

# **RANCANG BANGUN ALAT GERINDA SILINDRIS PERMUKAAN LUAR UNTUK DIPASANGKAN PADA MESIN BUBUT KONVENSIONAL**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**



**Oleh :**

**DEDY PRASTIAWAN**  
**NIM. I1407503**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2010**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini industri memegang peranan penting dalam kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, berdampak pada kemajuan industri manufaktur. Banyak perusahaan berusaha untuk menekan biaya produksi dan mempercepat proses produksi tanpa mengurangi kualitas dari produk yang dihasilkan, sehingga dapat meningkatkan keuntungan yang diperoleh perusahaan. Cara untuk mempercepat proses produksi antara lain dengan meminimalkan waktu setting benda kerja pada saat proses permesinan.

Banyak industri manufaktur yang sedang berkembang menerapkan system *Job Shop* pada sistem produksinya, sehingga terdapat pemborosan diantaranya terdapat waktu tunggu produk dan transportasi karena produk harus dikirim dari mesin bubut konvensional ke mesin gerinda. Selain itu adanya waktu setting yang lama yang harus dilakukan sebelum proses penggerindaan. Ditambah banyak perusahaan yang tidak memiliki mesin *cylindrical grinding* sendiri, sehingga sebagian besar produk diorderkan ke perusahaan lain. Mesin *cylindrical grinding* juga dapat di gunakan untuk proses finising benda kerja yang telah di bubut. Produk yang memerlukan proses *cylindrical grinding* antara lain *pin ejector* pada *mold, bearing, poros, crankshaft*.

Pada saat ini masih sedikit sekali buku-buku ataupun jurnal yang membahas tentang penggerindaan silindris. Dari dasar tersebut maka penulis mengangkat permasalahan itu untuk dijadikan sebagai bahan penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini.

### 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah dari tugas akhir ini adalah bagaimana merancang dan membuat alat gerinda silindris permukaan luar?

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar perancangan dan pembuatan mesin gerinda silindris untuk dipasangkan pada mesin bubut konvensional dapat sesuai dengan tujuan, maka diberikan batasan sebagai berikut:

1. Alat gerinda silindris di pasangkan pada mesin bubut konvensional.
2. Pengujian dilakukan sampai didapatkan permukaan luar benda kerja N6.
3. Benda kerja terlebih dahulu dilakukan proses pembubutan.
4. Diameter benda kerja 8 mm sampai dengan 50 mm.

### **1.4 Tujuan**

Sesuai dengan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, sehingga dapat dikemukakan tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat gerinda silindris permukaan luar.
2. Membuat alat gerinda silindris permukaan luar.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari perancangan dan pembuatan mesin gerinda silindris untuk dipasangkan pada mesin bubut konvensional adalah sebagai berikut ini :

1. Mampu meningkatkan produktifitas dan efisiensi dalam proses penggerindaan, sehingga dapat meningkatkan keuntungan perusahaan.
2. Menurunkan biaya produksi untuk pengadaan mesin *universal grinding*. Karena dengan menggunakan mesin bubut konvensional yang disertai penambahan alat gerinda silindris permukaan luar sudah dapat melakukan proses penggerindaan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bab I adalah pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, serta sistematika penulisan dari tugas akhir ini.

- b. Bab II adalah landasan teori berisi tentang tinjauan pustaka dan dasar teori dalam merancang.
- c. Bab III adalah perancangan alat yang menjelaskan proses-proses yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan produk. Dimulai dari perancangan konsep, pemberian bentuk rancangan, sampai dengan rancangan detail, pembuatan alat, dan cara pengoperasian.
- d. Bab IV adalah pengujian alat dan analisa.
- e. Bab V adalah penutup yang berisi tentang kesimpulan yang diambil dari seluruh pelaksanaan perancangan dan pembuatan beserta saran-saran untuk pengembangan perancangan selanjutnya.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Yusup, dkk. (2009) membahas mengenai kekasaran permukaan pada proses pemesinan gerinda, dengan memvariasikan kecepatan pemakanan, kekerasan benda kerja, dan grit batu gerinda. Untuk mengetahui hubungan ketiga faktor tersebut maka dilakukan percobaan, hasil yang diperoleh kemudian dianalisa secara statistik dengan menggunakan regresi linier. Hasil dari analisa diperoleh suatu persamaan yang menunjukkan adanya hubungan dari ketiga faktor tersebut terhadap kekasaran permukaan. Semakin besar harga kekerasan benda kerja dan kecepatan pemakanan, maka permukaan benda kerja yang dihasilkan semakin kasar, sedangkan semakin besar harga grit batu gerinda, maka permukaan benda kerja yang dihasilkan semakin halus.

Bianchia, dkk. (2001) melakukan penelitian tentang kinerja dua batu gerinda yang berbeda (konvensional dan CBN). Tiga kondisi pemotongan yang diuji: kasar, *semi-finishing* dan *finishing*. Sebagai parameter evaluasi, gaya pemotongan, kekasaran dan keausan batu gerinda. Batu gerinda CBN menunjukkan nilai G rasio terbaik. Meskipun, nilai G rasio diamati untuk batu gerinda CBN lebih rendah daripada yang diharapkan karena proses dressing tidak efektif diterapkan untuk CBN. Dalam kondisi diuji, dalam hal gaya pemotongan dan kekasaran, batu gerinda konvensional adalah pilihan terbaik. Untuk meningkatkan kualitas permukaan maka proses dressing sangat di perlukan.

Comley, dkk. (2006) melakukan penelitian tentang penerapan efisiensi tinggi dalam penggerindaan untuk menggerinda silinder yang ditunjukkan pada pemodelan termal, digunakan untuk mengoptimalkan siklus penggerindaan untuk komponen otomotif dan besi tuang. Manfaat yang berhubungan dengan kecepatan kerja yang tinggi dicapai pada penggerindaan silindris dan kedua pemodelan termal dan pengukuran eksperimental telah menyimpulkan bahwa suhu benda kerja yang rendah, memungkinkan *material removal rate* mencapai 2000 mm<sup>3</sup>/mm.s.

Murat, dkk. (2010) melakukan studi tentang kualitas permukaan pada proses penggerindaan silindris permukaan luar dengan menggunakan cairan pendingin dan tanpa cairan pendingin. Dari hasil penelitian, bahwa penggerindaan kering menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik pada penggerindaan permukaan luar baja AISI 1040. Parameter gerinda dipilih seperti kedalaman pemakanan, feeding dan kecepatan batu gerinda menunjukkan faktor yang lebih penting terhadap kekasaran permukaan. Penelitian ini juga menguji tingkat *material removal rate* (MRR) untuk proses penggerindaan kering dan basah.

## **2.2 Proses Penggerindaan**

Bekerja dengan mesin gerinda prinsipnya sama dengan proses pemotongan benda kerja. Pisau atau alat potong gerinda adalah ribuan keping berbentuk pasir gerinda yang melekat menjadi keping roda gerinda. Proses penggerindaan dilakukan oleh keping roda gerinda yang berputar menggesek permukaan benda kerja. (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004)

## **2.3 Tipe Mesin Gerinda**

Macam tipe mesin gerinda yang ada dalam industri manufaktur antara lain :

- Mesin gerinda rata/ mesin gerinda permukaan (*surface grinding machine*).
- Mesin gerinda silindris (*cylindrical grinding machine*).
- Mesin gerinda untuk pengasahan alat potong (*cutting tools grinding machine*).
- Mesin gerinda untuk penggerindaan khusus (*special grinding machine*).

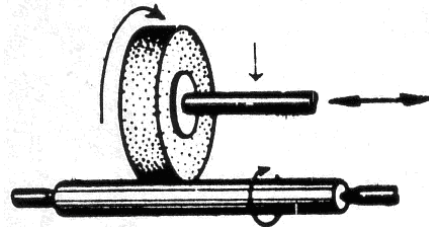
### **2.3.1 Mesin gerinda silindris**

Ada beragam macam tipe mesin gerinda silindris, yaitu:

- *External cylindrical grinding machine*.

Cocok untuk penggerindaan poros (*shaft*) yang silindris/ konis. Gerakan penggerindaan dapat memanjang (*longitudinal*) atau melintang (*plunge*). Bentuk-bentuk khusus pada poros/ shaft dapat digerinda dengan menggunakan roda gerinda profil. Gerakan meja diatur oleh hidrolis, yang dapat diatur panjang pendek langkahnya. Untuk benda kerja yang konus, meja mesin diputar sebesar

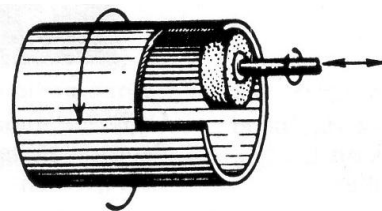
setengah sudut konus. Kepala spindle (*spindel head*) dengan motor penggerak dan penyangga (*tailstock*) jaraknya dapat diatur menyesuaikan dengan panjang pendeknya benda kerja yang akan digerinda. Kedalaman penggerindaan dilakukan dengan memajukan roda gerinda.



Gambar 2.1. Gerinda silinder luar.

- *Internal cylindrical grinding machine.*

Lubang-lubang yang silindris dan konus dikerjakan pada mesin ini. Pada dasarnya gerakan-gerakan pada internal grinding sama dengan eksternal grinding. Putaran roda gerinda pada proses ini relatif lebih cepat karena diameter roda gerinda yang digunakan kecil.



Gambar2.2. Gerinda silinder dalam.

- *Universal cylindrical grinding machine.*

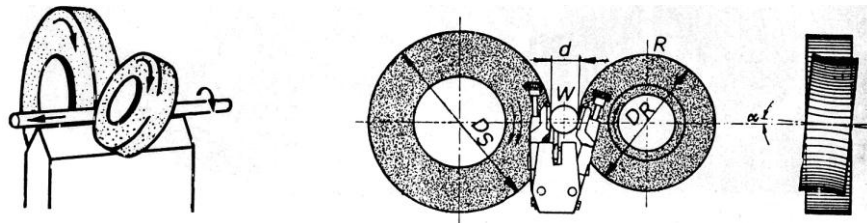
Adalah mesin gerinda silindris yang dapat melayani penggerindaan luar dan dalam sekaligus. Karena kondisi yang khusus ini, maka pada mesin ini dilengkapi dengan spindel yang dapat diatur.



Gambar 2.3. GU 32100P Universal Cylindrical Grinding Machine.

- *Centreless cylindrical grinding machine.*

Adalah mesin gerinda silindris luar, dimana benda kerja yang digerinda tidak dicekam secara khusus. Benda kerja dimasukkan atau digerakkan pada batang dukungan antara roda gerinda dan roda pengatur. Putaran yang pelan dan desakan yang ringan dari roda pengatur menyebabkan gerakan maju dan berputar pada benda kerja. Penggerindaan dilakukan dalam beberapa kali lintasan, sampai ukuran yang diinginkan tercapai.



Gambar 2.4. *Centreless cylindrical grinding machine.*

## 2.4 Pendingin

Pendingin berbentuk cairan dalam penggerindaan mempunyai dua tujuan yaitu:

- Pendingin untuk menghilangkan atau meredam panas akibat gesekan gerinda dan benda kerja. Panas yang ditimbulkan dapat memuaikan permukaan benda bahkan memecahkan dalam bentuk guratan halus pada permukaan benda kerja.
- Pendingin untuk menghilangkan kotoran atau serbuk hasil penggerindaan (*chip*). Kotoran yang menempel dapat mengganggu ketajaman roda gerinda yang selanjutnya mempengaruhi hasil penggerindaan.

