kembali dengan ampelas air.</p>   |
| 2                |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kompresor</li> <li>➤ <i>Sray gun</i></li> </ul> | <p>1) Bersihkan permukaan yang akan dicat dari kotoran atau pun debu yang menempel sebelum proses pengecatan warna.</p> <p>2) Campur cat warna dengan <i>tinner</i>, kemudian atur tekanan udara untuk pengecatan.</p> <p>3) Lakukan pengecatan pada rangka dengan cat warna hitam.</p> |

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Lanjutan tabel 9 |  | 4) Setelah proses pengecatan selesai, hasil pengecatan dikeringkan di bawah sinar matahari. |
|------------------|--|---|

### C. Data Tentang Waktu Proses Pembuatan Rangka Mesin Simulator CNC

rangka meja mesin simulator bubut CNC terdiri dari bagian pemotongan dengan bahan pipa *stall* kotak dengan ukuran (40 x 40 x 2 mm) proses pengerjaannya menggunakan mesin gerinda potong. Perhitungan waktu proses pengerjaan rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah sebagai berikut:

#### 1. Waktu proses pengerjaan

##### a. Pemotongan bahan

Identifikasi pemotongan pada pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC dibagi menjadi 2 bagian yaitu pemotongan  $90^{\circ}$  sebanyak 20 potongan, memotong sudut  $45^{\circ}$  sebanyak 8 potongan, sebelum memotong  $45^{\circ}$  dilakukan pemotongan awal  $90^{\circ}$  sebanyak 8 potongan, hal ini bertujuan hasil potongan rata dan lurus pada ujung

potongan tersebut, penjelasan mengenai hasil identifikasi pemotongan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Spesifikasi perhitungan waktu pemotongan bahan

| No.                    | Jenis Pekerjaan                               | Waktu (menit) | Jumlah | $\Sigma$ waktu (menit) |
|------------------------|---|---------------|--------|------------------------|
| 1.                     | Pengukuran bahan                              | 2             | 14     | 28                     |
| 2.                     | Pemotongan bahan menjadi bagian-bagian rangka | 1             | 14     | 14                     |
| 3.                     | Melukis bagian-bagian rangka                  | 2             | 14     | 28                     |
| 4                      | Pemasangan benda kerja pada ragam             | 1             | 14     | 14                     |
| 5                      | Pemotongan bahan 90 °                         | 2             | 20     | 40                     |
| 6                      | Pemotongan bahan 45°                          | 2             | 8      | 16                     |
| 7                      | Perataan permukaan                            | 1             | 28     | 28                     |
| 8                      | Waktu <i>non produktif</i>                    | 15            | 1      | 15                     |
| Total waktu pemotongan |   |               |        | = 183 menit            |

b. Pengeboran bahan

1) Pengeboran lubang  $\varnothing$  3 mm

$$\begin{aligned} L &= l + 0,3d \\ &= 2 + (0,3 \times 3) \\ &= 3,9\text{mm} \end{aligned}$$

$$\text{Mata bor } \varnothing 3 \text{ mm. } n = \frac{30.1000}{\pi.3} = 3184.7 \text{ rpm}$$

Dalam mesin bor putaran yang sesuai adalah 3200 rpm, maka waktu pengeboran:

$$t_n = \frac{3,9}{0,1.3200} = 0,012 \text{ menit/lubang} \times 8 \text{ lubang } \varnothing 3 \text{ adalah } 0,096 \text{ menit}$$

Ditambah waktu perpindahan pengeboran antar lubang 1menit sebanyak 40 kali,  $17,2 + 8 \times 1 = 8,096$  menit.

2) Pengeboran lubang  $\varnothing$  7 mm.

$$\begin{aligned} L &= l + 0,3d \\ &= 2 + (0,3 \cdot 7) \\ &= 4,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Mata bor } \varnothing 7 \text{ mm. } n = \frac{30.1000}{\pi \cdot 7} = 1364,88 \text{ rpm}$$

Dalam mesin bor putaran yang sesuai adalah 1400 rpm, maka waktu pengeboran:

$$t_n = \frac{4,1}{0,14 \cdot 1400} = 2,09 \text{ menit/lubang} \times 8 \text{ lubang } \varnothing 7 \text{ adalah } 16,72 \text{ menit}$$

Ditambah waktu perpindahan pengeboran antar lubang 1 menit sebanyak 8 kali,  $16,72 + 8 \times 1 = 24,72$  menit.

3) Pengeboran lubang  $\varnothing$  10 mm.

$$\begin{aligned} L &= l + 0,3d \\ &= 2 + (0,3 \cdot 10) \\ &= 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Mata bor } \varnothing 10 \text{ mm. } n = \frac{30.1000}{\pi \cdot 5} = 1910,8 \text{ rpm}$$

Dalam mesin bor putaran yang sesuai adalah 2000 rpm, maka waktu pengeboran:

$$t_n = \frac{5}{0,18 \cdot 2000} = 1,39 \text{ menit/lubang} \times 8 \text{ lubang } \varnothing 10 \text{ adalah } 11,12 \text{ menit}$$

Ditambah waktu perpindahan pengeboran antar lubang 1 menit sebanyak 8 kali,  $11,12 + 8 \times 1 = 19,12$  menit.

Tabel 11. Perhitungan waktu menentukan titik pengeboran.

| No.                    | Jenis Pekerjaan                                    | Waktu (menit) | Jumlah | $\Sigma$ waktu (menit) |
|------------------------|--|---------------|--------|------------------------|
| 1                      | Membuat garis pada dudukan <i>linier</i>           | 2             | 4      | 8                      |
| 2                      | Membuat garis pada rangka atas depan dan belakang. | 2             | 4      | 8                      |
| Total waktu pengerjaan |  |               |        | = 16 menit             |

Tabel 12. Spesifikasi perhitungan waktu pengeboran.

| No.                    | Jenis Pekerjaan   | Waktu (menit) | Jumlah | $\Sigma$ Waktu (menit) |
|------------------------|---|---------------|--------|------------------------|
| 1.                     | Memasang benda kerja pada ragam   | 1             | 4      | 4                      |
| 2.                     | Memasang mata bor $\varnothing$ 3 mm, $\varnothing$ 7 dan $\varnothing$ 10 mm     | 1             | 3      | 3                      |
| 3.                     | Mengepaskan mata bor pada benda kerja   | 1             | 8      | 8                      |
| 4.                     | Proses pengeboran $\varnothing$ 3 mm  | 1             | 8      | 8                      |
| 5.                     | Proses pengeboran $\varnothing$ 7 mm  | 1             | 8      | 8                      |
| 6.                     | Proses pengeboran $\varnothing$ 10 mm   | 1             | 8      | 8                      |
| 7.                     | Melepaskan mata bor $\varnothing$ 3mm, $\varnothing$ 7 mm dan $\varnothing$ 10 mm | 1             | 3      | 3                      |
|                        | Waktu <i>non produktif</i>  | 15            | 1      | 15                     |
| Total waktu pengeboran |   |               |        | = 57 menit             |

### c. Pengelasan

Proses pengelasan rangka meja mesin simulator bubut CNC terbagi dalam 2 jenis penyambungan yaitu sambungan *tack weld* dan sambungan I. Pengelasan sambungan rangka meja mesin simlator bubut CNC dilakukan pada bagian dalam rangka mesin. Adapun spesifikasi waktu pengelasan dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Spesifikasi perhitungan waktu pengelasan.

| No.                    | Jenis Pekerjaan                    | Waktu (menit) | Jumlah | $\Sigma$ waktu (menit) |
|------------------------|------------------------------------|---------------|--------|------------------------|
| 1.                     | Persiapan alat dan bahan           | 15            | 1      | 15                     |
| 2.                     | Pengaturan mesin las               | 10            | 1      | 10                     |
| 3.                     | Pengaturan benda kerja             | 15            | 12     | 180                    |
| 4.                     | Pengelasan <i>tack weld</i>        | 1             | 60     | 60                     |
| 5.                     | Pengelasan datar                   | 1             | 60     | 60                     |
| 6                      | Waktu <i>non produktif</i> lainnya | 15            | -      | 15                     |
| Total waktu pengelasan |                                    |               |        | = 340menit             |

d. Proses *finishing*

Langkah terakhir dalam pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah *finishing*, proses *finishing* pada dasarnya merupakan suatu proses yang bertujuan untuk melindungi bahan dari pengaruh udara luar. Proses *finishing* rangka meja mesin ini meliputi pelapisan dengan menggunakan cat. Adapun spesifikasi waktu *finishing* dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Spesifikasi perhitungan waktu *finishing*.

| No.                          | Jenis Pekerjaan                           | Waktu (menit) | Jumlah | $\Sigma$ waktu (menit) |
|------------------------------|---|---------------|--------|------------------------|
| 1.                           | Persiapan alat dan bahan                  | 15            | 1      | 15                     |
| 2.                           | Gerinda                                   | 3             | 48     | 144                    |
| 3.                           | Dempul                                    | 3             | 48     | 144                    |
| 4.                           | Menghaluskan permukaan                    | 2             | 48     | 96                     |
| 5.                           | Pengaturan kompresor dan <i>spray gun</i> | 5             | 2      | 10                     |
| 6.                           | Pengecatan                                | 60            | 2      | 120                    |
| 7                            | Waktu <i>non produktif</i> lainnya        | 15            | -      | 15                     |
| Total waktu <i>finishing</i> |   |               |        | = 544 menit            |

## 2. Total waktu pembuatan rangka

Total waktu yang digunakan untuk pembuatan rangka adalah

$$= 183 + 16 + 57 + 340 + 544$$

$$= 1140 \text{ menit}$$

$$= 19 \text{ jam}$$

### **D. Uji Fungsi Fungsional Rangka**

Untuk mengetahui kesesuaian produk yang telah dibuat dengan komponen lainnya, maka diperlukan sebuah pengujian fungsional. Dari hasil uji fungsional rangka mesin simulatot CNC di peroleh data-data sebagai berikut :

1. Rangka mampu menopang dan menahan beban yang yang diberikan oleh komponen lainnya.
2. Pemasangan komponen mesin lain terhadap rangka bisa sesuai, seperti misalnya lubang-lubang untuk baut pengunci *linier*.
3. Meskipun rangka mesin simulator CNC sedikit kurang maksimal, tapi itu tidak mempengaruhi kinerja dari komponen mesin lainnya.

## E. Uji Kinerja Rangka

Uji rangka dibedakan menjadi tiga pengujian yaitu :

a. Pengujian Ukuran.

Pengujian ukuran ini bertujuan untuk mengetahui bahwa ukuran rangka sesuai dengan gambar kerja atau belum. Saat pengujian ini ada beberapa komponen rangka yang tidak sesuai dengan ukuran yang ditentukan oleh gambar kerja dikarenakan adanya kekurangan telitian pada saat proses pemotongan dan pengelasan.

b. Pengujian Fungsi

Setelah melakukan pengujian dimensi, langkah selanjutnya pengujian fungsi rangka mesin. Dalam pengujian rangka mesin simulator CNC, dapat disimpulkan bahwa rangka mampu menahan beban yang menyimpannya dan komponen mesin lainnya pun juga dapat terpasang pada angka dengan baik.

c. Pengujian Unjuk Kerja

Dari pengujian unjuk kerja didapatkan hasil yaitu kekurangan pada rangka tidak mempengaruhi berjalannya komponen lain dan hasil produksi dari mesin. Meskipun kaki rangka kurang rata, namun rangka tidak bergetar dan mampu menahan beban yang dihasilkan dari komponen mesin lain. Rangka juga mampu menahan gaya-gaya yang dihasilkan pada saat mesin beroperasi.

## F. Pembahasan

Proses pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC ini menggunakan pipa *stall* kotak dengan ukuran (40mm x 40mm x 2mm). Ukuran total alat ini adalah dengan panjang 900 mm, lebar 670 mm dan tinggi 800 mm.

Proses pembuatan rangka meja mesin tidak luput dari permasalahan, atau kesulitan yang dihadapi pada waktu proses pembuatan. Beberapa permasalahan yang dihadapi dalam proses pembuatan rangka meja mesin simulator bubut CNC diantaranya adalah pada saat pemotongan pipa *stall* kotak. Untuk memperoleh hasil pemotongan yang sesuai dengan ukuran yang diharapkan tidaklah mudah. Hasil pemotongan bahan yang kurang begitu sesuai ini menimbulkan masalah lain pada saat proses pengelasan berupa celah antara sambungan yang akan dilas terlalu lebar. Hal ini tentu saja menyulitkan pada saat pengelasan celah sambungan yang terlalu besar ini dapat menyebabkan terjadinya cacat las seperti penetrasi yang berlebihan dan *misalignment*. Walaupun pembuatan rangka ini tidak terlalu rumit namun butuh keterampilan dan pengalaman yang cukup untuk menangani masalah yang terjadi.

Sebagai contoh untuk pengerjaan pembuatan garis dan pemotongan pipa *stall* kotak agar mendapatkan hasil pemotongan yang siku dan panjang yang sesuai pergunakanlah alat ukur berupa mistar siku dan *rool meter* serta

penggores yang masih dalam keadaan baik atau layak pakai. Kemudian buatlah goresan garis yang jelas. Hal ini penting dilakukan karena akan berpengaruh pada hasil pembutan garis yang tentu saja akan berpengaruh pada saat dilakukan proses pemotongan. Untuk masalah lain seperti pengeboran setelah menentukan titik pengeboran gunakanlah *center punch* untuk membuat menandai titik. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pada saat proses pengeboran.

Setelah semua bahan yang dipotong sesuai ukuran kemudian dilakukan pengelasan. Dalam proses pengelasan rangka meja mesin simulator bubut CNC digunakan elektroda berdiameter 3.2 mm dengan pengaturan arus 60 Ampere. Agar memperoleh hasil rangka meja mesin simulator bubut CNC yang siku mulai pengelasan dengan cara *tack weld* terlebih dahulu. *Tack weld* dimaksudkan agar bila terjadi kesalahan atau rangka yang dibuat kurang siku, kita masih dapat melakukan perubahan dengan cara dipukul menggunakan palu, tanpa harus melukan penggerindaan. Untuk mengetahui hasil rangka yang benar-benar siku lakukanlah pengukuran dengan menggunakan mistar siku atau hasil yang benar-benar valid ukur diagonal dari rangka dengan menggunakan *rooll meter*. Setelah diperoleh rangka yang siku lakukan penguncian dengan cara melukan *tack weld* pada bagian sudut dalam.

Setelah rangka ditack weld kemudian dilanjutkan dengan pengelasan penuh. Pada saat pengelasan penuh ini biasanya terjadi distorsi yang

diakibatkan panas yang berlebihan. Untuk menghindari terjadinya distorsi karena *heat input* yang terlalu tinggi pada benda kerja lakukan pengelasan dengan cara menyilang. Hal ini dilakukan untuk membiarkan komponen yang baru dilas dingin terlebih dahulu.

Setelah semua komponen rangka terangkai dengan baik lakukan penggerindaan untuk menghilangkan sisa pengelasan yang tidak diinginkan. Kemudian untuk langkah *finishing* dilakukan pendempulan pada bagian-bagian yang kurang rata terutama pada bagian celah yang memungkinkan terjadinya korosi. Setelah itu amplas seluruh permukaan komponen rangka untuk menghaluskan serta menghilangkan korosi dan minyak yang mungkin menempel dipermukaan rangka.

Setelah rangka bersih dari minyak dan korosi lakukan pengecatan dengan menggunakan cat dasar epoxy filler setelah itu diteruskan dengan pengecatan dengan cat besi. Setelah cat kering dilakukan pemasangan seluruh komponen mesin pencacah kertas. Kemudian dilakukan uji kinerja.

### **G. Kelemahan-Kelemahan**

Rangka mesin simulator CNC yang telah kami buat memiliki beberapa kelemahan, diantaranya yaitu :

1. Adanya cacat pada pengelasan rangka
2. Ukuran tidak sesuai dengan gambar kerja
3. Kaki tidak rata

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan proses pembuatan rangka pada mesin simulator CNC, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyiapan bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka mesin simulator CNC adalah memotong besi pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm), dengan rancangan pemotongan sebagai berikut :
  - a. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 900 mm dengan kedua ujung dibuat sudut 45<sup>0</sup> sebanyak 2 batang (komponen rangka atas).
  - b. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 670 mm dengan kedua ujung dibuat sudut 45<sup>0</sup> sebanyak 2 batang (komponen rangka atas).
  - c. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 760 mm sebanyak 4 batang (komponen kaki rangka).
  - d. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 670 mm sebanyak 2 batang (komponen landasan linier).
  - e. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 820 mm sebanyak 2 batang (komponen penyambung kaki).

- f. Potong pipa *stall* kotak (40 x 40 x 2 mm) dengan panjang 590 mm sebanyak 2 batang (komponen penyambung kaki).
2. Langkah pengerjaan rangka meja simulator bubut CNC meliputi :
    - a. Proses pertama yaitu menggambar atau melukis bahan yang akan dipotong dan dibor.
    - b. Pemotongan bahan dengan menggunakan mesin gerinda potong sesuai dengan ukuran gambar kerja dan pengeboran bahan dengan mata bor  $\emptyset 3$ ,  $\emptyset 7$  dan  $\emptyset 10$  mm.
    - c. Perakitan rangka meja mesin simulator bubut CNC adalah dengan proses pengelasan, urutan pengelasan rangka diuraikan sebagai berikut : (1) Rakit rangka atas dengan ukuran panjang 900 dan lebar 670 mm; (2) las kaki meja dengan rangka atas; (3) Las penghubung kaki dengan kaki rangka; (4) Las landasan *linier* dengan rangka atas. Langkah pengelasan dengan cara dilas *tack weld* terlebih dahulu, setelah rangka presisi dan siku, lakukan pengelasan penuh dengan elektroda E 6013  $\emptyset 2,6$ .
    - d. Proses *finishing* pembuatan rangka meja mesin simulator CNC yaitu dengan proses pengecatan.

3. Kinerja dari mesin simulator bubut CNC yaitu semua komponen berfungsi dengan baik meskipun ada kekurangannya yaitu pada motor utama. Pada waktu pengujian, penyayatan pertama berjalan lancar dengan pemakanan 0,5 mm. Penyayatan kedua, motor mengalami kegagalan memutar spindel karena mengalami kerusakan pada lilitan. Hal ini membuat motor terbakar dan penyayatan dihentikan.

## **B. Saran**

Pembuatan rangka meja mesin simulatot CNC belumlah sempurna, oleh karena itu maka penulis memiliki beberapa saran sebagai langkah untuk mengembangkan dan menyempurnakan rangka meja mesin sebagai berikut:

1. Proses pembuatan rangka sebaiknya sesuai dengan langkah proses pembuatannya agar dalam proses pengelasanya tidak mengalami kesulitan.
2. Gunakan siku agar rangka yang dihasilkan presisi.
3. Perhatikan kebersihan rangka agar cat dapat menempel dengan baik.
4. Pada proses pembuatan lubang untuk tempat dudukan *linier* harus benar – benar teliti agar *linier* dapat benar-benar terpasang dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Gerling, H. (1965). *All About Machine Tools*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Kennedy, Gower A.(1982). *Welding Technology*. 2<sup>nd</sup>. Indiana: Bobbs-Merrill.
- Nieman, G. (1999). *Elemen Mesin Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Rachmad, S. (1984). *Teknik Pelapisan*. Yogyakarta: FPTK IKIP Yogyakarta
- Rochim, Taufiq. (1993). *Teori dan Teknologi Pemesinan*. Higher Education  
Development Suport Project.
- Sumantri. (1989). *Teori Kerja Bangku*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan  
Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

# **LAMPIRAN**

## Lampiran 1. Tabel–Tabel yang Relevan

Tabel 1. *Feed* Pada Waktu Mengebor (mm/ putaran)

| Bahan                                 | Diameter gerak dalam mm |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
|                                       | 5                       | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   |
| Baja sampai 40 kN/cm <sup>2</sup>     | 0,1                     | 0,18 | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,34 |
| Baja sampai 60 kN/ cm <sup>2</sup>    | 0,1                     | 0,18 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,31 |
| Baja sampai 80 kN/cm <sup>2</sup>     | 0,07                    | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,21 | 0,23 |
| Besi tuang sampai 200 HB              | 0,15                    | 0,24 | 0,3  | 0,32 | 0,35 | 0,38 |
| Besi tuang di atas 200 HB             | 0,15                    | 0,22 | 0,27 | 0,3  | 0,32 | 0,34 |
| Kuningan sampai 40 kN/cm <sup>2</sup> | 0,1                     | 0,15 | 0,22 | 0,27 | 0,3  | 0,32 |
| Bronz sampai 30 kN/cm <sup>2</sup>    | 0,1                     | 0,15 | 0,22 | 0,27 | 0,3  | 0,32 |
| Aluminium                             | 0,05                    | 0,12 | 0,2  | 0,3  | 0,35 | 0,4  |
| Paduan Al                             | 0,12                    | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,46 | 0,5  |
| Paduan Mg                             | 0,15                    | 0,2  | 0,3  | 0,38 | 0,4  | 0,45 |

Sumber : Harun,1981: 107

Tabel 2. Putaran Pada Mesin Bor Meja TNW 13

|     |     |      |      |
|-----|-----|------|------|
| 490 | 870 | 1480 | 2450 |
|-----|-----|------|------|

Tabel 3. Langkah Pemotongan Pada Mesin Gergaji

| No. | Bahan                | Langkah permenit |              |
|-----|----------------------|------------------|--------------|
|     |                      | Dengan cairan    | Tanpa cairan |
| 1.  | Baja karbon rendah   | 100-140          | 70-100       |
| 2.  | Baja karbon menengah | 100-140          | 70           |
| 3.  | Baja karbon tinggi   | 100              | 70           |
| 4.  | Baja HSS             | 100              | 70           |
| 5.  | Baja campuran        | 100              | 70           |
| 6.  | Baja tuang           |                  | 70-100       |
| 7.  | Aluminium            | 100              | 100          |
| 8.  | Kuningan             | 100-140          | 70           |
| 9.  | Perunggu             | 100              | 70           |

Sumber: Sumantri, 1989:223

Tabel 4. Hubungan Tebal Bahan, Lebar Daun Mata Gergaji dan Jarak Puncak Gigi Pemocong.

