

**PEMBUATAN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA AIR MENGGUNAKAN
*TURBIN ULIR MODULAR***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk

Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

M. Zidan

220313011



JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNTIK MANUFAKTUR BANDUNG
BANDUNG
2023

LEMBAR PENGESAHAN
PEMBUATAN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MENGGUNAKAN
TURBIN ULIR MODULAR

Oleh :
M. Zidan
220313011

Program Studi Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Manufaktur,
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Desember 2023

Disetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T
NIP. 197902022008101001

Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 196707011992031001

ABSTRAK

Kehadiran sumber energi terbarukan memudahkan pemanfaatan tenaga air sebagai pembangkit listrik, terutama di daerah dengan aliran sungai yang lambat dan volume air yang rendah. Turbin ulir *Archimedes* merupakan solusi efektif untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan sumber energi air head (tinggi jatuh air). Turbin ulir *Archimedes* merupakan turbin air berdasarkan prinsip ulir *Archimedes* dan dirancang untuk menghasilkan energi mekanik dari air yang mengalir. Turbin ini bekerja dengan cara mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik yang dapat digunakan pada perangkat tenaga seperti generator dan perangkat mekanik lainnya. Sebelum membuat turbin dengan skala atau ukuran yang sebenarnya, perlu dibuatkan *prototype* sebagai bahan uji coba keberhasilan ide dan konsep turbin. Pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular dilakukan sebagai tugas proyek akhir Program Studi Teknologi Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung. Pembuatan *prototype* ini dilakukan dengan perencanaan tiap komponen, proses pemesinan QC tiap komponen serta *assembly* dan QC *prototype* secara keseluruhan. Pembuatan *prototype* ini menghasilkan beberapa komponen, yaitu modul *upper bearing* (*shaft* atas, sambungan poros, pengikat, *house bearing*, *cover house bearing*), modul *lower bearing* (*housing bearing* bawah, *bronze bushing* 1, *swinger*, *as housing* bawah, *bronze bushing* 2, pelat RLB, SMSB, poros bawah) dan rangka turbin ulir modular. Waktu yang diperlukan untuk pembuatan *prototype* ini adalah 19,71 jam dan dengan estimasi biaya Rp.3.592.313. Hasil pembuatan *prototype* ini dapat di *assembly* dengan baik walaupun terdapat dimensi yang tidak masuk ukuran, namun hal itu tidak mempengaruhi fungsi dari turbin ulir modular.

Kata kunci: Turbin Ulir *Archimedes*, Energi Terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Air, *Prototype* Turbin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis dengan judul “**PEMBUATAN *PROTOTYPE* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MENGGUNAKAN TURBIN ULIR MODULAR**”.

Adapun maksud dan tujuan penulisan karya tulis ini yaitu sebagai salah satu syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III program studi Teknologi Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penulisan karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT, atas Rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi kesehatan dan kemampuan dalam menulis laporan Proyek Akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW, sebagai tauladan umat manusia yang menuntun ke jalan yang benar.
3. Orang tua penulis Ayah (Khaidir) dan Ibu (Nurjannah) yang selalu memberikan do’a yang tidak pernah putus supaya penulis diberikan kelancaran serta kesehatan, semangat, dan dukungan baik materi dan moral selama kegiatan ini berlangsung dan sampai selesainya proyek akhir ini.
4. Bapak Herman Budi Harja. selaku Ketua Program Studi Diploma III Pemeliharaan Mesin, serta sebagai dosen pembimbing I proyek akhir ini.
5. Bapak Heri Setiawan selaku Ketua Prodi Diploma III Teknologi Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung. Sebagai pembimbing 2 proyek akhir.
6. Kepada Nenek tercinta (Siti Khadijah) yang selalu mendoakan dan mensupport dikala penulis sedang kesusahan pasti ada nasehat yang diberikan kepada penulis hingga bisa menyelesaikan proyek akhir ini.
7. Kepada seluruh keluarga yang memberikan dukungan, semangat, serta do’a sehingga penulis bisa mencapai posisi saat ini untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Rekan - rekan ME 45 yang membantu dalam hal melakukan kegiatan menyusun proyek akhir ini.

9. Teman - teman MEC 37 yang telah memberikan warna kehidupan selama 3 tahun berkuliah penuh suka dan duka, serta mendukung penulis tetap semangat untuk berkuliah hingga sampai detik ini.
10. Kepada temen – temen satu kosan yang selalu menghibur disaat penulis sedang dalam masa kesulitan dan selalu mendukung penulis untuk bersemangat untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
11. Kepada MEC 38 yang telah menghibur penulis dengan beragam kesenangan maupun kesedihan bagi penulis untuk menyelesaikan proyek akhir.
12. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis supaya karya tulis ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan yang ada pada karya tulis ini. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis dan pembaca.

Bandung, 14 Juli 2023

M. Zidan

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	1
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR DIAGRAM	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB I	11
PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Tujuan	12
1.4 Ruang Lingkup.....	13
BAB II.....	14
LAPORAN TEKNIK	14
2.1 Landasan Teori.....	14
2.1.1 <i>Turbin Ulir Archimedes</i>	14
2.1.2 Rancang dan Bangun.....	14
2.1.3 <i>Draft Konstruksi Turbin Modular</i>	15
2.1.4 <i>Bearing</i> yang Digunakan.....	17
2.1.5 Material yang Digunakan	17
2.1.6.1 <i>Hollow Square</i>	17
2.1.6.2 Besi <i>Hollow Hitam</i>	18
2.1.6.3 Bronze	21
2.1.6.4 <i>Wrapped Bronze</i>	21
2.1.6.5 Sintered Bronze	23
2.1.6.6 Material Bronze LG2	23
2.1.6.7 ST-37.....	24
2.1.6.8 AISI 4340	25
2.1.6.9 SS304	26
2.1.6.10 Baut Inbus	27
2.1.6 Rencana Pekerjaan	27
2.1.7 Proses Pemesinan	28
2.1.8.1 Pemesinan Bubut.....	29
2.1.8.2 Pemesinan Milling.....	30
2.1.8.3 Pemesinan Bor.....	30
2.1.8 Proses Pabrikasi.....	32

2.1.9.1	Gerinda Potong.....	32
2.1.9.2	Gerinda Tangan	33
2.1.9.3	Las	33
2.1.10	Permesinan <i>3D Printing</i>	34
2.1.11	Proses <i>Assembly</i>	35
2.1.12	Proses <i>Quality control</i>	35
2.1.13	Estimasi Waktu	36
2.1.13.1	Waktu Pengerjaan	36
2.1.13.2	Waktu <i>Non</i> Pengerjaan.....	36
2.1.14	Estimasi Biaya.....	36
2.1.14.1	Biaya Raw Material.....	36
2.1.14.2	Biaya Proses Pemesinan.....	37
2.1.14.3	Biaya <i>Overhead</i>	37
2.1.14.4	Biaya Total Pembuatan	37
2.2	Metodologi Penyelesaian	38
2.3	Perancangan <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i>	43
2.3.1	Prinsip Kerja <i>Upper Housing Bearing</i>	43
2.3.1.1	Identifikasi Fitur Produk <i>Upper Bearing</i>	45
2.3.1.2	Perencanaan Proses Pembuatan Modul <i>Upper Bearing</i>	46
2.3.2	Prinsip Kerja <i>Lower Housing Bearing</i>	47
2.3.2.1	Identifikasi Fitur Produk <i>Lower Bearing</i>	48
2.3.2.2	Perencanaan Proses Pembuatan Modul <i>Lower Bearing</i>	52
2.3.3	Perhitungan Poros Turbin Ulir Modular	53
2.3.3.1	Perhitungan dimensi bentuk dimensi turbin ulir yang akan dihitung adalah sebagai berikut. 54	
2.3.3.2	Perhitungan Torsi	55
2.3.3.3	Menentukan massa poros pada software solidwok	55
2.3.3.4	Diagram Benda Bebas pada Poros Turbin Ulir	56
2.4	Pengadaan Material.....	57
2.5	Proses Pemesinan	58
2.6	Inspeksi atau <i>Quality control</i>	45
2.7	Proses Perakitan	46
2.8	Estimasi Biaya dan Waktu	49
2.8.1	Estimasi Biaya Raw Material	49
2.8.2	Estimasi Biaya Pemesinan	49
2.8.3	Estimasi Biaya Total Pembuatan.....	50
2.8.4	Estimasi Waktu Proses	50
BAB III		51
KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
3.1	KESIMPULAN	51
3.2	SARAN	51

DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN A	42
LAMPIRAN B	62
LAMPIRAN C	73
LAMPIRAN D	96
LAMPIRAN E	107
LAMPIRAN F	107
LAMPIRAN G	117
LAMPIRAN H	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin ulir modular.....	14
Gambar 2.2	Rumah upper bearing.....	15
Gambar 2.3	Rumah lower bearing.....	16
Gambar 2.4	Cylindrical Roller Bearing.....	17
Gambar 2.5	Dimensi Ukuran Hollow.....	18
Gambar 2.6	Besi Hollow Hitam	19
Gambar 2.7	Wrapped Bronze	21
Gambar 2.8	Sintered Bronze.....	23
Gambar 2.9	Material Bronze	23
Gambar 2.10	Baut Inbus.....	27
Gambar 2.11	Contoh mesin bubut konvensional.....	29
Gambar 2.12	Parameter proses bubut.....	29
Gambar 2.13	Arah Gerakan Mesin Frais	30
Gambar 2.14	Contoh Mesin Bor.....	31
Gambar 2.15	Gerinda Potong	32
Gambar 2.16	Gerinda Tangan.....	33
Gambar 2.17	Mesin Las SMAW	33
Gambar 2.18	Skema Proses Pengelasan SMAW.....	34
Gambar 2.19	Contoh mesin 3D printing[14]	35
Gambar 2.20	Turbin Ulir Archimedes.....	43
Gambar 2.21	Assembly upper bearing	44
Gambar 2.22	Gambar Teknik Shaft Atas	45
Gambar 2.23	Gambar Kerja Rumah Upper Bearing.....	45
Gambar 2.24	Gambar Teknik Cover Rumah Upper Bearing	46
Gambar 2.25	Assembly Lower Bearing	47
Gambar 2.26	Gambar Teknik Poros Pemutar	48
Gambar 2.27	Gambar Teknik Swinger.....	49
Gambar 2.28	Gambar Teknik Rumah Lower Bearing.....	49
Gambar 2.29	Gambar Teknik Poros Bawah	50
Gambar 2.30	Gambar Teknik Bronze Bushing 1	51
Gambar 2.31	Gambar Teknik Bronze Bushing 2	51
Gambar 2.32	Gambar Teknik As Housing Bawah	52
Gambar 2.33	Tabel Pipa PVC	53
Gambar 2.34	Profil Turbin Ulir dan Gambaran Dimensi Turbin Ulir.....	54
Gambar 2.35	Skema Gaya Berat Turbin ulir	55
Gambar 2.36	Proses Milling Housing Bearing Bawah.....	58
Gambar 2.37	Proses Pembubutan SMSB	43
Gambar 2.38	Proses Pembubutan Bronze Bushing 1	43
Gambar 2.39	Proses Pembubutan As Housing Bawah.....	43
Gambar 2.40	Proses Pembubutan Poros bawah.....	44
Gambar 2.41	Proses Pembubutan Bronze Bushing 2	44
Gambar 2.42	Proses Milling Swinger.....	45
Gambar 2.43	Assembly Upper Bearing.....	47
Gambar 2.44	Assembly Lower Bearing	48
Gambar 2.45	Gambar Kegiatan Assembly Turbin Ulir	48
Gambar 2.46	Hasil Assembly Turbin Ulir.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Macam Ukuran dan Berat Besi Hollow.....	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Komposisi Kimia Standar AISI 1045	25
Tabel 2.3 Spesifikasi Komposisi Kimia Standar 4340	25
Tabel 2.4 Perhitungan Proses Bor	31
Tabel 2.5 Penjelasan Diagram Alir Proses Pembuatan Prototype Turbin Ulir Modular	40
Tabel 2.6 List Komponen Upper Bearing.....	44
Tabel 2.7 Fitur Produk Shaft Atas	45
Tabel 2.8 Fitur Produk Rumah Upper Bearing.....	46
Tabel 2.9 Fitur Produk Cover Rumah Upper Bearing.....	46
Tabel 2.10 Daftar Rencana Mesin Yang Digunakan	47
Tabel 2.11 Komponen Lower Bearing	47
Tabel 2.12 Fitur Produk Poros Pemutar	48
Tabel 2.13 Fitur Produk Swinger	49
Tabel 2.14 Fitur Produk Rumah Lower Bearing	50
Tabel 2.15 Fitur Produk Poros Bawah.....	50
Tabel 2.16 Fitur Produk Bronze Bushing 1	51
Tabel 2.17 Fitur Produk Bronze Bushing 2	52
Tabel 2.18 Fitur Produk As Housing Bawah.....	52
Tabel 2.19 Daftar Rencana Mesin Yang Digunakan	53
Tabel 2.20 Hasil QC Upper Housing Bearing	45
Tabel 2.21 Hasil QC Lower Housing Bearing.....	45
Tabel 2.22 Rencana Assembly Upper Bearing.....	46
Tabel 2.23 Rencana Assembly Lower Bearing	47
Tabel 2.24 Estimasi Biasaya Raw Material.....	49
Tabel 2.25 Tabel Estimasi Biaya Pemesinan.....	50
Tabel 2.26 Biaya Total	50
Tabel 2.27 Waktu Proses Komponen Rumah Upper dan Lower Bearing.....	50

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2 1 Diagram Alir Proses Pembuatan Prototype Turbin Ulir Modular	39
Diagram 2 2 Diagram Benda Bebas	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Gambar Teknik Komponen *Upper Bearing*

LAMPIRAN B Gambar Teknik Komponen *Lower Bearing*

LAMPIRAN C *Operation plan* Komponen *Upper* dan *Lower Bearing*

LAMPIRAN D QC *Upper Bearing* dan *Lower Bearing*

LAMPIRAN E Rincian Estimasi Waktu Pemesinan

LAMPIRAN F Toleransi dan Parameter Mesin

LAMPIRAN G Gambar Teknik Rangka Turbin

LAMPIRAN H Gambar Teknik Poros Turbin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ulir *Archimedes* merupakan teknologi yang sejak zaman kuno telah ditemukan dan diterapkan sebagai pompa, dimana pada konstuksinya terdiri dari satu atau beberapa sudut berbentuk heliks yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai *bucket* bergerak untuk membawa air ke atas. Kemudian seiring dengan kebutuhan pemanfaatan sumber potensi energi air dengan head rendah, penggunaan ulir *Archimedes* diterapkan sebagai turbin air.[1]

Krisis energi dialami oleh seluruh dunia termasuk Indonesia dan beberapa negara di asia. Solusi permasalahan permasalahan tersebut tersebut adalah penggunaan penggunaan energi alternatif yang dapat diperbaharui. Indonesia merupakan salah satu negara yang banyak potensi untuk menghasilkan energi alternatif sebagai sumber energi listrik seperti aliran sungai/ saluran irigasi. Pemanfaatan aliran sungai menjadi energi listrik dapat menggunakan turbin. Salah satu turbin yang sering digunakan pada aliran sungai dengan head rendah adalah turbin screw (Archimedean Turbine).

Turbin merupakan komponen mesin yang dapat menghasilkan energi listrik dengan bantuan generator. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan energi potensial air yang diubah menjadi energi kinetik melalui air yang diubah menjadi energi kinetik melalui sudu. Gerakan sudu akan membuat poros penghubung berputar penghubung berputar dan menggerakkan generator. generator. Besarnya Besarnya energi listrik listrik yang dihasilkan oleh generator tergantung pada putaran yang di hasilkan turbin.

Banyak peneliti yang mengembangkan turbin ini karena memiliki keunggulan dapat beroperasi pada head rendah, tidak memerlukan sistem kontrol khusus, generator yang standar, mudah dalam instalasi, mudah dalam perawatan, ramah lingkungan dan *fish-friendly*. Selain itu, keunggulan lainnya adalah pembuatan turbin ulir yang relatif sederhana.

Pembuatan Turbin Ulir diharapkan menjadi salah satu alternatif yang ekonomis untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin ulir sebagai penggerak generator. Pembuatan turbin ulir juga perlu diperhatikan beberapa hal seperti kemiringan sudu, panjang poros, kemiringan turbin dan lainnya. Hal ini dimaksudkan agar turbin ulir menghasilkan luaran daya yang maksimal. Oleh karena itu, perancangan merupakan hal terpenting dalam proses pembuatan Turbin.

Prototype atau prototipe adalah sebuah metode dalam pengembangan produk dengan cara membuat rancangan, sampel, atau model dengan tujuan pengujian konsep atau proses kerja dari produk. *Prototype* sendiri bukanlah produk final yang nantinya akan diedarkan. *Prototype* dibuat untuk kebutuhan awal *development software* dan untuk mengetahui apakah fitur dan fungsi dalam program berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan. Sehingga pengembang produk dapat mengetahui kekurangan dan kesalahan lebih awal sebelum mengimplementasikan fitur lain ke dalam produk dan merilis produk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah meliputi :

1. Bagaimana menentukan rancangan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan *turbin ulir archimedes modular* ?
2. Bagaimana membuat *prototype* pembangkit listrik tenaga air *turbin Archimedes modular* ?
3. Bagaimana memverifikasi pembangkit modularitas pada *upper* dan *lower bearing* pada *prototype* turbin modular *Archimedes*?
4. Bagaimana hasil *aassembly* pada *prototype* turbin ulir modular *Archimedes*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penulis menargetkan beberapa tujuan-tujuan sebagai berikut :

1. Menghasilkan gambar teknik *prototype* poros turbin ulir modular (melalui *scalldown* dari hasil rancangan poros turbin ulir sebelumnya).
2. Menghasilkan *prototype* turbin ulir modular *Archimedes* menggunakan pemesian 3D printing
3. Mampu memverifikasi modularitas pada *upper* dan *lower bearing* pada *prototype* turbin modular *Archimedes*.
4. Menghasilkan *assembly* yang baik pada *prototype* turbin ulir modular *Archimedes*.
5. Sebagai sebuah sistem pembangkit listrik yang efisien dan ramah lingkungan menggunakan energi air sebagai sumber daya utamanya.

1.4 Ruang Lingkup

Pada penulisan karya tulis ini, penulis menentukan ruang lingkup penulisan diantaranya:

1. Perancangan *upper* dan *lower bearing* pada *prototype* turbin ulir modular.
2. Menghasilkan gambar teknik *prototype* poros turbin ulir modular (melalui *scall down* dari hasil rancangan poros turbin ulir sebelumnya).
3. Pembuatan *prototype* pada mesin 3D Printing.
4. Pemilihan *bearing* pada komponen *upper* dan *lower bearing*.
5. Menghasilkan *assembly* yang baik pada *prototype* turbin ulir modular *Archimedes*.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman pembaca dalam memahami karya tulis ini, maka penulis memberikan sistem penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup kajian, dan sistematika penulisan laporan teknik.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori dan pembuatan poros yang berkaitan dengan proyek akhir yang dilakukan. Teori-teori ini diperoleh dari beberapa sumber seperti buku, jurnal maupun internet

BAB III PENUTUP

Berisi mengenai kesimpulan dari bab-bab yang sudah dibahas serta saran-saran yang dirasa penting untuk pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini

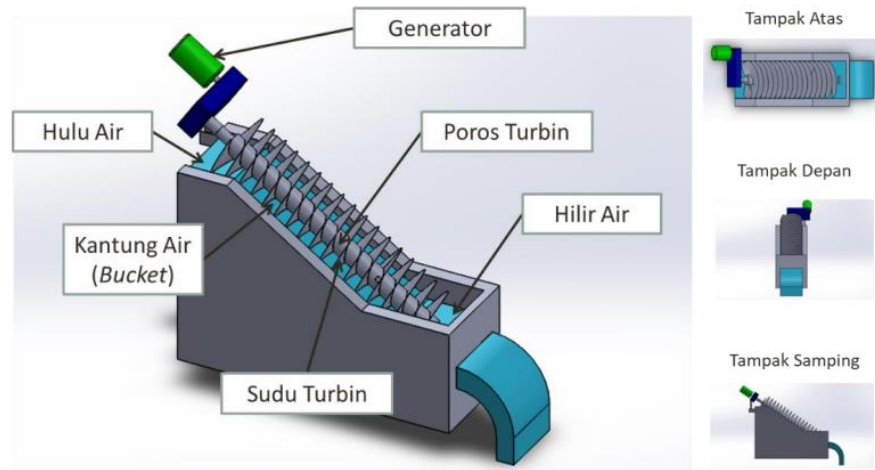
BAB II

LAPORAN TEKNIK

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Turbin Ulir Archimedes

Turbin Ulir Archimedes Turbin Ulir Archimedes memiliki beberapa bagian penting dalam penggunaannya yang terdiri dari generator, poros turbin, sudu turbin (*blade*), kantung air (*bucket*), air bagian atas (hulu air), air bagian bawah (hilir air).[2]



Gambar 2.1 Turbin ulir modular

Proses bekerjanya turbin dimulai air bagian atas (hulu air) mengalir masuk ke saluran turbin. Kemudian air tersebut tertampung di antara kisar sudu ulir (*bucket*) dan keluar menuju air bagian bawah (hilir air). Air yang terdapat pada *bucket* di sepanjang ulir tersebut menghasilkan gaya berat air dan gaya hidrostatik sehingga air mendorong sudu ulir dan poros turbin ulir berputar untuk memutar generator listrik[2]

2.1.2 Rancang dan Bangun

“Rancang bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Rancang bangun juga merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang sudah ada. [3]

Rancang bangun merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem kedalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan. Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan baru maupun

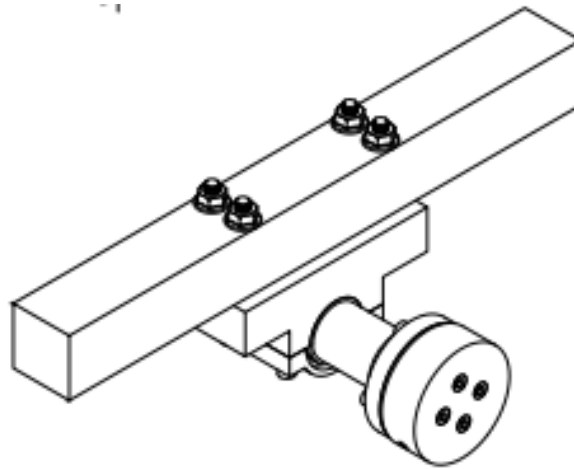
mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian.

Rancang bangun sangat berkaitan dengan perancangan sistem yang merupakan satu kesatuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi. Dari definisi tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa definisi rancang bangun adalah proses perencanaan yang menggambarkan urutan kegiatan (sistematika) mengenai suatu program atau aplikasi. Rancang bangun juga berkaitan dengan perancangan sistem dimana rancang bangun sebagai penerjemah hasil analisa yang dibentuk ke dalam suatu software yang berguna untuk menciptakan sistem atau memperbaiki sistem. Fitur Produk.[3]

2.1.3 Draft Konstruksi Turbin Modular

2.1.4.1 Upper Bearing

Rumah *upper bearing* pada Archimedes turbine berfungsi sebagai tempat penempatan dan perlindungan *bearing* utama (*main bearing*) yang terletak di atas turbin. *Main bearing* adalah komponen penting pada turbin Archimedes karena berfungsi sebagai support untuk poros turbin dan mampu menahan beban berat yang dihasilkan oleh gaya tarikan dan dorongan air pada turbin.



Gambar 2.2 Rumah *upper bearing*

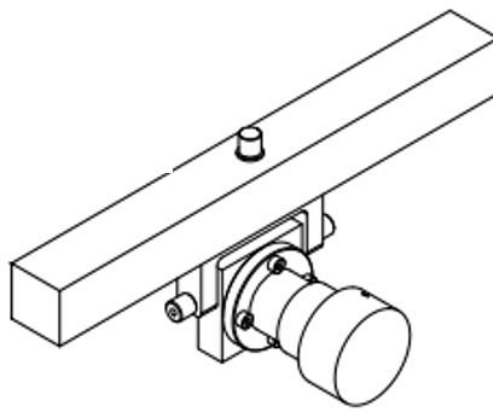
Rumah *upper bearing* juga berfungsi sebagai penyangga dan tempat penempatan komponen-komponen lainnya pada turbin, seperti roda turbin, ulir turbin, dan kopling. Selain itu, rumah *upper bearing* juga berperan sebagai pelindung dari debu dan kotoran yang dapat merusak komponen-komponen dalam turbin.

Dalam operasinya, turbin Archimedes membutuhkan sistem *bearing* yang handal dan kuat karena turbin berputar dengan kecepatan yang tinggi dan mampu menghasilkan daya listrik yang besar. Kinerja *main bearing* dan rumah *upper*

bearing yang baik sangat penting dalam menjaga keandalan dan kinerja turbin Archimedes. Oleh karena itu, desain dan pemilihan bahan untuk rumah *upper bearing* harus memperhatikan faktor-faktor seperti kekuatan, ketahanan terhadap beban dan korosi, dan kemampuan meredam getaran dan suara dari turbin[4]

2.1.4.2 Lower Bearing

Rumah *lower bearing* pada Archimedes turbine berfungsi sebagai tempat penempatan dan perlindungan *bearing* pendukung (*supporting bearing*) yang terletak di bawah turbin. *Supporting bearing* adalah komponen yang menyangga berat turbin dan membantu menjaga kestabilan poros turbin dalam berputar. *Supporting bearing* juga berfungsi untuk meredam getaran dan suara dari turbin.



Gambar 2.3 Rumah *lower bearing*

Rumah *lower bearing* juga berfungsi sebagai penyangga dan tempat penempatan komponen-komponen lainnya pada turbin, seperti roda turbin, ulir turbin, dan kopling. Selain itu, rumah *lower bearing* juga berperan sebagai pelindung dari debu dan kotoran yang dapat merusak komponen-komponen dalam turbin.

Dalam operasinya, turbin Archimedes membutuhkan sistem *bearing* yang handal dan kuat karena turbin berputar dengan kecepatan yang tinggi dan mampu menghasilkan daya listrik yang besar. Kinerja *supporting bearing* dan rumah *lower bearing* yang baik sangat penting dalam menjaga keandalan dan kinerja turbin Archimedes. Oleh karena itu, desain dan pemilihan bahan untuk rumah *lower bearing* harus memperhatikan faktor-faktor seperti kekuatan, ketahanan terhadap beban dan korosi, dan kemampuan meredam getaran dan suara dari turbin[4].

2.1.4 *Bearing yang Digunakan*

Salah satu bagian konstruksi poros turbin terdapat komponen *bearing*. *Bearing* merupakan bagian penting dari komponen mekanik dan memegang peranan penting, fungsi *bearing* adalah untuk menopang poros agar tidak menimbulkan gesekan yang berlebihan saat berputar[4]. *Bearing* menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. *Bearing* sangat berpengaruh terhadap kinerja komponen lain, jika *bearing* tidak bekerja dengan baik maka cara kerja seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.

Dalam *Archimedes Screws Turbine*, yaitu modul *upper bearing* berfungsi menahan beban aksial dan radial dari poros. Komponen *upper bearing* berperan penting karena menopang seluruh gaya arah aksial yang terjadi poros *Archimedes Screw Turbine*. Komponen penumpu atas yang akan digunakan pada poros *Archimedes Screw Turbine* adalah *Cylindrical Roller Bearing*.



Gambar 2.4 *Cylindrical Roller Bearing*

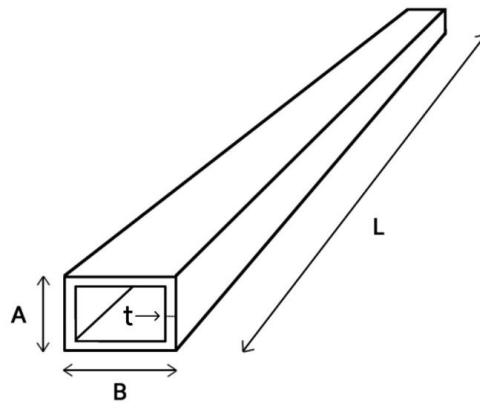
Pada dasarnya, jenis *bearing* yang satu ini merupakan salah satu jenis dari *roller bearing*, namun elemen rolling pada *bearing* atau bantalannya memiliki bentuk silinder sehingga jenis ini pun dikenal dengan nama *cylindrical roller bearing*.

2.1.5 **Material yang Digunakan**

2.1.6.1 *Hollow Square*

Besi *hollow* adalah material konstruksi berbentuk kotak atau persegi panjang dengan rongga di bagian tengah sehingga bentuknya menyerupai pipa. Istilah *hollow* berasal dari bahasa Inggris yang berarti “berongga”. Banyak yang belum mengetahui bahwa nama asli besi ini adalah besi HSS atau *hollow*

structural sections. Nama ini mengacu pada pipa baja las berkekuatan tinggi yang digunakan sebagai elemen struktural pada bangunan dan struktur lainnya serta berbagai produk manufaktur. Dengan penampang yang berbentuk segi empat, besi *hollow* ini memiliki beberapa penyebutan seperti besi kotak, pipa besi kotak, holo, dan pipa besi.



Gambar 2.5 Dimensi Ukuran *Hollow*

Pada gambar di atas kita bisa melihat dimensi-dimensi utama dari besi *hollow* adalah **A (mm) x B (mm) x t(mm) x L(M)**. **A** digambarkan sebagai sisi pendek dan **B** merupakan sisi lebar dari besi *hollow*. **L** adalah panjang keseluruhan dan **t** adalah tebal besi *hollow*.

Terdapat beberapa jenis *hollow square* yang dibedakan menjadi beberapa material pembuatnya.

2.1.6.2 Besi Hollow Hitam

Terbuat dari lembaran plat besi hitam yang dikenal dengan istilah *hot rolled steel sheet* yaitu lempengan besi tipis berbahan dasar baja canai panas (*hot rolled coil*) yang di *press* menjadi lembaran baja berwarna hitam. Besi ini umumnya memiliki ukuran panjang 6 meter dengan penampang dan ketebalan yang bervariasi. Karena terbuat dari plat besi hitam, besi ini memiliki karakteristik yang mirip yaitu tebal, berwarna hitam keabu-abuan dan kuat sehingga besi ini tahan terhadap api serta peredam panas yang baik. Selain harganya yang terjangkau, besi *hollow* hitam juga mempunyai nilai estetika yang tinggi sehingga cukup populer digunakan dikalangan masyarakat untuk pembuatan kanopi dan railing tangga minimalis.