## 2.5 Batu Gerinda

Sampai saat ini belum ditemukan jenis batu gerinda ideal yang berarti dapat digunakan untuk berbagai kondisi proses penggerindaan. Batu gerinda yang ada dipasaran terdiri dari berbagai jenis, masing-masing dengan karakteristik tertentu yang hanya sesuai dengan beberapa kondisi penggerindaan saja. Sebelum menentukan variabel dari proses penggerindaan (kecepatan putar, gerakan meja, dan sebagainya), sangat logis jika jenis batu gerinda yang ditentukan terlebih dahulu, sehingga kondisi penggerindaan optimum dapat dicapai terlebih dahulu.



Batu gerinda dibuat dari campuran serbuk abrasif dengan bahan pengikat yang kemudian dibentuk menjadi bentuk tertentu (silindris, roda, cakram, piringan, kronis, mangkuk, dan sebagainya).

Parameter utama dari batu gerinda adalah :

- Bahan serbuk/ *abrasive*.
- Ukuran serbuk (*grain/grit size*).
- Kekuatan ikatan atau kekerasan.
- Struktur.
- Bahan pengikat (*bond*).

### 2.5.1 Bahan serbuk

Serbuk abrasive adalah bagian aktif yang merupakan mata potong yang tersebar diseluruh permukaan batu gerinda. Terdapat 4 jenis serbuk yang umum digunakan sebagai bahan batu gerinda, yaitu *aluminium oxide*, *silicon carbide*, *boron carbide / nitride*, dan *diamond*.

a. *Aluminium Oxide* ( $Al_2O_3$ ).

Merupakan abrasive sintesis yang dibuat dengan cara memanaskan atau membakar tanah liat (lempung) yang dikenal sebagai bauksit, yang terdiri dari *aluminium hydroxides* (campuran aluminium, oksigen, dan air). Proses pembakaran ini untuk menghilangkan air yang ada di dalamnya. Kemudian di campur dengan serbuk kokas dan besi dalam dapur listrik yang mempunyai beberapa elektroda karbon. Campuran ini dilewatkan atau di putar pada elektroda karbon tadi. Setelah di panaskan selama 24 jam, kristal-kristal yang terbentuk kemudian didinginkan selama 36 jam. Kristal-kristal itu kemudian di hancurkan, dibersihkan, disaring, dan dipisahkan dari partikel-partikel besi. Aluminium oxide putih dibuat dengan cara yang sama, tetapi material awalnya alumina murni tanpa ditambah kokas dan besi. Aluminium oxide biasanya digunakan untuk roda gerinda yang keras, ulet, dan mampu menahan tegangan yang terus menerus.

b. *Silicon Carbide* (SiC).

Abrasive yang diproduksi dengan cara memasukkan campuran pasir kaca murni, kokas tanah, serbuk kayu, dan garam dalam dapur listrik yang besar. Silicon pasir kemudian dimasukkan dalam campuran tadi pada suhu 2200°C

dengan kokas karbon untuk membentuk silicon carbide. Setelah 36 jam dalam dapur terbentuklah kristal-kristal silicon carbide. Kristal-kristal ini kemudian dihancurkan, dicuci dengan larutan asam dan alkali, disaring untuk mendapatkan ukuran butiran yang diinginkan dan dilewatkan pada bagian yang bermagnet untuk memisahkan partikel-partikel besi dari kristal-kristal tersebut. Butiran-butiran ini yang digunakan untuk membentuk roda gerinda. Silicon carbide berwarna hitam, tetapi yang banyak digunakan berwarna hijau terang. Sifatnya getas sehingga mudah melepaskan butirannya dan memunculkan sisi potong yang baru.

c. *Boron Carbide* (Cubic Boron Nitride B<sub>4</sub>C).

Karbida/Nitridia Boron (CBN, Cubic Boron Nitride) merupakan jenis serbuk abrasif buatan manusia (tidak ditemukan di alam) dengan kekerasan dibawah kekerasan intan atau sekitar dua kali kekerasan aluminium oxide dan tahan sampai temperatur 1400°C (intan mulai terbakar pada 700°C). CBN dibuat dengan memanfaatkan temperatur dan tekanan tinggi seperti halnya dalam pembuatan intan tiruan. Graphit-putih (hexagonal boron nitride) sebagai vahan dasar pada temperatur dan tekanan tinggi yang terkontrol akan berubah menjadi kristal yang berbentuk kubus. CBN tidak bereaksi terhadap besi sehingga dapat digunakan untuk menggerinda berbagai jenis baja (terutama baja perkakas, tool steels) dengan ekonomis. Sementara itu, karena serbuk intan dapat bereaksi dengan besi maka dalam hal ini perlu pelapisan metal.

d. *Diamond*.

Adalah zat mineral yang paling keras. Merupakan suatu alat potong yang mempunyai kekerasan dan kualitas yang tinggi. Bila dipilih dengan tepat aplikasinya dapat menggerinda lebih ekonomis dan optimal.

### **2.5.2 Ukuran serbuk abrasive**

Serbuk abrasive dibuat dalam beberapa ukuran, mereka diklasifikasikan menurut kelas dengan interval tertentu dan masing-masing diberi kode yang menyatakan ukuran butir-nya.

Berikut contoh *ukuran butir* ( Taufiq Rochim, 1993 ):

Tabel 2.1 Harga pendekatan bagi *grain size* yang diturunkan dari *grit size*.

Grit size	Grain size	Ukuran serbuk	Klasifikasi serbuk	Grit size	Grain size	Ukuran serbuk	Klasifikasi serbuk
8	500	4620	Sangat kasar	90	25	216	Halus
10	400	3460		100	20	173	
12	315	2550		120	16	142	
14	250	2100		150	12	122	
16	200	1660		180	10	86	
20	160	1340	Kasar	220	8	66	Sangat halus
24	125	1035		240	6	63	
30	100	930		280	5	44	
36	80	710					
46	63	508	Medium	320	F40	32	Super halus
54	50	430		400	F28	23	
60	40	406		500	F20	16	
70	40	328		600	F10	8	
80	32	266		900	F7	6	

Menurut standar ISO (525-1976 E) ukuran serbuk di kodekan dengan angka yang kurang lebih menunjukkan 1/10 ukuran serbuk sebenarnya dalam mikron (tabel 2.1 *grain size*). kode ini biasanya dipakai oleh negara-negara Eropa, sedangkan di Amerika digunakan kode angka yang menyatakan ukuran saringan (*grit size*). Menurut kode *grit size* maka angka yang besar menunjukkan bahwa ukuran serbuknya kecil (kebalikan dengan *grain size*). *Grit size* menyatakan jumlah saringan per inci. Sebagai contoh, *grit size 30*, adalah ukuran serbuk yang dapat masuk melalui saringan dengan jumlah lubang 27 buah sepanjang 1 inci dan akan tertahan oleh saringan berikutnya dengan jumlah lubang 33 buah sepanjang 1 inci.

### 2.5.3 Kekuatan ikatan (*Bond hardness*)

Keras atau tidaknya butiran abrasive terlepas, sehingga hal ini sangat berkaitan dengan kemampuan perekat dalam mengikat butiran abrasive. Batu gerinda lunak digunakan untuk benda kerja yang keras dan sebaliknya. Sebagai ukuran kekuatan ikatan serbuk atau kekerasan batu gerinda digunakan kode huruf abjad dari A sampai Z secara berurutan dengan tingkat kekerasan yang semakin tinggi. Sebagai contoh, batu gerinda dapat digolongkan,

E,F,G	= Sangat lunak
H,I,J	= Lunak
L,M,N,O	= Medium
P,Q,R,S	= Keras
T,U,V,W	= Sangat keras
X,Y,Z	= Super keras

Grade yang digunakan untuk mengklasifikasikan batu gerinda yang dihasilkan oleh suatu perusahaan pembuat batu gerinda berdasarkan pengalamannya dalam cara pembuatan maupun cara pengetesannya. Sementara belum ada standart test yang dapat diterima dan digunakan oleh seluruh pabrik pembuat batu gerinda, maka batu gerinda yang dibuat oleh pabrik yang berbeda dengan tanda grade yang sama belum tentu mempunyai karakteristik kekerasan yang sama.

#### **2.5.4 Struktur batu gerinda**

Struktur batu gerinda menyatakan kerapatan atau konsentrasi serbuk persatuan luas. Struktur tersebut diidentifikasi dengan menggunakan angka struktur yaitu dari 0 sampai 15. Semakin kecil angka struktur berarti batu gerinda mempunyai struktur yang kompak (kerapatan serbuk yang tinggi). Hubungan antara angka tersebut dengan kerapatan adalah sebagai berikut:

0,1,2	= Sangat rapat
3,4	= Rapat
5,6	= Medium
7,8,9	= Renggang
10,11,12	= Sangat renggang

Kerapatan serbuk abrasif ini dapat diatur sewaktu batu gerinda di buat, yaitu dengan mengatur tekanan pencetakan campuran serbuk dengan bahan pengikat keramik sebelum proses pembakaran. Untuk batu gerinda aluminium oxide atau silicon carbide dengan bahan pengikat keramik biasanya perbedaan angka struktur tidak banyak mempengaruhi proses penggerindaan. Kadangkala kode angka struktur ini tidak dicantumkan karena pabrik pembuat menganggap bahwa jenis

batu gerinda yang dibuatnya telah ditentukan strukturnya yang paling baik (berdasarkan dari hasil penelitian) sehingga tidak perlu membuat jenis yang lain yang hanya beda strukturnya. Untuk batu gerinda yang berserbuk kasar, yang digunakan dalam penggerindaan rata, kadangkala dibuat dengan struktur yang sangat renggang.

#### **2.5.5 Bahan pengikat (*Bonding agent*)**

Ada enam jenis bahan pengikat yang umum digunakan, antara lain (Taufiq Rochim, 1993):

a. *Vitrified* (keramik).

Merupakan bahan pengikat yang paling banyak digunakan. Porositas dan kekuatan dari batu gerinda yang dihasilkan memungkinkan untuk digunakan pada proses penggerindaan dengan kecepatan pembuangan geram yang besar dan ketelitian bentuk dari produk cukup baik. Tidak mudah dipengaruhi oleh air, asam, minyak, serta ketahanan terhadap variasi temperature cukup baik (berbagai jenis cairan pendingin dapat digunakan).

b. *Bakelite* (*resinoid, syntetic resin*).

Digunakan untuk batu gerinda dengan kecepatan putar yang tinggi seperti halnya didapatkan pada pabrik penuangan dan pengelasan (penghalusan produk tuang dan bekas welding) dan juga penggerindaan ulir.

c. *Rubber*.

Terutama dipakai dalam proses penggerindaan dengan hasil kehalusan permukaan yang tinggi seperti alur dari bantalan peluncur.

d. *Shellac*.

Memungkinkan penggerindaan yang halus seperti halnya pada pengerjaan akhir dari produk baja.

e. *Silicate*.