| Tebal bahan yang dipotong | Lebar daun mata gergaji | Jarak Puncak Gigi Pemocong |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Sampai 16 mm              | 25 mm                   | 2,5 mm                     |
| 16-25 mm                  | 25 mm                   | 3 mm                       |
| 25-100 mm                 | 25 mm                   | 4 mm                       |
| 100-250 mm                | 25-32 mm                | 6 mm                       |
| 250-500 mm                | 32-50 mm                | 8 mm                       |

*Sumantri, 1989: 223*

Tabel 5. Tebal Bahan, Elektroda, dan Arus

| Tebal bahan inch | Diameter elektroda inch | Ampere yang diperlukan |
|------------------|-------------------------|------------------------|
| 1/16             | 1/16                    | 20 - 40                |
| 3/32             | 3/32                    | 30 - 80                |
| 1/8 – 1/4        | 1/8                     | 50 - 120               |
| 1/8 – 1/4        | 5/32                    | 75 - 170               |
| 1/4 - 3/16       | 3/16                    | 100 - 216              |
| 1/4 - 3/16       | 7/32                    | 120 - 250              |
| 1/4 - 5/16       | 1/4                     | 160 - 250              |
| 5/16 – 3/8       | 5/16                    | 200 - 420              |

**(Sugiyono, 2002: 94)**

Tabel 6. Pembagian Jenis-jenis Elektroda berdasarkan jenis fluks

| Jenis Elektroda | Sifat                                | Ciri-ciri   | Contoh                           |
|-----------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|
| Selulose        | Penetrasi dalam<br>Pembekuan cepat   | Fluk merah, lapisan tipis                                   | EXXX0<br>EXXX1                   |
| Rutile          | Penetrasi sedang<br>Pembekuan lambat | Fluk abu-abu, lapisan lebih tebal<br>bari selulose          | EXXX2<br>EXXX3                   |
| Iron Powder     | Penetrasi dan<br>pembekuan sedang    | Fluk abu-abu tua, lapisan lebih<br>tebal dari low hydrogen  | EXXX4                            |
| Low<br>Hidrogen | Penetrasi sedang<br>Pembekuan cepat  | Fluk abu-abu kecoklatan, lapisan<br>lebih tebal dari rutile | EXXX5<br>EXXX6<br>EXXX7<br>EXXX8 |

Tabel 7. Ekuivalensi Beberapa Parameter Kekasaran Permukaan

| Tingkat Kekasaran, ISO Number | Mean Roughness Index $R_a$ ; $\mu\text{m}$ | $R_z$ ; $\mu\text{m}$ | Peak to Valey Height $R_t$ ; $\mu\text{m}$ | Simbol Segitiga | Keterangan    |
|-------------------------------|--|-----------------------|--|-----------------|---------------|
| N 12                          | 50,0                                       | 163,0                 | 120,0                                      |                 | -Sangat Kasar |
| N 11                          | 25,0                                       | 84,0                  | 63,0                                       |                 | -Kasar        |
| N 10                          | 12,5                                       | 44,0                  | 32,0                                       | ▽               | -Kasar        |
| N 9                           | 6,3  | 23,0                  | 18,0                                       |                 |               |
| N 8                           | 3,2  | 12,0                  | 10,0                                       | ▽▽              | -Normal       |
| N 7                           | 1,6  | 6,2                   | 6,0  |                 |               |
| N 6                           | 0,8  | 3,2                   | 3,0  |                 |               |
| N 5                           | 0,4  | 1,7                   | 1,6  | ▽▽▽             | -Halus        |
| N 4                           | 0,2  | 0,9                   | 0,9  |                 |               |
| N 3                           | 0,1  | 0,4                   | 0,5  | ▽▽▽▽            | -Sangat Halus |

Tabel. 8 Spesifikasi Elektroda Terbungkus Dari Baja Lunak  
(Aws A5.1– 64T)

Tabel Spesifikasi Elektroda Terbungkus Dari Baja Lunak (Aws A5.1– 64T)

| Klasifikasi AWS-ASTM | Jenis Fluks  | Posisi Pengelasan | Jenis Listrik   | Kekuatan Tarik (Kg/mm <sup>2</sup> ) | Kekuatan Luluh (Kg/mm <sup>2</sup> ) | Perpanjangan (%) |
|----------------------|--|-------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| E 6010               | Natrium Selulosa Tinggi  | F,V,OH,H          | DC (+)  | 43.6                                 | 35.2                                 | 22               |
| E 6011               | Tinggi   | F,V,OH,H          | AC atau   | 43.6                                 | 35.2                                 | 22               |
| E 6012               | Kalium Selulosa Tinggi   | F,V,OH,H          | DC (+)  | 47.1                                 | 38.7                                 | 17               |
| E 6013               | Tinggi   | F,V,OH,H          |   | 47.1                                 | 38.7                                 | 17               |
| E 6020               | Natrium Titania Tinggi   | H – S<br>F        | AC atau<br>DC (-)   | 43.6                                 | 35.2                                 | 25               |
| E 6027               | Kalium Titania Tinggi<br>Oksida Besi Tinggi<br><br>Serbuk Besi,<br>Oksida Besi | H – S<br>F        | AC atau<br>DC (±)<br><br>AC atau<br>DC (-)<br><br>AC atau<br>DC (±)<br><br>AC atau<br>DC (-)<br><br>AC atau<br>DC (±) | 43.6                                 | 35.2                                 | 25               |

Keterangan :

H-S : Las sudut Horisantal    V : tegak    OH :Diatas Kepala  
F : Datar                            H : Melintang

TABEL 9. KLASIFIKASI BAJA MENURUT STANDAR AISI DAN SAE

| Classifications   | Specifications |
|---|----------------|
| Carbon steels   | 10XX           |
| Carbon steels, resulfurized   | 11XX           |
| Carbon steels, resulfurized and rephosphorized  | 12XX           |
| Manganese steels  | 13XX           |
| Nickel steels   | 2XXX           |
| Nickel steels 3,50% Ni  | 23XX           |
| Nickel steels 5,0% Ni   | 25XX           |
| Nickel chromium steels  | 3XXX           |
| Ni-Cr steels 0,7% Ni, 0,7% Cr   | 30XX           |
| Ni-Cr steels 1,25% Ni, 0,6% Cr  | 31XX           |
| Ni-Cr steels 1,75% Ni, 1,0% Cr  | 32XX           |
| Ni-Cr steels 3,50% Ni, 1,50% Cr   | 33XX           |
| Carbon-molybdenum steels  | 40XX           |
| Chromium-molybdenum steels  | 41XX           |
| Chromium-nickel-molybdenum steels   | 43XX           |
| Nickel-moly steels 1,65% Ni, 0,25% Mo   | 46XX           |
| Nickel-moly steels 3,25% Ni, 0,25% Mo   | 48XX           |
| Low chromium steels   | 50XX           |
| Medium chromium steels  | 51XX           |
| Carbon-chromium steels  | 52XX           |
| Chromium-vandium steels   | 61X            |
| Low Ni-Cr-Moly steels 0,20% Mo  | 86XX           |
| Low Ni-Cr-Moly steels, 0,25% Mo   | 87XX           |
| Silicon-Manganese Spring steels   | 92X            |
| Silicon-Manganese-Cr Spring steels  | 93XX           |
| <p>Note: First figure indicates the major class of steel. Second figure indicates a sub-division of the major class And the percentage of t he major alloying elements. This is true of many of the alloy steels. The third and Fourth figures are most important for welding because they indicate carbon in hundredths of a percent. Reprinted with permission from AISI.</p> |                |

Keterangan : AISI = American Iron and Steel Institute

SAE : Society of Automotive Engineers

Sumber : <http://www.bluestriecladline/docs/pdf/techInfo/DataBook>

Tabel 10. komposisi kimia bahan menurut AISI-SAE

| <b>Free-Machining Grades</b>           |                         |              |              |              |                |
|--|-------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| <b>AISI No.</b>                        | <b>Composition *, %</b> |              |              |              | <b>SAE No.</b> |
|  | <b>C</b>                | <b>Mn</b>    | <b>P</b>     | <b>S</b>     |                |
| <b>Resulfurized</b>                    |                         |              |              |              |                |
| <b>1108</b>                            | 0,08 to 0,13            | 0,50 to 0,80 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1108           |
| <b>1109</b>                            | 0,08 to 0,13            | 0,60 to 0,90 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1109           |
| <b>1110</b>                            | 0,08 to 0,13            | 0,30 to 0,60 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1110           |
| <b>1116</b>                            | 0,14 to 0,20            | 1,10 to 1,40 | 0,040 max    | 0,16 to 0,23 | 1116           |
| <b>1117</b>                            | 0,14 to 0,20            | 1,00 to 1,30 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1117           |
| <b>1118</b>                            | 0,14 to 0,20            | 1,30 to 1,60 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1118           |
| <b>1119</b>                            | 0,14 to 0,20            | 1,0 to 1,30  | 0,040 max    | 0,24 to 0,33 | 1119           |
| <b>1132</b>                            | 0,27 to 0,34            | 1,35 to 1,65 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1132           |
| <b>1137</b>                            | 0,32 to 0,39            | 1,35 to 1,65 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1137           |
| <b>1139</b>                            | 0,35 to 0,43            | 1,35 to 1,65 | 0,040 max    | 0,13 to 0,20 | 1139           |
| <b>1140</b>                            | 0,37 to 0,44            | 0,70 to 1,00 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1140           |
| <b>1141</b>                            | 0,37 to 0,45            | 1,35 to 1,65 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1141           |
| <b>1144</b>                            | 0,40 to 0,48            | 1,35 to 1,65 | 0,040 max    | 0,24 to 0,33 | 1144           |
| <b>1145</b>                            | 0,42 to 0,49            | 0,70 to 1,00 | 0,040 max    | 0,04 to 0,07 | 1145           |
| <b>1146</b>                            | 0,42 to 0,49            | 0,70 to 1,00 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1146           |
| <b>1151</b>                            | 0,48 to 0,55            | 0,70 to 1,00 | 0,040 max    | 0,08 to 0,13 | 1151           |
| <b>Resulfurized and rephosphorized</b> |                         |              |              |              |                |
| <b>1211</b>                            | 0,13 max                | 0,60 to 0,90 | 0,07 to 0,12 | 0,10 to 0,15 | 1211           |
| <b>1212</b>                            | 0,13 max                | 0,70 to 1,00 | 0,07 to 0,12 | 0,16 to 0,23 | 1212           |
| <b>1213</b>                            | 0,13 max                | 0,70 to 1,00 | 0,07 to 0,12 | 0,24 to 0,33 | 1213           |
| <b>1215</b>                            | 0,09 max                | 0,75 to 1,05 | 0,04 to 0,09 | 0,26 to 0,35 | 1215           |
| <b>12L 14++</b>                        | 0,15 max                | 0,85 to 1,15 | 0,04 to 0,09 | 0,26 to 0,35 | 12L14          |

Keterangan : AISI = American Iron and Steel Institute

SAE : Society of Automotive Engineers

Sumber : <http://www.bluestriecladl.e n/docs/pdf/techInfo/DataBook>

Tabel 11. Klasifikasi baja karbon menurut AISI-SAE

| <b>Nonresulfurized Grades</b> |                 |              |       |       |         |
|-------------------------------|-----------------|--------------|-------|-------|---------|
| AISI No.                      | Composition *,% |              |       |       | SAE No. |
|                               | C               | Mn           | P Max | S Max |         |
| <b>1005</b>                   | 0,06 max        | 0,35 max     | 0,04  | 0,05  | 1005    |
| <b>1005</b>                   | 0,08 max        | 0,25 to 0,40 | 0,04  | 0,05  | 1005    |
| <b>1008</b>                   | 0,10 max        | 0,30 to 0,50 | 0,04  | 0,05  | 1008    |
| <b>1010</b>                   | 0,08 to 0,13    | 0,25 to 0,40 | 0,04  | 0,05  | 1010    |
| <b>1011</b>                   | 0,08 to 0,13    | 0,30 to 0,50 | 0,04  | 0,05  | 1011    |
| <b>1012</b>                   | 0,10 to 0,15    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1012    |
| <b>1013</b>                   | 0,11 to 0,16    | 0,50 to 0,80 | 0,04  | 0,05  | 1013    |
| <b>1013</b>                   | 0,10 to 0,16    | 1,10 to 1,40 | 0,04  | 0,05  | 1013    |
| <b>1015</b>                   | 0,13 to 0,18    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1015    |
| <b>1016</b>                   | 0,13 to 0,18    | 0,60 to 0,90 | 400   | 0,05  | 1016    |
| <b>1017</b>                   | 0,15 to 0,20    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1017    |
| <b>1018</b>                   | 0,15 to 0,20    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1018    |
| <b>1518</b>                   | 0,15 to 0,21    | 1,10 to 1,40 | 0,04  | 0,05  | 1518    |
| <b>1019</b>                   | 0,15 to 0,20    | 0,70 to 1,00 | 400   | 0,05  | 1019    |
| <b>1020</b>                   | 0,18 to 0,23    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1020    |
| <b>1021</b>                   | 0,18 to 0,23    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1021    |
| <b>1022</b>                   | 0,18 to 0,23    | 0,70 to 1,00 | 0,04  | 0,05  | 1022    |
| <b>1522</b>                   | 0,18 to 0,24    | 1,10 to 1,40 | 0,04  | 0,05  | 1522    |
| <b>1023</b>                   | 0,20 to 0,25    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1023    |
| <b>1524</b>                   | 0,19 to 0,25    | 1,35 to 1,65 | 0,04  | 0,05  | 1524    |
| <b>1025</b>                   | 0,22 to 0,28    | 0,30 to 0,60 | 0,04  | 0,05  | 1025    |
| <b>1525</b>                   | 0,23 to 0,29    | 0,80 to 1,10 | 0,04  | 0,05  | 1525    |
| <b>1026</b>                   | 0,22 to 0,28    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1026    |
| <b>1526</b>                   | 0,22 to 0,29    | 1,10 to 1,40 | 0,04  | 0,05  | 1526    |
| <b>1527</b>                   | 0,22 to 0,29    | 1,20 to 1,50 | 0,04  | 0,05  | 1527    |
| <b>1029</b>                   | 0,25 to 0,31    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1029    |
| <b>1030</b>                   | 0,28 to 0,34    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1030    |
| <b>1033</b>                   | 0,29 to 0,36    | 0,70 to 1,00 | 0,04  | 0,05  | 1033    |
| <b>1034</b>                   | 0,32 to 0,38    | 0,50 to 0,80 | 0,04  | 0,05  | 1034    |
| <b>1035</b>                   | 0,32 to 0,38    | 0,60 to 0,90 | 0,04  | 0,05  | 1035    |
| <b>1536</b>                   | 0,30 to 0,37    | 1,20 to 1,50 | 0,04  | 0,05  | 1536    |
| <b>1037</b>                   | 0,32 to 0,38    | 0,70 to 1,00 | 0,04  | 0,05  | 1037    |

Lanjutan table 11

|             |              |              |      |      |      |
|-------------|--------------|--------------|------|------|------|
| <b>1038</b> | 0,35 to 0,42 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1038 |
| <b>1039</b> | 0,37 to 0,44 | 0,70 to 1,00 | 0,04 | 0,05 | 1039 |
| <b>1040</b> | 0,37 to 0,44 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1040 |
| <b>1541</b> | 0,36 to 0,44 | 1,35 to 1,65 | 0,04 | 0,05 | 1541 |
| <b>1042</b> | 0,40 to 0,47 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1042 |
| <b>1043</b> | 0,40 to 0,47 | 0,70 to 1,00 | 0,04 | 0,05 | 1043 |
| <b>1044</b> | 0,43 to 0,50 | 0,30 to 0,60 | 0,04 | 0,05 | 1044 |
| <b>1045</b> | 0,43 to 0,50 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1045 |
| <b>1046</b> | 0,43 to 0,50 | 0,70 to 1,00 | 0,04 | 0,05 | 1046 |
| <b>1547</b> | 0,45 to 0,51 | 1,35 to 1,65 | 0,04 | 0,05 | 1547 |
| <b>1548</b> | 0,44 to 0,52 | 1,10 to 1,40 | 0,04 | 0,05 | 1548 |
| <b>1049</b> | 0,46 to 0,53 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1049 |
| <b>1050</b> | 0,48 to 0,55 | 0,60 to 0,90 | 0,04 | 0,05 | 1050 |

Keterangan : AISI = American Iron and Steel Institute

SAE : Society of Automotive Engineers

Sumber : <http://www.bluestriecladline/docs/pdf/techInfo/DataBook>

Tabel .12 Sifat-Sifat Mekanis Dari Baja Karbon

| Nomor UNS      | Nomor AISI  | Cara Pengerjaan | Kekuatan Mengalah Kpsi | Kekuatan Tarik kpsi | Pemanjangan dalam 2mm % | Pengurangan luas % | Kekerasan Brinell |
|----------------|-------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>G 10100</b> | 1010        | HR              | 26                     | 47                  | 28                      | 50                 | 95                |
|                |             | CD              | 44                     | 53                  | 20                      | 40                 | 105               |
| <b>G 10150</b> | 1015        | HR              | 27                     | 50                  | 28                      | 50                 | 101               |
|                |             | CD              | 47                     | 56                  | 18                      | 40                 | 111               |
| <b>G 10180</b> | 1018        | HR              | 32                     | 58                  | 25                      | 50                 | 116               |
|                |             | C               | 54                     | 64                  | 15                      | 40                 | 126               |
|                | 1112        | HR              | 33                     | 56                  | 25                      | 45                 | 121               |
|                |             | CD              | 60                     | 78                  | 10                      | 35                 | 167               |
| <b>G 10350</b> | 1035        | HR              | 39                     | 72                  | 18                      | 40                 | 143               |
|                |             | CD              | 67                     | 80                  | 12                      | 35                 | 163               |
|                |             | Drwan 800°F     | 81                     | 110                 | 23                      | 51                 | 220               |
|                |             | Drwan 1000°F    | 72                     | 103                 | 16                      | 59                 | 201               |
|                |             | Drwan 1200°F    | 62                     | 91                  | 12                      | 66                 | 180               |
| <b>G 10400</b> | 1040        | HR              | 42                     | 76                  | 18                      | 40                 | 149               |
|                |             | CD              | 71                     | 85                  | 12                      | 35                 | 170               |
|                |             | Drwan 1000°F    | 86                     | 113                 | 23                      | 62                 | 235               |
| <b>G 10450</b> | 1045        | HR              | 45                     | 82                  | 16                      | 40                 | 163               |
|                |             | CD              | 77                     | 91                  | 12                      | 35                 | 179               |
| <b>G 10500</b> | 1050        | HR              | 49                     | 90                  | 15                      | 35                 | 179               |
|                |             | CD              | 84                     | 100                 | 10                      | 30                 | 197               |
|                |             | Drwan 600°F     | 180                    | 220                 | 10                      | 30                 | 450               |
|                |             | Drwan 900°F     | 130                    | 155                 | 18                      | 55                 | 310               |
|                |             | Drwan 1200°F    | 80                     | 105                 | 28                      | 65                 | 210               |
|                | 2317        | Core            | 107                    | 137                 | 22                      | 2                  | 285               |
|                |             | Drwan 400°F     | 195                    | 221                 | 11                      | 40                 | 425               |
|                | 2340        | Drwan 600°F     | 171                    | 196                 | 14                      | 49                 | 382               |
|                |             | Drwan 800°F     | 131                    | 160                 | 18                      | 56                 | 327               |
|                | 2345        | Drwan 1000°F    | 97                     | 127                 | 23                      | 61                 | 268               |
|                |             | Drwan 1200°F    | 70                     | 108                 | 27                      | 64                 | 222               |
|                |             | Drwan 800°F     | 164                    | 178                 | 23                      | 53                 | 368               |
|                | 2350        | Drwan 800°F     | 177                    | 188                 | 20                      | 51                 | 388               |
|                |             | Drwan 800°F     | 180                    | 194                 | 17                      | 50                 | 402               |
|                | 3120        | Drwan 600°F     | 145                    | 162                 | 12                      | 45                 | 320               |
|                |             | Drwan 1000°F    | 91                     | 112                 | 22                      | 68                 | 222               |
|                | 3130        | Drwan 600°F     | 178                    | 210                 | 10                      | 37                 | 404               |
|                |             | Drwan 1000°F    | 120                    | 137                 | 20                      | 62                 | 276               |
|                | 3140        | HR§             | 64                     | 96                  | 26                      | 56                 | 197               |
|                |             | CD              | 91                     | 104                 | 17                      | 48                 | 212               |
|                |             | Drwan 800°F     | 157                    | 188                 | 15                      | 50                 | 376               |
|                | 3145        | Drwan 800°F     | 164                    | 195                 | 12                      | 47                 | 380               |
|                |             | Drwan 800°F     | 171                    | 202                 | 12                      | 44                 | 396               |
| 3240           | Drwan 800°F | 211             | 237                    | 10                  | 40                      | 466                |                   |
|                | Drwan 600°F | 214             | 243                    | 9                   | 37                      | 477                |                   |
| 3340           | Drwan 800°F | 183             | 211                    | 13                  | 47                      | 394                |                   |
|                | Drwan 800°F | 183             | 211                    | 13                  | 47                      | 394                |                   |
| <b>G 41300</b> | 4130        | HR§             | 60                     | 90                  | 30                      | 4                  | 183               |
|                |             | CD§             | 87                     | 98                  | 21                      | 52                 | 201               |

Lanjutan table 12

|                |      |              |     |     |    |    |     |
|----------------|------|--------------|-----|-----|----|----|-----|
|                |      | Drwan 1000°F | 133 | 146 | 17 | 60 | 293 |
| <b>G 41400</b> | 4140 | HR\$         | 63  | 90  | 27 | 5  | 187 |
|                |      | CD\$         | 90  | 102 | 18 | 50 | 223 |
|                |      | Drwan 1000°F | 131 | 153 | 16 | 45 | 302 |
| <b>G 43400</b> | 4340 | HR\$         | 69  | 153 | 16 | 45 | 302 |
|                |      | CD\$         | 99  | 101 | 21 | 45 | 207 |
|                |      | Drwan 600°F  | 234 | 111 | 16 | 42 | 223 |
|                |      | Drwan 1000°F | 162 | 260 | 12 | 43 | 498 |
| <b>G 46200</b> | 4620 | Core         | 89  | 120 | 22 | 55 | 248 |