Gambar 2.6 Besi *Hollow* Hitam

Ukuran besi *hollow* hitam di pasaran sangat beragam dan bervariasi. Anda dapat menggunakan ilustrasi dimensi besi *hollow* yang telah dibahas sebelumnya sebagai pedoman untuk mengetahui ukuran besi *hollow* hitam. Misalkan, ukuran 15 x 35 x 1.2 x 6 M maka artinya sisi pendeknya berukuran 15 mm, sisi lebarnya berukuran 35 mm, ketebalannya 1.2 mm dan panjang keseluruhan besi *hollow* hitam yakni 6 M.

Tabel 2.1 Tabel Macam Ukuran dan Berat Besi *Hollow*

No	Jenis	Ukuran	Berat
1	Besi <i>Hollow</i>	30 X 30 X 2 Mm X 6 Meter	6 Kg
2	Besi <i>Hollow</i>	40 X 40 X 2,3 Mm X 6 Meter	16,60 Kg
3	Besi <i>Hollow</i>	50 X 50 X 2 Mm X 6 Meter	18,21 Kg
5	Besi <i>Hollow</i>	50 X 50 X 3 Mm X 6 Meter	25 Kg
6	Besi <i>Hollow</i>	60 X 60 X 2,8 Mm X 6 Meter	27,32 Kg
7	Besi <i>Hollow</i>	60 X 60 X 3 Mm X 6 Meter	30,77 Kg
8	Besi <i>Hollow</i>	75 X 75 X 2 Mm X 6 Meter	33 Kg
9	Besi <i>Hollow</i>	75 X 75 X 3,2 Mm X 6 Meter	35,17 Kg
10	Besi <i>Hollow</i>	75 X 75 X 3,2 Mm X 6 Meter	44,19 Kg
11	Besi <i>Hollow</i>	100 X 100 X 3,2 Mm X 6 Meter	59,28 Kg
12	Besi <i>Hollow</i>	125 X 125 X 4,5 Mm X 6 Meter	104,56 Kg
13	Besi <i>Hollow</i>	150 X 150 X 4,5 Mm X 6 Meter	125,76 Kg
14	Besi <i>Hollow</i>	150 X 150 X 5 Mm X 6 Meter	139,73 Kg

Meski terbuat dari bahan utama plat besi hitam, namun besi *hollow* hitam juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut kelebihan dan

kekurangan besi *hollow* hitam

a. Kelebihan

- Tersedia dalam rentang ketebalan yang lebih bervariasi
- Cocok untuk konstruksi bangunan dengan beban berat
- Harga besi *hollow* hitam relatif lebih murah dibanding besi galvanis pada ketebalan yang sama
- Jenis ini lebih lengket terhadap cat asalkan teknik pengecatannya benar
- Akan lebih tahan lama apabila bahan ini dipakai untuk interior

b. Kekurangan

- Perlindungan karat lebih rendah dibanding besi *hollow* galvanis
- Membutuhkan cat dasar untuk mencegah korosi
- Memerlukan perawatan berkala untuk mencegah korosi.
- Tidak tahan terhadap kelembaban/air hujan dan mudah keropos terutama jika pengecatannya yang asal-asalan

Seperti yang telah dijelaskan diatas, bahwasanya besi *hollow* hitam memiliki banyak fungsi dan juga kegunaan, baik dalam interior seperti rak buku, railing tangga, kanopi tempat tidur, kaki meja, dll maupun eksterior bangunan seperti untuk pembuatan pagar rumah, kotak surat dan pagar pengaman pada rumah bertingkat. Besi *hollow* digunakan dalam berbagai keperluan seperti :

a. Sebagai *Furniture* Industrial

Warna dasar dari besi ini yaitu hitam keabu-abuan yang sangat cocok dengan konsep furniture industrial. Biasanya material ini dikombinasikan dengan besi siku supaya mendapatkan produk yang memuaskan. Dengan kombinasi tersebut maka akan menghasilkan kesan produk yang elegan.

b. Sebagai Karangka Railing dan Plafon

Hollow memiliki penampang yang sangat cocok jika digunakan pada kedua kerangka plafon dan railing. Sehingga kebanyakan orang memilih besi ini untuk bahan pembuatannya.

c. Sebagai Karangka Pagar

Memang pagar yang terbuat dari kayu akan terlihat lebih estetik, tetapi material ini akan mudah lapuk jika tidak dirawat dengan baik. Oleh karena itu, sudah banyak orang yang menggunakan *hollow* karena tahan lama[5]

2.1.6.3 Bronze

Besi perunggu (bronze) adalah paduan logam yang terbuat dari campuran utama tembaga dan timah. Namun, kadang-kadang dapat juga mencakup bahan tambahan seperti aluminium, mangan, nikel, atau seng. Proporsi relatif dari bahan-bahan ini dapat bervariasi, menghasilkan sifat-sifat fisik dan mekanik yang berbeda pada perunggu yang dihasilkan.

Beberapa karakteristik umum dari material bronze termasuk:

1. Tahan Korosi: Kandungan tembaga memberikan resistensi terhadap korosi. Keuletan dan Kekerasan: Bronze umumnya memiliki kombinasi yang baik antara keuletan dan kekerasan, membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk pembuatan alat, senjata, dan barang seni.
2. Kemampuan Pengecoran: Bronze dapat dicor menjadi berbagai bentuk kompleks dan detail, sehingga sering digunakan dalam seni dan patung.
3. Konduktivitas Termal dan Listrik: Bronze memiliki konduktivitas termal dan listrik yang baik, membuatnya berguna untuk beberapa aplikasi teknis.
4. Warna Khas: Bronze memiliki warna khas yang dapat berkisar dari kuning kecoklatan hingga merah kecoklatan, dan sering kali digunakan dalam seni dan dekorasi.

Keunggulan ini membuatnya menjadi pilihan populer untuk berbagai aplikasi, termasuk patung, alat-alat, perhiasan, dan peralatan listrik. Bronze juga ditemukan dalam berbagai bentuk, seperti paduan fosfor perunggu, yang memiliki sifat khusus seperti ketahanan terhadap korosi dan kekuatan tinggi.

Terdapat beberapa jenis *Bronze* yang dibedakan menjadi beberapa material pembuatnya.

2.1.6.4 Wrapped Bronze



Gambar 2.7 Wrapped Bronze

Busing lurus perunggu (silindris) yang dibungkus SKF cocok untuk berosilasi, gerakan berputar dan linier, dan dapat mengakomodasi beban radial.

Mereka adalah solusi yang sangat baik untuk lingkungan kotor di mana tingkat kontaminasi tinggi membuat pelumasan ulang diperlukan. Permukaan geser mereka memiliki kantong berbentuk berlian yang berfungsi sebagai reservoir untuk melepaskan pelumas secara progresif selama operasi.

- Tidak peka terhadap lingkungan kotor
- Tahan terhadap beban benturan dan getaran pada kecepatan lambat
- Ketahanan korosi yang baik

Busing perunggu yang dibungkus terbuat dari CuSn8, paduan perunggu timah, dengan rongga minyak berbentuk berlian yang digulung di permukaan untuk menyimpan minyak, yang memiliki kekuatan kelelahan dan daya dukung beban yang baik, ketahanan korosi, dan anti-aus

Busing busing perunggu terbungkus tidak rentan terhadap masalah ini karena karakteristik dan aplikasi struktur bantalan gulung perunggu. Busing perunggu terbungkus terbuat dari CuSn8, paduan perunggu timah, dengan rongga minyak berbentuk berlian yang digulung di permukaan untuk menyimpan minyak, yang memiliki kekuatan kelelahan yang baik dan kapasitas menahan beban, ketahanan terhadap korosi dan anti aus. Banyak digunakan dalam mesin pertanian, mesin konstruksi, mesin teknik dan acara beban tinggi dan kecepatan rendah lainnya. Membuat busing perunggu terbungkus dan bantalan kuningan menjaga kekuatan bantalan dan ketahanan terhadap gaya tinggi dan beban tepi. Saat gerakan terjadi, sejumlah kecil pelumas padat dilepaskan ke dalam mesin mikro poros untuk membantu mengurangi koefisien gesekan. Bahannya juga dapat menahan suhu jangka panjang -40 hingga 150°C. Produk Brass *Bushing* digunakan dalam mesin konstruksi, industri alat mesin sistem pengereman otomotif, dll.

2.1.6.5 Sintered Bronze



Gambar 2.8 Sintered Bronze

Busing flensa perunggu sinter SKF cocok untuk berputar, berosilasi, dan gerakan linier, dan dapat mengakomodasi beban radial serta beban aksial di satu arah. Busing perunggu sinter SKF melumasi sendiri dan bebas perawatan. Mereka terdiri dari matriks perunggu berpori yang diresapi dengan minyak mineral. Impregnasi oli memungkinkan kecepatan geser yang sangat tinggi dan membuat *bushing* ini cocok untuk aplikasi berputar.

- Operasi bebas perawatan
- Koefisien gesekan yang rendah
- Kecepatan geser sangat tinggi

Bushing perunggu sinter SKF dapat melumasi sendiri dan bebas perawatan. Busing ini memiliki matriks perunggu berpori yang diresapi dengan pelumas. Kecepatan geser yang diizinkan untuk busing perunggu sinter sangat tinggi, membuatnya cocok untuk aplikasi berputar.

2.1.6.6 Material Bronze LG2



Gambar 2.9 Material Bronze

Bronze LG 2 adalah salah satu jenis logam paduan tembaga-timah (bronze) yang umum digunakan dalam industri. Berikut adalah beberapa

informasi penting tentang bronze LG 2:

1. Komposisi Kimia: Bronze LG 2 terdiri dari sekitar 88-90% tembaga (Cu) dan 8-10% timah (Sn). Komposisi ini memberikan kombinasi sifat-sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi yang baik.
2. Ketahanan Korosi: Bronze LG 2 memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, terutama terhadap korosi air laut dan lingkungan yang berlembab. Ini membuatnya cocok untuk aplikasi yang berhubungan dengan air, seperti peralatan kelautan, katup, dan fitting pipa.
3. Kekerasan dan Kekuatan: Bronze LG 2 memiliki kekerasan yang moderat dan kekuatan yang cukup tinggi. Ini memungkinkan penggunaan bronze ini dalam aplikasi yang membutuhkan stabilitas dimensi, tahan aus, dan tahan terhadap beban mekanis, seperti bantalan dan bagian mesin.
4. Kemampuan Pemrosesan: Bronze LG 2 relatif mudah untuk diproses dengan teknik pemrosesan seperti pemotongan, penggilingan, dan pengeboran. Ini memungkinkan pembuatan komponen yang kompleks dan presisi dengan baik.
5. Aplikasi: Bronze LG 2 digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk kelautan, konstruksi, otomotif, peralatan industri, dan banyak lagi. Beberapa contoh aplikasi termasuk bantalan, gigi, alat tulis, perhiasan, dan seni patung.
6. Perawatan: Bronze LG 2 tidak memerlukan perawatan khusus. Namun, pembersihan dan pemeliharaan rutin dapat membantu menjaga penampilan dan kualitas material.

Bronze LG 2 sering dipilih karena kekakuan, kekuatan, dan ketahanan korosinya. Namun, dalam beberapa kasus, mungkin ada variasi dari bronze LG 2 yang lebih cocok untuk kebutuhan spesifik, tergantung pada lingkungan dan persyaratan aplikasi. Penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor tersebut saat memilih material bronze yang tepat[5]

2.1.6.7 ST-37

Baja pada dasarnya adalah bentuk perpaduan suatu logam dengan logam induk (*base metal*) besi (Fe), yang dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar yaitu baja karbon dan paduan. Baja ST-37 merupakan material baja bukan campuran dengan jenis kadar karbon yang beragam atau dapat dikatakan baja ST-37 bukan baja keras karena kadar paduan karbonnya hanya sedikit[6]. Pada modul *upper bearing* turbin ulir archimedes komponen yang menggunakan material ST-37 adalah rumah *upper bearing* dan *spacer bearing*. Baja ST-37

memiliki kadar sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Komposisi Kimia Standar AISI 1045

<i>Chemical Composition (Average, %)</i>		
<i>GRADE</i>	<i>Unsur% Element%</i>	<i>Kadar% Content%</i>
ST37	C	0.11
	Si	0.03
	Mn	0.56
	P	0.007
	S	0.005
	Cr	0.07
	Ni	0.03

Arti dari St itu sendiri adalah singkatan dari *Steel* (baja) dan angka 37 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 kg/mm². Baja ini disebut dengan baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon rendah bersifat kuat, mudah dibentuk dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin. Sifat mekanik dari material baja ST-37 dilihat dari pengujian kekerasan Brinell memiliki nilai kekerasan berkisar 200-230 HB. Nilai kekuatan tarik mencapai 301-327 MPa dengan elongasi rata-rata 9.3%. Serta nilai penyerapan energi dan ketangguhan berada di interval 35-42 J dan 511-626.1 kJ/mm². Secara keseluruhan, material baja ST – 37 memiliki sifat mekanik yang cukup baik[7]. Penggunaan baja ini dapat dijadikan mur, baut, ulir sekrup dan *bearing*[8].

2.1.6.8 AISI 4340

Baja V-155 (AISI 4340) termasuk dalam golongan *machinery steel* (baja mesin). Baja AISI 4340 mempunyai kadar sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Komposisi Kimia Standar 4340

<i>Chemical Composition (Average, %)</i>		
<i>GRADE</i>	<i>Unsur% Element%</i>	<i>Kadar% Content%</i>
AISI 4340	C	0,34
	Si	0,30
	Mn	0,60
	Cr	1,50
	Mo	0,20
	Ni	1,50

Unsur Karbon (C) menaikkan besaran kekuatan bengkok, tekan dan takik, tetapi menurunkan keliatan dan kemampuan tarik, kemampuan tempa dan las, sifat penghantar listrik dan panas. Penurunan keliatan akibat bertambahnya kadar C yang diikuti dengan naiknya kekerasan dapat diikuti dengan perlakuan panas. Silisium (Si) dapat menurunkan kemampuan pengubahan bentuk dingin oleh karena itu hanya diijinkan 0,2% Si. Si meningkatkan sifat tahan elektris dan digunakan di lempeng dinamo. Mangan (Mn) dapat menaikkan kekuatan dengan menurunkan kecepatan pendinginan kritis yang diperlukan untuk memperoleh struktur martensit. Penambahan unsur mangan didalam baja paduan menambah kekuatan dan ketahanan panas baja paduan itu serta penampilan yang lebih bersih dan berkilat Krom (Cr) Unsur ini memberikan kekuatan dan kekerasan baja meningkat serta tahan karat dan tahan haus.

Penambahan unsur kromium biasanya diikuti dengan penambahan nikel. Biasanya baja paduan ini digunakan untuk bahan poros dan roda gigi. Penambahan molibdenum (Mo) akan memperbaiki baja karbon menjadi tahan terhadap suhu yang tinggi, liat dan kuat. Nikel (Ni) mempertinggi kekuatan dan regangannya sehingga baja ini menjadi liat dan tahan tarikan serta tahan karat atau korosi. Oleh karena itu, baja paduan ini biasa digunakan untuk membuat sudu-sudu turbin, roda gigi, bagian-bagian mobil dan sebagainya. AISI 4340 adalah produk baja paduan rendah kekuatan tinggi (High strength low Alloy- HSLA steel) keluaran Bohler yaitu yang eivalen dengan standard Europe EN 25 atau jermannya DIN 34cr. Sedangkan perbedaan AISI 4340 dan material lainnya adalah terletak pada kandungan Cr nya yang lebih[9]. Pada modul *upper bearing* turbin ulir archimedes komponen yang menggunakan material AISI 4340 adalah poros atas.

2.1.6.9 SS304

SS304 merupakan jenis *stainless steel food grade*. *Stainless steel* jenis ini mudah untuk dibentuk dan tahan terhadap korosi yang sangat tinggi. Biasanya permukaan SS304 juga lurus dan tidak bergelombang. CGS menggunakan bahan *stainless steel* 304 dengan kandungan 18/8 – 18% chromium dan 8% nikel.

Tipe 304 adalah tipe *stainless steel* yang paling sering digunakan terutama dalam industri makanan karena merupakan jenis '*stainless steel food grade*'. Sering dikenal sebagai '18-8' stainless karena memiliki kandungan 18 persen Kromium dan 8 persen nikel, *stainless steel* 304 mudah untuk dibentuk,

dilas dan memiliki ketahanan korosi yang sangat tinggi bahkan pada suhu yang sangat rendah. *Stainless steel* 304 umum dipergunakan dalam industri makanan, untuk penyeduhan, pemrosesan susu, pembuatan anggur, dan dalam jalur pipa, panci, proses fermentasi serta tempat penyimpanan bahan baku. Kemampuannya antara lain dapat menahan korosi yang disebabkan oleh berbagai macam zat kimia dari buahbuahan, daging dan susu, selain itu juga umum digunakan sebagai wastafel, meja, tempat minum, kulkas, kompor, dan berbagai jenis alat perkakas serta peralatan memasak[5].

2.1.6.10 Baut Inbus



Gambar 2.10 Baut Inbus

Baut Inbus adalah istilah dalam bahasa Indonesia yang merujuk kepada baut atau sekrup yang menggunakan kepala berbentuk heksagonal (enam sisi) yang memerlukan alat khusus yang disebut kunci Inbus atau kunci Allen untuk pemasangan atau pengencangannya. Baut Inbus sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti perakitan furnitur, sepeda, kendaraan, dan banyak lagi.

Keuntungan penggunaan baut Inbus melibatkan kemudahan penggunaan dan keamanan koneksi yang baik. Kunci Inbus memiliki bentuk L atau T dan dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam kepala baut, memberikan kontrol yang baik saat pemasangan atau pengencangan.

Penting untuk menggunakan ukuran kunci Inbus yang sesuai dengan ukuran kepala baut Inbus yang digunakan. Kunci ini sering tersedia dalam berbagai ukuran untuk menyesuaikan dengan berbagai ukuran baut Inbus yang ada.

2.1.6 Rencana Pekerjaan

Rencana kerja adalah serangkaian tujuan dan proses yang bisa membantu tim dan/atau seseorang mencapai tujuan tersebut. Dengan membaca rencana kerja, kita bisa memahami skala sebuah proyek dengan lebih baik. Ketika digunakan di dunia kerja maupun akademik, rencana kerja membantu kita

mengerjakan proyek dengan teratur. Melalui rencana kerja, kita memecah proses jadi tugas-tugas kecil yang ringan sekaligus mengetahui apa saja yang kita ingin capai.

Dalam dunia produksi manufaktur terdapat suatu rencana kerja yang disebut dengan *operation plan* untuk memudahkan proses produksi. *Operation plan* dibuat untuk membantu memudahkan langkah pengerjaan dimulai dari memeriksa bahan dan gambar kerja, mensetting pemesian yang digunakan, melakukan penandaan atau *marking*, menentukan metode pengepakan, dan proses pembuatan benda.

Operation plan terdapat penomoran-penomoran khusus yang menunjukkan langkah pengerjaan atau langkah proses dalam runtutan membuat suatu benda atau produk. Penomoran ini dapat mempermudah pembuat serta pembaca untuk mengontrol proses yang akan dikerjakan sesuai dengan perencanaan. Berikut beberapa arti penomoran pada *operation plan* :

XX.01 : Memeriksa gambar kerja dan bahan atau material yang digunakan

XX.02 : Melakukan penyettingan mesin

XX.03 : Proses penandaan benda (*marking*)

XX.04 : Menentukan metode pengepakan

XX.05 : Proses pengerjaan benda

Catatan :

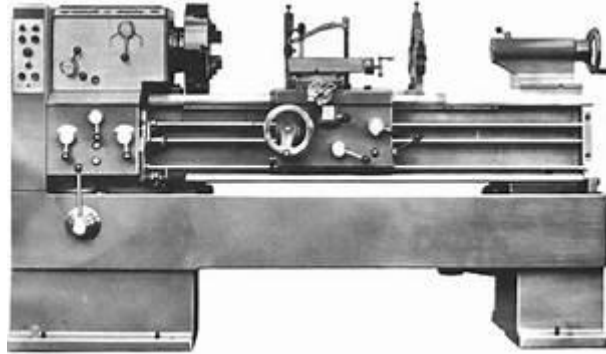
- X adalah penomoran 1,2,3, dst berganti nomor apabila berganti proses pekerjaan.
- Penomoran pada langkah proses berlaku kelipatan 5 setiap prosesnya dan akan berubah nomor awal ketika adanya perubahan ke langkah kerja lainnya.

2.1.7 Proses Pemesian

Proses pemesian adalah proses pemakanan atau pemotongan material dengan menggunakan bantuan mesin untuk mendapatkan suatu ukuran atau dimensi, bentuk, dan hasil yang diinginkan[10]. Pembuatan produk atau benda kerja dapat membutuhkan beberapa proses pemesian. Ditentukan dengan bagaimana dimensi dan bentuk yang akan dibuat. Seperti halnya pembuatan komponen turbin ulir modular terdapat beberapa proses pemesian yang digunakan.

2.1.8.1 Pemesinan Bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja tersebut dengan suatu pahat penyayat. Posisi benda kerja berputar sesuai sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan/kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan.[11]



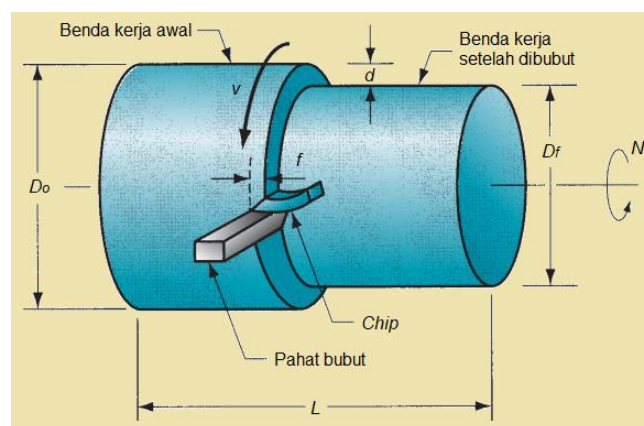
Gambar 2.11 Contoh mesin bubut konvensional

Rumus perhitungan putaran *spindle* :

$$n = \frac{vc \times 1000}{\pi \times d}$$

Keterangan:

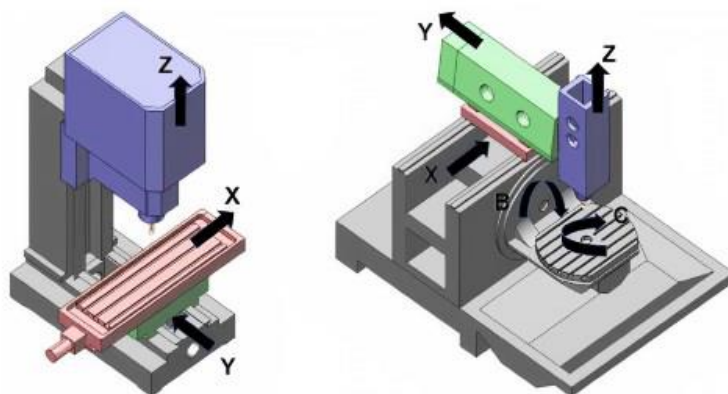
- n : Putaran spindel (rpm)
- vc : Kecepatan potong (meter/menit)
- π : Nilai konstanta = 3,14
- d : Diameter benda kerja (mm)



Gambar 2.12 Parameter proses bubut

2.1.8.2 Pemesinan Milling

Proses pemesinan frais adalah proses penyayatan benda kerja dengan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar[12]. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pahat ini bisa menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Proses *milling* dilakukan dengan mengatur pisau frais pada mesin frais dan memasukkan benda kerja ke meja kerja. Saat mesin dihidupkan, pisau frais berputar dan mulai memotong material benda kerja saat benda kerja dan pisau frais bergerak relatif satu sama lain. Gerakan pisau frais bisa menjadi gerakan memutar (*rotary motion*) atau gerakan maju-mundur (*reciprocating motion*), tergantung pada jenis operasi frais yang dilakukan, Pada gambar dibawah ini merupakan arah pergerakan pada mesin *milling*, mesin *milling* memiliki 3 sumbu yaitu sumbu Z,X,Y. Sumbu Z yaitu arah *vertical*, Sumbu X yaitu arah *Horizontal* dan Sumbu Y yaitu arah melintang[12].



Gambar 2.13 Arah Gerakan Mesin Frais

2.1.8.3 Pemesinan Bor

Pemesinan bor merupakan proses pemotongan dengan maksud membuat lubang dengan menggunakan sebuah mata bor[12]. Prinsip dari pemesinan bor adalah benda kerja dicekam dengan menggunakan ragum atau *clamp* lainnya, lalu mata bor yang berputar disentuhkan pada benda kerja secara vertical hingga terjadinya proses pemakanan. Hasil pengeboran nantinya akan sama dengan mata bor yang sedang dipakai.



Gambar 2.14 Contoh Mesin Bor

Gambar yang menjelaskan tentang rumus untuk mencari panjangnya proses pengeboran:

Tabel 2.4 Perhitungan Proses Bor

Bor Tembus	Bor Tak Tembus	Counter Bor
$L = l + l_s + l_a + l_u$	$L = l + l_s + l_a$	$L = l + l_a$

Rumus yang berlaku untuk proses pengeboran adalah sebagai berikut :

Kecepatan putar mata bor (rpm) :
$$n = \frac{vc \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

Kecepatan pemakanan (mm/min) :
$$vf = n \cdot f$$

Waktu pemotongan (menit) :
$$tc = \frac{l \cdot i}{vf}$$

Dimana,

l	= Panjang benda kerja (mm)
la, lu, ls	= Jarak bebas mata bor (mm)
i	= Banyaknya pemakanan (kali)
t_c	= Waktu pemotongan (menit)
D	= Diameter mata bor (mm)
f	= <i>Feeding</i> (mm/put)
L	= Panjang total pengerjaan (mm)
V_c	= <i>Cutting speed</i> (m/min)

2.1.8 Proses Pabrikasi

2.1.9.1 Gerinda Potong

Penggerindaan adalah proses pemotongan/pengasahan logam menggunakan material abrasif. Roda gerinda mempunyai ribuan sisi potong yang sangat kecil sebagai pengganti sisi potong yang lebar dari pisau-pisau potong yang berputar[13]. Gerinda potong digunakan untuk pemotongan logam yang tidak terlalu besar dan lebar contohnya baja tulang. Untuk menghitung waktu pengerjaan pada gerinda potong dapat menggunakan rumus:

$$TC = \frac{tg \times l \times tb}{Sr \times n}$$

Keterangan:

TC	= Time Cutting (menit)
tg	= Tebal mata gerinda
L	= Panjang bidang pemotongan (mm)
tb	= Ketebalan benda kerja (mm)
Sr	= Ketebalan pemakanan (mm/putaran)
N	= Putaran mesin (rpm)

Berikut merupakan gambar dari gerinda potong dan bagian-bagiannya:



Gambar 2.15 Gerinda Potong

2.1.9.2 Gerinda Tangan

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda tangan adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan[13]. Gerinda tangan pada umumnya digunakan untuk proses pemotongan benda yang tidak terlalu besar dan tebal contohnya digunakan untuk pemotongan baja kremona. Gerinda tangan juga digunakan untuk proses *finishing* hasil pengelasan, pengikisan atau deburring sisi tajam benda kerja. Waktu proses dari penggunaan gerinda tangan tidak dapat dihitung secara matematis, tetapi menggunakan waktu perkiraan dari operator yang dipengaruhi oleh bentuk dari benda kerja yang diproses. Berikut adalah gambar dari gerinda tangan:



Gambar 2.16 Gerinda Tangan

2.1.9.3 Las

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).



Gambar 2.17 Mesin Las SMAW

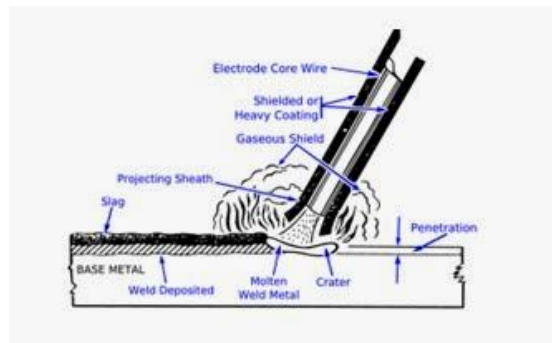
Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. Sumber tegangan yang

digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam yaitu AC (Arus bolak balik) dan DC (Arus searah).

Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (welder) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.

Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (weld metal). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan $1,5 \times$ diameter elektroda yang dipakai[13].

Pada Mesin Las SMAW Arus DC terdapat dua Polaritas yaitu :



Gambar 2.18 Skema Proses Pengelasan SMAW

1. Polaritas Lurus (DCSP)
2. Polaritas Balik (DCRP)

2.1.10 Permesinan 3D Printing

3D Printing merupakan evolusi dari teknologi cetak, yaitu mampu menghasilkan atau memproduksi dan merancang struktur yang canggih dalam satu kesatuan. 3D Printing adalah salah satu proses fabrikasi *Fused Deposition Modelling (FDM)* yaitu teknologi *Additive Manufacturing (AM)* yang sistem kerjanya pembentukan benda dengan penambahan bahan lapis demi lapis.[14]



Gambar 2.19 Contoh mesin 3D printing[14]

Kelebihan dari 3D-Printing adalah dapat membuat berbagai bentuk pola yang sangat sederhana hingga sangat rumit. Hal ini dikarenakan keleluasan gerakan printing pada ruang lingkup tiga dimensi.

2.1.11 Proses Assembly

Proses *assembly* merupakan suatu proses perakitan beberapa komponen-komponen menjadi satu kesatuan berupa mesin, alat, atau konstruksi yang mempunyai fungsi. Proses ini dapat dikerjakan apabila komponen sudah siap untuk dipasang atau digabung secara sempurna dengan menggunakan proses manufaktur.