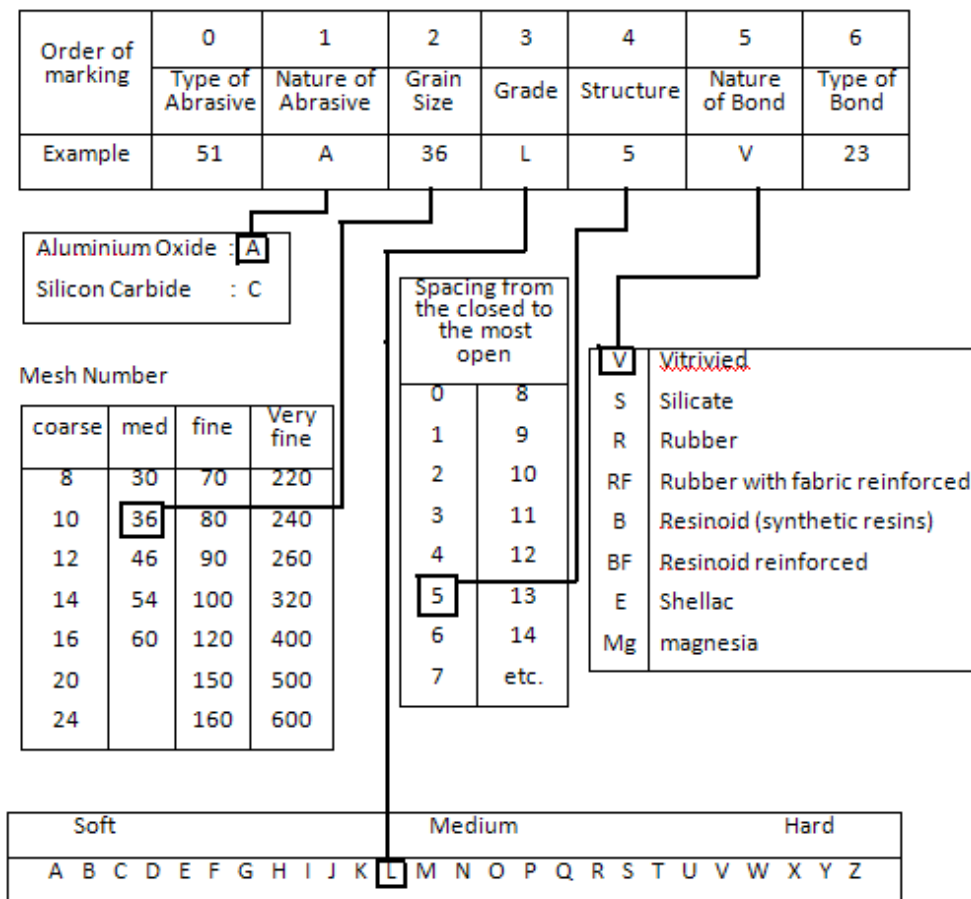
Hanya digunakan untuk menggerinda mata pahat, karena panas yang ditimbulkan harus serendah mungkin untuk menghindari kehangusan pada ujung pahat yang runcing. Serbuk abrasive mudah terlepas sehingga hanya sesuai bagi batu gerinda yang besar.

## 2.6 Pemilihan Batu Gerinda

Dalam pemilihan batu gerinda yang akan digunakan, maka harus diperhatikan identitas serta bentuk dan dimensi yang ada dalam batu gerinda tersebut agar dapat maksimal dalam penggerindaan.

### 2.6.1 Identifikasi batu gerinda

Biasanya batu gerinda diberi label dimana tercantum spesifikasinya untuk mempermudah pemilihan jenis batu gerinda yang akan digunakan. Maka dari itu ISO merekomendasikan pemakaian jenis batu gerinda yang telah di standarkan (ISO 525-1975E, bonded Abrasive Products, General Feature, Designation, Range of Dimensions and Profiles). Contoh dari label yang terdapat dalam batu gerinda (Taufiq Rochim, 1993):



Gambar 2.5 Identifikasi batu gerinda.

Kode karakteristik batu gerinda tersebut menyatakan lima karakter utama dari batu gerinda yaitu; bahan serbuk, ukuran serbuk, kekerasan, struktur, dan jenis bahan pengikat.

### 2.6.2 Dimensi dan bentuk

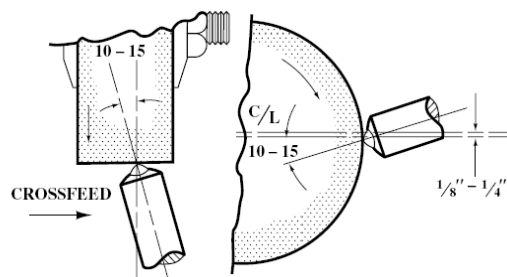
Dimensi dan bentuk batu gerinda yang dipilih disesuaikan dengan jenis mesin gerinda, dimensi utama, serta jenis operasi penggerindaan. Pemilihan bentuk dan dimensi dari batu gerinda tidak begitu sulit, sebaliknya pemilihan karakteristik batu gerinda memerlukan pertimbangan yang lebih dalam.

Faktor-faktor dalam menentukan jenis batu gerinda yang sesuai dengan jenis pekerjaan antara lain;

- a. Jenis material benda kerja dan kekerasannya.
- b. Kecepatan pembuangan geram dan kehalusan yang diinginkan.
- c. Penggunaan cairan pendingin.
- d. Kecepatan putaran batu gerinda.
- e. Lebar sempitnya daerah kontak.
- f. Kemudahan/ kesulitan proses yang direncanakan.
- g. Daya mesin gerinda.

### 2.7 Dressing dan Truing

Pengasahan (dressing) ditujukan untuk memperbaiki permukaan roda gerinda agar ketajaman pemotongannya baik. Sedangkan truing ditujukan untuk meratakan permukaan roda gerinda. Agar hasil pengasahan (dressing) baik, digunakan roda intan tunggal dengan mengarahkan 10 hingga 15 derajat dari sumbu horizontal roda gerinda dan 1,8 sampai 1,4 inchi dibawah center. Untuk dressing sebaiknya digunakan depth of cut 0,005 mm sampai dengan 0,01mm.



Gambar 2.6. Posisi *dresser*.

## **2.8 Balancing Batu Gerinda**

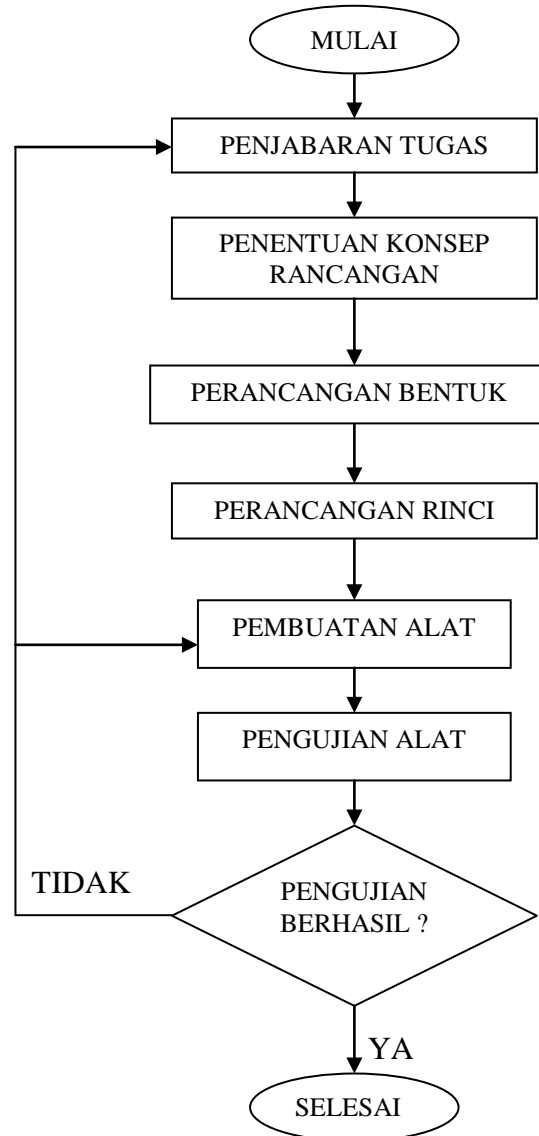
Menyeimbangkan (balancing) batu gerinda adalah persyaratan penting yang harus dilakukan agar hasil yang diperoleh serta ketepatan penggerindaan baik. Karena batu gerinda yang tidak seimbang jika berputar dengan kecepatan yang tinggi menyebabkan getaran pada mesin yang sehingga kerusakan komponen mesin akan terjadi. Proses balancing batu gerinda dapat dilakukan dalam keadaan diam (statik) maupun dalam keadaan berputar (dinamik).



**BAB III**  
**PERANCANGAN ALAT GERINDA SILINDER PERMUKAAN LUAR**

**2.9 Tahapan Perancangan**

Perancangan ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu meliputi perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat. Ada pun diagram alir (*flow chart diagram*) perancangan ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan Alat Gerinda Silinder Luar (*External Cylindrical Grinding*).

## **2.10 Penjabaran Tugas**

Pada penjabaran tugas ini dilakukan penyusunan *design requirement and objective* (syarat-syarat dan performa yang harus dimiliki produk). Dari hasil survei kepada para operator dan pemilik bengkel permesinan, spesifikasi alat gerinda silindris permukaan luar yang harus dipenuhi adalah:

1. Pemasangan dan pengoperasiannya mudah.
2. Dapat digunakan di berbagai jenis mesin bubut konvensional.
3. Tidak merusak mesin bubut.
4. Dapat menggerinda seperti mesin gerinda silindris yang sudah ada.
5. Mudah perawatannya.
6. Komponen yang digunakan mudah didapat dipasaran.
7. Harga terjangkau.
8. Tidak menimbulkan suara yang bising.

## **3.3 Penentuan Konsep Rancangan**

Pada perancangan konsep produk, dicari/dicoba ditemukan sebanyak mungkin (alternatif) konsep produk, yang semuanya memenuhi semua spesifikasi teknis produk. Pada evaluasi produk, dipilih satu atau beberapa konsep produk terbaik saja untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk, berdasarkan kriteria pemilihan yang disusun berdasarkan spesifikasi teknis produk.

Konsep produk dapat dinyatakan dengan skets, atau dapat pula dinyatakan dengan keterangan yang merupakan abstraksi dari produk yang akan dirancang. Pada masa lalu produk langsung dinyatakan dengan skets, tanpa melalui penyusunan struktur fungsi produk terlebih dahulu.

### **3.3.1 Fungsi produk**

Produk mempunyai dua aspek, yaitu bentuk fisik produk dan fungsi produk. Bentuk fisik produk dapat diuraikan menjadi beberapa komponen, sedangkan komponen-komponen itu sendiri (beberapa atau semuanya) dapat diuraikan lagi menjadi beberapa sub-komponen atau elemen dan seterusnya. Jadi secara fisik ada sistem komponen dan elemen, sedangkan secara abstrak ada sistem fungsi. Konsep produk adalah bentuk fisik produk, meskipun masih dalam bentuk skets

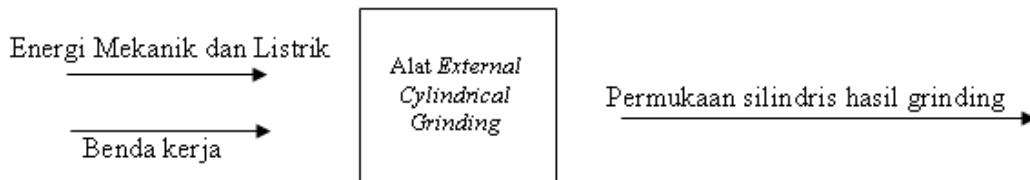
atau gambar skema, sedangkan Fungsi produk berbentuk abstrak. Fungsi menyatakan atau menggambarkan apa yang dilakukan produk, sedangkan bentuk (konsep) produk menggambarkan bagaimana produk melaksanakan fungsi tersebut. Dengan kata lain bentuk mengikuti fungsi, atau dapat juga dikatakan apa dulu baru bagaimana.