Tabel. 13 Klasifikasi baja karbon

| Jenis                     | Kelas               | Kadar Karbon<br>(%) | Kekuatan              |                       | Perpanjangan<br>(Y) | Kekerasan<br>Brinell | Penggunaan                 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
|                           |                     |                     | (Kg/mm <sup>2</sup> ) | (Kg/mm <sup>2</sup> ) |                     |                      |                            |
| <b>Baja Karbon Rendah</b> | Baja lunak khusus   | 0,08                | 18-28                 | 32-36                 | 40-30               | 95-100               | Pelat tipis                |
|                           | Baja sangat lunak   | 0,08-0,12           | 20-29                 | 3642                  | 40-30               | 80-120               | Batang, kawat              |
|                           | Baja lunak          | 0,12-0,20           | 22-30                 | 38-48 444s            | 36-24               | 100-130              |                            |
|                           | Baja setengah lunak | 0,20-0,30           | 24-36                 |                       | 32-22               | 112-145              | Konstruksi Umtim           |
| <b>Baja karbon sedang</b> | Baja setengah keras | 0,30-0,40           | 3040                  | 50-60                 | 30-17               | 140-170              | Alat-alat mesin            |
| <b>Bajakarbon tinggi</b>  | Baja keras          | 0,04-0,50           | 3446                  | 58-70                 | 26-14               | 160-200              | Perkakas                   |
|                           | Baja sangat keras   | 0,50-0,80           | 3647                  | 65-100                | 20-11               | 180-235              | Rel, Pegas, dan kawatpiano |

Tabel. 14 Klasifikasi Baja Karbon Aisi 1018

|              |   |
|--------------|---|
| Category     | <b>Steel</b>  |
| Class        | Carbon steel  |
| Type         | Standard  |
| Designations | <b>United States:</b> AMS 5069 , AMS 5069A , ASTM A108 , ASTM A29 , ASTM A510 , ASTM A513 , ASTM A519 , ASTM A544 , ASTM A545 , ASTM A548 , ASTM A549 , ASTM A576 , ASTM A659 , MIL SPEC MIL-S-11310 (CS1018) , SAE J403 , SAE J412 , SAE J414 , UNS G10180 |

### Composition

| Element   | Weight %   |
|-----------|------------|
| <u>C</u>  | 0.15-0.20  |
| <u>Mn</u> | 0.60-0.90  |
| <u>P</u>  | 0.04 (max) |
| <u>S</u>  | 0.05 (max) |

### Mechanical Properties

| Properties                               |                          | Conditions         |  |
|--|--------------------------|--------------------|--|
|  |                          | T (°C)             | Treatment  |
| Density ( $\times 1000 \text{ kg/m}^3$ ) | <a href="#">7.7-8.03</a> | <a href="#">25</a> |  |
| Poisson's Ratio                          | 0.27-0.30                | <a href="#">25</a> |  |
| Tensile Strength (Mpa)                   | <a href="#">190-210</a>  | <a href="#">25</a> |  |
| Yield Strength (Mpa)                     | <a href="#">634</a>      |                    | carburized at 925°C, cooled, reheated to 775°C, water quenched, tempered at 175°C, core properties (round bar (19-32 mm)) <a href="#">more</a> |
| Elongation (%)                           | 27                       |                    |  |
| Reduction in Area (%)                    | 48                       |                    |  |
| Hardness (HB)                            | 197                      | <a href="#">25</a> | carburized at 925°C, cooled, reheated to 775°C, water quenched, tempered at 175°C, core properties (round bar (19-32 mm)) <a href="#">more</a> |

## Lampiran 2

**A I S I**  
( American Iron and Steel Institute )

Spesifikasinya dinyatakan dengan 4 atau 5 angka :

1. Angka pertama menunjukkan jenis baja.

Misal : 1 = baja karbon ; 2 = baja nikel ; 3 = baja nikel chromium

2. Angka kedua menunjukkan

- a. Kadar unsur paduan untuk baja paduan sederhana.

Misal : AISI 25xx = baja nikel dengan 5% nikel

- b. Modifikasi jenis baja paduan untuk baja paduan yang kompleks.

Misal : AISI 40xx = baja molybdenum

AISI 41xx = baja chrom-molybdenum.

3. Dua angka atau tiga angka terakhir menunjukkan kadar karbon perseratus persen.

Misal : AISI 4340 = baja nikel-chrom-molybdenum dengan 0,40% C

4. Bila terdapat huruf didepan angka maka huruf tersebut menunjukkan proses pembuatan bajanya.

Misal : B = Acid bessemer carbon steel ; C = Basic open-hearth carbon steel

E = Basic electric furnace proses

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta  
Telp. 586168 psw 281; Telp. Langsung : 520327 ; Fax : 520327

114

FR/MB9/28-00  
02 Agustus 2007

### Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Proyek akhir : Proses Pembuatan Rangka Simulator CNC  
Dosen pembimbing : Nur Wijayanto  
NIM : 07508134001  
Dosen pembimbing : Bambang Setyo H.P, MPd

| Hari/Tanggal Bimbingan | Materi Bimbingan | Catatan Dosen Pembimbing             | Tanda Tangan Dosen Pembimbing |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 15 - Maret - 2011      | Bab I            | Identifikasi masalah di-<br>perbaiki | BH                            |
| 20 - Maret - 2011      | Bab II           | Tata tulis, konsep<br>kembali bahan  | BH                            |
| 24 - Maret - 2011      | Bab III          | Teori dan bab. Pengerjaan            | BH                            |
| 26 - Maret - 2011      | Bab IV           | Pengertian, Pembuatan<br>Rangka Meja | BH                            |
| 27 - Maret - 2011      | Bab V            | Legenda Lampiran dll                 | BH                            |
|                        |                  | Setujui ujian 28/3-2011              | BH                            |

Catatan :  
Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
jika lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.  
Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir

Mengetahui  
Koordinator Proyek Akhir,

Drs. Jarwo Puspito, M.P.  
NIP. 19630108 198901 1 001



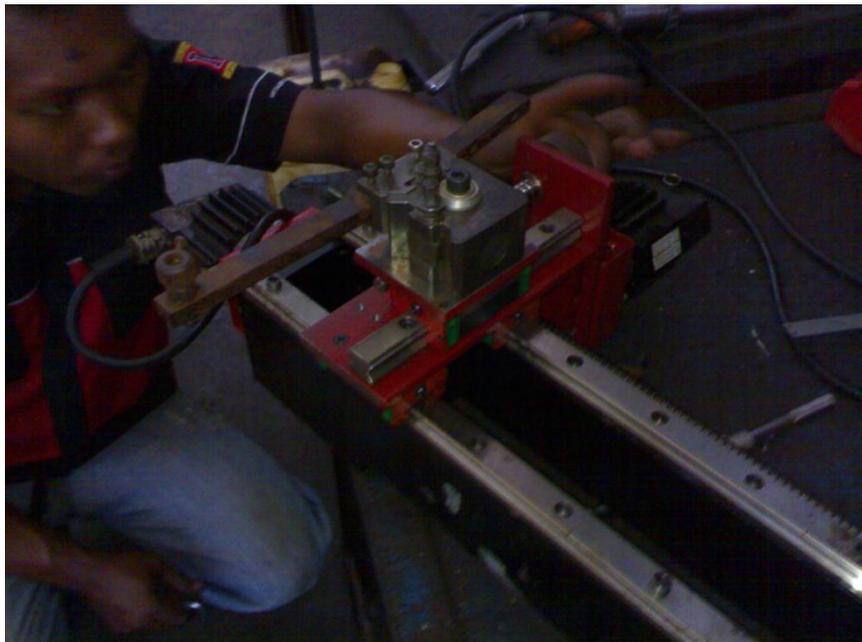
### Lampiran 3. Foto-foto tentang mesin bubut CNC



Gambar 1. Tim pembuat mesin



Gambar 2. Mesin yang akan diuji



Gambar 3. Proses perakitan mesin



Gambar 4. Menancapkan sumber listrik



Gambar 5. Menyalakan monitor



Gambar 6. Menginput program ke kontroler



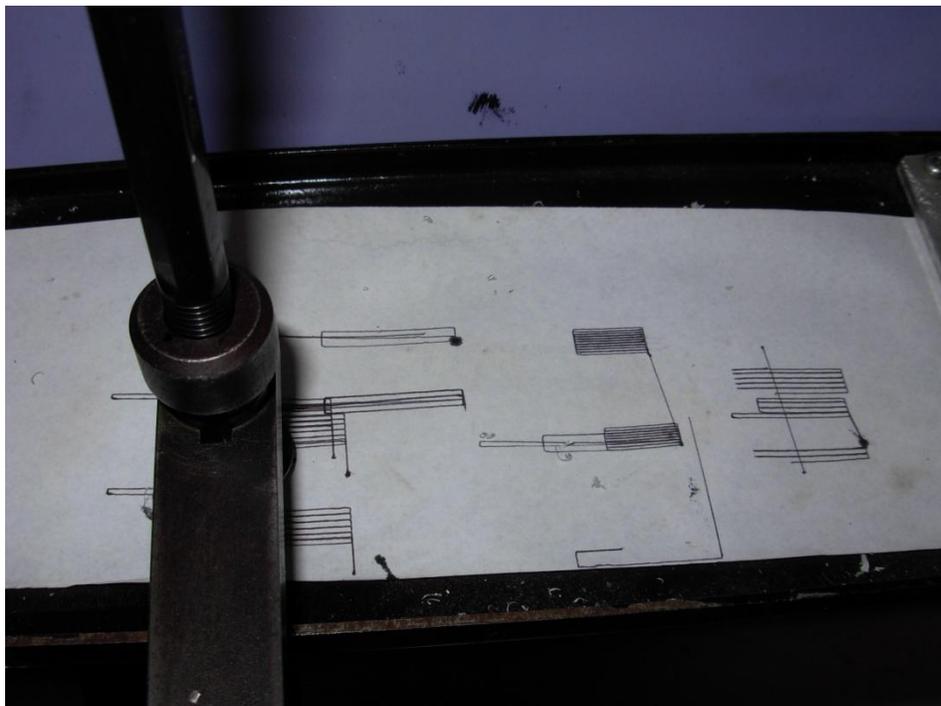
Gambar 7. Memasang pentograf pada *tool post*



Gambar 8. Mengencangkan *tool post* menggunakan kunci L 8



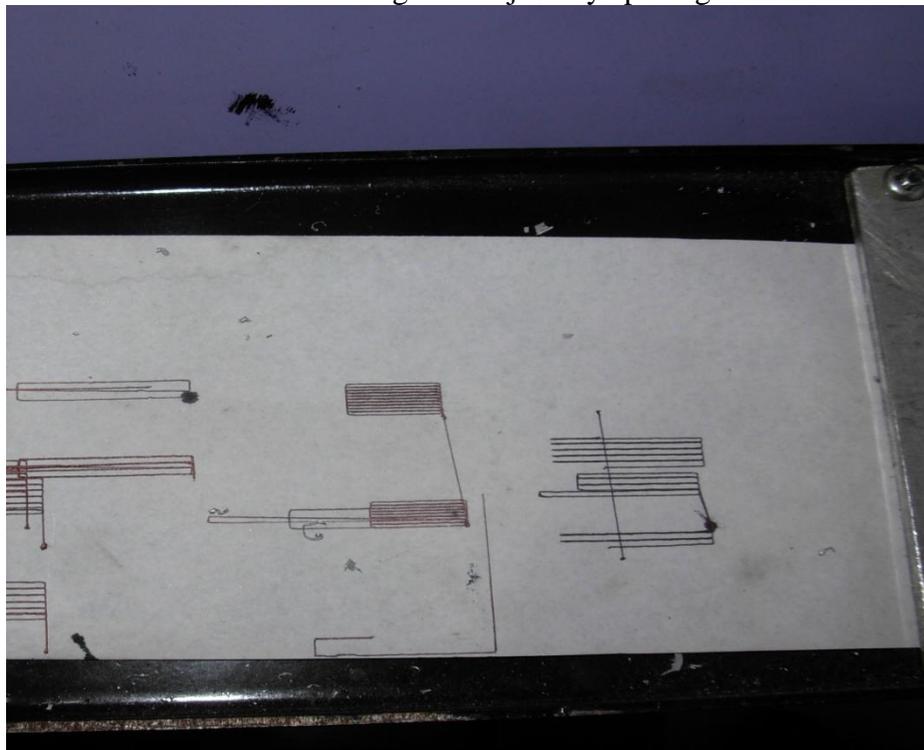
Gambar 9. Proses pengamatan program pada kontroler



Gambar 10. Pengecekan program dengan pentograf



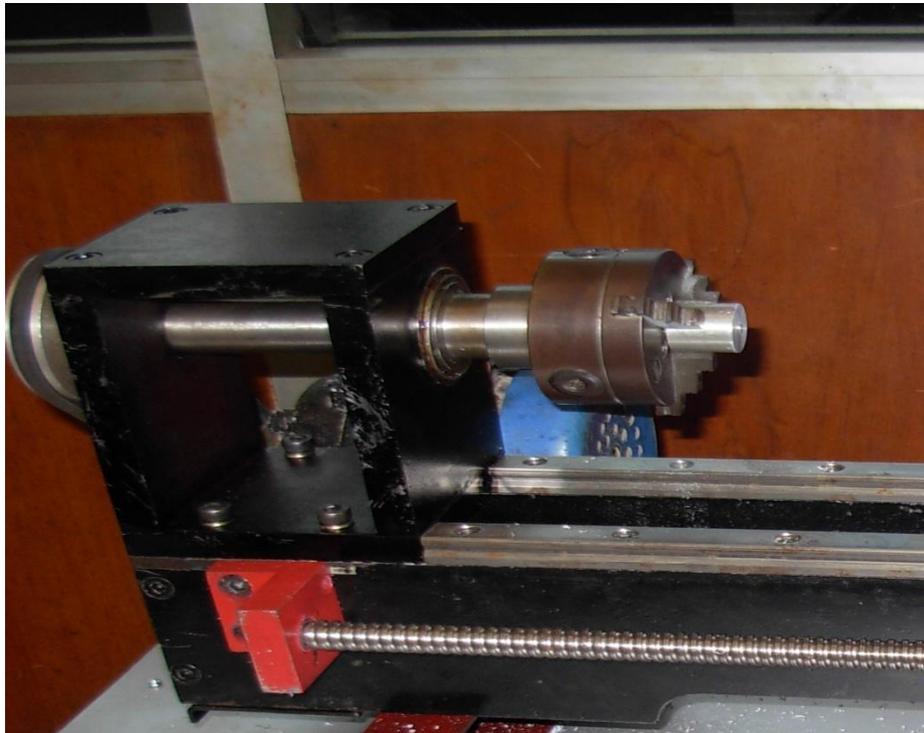
Gambar 11. Pengamatan jalannya pentograf



Gambar 12. Hasil-hasil pengecekan program



Gambar 13. Proses pengenduran *chuck*



Gambar 14. Benda kerja yang dicekam



Gambar 15. Menyalakan saklar motor utama



Gambar 16. Penyetingan pahat

ABSOLUTE

| N  | G/M | Z/I  | Z/E   | F/T | S   | ket |
|----|-----|------|-------|-----|-----|-----|
| 00 | G2  | 6100 | 900   |     |     |     |
| 01 | M03 |      |       |     |     |     |
| 02 | G0  | 1100 | 100   |     |     |     |
| 03 | G4  | 1000 | -4600 | 500 | 100 |     |
| 04 | G0  | 2000 | 100   |     |     |     |
| 05 | G4  | 1400 | -3400 | 40  | 100 |     |
| 06 | G0  | 3100 | 900   |     |     |     |
| 07 | M05 |      |       |     |     |     |
| 08 | M30 |      |       |     |     |     |

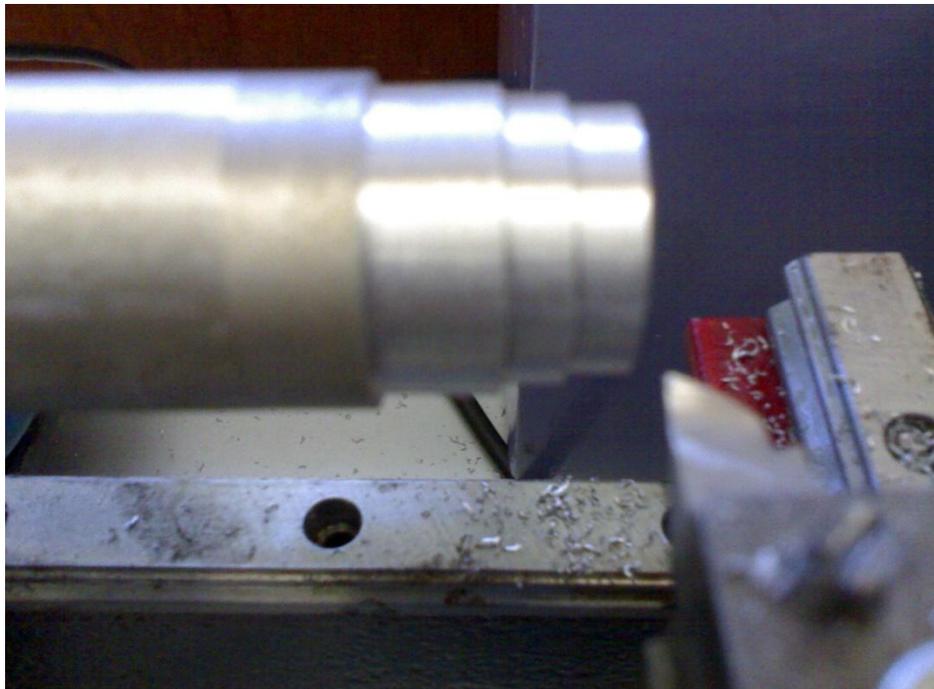
Gambar 17. Program yang di input



Gambar 18. Proses penyayatan benda kerja



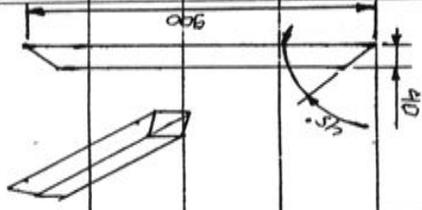
Gambar 19. Proses penyayatan selesai



Gambar 20. Hasil proses uji mesin

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

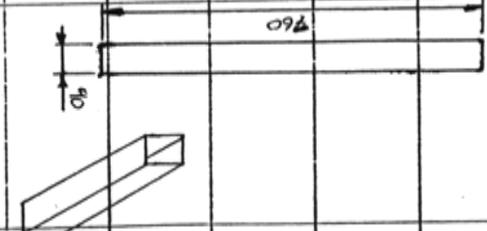
Nama Komponen Yang Dibuat : Batang Kerek...atas...  
 Hari/Tanggal Pembuatan : ..  
 Tempat Membuat : Bengkel...Fakri Kasri...F.I.G.N.Y  
 Nama Pembuat : Nur...Xijayanti...

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan  | Deskripsi Pengerjaan  | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan | Prediksi Kebutuhan Waktu                            | Realisasi Kebutuhan Waktu   | Catatan          |
|------------------|--|--|---|--------------------------------|----------------------|---|---|------------------|
| 1.               |  | 1. Mixer Gulung<br>2. penggaris siku<br>3. Penggores<br>4. Mesin gerinda<br>5. kancir 14 | 1. Siapkan alat dan bahan<br>2. ukur bahan<br>3. pasang pada teguk mesin<br>4. gerinda pelat<br>5. potong |                                | 1. Gunakan kaca mata | 1 batang panjang atas<br>Pemeriksaan waktu 15 menit | Beda saat proses pengerjaan<br>batang rata ke atas<br>pada kancir<br>waktu 10 menit | di buat 2 batang |
|                  |  |  |   |                                |                      |   |   |                  |
|                  |  |  |   |                                |                      |   |   |                  |
|                  |  |  |   |                                |                      |   |   |                  |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini diampirkan pada Laporan Proyek Akhir

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Batang Panjang Kaki  
 Hari/Tanggal Pembuatan : 02 Agustus 2007  
 Tempat Membuat : Rajahmugla, FT UIN  
 Nama Pembuat : Nur Wajiyah

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan   | Deskripsi Pengerjaan  | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan   | Prediksi Kebutuhan Waktu              | Realisasi Kebutuhan Waktu                              | Catatan         |
|------------------|--|---|---|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|-----------------|
| 3                |  | 1. Mistar Galung<br>2. Penggaris siku<br>3. Penggaris<br>4. Mesin Gerinda patah | 1. Siapkan alat dan bahan<br>2. Ukur bahan sesuai gambar<br>3. patah. |                                | Pakai kaca mata untuk melindungi diri dari patahan pada saat proses patah tangan berlangsung dan kikir tepi bahan agar tidak teralut, kasa | Satu batang diperlukan waktu 15 menit | Untuk membuat 4 batang diperlukan waktu 1 jam 24 menit | Dibuat 4 batang |
|                  |  |   |   |                                |  |                                       |  |                 |
|                  |  |   |   |                                |  |                                       |  |                 |
|                  |  |   |   |                                |  |                                       |  |                 |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini ditampirkan pada Laporan Proyek Akhir

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Batang pengadung kaki 1.  
 Hari/Tanggal Pembuatan : .....

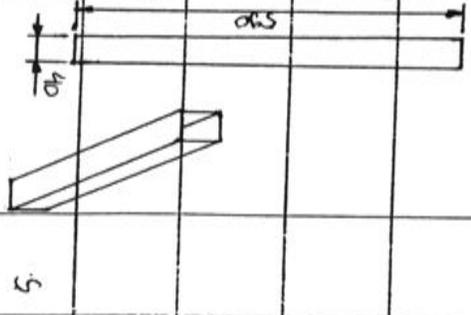
Tempat Membuat : Pajkel, Fabrikasi, FTUNY  
 Nama Pembuat : Nur Wijayanto

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan  | Deskripsi Pengerjaan   | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan  | Prediksi Kebutuhan Waktu   | Realisasi Kebutuhan Waktu | Catatan         |
|------------------|-----------------------------|--|--|--------------------------------|---|--|---------------------------|-----------------|
| 4.               |                             | 1. Mistar Gulung<br>2. Mistar Siku<br>3. Penggos<br>4. Mesin Gerinda<br>Patang | Utar bahan sesuai gambar<br>lalu gos dan lakukan proses pemotongan |                                | Gunakan kaca pelat untuk melindungi mata dari pecahan pada saat proses pemotongan | 1 batang dibutuhkan waktu ± 50 menit<br>pengadung kaki 1 dibutuhkan waktu ± 12 menit | untuk membuat Batang      | Dibuat 2 Batang |
|                  |                             |  |  |                                |   |  |                           |                 |
|                  |                             |  |  |                                |   |  |                           |                 |
|                  |                             |  |  |                                |   |  |                           |                 |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini ditampirkan pada Laporan Proyek Akhir

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Batang Pengantar Kiri, Kiri 2 dan bantalan Giring  
 Hari/Tanggal Pembuatan :  
 Tempat Membuat : Bengkel Fabrikasi, E.T. UNY  
 Nama Pembuat : Nur.....Kijayipriyo.....