Suatu proses *assembly* atau perakitan dapat dilakukan secara manual atau otomatis disesuaikan dengan benda kerja yang dibuat. Beberapa contoh proses *assembly* antara lain proses pengikatan, pengelingan, pengelasan, dan penyekrupan. Dalam proses *assembly* pembuatan pilar ini dilakukan dengan menggunakan proses pengelasan dan penyekrupan. Pengelasan dilakukan untuk membentuk pilar utama dengan melakukan pengelasan konstruksi kremona. Proses *assembly* dengan mur baut digunakan untuk menyatukan antara pilar dengan slider sumbu y.

2.1.12 Proses Quality control

Quality control (QC) merupakan pengecekan terhadap semua komponen yang telah dibuat untuk memastikan kualitas produk terjamin kualitasnya serta untuk memastikan produk yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil pengecekan dengan acuan yaitu spesifikasi komponen yang telah di rancang dan dibuat pada gambar teknik ataupun komponen standar. Tujuan dari QC yaitu mengecek kualitas benda yang telah dibuat untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya.

Pada prosesnya, pengecekan ini dilakukan dengan cara mengukur dan

memeriksa dimensi ukuran serta kesesuaian antara benda kerja dengan rancangannya. Beberapa contoh alat pengukur dan pemeriksa yang digunakan untuk proses ini ialah :

- Jangka sorong
- Mistar baja
- Penyiku presisi
- Micrometer.

2.1.13 Estimasi Waktu

Estimasi waktu merupakan suatu proses perencanaan perkiraan waktu yang diperlukan untuk membuat suatu produk atau benda kerja. Perencanaan estimasi waktu ditentukan dengan melakukan pertimbangan-pertimbangan dimulai dari proses pembuatan yang akan dikerjakan hingga kejadian yang kemungkinan terjadi seperti adanya hari libur ataupun adanya suatu keperluan. Dalam proses pembuatan, estimasi waktu dapat ditentukan dengan 2 metode waktu yaitu:

2.1.13.1 Waktu Pengerjaan

Waktu pengerjaan adalah waktu yang digunakan untuk membuat suatu produk dengan perhitungan *real time* atau waktu sesungguhnya pembuatan produk tersebut tanpa adanya waktu yang terbuang.

2.1.13.2 Waktu *Non* Pengerjaan

Waktu non pengerjaan adalah waktu yang digunakan keberlangsungan proses pembuatan suatu produk diluar *real time* atau waktu sesungguhnya. Waktu *non* pengerjaan ini bisa meliputi kegiatan pribadi ataupun kegiatan diluar teknik atau proses pembuatan. Contoh waktu *non* pengerjaan yaitu waktu membersihkan area kerja, waktu diskusi bersama, waktu pergi ke kamar kecil, ataupun waktu ketika berbincang-bincang ketika membuat produk.

2.1.14 Estimasi Biaya

Estimasi biaya adalah perhitungan perkiraan biaya untuk dapat mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk membuat suatu produk. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi estimasi biaya diantara lain :

2.1.14.1 Biaya Raw Material

Biaya *raw material* adalah biaya yang yang berhubungan langsung

dengan pengadaan material yang nantinya akan dibuat suatu produk. Dalam pembuatan *Prototype Turbin Ulir*, material yang digunakan yaitu

- SS304.
- AISI 4340.
- ST37.
- Bronze Material.
- Besi *Hollow Square* 30x30.

2.1.14.2 Biaya Proses Pemesinan

Biaya proses pemesinan adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengerjaan material dengan menggunakan mesin-mesin penunjang produksi. Perhitungan biaya-biaya dilakukan dengan penentuan biaya pasaran proses pemesinan yang nantinya dikalikan dengan lamanya waktu proses. Beberapa biaya proses pemesinan pembuatan *prototype turbin ulir* yaitu :

- Bubut
- Milling
- Gerinda potong atau *cutting wheel*
- Bor
- Pengelasan
- 3D Printing

2.1.14.3 Biaya Overhead

Biaya *overhead* adalah biaya pengeluaran untuk seluruh kegiatan yang tidak dapat dialokasikan secara khusus terhadap material, tenaga kerja, proses pemesinan, packing, dan lain – lain. Biaya *overhead* dianggap sebagai bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam bentuk biaya langsung maupun tidak langsung. Besar biaya *overhead* bergantung pada kebijakan perusahaan, namun pada umumnya, besar biaya *overhead* yaitu 20% dari biaya pembuatan.

2.1.14.4 Biaya Total Pembuatan

Biaya total pembuatan adalah biaya yang didapat dari penjumlahan biaya pembuatan dengan biaya *overhead*. Sedangkan biaya pembuatan di dapat dari penjumlahan biaya material, biaya komponen standar, dan biaya proses pemesinan.

- Biaya Pokok = Biaya raw material + Biaya proses permesinan
- Biaya *Overhead* = 20% biaya pokok
- Biaya Total Pembuatan = biaya pokok + biaya *overhead*

2.2 Metodologi Penyelesaian

Metodologi penyelesaian merupakan suatu kerangka aliran proses dari suatu permasalahan pada pembuatan *Prototype Archimedes Turbin Modular*. Metodologi penyelesaian ini menggunakan diagram alir yang membahas tahapan proses-proses dari “Pembuatan *Prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan *Turbin Ulir Modular*”. Berikut ini diagram alir pada proses pembuatannya :

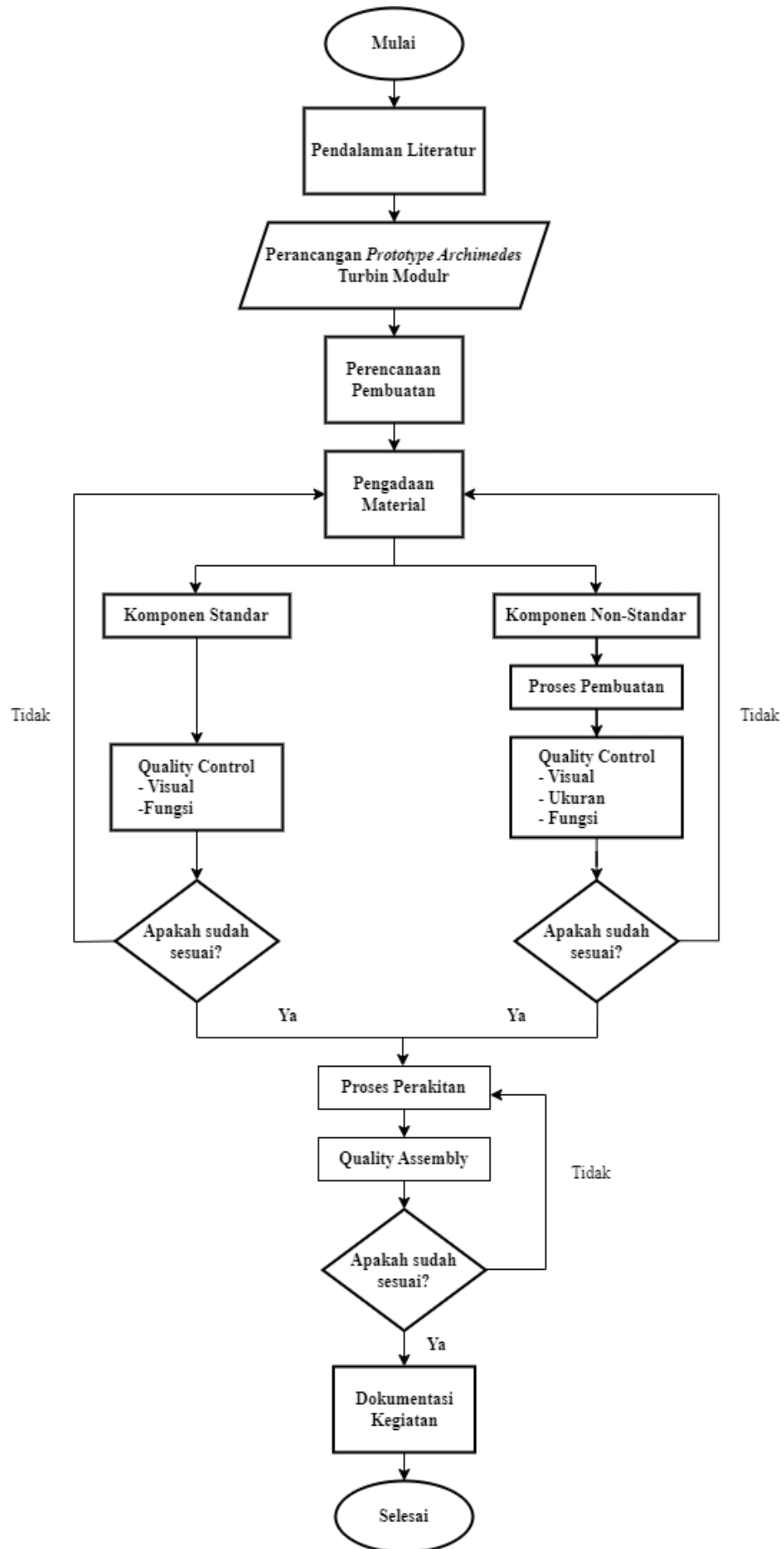


Diagram 2 1 Diagram Alir Proses Pembuatan *Prototype Turbin Ulir Modular*

Dari diagram alir diatas, dapat dijelaskan mengenai aliran proses pembuatan *Prototype Turbin Ulir Modular* yang akan dijelaskan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5 Penjelasan Diagram Alir Proses Pembuatan *Prototype Turbin Ulir Modular*

Diagram Alir	Aktivitas	Keterangan
Mulai	Melakukan bimbingan bersama pembimbing proyek akhir untuk menentukan arah dan sistematika pengerjaan proyek akhir.	Diskusi mengenai konsep, proses pembuatan, serta meminta pandangan atau saran terhadap proyek akhir yang sedang dikerjakan.
Pendalaman Literatur	Mencari serta melakukan pembacaan literatur ataupun referensi mengenai <i>Archimedes Turbin Ulir Modular</i> yang sudah ada serta melakukan pengembangan.	Melakukan pembacaan dan pemahaman literatur secara <i>online</i> maupun <i>offline</i> dan melakukan referensi diskusi bersama pembimbing proyek akhir.
Perancangan <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i>	Membuat dan menetapkan rancangan <i>Upper Housing Bearing, Poros Modular dan Lower Housing Bearing</i> dan merancang menggunakan aplikasi atau <i>software solidworks</i> .	Dari hasil pendalaman literatur serta bimbingan bersama pembimbing proyek akhir, <i>Upper Housing Bearing, Poros Modular dan Lower Housing Bearing</i> dilakukan perancangan serta mempertimbangkan fungsi dari komponen yang dibuat.
Perencanaan Pembuatan	Membuat tahapan proses pembuatan atau <i>operation plan</i> dari <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> serta melakukan penjadwalan proses pembuatan supaya adanya target penyelesaian dengan hasil yang baik.	Perancangan pembuatan digunakan sebagai salah satu acuan dalam proses pembuatan <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> .
Pengadaan Material	Membuat daftar material dan	Melakukan konsultasi terlebih

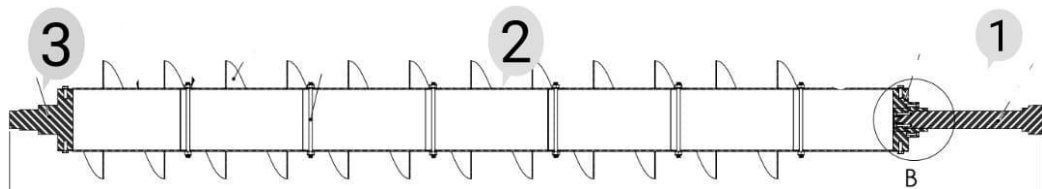
	melakukan pengadaan dari komponen standar maupun komponen non standar dari pembuatan <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> .	dahulu kepada pembimbing proyek akhir mengenai daftar material yang akan dilakukan pengadaan di bagian UPT Logistik POLMAN Bandung.
<i>Quality control (QC)</i>	Melakukan inspeksi atau <i>quality control</i> dari material yang diberikan oleh UPT Logistik POLMAN Bandung dengan menyesuaikan dengan daftar material yang ada serta kondisi fisik dari material tersebut.	Memastikan material sesuai dengan kebutuhan membuat <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> dengan menyesuaikan daftar material .
Apabila material lolos <i>quality control</i> , maka material dapat diproses ke tahap selanjutnya seperti proses fabrikasi ataupun perakitan dan apabila tidak lolos <i>quality control</i> maka material dikembalikan kepada pihak UPT Logistik POLMAN Bandung dan melakukan koordinasi kembali supaya material sesuai.		
Proses Pembuatan	Melakukan proses pembuatan seperti proses pemesinan. Untuk proses pemesinan yaitu melakukan proses pembubutan pada poros dan komponen seperti poros pemutar, <i>bushing</i> , dan pengikat pada poros. Melakukan permesinan milling pada komponen seperti <i>housing lower bearing</i> dan <i>swinger</i> pada <i>lower bearing</i> . Melakukan pengeboran pada setiap komponen yang menyambung pada suatu komponen lainnya sebagai pengikat antara satu komponen ke komponen lainnya. Permesinan 3D	Ada beberapa permesinan yang digunakan untuk proses pembuatan yaitu Bubut, Milling, Drilling, dan <i>3D Printing</i> . Dilakukan dengan permesinan yang berada di bengkel Teknik Manufaktur dan Lab. Design Engineering.

	<i>Printing</i> , pembuatan komponen <i>Housing Upper Bearing</i> , dan Poros Modular	
<i>Quality control (QC)</i>	Melakukan inspeksi atau <i>quality control</i> dari hasil permesinan serta hasil <i>3D Printing</i> diambil dari ukuran, visual, serta fungsi dari komponen yang dibuat sehingga menjadi sebuah <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> .	Memastikan hasil dari proses permesinan sesuai dengan gambar kerja baik dari segi ukuran, visual, serta fungsi.
Apabila hasil proses permesinan lolos <i>quality control</i> (ukuran, visual, dan fungsi) komponen <i>Upper Housing Bearing</i> dan <i>Lower Housing Bearing</i> maka dapat ketahap selanjutnya yaitu proses perakitan dan apabila tidak lolos <i>quality control</i> maka komponen akan dilakukan perbaikan ataupun melakukan pengadaan material kembali dan melakukan proses pembuatan kembali.		
Proses Perakitan	Melakukan perakitan atau <i>assembly</i> antara komponen standar dengan komponen non standar (<i>Bearing</i> dan material <i>upper housing bearing</i> dan <i>lower housing bearing</i>) dengan poros modular.	Perakitan harus dilakukan secara bertahap dikarenakan apabila sekaligus akan menyebabkan kerusakan pada poros modular.
<i>Quality Assembly (QA)</i>	Melakukan inspeksi atau <i>quality assembly</i> dari perakitan antara <i>upper housing bearing</i> , <i>lower housing bearing</i> dan poros modular.	Memeriksa dan mengecek hasil dari perakitan atau <i>assembly</i> supaya sesuai dengan rancangan.
Apabila hasil perakitan atau <i>assembly</i> sesuai maka akan ketahap selanjutnya yaitu proses dokumentasi serta melakukan evaluasi pekerjaan, dan apabila tidak sesuai maka dilakukan kembali proses perakitan supaya hasil yang diinginkan sesuai dengan rancangan.		
Dokumentasi	Melakukan pengambilan gambar atau dokumentasi serta melakukan evaluasi pekerjaan	Dokumentasi berupa gambar ataupun karya tulis dari perancangan dan pembuatan

	dari hasil proyek akhir yang dikerjakan.	<i>Prototye Turbin Ulir Modular</i> ini.
Selesai	Proses perancangan dan pembuatan telah selesai dilakukan.	Selesainya pembuatan dari <i>Prototype Turbin Ulir Modular</i> yang sudah dibuat.

2.3 Perancangan *Prototype Turbin Ulir Modular*

Turbin ulir Archimedes terdiri dari poros turbin ulir dan generator. Poros turbin ulir modular terdiri dari modul *upper bearing* dan modul *lower bearing* sebagai tumpuan poros turbin ulir. Pada Gambar 2.21 ditampilkan poros turbin ulir modular dengan modul *upper bearing* dan modul *lower bearing*.

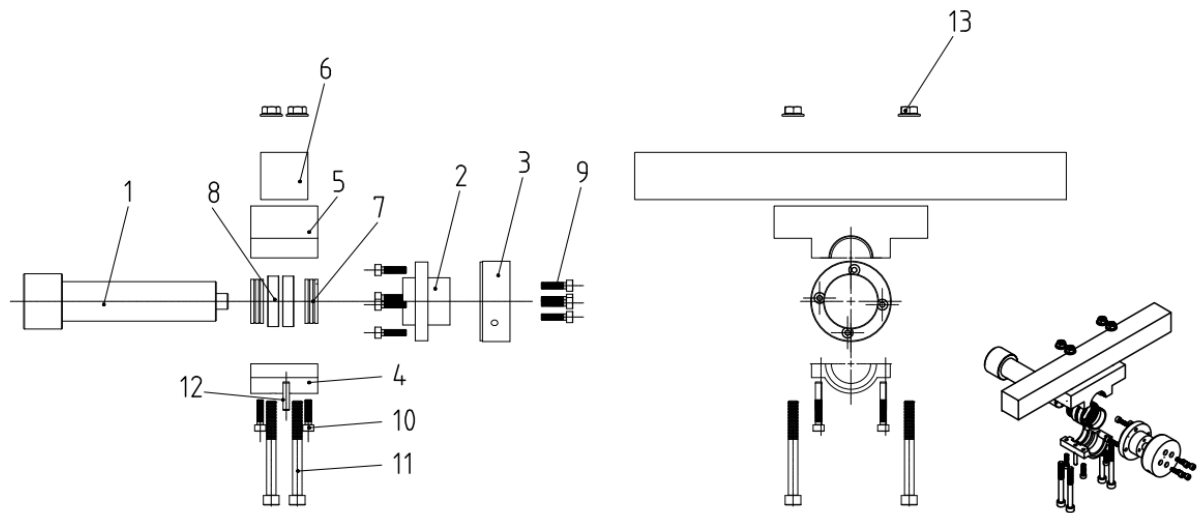


Gambar 2.20 Turbin Ulir Archimedes

Modul *upper bearing* (1) merupakan fungsi penumpu beban radial dan beban aksial keseluruhan dari turbin ulir Archimedes. Sedangkan modul *lower bearing* (3) sebagai penumpu beban radial dari turbin ulir Archimedes (2) dengan spesifikasi dapat tenggelam didalam air. Pada proyek akhir ini difokuskan pada pembuatan dan verifikasi fungsi modul *Upper Bearing* dan *Lower Bearing*.

2.3.1 Prinsip Kerja *Upper Housing Bearing*

Rumah *upper bearing* pada Archimedes turbine berfungsi sebagai tempat penempatan dan perlindungan *bearing* utama (*main bearing*) yang terletak di atas turbin. *Main bearing* adalah komponen penting pada turbin Archimedes karena berfungsi sebagai support untuk poros turbin dan mampu menahan beban berat yang dihasilkan oleh gaya tarikan dan dorongan air pada turbin.



Gambar 2.21 *Assembly upper bearing*

Rumah *upper bearing* juga berfungsi sebagai penyangga dan tempat penempatan komponen-komponen lainnya pada turbin, seperti roda turbin, ulir turbin, dan kopling. Selain itu, rumah *upper bearing* juga berperan sebagai pelindung dari debu dan kotoran yang dapat merusak komponen-komponen dalam turbin.

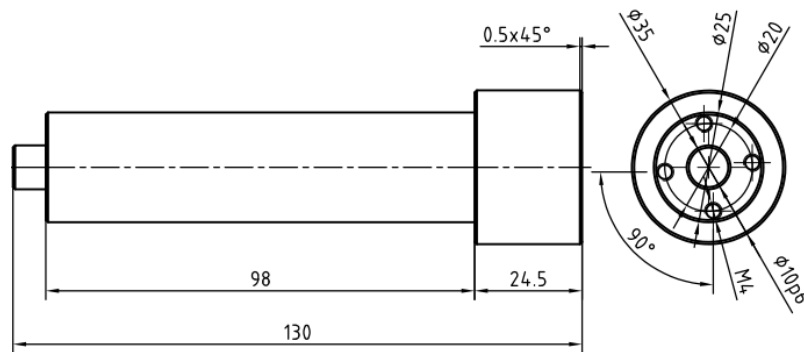
Upper bearing terdiri dari beberapa komponen, daftar komponen *upper bearing* ditampilkan pada Tabel 2.6 List komponen *upper bearing*.

Tabel 2.6 List Komponen *Upper Bearing*

No	Nama Part	Jumlah	Keterangan
1	Poros atas	1	SS304
2	Pengikat	1	AISI 4340
3	Sambungan Poros	1	AISI 4340
4	<i>Housing bearing</i>	1	<i>RIGID 4000</i>
5	<i>Cover housing bearing</i>	1	<i>RIGID 4000</i>
6	Rangka	1	Besi hollow
7	<i>Seal ring</i>	2	<i>Standard</i>
8	<i>Cylindrical bearing</i>	2	<i>Standard</i>
9	<i>Cylinder head screw</i>	8	<i>Standard</i>
10	<i>Cylinder head screw</i>	4	<i>Standard</i>
11	<i>Cylinder head screw</i>	4	<i>Standard</i>
12	Pena silinder	8	<i>Standard</i>
13	Mur	4	<i>Standard</i>

2.3.1.1 Identifikasi Fitur Produk *Upper Bearing*

Beberapa fitur produk yang diidentifikasi adalah komponen non standar pada modul *Upper bearing*, antara lain poros atas, cover rumah dan rumah *upper bearing*. Pada Gambar 2.23 ditampilkan gambar teknik *shaft* atas turbin ulir. Beberapa fitur produk yang terdapat pada poros atas turbin ulir archimedes disajikan pada Tabel 2.7 Fitur produk poros atas.

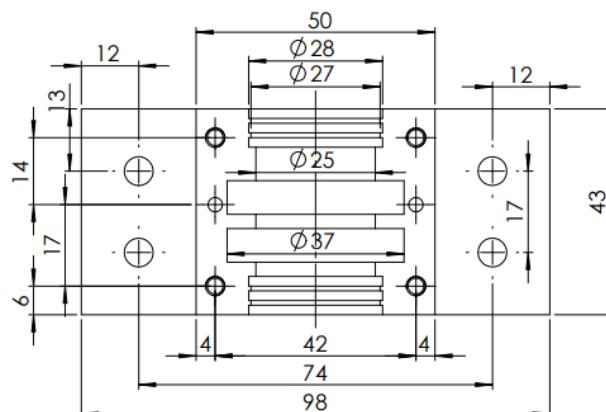


Gambar 2.22 Gambar Teknik *Shaft* Atas

Tabel 2.7 Fitur Produk *Shaft* Atas

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Lubang berulir	M4	4	Untuk baut pengikat terhadap poros step sambungan
2	Profil step poros	Ø10p6	1	Sebagai slot atau penepat terhadap poros step sambungan
3	Profil step poros	Ø35	1	Sebagai step terhadap <i>cylindrical roller bearing</i>
4	<i>Chamfer</i>	0.5 x 45°	4	Sebagai penghilang tajam dan keperluan proses <i>assembly</i>

Pada Gambar 2.24 .ditampilkan gambar teknik rumah *upper bearing*. Beberapa fitur produk yang terdapat pada poros atas turbin ulir archimedes Disajikan pada Tabel 2.8 Fitur produk rumah *upper bearing*.

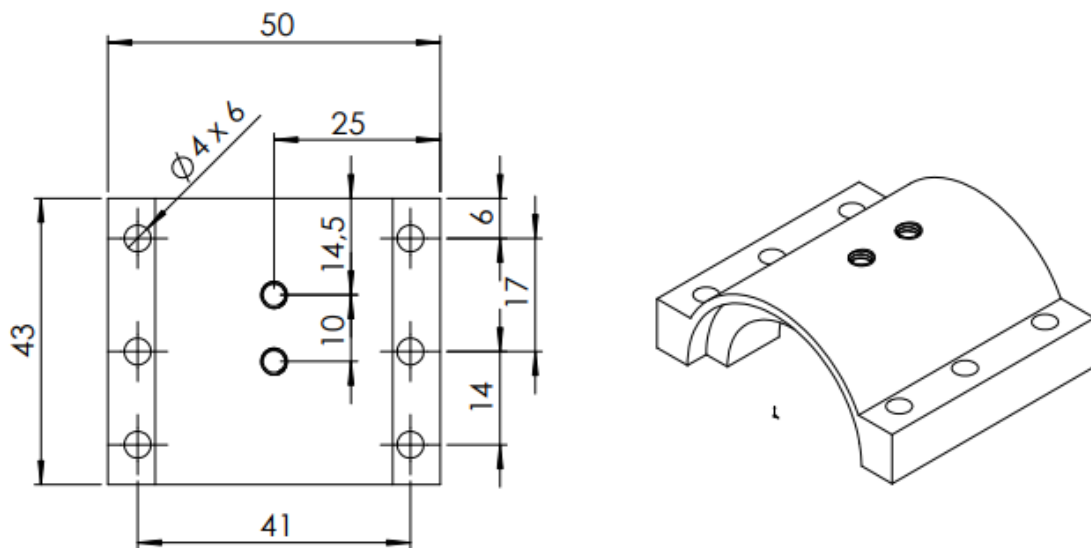


Gambar 2.23 Gambar Kerja Rumah *Upper Bearing*

Tabel 2.8 Fitur Produk Rumah *Upper Bearing*

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Lubang	Ø6	4	Sebagai tempat baut pengikat terhadap rangka
2	Lubang berulir	M4	4	Untuk baut pengikat terhadap <i>cover</i> rumah <i>bearing</i>
3	Lubang	Ø4	2	Sebagai tempat pena penepat
4	Profil step	Ø32	1	Sebagai tempat <i>cylindrical roller bearing</i>
5	Profil step	Ø32	1	Sebagai tempat <i>cylindrical roller bearing</i>
6	Profil step	Ø28	4	Sebagai tempat <i>rotary seal</i>

Pada Gambar 2.25 ditampilkan gambar teknik cover rumah *upper bearing*. Beberapa fitur produk yang terdapat pada poros atas turbin ulir archimedes disajikan pada Tabel 2.9 Fitur produk cover rumah *upper bearing*.

**Gambar 2.24** Gambar Teknik Cover Rumah *Upper Bearing***Tabel 2.9** Fitur Produk Cover Rumah *Upper Bearing*

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Lubang	Ø4	6	Sebagai tempat baut pengikat terhadap rangka
2	Lubang berulir	M4	2	Untuk nipple pelumasan
3	Profil step	Ø32	1	Sebagai tempat <i>cylindrical roller bearing</i>
4	Profil step	Ø32	1	Sebagai tempat <i>cylindrical roller bearing</i>
5	Profil step	Ø28	4	Sebagai tempat <i>rotary seal</i>

2.3.1.2 Perencanaan Proses Pembuatan Modul *Upper Bearing*

Dalam pembuatan komponen penyusun *upper bearing*, perlu dilakukan rencana untuk menentukan dan menyiapkan mesin yang akan dipakai. Berikut ini disajikan tabel mengenai mesin yang akan digunakan untuk membuat

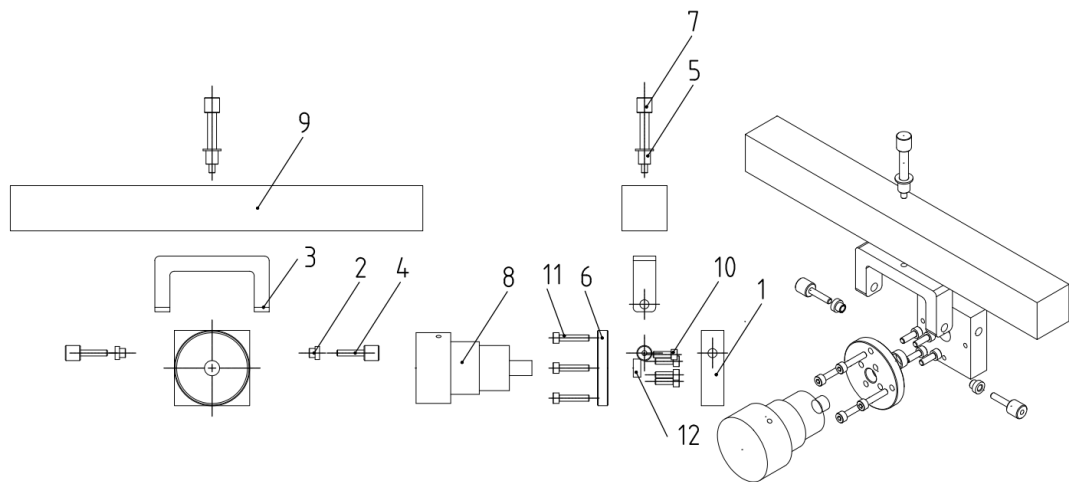
komponen *upper bearing*.

Tabel 2.10 Daftar Rencana Mesin Yang Digunakan

No	Keterangan	Jenis Mesin Yang Dipakai				
		Bubut	Bor	Milling	KB	3D Printing
1	Sub Assembly 1	Shaft Atas	✓	✓		
		Poros Sambungan	✓	✓	✓	
		Pengikat Rumah	✓	✓		
		House Bearing				✓
		Cover House Bearing				✓

2.3.2 Prinsip Kerja *Lower Housing Bearing*

Rumah *lower bearing* pada Archimedes turbine berfungsi sebagai tempat penempatan dan perlindungan *bearing* pendukung (*supporting bearing*) yang terletak di bawah turbin. *Supporting bearing* adalah komponen yang menyangga berat turbin dan membantu menjaga kestabilan poros turbin dalam berputar. *Supporting bearing* juga berfungsi untuk meredam getaran dan suara dari turbin.



Gambar 2.25 Assembly Lower Bearing

Rumah *lower bearing* juga berfungsi sebagai penyangga dan tempat penempatan komponen-komponen lainnya pada turbin, seperti roda turbin, ulir turbin, dan koping. Selain itu, rumah *lower bearing* juga berperan sebagai pelindung dari debu dan kotoran yang dapat merusak komponen-komponen dalam turbin.