Fungsi direpresentasikan dengan sebuah blok fungsi, yang kemudian dialiri oleh aliran masuk dan aliran keluar berupa : energi (gaya), material, dan informasi (sinyal) yang masuk dan keluar dari blok fungsi. Ketiga aliran yaitu aliran energi, material dan informasi, biasanya terkait, tidak bebas satu dari lainnya. Tipe energi dalam aliran energi biasanya adalah energi mekanik, energi listrik, dan energi panas.

Tahap selanjutnya konsep produk dikembangkan menjadi perancangan produk dengan pendekatan "black-box" dikembangkan suatu metode pengoperasian yang mudah untuk merealisasikan produk yang telah didefinisikan diatas. Transformasi energi tersebut dapat diuraikan melalui bentuk diagram blok fungsi. Selanjutnya dari diagram blok fungsi dibuat matrik morfologi sebagai susunan alternatif fungsi yang merealisasikan perubahan transformasi energi tersebut.

### 3.3.2 Blok fungsi

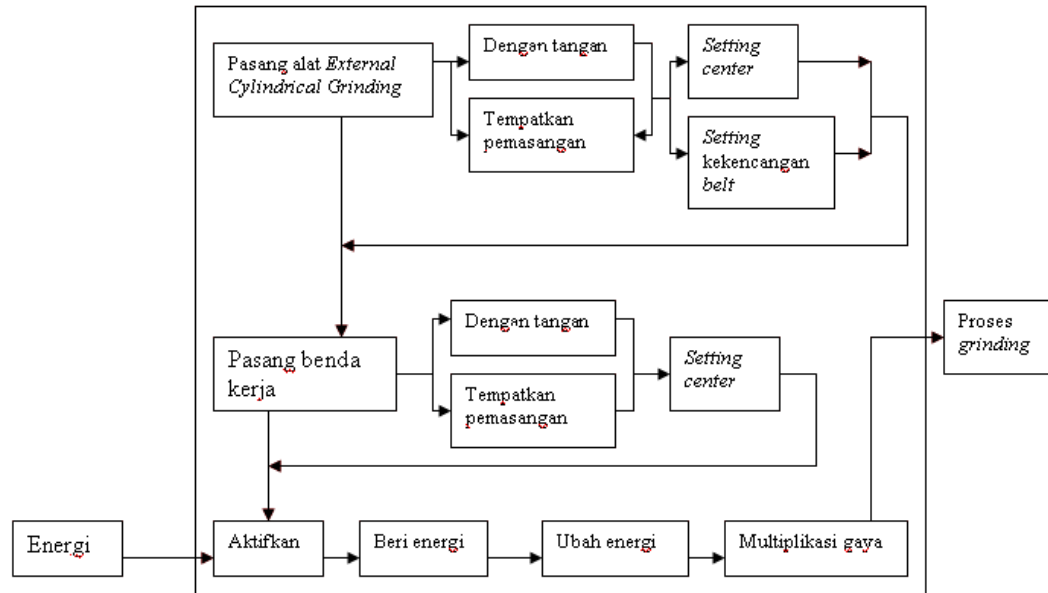
Fungsi dapat dideskripsikan sebagai aliran energi, aliran material, dan aliran informasi, yang digambarkan sebagai blok fungsi dengan aliran masuk dan keluar. Jenis energi dapat berupa energi mekanik, listrik atau termal. Ketika energi tersebut dialirkan maka dapat disimpan, ditransformasi, dialihkan, dan lain-lain. Sub-fungsi biasanya disebut sebagai tingkat atau level kedua, sub-sub fungsi ketiga dan seterusnya.



Gambar 3.2. Blok Fungsi.

### 3.3.3 Diagram blok perancangan alat

Pada tahap ini akan dibuat secara umum kinerja dari tiap komponen melalui diagram blok fungsi berikut ini:



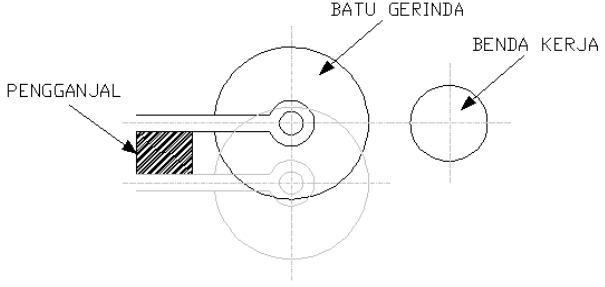
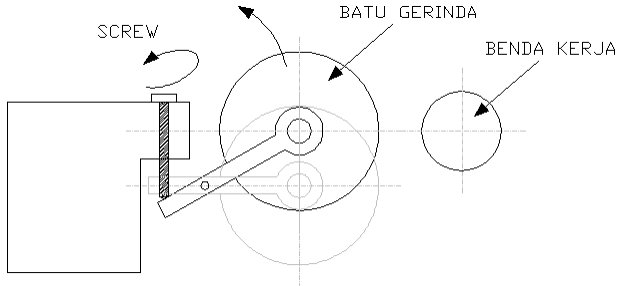
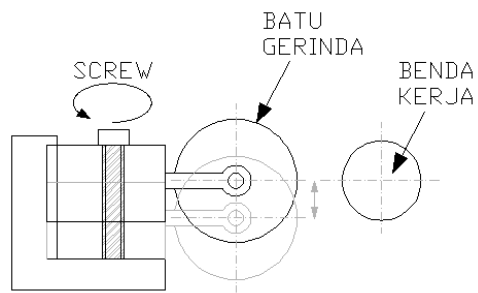
Gambar 3.3. Diagram blok fungsi.

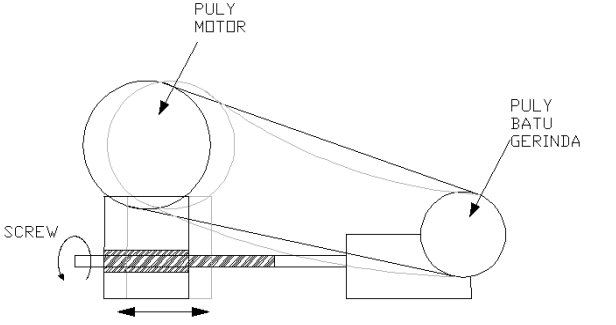
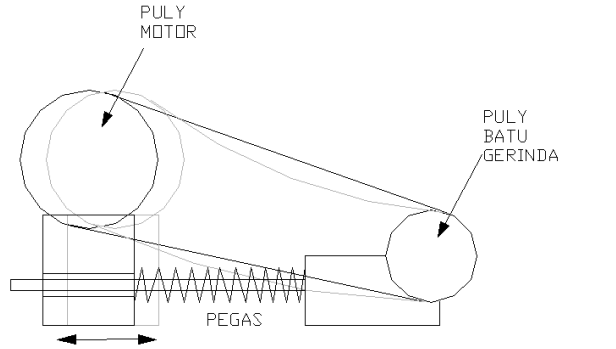
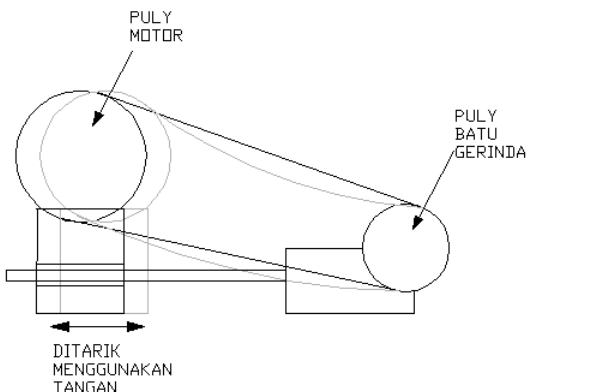
Dari diagram blok fungsi di atas dapat dilihat dimana fungsi terlebih dahulu didefinisikan sebagai fungsi keseluruhan, kemudian di kembangkan menjadi sub fungsi yang akan di lakukan pada alat gerinda silinder yang akan dikembangkan nantinya. Fungsi utama dari alat gerinda silinder adalah untuk menggerinda benda silinder pada mesin bubut.

Sub-fungsi pada diagram blok fungsi merupakan fungsi tingkat kedua. Untuk setiap sub-fungsi ini kini akan dicari solusi-solusi yang dapat memenuhi sub-fungsi dan sub-sub-fungsi belumlah merupakan konsep alat gerinda silinder luar ini, tetapi baru konsep elemen. Kombinasi konsep elemen barulah merupakan konsep alat gerinda ini.

Berikut ini akan ditampilkan matrik morfologi dimana akan dapat disusun beberapa varian konsep produk yang mungkin dibuat.

Tabel 3.1 Matrik Morfologi.

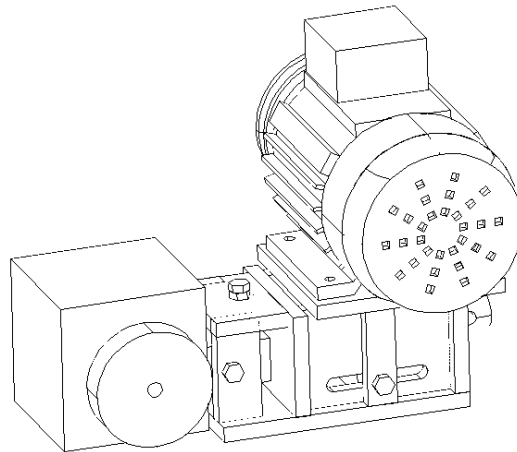
Menyeting senter batu gerinda (1)		
Menyeting dengan tangan 1.1	Menggeser arah vertikal 1.1.1	<b>Pengganjal (A.1)</b> 
		<b>Baut (tuas) (A.2)</b> 
		<b>Baut (sliding) (A.3)</b> 
Memutar batu gerinda (2)		
Mengubah energi 2.1	Listrik 2.1.1	Motor DC (B.1)
		Motor AC 1 phase (B.2)
		Motor AC 3 phase (B.3)
	Transfer energi 2.1.2	Sabuk (C.1)
Rantai (C.2)		
Menyeting kekencangan transfer energi (3)		
Menyeting dengan tangan	Menggeser arah	Ulir (D.1)

3.1	horizontal 3.1.1	
		<p>Pegas (D.2)</p> 
		<p>Sliding (D.3)</p> 

Konsep-konsep alat gerinda silinder luar yang telah diperoleh dari matrik morfologi diatas, yaitu konsep alat yang mungkin dibuat, akan dikembangkan dalam bentuk sketsa. Diharapkan dengan membuat sketsa dari konsep-konsep alat tersebut maka akan dapat dianalisa konsep alat yang paling baik untuk dikembangkan baik dari segi teknologi maupun dari segi biaya pembuatannya.