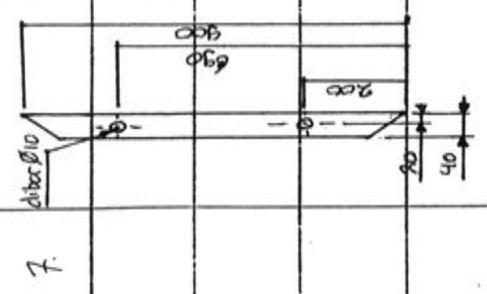
| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan   | Deskripsi Pengerjaan  | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan   | Prediksi Kebutuhan Waktu  | Realisasi Kebutuhan Waktu  | Catatan |
|------------------|--|---|---|--------------------------------|--|---|--|---------|
| 5.               |  | 1. Mistar Gulung<br>2. Penggaru siku<br>3. Penggosok<br>& Mesin gerinda<br>Potong | 1. Siapkan bahan<br>2. Ukur bahan<br>3. Ukur gambar<br>3. Potong dengan<br>Mesin gerinda<br>Potong. |                                | Menggunakan kaca pelat agar mata terlihat dari pecahan pada saat proses pemotongan | 1 batang<br>tangkai pengantar<br>memerlukan waktu<br>Pengerjaan ± 5 menit | 1 batang<br>di buat 4 batang<br>tangkai pengantar<br>Pengerjaan membutuhkan waktu ± 24 menit |         |
|                  |  |   |   |                                |  |   |  |         |
|                  |  |   |   |                                |  |   |  |         |
|                  |  |   |   |                                |  |   |  |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini ditampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Mengebor, rangka atas, depandan belakang  
 Hari/Tanggal Pembuatan : .....  
 Tempat Membuat : Bangkel, Fabrikasi, FT. GNY  
 Nama Pembuat : Nur...wijayanto.....

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan   | Deskripsi Pengerjaan   | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan  | Prediksi Kebutuhan Waktu   | Realisasi Kebutuhan Waktu | Catatan |
|------------------|--|---|--|--------------------------------|---|--|---------------------------|---------|
| 7.               |  | <ol style="list-style-type: none"> <li>Mistar baja</li> <li>Penarik</li> <li>Palu</li> <li>Mesin bor dulak</li> <li>Mata bor ukuran <math>\phi 4, \phi 7, \phi 10</math> mm.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Siapkan alat dan bahan</li> <li>ukur dan tarik yang baru di bor</li> <li>bercekam</li> <li>bera pada bergum</li> <li>bor titik dengan penggantian dia. Mata bor mulai dari yang kecil sampai akhir yang diinginkan</li> </ol> |                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>Cetan kerja dengan menggunakan regu</li> </ol> | Untuk satu benda dengan dua lubang rangka dan tiga membutuhkan tali pengantian mata bor per menit 14 menit<br>Untuk satu benda dengan tali pengantian mata bor per menit 5 menit |                           |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini diampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Rangka Mesin Bagian Atas  
 Hari/Tanggal Pembuatan :  
 Tempat Membuat : Bengkel Fabrikasi FTINY  
 Nama Pembuat : Nur..Sjijayanto.....

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan   | Deskripsi Pengerjaan   | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan   | Prediksi Kebutuhan Waktu  | Realisasi Kebutuhan Waktu | Catatan |
|------------------|-----------------------------|---|--|--------------------------------|--|---|---------------------------|---------|
| 8.               |                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>Mistar Gantung</li> <li>Penggaris situ</li> <li>Mesin las Listrik</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Siapkan alat dan Bahan</li> <li>Atur alat</li> <li>Tentukan bagian yang akan di las</li> <li>Jika sudah siap dan telah siap pengerjaan agar waktu di las cukup cepat selesai</li> <li>Las perah.</li> </ol> |                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>Gunakan perlengkapan</li> <li>Gunakan kaca mata Las</li> <li>Jauhkan dan benda-bahan yang mudah terbakar</li> </ol> | <p>Untuk menyelesaikan <del>waktu</del> bagian atas mesin lulaan baterai ± 30 menit</p> <p>bagian atas mesin lulaan ± 20 menit</p> <p>atas mesin yang berat lulaan ± 30 menit</p> |                           |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini ditampirkan pada Laporan Proyek Akhir



LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Mesin Kaki dengan rangka alum  
 Hari/Tanggal Pembuatan :  
 Tempat Membuat : Bengkel, Fakultas E.T. UNY  
 Nama Pembuat : Nuc Wijayanto

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan   | Deskripsi Pengerjaan  | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan   | Prediksi Kebutuhan Waktu                                 | Realisasi Kebutuhan Waktu                                     | Catatan |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|--|--|---|---------|
| 9.               |                             | 1. Mesin las gesek<br>2. Mistar siku. | 1. Siapkan rangka alum<br>2. Siapkan batang kaki<br>3. Taruh kaki di atas rangka alum dan ukur keritua n lalu, sac k<br>4. beri penguat<br>5. las penuh |                                | 1. Gunakan perpack/ baju proteksi bagi pekerja<br>2. Gunakan kaca mata Las<br>3. Gunakan sarung tangan las | Untuk Perakasan alum<br>las kaku, las alum<br>± 25 menit | Untuk Perakasan alum<br>kaku dengan tangan alum<br>± 30 menit |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini diimpirkan pada Laporan Proyeck Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRM/MES/23-00  
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Mengelas penyambung kaki 1,2 dengan kaki  
 Hari/Tanggal Pembuatan :  
 Tempat Membuat : Bengkel Fabrikasi FT UNY  
 Nama Pembuat : Nur Wijayanto

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan                                       | Deskripsi Pengerjaan   | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan  | Prediksi Kebutuhan Waktu   | Realisasi Kebutuhan Waktu | Catatan |
|------------------|-----------------------------|---|--|--------------------------------|---|--|---------------------------|---------|
| 10.              |                             | 1. Mixer Baji<br>2. Penggans siku<br>3. Penggones<br>4. Mesin las listrik | 1. Siapkan rangka yang telah di balok<br>2. Siapkan rangka penyambung<br>3. ukur tinggi penyambung dari ujung kaki dan<br>4. pasang penguat<br>5. las peruh. |                                | 1. Gunakan derpack baja padam<br>2. Gunakan kaca mata Las<br>3. gunakan Saringan Feingan las. | 1. Ukur<br>2. Dengan penyambung kaki dengan derpack<br>3. Untuk penyambung dengan<br>4. Perbaikan rangka kaki<br>5. Perbaikan rangka I<br>6. Perbaikan rangka 30<br>7. Perbaikan |                           |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini diampirkan pada Laporan Proyeck Akhir

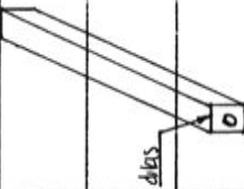


UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

FRIMMES/23-00  
02 Agustus 2007

LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : Mengelas...dudukan...Ganter dengan stopper  
 Hari/Tanggal Pembuatan :  
 Tempat Membuat : Bagtel, Fabrikasi, ETUNY.  
 Nama Pembuat : Nur. Wijayanto.....

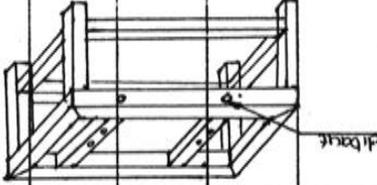
| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan | Deskripsi Pengerjaan  | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan   | Prediksi Kebutuhan Waktu  | Realisasi Kebutuhan Waktu                                      | Catatan |
|------------------|--|-------------------------------------|---|--------------------------------|--|---|--|---------|
| 1.               |  | 1. Penggaris siku<br>2. Mesin las.  | 1. Siapkan rangka landasan Ganter dan stopper baut<br>2. las tektuell stopper baut dengan rangka landasan<br>3. baut dan pengelasan |                                | 1. Gunakan alat pelindung diri<br>2. Gunakan kaca mata las<br>3. Gunakan sarung tangan las | untuk perak stopper baut dengan landasan Ganter dibutuhkan 15 menit | perak stopper baut dengan landasan Ganter dibutuhkan 20 menit. |         |
|                  |  |                                     |   |                                |  |   |  |         |
|                  |  |                                     |   |                                |  |   |  |         |
|                  |  |                                     |   |                                |  |   |  |         |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini diampirkan pada Laporan Proyek Akhir

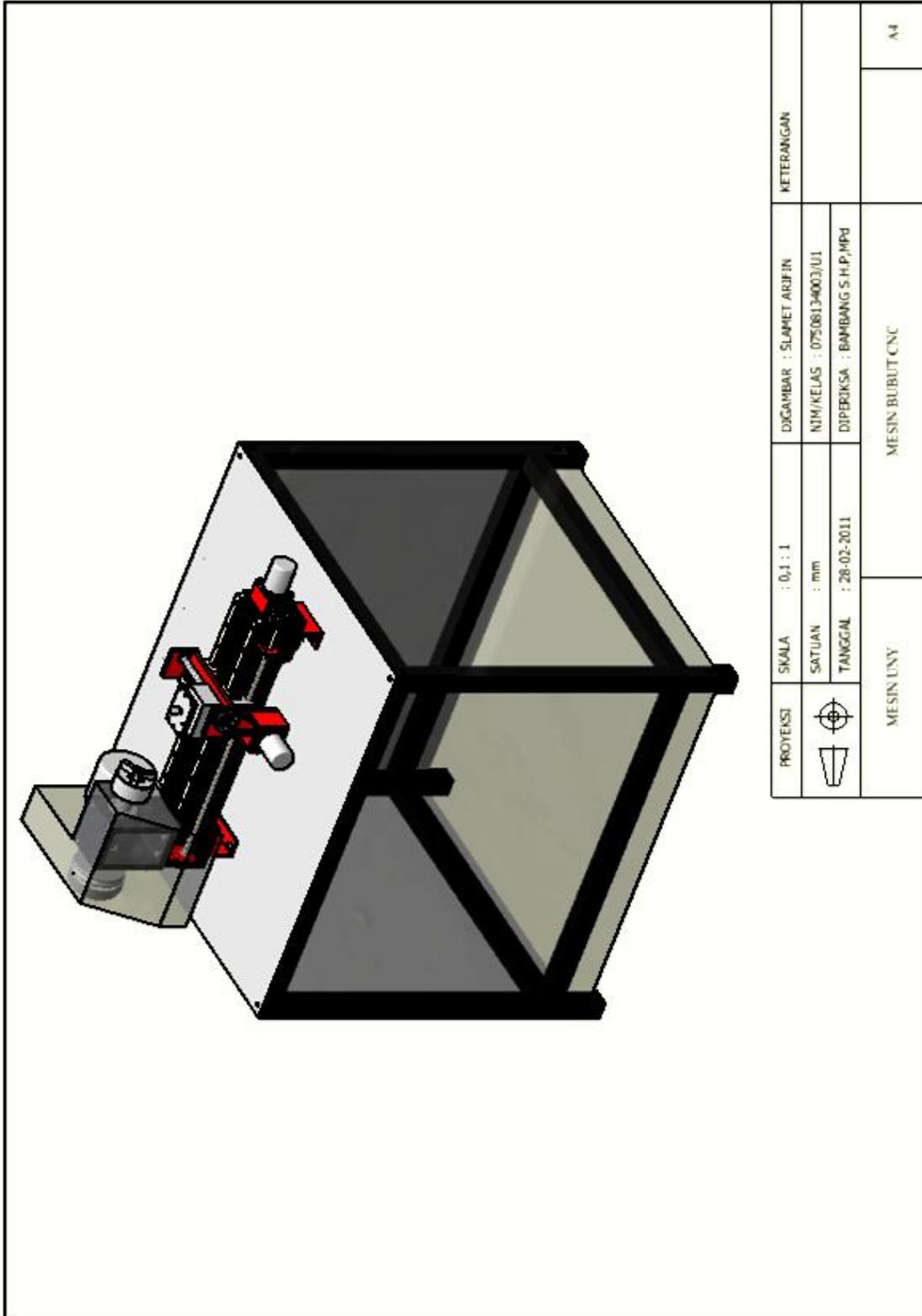


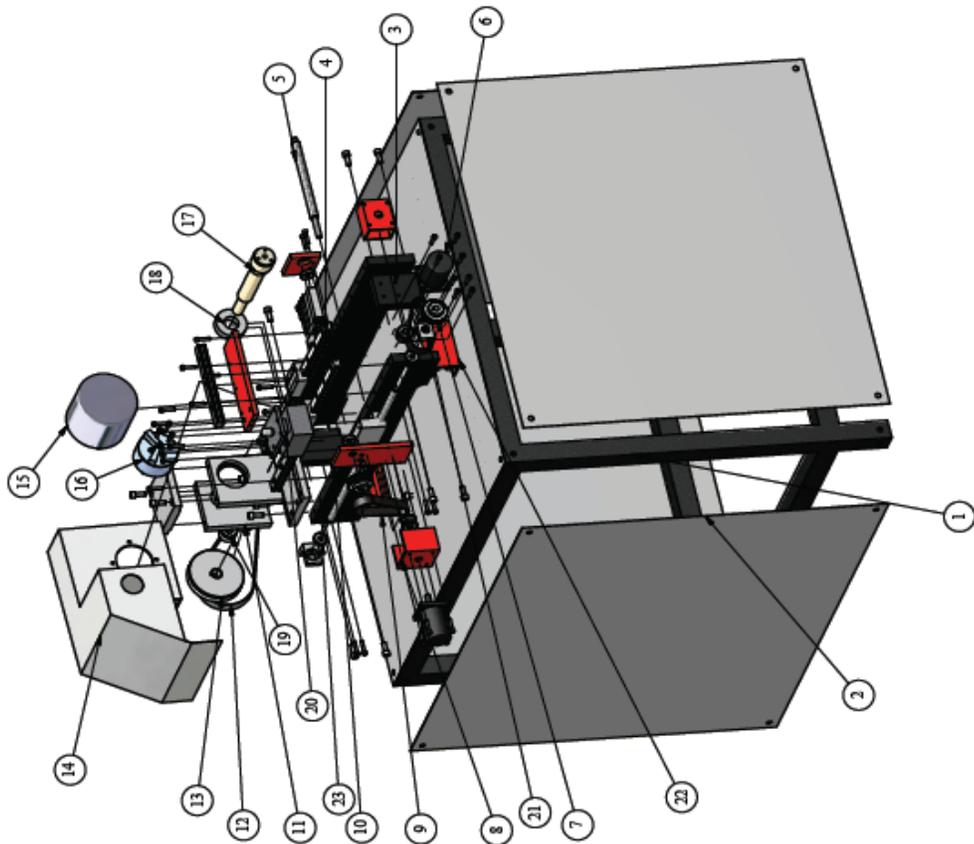
LANGKAH KERJA PROSES PEMBUATAN KOMPONEN ALAT

Nama Komponen Yang Dibuat : *Mengasap...dukulita...dengan rangka*  
 Hari/Tanggal Pembuatan : .....  
 Tempat Membuat : *Bangkit...Fakultas...ET/UNT*  
 Nama Pembuat : *Nur...Xyjayanto.....*

| Langkah Kerja ke | Ilustrasi Gambar Pengerjaan  | Alat/Mesin/Instrumen yang digunakan | Deskripsi Pengerjaan   | Hitungan Proses yang Digunakan | Tindakan Keselamatan | Prediksi Kebutuhan Waktu                                    | Realisasi Kebutuhan Waktu                       | Catatan                  |
|------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------|---|---|--------------------------|
| 1.               |  | 1. Penggaris silika<br>2. Kunci     | 1. Siapkan alat<br>2. Siapkan rangka<br>3. Siapkan dukulita liner.<br>4. Pasang baut dari rangka jika sudah silika kemasang kan baut |                                |                      | Untuk bisa sang dukulita liner mem butuhkan waktu ± 5 menit | Proses pada rangka ini butuhkan waktu ± 5 menit | jumlah kupa dan kua ring |
|                  |  |                                     |  |                                |                      |   |   |                          |
|                  |  |                                     |  |                                |                      |   |   |                          |
|                  |  |                                     |  |                                |                      |   |   |                          |
|                  |  |                                     |  |                                |                      |   |   |                          |