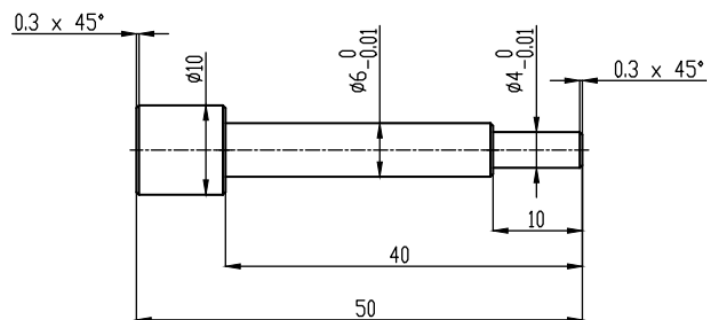
Tabel 2.11 Komponen Lower Bearing

No	Nama Part	Jumlah	Keterangan
1	Housing bearing bawah	1	SS304
2	Bronze bushing	2	SS304

3	Swinger	1	ST37
4	As housing bawah	2	SS304
5	Bronze bushing	5	SS304
6	Pelat RLB	1	SS304
7	SMSB	1	SS304
8	Poros bawah	1	SS304
9	Rangka	1	Besi <i>hollow</i>
10	Cylinder head screw	4	<i>Standard</i>
11	Cylinder head screw	4	<i>Standard</i>
12	Pena silinder	8	<i>Standard</i>

2.3.2.1 Identifikasi Fitur Produk *Lower Bearing*

Beberapa fitur produk yang diidentifikasi adalah komponen non standar pada modul *lower bearing*, antara lain poros bawah, *swinger*, rumah *lower bearing*, poros pemutar, *bronze bushing* dan as housing bawah. Pada Gambar 2.27 .ditampilkan gambar teknik poros bawah turbin ulir.



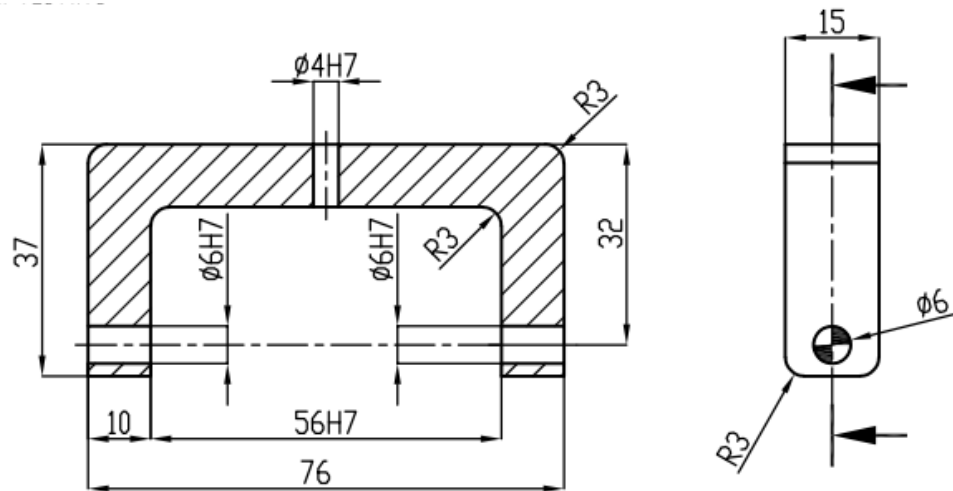
Gambar 2.26 Gambar Teknik Poros Pemutar

Beberapa fitur produk yang terdapat pada poros pemutar disajikan pada Tabel 2.12 Fitur produk poros bawah.

Tabel 2.12 Fitur Produk Poros Pemutar

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Step 1	Ø10	1	Digunakan sebagai stopper poros pemutar
2	Step 2	Ø6	1	Berfungsi sebagai komponen sliding, bersesuaian dengan lubang <i>upper bushing</i> dengan suaian slidingfit
3	Step 3	Ø4	1	Digunakan untuk mengikat poros pemutar dengan <i>swinger</i>

Pada Gambar 2.28 Ditampilkan gambar teknik *swinger*.



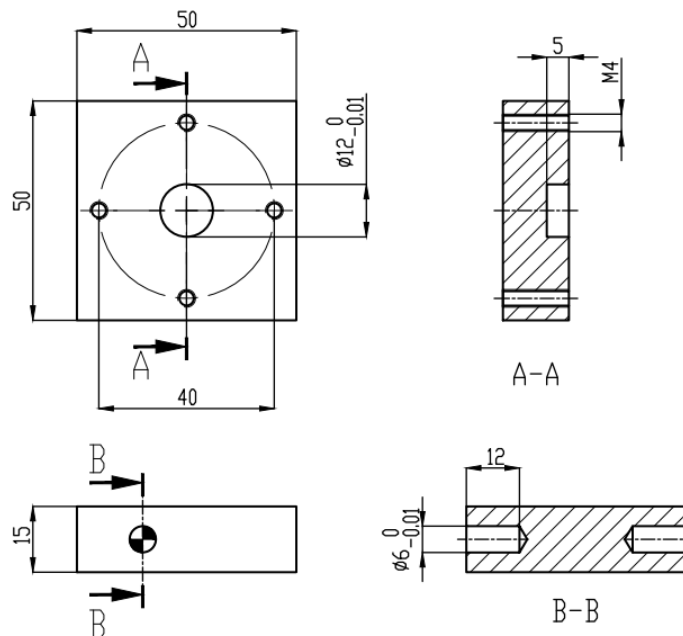
Gambar 2.27 Gambar Teknik Swinger

Beberapa fitur produk yang terdapat *swinger* disajikan pada Tabel 2.13
Fitur produk *swinger*.

Tabel 2.13 Fitur Produk Swinger

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Lubang	$\varnothing 6H7$	2	Berfungsi sebagai komponen sliding, bersesuaian dengan as <i>housing</i> bawah dengan suaian sliding fit
2	Lubang	$\varnothing 4H7$	1	Digunakan untuk mengikat poros pemutar degan <i>swinger</i>

Pada Gambar 2.29 Ditampilkan gambar teknik rumah *lower bearing*.



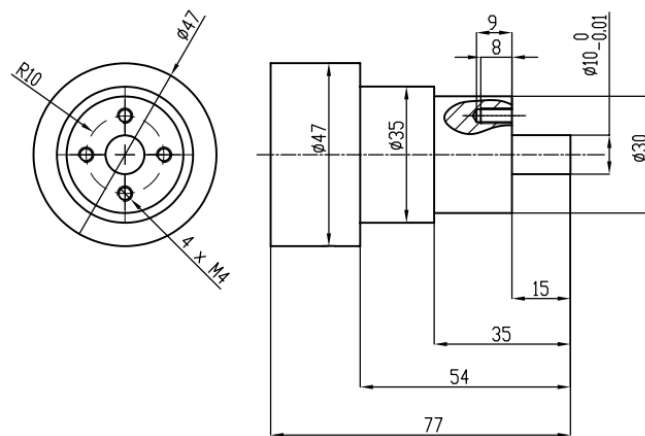
Gambar 2.28 Gambar Teknik Rumah Lower Bearing

Beberapa fitur produk yang terdapat *swinger* disajikan pada Tabel 2.14
Fitur produk rumah *lower bearing*.

Tabel 2.14 Fitur Produk Rumah *Lower Bearing*

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Lubang	Ø12	1	Berfungsi sebagai komponen <i>press</i> , bersesuaian dengan <i>shaft bushing</i> dengan suaian <i>pressfit</i> .
2	Lubang	Ø6	2	Berfungsi sebagai komponen <i>press</i> , bersesuaian dengan <i>side bushing</i> dengan suaian <i>pressfit</i> .
3	Ulir dalam	M4	4	Digunakan untuk mengikat plat dengan menggunakan baut segienam M4.

Pada Gambar 2.30 Ditampilkan gambar teknik poros bawah pada modul *lower bearing*.



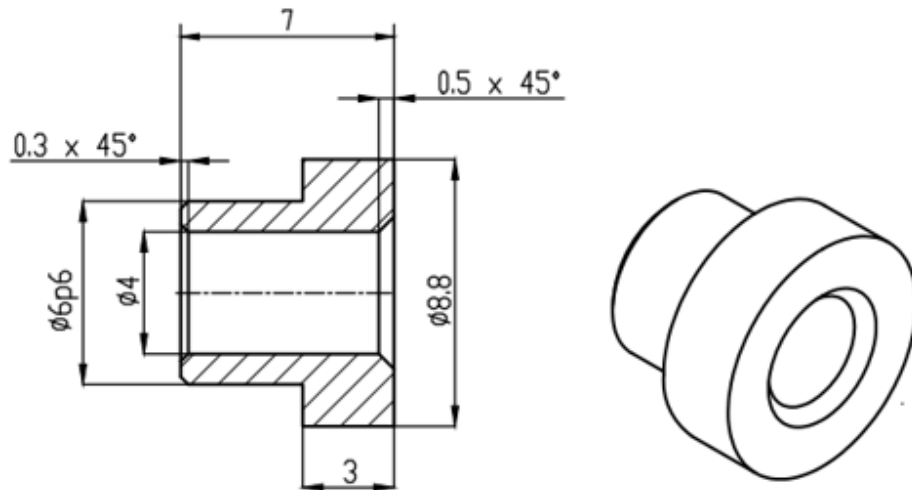
Gambar 2.29 Gambar Teknik Poros Bawah

Beberapa fitur produk yang terdapat pada poros bawah disajikan pada Tabel 2.15 Fitur produk poros bawah.

Tabel 2.15 Fitur Produk Poros Bawah

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Step 1	Ø47	1	Berfungsi sebagai <i>assembly</i> antara komponen poros bawah dengan poros segmen.
2	Step 2	Ø35	1	Untuk penumpuan baut
3	Step 3	Ø30	1	Untuk penumpuan antara plat rlb
4	Step 4	Ø10	1	Berfungsi sebagai komponen <i>sliding</i> , bersesuaian dengan lubang <i>shaft bushing</i> dengan suaian <i>sliding fit</i> .
5	Ulir	M4	4	Digunakan untuk mengikat poros bawah dengan poros segmen.

Pada Gambar 2.31 Ditampilkan gambar teknik bronze *bushing* 1 pada modul *lower bearing*.



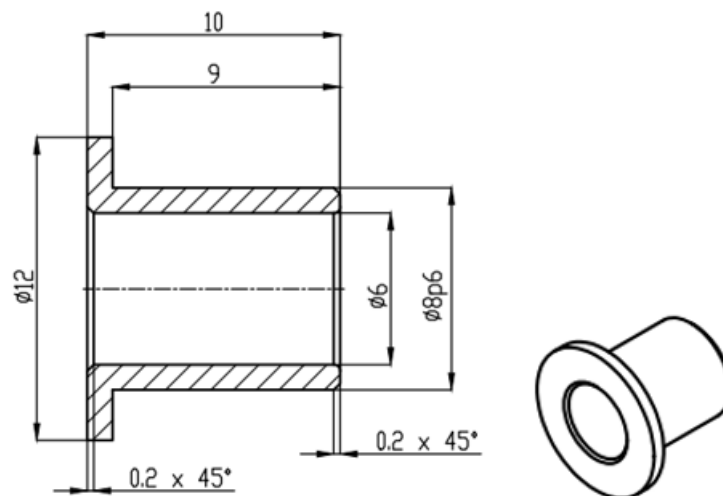
Gambar 2.30 Gambar Teknik Bronze *Bushing* 1

Beberapa fitur produk yang terdapat pada bronze *bushing* 1 disajikan pada Tabel 2.16 Fitur produk bronze *bushing* 1.

Tabel 2.16 Fitur Produk Bronze *Bushing* 1

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Step 1	Ø8.8	1	Digunakan sebagai penampang as <i>housing</i> bawah.
2	Step 2	Ø6p6	1	Berfungsi sebagai komponen <i>press</i> , bersesuaian dengan lubang <i>housing</i> bawah dengan suaian <i>pressfit</i> .
3	Lubang	Ø4	1	Berfungsi sebagai komponen sliding, bersesuaian dengan as <i>housing</i> bawah dengan suaian <i>slidingfit</i> .

Pada Gambar 2.32 Ditampilkan gambar teknik bronze *bushing* 2 pada modul *lower bearing*.



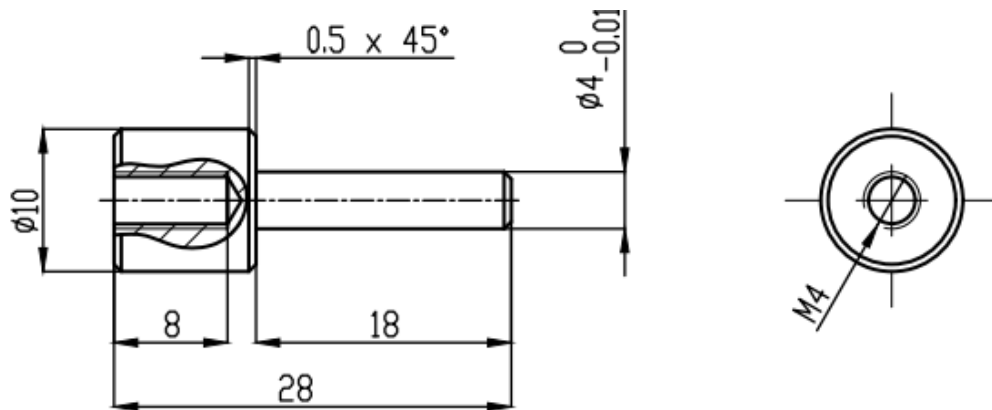
Gambar 2.31 Gambar Teknik Bronze *Bushing* 2

Beberapa fitur produk yang terdapat pada bronze *bushing* 2 disajikan pada Tabel 2.17 Fitur produk bronze *bushing* 2.

Tabel 2.17 Fitur Produk Bronze *Bushing* 2

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Step 1	Ø12	1	Digunakan sebagai penampang poros pemutar
2	Step 2	Ø8p6	1	Berfungsi sebagai komponen <i>press</i> , bersesuaian dengan lubang rangka dengan suaian <i>pressfit</i> .
3	Lubang	Ø6	1	Berfungsi sebagai komponen sliding, bersesuaian dengan poros pemutar dengan suaian <i>slidingfit</i> .

Pada Gambar 2.33 Ditampilkan gambar teknik as *housing* bawah pada modul *lower bearing*.



Gambar 2.32 Gambar Teknik As *Housing* Bawah

Beberapa fitur produk yang terdapat pada as *housing* bawah disajikan pada Tabel 2.18 Fitur produk as *housing* bawah.

Tabel 2.18 Fitur Produk As *Housing* Bawah

No	Fitur	Ukuran	Jumlah	Fungsi
1	Step 1	Ø10	1	Berfungsi sebagai stopper as <i>housing</i> bawah
2	Step 2	Ø4	1	Berfungsi sebagai komponen sliding, bersesuaian dengan as <i>housing</i> bawah dengan suaian <i>sliding fit</i> .

2.3.2.2 Perencanaan Proses Pembuatan Modul *Lower Bearing*

Dalam pembuatan komponen penyusun *lower bearing*, perlu dilakukan rencana untuk menentukan dan menyiapkan mesin yang akan dipakai. Berikut ini disajikan tabel mengenai mesin yang akan digunakan untuk membuat

komponen *lower bearing*.

Tabel 2.19 Daftar Rencana Mesin Yang Digunakan

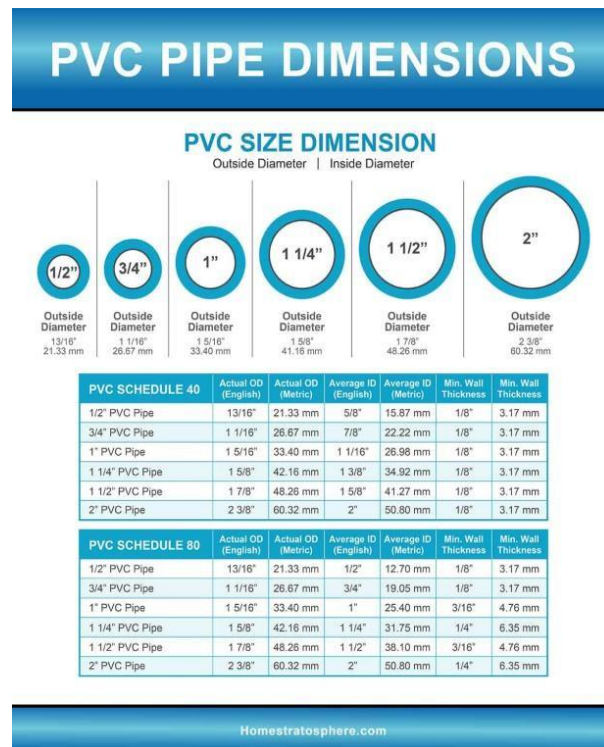
No	Keterangan		Jenis Mesin Yang Dipakai				
			Bubut	Bor	Milling	KB	3D Printing
1	Sub Assembly 1	SMSB	✓				
		Bronze Bushing 2	✓				
		Swinger			✓	✓	
2	Sub Assembly 2	Housing Bearing Bawah			✓	✓	
		Bronze Bushing 1	✓				
		As Housing Bawah	✓			✓	
3	Sub Assembly 3	Poros bawah	✓	✓		✓	
		Pelat RLB	✓	✓			

2.3.3 Perhitungan Poros Turbin Ulir Modular

Perhitungan turbin ulir modular meliputi perhitungan dimensi, torsi dan perhitungan daya turbin ulir. Perhitungan mengambil ketentuan dengan asumsi sebagai berikut:

- θ (Sudut kemiringan turbin) : 34°
- Diameter Pipa **Ri** : $1 \frac{1}{2}$ inci (OD : 48,26 mm, ID : 41,27 mm) *Diameter pipa diambil berdasarkan ukuran pipa yang akan digunakan ialah pipa pvc *Schedule 40*
- Jumlah Sudu **N** : 2 *Jumlah sudu diambil agar proses pembuatan lebih mudah dan menghasilkan putaran poros turbin yang mencukupi

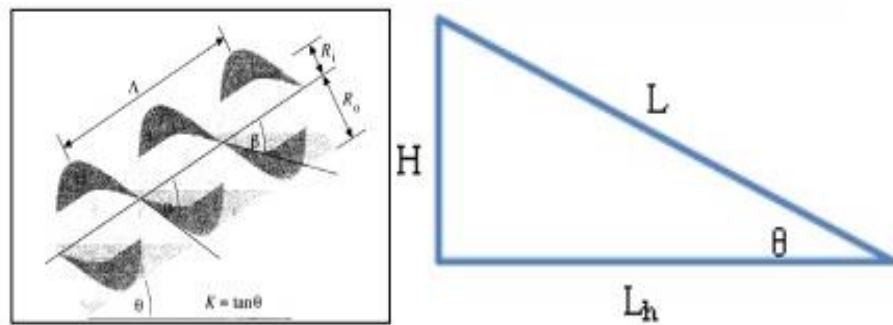
Pipa yang digunakan untuk Poros Turbin Ulir *Archimedes* ialah Pipa PVC Schdule 40



Gambar 2. 33 Tabel Pipa PVC

Gambar 2. 15 Tabel Pipa PVC

2.3.3.1 Perhitungan dimensi bentuk dimensi turbin ulir yang akan dihitung adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 34 Profil Turbin Ulir dan Gambaran Dimensi Turbin Ulir

1. Panjang Poros Ulir (L).

$$L_h : \frac{h}{\tan 34^\circ} = \frac{2}{\tan 34^\circ} = 0,75 \text{ m}$$

$$L : \sqrt{L_h^2 + H^2} = \sqrt{0,75^2 + 0,5^2} = 0,901 \text{ m}$$

L_h = Panjang poros turbin horizontal

2. Jari-Jari Dalam (Ri) dihitung dengan membagi 2 diameter pipa dan mengkonversi satuan menjadi meter :

$$R_i : \frac{OD}{2000} = \frac{48,26}{2000} = 0,024 \text{ m}$$

3. Jari-Jari Luar (Ro) .

$$R_o : \frac{R_i}{\rho^*} = \frac{0,024}{0,5369} = 0,0447 \text{ m}$$

4. Kisar Ulir pada Volume Maksimum (Λ^*) .

$$\Lambda^* : \frac{2\pi \cdot R_o \cdot \lambda}{K} = \frac{2\pi \cdot 0,0447 \cdot 0,1863}{\tan 34} = 0,0775 \text{ m}$$

5. Maksimum Volume Air di Antara Kisar Sudu (VT^*) .

$$VT^* = \pi \cdot R_o^2 \cdot \Lambda^* \cdot v^* = \pi \cdot 0,0447^2 \cdot 0,0775 \cdot 0,2747 = 0,00013363 \text{ m}^3$$

6. Jumlah Kisar m yang diperlukan pada Panjang Poros Turbin Ulir L untuk Panjang Kisar Optimum Λ^* .

$$m : \frac{L}{\Lambda^*} : \frac{0,901}{0,0775} = 11,625 \text{ m}$$

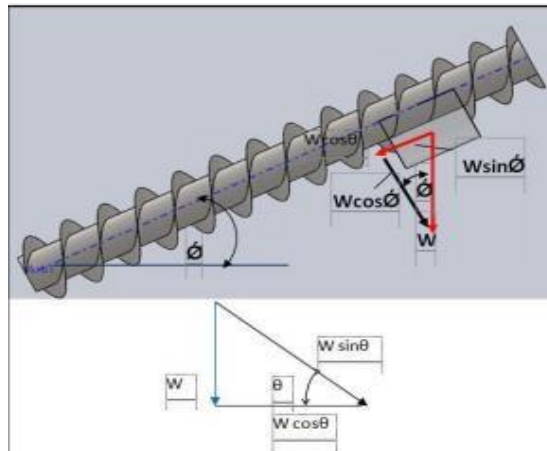
7. Maksimum Volume Air Seluruh Sudu dihitung dengan mengkalikan volume maksimum per bucket (VT^*) dengan jumlah kisar atau bucket yang diperlukan (m).

$$VT = VT^* \cdot m = 0,000133 \cdot 11,625 = 0,001553 \text{ m}^3$$

2.3.3.2 Perhitungan Torsi

a. Torsi Akibat Gaya Berat

Bentuk gaya yang akan dihitung adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 35 Skema Gaya Berat Turbin ulir

1. Perhitungan Gaya Berat Air dengan Volume Air Pada Bucket.

$$F_m = \rho * V * g$$

$$= 1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times 0,001553 \text{ m}^3 \times 9,81 \left[\frac{m}{s^2} \right] = 15,23 \text{ N}$$

2. Arah Tangensial.

$$F_m \cos \theta$$

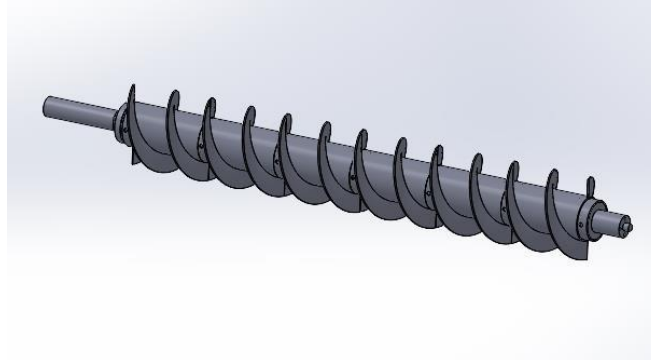
$$\cos 34^\circ = 15,23 \text{ N} \times \cos 34^\circ = 12,626 \text{ N}$$

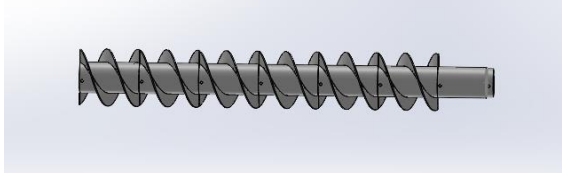
3. Arah Aksial

$$F_m \sin \theta$$

$$\sin 34^\circ = 12,626 \text{ N} \times \sin 34^\circ = 7,0603 \text{ N}$$

2.3.3.3 Menentukan massa poros pada software solidwok

NO	VISUAL	KETERANGAN
1		Design Poros yang akan dicari <i>mass Properties</i>

2		Kemudian selanjutnya ialah <i>design</i> di <i>apply materials</i> menggunakan bahan Rigid

Mass Properties of poros

Bahan rigid plastics

Surface area = 410780.45 mm²

Setelah mengetahui volume maka dapat dihitung massa dengan menggunakan rumus :

$\rho : \frac{m}{v}$ Keterangan:

ρ = massa jenis (kg/m³).

m = massa (kg).

v = volume (m³).

$$v : 4 \times 10^5 \text{ mm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)^3$$

$$v : 4 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m : \rho \times v : 1260 \text{ kg/m}^3 \times 4 \times 10^{-4} \text{ m}^3 : 0,504 \text{ kg}$$

Setelah mengetahui volume maka dapat dihitung massa dengan menggunakan rumus :

$$\rho : \frac{m}{v}$$

ρ = massa jenis (kg/m³).

m = massa (kg).

v = volume (m³).

$$v = 2,3 \times 10^5 \text{ mm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)^3$$

$$v : 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m : \rho \times v : 7850 \text{ kg/m}^3 \times 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3 : 1,821 \text{ kg}$$

Jadi untuk massa pada poros penumpu dengan bahan SS 304 ialah **1,821 kg**

2.3.3.4 Diagram Benda Bebas pada Poros Turbin Ulir

Diagram benda bebas dilakukan untuk mencari beban yang terjadi pada tumpuan bearing yang berasal dari beban poros turbin ulir tersebut. Pada *Head* 901 mm diketahui massa poros turbin sebesar 2,32 kg, massa air sebesar 1,5 kg dan panjang total poros sebesar 901 mm. Berikut ini adalah bentuk poros turbin ulir pada *Head* 901 m.

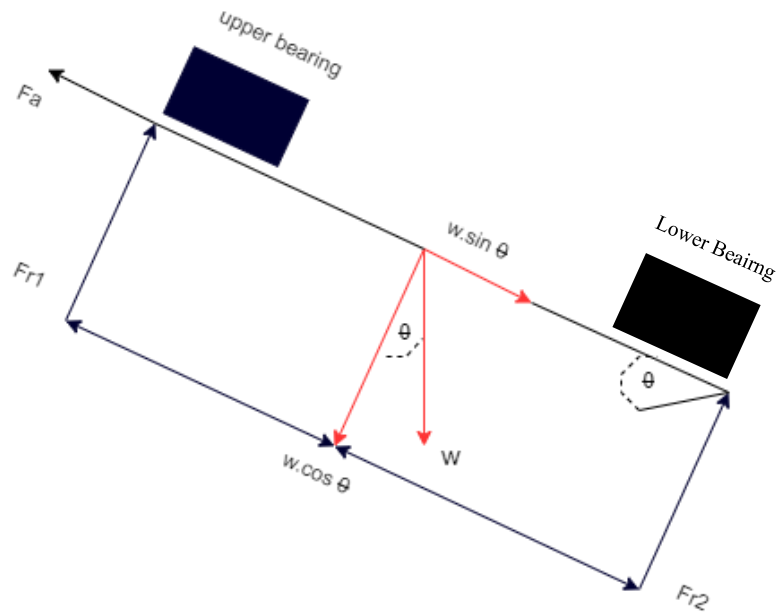


Diagram 2 2 Diagram Benda Bebas

Gaya Radial Poros (F_{tr})

$$F_t = 38,2 \text{ N}$$

$$F_{tr} = F_t \times \cos 34^\circ = 38,2 \times \cos 34^\circ = 31,66 \text{ N}$$

Gaya Radial *Lower bearing*

$$(F_{rb}) \sum M_a = 0 \quad \curvearrowright +$$

$$0 = F_t \cos 34^\circ \times 450,5 - F_{rb} \cdot 901$$

$$0 = 38,2 \times \cos 34^\circ \times 450,5 - F_{rb} \cdot 901$$

$$F_{rb} = 13,12 \text{ N}$$

Gaya Aksial Poros (F_{ta})

$$F_{ta} = F_t \cdot \sin 34^\circ = 38,2 \cdot \sin 34^\circ = 21,36 \text{ N}$$

Gaya Radial *Upper bearing* (F_{ra})

$$\sum F = 0 \quad \uparrow +$$

$$0 = F_{ra} - F_{tr} + F_{rb}$$

$$0 = F_{ra} - 21,36 + 13,12$$

$$F_{ra} = 34,48 \text{ N}$$

2.4 Pengadaan Material

Pengadaan material dilakukan dengan melakukan koordinasi antara pembimbing

proyek akhir dengan bagian UPT Logistik POLMAN Bandung. Sebelum melakukan pengajuan pengadaan material, perlu dilakukan pencatatan material-material yang akan digunakan. Pada pembuatan *prototype* turbin ini terdapat beberapa komponen mulai dari komponen standar maupun komponen non standar. Berikut ini merupakan daftar material standar dan non standar yang digunakan:

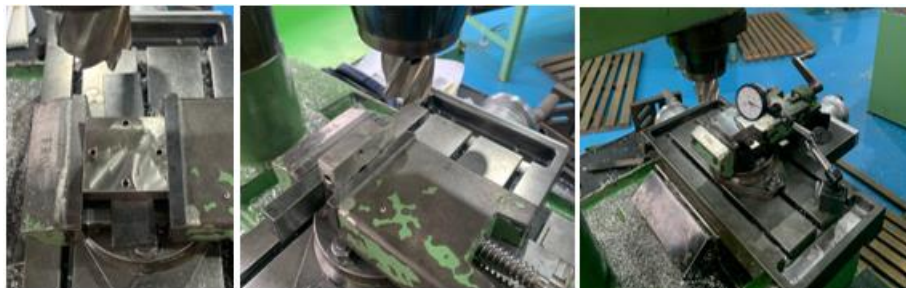
- Baut inbus M6 x 60
- Baut inbus M4 x 16
- Baut inbus M4 x 20
- *Stainless steel* 6 x 132 x 160
- *Stainless steel* dia. 50 x 80
- *Stainless steel* dia. 20 x 110
- Bronze dia. 15 x 35
- AISI 4340 dia. 80 x 200
- Besi *hollow* 30 x 30 x 2

2.5 Proses Pemesinan

Berikut ini disajikan mengenai proses pemesinan dari beberapa komponen, antara lain:

a *Housing Bearing* Bawah

Salah satu tahapan proses pemesinan untuk komponen *Housing Bearing* Bawah adalah milling untuk mendapatkan keseluruhan sisi komponen rata dan siku. Berikut merupakan gambar saat proses milling untuk komponen *housing bearing* bawah;



Gambar 2.36 Proses Milling *Housing Bearing* Bawah

b SMSB

Tahapan proses pemesinan untuk komponen SMSB adalah bubut, dimana jenis pembubutan yang digunakan yaitu bubut tepi (*facing*) dan pembubutan rata. Berikut merupakan gambar saat proses pembubutan:



Gambar 2.37 Proses Pembubutan SMSB

c *Bronze Bushing 1*

Tahapan proses pemesinan dari komponen *Bronze Bushing 1* adalah bubut, dengan pembubutan tepi (*facing*), pembubutan rata dan pengeboran di mesin bubut. Berikut merupakan gambar saat proses bubut untuk komponen *Bronze Bushing 1*:



Gambar 2.38 Proses Pembubutan *Bronze Bushing 1*

d *As Housing Bawah*

Tahapan proses pemesinan untuk komponen *As Housing Bawah* adalah bubut, dimana jenis pembubutan yang digunakan yaitu bubut tepi (*facing*) dan pembubutan rata.