Dari tabel di atas maka dapat di susun beberapa alternatif konsep alat gerinda silinder sebagai berikut:

1. Konsep 1  
= A.2 + B.1 + C.1 + D.1



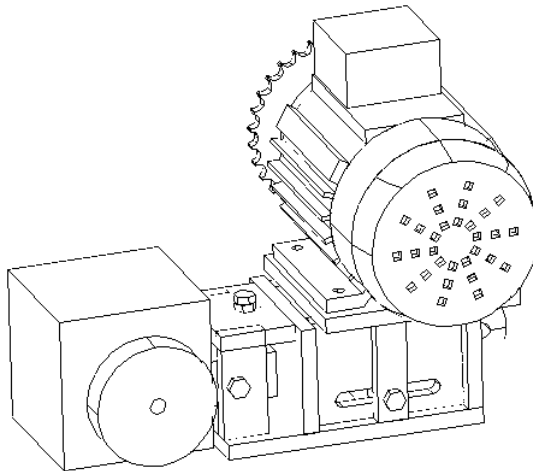
Gambar 3.4. Alat konsep 1.

Keterangan:

Konsep ini menggunakan baut untuk menekan tuas dudukan poros batun gerinda untuk mengatur *centre* antara batu gerinda dengan benda kerja yang ada pada chuck mesin bubut. Untuk transmisi menggunakan puly dan sabuk, kemudian untuk mengatur kekencangan sabuk, menggunakan ulir, dan menggunakan motor DC.

2. Kosep 2

$$= A.2 + B.2 + C.2 + D.1$$



Gambar 3.5. Alat konsep 2.

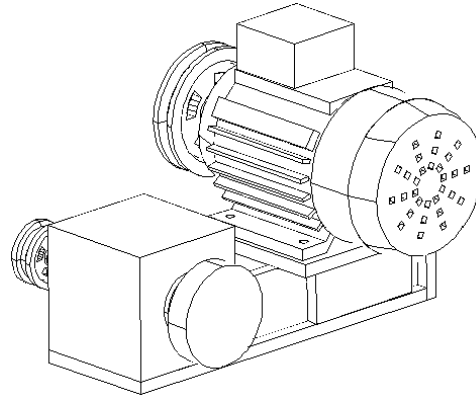
Keterangan:

Konsep ini menggunakan baut untuk menekan tuas dudukan poros batun gerinda untuk mengatur *centre* antara batu gerinda dengan benda kerja yang ada pada chuck mesin bubut. Untuk transmisi menggunakan gear dan rantai,

kemudian untuk mengatur kekencangan sabuk, menggunakan pegas, dan menggunakan motor AC 1 phase.

### 3. Konsep 3

$$= A.1 + B.2 + C.1 + D.2$$



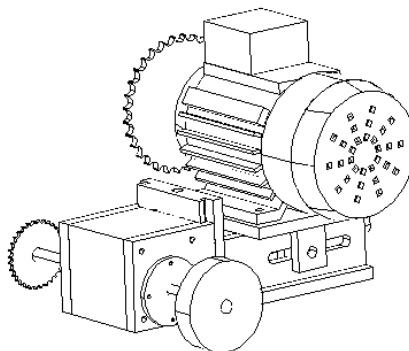
Gambar 3.6. Alat konsep 3.

#### Keterangan:

Konsep ini menggunakan pengganjal untuk mengatur *centre* antara batu gerinda dengan benda kerja yang ada pada chuck mesin bubut. Untuk transmisi menggunakan puly dan sabuk, kemudian untuk mengatur kekencangan sabuk, menggunakan sliding, dan menggunakan motor AC 1 phase.

### 4. Konsep 4

$$= A.3 + B.3 + C.2 + D.1$$



Gambar 3.7. Alat konsep 4.

#### Keterangan:

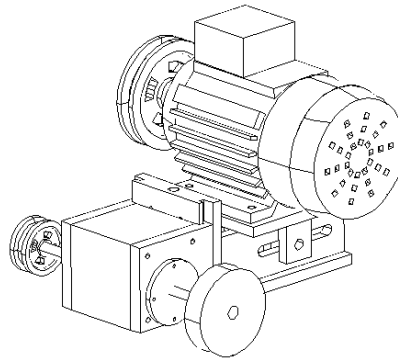
Konsep ini menggunakan baut dan dudukan poros spindle sebagai mur-nya untuk mengatur *centre* antara batu gerinda dengan benda kerja yang ada pada



chuck mesin bubut. Untuk transmisi menggunakan rantai dan gear, kemudian untuk mengatur kekencangan sabuk, menggunakan ulir, dan menggunakan AC 3 phase.

## 5. Konsep 5

= A.3 + B.3 + C.1 + D.1



Gambar 3.8. Alat konsep 5.

Keterangan:

Konsep ini menggunakan baut dan dudukan poros spindle sebagai mur-nya untuk mengatur *centre* antara batu gerinda dengan benda kerja yang ada pada chuck mesin bubut. Untuk transmisi menggunakan pulley dan sabuk, kemudian untuk mengatur kekencangan sabuk, menggunakan ulir, dan menggunakan AC 3 phase.

### 3.3.4 Pemilihan konsep alat gerinda silindris

Metode pengambilan keputusan dengan menggunakan metode Pugh, dapat digunakan dengan mudah dan efektif. Konsep alat dibandingkan berdasarkan keinginan pengguna. Pada tahap evaluasi ini konsep produk dibandingkan satu sama lain, satu persatu secara berpasangan dalam hal kemampuan memenuhi keinginan pengguna dan kemudian memberi skor pada hasil perbandingan untuk setiap keinginan pengguna dan, kemudian menjumlahkan skor yang diperoleh untuk setiap konsep alat. Konsep alat dengan skor yang tertinggi adalah yang terbaik.

### 3.3.5 Penyusunan kriteria untuk membandingkan konsep produk satu sama lainnya.

Kriteria perbandingan ini disusun berdasarkan data keinginan-keinginan pengguna, dimana keinginan ini dibagi dua yakni kriteria *must* dan *want*, yang disusun berdasarkan prioritasnya untuk konsep alat yang dikembangkan atau di rancang.

Untuk alat gerinda silinder luar untuk dipasangkan pada mesin bubut konvensional maka kriteria perbandingan disusun sebagai berikut:

1. Pengoperasiannya mudah  
Alat harus mudah di operasikan, agar siapapun penggunanya dapat menggunakannya dengan maksimal.
2. Dapat digunakan diberbagai jenis mesin bubut.  
Alat harus dapat digunakan di berbagai jenis atau tipe mesin bubut konvensional.
3. Tidak merusak mesin bubut.  
Alat tidak boleh merusak bola mesin bubut .
4. Dapat bekerja sesuai dengan mesin gerinda silindris yang sudah ada.  
Hasil dari penggerindaan kualitasnya sama dengan mesin gerinda silindris yang sudah ada.
5. Tidak menimbulkan suara brisik  
Alat tidak boleh menimbulkan suara yang berisik, karena dapat mengganggu konsentrasi operator mesin.
6. Komponen yang digunakan mudah didapat dipasaran.  
Komponen yang digunakan mudah didapat dipasaran supaya tidak kesulitan sewaktu ada penggantian komponen.
7. Perawatannya mudah.  
Alat harus mudah dalam perawatannya agar alat tetap bekerja dengan baik.
8. Awet.  
Diharapkan alat dapat tahan dalam waktu yang lama sehingga mengurangi biaya perbaikan.
9. Biaya pembuatan murah.

Diharapkan biaya yang diperlukan untuk penyediaan material sedikit mungkin, agar harga jualnya dapat murah.

Dari matrik morfologi telah didapat lima konsep alat yang mungkin dibuat, kelima konsep inilah nantinya yang akan dibandingkan. Sebelum pemberian skor maka salah satu konsep dijadikan referensi. Kemudian dibandingkan, jika dapat memenuhi keinginan pengguna lebih baik maka diberi skor +, jika kemampuannya sama dinilai S, dan jika lebih buruk di beri skor -. Setelah setiap kriteria diberi skor untuk tiap-tiap konsep alat maka skor-skor tersebut dijumlahkan. Terdapat empat macam skor yaitu:

- Jumlah skor +
- Jumlah skor S
- Jumlah skor -
- Jumlah skor total yang diberi bobot angka.

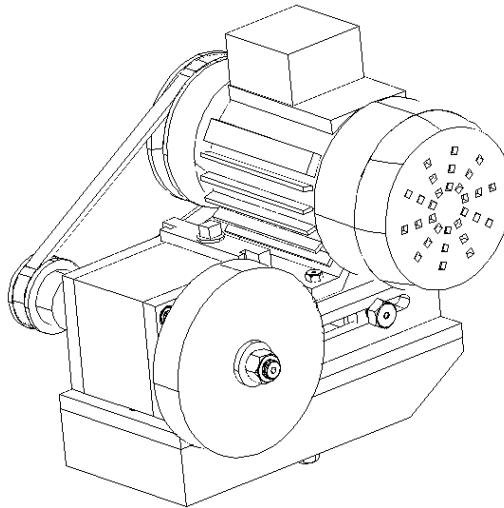
Berikut ini ditampilkan matrik pengambilan keputusan berdasarkan metode Pugh untuk alat gerinda silinder luar untuk dipasangkan pada mesin bubut.

Tabel 3.2 Matrik pengambilan keputusan.

Kriteria		Penentuan Bobot	Alternatif konsep				
			1	2	3	4	5
1	Pengoperasiannya mudah.	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
2	Dapat digunakan diberbagai jenis mesin bubut.	<b>7</b>	<b>E</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
3	Tidak merusak mesin bubut.	<b>10</b>	<b>F</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>
4	Dapat bekerja sesuai dengan mesin gerinda silindris yang sudah ada.	<b>9</b>	<b>E</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
5	Tidak menimbulkan suara yang brisik	<b>8</b>	<b>R</b>	<b>-</b>	<b>S</b>	<b>-</b>	<b>S</b>

6	Komponen yang digunakan mudah didapat dipasaran	8		S	S	S	S
7	Perawatannya mudah	8		S	S	S	S
8	Awet	9		S	S	S	S
9	Biaya pembuatan murah	7		S	+	S	S
Jumlah (+) dikalikan bobot			0	0	7	19	19
Jumlah (-) dikalikan bobot			0	-8	-10	-8	0
Total nilai			0	-8	-3	11	19

Dari matrik pengambil keputusan maka konsep produk yang memiliki skor tertinggi adalah konsep 5, jadi konsep tersebut yang akan dibuat. Dari sketsa konsep 5 maka dapat di kembangkan lagi dan di sesuaikan dengan dimensi atau kondisi dari mesin bubut yang akan di pasang alat gerinda silinder luar. Berikut ini sketsa alat konsep 5 yang telah dikembangkan untuk di pasang pada mesin bubut tipe SANWA C0632A.



Gambar 3.9 Konsep alat yang telah dikembangkan.