Keterangan : Realisasi dari Borang ini ditampirkan pada Laporan Proyeck Akhir



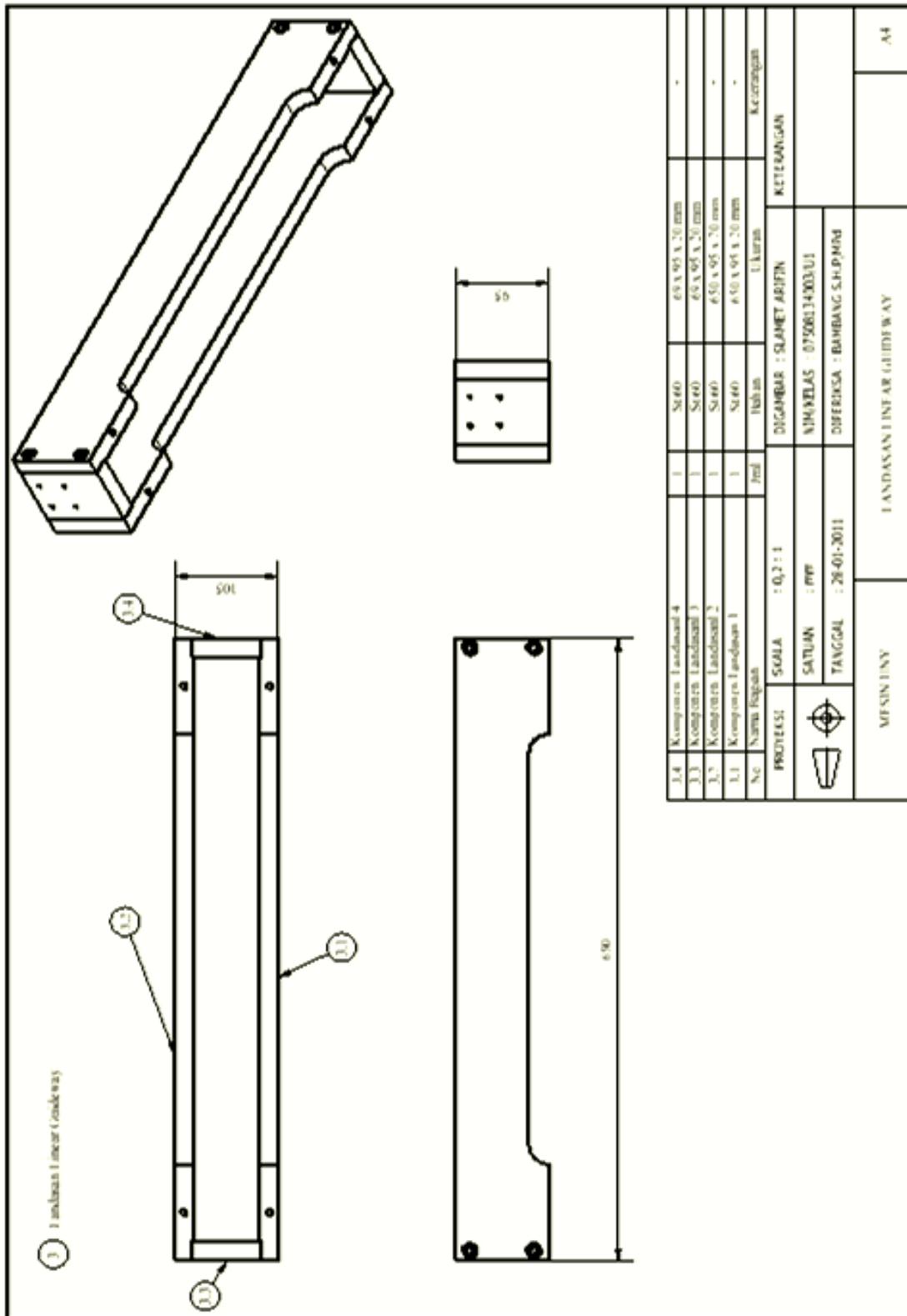


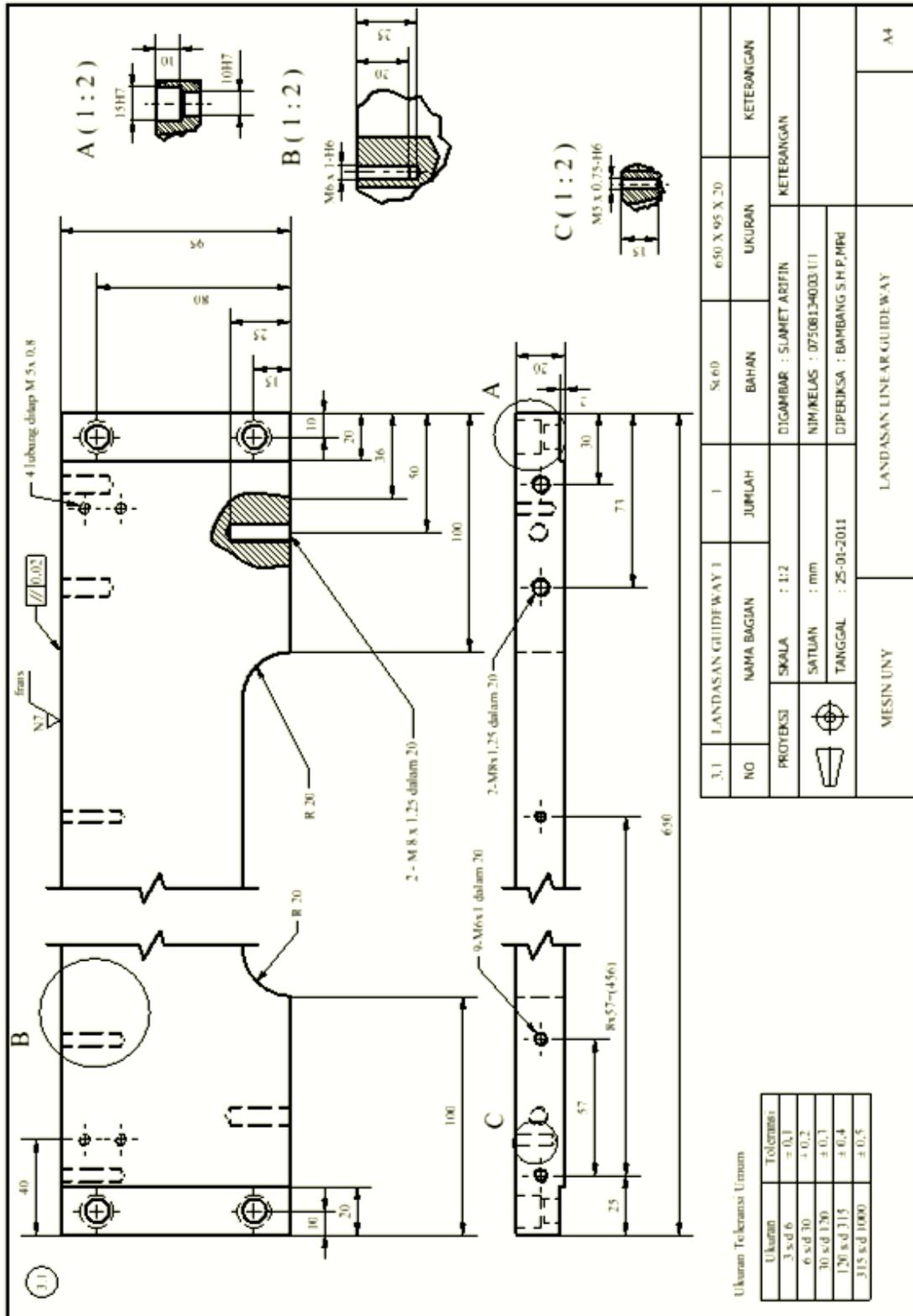
|              |                          |                 |                |                           |                  |                      |
|--------------|--------------------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------|----------------------|
| 23           | Bearing Kecil            | 3               | -              | -                         | -                | Koyo GA 2 008U7      |
| 22           | Penyangga Landasan       | 2               | Kawat U        | 105 x 50 x 40             | -                | -                    |
| 21           | Rumah Bearing Ballscrew  | 2               | Mild Steel     | 45 X 30 X 10 mm           | -                | -                    |
| 20           | Tool Post                | 1               | -              | -                         | -                | Pajaman              |
| 19           | Bearing Belahbeng        | 1               | -              | -                         | -                | Koyo HI-CAP 30204 JK |
| 18           | Bearing Depan            | 1               | -              | -                         | -                | Koyo HI-CAP 30206 JR |
| 17           | Beros Spindel            | 1               | Mild Steel     | Ø43 x 220 mm              | -                | -                    |
| 16           | Chuck                    | 1               | -              | -                         | -                | Pajaman              |
| 15           | Motor Utama              | 1               | Plat Byser     | -                         | -                | Pajaman              |
| 14           | Casing Penutup Spindel   | 1               | Aluminium      | Ø60 x 44 mm               | -                | -                    |
| 13           | Puli                     | 1               | Karet          | -                         | -                | Beli                 |
| 12           | Belt                     | 1               | Mild Steel     | 105 x 113 x 161 mm        | -                | -                    |
| 11           | Rumah Spindel            | 1               | -              | -                         | -                | -                    |
| 10           | Besian                   | 1               | -              | -                         | -                | -                    |
| 9            | Belt Bergigi             | 2               | Karet          | -                         | -                | Pajaman              |
| 8            | Drumhkan Step Motor      | 2               | Plat Byser     | 69 x 69 x 46 mm           | -                | Beli                 |
| 7            | Roda Gigi                | 2               | Mild Steel     | Ø49 x 22 mm               | -                | -                    |
| 6            | Step Motor               | 2               | -              | -                         | -                | Pajaman              |
| 5            | Ballscrew                | 1               | -              | -                         | Ø20 x 600 mm     | Pajaman              |
| 4            | Linear Guideway          | 2               | -              | -                         | 450 x 20 x 16 mm | Pajaman              |
| 3            | Lanaisan Linear Guideway | 1               | Mild Steel     | 650 x 105 x 95 mm         | -                | -                    |
| 2            | Casing Penutup Kamping   | 1               | Plat Byser     | 900 x 670 x 690 mm        | -                | -                    |
| 1            | Konjala Meja             | 1               | Papastal kasar | 900 x 670 x 760 mm        | -                | -                    |
| No           | Nama Bahan               | Jml             | Bahan          | Ukuran                    | Keterangan       |                      |
| PROYEKSI     |                          | SKALA           | 1 : 4          | DIGAMBAR : MUJIBRUL KHOIR |                  |                      |
| SATUAN       |                          | : mm            |                |                           |                  |                      |
| TANGGAL      |                          | : 28-02-2011    |                |                           |                  |                      |
| FT MESIN UNY |                          | MESIN BUBUT CNC |                |                           | A3               |                      |

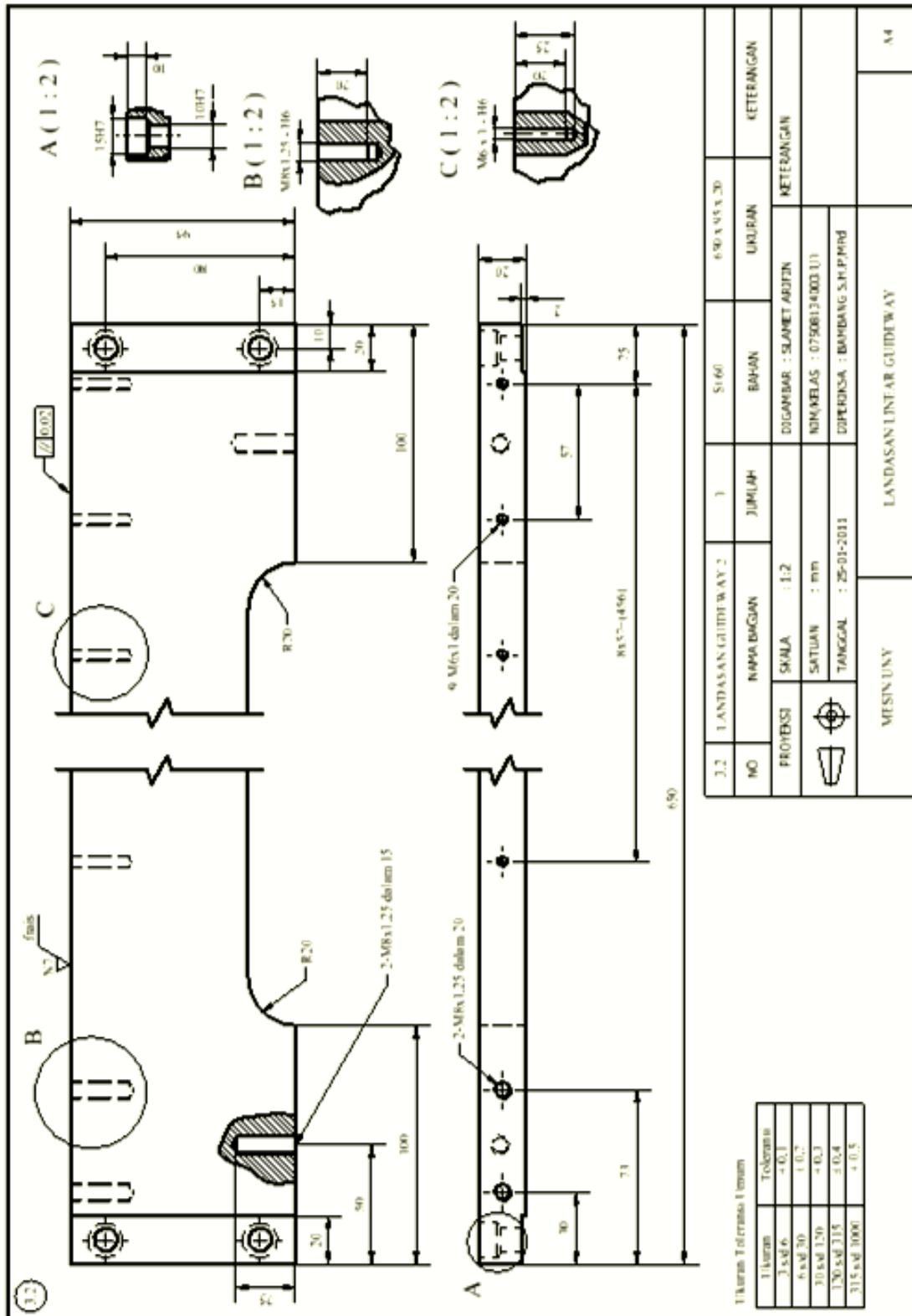
KETERANGAN

NIM/ KELAS : 07508134005

DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P, M.P



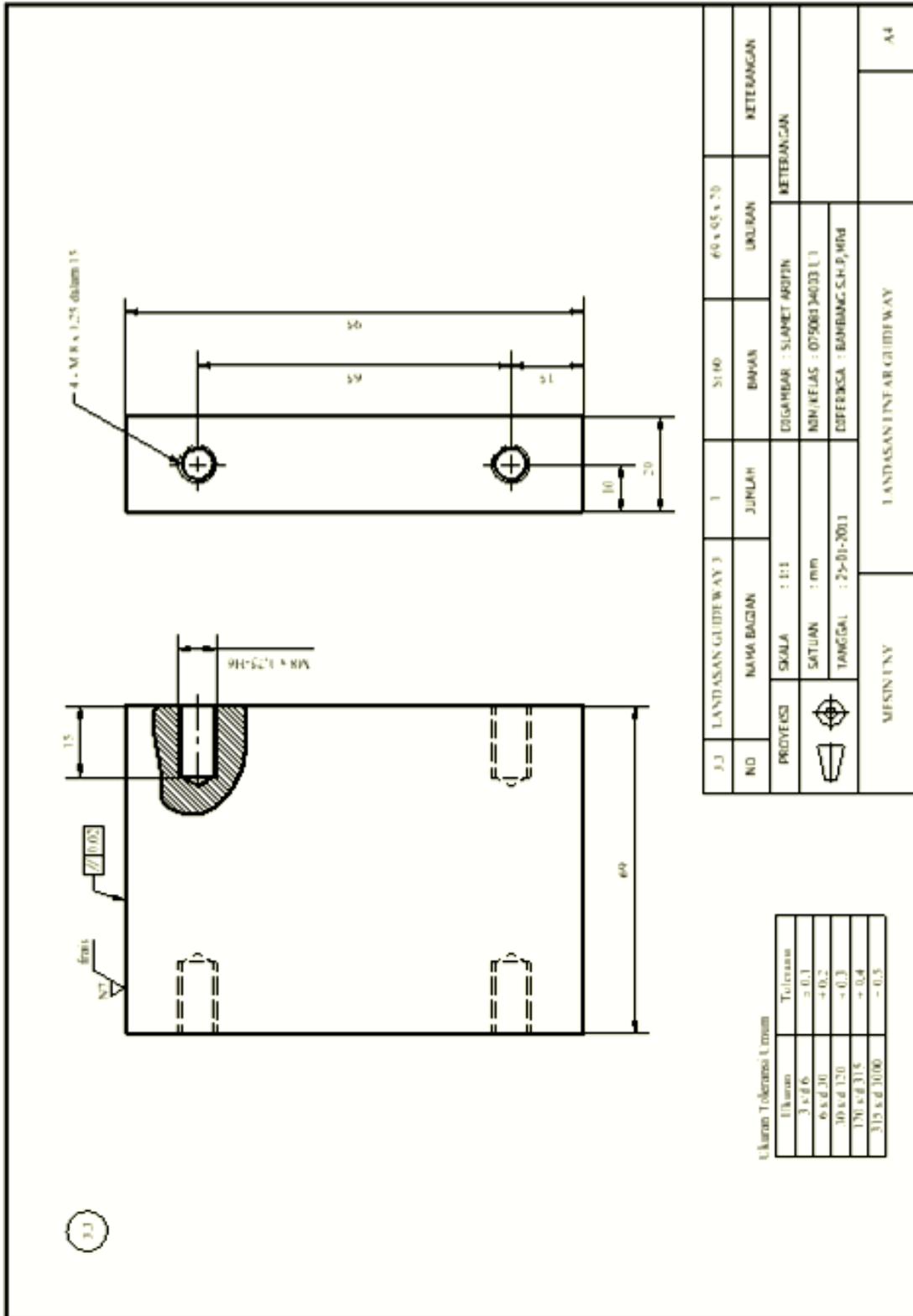




Toleransi 1 umum

|               |           |
|---------------|-----------|
| 1 umum        | Toleransi |
| 3 mm < 6      | +0,1      |
| 6 mm < 30     | +0,2      |
| 30 mm < 120   | +0,3      |
| 120 mm < 315  | +0,4      |
| 315 mm < 1000 | +0,5      |

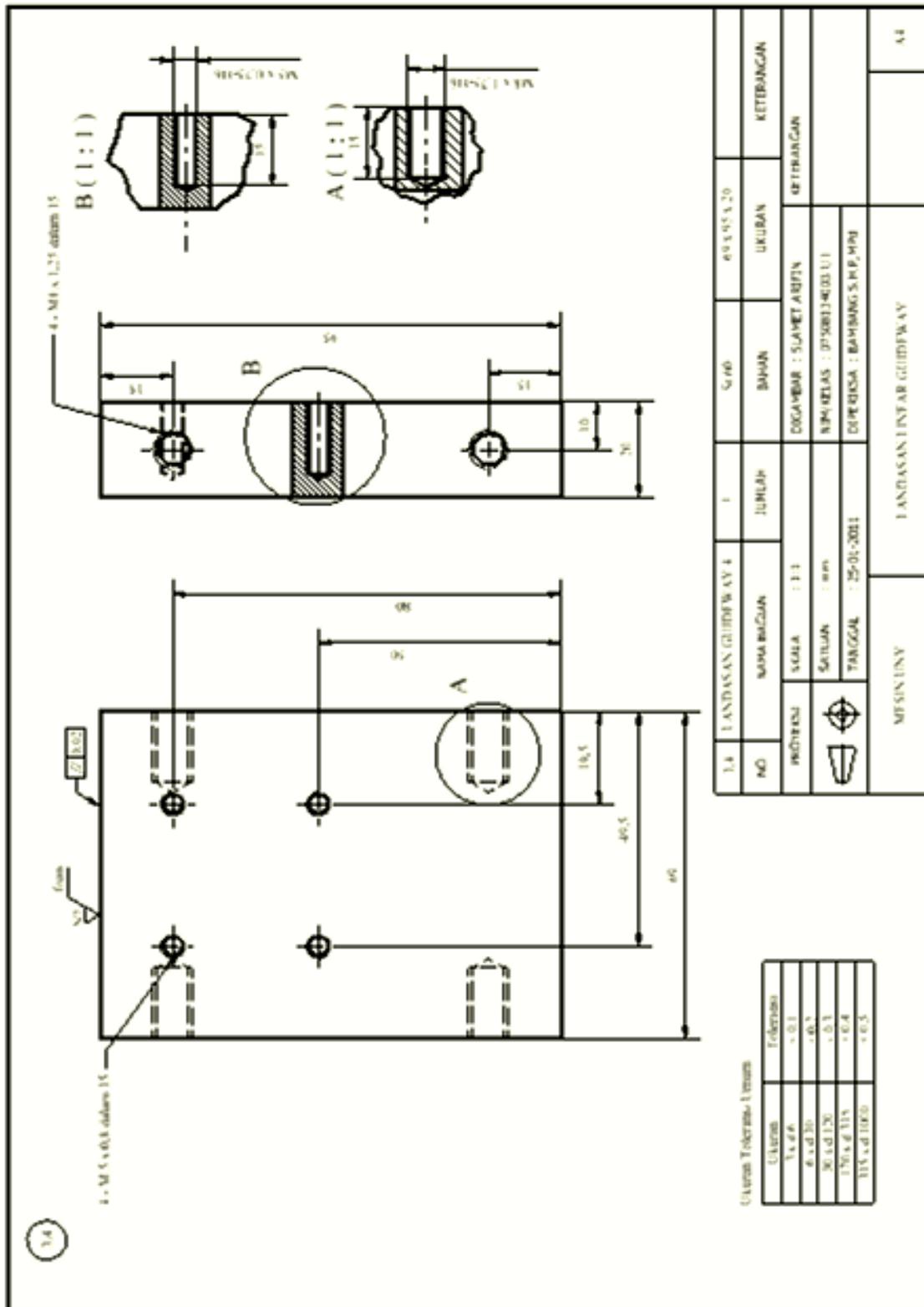
|     |                     |                          |                               |               |            |
|-----|---------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------|------------|
| 3.2 | LANDASAN GUIDEWAY 2 | 3                        | SI 60                         | 650 x 55 x 20 |            |
| MO  | NAMA BAGIAN         | JUMLAH                   | BAHAN                         | URURAN        | KETERANGAN |
|     | PROFESI             | SKALA : 1:2              | DOKUMEN : SLAMET ARJIZ        |               | KETERANGAN |
|     |                     | SATUAN : mm              | NOMOR KLAS : 0750B134003 U1   |               |            |
|     |                     | TANGGAL : 25-04-2011     | DISPERKAS : BAMBANG S.H.P.MPD |               |            |
|     | MESIN UNY           | LANDASAN LINTAR GUIDEWAY |                               |               | A4         |



1. Kurva Toleransi 1 mm

| Ukuran       | Toleransi |
|--------------|-----------|
| 3 s.d 6      | + 0,1     |
| 6 s.d 30     | + 0,2     |
| 30 s.d 120   | + 0,3     |
| 120 s.d 315  | + 0,4     |
| 315 s.d 1000 | + 0,5     |

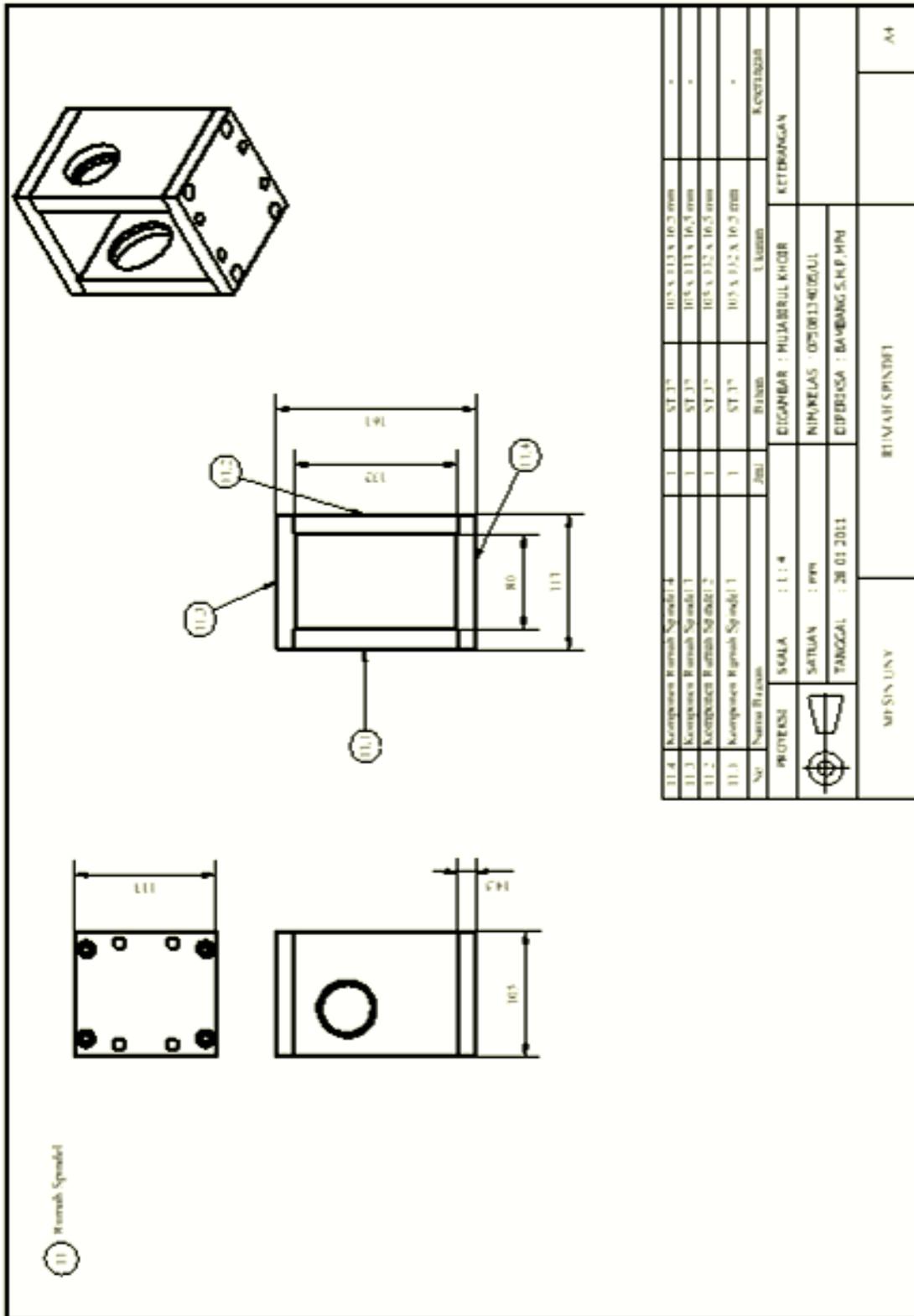
|          |                      |                         |                               |              |            |
|----------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| J.J      | LANDASAN GUIDEWAY 3  | 1                       | SI 100                        | 60 x 55 x 20 | KETERANGAN |
| NO       | NAWA BAGIAN          | JUMLAH                  | BAHAN                         | UKURAN       | KETERANGAN |
| PROYEKSI | SKALA : 1:1          |                         | LOGAMBAR : SLAPET ARIFIN      |              |            |
|          | SATUAN : mm          |                         | NIM/KEJAS : 07508134033 U 1   |              |            |
|          | TANGGAL : 25-01-2013 |                         | DIFERENSA : BANANG S.H.P, MEd |              |            |
|          | MESIN UNY            | LANDASAN INTAR GUIDEWAY |                               |              |            |
|          |                      |                         |                               |              | A4         |