Gambar 2.39 Proses Pembubutan *As Housing Bawah*

e Poros bawah

Salah satu tahapan proses pemesinan untuk komponen poros bawah adalah bubut, dimana jenis pembubutan yang digunakan yaitu bubut tepi (*facing*) dan pembubutan rata. Berikut merupakan gambar saat proses pembubutan:



Gambar 2.40 Proses Pembubutan Poros bawah

f Bronze *Bushing* 2

Tahapan proses pemesinan dari komponen Bronze *Bushing* 2 adalah bubut, dengan pembubutan tepi (*facing*), pembubutan rata dan pengeboran di mesin bubut. Berikut merupakan gambar saat proses bubut untuk komponen Bronze *Bushing* 2:



Gambar 2.41 Proses Pembubutan Bronze *Bushing* 2

g Swinger

Tahapan proses pemesinan dari komponen *Swinger* salah satunya adalah milling, yang mana selain untuk meratakan setiap sisi komponen, proses ini pula untuk mendapatkan profil U. Berikut merupakan gambar saat proses milling untuk komponen *swinger*:



Gambar 2.42 Proses Milling Swinger

2.6 Inspeksi atau *Quality control*

Setelah tahapan pembuatan modul *upper* dan *lower housing bearing* turbin ulir Archimedes selesai, langkah berikutnya adalah proses *quality control*. Pada tahap ini, dilakukan pengecekan terhadap kualitas benda kerja, terutama fokus pada dimensi komponen yang memegang peran penting dalam struktur turbin ulir Archimedes.

Berdasarkan form hasil *quality control* yang dilampirkan pada **Lampiran D**, yaitu komponen modul *upper* dan *lower housing bearing* dapat disimpulkan seperti pada tabel Hasil *Quality control*.

Tabel 2.20 Hasil QC *Upper Housing Bearing*

No	Komponen	Hasil QC (OK/Not OK)
1	<i>Shaft Atas</i>	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.
2	Sambungan Poros	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.
3	Pengikat	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi (OK)

Tabel 2.21 Hasil QC *Lower Housing Bearing*

No	Komponen	Hasil QC (OK/Not OK)
1	<i>Housing Bearing Bawah</i>	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi (OK)
2	<i>Bronze Bushing 1</i>	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.
3	<i>Swinger</i>	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.
4	<i>As Housing Bawah</i>	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.
5	Pelat RLB	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi (OK)
6	SMSB	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi (OK)
7	Poros Bawah	Pengukuran menunjukkan bahwa dimensi komponen berada dalam rentang toleransi, namun beberapa dimensi melebihi batas toleransi (OK) tanpa mempengaruhi fungsi.

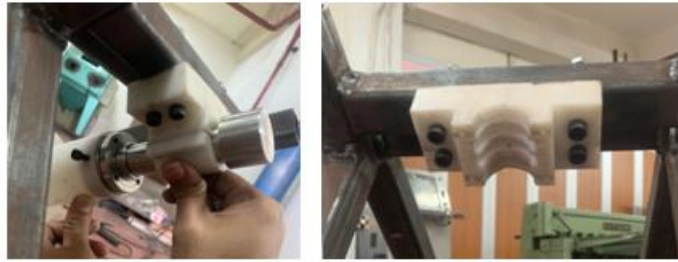
2.7 Proses Perakitan

Dalam perakitan *upper* dan *lower bearing*, penting untuk merencanakan proses dengan cermat. Perencanaan tersebut mencakup persiapan peralatan dan pembuatan *operation plan* yang terinci. Eksekusi perakitan mengacu pada *operation plan* yang telah disiapkan sebelumnya. Tabel 2.22 berfungsi sebagai sumber informasi rinci mengenai langkah-langkah perakitan *upper* dan *lower bearing*. Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa *bearing* dapat dipasang pada poros dan *housing* dengan benar, dan poros atas dapat terhubung dengan baik.

Tabel 2.22 Rencana Assembly Upper Bearing

No	Kegiatan	Deskripsi	Alat Bantu
1	Persiapan Perakitan	Bersihkan komponen dari kotoran atau karat	Majun dan minyak tanah
2	Persiapan peralatan dan komponen-komponen <i>upper bearing</i>	Pastikan bahwa semua peralatan dan alat yang diperlukan untuk perakitan tersedia dan komponen <i>upper bearing</i> yang akan dirakit tersedia di tempat.	Tidak memakai alat bantu
3	Posisikan poros atas	Posisikan poros atas arah vertical untuk proses pemasangan 2 <i>cylindrical roller bearing</i>	Tidak memakai alat bantu
4	Pasang <i>bearing</i>	Pasang terlebih dahulu <i>cylindrical roller bearing</i> kemudian <i>spacer bearing</i> dan <i>cylindrical roller bearing</i> . Gunakan metode pemanasan <i>bearing</i> untuk <i>bearing</i> suaian p6. Setelah terpasang lepas spacer.	Heater Bearing, Sarung tangan anti panas
5	Pasang rumah <i>bearing</i>	Pasang poros atas ke rumah <i>bearing</i> . Pastikan alur sudah sesuai	
6	Pasang seal	Pasang rotary seal dengan ukuran sesuai alur	
7	Pasang split cover	Pasang pena penepat kemudian pasang split cover rumah <i>bearing</i> . Pasang dan kencangkan baut jika sudah sesuai	Kunci pas

Berikut ini merupakan kegiatan proses *assembly* yang dilakukan:



Gambar 2.43 *Assembly Upper Bearing*

Tabel 2.23 *Rencana Assembly Lower Bearing*

No	Kegiatan	Deskripsi	Alat Bantu
1	Persiapan Perakitan	Bersihkan komponen dari kotoran atau karat	Majun dan minyak tanah
2	Persiapan peralatan dan komponen-komponen <i>lower bearing</i>	Pastikan bahwa semua peralatan dan alat yang diperlukan untuk perakitan tersedia dan komponen <i>lower bearing</i> yang akan dirakit tersedia di tempat.	-
3	<i>Assembly Rangka Lower bearing dengan Rangka Turbin</i>	Proses <i>assembly</i> ini optional dan situational, tergantung dari existing rangka turbin yang ada.	Kunci pas
4	<i>Assembly Upper Bushing dengan Rangka</i>	Pemasangan <i>upper bushing</i> terhadap lubang rangka dilakukan dengan menggunakan mesin <i>press</i> , atau dapat menggunakan palu tangan secara indirrect menggunakan alas yang lebih lunak	Mesin <i>Press</i> / palu tangan
5	<i>Assembly Rangka Lower bearing dengan swinger</i>	Poros pemutar bersuaian dengan lubang <i>upper bushing</i> , kemudian ulir luar pada poros pemutar berikatan dengan ulir dalam pada <i>swinger</i> .	-
6	<i>Assembly Side Bushing dan Shaft Bushing dengan Housing Bearing Bawah</i>	<i>Side Bushing</i> dipasangkan terhadap lubang samping <i>housing</i> , <i>shaft bushing</i> dipasangkan terhadap lubang utama <i>housing</i> .	Mesin <i>Press</i> / palu tangan
7	<i>Assembly Housing dengan Swinger</i>	<i>Housing</i> dipasangkan terhadap <i>swinger</i> dengan as <i>housing</i> sebagai engsel, as <i>housing</i> dipasangkan terlebih dahulu terhadap lubang <i>swinger</i> kemudian	-

		dipasangkan terhadap lubang side <i>bushing</i>	
8	<i>Assembly</i> Plat dengan <i>housing</i>	Plat dipasangkan dengan <i>housing</i> dengan metoda pengikatan ulir M4.	Kunci L
9	<i>Assembly</i> poros bawah dengan poros segmen turbin	Poros bawah dipasangkan dengan poros segmen turbin dengan metoda pengikatan ulir M12	Heater <i>bearing</i> , Sarung tangan anti panas
10	<i>Assembly</i> Poros bawah dengan <i>housing</i>	Poros bawah dipasangkan terhadap <i>housing bearing</i> bawah yang sudah terpasang dengan <i>swinger</i> dan rangka dan dengan memperhatikan positioning atau jarak antara permukaan poros bawah dengan dinding <i>housing</i> agar tidak terjadi friction	-

Berikut ini merupakan kegiatan proses *assembly* yang dilakukan:



Gambar 2.44 *Assembly Lower Bearing*

Dibawah ini disajikan gambar kegiatan *assembly prototype* turbin ulir:



Gambar 2.45 Gambar Kegiatan *Assembly* Turbin Ulir



Gambar 2.46 Hasil Assembly Turbin Ulir

2.8 Estimasi Biaya dan Waktu

2.8.1 Estimasi Biaya Raw Material

Estimasi biaya pemesinan untuk pembuatan pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular, sebagai berikut:

Tabel 2.24 Estimasi Biasaya Raw Material

Daftar Raw Material						
No.	Material	Ukuran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Subtotal
1	Baut Inbus	M6 x 60	bh	Rp 1.400	4	Rp 5.600
2		M4 x 16		Rp 700	8	Rp 5.600
3		M4 x 20		Rp 650	4	Rp 2.600
4	Stainless steel	6 x 132 x 160	pcs	Rp 125.000	2	Rp 250.000
5		dia. 50 x 80		Rp 270.000	1	Rp 270.000
6		dia. 20 x 110		Rp 145.000	1	Rp 145.000
7	Bronze	dia. 15 x 35	kg	Rp 87.000	1	Rp 87.000
8	VCN	dia. 80 x 200	kg	Rp 130.000	1	Rp 130.000
9	Besi hollow	30 x 30 x 2	bh	Rp 376.279	3	Rp1.128.837
Total						Rp2.024.637

2.8.2 Estimasi Biaya Pemesinan

Estimasi biaya pemesinan untuk pembuatan *prototype* pembangkit listrik

tenaga air menggunakan turbin ulir modular, sebagai berikut:

Tabel 2.25 Tabel Estimasi Biaya Pemesinan

No	Nama Proses	Waktu Proses		Harga sewa Mesin		Biaya pemesinan
		Menit	Jam	per jam		
1	Bubut	240,5	4,01	Rp	30.000	Rp 120.250
2	Frais	35,3	0,6	Rp	40.000	Rp 23.533
3	Bor	5,7	0,10	Rp	40.000	Rp 3.800
4	Kerja Bangku	70	1,17	Rp	20.000	Rp 23.333
5	Gerinda Potong	3,19	0,05	Rp	20.000	Rp 1.063
6	3D Printing	253	4,22	Rp	60.000	Rp 253.000
7	Pengelasan	210	3,50	Rp	150.000	Rp 525.000
8	Assembly	45	0,75	Rp	25.303	Rp 18.977
Total Biaya Pemesinan						Rp 968.957

2.8.3 Estimasi Biaya Total Pembuatan

Estimasi biaya pemesinan untuk pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular, sebagai berikut:

Tabel 2.26 Biaya Total

No	Nama Biaya	Subtotal
1	Biaya Komponen	Rp 2.024.637
2	Biaya Proses Pemesinan	Rp 968.957
Biaya Pokok		Rp 2.993.594
Biaya Pokok + Overhead 20%		Rp 3.592.313

2.8.4 Estimasi Waktu Proses

Estimasi biaya pemesinan untuk pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular, sebagai berikut:

Tabel 2.27 Waktu Proses Komponen Rumah *Upper* dan *Lower Bearing*

No.ID	Nama Part	Qty.	Waktu (Menit)			Waktu (Jam)
			TNC	TC	Total	
RUB-101	Shaft Atas (Rumah Upper Bearing)	1	33,5	53,3	86,8	1,45
RUB-102	Sambungan Poros (Rumah Upper Bearing)	1	39,5	65,81	105,31	1,76
RUB-103	Pengikat Rumah (Rumah Upper Bearing)	1	34	20,42	54,42	0,91
RUB-104	House Bearing	1				4,21
RUB-105	Cover House Bearing	1				
RLB-201	Housing Bearing Bawah (Rumah Lower Bearing)	1	37	25,62	62,62	1,04
RLB-202	Bronze Bushing 1 (Rumah Lower Bearing)	2	10,5	2,44	25,88	0,43
RLB-203	Swinger (Rumah Lower Bearing)	1	38	34,68	72,68	1,21
RLB-204	As Housing Bawah (Rumah Lower Bearing)	2	17,2	11,27	56,94	0,95
RLB-205	Bronze Bushing 2 (Rumah Lower Bearing)	1	14,5	4,33	18,83	0,31
RLB-206	Pelat RLB (Rumah Lower Bearing)	1	32	17,08	49,08	0,82
RLB-207	SMSB (Rumah Lower Bearing)	1	14,5	9,61	24,11	0,40
RLB-208	Poros Bawah (Rumah Lower Bearing)	1	34,5	95,34	129,84	2,16
RT_06	Rangka Turbin	1	30	213,2	243,19	4,05
TOTAL WAKTU (JAM)						19,71

Untuk rincian waktu proses perkomponen dapat dilihat pada **Lampiran C** dan untuk rincian waktu berdasarkan proses dapat dilihat pada **Lampiran E**.

BAB III

KESIMPULAN DAN SARAN

3.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan kegiatan pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular serta membuat laporan kegiatan berupa laporan teknik ini, maka dapat disimpulkan:

1. Komponen *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular yang terdiri dari *upper bearing* dan *lower bearing* serta rangka dari turbin telah selesai dibuat. Komponen dari *upper bearing* terdiri dari *shaft* atas, sambungan poros, pengikat, *house bearing* dan *cover house bearing*. Sedangkan *lower bearing* terdiri dari *housing bearing* bawah, *bronze bushing 1*, *swinger*, as *housing* bawah, *bronze bushing 2*, plat RLB, SMSB dan poros bawah.

Dalam pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular, mesin yang digunakan diantaranya: mesin bubut, mesin milling, mesin bor untuk komponen komponen *upper* dan *lower bearing*. Mesin 3d printing untuk pembuatan *house bearing* dan *cover*. Kerja bangku untuk pembuatan radius dan ulir dalam. Mesin las dan gerinda potong (*cutting wheel*) untuk pembuatan rangka turbin.

2. Estimasi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk membuat *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular adalah 19,71 jam dengan biaya Rp.3.592.313
3. Hasil *quality control* yang telah dilakukan pada komponen *upper* dan *lower bearing* menunjukkan dimensi komponen yang masuk dalam toleransi. Dimensi yang tidak masuk ke dalam toleransi tidak terlalu berpengaruh pada fungsi komponen tersebut. Hanya saja komponen *house bearing* dan *cover house bearing* terdapat kesalahan ukuran untuk rumah *bearingnya*
4. Verifikasi fungsi yang telah dilakukan menunjukkan komponen *upper bearing*, *lower bearing* dan rangka turbin dapat berfungsi dengan baik, poros dapat berputar dengan baik.

3.2 SARAN

Dalam pelaksanaan kegiatan pembuatan *prototype* pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ulir modular ini menyarankan diantaranya:

1. Perencanaan proses pembuatan komponen seperti peminjaman alat dan mesin dilakukan secara matang agar waktu pembuatan lebih efisien.

2. Dimensi dari tiap-tiap komponen harus selalu di check agar tidak terjadi kesalahan saat dilakukan proses pembuatan.
3. Komponen *house bearing* dan *cover house bearing* harus dibuat ulang karena kesalahan dimensi, yaitu ketidakcocokan dengan dimensi *bearing* yang digunakan.
4. Perlu dibuatkan *bucket* turbin sekaligus melakukan uji coba.
5. Komponen yang terkena air dan paparan sinar matahari perlu dilapisi cat atau *coating* guna melindungi komponen dari karat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “<https://www.bps.go.id/statistictable/2017/11/14/1984/rata-rata-harian-aliran-sungai-tinggialiran-danvolume-air-di-beberapa-sungai-yang-daerah-pengalirannya-lebih-dari-100-km22015.html>.”
- [2] H. Budi Harja, H. Abdurrachim, S. Yoewono, and H. Riyanto, “Studi Eksperimental Kinerja Turbin Ulir Archimedes”.
- [3] B. A. B. Iii dan L. Teori, “G.211.19.0020-06-Bab-Iii-20230807022941,” hal. 14–39, 2021.
- [4] A. Rahman Agung Ramadhan and E. Aprianto Nugroho, “PROSES PEMBUATAN HOUSING BEARING GEARBOX 3Z2M21 DENGAN MATERIAL FCD 400”.
- [5] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, “Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 385, Dec. 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p13.
- [6] S. Taskaya, B. Zengin, K. Kaymaz, and M. Askin, “Elastic Stress Analysis of St 37 and St 70 Steels with Finite Element Method,” *International Journal of Materials Science and Applications*, vol. 8, no. 6, p. 103, 2019, doi: 10.11648/j.ijmsa.20190806.12.
- [7] R. Tri, J. Politeknik, and A. Padang, “Studi Pengujian Sifat Mekanik Material Baja ST-37.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/358957130>
- [8] M. N. Insani, “ANALISIS STRUKTUR MICRO MATERIAL BAJA KARBON RENDAH (ST 37) SNI AKIBAT PROSES BENDING.”
- [9] F. Herlina, M. Firman, M. Najib Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, and U. Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Jln Adhyaksa No, “ANALISA UJI KEKERASAN BAJA VCN 150 PADA POROS BALING-BALING PISAU MESIN CRUSHER,” 2016.
- [10] E. Saefudin, T. Kristyadi, M. Rifki, and S. Arifin, “Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan,” *Jurnal Rekayasa Hijau*, vol. 1, no. 3, Mar. 2018, doi: 10.26760/jrh.v1i3.1775.
- [11] dkk P. Arsana, “‘PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN,’ vol. 7, p. 8, 2019.”.
- [12] C. Rorres, “The Turn of the Screw: Optimal Design of an Archimedes Screw,” *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 126, no. 1, pp. 72–80, Jan. 2000, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9429(2000)126:1(72).
- [13] T. Saroinsong, R. Soenoko, S. Wahyudi, and M. N. Sasongko, “Fluid Flow Phenomenon in a Three-Bladed Power-Generating Archimedes Screw Turbine,” 2016. [Online]. Available: www.jestr.org
- [14] “<https://www.makerbot.com/3d-printers/method/tech-specs/>”.

LAMPIRAN A

Gambar Teknik Komponen *Upper Bearing*

[illegible]

✓

SECTION A-A
SCALE 1:1

MUR (4) M6
1. STANDARD

COVER HOUSING BEARING (1) 18.8 x 42.5 x 97.5
1.0037 RUB_106

33
18.8

30

42.5

30

1. RANGKA (1) 30 x 30 x 274
1.0037 RUB_01

1. HOUSING BEARING (1) 33 x 42.5 x 97.5
1.0037 RUB_104

1. CYLINDER HEAD SCREW (8) M4x16
STANDARD

1. POROS SAMBUNGAN (1) $\phi 51 \times 19$
1.0037 RUB_102

1. PENGIKAT (1) $\phi 50 \times 30$
1.0037 RUB_103

1. RADIAL BEARING (2) $\phi 32 \times 7$
1. SKF

1. SEAL RING (2) $\phi 28 \times 8$
1. STANDARD

1. SHAFT ATAS (1) $\phi 35 \times 129$
1.0037 RUB_101

1. CYLINDER HEAD SCREW (4) M4x16
1. STANDARD

1. PENA SILINDER (2) $\phi 8 \times 18$
1. STANDARD

1. CYLINDER HEAD SCREW (4) M6x60
1. STANDARD

RUMAH UPPER BEARING
TURBIN MODULAR
NO. ASSY.: TM-00/A3

JML	NAMA BAGIAN	POS	NO.MTL	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000		
<	6	30	120	400	1000	2000		
TOL	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2		

PENGGERJAAN LANJUT

NO ORDER

PROYEKSI

SKALA	DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISAHKAN	ZIDAN
1:5	15-06-23			

FORMAT (A3)

NO. ID RUB_01

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
(POLITEKNIK MEKANIKA SWISS - ITB)
Jl. Sekeloa Selatan 1 No. 101 Bandung 40132 Indonesia
Telp. (022) 2502041 Fax. (022) 2502049 Email: pman@pmanindonesia.id

NO. LEMBAR : -
Jumlah Lembar : -

DIGANTI DENGAN : -
Pengganti Dari : -

1 2 3 4 5 6 7

5	4	3	2	1
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO
-	-	-	-	-

1.01 ^{N8} ✓

TOL. SEDANG

-	-	-	1.0037	-	-	-	-	-	-			
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut			NO ORDER	PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-			-		
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-			-	-	

NAMA SHAFT ATAS RUMAH UPPER BEARING NO. ASSY. : 1	SKALA 2 : 1	DIGAMBAR DIPERIKSA DISAHKAN	10-06-23	ZIDAN
--	---	--	---------------------------------	------------------------------

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB) KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id	FORMAT (A4)	NO. ID RUB-101
---	---	---

5	4	3	2	1
PENGANTI DARI : -		DIGANTI DENGAN : -		NO. LEMBAR : -
				JUMLAH LEMBAR : -

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	TANGGAL	NAMA
△	-	-		△					

1.02 ▽ ^{N8/}

TOL. SEDANG

-	-	-	1.0037	-	-	-	-	-	-
JML	NAMA BAGIAN						POS	NO.MTL.	UKURAN JADI
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut		
≤	6	30	120	400	1000	2000	-		
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-		

NAMA

POROS SAMBUNGAN

RUMAH UPPER BAERING

NO. ASSY. : 1

SKALA

1 : 1

DIGAMBAR

DIPERIKSA

DISAHKAN

10-06-23	ZIDAN

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)

KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA

TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

(A4)

NO. ID

RUB-102

DILARANG MEMFOTOKOPI, MEMPERBANYAK, MENYALIN, MEMINDAH TANGKANKAN
GAMBAR INI TANPA IZIN TERTULIS DARI POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
-	-	-		-	-				

E

D

C

B

A

1.03 ∇ N8/
TOL. SEDANG

A-A

-	-	-	1..0037	-	-	-	-	-	-					
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F		
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut			NO ORDER	PROYEKSI			
≤	6	30	120	400	1000	2000	-			-				
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2								
NAMA										SKALA	DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN	
PENGIKAT RUMAH UPPER BEARING										1 : 1	DIPERIKSA			
											DISAHKAN			
NO. ASSY. : 1										FORMAT	NO. ID			
										(A4)	RUB-103			
POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB KOM.P. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@meisa.net.id														

5

4

3

2

1

PENGANTI DARI : -

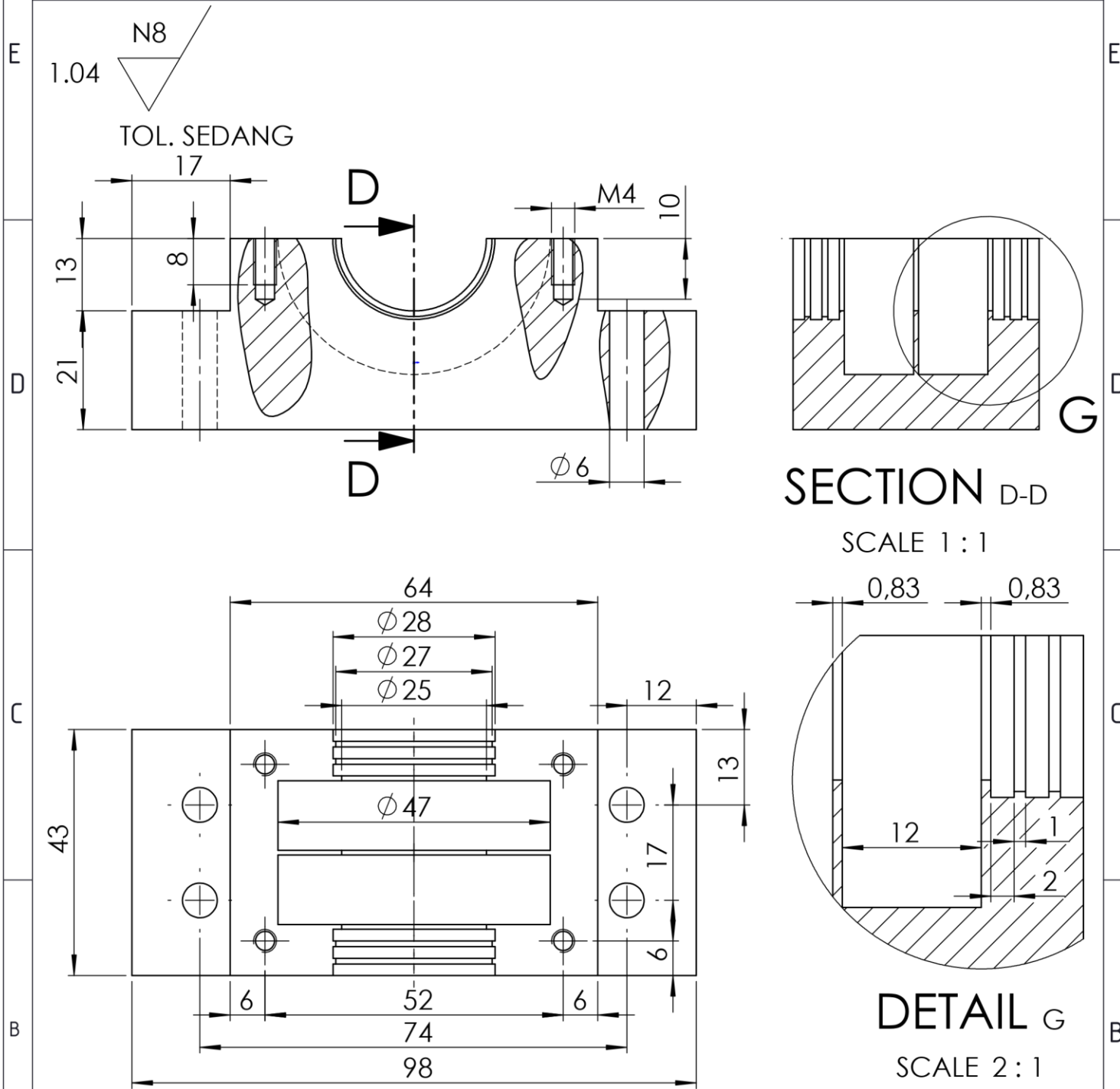
DIGANTI DENGAN : -

NO. LEMBAR : -

JUMLAH LEMBAR : -

DILARANG MEMFOTOKOPI, MEMPERBANYAK, MENYALIN, MEMINDAHKANTANGKANKAN
GAMBAR INI TANPA IZIN TERTULIS DARI POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
△				△					



							1.0037						
JML	NAMA BAGIAN						POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut			NO ORDER		PROYEKSI 	
≤	6	30	120	400	1000	2000							
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2							
NAMA HOUSING BEARING RUMAH UPPER BEARING									SKALA 1 : 1	DIGAMBAR	28-01-24	ZIDAN	
										DIPERIKSA			
										DISAHKAN			
NO. ASSY. :1									FORMAT A4	NO. ID RUB-104			
 POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (POLITEKNIK MEKANIK SWISS - I T B) KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@meisa.net.id													



POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - I T B)
KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA
TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

5	4	3	2	1
PENGANTI DARI :	DIGANTI DENGAN :	NO. LEMBAR :	JUMLAH LEMBAR :	

DILARANG MEMFOTOKOPI, MEMPERBANYAK, MENYALIN, MEMINDAHKAN GAMBAR INI TANPA IZIN TERTULIS DARI POLITEKNIK MANUFATUR BANDUNG

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
△				△					

E

D

C

B

A

1.05

N8

TOL. SEDANG

SECTION A-A

JML	NAMA BAGIAN						POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F					
>	0	6	30	120	400	1000	PENGKERJAAN LANJUT				NO ORDER	PROYEKSI						
<	6	30	120	400	1000	2000												
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2												
NAMA														SKALA	DIGAMBAR	28-01-24	ZIDAN	
COVER HOUSING BEARING														1 : 1	DIPERIKSA			A
RUMAH UPPER BEARING															DISAHKAN			
NO. ASSY. : 1																		
POLITEKNIK MANUFATUR BANDUNG										FORMAT	NO. ID							
(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - I T B)										A4	RUB-104							
KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA																		
TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id																		

5

4

3

2

1

PENGANTI DARI :

DIGANTI DENGAN :

NO. LEMBAR :

JUMLAH LEMBAR :

LAMPIRAN B

Gambar Teknik Komponen *Lower Bearing*

[illegible]

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
-	-	-		-	-				

2.01 ∇ ^{N8}

TOL. SEDANG

A-A

B-B

-	-	-	SS304	50 x 50 x 15	-	-	-	-				
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut		NO ORDER		PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-		-			
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-		-			

NAMA

HOUSING BEARING BAWAH

RUMAH LOWER BEARING

NO. ASSY. : 2

SKALA

1 : 1

DIGAMBAR

DIPERIKSA

DISAHKAN

POLITEKNIK MANUFATUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)

KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA

TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

(A4)

NO. ID

RLB-201

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
-	-	-		-					

2.02

N8/
TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	Ø8.7 x 7	-	-	-	-				
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut		NO ORDER		PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-		-			
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-		-			

NAMA

BRONZE BUSHING 1

RUMAH LOWER BEARING

NO. ASSY. : 2

SKALA 5 : 1	DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN
	DIPERIKSA		
	DISAHKAN		

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)
 KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA
 TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT	NO. ID
(A4)	RLB-202

PENGANTI DARI : -

DIGANTI DENGAN : -

NO. LEMBAR : -

JUMLAH LEMBAR : -

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
-	-	-		-					

2.03

N8/

TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	76 x 37 x 15	-	-	-	-				
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut		NO ORDER		PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-		-			
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-		-			

NAMA

SWINGER

RUMAH LOWER BAWAH

NO. ASSY. : 2

SKALA

1 : 1

DIGAMBAR

DIPERIKSA

DISAHKAN

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)

KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA

TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

A4

NO. ID

RLB-203

5		4			3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA			
△	-	-		△						

2.04

N8
/

TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	ø10 x 28	-	-	-	-				
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut		NO ORDER		PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-		-			
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2						

NAMA

AS HOUSING BAWAH

RUMAH LOWER BAWAH

NO. ASSY. : 2

SKALA

2 : 1

DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN
	DIPERIKSA	
	DISAHKAN	

POLITEKNIK MANUFATUR BANDUNG
(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)
KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA
TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

A4

NO. ID

RLB-204

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA		
-	-	-		/					

E
E

D
D

C
C

B
B

A
A

2.05
N8/

TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	Ø12 x 10	-	-	-	-
JML	NAMA BAGIAN						POS	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-	
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-	

NAMA

BRONZE BUSHING 2

RUMAH LOWER BEARING

NO. ASSY. : 2

SKALA

5 : 1

DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN
DIPERIKSA		
DISAHKAN		

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)

KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA

TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

A4

NO. ID	RLB-205
--------	---------

5		4		3		2		1	
PENGANTI DARI : -		DIGANTI DENGAN : -		NO. LEMBAR : -		JUMLAH LEMBAR : -			

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	TANGGAL	NAMA
△	-	-		△					

2.06

N8/

TOL. SEDANG

ROTATE 26.6°

B-B

A-A

-	-	-	SS304	Ø50 x 7	-	-	-	-
JML	NAMA BAGIAN						POS	F
>	0	6	30	120	400	1000	PENGKERJAAN LANJUT	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-	
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-	
NAMA					SKALA	DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN
PELAT RLB RUMAH LOWER BAWAH NO. ASSY. : 2					1:1	DIPERIKSA		
						DISAHKAN		
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB) KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@msl.net.id					FORMAT	NO. ID		
					(A4)	RLB-206		

5	4	3	2	1
PENGGANTI DARI : -	DIGANTI DENGAN : -	NO. LEMBAR : -	JUMLAH LEMBAR : -	

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	TANGGAL	NAMA
△	-	-		△					

2.07

N8/

TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	Ø10 x 50	-	-	-	-
JML	NAMA BAGIAN						POS	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-	
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	-	

NAMA

SMSB

RUMAH LOWER BEARING

NO. ASSY. : 2

SKALA

2 : 1

DIGAMBAR	10-06-23	ZIDAN
DIPERIKSA		
DISAHKAN		

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)

KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA

TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

FORMAT

A4

NO. ID	RLB-207
--------	---------

PENGANTI DARI : -

DIGANTI DENGAN : -

NO. LEMBAR : -

JUMLAH LEMBAR : -



5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	TANGGAL	NAMA
△	-	-		△					

2.08

N8/

TOL. SEDANG

-	-	-	SS304	φ47 x 77	-	-	-	-				
JML	NAMA BAGIAN					POS	NO.MTL.	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	Pengerjaan Lanjut			NO ORDER	PROYEKSI	
≤	6	30	120	400	1000	2000	-			-		
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2						

NAMA

POROS BAWAH

RUMAH LOWER BEARING

NO. ASSY. : 2

SKALA

1 : 1

DIGAMBAR

DIPERIKSA

DISAHKAN

FORMAT	NO. ID	10-06-23	ZIDAN	-	-
(A4)					

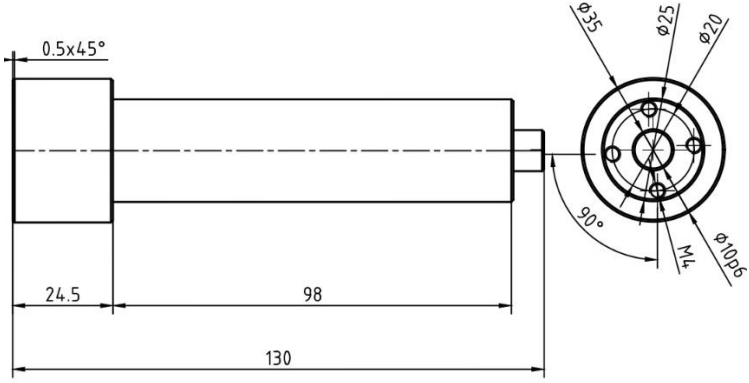
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
(POLITEKNIK MEKANIK SWISS - ITB)
KOMP. KANAYAKAN, DAGO (JL. IR. H. JUANDA) TROMOL POS 851 BANDUNG 40008 INDONESIA
TELP. (022) 2500241 FAX. (022) 2502649 EMAIL : polman@melsa.net.id

NO. LEMBAR : -

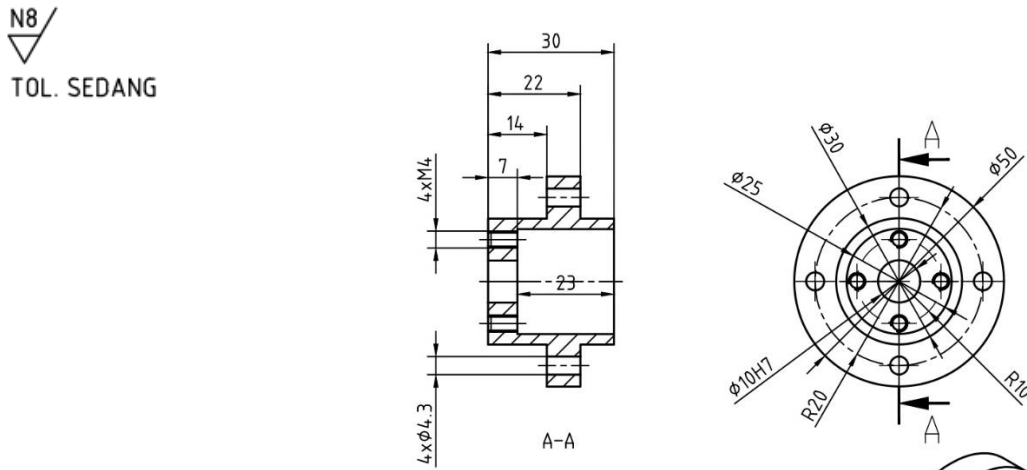
JUMLAH LEMBAR : -

LAMPIRAN C

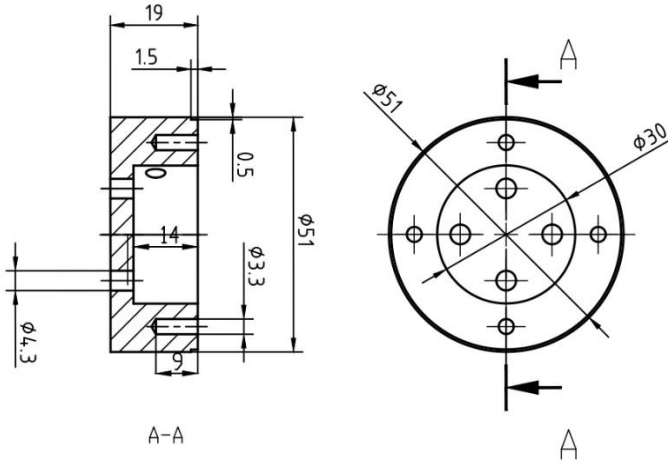
Operation plan Komponen Upper dan Lower Bearing

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Shaft Atas Rumah Upper Bearing	
	No. Gambar	1.01	
	No. ID	RUB-101	
	Jumlah	1	
	Material	ST 37	
Gambar Part			
N8 ▽ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 795 rpm ; VC = 100 m/min ; d = 40 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8 ▽ Proses Pemo­to­ngan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	2	0,60
1.10	N8 ▽ Proses Pemo­to­ngan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 30 mm hingga Ø35		4,27
1.15	N8 ▽ Proses Pemo­to­ngan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.5 x 45°		0,11
2.04	Cekam dibalik	2	
2.05	N8 ▽ Proses Pemo­to­ngan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran menjadi 130 mm		2,41
2.10	N8 ▽ center drill (penepat center putar)	0,5	0,05
2.15	N8 ▽ Proses Pemo­to­ngan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 105 hingga Ø25		41,18

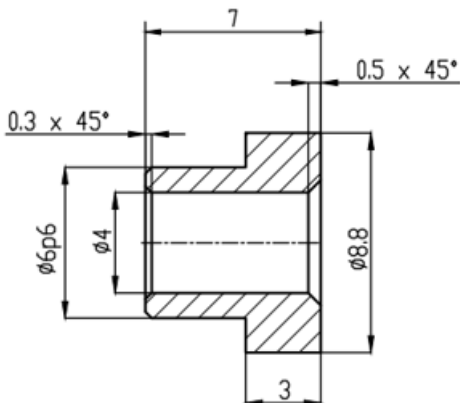
	Bubut chamfer 0.5 x 45°		
2.20	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 7 hingga Ø10p6 Bubut chamfer 0.5 x 45°		4,26
3.02	Setting mesin bor	5	
3.03	Marking benda kerja untuk pengeboran M4	10	
3.04	Cekam benda kerja pada ragum mesin Bor	3	
3.05	 Bor sedalam 10 mm Keterangan: center drill; bor Ø3,3 mm		0,41
3.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		33,5	53,3
Total Waktu Proses Pengerjaan		86,8	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Sambungan Poros Rumah <i>Upper Bearing</i>	
	No. Gambar	1.02	
	No. ID	RUB-102	
	Jumlah	1	
	Material	ST 37	
Gambar Part			
N8 TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 795 rpm ; VC = 100 m/min ; d = 40 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8 TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	1	1
1.10	N8 TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 22 mm hingga Ø50		4,49
1.15	N8 TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 14 mm hingga Ø30p6		12,43
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8 TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 8 mm hingga Ø30p6		10,36
3.02	Setting mesin bubut untuk pengeboran Keterangan: n = 700 rpm ; VC = 22 m/min ; d = 10 mm ; mata bor	2	
3.05	N8 TOL. SEDANG Bor tembus titik pusat benda kerja Keterangan:		1,48

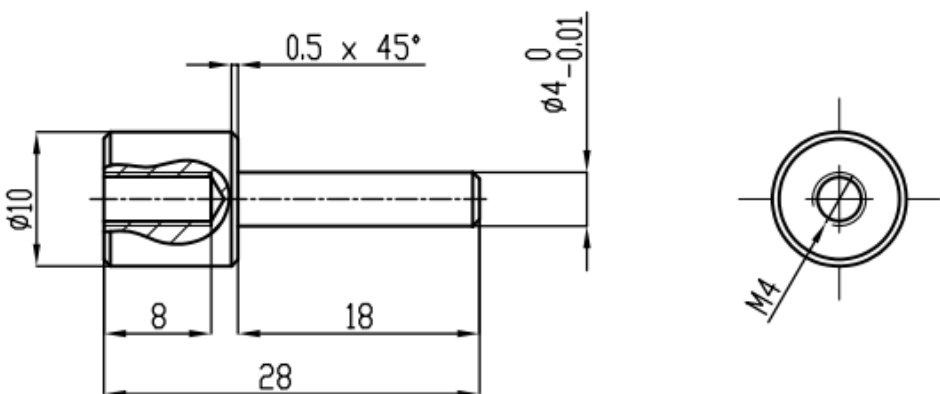
	center drill; bor Ø10 mm; reamer 10H7		
3.10	 Proses Pemotongan Benda Kerja (internal) Keterangan: Bubut rata sepanjang 23 mm hingga Ø25 (lubang)	2	18,65
3.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja (internal) Keterangan: Reamer sepanjang 23 mm hingga Ø25H7 (lubang)	0,5	1,64
4.02	Setting mesin bor Keterangan: n = 1750 rpm ; VC = 22 m/min	2	
4.03	Marking untuk proses pengeboran sesuai gambar kerja	10	
4.04	Cekam benda kerja di ragum mesin bor	2	
4.05	 Bor benda kerja bakalan M4 x 4 sedalam 7 mm		0.3
4.10	 Bor benda kerja Ø4,3 mm sebanyak 4 lubang		0.46
4.15	 Tap benda kerja dengan ukuran Tap tangan M4	3	15
5.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	10	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		39,5	65,81
Total Waktu Proses Pengerjaan		105,31	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Pengikat Rumah <i>Upper Bearing</i>	
	No. Gambar	1.03	
	No. ID	RUB-103	
	Jumlah	1	
	Material	ST 37	
Gambar Part			
N8/ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 568 rpm ; VC = 100 m/min ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8/  Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata $\pm 1 \text{ mm}^0$		1,13
1.10	N8/  Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 12 mm hingga Ø51		2,81
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8/  Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran 19 mm Bubut rata sepanjang 7 mm hingga Ø51		6,44
2.10	N8/  Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing dari titik pusat ke tepi sedalam 14 mm hingga lubang Ø30H7		9,35
3.02	Setting mesin bor n = 2122 rpm; VC = 22 m/min	2	
3.03	Marking untuk pembuatan lubang sesuai dengan gambar	10	

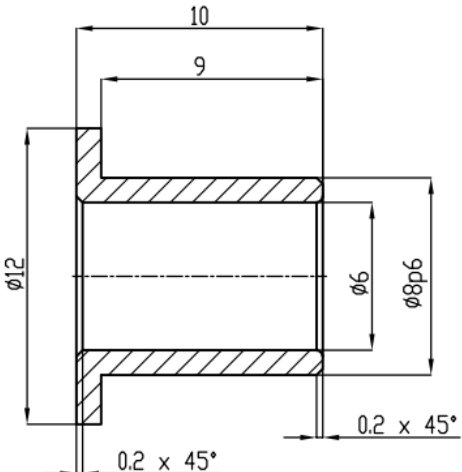
	kerja		
3.04	Cekam benda kerja	1	
3.05	 Bor benda kerja Ø4,3 mm	2	0.31
3.10	 Bor benda kerja Ø3,3 mm	2	0.38
4.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	10	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		34	20,42
Total Waktu Proses Pengerjaan		54,42	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Bronze Bushing 1 (Rumah Lower Bearing)	
	No. Gambar	2.02	
	No. ID	RLB-202	
	Jumlah	2	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8 ▽ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 1469 rpm ; VC = 60 m/min ; d = 13 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8 ▽ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm		0,16
1.10	N8 ▽ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 4 mm hingga Ø6p6		0,81
1.15	N8 ▽ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.3 x 45°	0,5	0,06
1.20	N8 ▽ Bor tembus titik pusat benda kerja Keterangan: center drill bor Ø 4 mm sepanjang 8 mm countersink 90° sepanjang 0,3 mm	2	0,21
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8 ▽ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran menjadi 7 mm		1,14

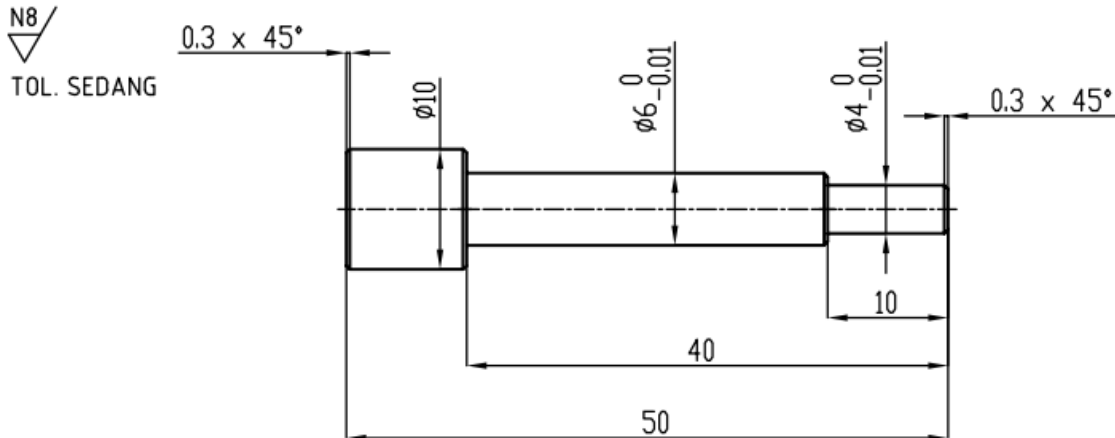
	Bubut rata sepanjang 3 mm hingga Ø8,8 mm		
2.10	 Countersink 90° sedalam 0,5 mm		0,06
3.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	1	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		10,5	2,44
Total Waktu Proses Pengerjaan		12,94	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	AS Housing Bawah (Rumah Lower Bawah)	
	No. Gambar	2.04	
	No. ID	RLB-204	
	Jumlah	2	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8/ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 1273 rpm ; VC = 60 m/min ; d = 15 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	0,5	0,18
1.10	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 12 mm hingga Ø10 mm		1,26
1.15	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.5 x 45°	0,5	0,07
1.20	N8/ Bor titik pusat benda kerja Keterangan: center drill bor Ø3,3 mm sedalam 8 mm (bakalan M4)	2	0,14
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8/ Proses pengeboran center drill (penepat center putar)	1	0,03
2.10	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan:	0,5	0,72

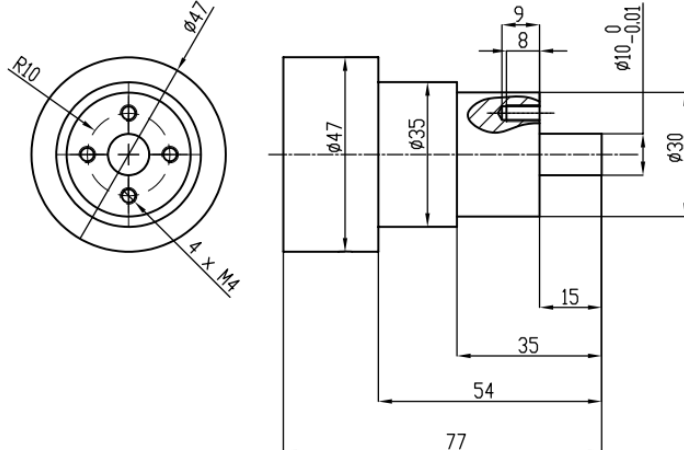
	Bubut facing masuk ukuran menjadi 28 mm		
2.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 18 mm hingga Ø4 mm		3,80
2.20	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.5 x 45°	0,5	0,07
3.04	Cekam benda kerja pada ragum	0,2	
3.05	 Proses pembuatan ulir M4 sedalam 8 mm		5
3.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		17,2	11,27
Total Waktu Proses Pengerjaan		28,47	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Bronze Bushing 2 (Rumah Lower Bearing)	
	No. Gambar	2.05	
	No. ID	RLB-205	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8/ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 1123 rpm ; VC = 60 m/min ; d = 17 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	0,5	0,22
1.10	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 9 mm hingga Ø8p6 mm		2,08
1.15	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.2 x 45°	0,5	0,07
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran menjadi 10 mm	0.5	0,89
2.10	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 1 mm hingga Ø12 mm		0,44

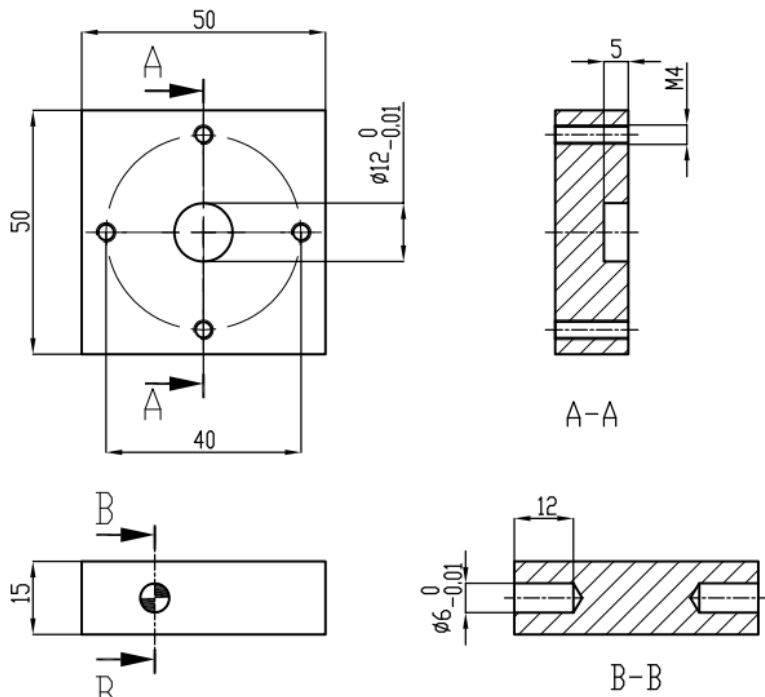
2.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.2 x 45°	0,5	0,07
3.05	 Bor tembus titik pusat benda kerja Keterangan: center drill bor Ø4 mm dan Ø6 mm	0,5	0,56
4.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		14,5	4,33
Total Waktu Proses Pengerjaan		18,83	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	SMSB (Rumah Lower Bearing)	
	No. Gambar	2.07	
	No. ID	RLB-207	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 1273 rpm ; VC = 60 m/min ; d = 15 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	0,5	0,18
1.10	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 20 mm hingga Ø10 mm		1,88
1.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut chamfer 0.3 x 45°	0,5	0,07
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	 Bor titik pusat benda kerja Keterangan: center drill (penepat center putar)	1	0,03
2.10	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran menjadi 50 mm		0,72

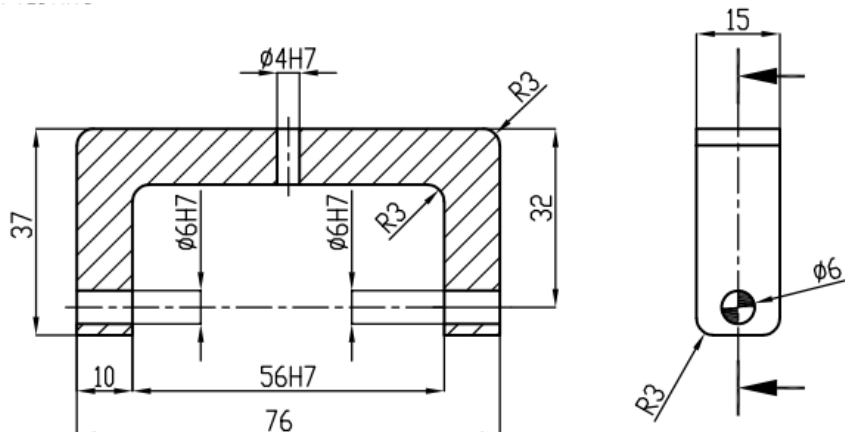
2.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 40 mm hingga Ø6 mm		6,22
2.20	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 10 mm hingga Ø4 mm		0,44
2.25	 Bubut chamfer 0,3 x45°	0,5	0,07
3.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		14,5	9,61
Total Waktu Proses Pengerjaan		24,11	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Poros Bawah (Rumah Lower Bearing)	
	No. Gambar	2.08	
	No. ID	RLB-208	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8/ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 367 rpm ; VC = 60 m/min ; d = 15 mm ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8/ TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing asal rata ± 1 mm	0,5	1,77
1.10	N8/ TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 30 mm hingga Ø47 mm		9,25
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8/ TOL. SEDANG Bor titik pusat benda kerja Keterangan: center drill (penepat center putar)		0,03
2.10	N8/ TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut facing masuk ukuran menjadi 77 mm		7,08
2.15	N8/ TOL. SEDANG Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 54 mm hingga Ø35 mm		25,25

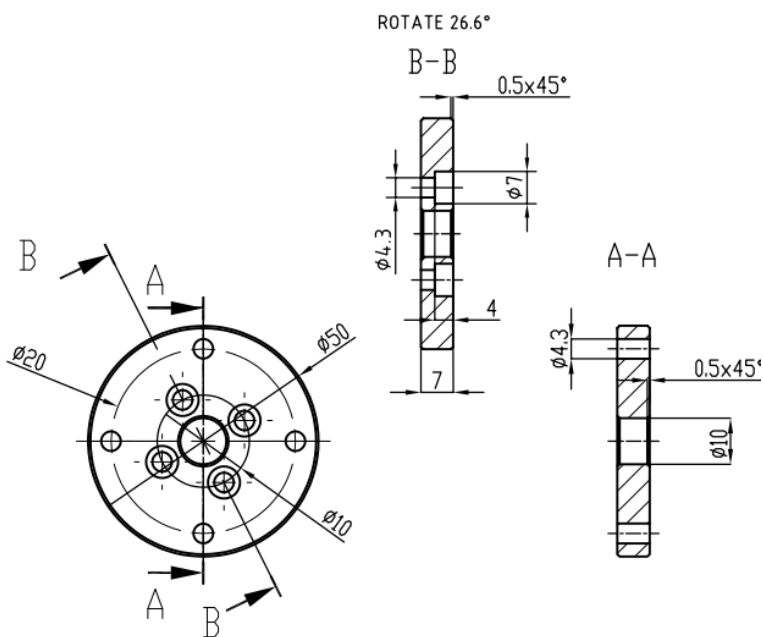
2.20	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 35 mm hingga Ø30 mm		10,61
2.25	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 15 mm hingga Ø10 mm		20,68
3.03	Marking benda kerja untuk membuat lubang ulir M4	10	
3.04	Cekam benda kerja dengan alat bantu V-blok	5	
4.02	Setting mesin bor n = 4774 rpm ; mata bor Ø3,93 mm	2	
4.04	Cekam benda kerja pada ragum mesin bor	1	
4.05	 Bor sesuai <i>marking</i> Keterangan: center drill Bor sedalam 9 mm	3	0,67
4.10	 Tap M4 x 4 sedalam 8 mm	1	20
5.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		34,5	95,34
Total Waktu Proses Pengerjaan		129,84	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Housing Bearing Bawah (Rumah Lower Bearing)	
	No. Gambar	2.01	
	No. ID	RLB-201	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8/ TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin frais Keterangan: n = 1193 rpm ; VC = 60 m/min ; endmill 16 mm	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan ragum	1	
1.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		1,49
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi tebal 15 mm		5,95
3.04	Cekam dibalik untuk memotong panjang	1	
3.05	N8/ Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		0,37
4.04	Cekam dibalik	1	

4.05	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi panjang 50 mm		1,49
5.04	Cekam dibalik untuk memotong lebar	1	
5.05	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		0,35
6.04	Cekam dibalik	1	
6.05	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi lebar 50 mm		1,38
7.02	Setting mesin frais Keterangan: n = 1592 rpm ; VC = 60 m/min ; endmill 12 mm; mata bor $\varnothing 3,3$ mm, mata bor $\varnothing 6$ mm	2	
7.03	Marking benda kerja Keterangan: ulir M4 (4 buah), pocket $\varnothing 12$ mm, lubang samping	10	
7.04	Cekam benda kerja pada ragum	1	
7.05	 Bor tembus sesuai <i>marking</i> lubang bakalan M4 menggunakan mata bor $\varnothing 3,3$ mm	1	2,55
7.10	 Proses pocket $\varnothing 12$ mm menggunakan endmill $\varnothing 12$ mm	1	0,04
8.04	Cekam dibalik untuk pembuatan lubang samping $\varnothing 6$ mm	1	
8.05	 Bor $\varnothing 6$ mm sesuai <i>marking</i> sedalam 12 mm	1	1
9.04	Cekam dibalik	1	
9.05	 Bor $\varnothing 6$ mm sesuai <i>marking</i> sedalam 12 mm	1	1
10.04	Cekam dibalik dengan lubang M4 menghadap ke atas	1	
10.05	 Tap M4 x 4 sedalam 15 mm	1	10
11.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		37	25,62
Total Waktu Proses Pengerjaan		62,62	

LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Swinger (Rumah Lower Bawah)	
	No. Gambar	2.03	
	No. ID	RLB-203	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8 TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin frais Keterangan: n = 954 rpm ; VC = 60 m/min ; face mill 20 mm carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan ragum	1	
1.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		0,42
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi tebal 15 mm		1,69
3.04	Cekam dibalik untuk memotong panjang	1	
3.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		0,06
4.04	Cekam dibalik	1	
4.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi panjang 76 mm		0,26
5.04	Cekam dibalik untuk memotong lebar	1	
5.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: frais facing asal rata ± 1 mm		0,1