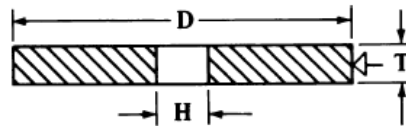
### 3.4 Perancangan Bentuk

Dari konsep yang terpilih akan dirancang komponen pelengkap produk. Perhitungan desain secara menyeluruh akan dilakukan, seperti perhitungan daya motor, gaya penggerindaan, tranmisi, poros, baut, dan juga kekuatan material.

### 3.4.1 Perhitungan daya motor

Untuk perhitungan dimensi-dimensi komponen maka perhitungan dimulai dari gaya-gaya yang ditimbulkan saat penggerindaan, kemudian dengan diketahui gaya pada daerah penggerindaan yaitu daerah singgung antara sisi luar batu gerinda dengan benda kerja, akan ditarik turun untuk perhitungan-perhitungan mekanisme komponen alat berikutnya sesuai dengan keterkaitannya atau keterhubungannya.

Berdasarkan sketsa perancangan ditentukan diameter batu gerinda, yaitu minimum diameter **80 mm** serta maksimum diameter **150 mm**. Kemudian bentuk dari batu gerinda memakai **type 1 – straight wheel** seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.10. Straight Wheel.

- D(diameter) : 127 mm.
- T(thick) tebal : 16 mm.
- H(hole) : 13 mm.

Ukuran umum yang digunakan untuk menentukan ke dalaman pemakaian batu gerinda:

Tabel 3.3 Kualitas permukaan.

	Grain size	Depth of cut	Kualitas permukaan
Rough	40.....60	10.....30 $\mu$ m	N6
Finish	80.....100	5.....15 $\mu$ m	N5
Fine finish	200.....	1.....8 $\mu$ m	N3-N4

Dipilih *doc* maksimal = 30  $\mu$ m = 0,03 mm

Tabel untuk menentukan kecepatan keliling benda kerja ( $v_w$ ), kecepatan keliling batu gerinda ( $V$ ), pergeseran batu gerinda ( $s$ ), :

Tabel 3.4 Kecepatan keliling benda kerja.

Grinding Methode	Material			
	Soft steel	Hardened steel	Cast iron	Light metal
External grinding				
Rough grinding	12-18 m/min	14-18 m/min	12-15 m/min	25-40 m/min
Finish grinding	10-15 m/min	10-12 m/min	10-12 m/min	20-30 m/min
Internal grinding	18-20 m/min	20-24 m/min	20-24 m/min	28-32 m/min
Surface grinding	8-14 m/min			

Tabel 3.5 Pergeseran batu gerinda.

Material	Cylindrical grinding		Internal grinding	
	Rough grinding	Finish grinding	Rough grinding	Finish grinding
Steel	2/3-3/4	1/4-1/3	1/2-3/4	1/5-1/4
Cast iron	3/4-5/6	1/3-1/2	2/3-3/4	1/4-1/3

Tabel 3.6 Energi spesifik, (Manufacturing Engineering and Technology, Kalpakjian).

Material	Hardness	Specific Energy	
		W.s/mm <sup>3</sup>	Hp.min/in <sup>3</sup>
Alumunium	150 HB	7-27	2,5-10
Cast iron (class 40)	215 HB	12-60	4,5-22
Low-carbon steel(1020)	110 HB	14-68	5-25
Titanium alloy	300 HB	16-55	6-20
Tool steel (T15)	37 HRC	18-82	6,5-30

Material benda kerja baja karbon rendah, diketahui kecepatan batu gerinda  $N = 4000$  rpm. Diameter batu gerinda  $D = 127$  mm = 5 in. Lebar batu gerinda  $w = 16$  mm = 0,63 in. Kedalaman pemotongan  $doc = 0.04$  mm = 0,00157 in. Feeding  $v = 10$  in/min, maka;

Kecepatan penghasilan geram (Material Removal Rate), (Manufacturing Engineering and technology, Kalpakjian):

$$MRR = doc \times w \times v \quad (3.1)$$

$$= 0,00157 \text{ in} \times 0,63 \text{ in} \times 10 \text{ in/min} = 0,009891 \text{ in}^3/\text{min}.$$

Menentukan daya motor, (Manufacturing Engineering and technology, Kalpakjian):

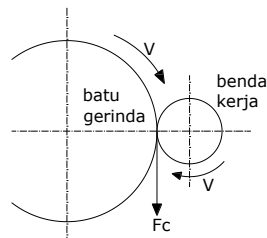
$$\text{Daya motor } P = u \times MRR \quad (3.2)$$

Dimana  $u$  adalah energi spesifik, dari tabel 3.6 maka didapatkan energi spesifiknya  $25 \text{ hp}\cdot\text{min}/\text{in}^3$ . (Manufacturing Engineering and technology, Kalpakjian).

$$P = 25 \text{ hp}\cdot\text{min}/\text{in}^3 \times 0,009891 \text{ in}^3/\text{min} = 0,247 \text{ hp}$$

Maka motor yang akan digunakan adalah motor 0.25 hp 3 phase dengan kecepatan 1400 rpm.

### 3.4.2 Perhitungan gaya penggerindaan



Gambar 3.11. Gaya penggerindaan.

Telah diketahui daya motor sebesar 0,25 hp, maka kita dapat menentukan besar gaya untuk penggerindaan ( $F_c$ ), (Manufacturing Engineering and technology, Kalpakjian):

$$P = 0,25 \text{ hp} = 0,25 \times 396000 = 99000 \text{ in}\cdot\text{lb}/\text{min}$$

$$P = (T \times 2 \times \pi \times N) \quad (3.4)$$

$$\text{Dimana } T = F_c \times D/2 \quad (3.5)$$

Maka;

$$99000 \text{ in}\cdot\text{lb}/\text{min} = F_c \times \frac{6 \text{ in}}{2} \times 2 \times \pi \times 4000 \text{ rpm}$$

$$F_c = 1,3 \text{ lb} = 57,8 \text{ N}$$

### 3.4.3 Perhitungan transmisi sabuk

Dalam perancangan, digunakan electromotor dengan  $n_{motor} = 1400 \text{ rpm}$

Transmisi menggunakan sabuk V standard (Transmisi Sabuk, Sudibyo, 1986).

Diketahui:

Diameter maksimal pulley tergerak  $d_{m2} = 51 \text{ mm}$

$$\text{Diameter pulley penggerak } d_{m1} = \frac{n_2 \times d_{m2}}{n_1} = \frac{4200 \times 51}{1400} = 153 \text{ mm} \quad (3.6)$$

Berdasarkan standar pulley yang ada di pasaran maka dipilih pulley dengan diameter 152,4 mm atau 6 in.

Kecepatan keliling batu gerinda

$$V = \frac{n_{tergerak} \times d_{batu\ gerinda} \times \pi}{1000} = \frac{4200 \times 127 \times \pi}{1000} = 1674,876 \text{ mm/min} \quad (3.7)$$

Kec. pulley penggerak  $v_1$

$$v_1 = \frac{\pi \times dm_1 \times n_{motor}}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 152,4 \times 1400}{60000} = 11,17 \text{ m/s} \quad (3.8)$$

$$\text{Panjang sabuk } L_{mr} = 2L_a + 1,57(d_{m2} + d_{m1}) + \frac{(d_{m1} - d_{m2})^2}{4L_a} \quad (3.9)$$

$$= 2 \times 150 + 1,57(51 + 152,4) + \frac{(152,4 - 51)^2}{4 \times 150}$$

$$= 636,17 \text{ mm}$$

Dimana  $L_a$  = jarak poros.

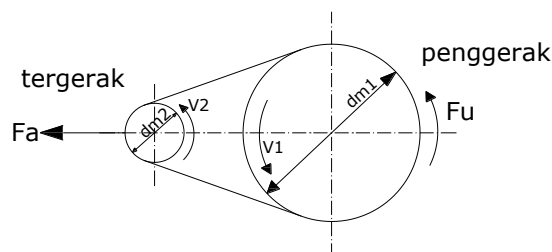
$$\text{Panjang dalam } L_{ir} = L_{mr} - 2 \times b = 636,17 - 2 \times 10 = 616,14 \text{ mm.} \quad (3.10)$$

$$L_{ir} = 616 \text{ mm.}$$

$$\text{Panjang sabuk sebenarnya } L_m = L_{ir} + 2 \times b = 616 + 2 \times 10 = 636 \text{ mm.} \quad (3.11)$$

Dimana  $b$  = lebar sabuk.

Berdasarkan tabel konvensional V-Belt Mitsuboshi dan ketersediaan V belt standar di pasar, maka dipilih sabuk **V standar tipe M** dengan lebar sabuk  $b = 10 \text{ mm}$  dan panjang sabuk sebesar  $635 \text{ mm}$ , dengan kata lain V belt yang dipilih adalah **M25**. Jumlah sabuk  $z = 1$  buah.



Gambar 3.12. Gaya keliling dan gaya pada poros.

$$\text{Torsi } T = \frac{60 \times P}{2 \times \pi \times N} = \frac{60 \times 183,87}{2 \times \pi \times 1400} = 1,25 \text{ Nm} \quad (3.12)$$

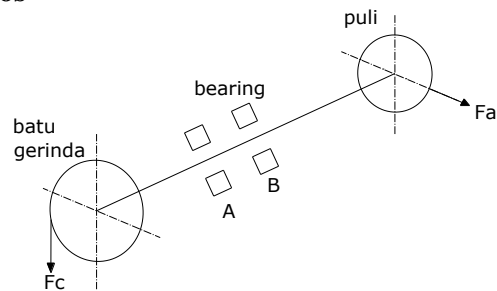


Dimana  $1hp = 735,499 \text{ W}$

$$\text{Gaya keliling } Fu = \frac{2 \times T}{dml} = \frac{2 \times 1,25}{0,1524} = 16N \quad (3.13)$$

$$\text{Gaya poros } Fa = 2 \times Fu = 2 \times 16 = 32N \quad (3.14)$$

### 3.4.4 Perhitungan poros



Gambar 3.13. Gaya - gaya pada poros.

Sumbu x

$$M_A = 0$$

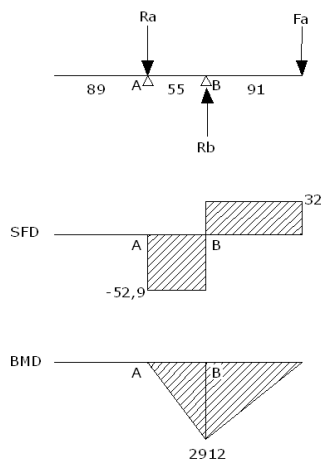
$$0 = Fa ( 91 + 55 ) - R_B \times 55$$

$$R_B = \frac{Fa(91+55)}{55} = \frac{32(91+55)}{55} = 84,9N$$

$$R_A = Fa - R_B = 32 - 84,9 = - 52,9 \text{ N}$$

Momen di titik B

$$MB = Fa \times 91 = 32 \times 91 = 2912 \text{ N.mm}$$



Gambar 3.14. SFD dan BMD.