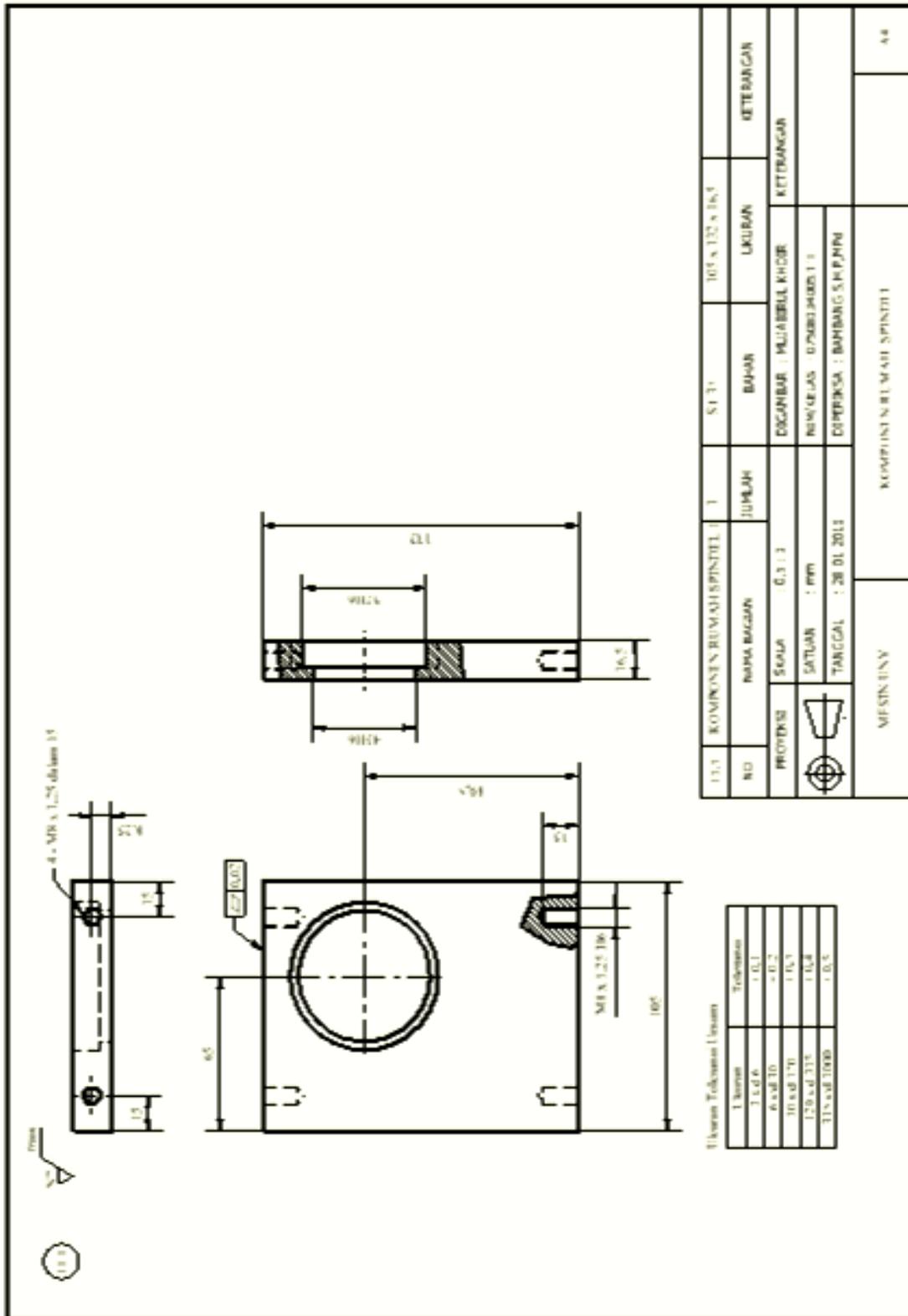


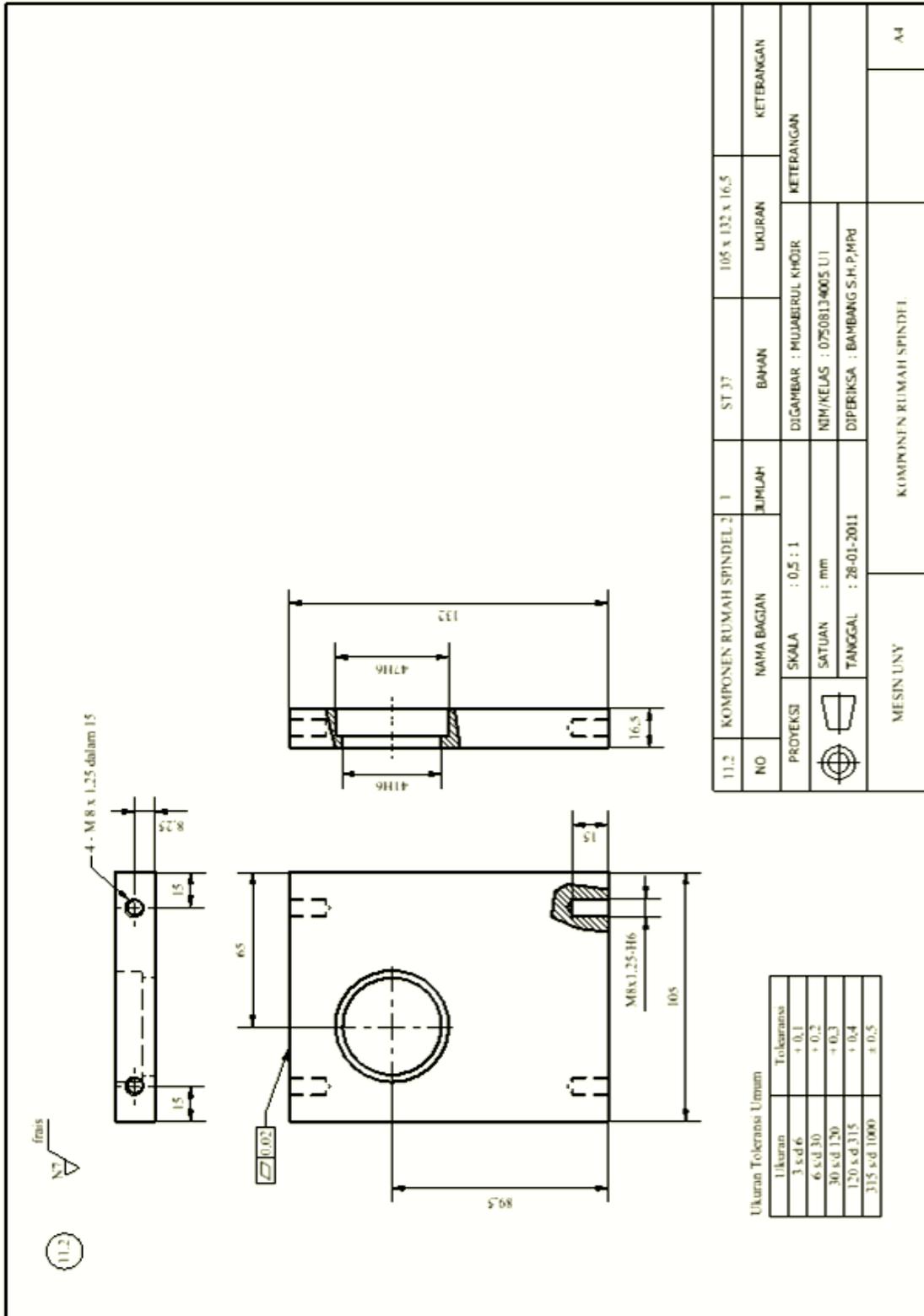
Ukuran Toleransi-Umum

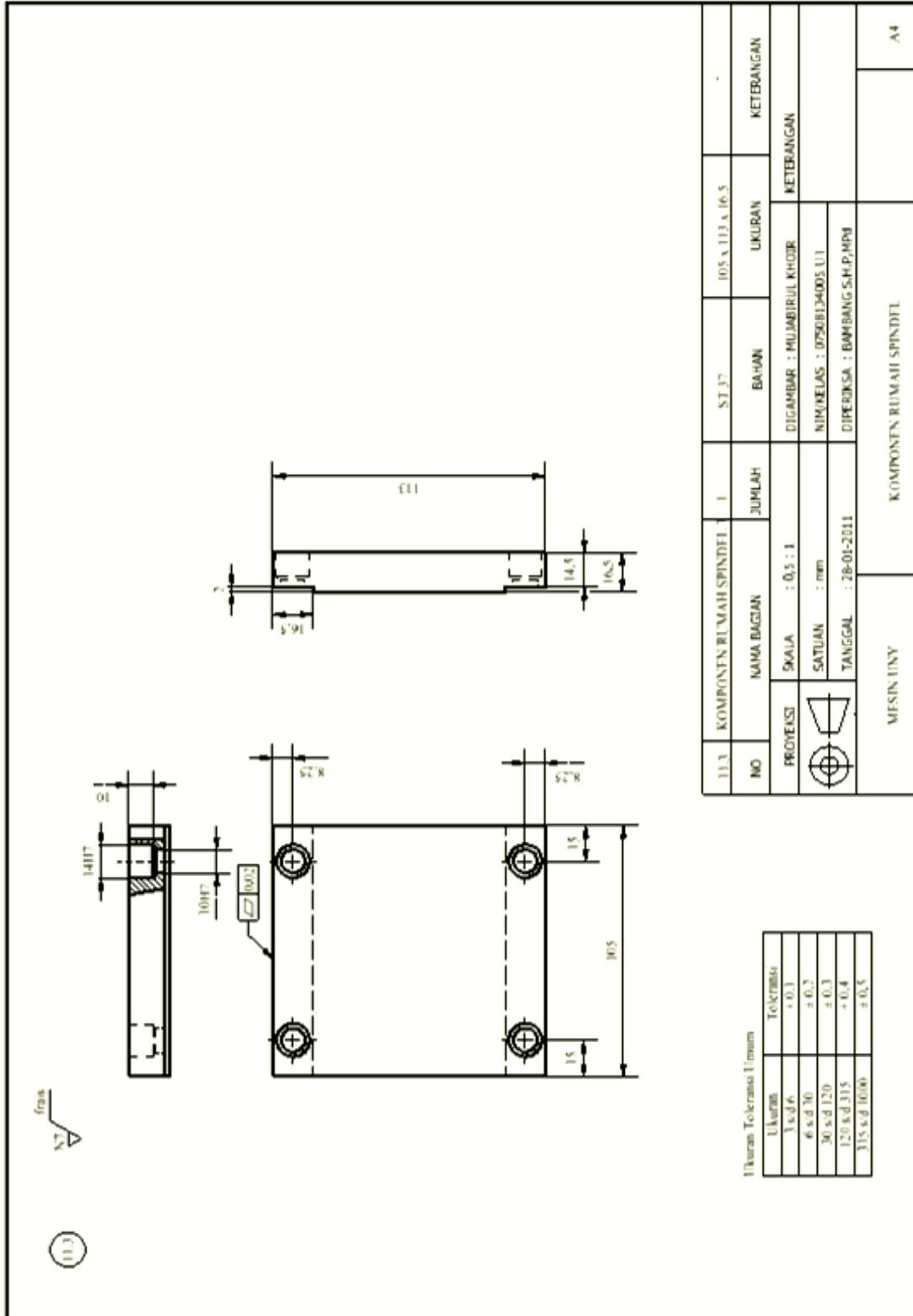
|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Ukuran                  | Toleransi |
| 1 x <math>6</math>      | + 0.1     |
| 6 x <math>30</math>     | + 0.3     |
| 30 x <math>120</math>   | + 0.5     |
| 120 x <math>315</math>  | + 0.8     |
| 315 x <math>1000</math> | + 1.2     |

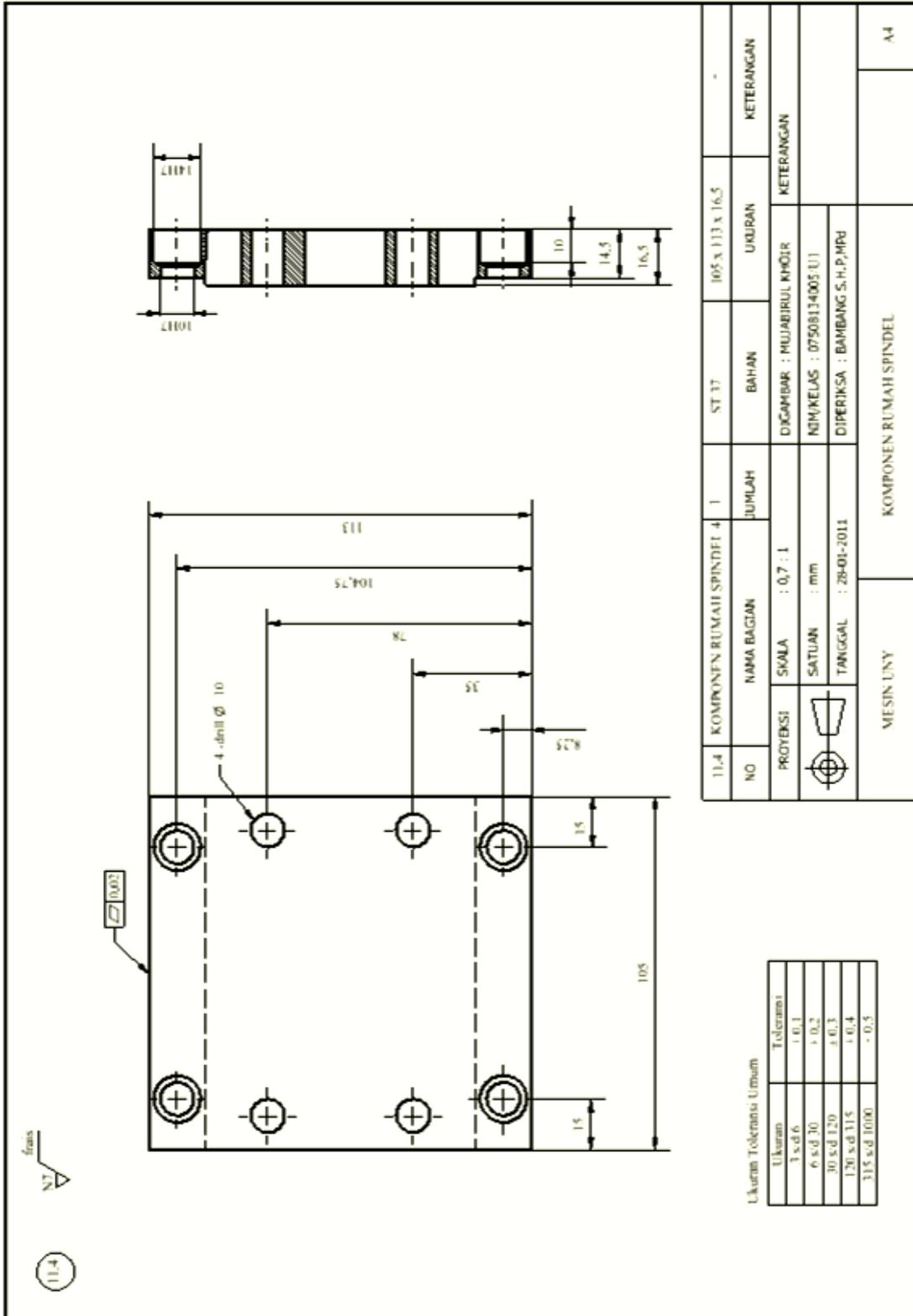
|           |                       |        |                                |              |            |
|-----------|-----------------------|--------|--------------------------------|--------------|------------|
| 3.4       | LANDASAN GUIDEWAY 4   | 1      | 3060                           | 60 x 35 x 20 | KETEBANGAN |
| NO        | NAMA BAGIAN           | JUMLAH | BAHAN                          | UKURAN       | KETEBANGAN |
| PROBLEMA  | SKALA : 1:1           |        | DIGAMBAR : SUHARTO/PTN         |              | KEFEBANGAN |
|           | SATUAN : mm           |        | KIR/RELAS : PT/0811/03/11      |              |            |
|           | TARIGGAL : 25-01-2011 |        | DUPRENSA : BAHARING S.P.P, M.P |              |            |
| MESIN UNY |                       |        | LANDASAN LINEAR GUIDEWAY       |              |            |
|           |                       |        |                                |              | A4         |