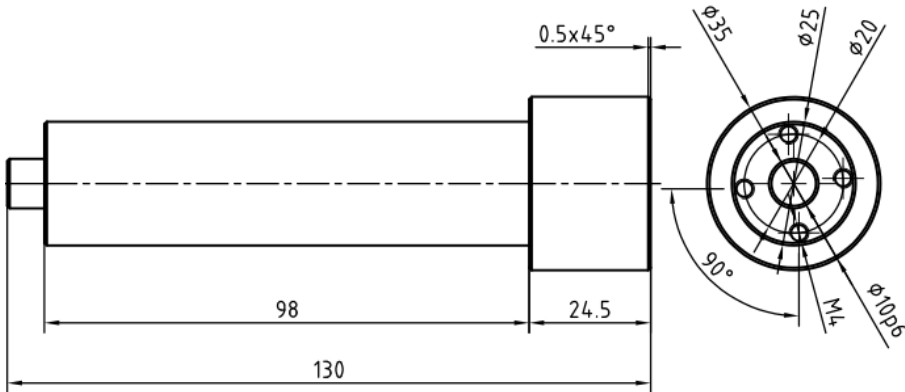
6.04	Cekam dibalik	1	
6.05	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Frais facing masuk ukuran menjadi lebar 37 mm		0,4
7.02	Setting mesin frais Keterangan: n = 1193 rpm ; VC = 60 m/min ; endmill 16 mm	2	
7.03	Marking benda kerja Keterangan: <i>marking</i> letter U, 2 lubang Ø6H7, lubang Ø4H7	10	
7.04	Cekam benda kerja pada ragum	1	
7.05	 Proses pemotongan benda kerja leter U dalam menggunakan endmill 16, dengan tujuan pendekatan pada <i>marking</i> letter U		10,17
7.10	 Proses merapihkan letter U menggunakan endmill Ø6 mm	1	3,41
8.04	Cekam dibalik untuk pembuatan lubang samping Ø6 mm	1	
8.05	 Bor tembus Ø4H7 mm sesuai <i>marking</i> menggunakan mata bor Ø4 dan reamer 4H7	1	0,43
9.04	Cekam dibalik untuk pengeboran lubang Ø6H7 pertama	1	
9.05	 Bor tembus Ø6H7 mm sesuai <i>marking</i> menggunakan mata bor Ø6 dan reamer 6H7	1	1,37
10.04	Cekam dibalik untuk pengeboran lubang Ø6H7 kedua	1	
10.05	 Bor tembus Ø6H7 mm sesuai <i>marking</i> menggunakan mata bor Ø6 dan reamer 6H7	1	1,37
11.04	Cekam benda kerja pada ragum	1	
11.05	 Kikir bagian luar benda kerja sehingga mendapatkan radius 3 mm	1	15
12.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		38	34,68
Total Waktu Proses Pengerjaan		72,68	

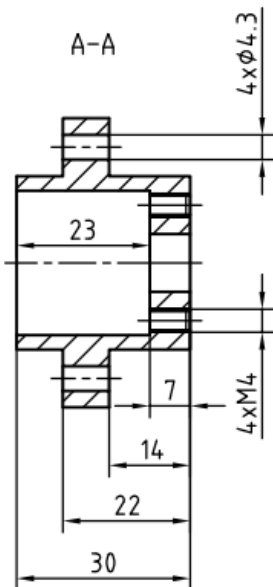
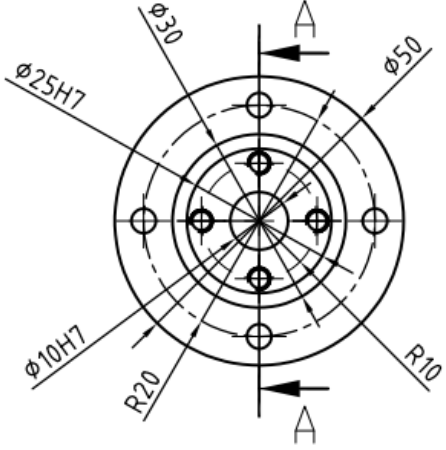
LAMPIRAN			
Operation plan			
	Nama Part	Pelat RLB (Rumah Lower Bawah)	
	No. Gambar	2.06	
	No. ID	RLB-206	
	Jumlah	1	
	Material	SS304	
Gambar Part			
N8 TOL. SEDANG 			
No	Proses	TNC	TC
		(Time Non Cutting)	(Time Cutting)
1.01	Pelajari Gambar Kerja	3	
1.02	Setting mesin bubut Keterangan: n = 347 rpm ; VC = 60 m/min ; pahat carbide	2	
1.04	Cekam benda kerja menggunakan chuck rahang 3	1	
1.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: bubut facing asal rata ± 1 mm	2	1,81
1.10	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 4 mm hingga Ø50 mm		2,30
1.15	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Chamfer 0.5 x 45°	0,5	0,26
2.04	Cekam dibalik	1	
2.05	N8 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: bubut facing masuk ukuran menjadi 7 mm	2	7,25

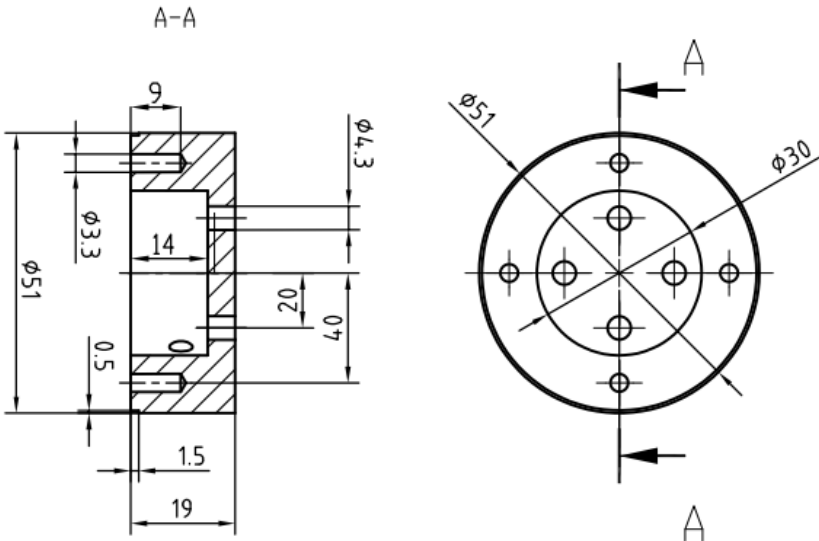
2.10	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: bubut facing masuk ukuran menjadi 7 mm Bubut rata sepanjang 3 mm hingga Ø50 mm Chamfer 0.5 x 45°		2,01
2.15	 Proses Pemotongan Benda Kerja Keterangan: Bubut rata sepanjang 3 mm hingga Ø50 mm	0,5	0,26
3.02	Setting mesin bor n = 1909 rpm	2	
3.03	<i>Marking</i> benda kerja Keterangan : 8 lubang Ø4.3 ; lubang Ø10H7 ; lubang counterbore Ø7	5	
3.04	Cekam benda pada ragum mesin bor	1	
3.05	 Bor tembus benda kerja untuk lubang Ø10H7 menggunakan mata bor Ø10 dan reamer 10H7	1	0,97
3.10	 Bor tembus benda kerja untuk lubang Ø4,3 menggunakan mata bor Ø4,3 dan counterbore Ø7 sedalam 4 mm	3	1,51
3.15	 Bor tembus benda kerja untuk lubang Ø4,3 menggunakan mata bor Ø4,3	3	0,69
13.01	QC/Periksa Hasil Benda Kerja Keterangan: Benda kerja hasil proses diukur dimensinya sesuai dengan gambar kerja	5	
Waktu Proses Pengerjaan (menit)		32	17,08
Total Waktu Proses Pengerjaan		49,08	

LAMPIRAN D

QC Upper Bearing dan Lower Bearing

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Shaft Atas (Rumah Upper Bearing)			
	No. Gambar					
	No. ID		RUB-101			
	Jumlah		1			
	Material		ST 37 (1.0037)			
Gambar Part						
N8 TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	130 mm	±0.5 mm	131,38		✓	
2	98 mm	±0.3 mm	97,76	✓		
3	25 mm	±0.2 mm	25,5		✓	
4	7 mm	±0.2 mm	7,2	✓		
5	Ø35 mm	±0.3 mm	34,9	✓		
6	Ø20 mm	±0.2 mm	19,8	✓		
7	Ø25 mm	±0.2 mm	24,74		✓	
8	Ø10p6 mm	+24 µm +15 µm	10,023	✓		
9	M4	-	Bakalan 3,3 mm	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Sambungan Poros (Rumah Upper Bearing)			
	No. Gambar					
	No. ID		RUB-102			
	Jumlah		1			
	Material		ST 37 (1.0037)			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG  						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	30 mm	±0.2 mm	30,2	✓		
2	22 mm	±0.2 mm	22,1	✓		
3	14 mm	±0.2 mm	13,9	✓		
4	7 mm	±0.2 mm	7	✓		
5	23 mm	±0.2 mm	23,08	✓		
6	Ø50 mm	±0.3 mm	50	✓		
7	Ø30p6 mm	+35 µm +22 µm	30,009		✓	
8	Ø25H7 mm	+21 µm 0 µm	25	✓		
9	Ø10H7 mm	+15 µm 0 µm	10,010	✓		
10	R20	±0.3 mm	40	✓		
11	R10	±0.2 mm	20,2	✓		
12	M4	-	Bakalan 3,3	✓		
13	Ø4.3 mm	±0.1 mm	4.4	✓		

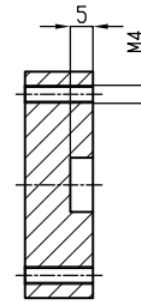
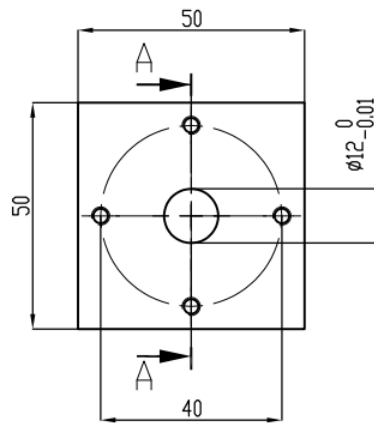
LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Pengikat (Rumah <i>Upper Bearing</i>)			
	No. Gambar					
	No. ID		RUB-103			
	Jumlah		1			
	Material		ST 37 (1.0037)			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	19 mm	±0.2 mm	19,2	✓		
2	1.5 mm	±0.1 mm	1,6	✓		
3	0.5 mm	±0.1 mm	0.4	✓		
4	14 mm	±0.2 mm	14	✓		
5	9 mm	±0.2 mm	9.2	✓		
6	Ø51 mm	±0.3 mm	50.9	✓		
7	Ø3,3 mm	±0.1 mm	3,3	✓		
8	Ø4,3 mm	±0.1 mm	4,2	✓		
9	Ø30H7 mm	+21 µm 0 µm	30	✓		
10	20	±0.3 mm	19,8	✓		
11	40	±0.3 mm	40	✓		

LAMPIRAN		
QC sheet		
	Nama Part	Housing Bearing Bawah (Rumah Lower Bearing)
	No. Gambar	
	No. ID	RLB-201
	Jumlah	1
	Material	SS304

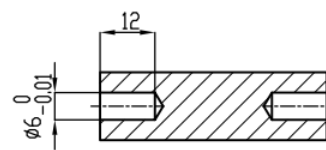
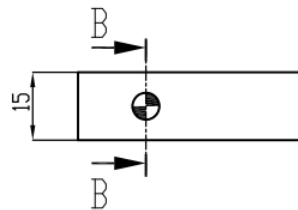
Gambar Part

N8/

TOL. SEDANG

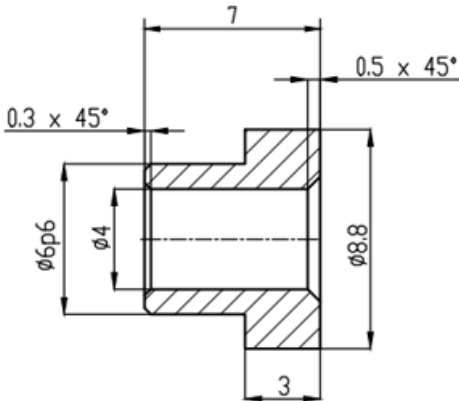


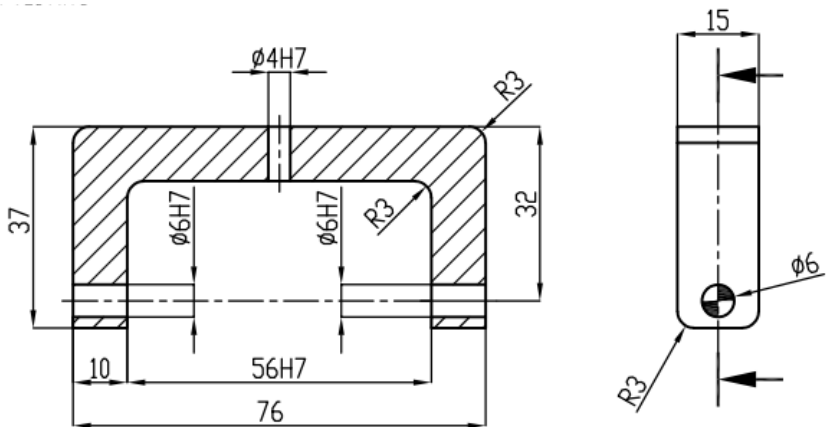
A-A

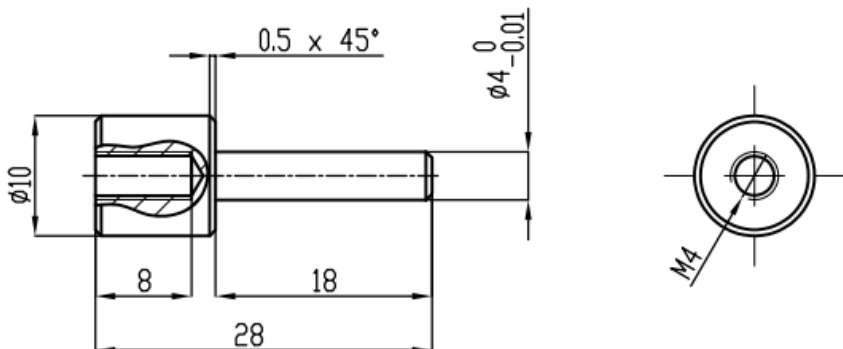


B-B

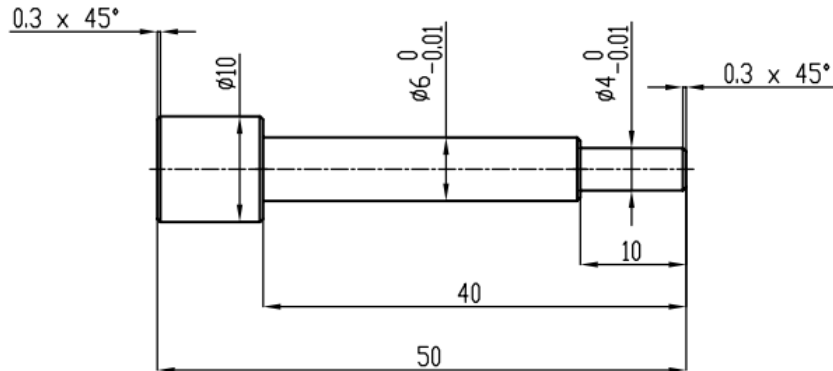
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	50 mm (panjang)	± 0.3 mm	50	✓		
2	50 mm (lebar)	± 0.3 mm	50,1	✓		
3	15 mm (tebal)	± 0.2 mm	15,2	✓		
4	40 mm	± 0.3 mm	40	✓		
5	Ø12	0 mm -0.01 mm	12	✓		
6	5 mm	± 0.1 mm	5	✓		
7	M4 x 4	-	Bakalan 3,3	✓		
8	Ø6 mm	0 mm -0.01 mm	6	✓		
9	12	± 0.2 mm	12	✓		

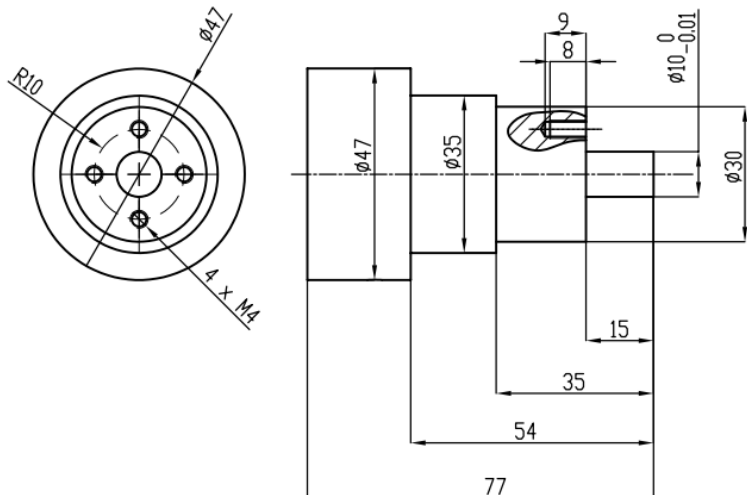
LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Bronze Bushing 1 (Rumah Lower Bearing)			
	No. Gambar					
	No. ID		RLB-202			
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	7 mm	±0.2 mm	7,2	✓		
2	Ø8.8 mm	±0.2 mm	8,7	✓		
3	Ø4 mm	±0.1 mm	3,94	✓		
4	Ø6p6	+20 µm +12 µm	6.8		✓	
5	3 mm	±0.1 mm	3,1	✓		
6	0.3 x 45 ⁰	-	0,3	✓		
7	0.5 x 45 ⁰	-	0,5	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Swinger (Rumah Lower Bearing)			
	No. Gambar					
	No. ID		RLB-203			
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	76 mm	±0.3 mm	76,2	✓		
2	37 mm	±0.3 mm	37	✓		
3	10 mm	±0.2 mm	10	✓		
4	15 mm	±0.2 mm	15,5		✓	
5	32 mm	±0.3 mm	31,9	✓		
6	56H7	+30 µm 0 µm	56,009	✓		
7	Ø6H7	+12 µm 0 µm	6	✓		
8	Ø4H7	+12 µm 0 µm	4	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		As Housing Bawah (Rumah Lower Bearing)			
	No. Gambar					
	No. ID		RLB-204			
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	28 mm	±0.2 mm	29		✓	
2	18 mm	±0.2 mm	19		✓	
3	8 mm	±0.2 mm	7,9	✓		
4	Ø10 mm	±0.2 mm	10	✓		
5	Ø4 mm	0 mm -0.01 mm	4	✓		
6	0.5 x 45°	-	0.5	✓		
7	M4	-	Bakalan 3,3	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Pelat RLB (<i>Rumah Lower Bearing</i>)			
	No. Gambar					
	No. ID		RLB-206			
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8 TOL. SEDANG ROTATE 26.6° B-B 0.5x45° ϕ7 ϕ4,3 4 7 A-A 0.5x45° ϕ10 ϕ4,3						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	Ø50 mm	±0.3 mm	50	✓		
2	Ø 20 mm	±0.3 mm	39,9	✓		
3	Ø 10 mm	±0.2 mm	19,9	✓		
4	7 mm	±0.2 mm	7,2	✓		
5	Ø7 mm	±0.2 mm	7	✓		
6	Ø4,3 mm	±0.1 mm	4,4	✓		
7	4 mm	±0.1 mm	3,9	✓		
8	Ø10H7 mm	+15 µm 0 µm	10,002	✓		
9	0.5 x 45°	-	0,5	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		SMSB (Rumah <i>Lower Bearing</i>)			
	No. Gambar					
	No. ID		RLB-207			
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	50 mm	±0.3 mm	50,3	✓		
2	40 mm	±0.3 mm	39,82	✓		
3	10 mm	±0.2 mm	10	✓		
4	Ø10 mm	±0.2 mm	10,12	✓		
5	Ø6 mm	0 mm -0.01 mm	6	✓		
6	Ø4 mm	0 mm -0.01 mm	4	✓		
7	0.3 x 45°	-	0.3	✓		

LAMPIRAN						
QC sheet						
	Nama Part		Poros Bawah (Rumah <i>Lower Bearing</i>)			
	No. Gambar					
	No. ID					
	Jumlah		1			
	Material		SS304			
Gambar Part						
N8/ TOL. SEDANG 						
No	Dimensi	Toleransi	Hasil Pengukuran	OK	Not OK	Keterangan
1	77 mm	±0.3 mm	75		✓	
2	54 mm	±0.3 mm	52		✓	
3	35 mm	±0.3 mm	33		✓	
4	15 mm	±0.2 mm	13	✓		
5	Ø47 mm	±0.3 mm	47	✓		
6	Ø35 mm	±0.3 mm	35,2	✓		
7	Ø30 mm	±0.2 mm	30,2	✓		
8	Ø10 mm	0 mm -0.01 mm	10	✓		
9	R10 mm	±0.2 mm	19,9	✓		
10	M4	-	Bakalan 3,3	✓		
11	8 mm	±0.2 mm	8	✓		
12	9 mm	±0.2 mm	9	✓		

LAMPIRAN E

Rincian Estimasi Waktu Pemesinan

LAMPIRAN E.1	Estimasi Waktu Proses Bubut
LAMPIRAN E.2	Estimasi Waktu Proses Bor
LAMPIRAN E.3	Estimasi Waktu Proses Milling
LAMPIRAN E.4	Estimasi Waktu Proses Kerja Bangku
LAMPIRAN E.5	Estimasi Waktu Proses Pengelasan
LAMPIRAN E.6	Estimasi Waktu Proses Gerinda Potong

LAMPIRAN E.1 Estimasi Waktu Proses Bubut

Shaft Atas (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
1.05	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	20	4	0	0	24	1	0,60
1.10	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	30	4	0	0	34	5	4,27
1.15	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	0,5	4	0	0	4,5	1	0,11
2.05	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	20	4	0	0	24	4	2,41
2.10	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	2	0	0	0	2	1	0,05
2.15	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	105	4	0	0	109	15	41,07
	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	0,5	4	0	0	4,5	1	0,11
2.20	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	7	4	0	0	11	15	4,14
	ST 37	Carbide	100	40	796	0,05	39,8	0,5	4	0	0	4,5	1	0,11
TOTAL WAKTU PEMBUBUTAN														52,89

Sambungan Poros (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
1.05	ST 37	Carbide	100	55	579	0,05	29,0	25	4	0	0	29	1	1,00
1.10	ST 37	Carbide	100	55	579	0,05	29,0	22	4	0	0	26	5	4,49
1.15	ST 37	Carbide	100	55	579	0,05	29,0	14	4	0	0	18	20	12,43
2.05	ST 37	Carbide	100	55	579	0,05	29,0	8	4	0	0	12	25	10,36
3.10	ST 37	Carbide	100	55	579	0,05	29,0	23	4	0	0	27	20	18,65
3.05	ST 37	HSS	22	10	701	0,05	35,0	10	0	0	3	13	4	1,48
TOTAL WAKTU PEMBUBUTAN														48,42

Pelat RLB (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
1.05	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	27,5	4	0	0	31,5	1	1,81
1.10	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	4	4	0	0	8	5	2,30
1.15	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	0,5	4	0	0	4,5	1	0,26
2.05	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	27,5	4	0	0	31,5	4	7,25
2.10	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	3	4	0	0	7	5	2,01
2.15	SS304	Carbide	60	55	347	0,05	17,4	0,5	4	0	0	4,5	1	0,26
TOTAL WAKTU PEMBUBUTAN														13,90

LAMPIRAN E.2 Estimasi Waktu Proses Bor

Shaft Atas (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
3.05	ST 37	HSS	22	3,3	2123	0,05	106,2	10	0	0	0,99	10,99	4	0,41
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														0,41

Poros Sambungan (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
4.05	ST 37	HSS	22	3,3	2123	0,05	106,2	7	0	0	0,99	7,99	4	0,30
4.10	ST 37	HSS	22	4,3	1629	0,05	81,5	8	0	0	1,29	9,29	4	0,46
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														0,76

Pengikat Rumah (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
3.05	ST 37	HSS	22	4,3	1629	0,05	81,5	5	0	0	1,29	6,29	4	0,31
4.05	ST 37	HSS	22	3,3	2123	0,05	106,2	9	0	0	0,99	9,99	4	0,38
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														0,69

Poros Bawah (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
4.05	SS304	HSS	13	2,5	1656	0,05	82,8	2	0	0	0,75	2,75	1	0,03
	SS304	HSS	13	3,3	1255	0,05	62,7	9	0	0	0,99	9,99	4	0,64
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														0,67

Pelat RLB (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
3.05	SS304	HSS	13	10	414	0,05	20,7	7	0	0	3	10	1	0,48
	SS304	HSS	13	10	414	0,05	20,7	7	0	0	3	10	1	0,48
3.10	SS304	HSS	13	4,3	963	0,05	48,1	7	0	0	1,29	8,29	4	0,69
	SS304	HSS	13	7	591	0,05	29,6	4	0	0	2,1	6,1	4	0,83
3.15	SS304	HSS	13	4,3	963	0,05	48,1	7	0	0	1,29	8,29	4	0,69
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														3,17

LAMPIRAN E.3 Estimasi Waktu Proses Milling

Housing Bearing Bawah (Rumah Lower Bearing)															
Jumlah = 1pcs															
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	z	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(gigi)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
1.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	55	8	8	0	71	4	1,49
2.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	55	8	8	0	71	16	5,95
3.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	55	8	8	0	71	1	0,37
4.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	55	8	8	0	71	4	1,49
5.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	50	8	8	0	66	1	0,35
6.05	SS304	Carbide	60	16	1194	4	0,04	191	50	8	8	0	66	4	1,38
7.05	SS304	HSS	13	3,3	1255	0	0,02	25	15	0	0	0,99	15,99	4	2,55
7.10	SS304	Carbide	60	12	1592	4	0,04	255	5	4	0	0	9	1	0,04
8.05	SS304	HSS	13	6	690	0	0,02	14	12	0	0	1,8	13,8	1,00	1,00
9.05	SS304	HSS	13	6	690	0	0,02	14	12	0	0	1,8	13,8	1,00	1,00
TOTAL WAKTU MILLING															15,60

LAMPIRAN E.4 Estimasi Waktu Proses Kerja Bangku

Poros Sambungan (Rumah Upper Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
4.15	ST 37	HSS	Tap M4											15,00
TOTAL WAKTU PENGEBORAN														15,00

As Housing Bawah (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 2 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
3.05	SS304	HSS	Tap M4											5,00
TOTAL WAKTU KERJA BANGKU														5,00
TOTAL WAKTU KERJA BANGKU (2 PCS)														10,00

Poros Bawah (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
4.10	SS304	HSS	Tap M4											20,00
TOTAL WAKTU KERJA BANGKU														20,00

Housing Bearing (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
10.05	SS304	HSS	Tap M4											10,00
TOTAL WAKTU KERJA BANGKU														10,00

Swinger (Rumah Lower Bearing)														
Jumlah = 1 pcs														
No. Proses	Material	Tools	Vc	d	n	f	Vf	l	la	lu	ls	L	i	TC
			(m/min)	(mm)	(rpm)	(mm/put)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(menit)
11.05	SS304	HSS	Kikir											15,00
TOTAL WAKTU KERJA BANGKU														15,00

LAMPIRAN E.5 Estimasi Waktu Proses Pengelasan

Rangka Turbin Ulir						
No.	Nama Bagian	Material	L	TS	Jumlah	TW
			(mm)	(mm/min)		(menit)
1	Assembly Rangka Turbin	Besi Hollow Batang 30x30	120	80	140	210
Total Waktu Pengelasan						210

LAMPIRAN E.6 Estimasi Waktu Proses Gerinda Potong

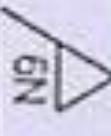
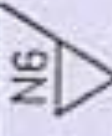
Rangka Turbin Ulir								
No.	Nama Bagian	material	tb	n	Sr	tg	l	TC
			(mm)	(rpm)	(mm)	(mm)	(mm)	(menit)
1	Rangka Turbin Ulir	Besi Hollow 30x30	2	3800	2	3	135	0,1066
Total Waktu Cutting Wheel (1 Pcs)								0,1066
Total Waktu Cutting Wheel (30 Pcs)								3,1974

LAMPIRAN F

Toleransi dan Parameter Mesin

JENIS SUIJAN (FIT)		SUIJAN REKOMENDASI	CIRI-CIRI PERAKITAN	PENGUNAAN
PRESSFIT	pressfit kuat		hanya dapat dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat	hubungan roda gigi dan roda gila, flens pada poros
	pressfit menengah	H7 / s6 P7 / h6* H7 / r6 H7 / p6	hanya bisa dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat	hubungan kopling, bus bantalan pada rumah, roda atau batang engkol, lapisan perunggu pada hubungan besi tuang
TRANSITION FIT	interference fit	H7 / n6 N7 / h6*	dirakit dengan tekanan	rotor pada poros motor, ring gigi pada roda
	wrining fit	K7 / h6* H7 / k6	dirakit dengan palu tangan	puli, kopling, roda gigi, roda gila, pemasangan roda kemudi dengan tuas
	close sliding fit	H7 / j6 H7 / js	dirakit dengan tangan	puli, roda gigi, roda kemudi, dan bus bantalan untuk dipasang dengan mudah
CLEARANCE FIT	sliding fit	H7 / h6 H8 / h9 H9 / h9* H11 / h9 H11 / h11	masih bisa digerakkan tangan selama ada pelumasan	sarung senter kepala lepas, roda gigi pengganti, kerah pengencang, pengarah bagian-bagian yang mudah dirakit, bus antara, poros h11 dibuat dengan proses tarik dingin
	close running, fit	G7 / h6* H7 / g6	dapat bergerak tanpa memperhatikan kelonggaran	bantalan, peluncur presisi
	running fit	H7 / f7 F8 / h6* H8 / f7 F8 / h9*	perlu diperhatikan kelonggarannya	bantalan dengan kelonggaran yang perlu diperhatikan bantalan poros engkol dan batang engkol, bus bantalan pada poros
	light running, fit	H8 / c8 E9 / h9*	kelonggaran agak besar	pemakaian bantalan pada poros yg panjang, yg dipakai pada mesin pertanian
	large running fit	H8 / d9 D10 / h9* H11 / d9 D10 / h11*	kelonggaran besar	penggunaan poros dalam mesin peralatan dan mesin torak dengan pemakaian bantalan jarak, torak hidrolik yang bergerak dalam silinder, pemakaian bantalan luncur untuk temperatur tinggi
	fit with big clearance and tolerance	C11 / h9* C11 / h11* H11 / c11 A11 / h11* H11 / a11	kelonggaran sangat besar	pena pengunci, pegas dan penyangga rem, untuk bantalan yang mempunyai temperatur tinggi maupun berbahaya karena kotoran dan tidak perlu pelumasan
* SISTEM BASIS POROS				

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi $N_{-25\%}^{+50\%}$	Panjang Sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	0.8
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

SIMBOL LAMA VSM 10.320			SIMBOL BARU ISO 1302-1978	
SIMBOL	ARTI	Ra [μm]	SIMBOL	Ra [μm]
	N11 – N10	25 – 12,5		12,5
	N9 – N7	6,3 – 1,6		6,3
	N6 – N4	0,8 – 0,2		0,8
	< N3	< 0,1		0,1