Sumbu y

$$MA = 0$$

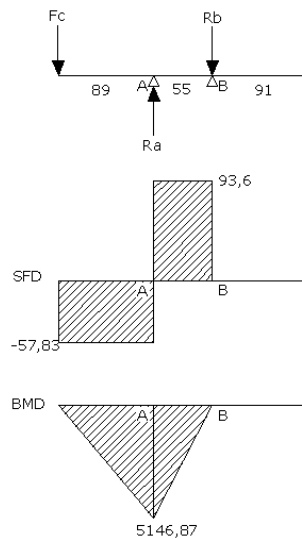
$$0 = Fc ( 89 + 55 ) - RA \times 55$$

$$R_A = \frac{F_c(89 + 55)}{55} = \frac{57,83(89 + 55)}{55} = 151,4N$$

$$R_B = F_c - R_A = 57,83 - 151,4 = - 93,6 N$$

Momen di titik A

$$M_A = F_c \times 89 = 57,83 \times 89 = 5146,87 N.mm$$



Gambar 3.15. SFD dan BMD.

Material poros penyangga dan poros transmisi untuk pembebanan normal, misal mesin perkakas dengan baja konstruksi umum; St.37, St.42, St.50, St.70. DIN 17 100, maka dipilih material poros adalah St.70 dengan data sebagai berikut (Poros Penyangga dan Transmisi, Sudibyo),

$$\text{Batas patah } \sigma_b = 700N/mm^2$$

$$\text{Batas patah/ tekuk ganti } \sigma_{bw} = 340N/mm^2$$

$$\text{Batas puntir kontinyu } \tau_{tsch} = 260N/mm^2$$

$$\text{Faktor batas tegangan dinamik } \alpha_0 = \frac{\sigma_{bw}}{1,73 \cdot \tau_{tsch}} = \frac{340}{1,73 \cdot 260} = 0,756 \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} \text{Momen gabungan } M_v &= \sqrt{M_{Amax}^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} \quad (3.16) \\ &= \sqrt{5146,87^2 + 0,75 \cdot (0,705 \cdot 1250)^2} = 5211,5Nmm \end{aligned}$$

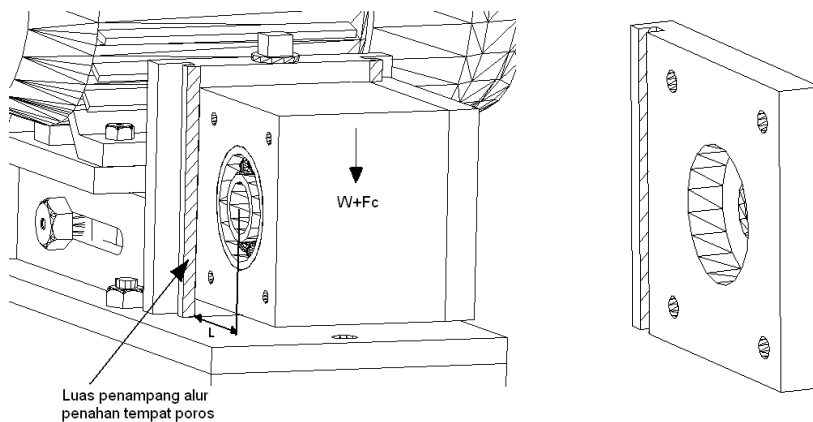
Angka keamanan  $\nu = 1,5 - 2,5$  (jika frekuensi pembebanan maksimum mencapai 50% dan pembebanan normal, misalnya mesin perkakas, (Kekuatan dan Tegangan Ijin, Sudibyo).

$$\text{Tegangan ijin sementara } \bar{\sigma}_{Bsem} = \frac{\sigma_{bw}}{v} = \frac{340}{2,5} = 136N/mm^2 \quad (3.17)$$

$$\text{Diameter sementara } d \approx \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \cdot \bar{\sigma}_{bsem}}} \approx \sqrt[3]{\frac{5211,5}{0,1 \cdot 136}} \approx 7,26mm \quad (3.18)$$

Jadi diameter minimal poros adalah 7,26 mm. Sesuai dengan konsep desain awal diameter poros minimal 13 mm, karena menyesuaikan lubang poros batu gerinda yang berukuran 13 mm.

### 3.4.5 Perhitungan luas penampang alur penyangga kedudukan poros.



Gambar 3.16. Gambar luas penampang alur.

Diasumsikan berat tempat poros  $W = 50N$ .

$$F_c = 57,83N$$

$$F_{total} = W + F_c = 50 + 57,83 = 107,83N$$

Material dipilih St.37 dengan  $\sigma_b = 370N/mm^2$

Menentukan luas alur, (Machine Design, Khurmi).

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z} = \frac{F_{total} \cdot l}{Z}$$

$$370 = \frac{107,83 \times 42,5}{Z} \quad (3.19)$$

$$Z = 12,38mm^3$$

Momen hambatan  $Z = 12,38 mm^3$

$$Z = \frac{1}{6}bh^2 \quad (3.20)$$

missal  $b = h$

$$Z = \frac{1}{6} \cdot h \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot h^3$$

$$h = \sqrt[3]{Z \cdot 6} = \sqrt[3]{12,83 \cdot 6} = 4,2 \text{ mm}$$

$$\text{Luas penampang minimum } A = h \times h = 4,2 \times 4,2 = 17,64 \text{ mm}^2 \quad (3.21)$$

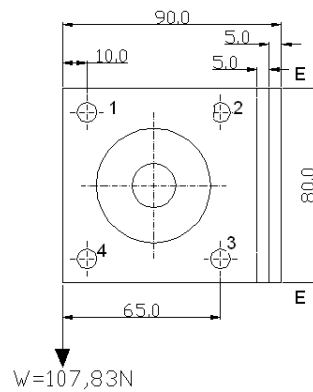
Pada konsep desain terdapat 2 luasan penampang alur yang sama untuk menahan tempat poros, yaitu:

$$A_1 = 5 \times 80 = 400 \text{ mm}^2 \text{ sehingga}$$

$$A_{\text{konsep}} = A_1 + A_2 = 400 + 400 = 800 \text{ mm}^2 \quad (3.22)$$

Karena  $A < A_{\text{konsep}}$ , maka desain konsep dapat dipakai.

### 3.4.6 Perhitungan baut pada penyangga poros ( penutup bearing )



Gambar 3.17. Penutup bearing.

Diketahui

$$L = 90 \text{ mm}$$

$$L_1 = 25 \text{ mm}$$

$$L_2 = 80 \text{ mm}$$

$$W = 107,83 \text{ N}$$

Tegangan pada masing-masing baut, (Machine Design, Khurmi):

$$W_{i1} = \frac{w}{n} = \frac{107,83}{8} = 13,48 \text{ N} \quad (3.23)$$

Beban pada masing-masing baut per mm dari tepi EE:

$$w = \frac{W \times L}{2(L_1^2 + L_2^2)} = \frac{107,83 \times 90}{2[25^2 + 80^2]} = 0,7 \text{ N} \quad (3.24)$$

Tegangan maksimal pada baut 1 dan 4

$$W_{i2} = w \times L_2 = 0,7 \times 80 = 55,26 \text{ N} \quad (3.25)$$

Tegangan total pada baut 1 dan 4

$$W_t = W_{t1} + W_{t2} = 13,48 + 55,26 = 68,75N \quad (3.26)$$

Maka, diameter minimal masing-masing baut:

$$W_t = \frac{\pi}{4} (d)^2 \sigma_{tb}$$

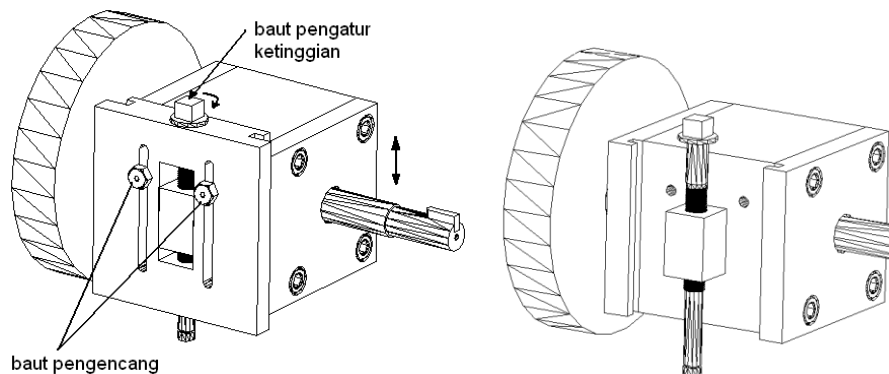
$$68,75 = \frac{\pi}{4} (d)^2 \times 200 \quad (3.27)$$

$$d = \sqrt{\frac{68,75}{157}} = 0,67mm$$

Berdasarkan dari tabel kekuatan ulir, diketahui 1 buah baut dengan diameter 4 mm dengan cara pembuatan ulir di rol, mampu menahan beban statis atau dinamis lintang sebesar 32 kg. Pada konsep disain menggunakan baut M8, sehingga rancangan aman.

### 3.4.7 Perhitungan baut pengatur ketinggian batu gerinda

Baut ini berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan dudukan poros, sehingga batu gerinda dapat diatur ketinggiannya sesuai titik tengah *chuck* mesin bubut.



Gambar 3.18. Baut pengatur ketinggian.

$$F_{total} = W + F_c = 50 + 57,83 = 107,83N \quad (3.28)$$

Jarak terpanjang  $F_{total}$  dengan sumbu baut  $l = 90mm$

Baut menggunakan material St.37, tegangan tekan ijin  $\sigma_d = 200 N/mm^2$

Menentukan diameter baut, (Strenght of Materials, Suroto):

$$F = \sigma_d \cdot A = \sigma_D \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \quad (3.29)$$

$$d = \sqrt{\frac{F \times 4}{\sigma_d \times \pi}} = \sqrt{\frac{107,83 \times 4}{200 \times \pi}} = 0,83mm$$

Dipilih ulir yang digunakan adalah M10, sesuai dengan desain konsep ditentukan tinggi ulir yaitu  $t = 30\text{mm}$ .

Jarak puncak/ *pitch* ulir M10  $p = 1,5$  (JIS B 0205)

Diameter luar  $d = 10\text{ mm}$ ,

Diameter dalam  $d_1 = 8,376\text{ mm}$ ,

Diameter efektif  $d_2 = 9,026\text{ mm}$ ,

Tinggi kaitan  $H_i = 0,812\text{ mm}$

$$\text{Jumlah ulir } i = \frac{t}{p} = \frac{30}{1,5} = 20 \quad (3.30)$$

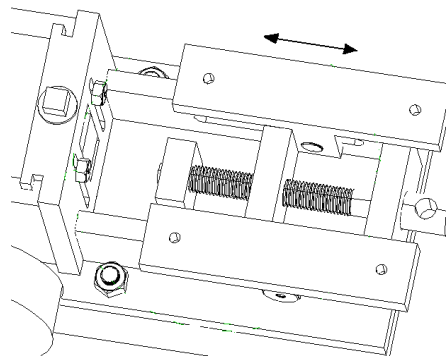
Maka luasan ulir:

$$A = \pi \cdot d_1 \cdot H_i \cdot i = \pi \cdot 8,376 \cdot 0,812 \cdot 20 = 427,12\text{ mm}^2 \quad (3.31)$$

Maka baut M10 aman dipakai.

Untuk pemilihan baut pengencang, dilihat dari tabel kekuatan ulir bahwa diameter nominal ulir 5 mm dengan cara pembutan di rol, dapat menahan beban statis atau dinamis lintang sebesar 50 kg, dengan batas kelelahannya sebesar 5  $\text{kg/mm}^2$ , dan gaya jepit awal sebesar 400 kg.