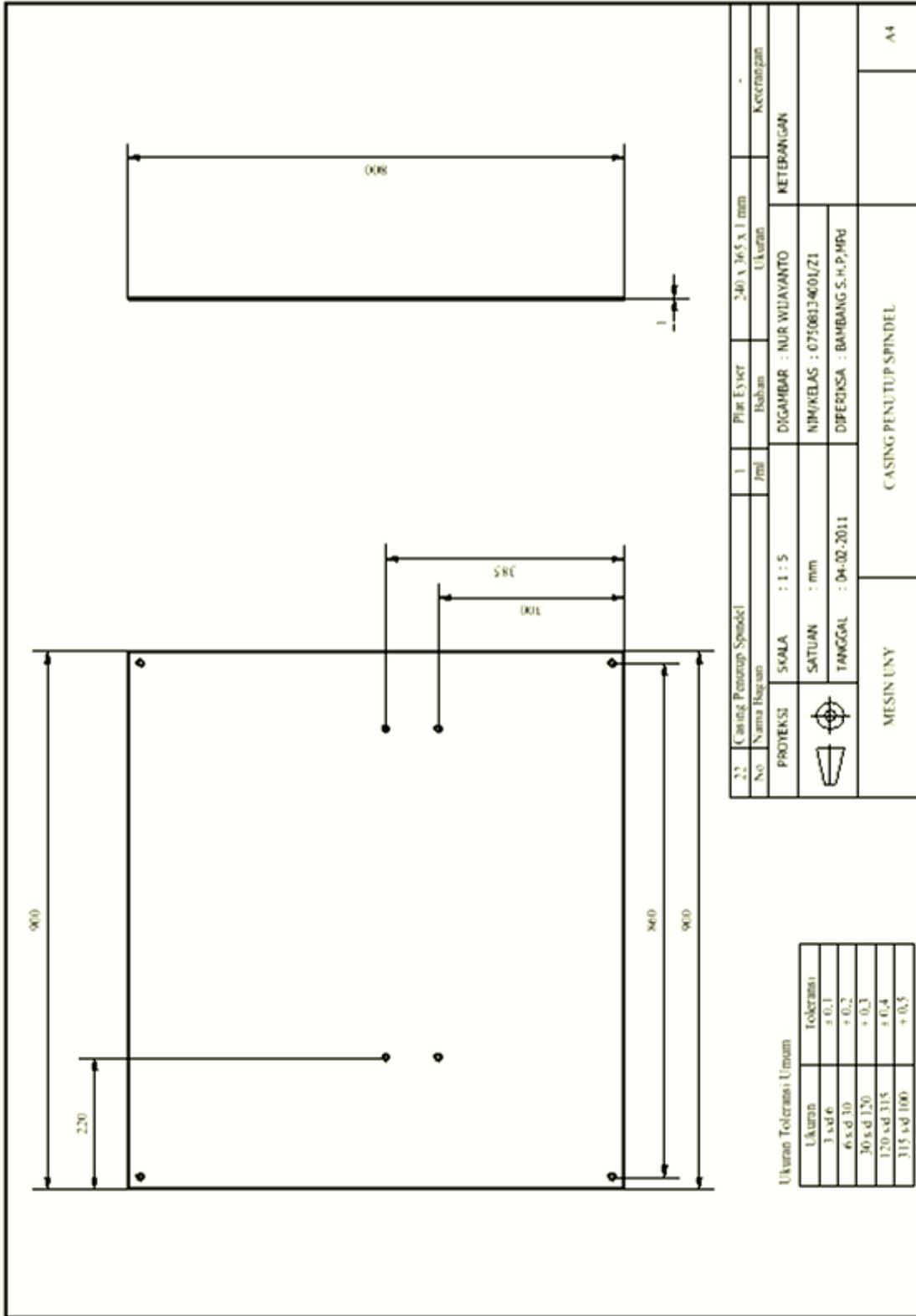








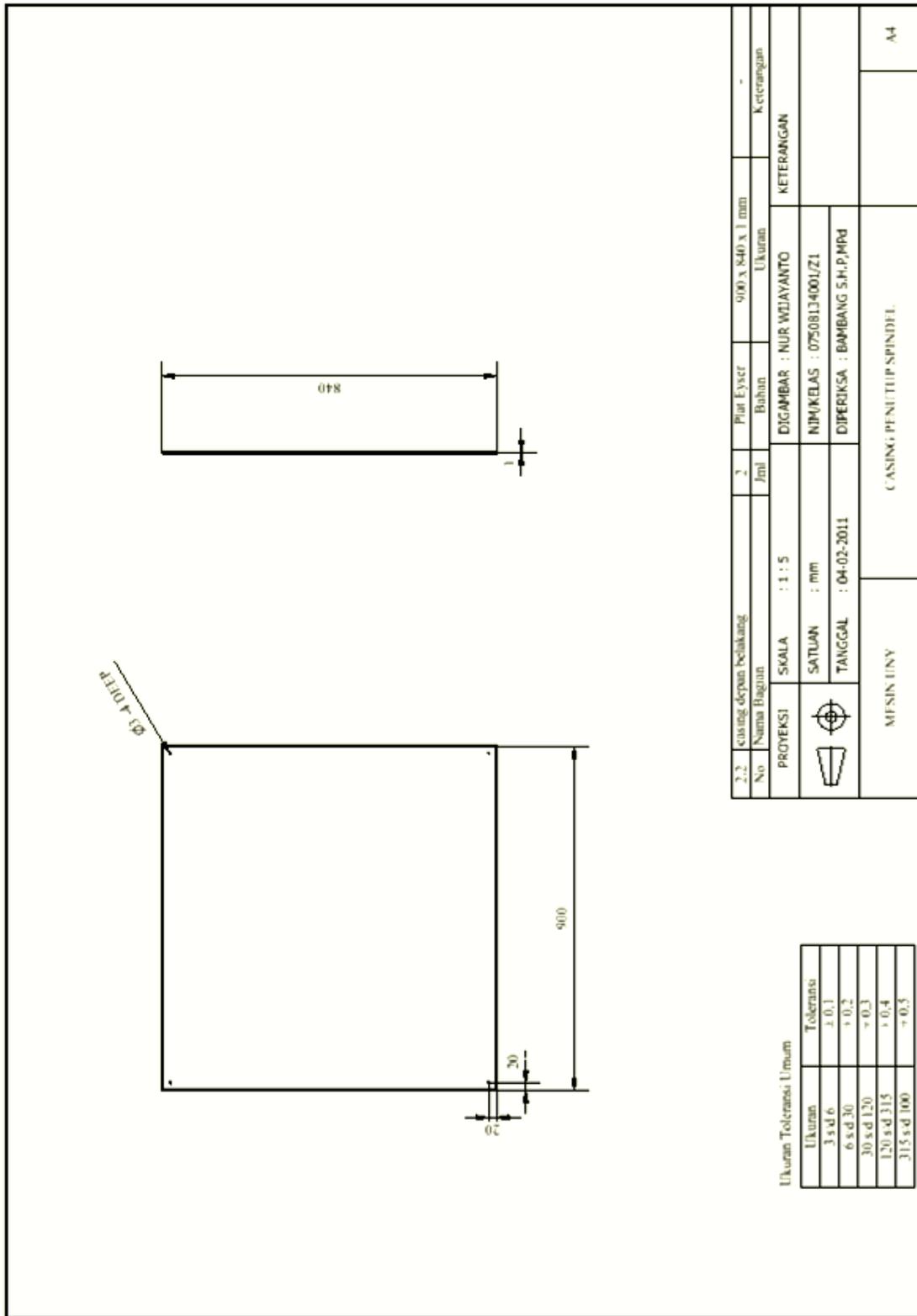


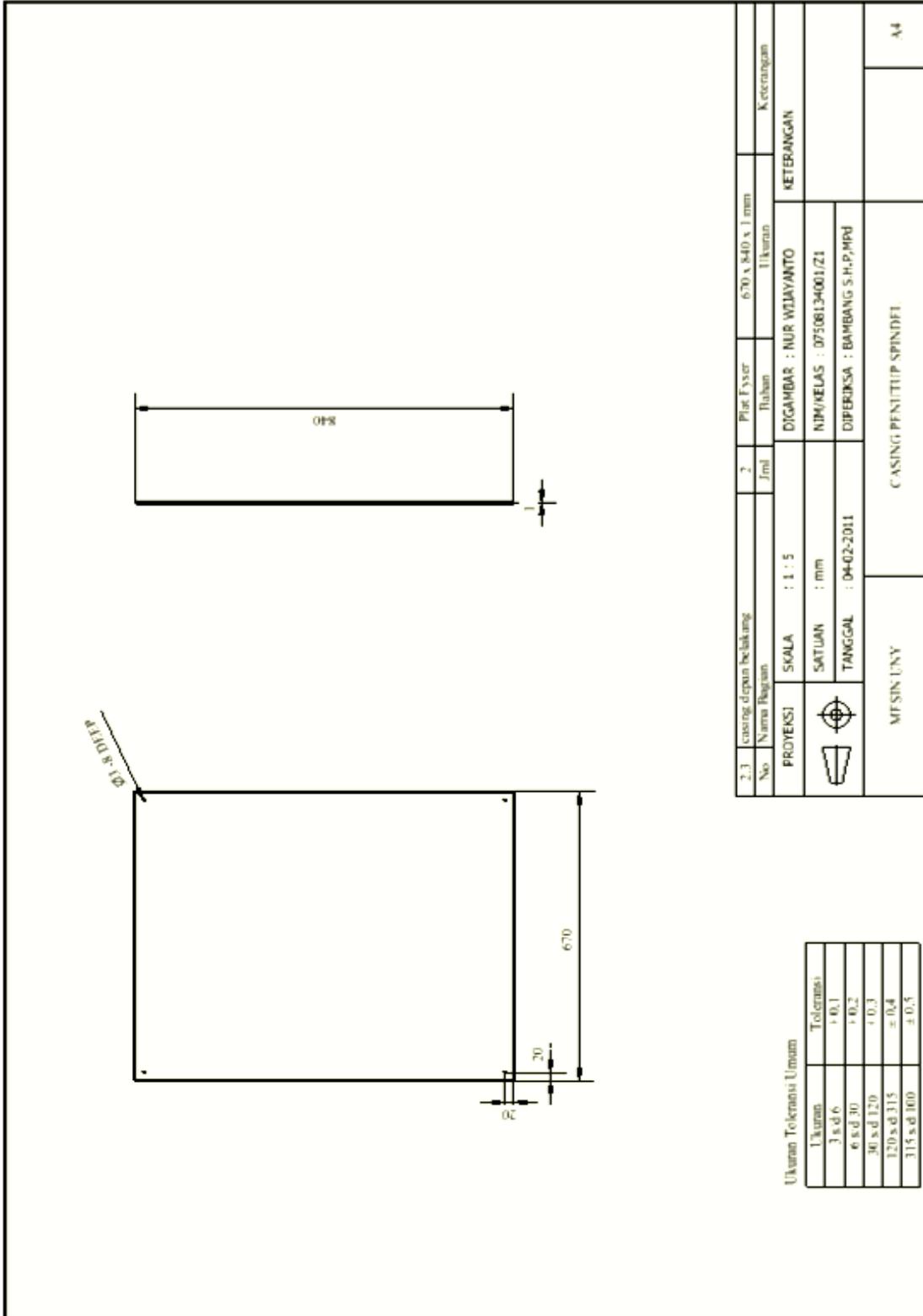


|           |                        |                        |                               |                  |            |
|-----------|------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|------------|
| 22        | Casing Penutup Spindel | 1                      | Pilar Esyket                  | 240 x 245 x 1 mm | -          |
| No        | Nama Bagian            | Jml                    | Bahan                         | Ukuran           | Keterangan |
| PROJEKSI  |                        | SKALA : 1 : 5          | DIGAMBAR : NUR WIJAYANTO      |                  |            |
|           |                        | SATUAN : mm            | NIM/KELAS : 07508134001/Z1    |                  |            |
|           |                        | TANGGAL : 04-02-2011   | DIFERENSA : BAMBANG S.H.P,MPd |                  |            |
| MESIN UNY |                        | CASING PENUTUP SPINDEL |                               |                  | A4         |

Ukuran Toleransi Umum

| Ukuran       | Toleransi |
|--------------|-----------|
| 3 s.d 6      | + 0,1     |
| 6 s.d 30     | + 0,2     |
| 30 s.d 120   | + 0,3     |
| 120 s.d 315  | + 0,4     |
| 315 s.d 1000 | + 0,5     |

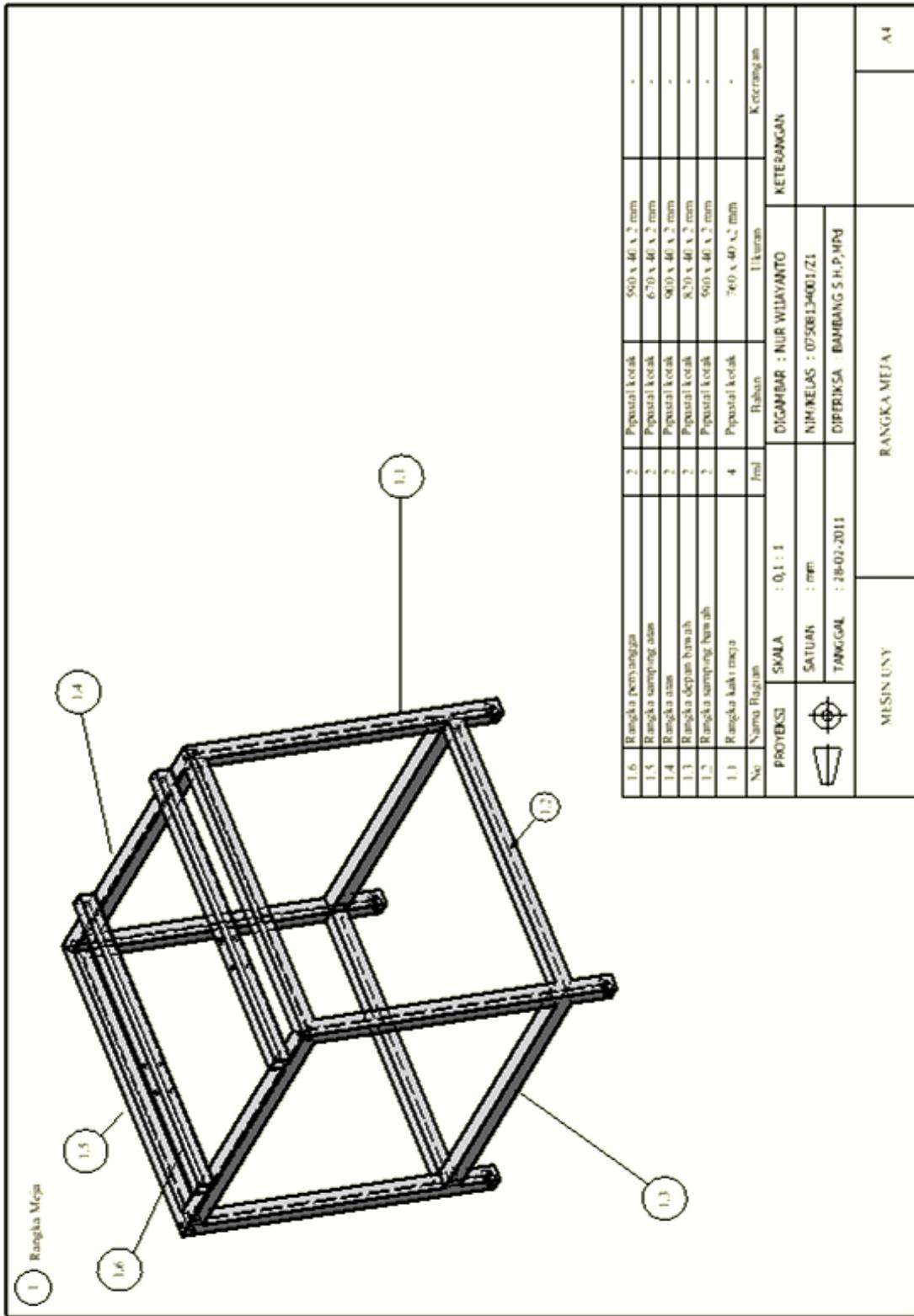




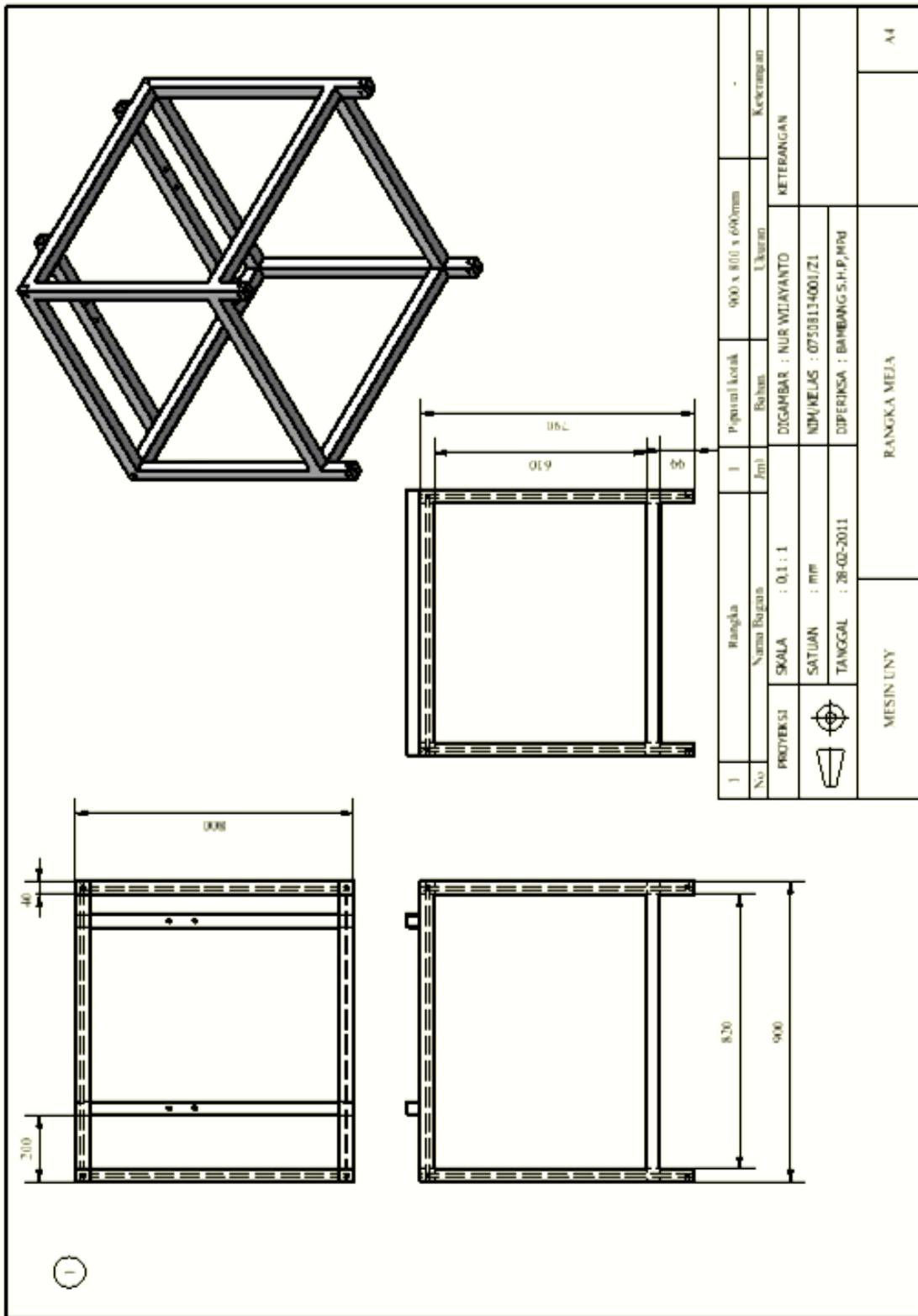
|           |                       |                         |                                |                  |            |
|-----------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|------------|
| 2.3       | Casing depan belakang | 2                       | Plat Esfer                     | 670 x 840 x 1 mm | Keterangan |
| No.       | Nama Bagian           | Jml                     | Bahan                          | Ukuran           |            |
| PROYEKSI  |                       | SKALA : 1 : 5           | DIGAMBAR : NUR WJAYANTO        |                  |            |
|           |                       | SATUAN : mm             | NIM/AELAS : 07508134001721     |                  |            |
|           |                       | TANGGAL : 04-02-2011    | DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P./MPJ |                  |            |
| MFSIN UNY |                       | CASING PENUTUP SPINDEI. |                                |                  | A4         |

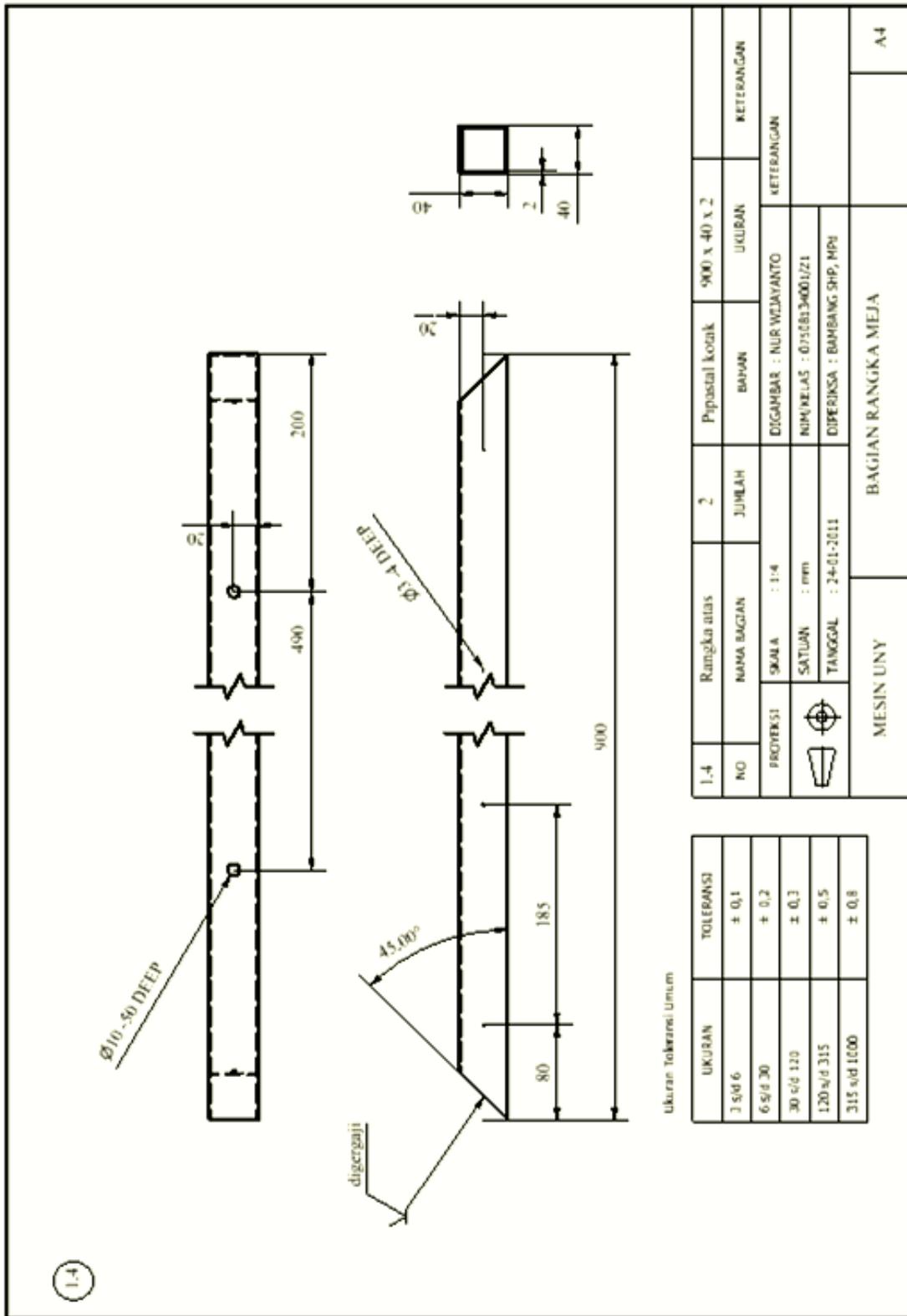
Ukuran Toleransi Umum

| Ukuran       | Toleransi |
|--------------|-----------|
| 3 s.d 6      | +0,1      |
| 6 s.d 30     | +0,2      |
| 30 s.d 120   | +0,3      |
| 120 s.d 315  | +0,4      |
| 315 s.d 1000 | +0,5      |



|           |                      |                                |                |                 |            |
|-----------|----------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|------------|
| 1.6       | Rangka penyangan     | 2                              | Pipastal korak | 500 x 40 x 2 mm | -          |
| 1.5       | Rangka samping atas  | 2                              | Pipastal korak | 670 x 40 x 2 mm | -          |
| 1.4       | Rangka atas          | 2                              | Pipastal korak | 900 x 40 x 2 mm | -          |
| 1.3       | Rangka depan bawah   | 2                              | Pipastal korak | 820 x 40 x 2 mm | -          |
| 1.2       | Rangka samping bawah | 2                              | Pipastal korak | 500 x 40 x 2 mm | -          |
| 1.1       | Rangka kaki meja     | 4                              | Pipastal korak | 780 x 40 x 2 mm | -          |
| No.       | Nama Bahan           | Jml                            | Bahan          | Ukuran          | Keterangan |
| PROYENSI  | SKALA : 0,1 : 1      | DIGAMBAR : NUR WILYANTO        |                |                 |            |
|           | SATUAN : mm          | KETERANGAN                     |                |                 |            |
|           | TANGGAL : 28-02-2011 | NIM/NELAS : 07508134001/21     |                |                 |            |
|           |                      | DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P, HPI |                |                 |            |
| MESIN/UNY | RANGKA MEJA          |                                |                |                 | A4         |



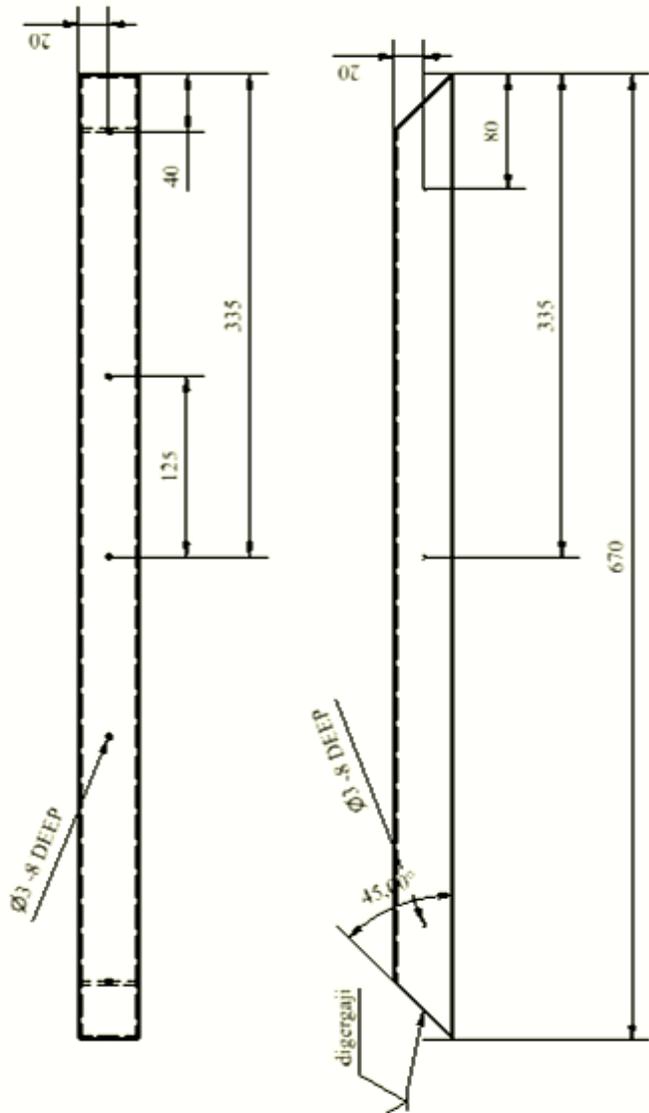


Ukuran Toleransi Umum

| UKURAN       | TOLEBRANSI |
|--------------|------------|
| 3 s/d 6      | ± 0,1      |
| 6 s/d 30     | ± 0,2      |
| 30 s/d 120   | ± 0,3      |
| 120 s/d 315  | ± 0,5      |
| 315 s/d 1000 | ± 0,8      |

|           |                      |        |                               |              |            |
|-----------|----------------------|--------|-------------------------------|--------------|------------|
| 1.4       | Rangka atas          | 2      | Pipastal kotak                | 900 x 40 x 2 | KETERANGAN |
| NO        | NAMA BAGIAN          | JUMLAH | BAHAN                         | UKURAN       | KETERANGAN |
| PROYEKSI  | SKALA : 1:4          |        | DIGAMBAR : NUR WIDYANTO       |              |            |
|           | SATUAN : mm          |        | NIM/KELAS : 07508134001/21    |              |            |
|           | TANGGAL : 24-01-2011 |        | DIPERIKSA : BAMBANG SHIP, HPI |              |            |
| MESIN UNY |                      |        | BAGIAN RANGKA MEJA            |              | A4         |