ISO - Toleransi untuk LUBANG (dalam μm)

Ukuran	H	D	E	H	JS	N	P	E	F	H	F	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	G	H	JS	K	M	N	P
nominal	11	10	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6
<= 3	+60	+60	+39	+25	+12	-4	-6	+28	+20	+14	+16	+12	+10	+4	+5	0	-2	-4	-6	-10	-14	+8	+6	+3	0	-2	-4	-6
	0	+20	+14	0	-12	-28	-31	+14	+6	0	+6	+2	0	-6	-5	-10	-12	-14	-16	-20	-24	+2	0	-3	-6	-8	-10	-12
> 3-6	+75	+78	+50	+30	+15	0	-12	+38	+28	+18	+22	+16	+12	+6	+6	+3	0	-4	-8	-11	-15	+12	+8	+4	+2	-1	-5	-9
	0	+30	+20	0	-15	-30	-42	+20	+10	0	+10	+4	0	-6	-6	-9	-12	-16	-20	-23	-27	+4	0	-4	-6	-9	-13	-17
> 6-10	+90	+98	+61	+36	+18	0	-15	+47	+35	+22	+28	+20	+15	+8	+7	+5	0	-4	-9	-13	-17	+14	+9	+4.5	+2	-3	-7	-12
	0	+40	+25	0	-18	-36	-57	+25	+13	0	+13	+5	0	-7	-7	-10	-15	-19	-24	-28	-32	+5	0	-4.5	-7	-12	-16	-21
> 10-18	+100	+120	+75	+43	+21	0	-18	+59	+43	+27	+34	+24	+18	+10	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	+17	+11	+5.5	+2	-4	-9	-15
	0	+50	+32	0	-21	-43	-67	+32	+16	0	+16	+6	0	-8	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	+6	0	-5.5	-9	-15	-20	-26
> 18-30	+130	+149	+92	+52	+26	0	-22	+73	+53	+33	+41	+28	+21	+12	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	+20	+13	+6.5	+2	-4	-11	-18
	0	+65	+40	0	-26	-52	-74	+40	+20	0	+20	+7	0	-9	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	+7	0	-6.5	-11	-17	-24	-31
> 30-50	+160	+180	+112	+62	+31	0	-26	+89	+64	+39	+50	+34	+25	+14	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	+25	+16	+8	+3	-4	-12	-21
	0	+80	+50	0	-31	-62	-88	+50	+25	0	+25	+9	0	-11	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	+9	0	-8	-13	-20	-28	-37
> 50-65	+190	+220	+134	+74	+37	0	-32	+106	+76	+46	+60	+40	+30	+18	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	+29	+19	+9.5	+4	-5	-14	-26
	0	+100	+60	0	-37	-74	-106	+60	+30	0	+30	+10	0	-12	-15	-21	-30	-39	-51	-62	-73	+10	0	-9.5	-15	-24	-33	-45
> 65-80	+220	+260	+159	+87	+43	0	-37	+126	+90	+54	+71	+47	+35	+22	+17	+10	0	-10	-24	-34	-44	+34	+22	+11	+4	-6	-16	-30
	0	+120	+72	0	-43	-87	-124	+72	+36	0	+36	+12	0	-13	-17	-25	-35	-45	-59	-71	-83	+12	0	-11	-18	-28	-38	-52
> 80-100	+250	+305	+185	+100	+50	0	-43	+148	+106	+63	+83	+54	+40	+26	+20	+12	0	-12	-28	-39	-52	+39	+25	+12.5	+4	-8	-20	-36
	0	+145	+85	0	-50	-100	-143	+85	+43	0	+43	+14	0	-14	-20	-28	-40	-52	-68	-86	+14	0	+12.5	-21	-33	-45	-67	
> 100-120	+290	+355	+215	+115	+57	0	-50	+172	+122	+72	+96	+61	+46	+30	+23	+13	0	-14	-33	-46	-60	+44	+29	+14.5	+5	-8	-22	-41
	0	+170	+100	0	-57	-115	-165	+100	+50	0	+50	+15	0	-16	-23	-33	-46	-60	-79	-101	+15	0	+14.5	-24	-37	-51	-70	
> 120-180	+320	+400	+240	+130	+65	0	-56	+191	+137	+81	+108	+69	+52	+36	+26	+16	0	-14	-36	-52	-66	+49	+32	+16	+5	-9	-25	-47
	0	+190	+110	0	-65	-130	-186	+110	+56	0	+56	+17	0	-16	-26	-36	-52	-66	-88	-111	+17	0	-16	-27	-41	-57	-77	
> 180-250	+360	+440	+265	+140	+70	0	-62	+214	+151	+89	+119	+75	+57	+39	+28	+17	0	-16	-47	-64	-82	+54	+36	+18	+7	-10	-26	-51
	0	+210	+165	0	-70	-140	-202	+125	+62	0	+62	+18	0	-18	-28	-40	-57	-73	-98	-124	+18	0	-18	-29	-46	-67	-87	
> 250-315	+400	+480	+290	+155	+77	0	-68	+232	+165	+97	+131	+83	+63	+43	+31	+18	0	-17	-45	-64	-84	+60	+40	+20	+8	-10	-27	-55
	0	+230	+135	0	-77	-155	-223	+135	+68	0	+68	+20	0	-20	-31	-45	-63	-80	-108	-137	+20	0	-20	-32	-50	-67	-95	

ISO - Toleransi untuk POROS (dalam μm)

Ukuran nominal	h 11	d 10	h 9	d 9	h 8	f 8	h 7	g 6	h 6	j 6	js 6	k 6	m 6	n 6	p 6	r 6	s 6	g 5	h 5	j 5	js 5	k 5	m 5	n 5	p 5	
<= 3	0	-20	0	-20	0	-6	0	-2	0	+4	+3	+6	+8	+10	+12	+16	+20	-2	0	+2	+2	+4	+6	+8	+10	
	-60	-60	-40	-45	-25	-20	-14	-10	-8	-2	-3	0	+2	+4	+6	+20	+14	-6	-4	-2	-2	0	+2	+4	+6	
> 3-8	0	-30	0	-30	0	-10	0	-4	0	+6	+4	+9	+12	+16	+20	+23	+27	-4	0	+3	+2.5	+6	+9	+13	+17	
	-75	-78	-48	-60	-30	-28	-18	-12	-9	-2	-4	+1	=4	+8	+12	+15	+19	-9	-5	-2	-2.4	+1	+4	+8	+12	
> 8-10	0	-40	0	-40	0	-25	-13	0	-5	0	+7	+5	+10	+15	+19	+24	+28	+32	-5	0	+4	+3	+7	+12	+16	+21
	-90	-98	-58	-76	-36	-47	-35	-14	-9	-2	-4.5	+1	+8	+10	+15	+19	=23	-11	-6	-2	-3	+1	+6	+10	+15	
> 10-18	0	-50	0	-50	0	-32	-16	0	-6	0	+8	+5.5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-6	0	+5	+4	+9	+15	+20	+26
	-110	-120	-70	-93	-43	-59	-43	-17	-11	-3	-5.5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	+28	-14	-8	-3	-4	+1	+7	+12	+18
> 18-30	0	-65	0	-65	0	-40	-20	0	-7	0	+9	+6.5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-7	0	+6	+4.5	+11	+17	+24	+31
	-130	-149	-84	-117	-52	-73	-53	-21	-13	-4	-6.5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+35	-16	-9	-4	-4.5	+2	+8	+15	+22
> 30-50	0	-80	0	-80	0	-50	-25	0	-9	0	+11	+8	+18	+25	+33	+42	+50	+59	-9	0	+6	+5.5	+13	+20	+28	+37
	-160	-180	-100	-142	-62	-89	-64	-25	-15	-5	-8	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+43	-20	-11	-5	-5.5	+2	+9	+17	+26
> 50-65	0	-100	0	-100	0	-60	-30	0	-10	0	+12	+9.5	+21	+30	+39	+51	72 80	72 80	-10	0	+6	+6.5	+15	+24	+33	+45
	-190	-220	-120	-174	-74	-106	-76	-30	-19	-7	-9.5	+2	+11	+20	+32	80 88	80 88	-23	-13	-7	-6.5	+2	+11	+20	+32	
> 80-100	0	-120	0	-120	0	-72	-36	0	-12	0	+13	+11	+25	+35	+45	+59	72 80	72 80	-12	0	+6	+7.5	+18	+28	+38	+52
> 100-120	-220	-260	-140	-207	-87	-126	-90	-34	-22	-9	-11	+3	+13	+23	+37	72 80	72 80	-27	-15	-9	-7.5	+3	+13	+23	+37	
> 120-180	0	-145	0	-145	0	-85	-43	0	-14	0	+14	+12.5	+28	+40	+52	+68	72 80	-14	0	+7	+9	+21	+33	+45	+61	
	-250	-305	-160	-245	-100	-148	-106	-40	-25	-11	-12.5	+3	+15	+27	=43	72 80	72 80	-32	-18	-11	-9	+3	+15	+27	+43	
> 180-250	0	-170	0	-170	0	-100	-50	0	-15	0	+16	+14.5	+33	+46	+60	+79	72 80	-15	0	+7	+10	+24	+37	+51	+70	
	-290	-355	-185	-285	-115	-172	-122	-44	-29	-13	-14.5	+4	+17	+31	+50	72 80	72 80	-35	-20	-13	-10	+4	+17	+31	+50	
> 250-315	0	-190	0	-190	0	-110	-56	0	-17	0	+16	+16	+36	+52	+66	+88	72 80	-17	0	+7	+11.5	+27	+43	+57	+79	
	-320	-400	-210	-320	-130	-191	-137	-52	-32	-16	-16	+4	+20	+34	+56	72 80	72 80	-40	-23	-16	-11.5	+4	+20	+34	+56	
> 315-400	0	-210	0	-210	0	-125	-62	0	-18	0	+18	+18	+40	+57	+73	+98	72 80	-18	0	+7	+12.5	+29	+46	+62	+87	
	-360	-440	-230	-350	-140	-214	-151	-57	-36	-18	-18	+4	+21	+37	+62	72 80	72 80	-43	-25	-18	-12.5	+4	+21	+37	+62	
> 400-500	0	-230	0	-230	0	-135	-68	0	-20	0	+20	+20	+45	+63	+80	+108	72 80	-20	0	+7	+13.5	+32	+50	+67	+95	
	-400	-480	-250	-385	-155	-232	-165	-63	-40	-20	-20	+5	+23	+40	+68	72 80	72 80	-47	-27	-20	-13.5	+5	+23	+40	+68	

BAHAN / MATERIAL	Cutting Speed (Vc) in minutes		Feed per tooth (mm)						
	HSS	CARBIDE	Plan Mill Cutter	Steel End Mill	Slot Mill Cutter	End Mill Cutter	Angle Mill Cutter	Face Mill Cutter HSS	Face Mill Cutter / Carbide
Mild Steel; S1 37; Ck 10; Ck 25; Ck 22; VF 20	20 - 25	80 - 120	0.20	0.10 - 0.20	0.05 - 0.08	0.02 - 0.10	0.03 - 0.05	0.10 - 0.30	0.10 - 0.30
S1 60; Ck 45	18 - 21	70 - 200	0.15	0.10 - 0.15	0.04 - 0.07	0.01 - 0.08	0.03 - 0.04	0.08 - 0.25	0.10 - 0.30
S1 70; Ck 60	14 - 17	60 - 90	0.10	0.07 - 0.10	0.04 - 0.06	0.01 - 0.06	0.02 - 0.03	0.08 - 0.20	0.10 - 0.25
Stainless Steel	11 - 15	50 - 70	0.15	0.05 - 0.08	0.03 - 0.05	0.01 - 0.04	0.01	0.05 - 0.13	0.10 - 0.25
Cast Steel	10 - 18	60 - 75	0.15	0.10 - 0.16	0.04 - 0.06	0.01 - 0.04	0.04 - 0.06	0.05 - 0.25	0.10 - 0.50
Cast Iron	14 - 20	45 - 60	0.20	0.12 - 0.16	0.04 - 0.06	0.01 - 0.06	0.03 - 0.05	0.10 - 0.40	0.10 - 0.50
Malleable Cast Iron	10 - 20	45 - 60	0.20	0.15 - 0.20	0.05 - 0.07	0.01 - 0.07	0.04 - 0.06	0.10 - 0.30	0.10 - 0.50
Bronze	40 - 50	60 - 100	0.15	0.10 - 0.15	0.05 - 0.08	0.01 - 0.06	0.03 - 0.04	0.15 - 0.30	0.10 - 0.50
Kuningan (Brass)	30 - 60	100 - 120	0.20	0.10 - 0.20	0.05 - 0.08	0.01 - 0.06	0.04 - 0.05	0.10 - 0.22	0.10 - 0.50
Logam Ringan	60 - 200	400 - 800	0.10	0.06 - 0.10	0.04 - 0.08	0.02 - 0.09	0.02 - 0.04	0.08 - 0.20	0.10 - 0.40
$V_c \times 1000$ $Rpm = \frac{\pi \times dia.cutter}{n}$ $\left[\frac{mm}{minutes} \right] \left[\frac{mm}{rev} \right]$			$Feeding 'S' = \frac{Rpm \times Feed \text{ per tooth} \times Number of teeth}{}$						

Referensi :
 • Polman - ITB, Standard
 • Manufacturing Process ed 7th edition

TABEL VC REAMER

Mengatur kecepatan potong dan pemakanan

Kecepatan potong untuk peluasan kurang dari setengah kecepatan potong untuk pengeboran.

Tabel ini menunjukkan secara praktis untuk peluas H.S.S.

Juga oli pemotongan yang cocok harus digunakan.

Pemakanannya lebih cepat dari pada pengeboran. Ukuran dari lubang dapat dipengaruhi juga oleh besarnya kecepatan potong, pemakanan dan oli pemotongan. Pemakanan (S) didalam tabel ditunjukkan dalam mm per revolution [mm rpm⁻¹].

Bahan	Kec. potong V [m min ⁻¹]	Pemakanan utk Ø yg berbeda						Oli pemotongan
		5	10	15	20	25	30	
Baja < 70 [Kg mm ⁻²]	8 - 12	0, 1	0,15	0, 2	0,25	0,25	0, 3	Drilling emulsion
Baja 70 ÷ 90 [Kg mm ⁻²]	6 - 8	0, 1	0,15	0, 2	0,25	0,25	0, 3	Cutting oil
Besi tuang	4 - 7	0,12	0,17	0, 2	0,25	0,25	0, 3	Dry
Kuningan	16 - 22	0, 2	0,35	0, 4	0,45	0,45	0, 5	Mineral oil
Perunggu	8 - 16	0,15	0, 2	0,25	0, 3	0, 3	0,35	Drilling emulsion
Aluminium campuran	25 - 43	0,15	0,25	0, 3	0, 3	0,35	0,35	Petroleum
Plastik	4 - 10	0, 2	0, 3	0,35	0, 4	0,45	0,45	Dry

- Atur kecepatan potong dan pemakanan
- Putar spindel mesin dan masukkan peluas ke lubangnya (harus teratur)
- Oli pemotongan
- Setelah peluasan, hentikan mesin dan periksa ukurannya.

TABEL VC BUBUT

POLITEKNIK MEKANIK
SWISS - ITB

TEKNIK BENGKEL 3

9 - 83

Kecepatan Potong Pembubutan

Material	Tensile strgth.	Tool steel			HSS			Carbide	
Steel and Steel Castings	Kg/mm ²								
St. 34	34- 42	20	30	6-10	22	42	12-16	150-250	250-350
St. 42	42- 50	20	30	6-10	22	42	12-16	150-250	250-350
St. 50	50- 60	11	17	5- 8	16	26	10-12	120-200	200-280
St. 60	60- 70	9	11	5- 8	14	21	10-12	100-160	160-240
St. 70	70- 85	9	11	4- 6	14	20	8-10	80-140	140-200
St. 85	85-100	9	11	2- 4	14	20	5- 8	60-110	110-170
Cast steel	30- 50	9	14		13	20		80-120	120-140
Cr - Ni, Cr - Mo	Up to 60	8	10		10	15		30- 60	60-80
and other steel	70- 85	6	7		10	14		80-140	140-200
alloys	85-100	6	7		10	14		60-110	110-170
	100-140	6	7		10	14		25- 50	50- 80
	140-180	5	6		8	12		15- 40	40-60
Tool - Steel	150-180	10	12	2- 4	15	18	4- 8	60- 90	90-130
Manganese - hard steel								10- 35	35- 50
Cast iron	Up to 180	8	14	3- 6	18	20	4- 8	60- 90	90-130
	180-250	8	14		18	20		40- 70	70-100
	250-400	6	10		12	15		30- 50	50- 70
Malleable cast iron		10	18		16	25		50- 70	70-100
Chilled cast iron								5- 10	10- 20
Copper		25-30	30-40		30-40	60- 70		300-350	350-500
Copper Alloys									
Brass castings		30	40		40	70		300-450	450-600
Bronze castings		15	18		20	45		150-250	250-350
Brass					30-170	170-300			
Bronze									
Light Metals									
Aluminium					225	500	15-25	Upto 1000	To 1500
Silicon alloys					60	110	18-25	100-200	150-300
Magnesium alloys					300	700	10-20	Upto 1000	To 2000
Cured Aluminium alloys								200-300	300-400
Tough Aluminium alloys								150-250	250-350
Non Metals									
Laminated paper and hard rubber					30	50	30-50	100-250	200-300
Wood									
Insulating mass, bakelite					20	30		50-150	150-300
Glass								40- 60	60-100
Porcelain								6- 15	15- 30
Medium hard stones								30- 40	45- 50

Kecepatan potong (dalam m.min⁻¹)

= Pengasaran

$$v = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} \text{ [m.min}^{-1}\text{]}$$

= Penyelesaian

$$d = \frac{v \cdot 1000}{n \cdot \pi} \text{ mm}$$

th = Penguliran

$$n = \frac{v \cdot 1000}{d \cdot \pi} \text{ [rpm]}$$

Cutting speed v —Feed s —Coolants								
	v —Cutting speed: Peripheral speed in m/min. [The speed depends on the material which is to be processed as well as the type of drill to be used; it further depends on the rate of feed and the depth of the hole to be drilled.] s —Feed. Cutting speed and feed values are taken on the basis of a tool life for drilling a depth of 2000 mm, assuming that the depth to be drilled in one single hole is approximately twice the diameter.							
	Material	Cutting speed using tool steel drills	Feed s (mm/rev)					
			Cutting speed v in m/min with low-alloy high speed steel					
			Diameter of drill					
			5 ϕ	10 ϕ	15 ϕ	20 ϕ	25 ϕ	30 ϕ
			35 ϕ					
Steel upto 40 kgf/mm ²	... 20		0.1	0.18	0.25	0.28	0.31	0.34
			0.36					
Up to 60 kgf/mm ²	... 14		15	18	22	26	29	32
			35					
Up to 80 kgf/mm ²	... 10		13	16	20	23	26	28
			29					
Up to 100 kgf/mm ²	—		0.07	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23
			0.25					
Up to 100 kgf/mm ²	—		12	14	16	18	21	23
			24					
Up to 100 kgf/mm ²	—		8	10	13	15	17	18
			19					
Beyond 100 kgf/mm ²	—		0.015...0.17 mm/rev			6...12 m/min		
Grey cast iron Up to 18 kgf/mm ²	... 14		0.15	0.24	0.3	0.32	0.35	0.38
			0.4					
Up to 22 kgf/mm ²	... 10		24	28	32	34	37	39
			40					
Up to 22 kgf/mm ²	... 10		16	18	21	24	26	27
			28					
Grey cast iron Up to 30 kgf/mm ²	... 8		0.1	0.16	0.2	0.24	0.28	0.3
			0.3					
Up to 30 kgf/mm ²	... 8		12	14	16	18	20	21
			22					
Brass Up to 40 kgf/mm ²	... 40		0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32
			0.36					
Up to 40 kgf/mm ²	... 40		60...70 m/min					
Up to 60 kgf/mm ²	... 25		0.07	0.12	0.18	0.24	0.25	0.28
			0.32					
Up to 60 kgf/mm ²	... 25		40...60 m/min					
Bronze Up to 30 kgf/mm ²	... 15		0.1	0.15	0.22	0.27	0.3	0.32
			0.36					
Up to 30 kgf/mm ²	... 15		30...40 m/min					
Up to 70 kgf/mm ²	... 12		0.05	0.08	0.12	0.18	0.2	0.22
			0.26					
Up to 70 kgf/mm ²	... 12		25...35 m/min					
Aluminium (pure)	... 50		0.05	0.12	0.2	0.3	0.35	0.4
			0.46					
Aluminium (pure)	... 50		80...120 m/min					
Aluminium alloys	... 40		0.12	0.2	0.3	0.4	0.46	0.5
			0.6					
Aluminium alloys	... 40		100...150 m/min					
Magnesium alloys	... 80		0.15	0.2	0.3	0.38	0.4	0.45
			0.5					
Magnesium alloys	... 80		200...250 m/min					
Moulded plastics			0.04	0.05	0.07	0.1	0.12	0.15
			0.17					
Pressed materials	... 15		35...45 m/min					
Pressed materials	... 15							

2/3 lard oil
1/3 kerosene

Dry or special oil

2/3 lard oil
1/3 kerosene

2/3 lard oil
1/3 kerosene

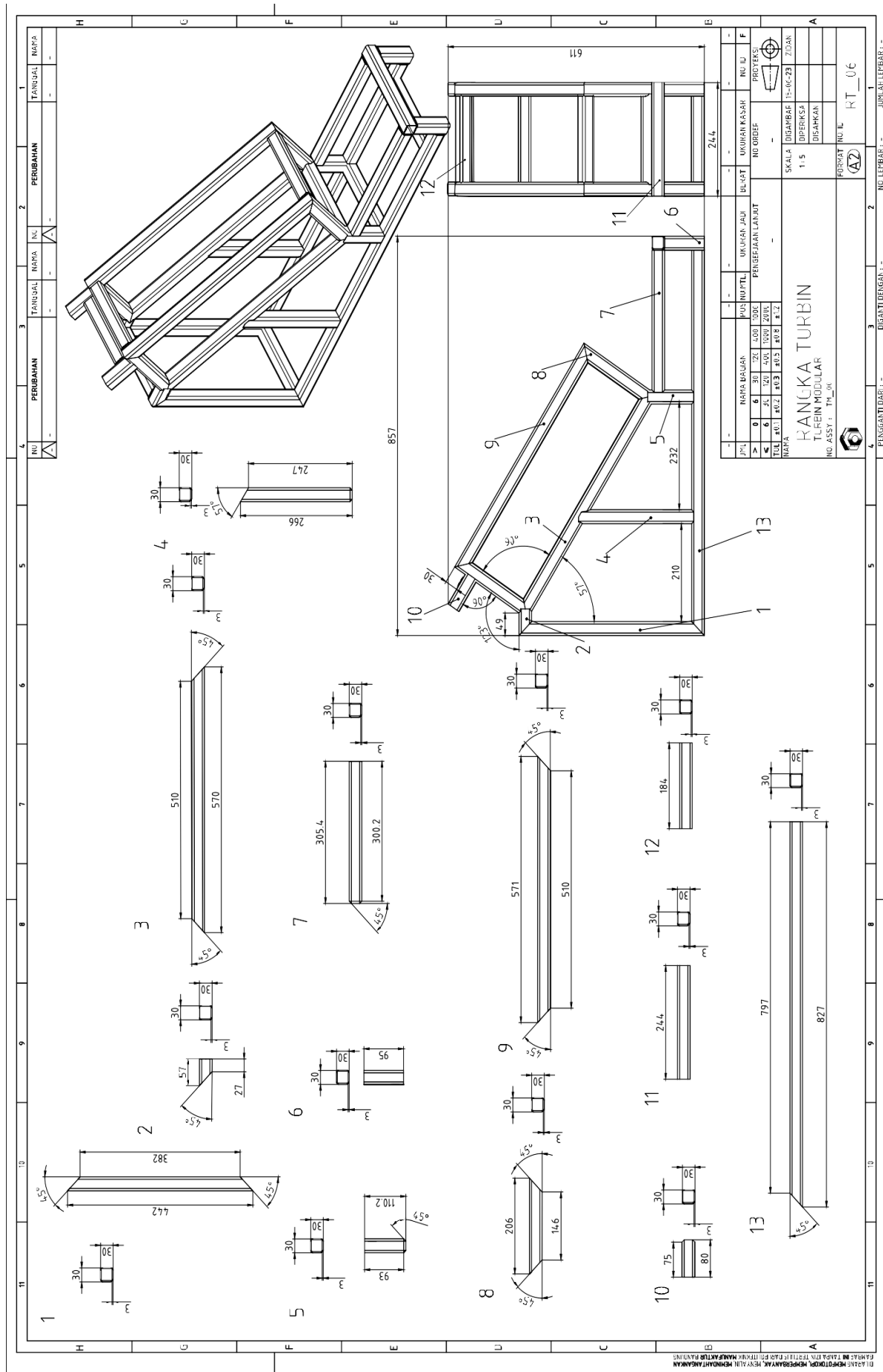
Dry or plenty soluble oil

Sulphurized and chlorinated oil

Cooling and lubricating agents

LAMPIRAN G

Gambar Teknik Rangka Turbin

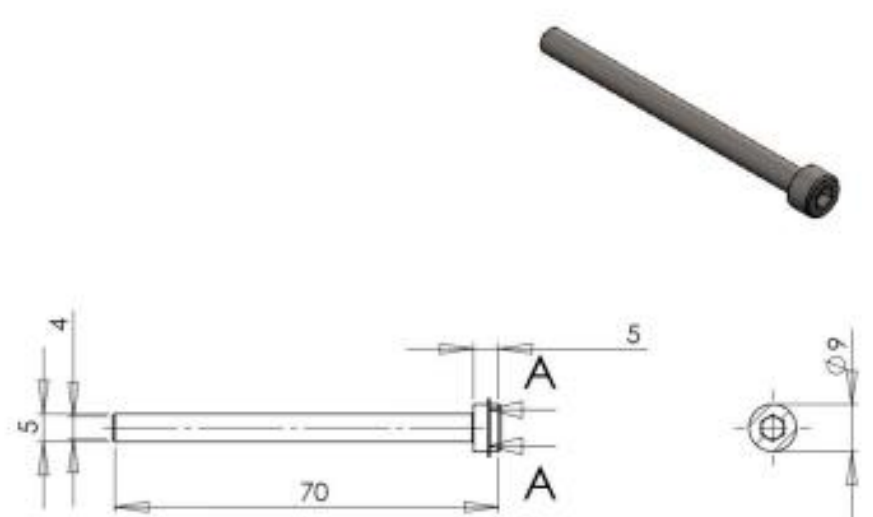


DILARANG MEMFOTOKOP, MEMERBAKANYA, MENYALIN, MEMINDAHKAN
GAMBAR INI TANPA IZIN TERLEBIH DARI TEKNIK MANUFAKTUR RANJING

LAMPIRAN H

Gambar Teknik Poros Turbin Screw

5		4		3		2		1	
NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN
△	-	-		△					



SECTION A-A
SCALE 1 : 1

-		-		M4 X 65		-		-	
JML	NAMA BAGIAN	POS	NO. MTL	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F	
0	8	30	120	400	1000	PENGKERJAAN LANJUT	NO ORDER	PROYEKSI	
8	30	120	400	1000	2000				
TOL ±0.1		±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2			
NAMA						SKALA	DIGAMBAR	Ajeng	
Pengikat antar poros						1:4	DIPERIKSA		
							DISAHKAN		
						FORMAT		NO. ID	

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

POLITEKNIK MEKANIKA SWISS - I T B

JL. P. KANAYAKAH, DAGO (JL. R. W. JAHSA) TROJOL POS 651 BANDUNG 40132 INDONESIA

TEL. (022) 2502241 FAX. (022) 2502249 E-MAIL: polman@meko.net.id

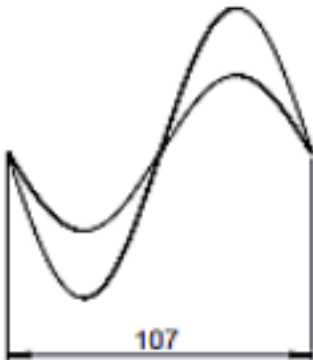
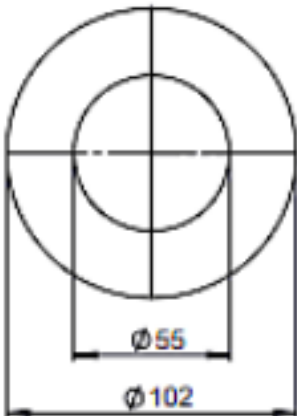
PENGANTI DARI :	DIGANTI DENGAN :	NO. LEMBAR:	JUMLAH LEMBAR:
-----------------	------------------	-------------	----------------

DILARANG MEMFOTOKOP, MENYERIKAYAK, MENJUALI, MEMBIADATANGKAN, GAMBAR INI TANPA IZIN TERTULIS DARI POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA	NO	PERUBAHAN	TANGGAL	NAMA
△	-	-		△			

E
7
N8
3D Printing
E

Tol Sedang

7	Sudu Screw Turbin	Catridge	107 X DIM 102	-	-	-
---	-------------------	----------	---------------	---	---	---

JML	NAMA BAGIAN						POS NO. MTL	UKURAN JADI	BERAT	UKURAN KASAR	NO. ID	F
>	0	6	30	120	400	1000	PENERJAAN LANJUT 3D Printing		NO ORDER	PROYEKSI		
≤	6	30	120	400	1000	2000						
TOL	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2						

Sudu Screw Turbin

NO. ASSY. : -

SKALA 1:4	DIGAMBAR	Ajeng	-
	DIPERIKSA		
	DISAHKAN		



POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
[POLITEKNIK MEKANIKA SWISS - IT B]
KAMPUS KARAWANG RUMAH GADAI (UL. RT. H. JUANDA) TRONOL POLISI BANDUNG 40138 INDONESIA
Telp. (022) 260241 Faks. (022) 260241 Email : info@pmf-bandung.ac.id

FORMAT	NO. ID
(A4)	-

PENGGANTI DARI :	DIGANTI DENGAN :	NO. LEMBAR :	JUMLAH LEMBAR :