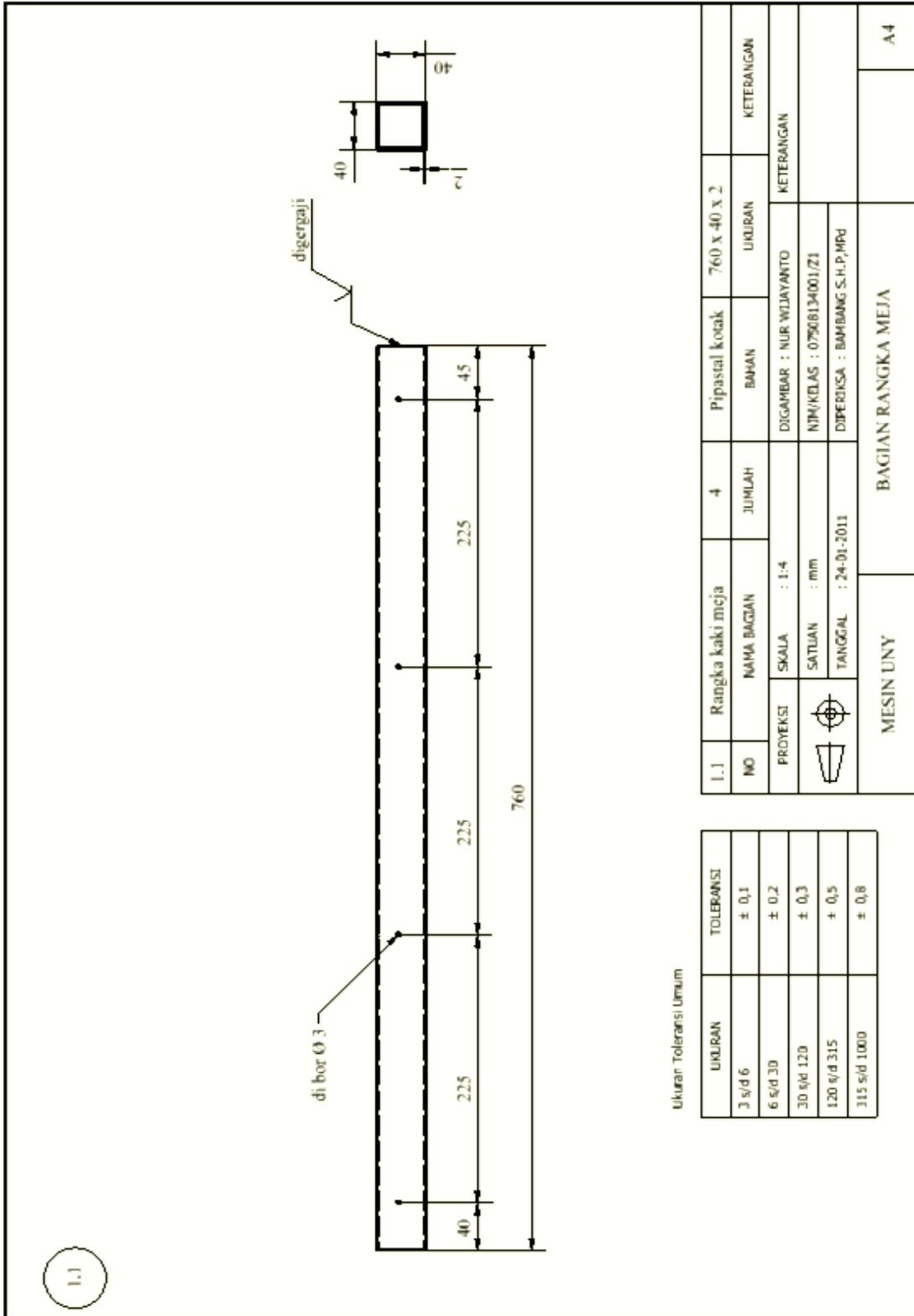
1.5



Ukuran Toleransi Umum

| UKURAN       | TOLERANSI |
|--------------|-----------|
| 3 s/d 6      | ± 0,1     |
| 6 s/d 30     | ± 0,2     |
| 30 s/d 120   | ± 0,3     |
| 120 s/d 315  | ± 0,5     |
| 315 s/d 1000 | ± 0,8     |

|           |                      |        |                                |              |            |
|-----------|----------------------|--------|--------------------------------|--------------|------------|
| 1.5       | Rangka samping atas  | 2      | Pipastal kotak                 | 670 x 40 x 2 |            |
| NO        | NAMA BAGIAN          | JUMLAH | BAHAN                          | UKURAN       | KETERANGAN |
|           | SKALA : 1:4          |        | DIGAMBAR : NUR.WIJAYANTO       |              | KETERANGAN |
| PROYEKSI  | SATUAN : mm          |        | NM/KELAS : 07508134001/Z1      |              |            |
|           | TANGGAL : 24-01-2011 |        | DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P. MPE |              |            |
| MESIN UNY |                      |        | BAGIAN RANGKA MEJA             |              |            |
|           |                      |        |                                |              | A4         |

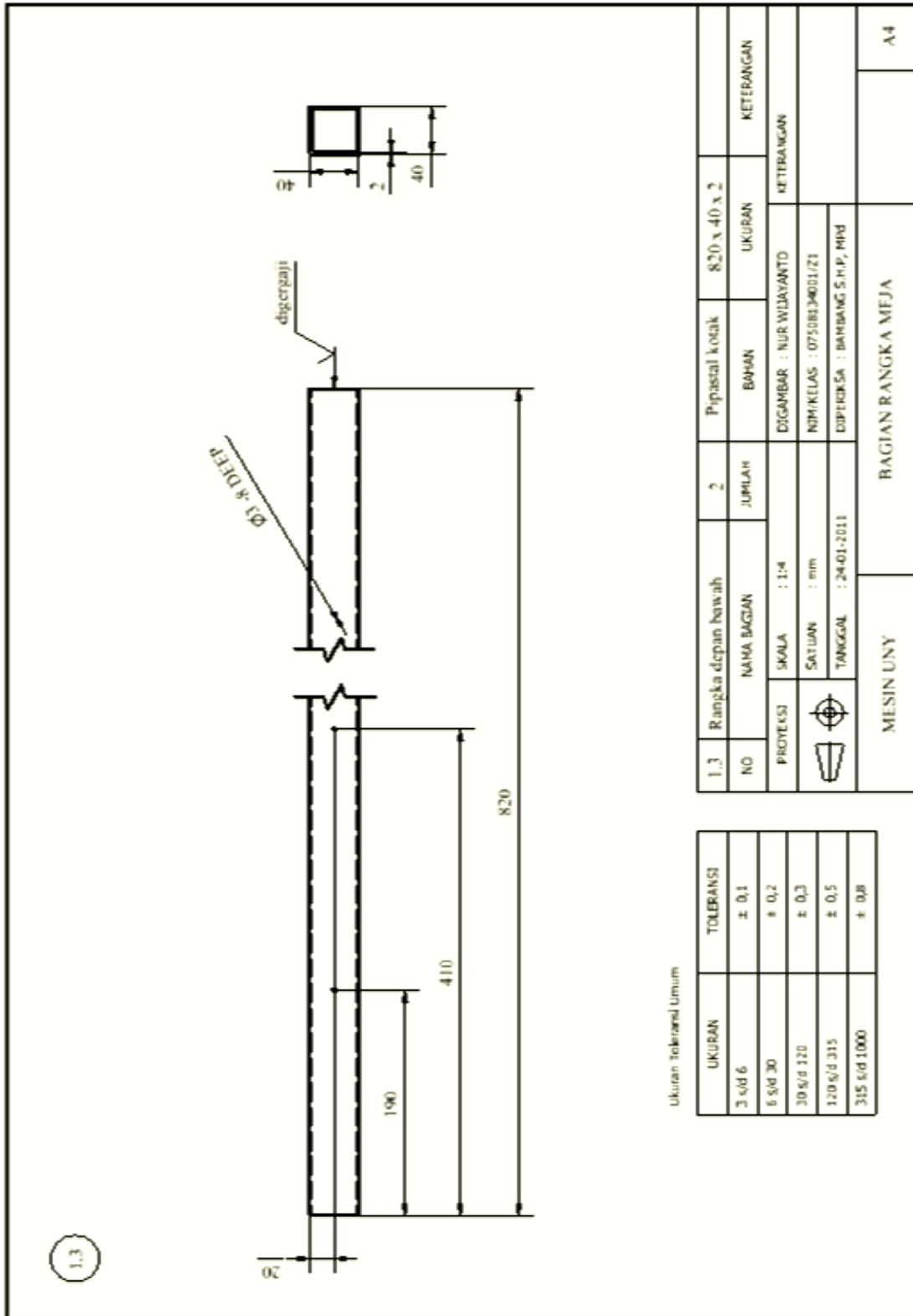


1.1

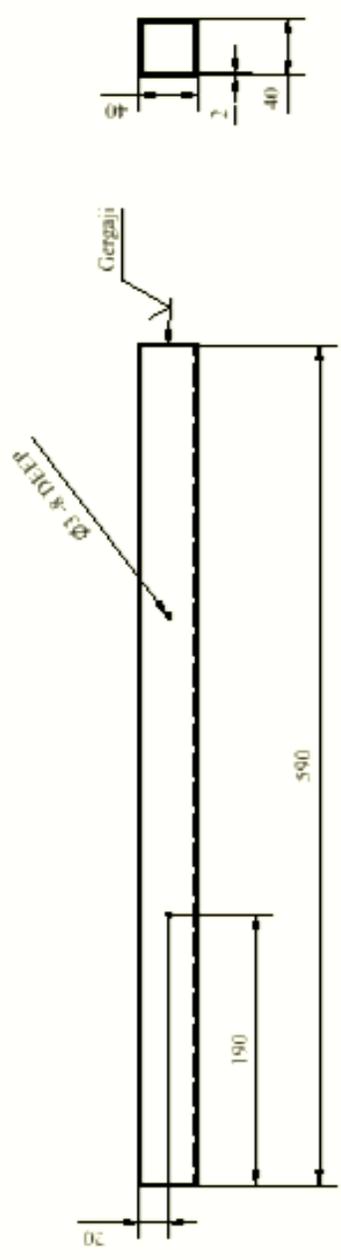
Ukuran Toleransi Umum

| UKURAN       | TOLEBRANSI |
|--------------|------------|
| 3 s/d 6      | ± 0,1      |
| 6 s/d 30     | ± 0,2      |
| 30 s/d 120   | ± 0,3      |
| 120 s/d 315  | ± 0,5      |
| 315 s/d 1000 | ± 0,8      |

|     |                      |        |                               |              |            |
|-----|----------------------|--------|-------------------------------|--------------|------------|
| 1.1 | Rangka kaki meja     | 4      | Pipastal kokak                | 760 X 40 X 2 |            |
| NO  | NAMA BAGIAN          | JUMLAH | BAHAN                         | UKURAN       | KETERANGAN |
|     | SKALA : 1:4          |        | DIGAMBAR : NUR WIDYANTO       |              | KETERANGAN |
|     | SATUAN : mm          |        | NIM/KLAS : 07508134001/21     |              |            |
|     | TANGGAL : 24-01-2011 |        | DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P,MPd |              |            |
|     | MESIN UNY            |        | BAGIAN RANGKA MEJA            |              | A4         |



1.2

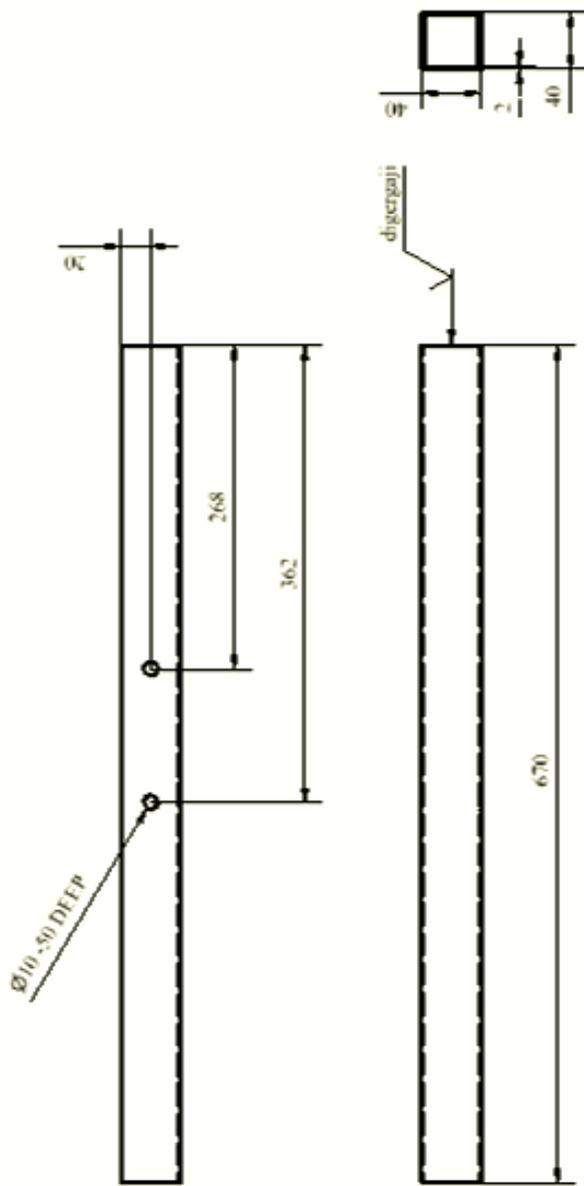


Ukuran Toleransi Umum

| UKURAN       | TOLEBRANSI |
|--------------|------------|
| 3 s/d 5      | ± 0,1      |
| 6 s/d 30     | ± 0,2      |
| 30 s/d 120   | ± 0,3      |
| 120 s/d 315  | ± 0,5      |
| 315 s/d 1000 | ± 0,8      |

|           |                      |                               |                    |              |            |
|-----------|----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|------------|
| 1.2       | Rangka samping bawah | 2                             | Pipastal kotak     | 590 x 40 x 2 |            |
| NO        | NAMA BAGIAN          | JMLAH                         | BAHAN              | UKURAN       | KETERANGAN |
|           |                      |                               |                    |              | KETERANGAN |
| PROYEKSI  | SKALA : 1:4          | DIGAMBAR : NUR WIJAYANTO      |                    |              |            |
|           | SATUAN : mm          | NIK/KEJAS : 07508130001/21    |                    |              |            |
|           | TANGGAL : 24-01-2011 | DIBERIKSA : BAHANG S.H.P, HPI |                    |              |            |
| MESIN UNY |                      |                               | BAGIAN RANGKA MEJA |              | A4         |

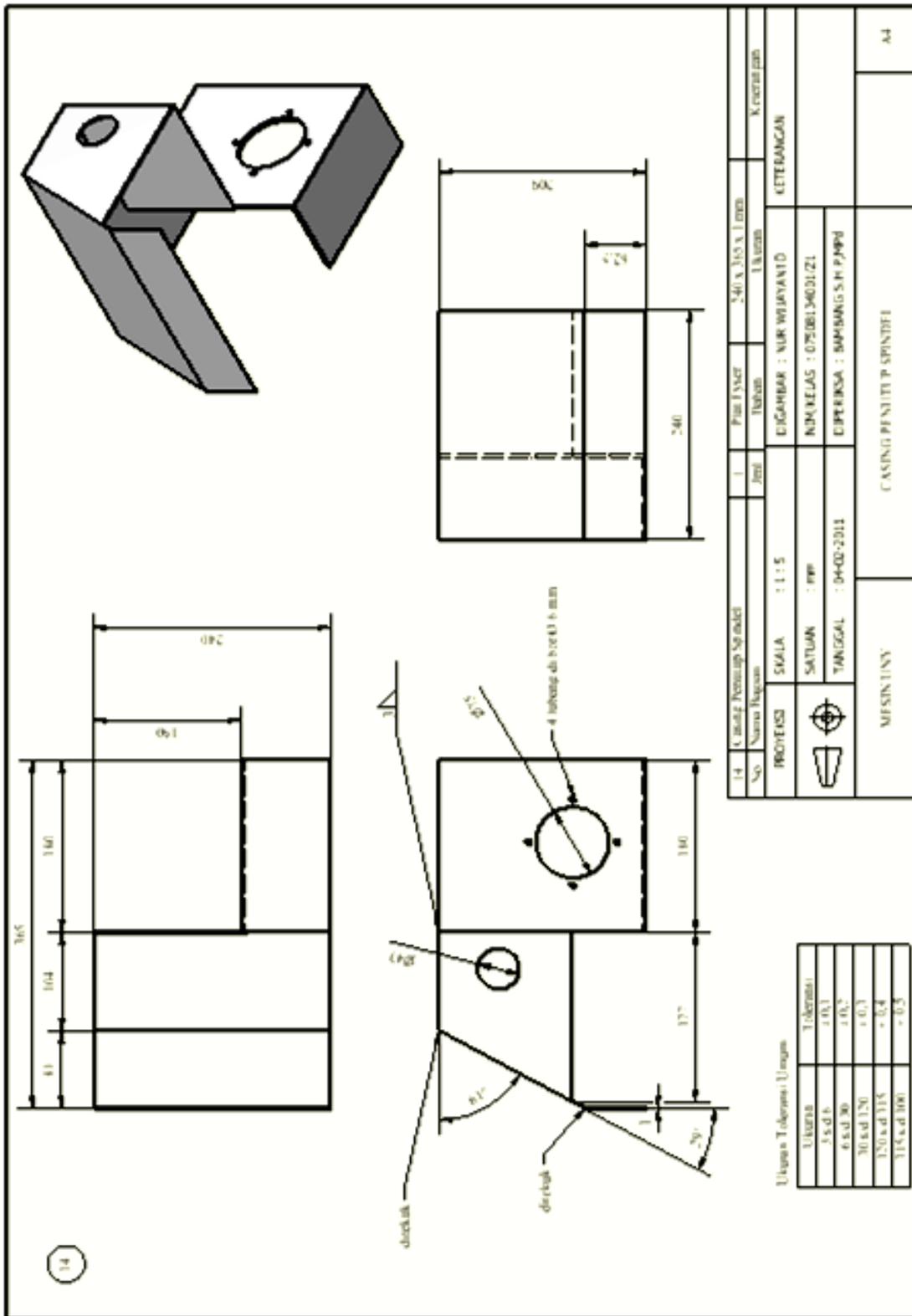
1.6



Ukuran Toleransi Umum

| UKURAN       | TOLERANSI |
|--------------|-----------|
| 3 s/d 6      | ± 0.1     |
| 6 s/d 30     | ± 0.2     |
| 30 s/d 120   | ± 0.3     |
| 120 s/d 315  | ± 0.5     |
| 315 s/d 1000 | ± 0.8     |

|            |                      |                                |                |              |            |
|------------|----------------------|--------------------------------|----------------|--------------|------------|
| 1.6        | Rangka penyangga     | 2                              | Pipastal kotak | 590 x 40 x 2 |            |
| NO         | NAMA BAGIAN          | JMLAH                          | BAHAN          | UKURAN       | KETERANGAN |
|            |                      |                                |                |              | KETERANGAN |
| PROYEKSI   | SKALA : 1:4          | DIGAMBAR : NUR WIJAYANTO       |                |              |            |
|            | SATUAN : mm          | NIM/KELAS : 07508134001/21     |                |              |            |
|            | TANGGAL : 24-01-2011 | DIPERIKSA : BAMBANG S.H.P. MTR |                |              |            |
| MESIN LUNY |                      | BAGIAN RANGKA MEJA             |                |              | A4         |



Uraian Toleransi Unggun

| Uraian      | Toleransi |
|-------------|-----------|
| 3.5 d 6     | +0,1      |
| 6.5 d 80    | +0,2      |
| 30 k d 120  | +0,3      |
| 130 s d 115 | -0,4      |
| 115 k d 100 | -0,3      |

|         |                       |                             |                        |                  |            |
|---------|-----------------------|-----------------------------|------------------------|------------------|------------|
| 14      | Casings Pompa Spindel | 1                           | Pan 3/4 in             | 240 x 315 x 1 in | Keterangan |
| No.     | Nama Bagian           | Jml                         | Tebal                  | Ukuran           | Keterangan |
| PROFESI | SKALA : 1 : 1         | KETERANGAN                  |                        |                  |            |
|         | SATUAN : mm           | DIGAMBAR : NUR WUJYANTO     |                        |                  |            |
|         | TANGGAL : 04-02-2011  | NOMOR : 07081340121         |                        |                  |            |
|         | MESIN TUNY            | DIPERIKSA : BAHANG S.H.PMPJ |                        |                  |            |
|         |                       |                             | CASING PENUK P SPINDIF |                  | A4         |