### 3.4.8 Perhitungan ulir pengencang sabuk



Gambar 3.19. Baut pengencang sabuk.

$$F_a = 32\text{ N}$$

$$\text{Jarak regang untuk sabuk V standar } S_{sp} \geq 0,03 \cdot L_m \quad (3.32)$$

$$S_{sp} \geq 0,03 \cdot 635$$

$$\geq 19,05\text{mm}$$

Pada sabuk V gaya lekat/ tempel sabuk pada permukaan puli relatif lebih baik karena bentuk dinding alur pada puli tersebut. Oleh sebab itu gaya regang pada

sabuk V relatif juga kecil, sehingga gaya poros  $F_a$  nya lebih kecil dari sabuk rata (Transmisi sabuk, Sudibyoy).

Agar ulir dapat menahan beban berlebih pada bidang ulirnya, maka diasumsikan pembebanan yang terjadi  $F_a = 10000 N$

Material poros ulir menggunakan St.37, tegangan tekan  $\sigma_d = 200 N/mm^2$

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

$$A = \frac{F}{\sigma_d} = \frac{10000}{200} = 50mm^2 \quad (3.33)$$

$$A = 1/4 \pi \times d^2 \quad d = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{50 \times 4}{\pi}} = 7,98mm \approx 8mm \quad (3.34)$$

Diameter minimal ulir = 7mm

Maka dipilih ulir whitworth 1/2 - 12, dengan (Machine Design, Khurmi):

Diameter nominal 1/2 inch = 12.7 mm.

Dimeter minor  $d_1 = 9,9873$  mm.

Jumlah ulir per inch = 12

Jarak puncak/ *pitch* ulir  $p = 25,4/12 = 2,12$  mm

Tinggi kaitan  $H_1 = 0,640327 \times 2,12 = 1,355$  mm

Maka luasan ulir (Strenght of Materials, Suroto):

$$\text{Jumlah ulir } i = \frac{t}{p} = \frac{13}{2,12} = 6 \quad (3.35)$$

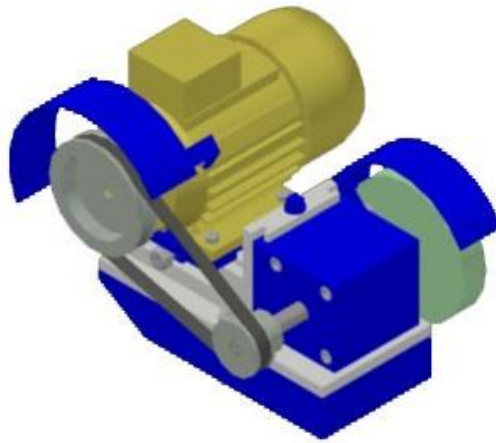
$$A = \pi \times d_1 \times H_1 \times i = \pi \times 9,9873 \times 6 = 144,16 mm^2 \quad (3.36)$$

Maka baut whitworth 1/2 - 12 aman dipakai.

### 3.5 Perancangan rinci

Data dari hasil perhitungan yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi dari komponen alat. Setelah perhitungan yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen sudah diperoleh, maka dimensi-dimensi yang dibutuhkan sudah dapat ditetapkan sesuai dengan batas keamanan yang ada. Maka untuk konsep pendesaian sudah dapat mencapai level berikutnya yaitu perancangan rinci atau desain akhir, dimana desain jadi merupakan desain yang sudah siap untuk diproses pada proses *manufacturing*.

Desain akhir merupakan desain yang didalamnya sudah terkandung elemen-elemen fungsional yang mutlak harus terpenuhi pada produk tersebut. Apabila terjadi perubahan desain itu harus melewati tahap uji coba dulu baru terjadi pendesaian ulang dan ini disebut desain yang kedua atau redesain. Dimungkinkan terjadi perubahan desain ditengah proses dapat terjadi apabila desain mengalami kegagalan atau kesulitan proses *manufacturing*. Pada perancangan ini gambar kerja memuat seluruh komponen fungsional yang terdapat pada alat. Berikut ini ditampilkan pemodelan solid dari alat yang dikembangkan, sedangkan gambar teknik alat ditampilkan pada halaman lampiran. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software AutoCAD 2006.



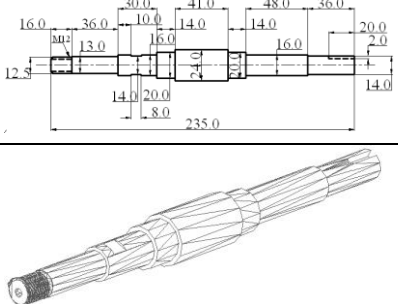
Gambar 3.20. Model keseluruhan alat gerinda silinder untuk dipasangkan pada mesin bubut konvensional.

### 3.6 Pembuatan Alat

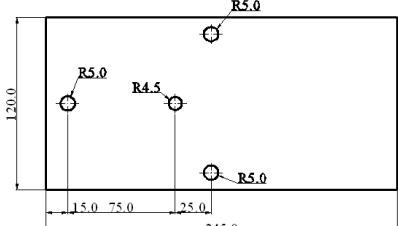
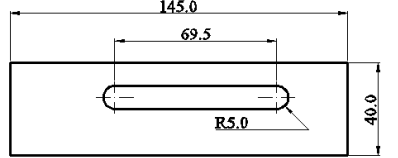
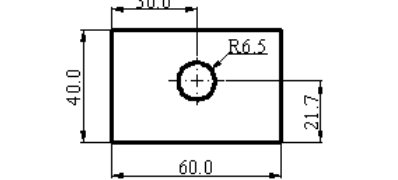
Berdasarkan gambar kerja yang telah dibuat, maka komponen-komponen dari alat gerinda silindris dapat dibuat sesuai dengan ukuran yang terdapat pada gambar dengan beberapa proses permesinan seperti pembubutan, pengefreisan, pengeboran, penggerindaan, selain itu juga dilakukan proses kerja bangku seperti penggergajian, pengikiran, pengetapan dan penyenyapan. Untuk pembuatan rangka dan dudukan motor perlu dilakukan proses pengelasan. Setelah proses pembuatan seluruh komponen selesai, maka baru dilakukan proses pengecatan. Adapun beberapa komponen yang sudah ada di pasaran antara lain *puly*, mur, baut, *belt*, *bearing*, motor listrik, kabel, saklar, *snap ring* dan batu gerinda. Berikut ini proses pembuatan:

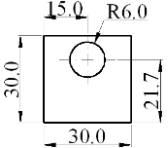
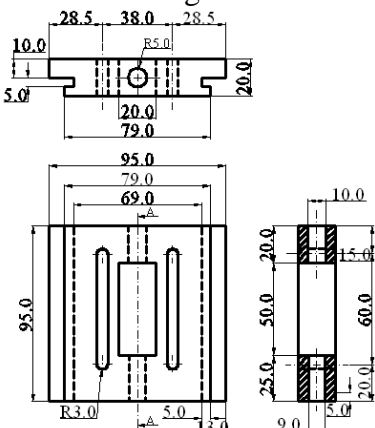
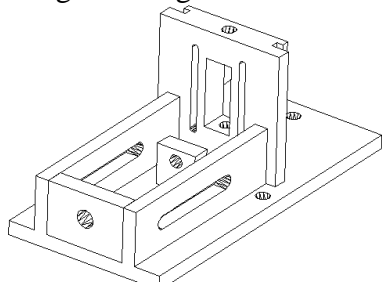


### 1. Pembuatan poros batu gerinda.

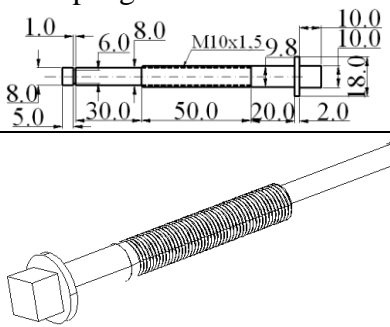
Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Poros spindle.</p> 	<p>- Potong baja poros ST 70 dengan diameter 25 mm, panjang 280 mm, kemudian dilakukan proses pembubutan dan pembuatan ulir dengan mesin bubut sesuai dengan ukuran pada gambar, kemudian dilakukan pengefreisan untuk pembuatan alur pasak dan alur pengencang batu gerinda.</p>

### 2. Pembuatan Rangka.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Base plat.</p> 	<p>- Potong plat baja tebal 10 mm, panjang 248 mm, lebar 123 mm, kemudian di freis dengan ukuran panjang 245 mm, lebar 120 mm. kemudian dilakukan pengeboran dengan ukuran pada gambar.</p>
1.2	<p>Plat penyangga dudukan motor.</p> 	<p>-Potong plat baja tebal 10 mm dengan panjang 148 mm dan lebar 43 mm sejumlah 2 buah, kemudian di freis dengan ukuran panjang 145 mm, lebar 40, kemudian di buat lubang dengan ukuran pada gambar dengan mesin freis.</p>
1.3	<p>Plat dudukan kepala baut pengencang sabuk.</p> 	<p>-Potong plat baja tebal 13 mm, panjang 63 mm, lebar 43 mm, kemudian di freis dengan ukuran panjang 60 mm, lebar 40 mm. kemudian dilakukan pengeboran dengan ukuran pada gambar.</p>

1.4	Plat dukungan ekor baut pengencang sabuk. 	-Potong plat baja tebal 13 mm, panjang 33 mm, lebar 33 mm, kemudian di freis dengan ukuran panjang 30 mm, lebar 30 mm. kemudian dilakukan pengeboran dengan ukuran pada gambar.
1.5	Plat alur sliding. 	-Potong plat baja tebal 20 mm dengan panjang 98 mm dan lebar 98 mm, kemudian di freis dengan ukuran panjang 95 mm, lebar 95, kemudian di buat alur dan lubang dengan ukuran pada gambar dengan mesin freis dengan ukuran pada gambar.
1.6	Rangkain rangka. 	-Setelah komponen diatas dibuat, kemudian dirangkai seperti pada gambar dengan las listrik.

### 3. Pembuatan baut pengatur *centre*.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	Baut pengatur <i>centre</i> . 	- Potong baja poros ST 37 dengan diameter 20 mm, panjang 150 mm, kemudian dilakukan proses pembubutan dan pembuatan ulir dengan mesin bubut sesuai dengan ukuran pada gambar, kemudian dilakukan pengeboran.

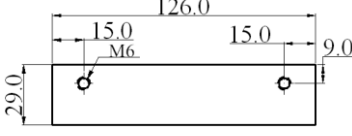
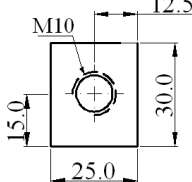
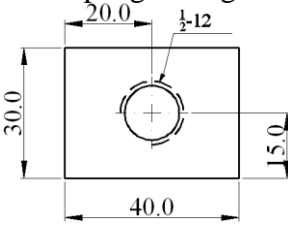
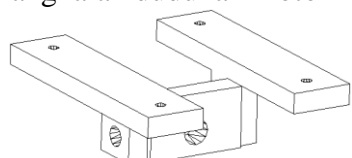
#### 4. Pembuatan penganjal.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Penganjal.</p>	<p>- Melakukan pengecoran alumunium dengan bentuk dan ukuran cetakan seperti pada gambar, setelah itu dilakukan proses pengefreisan dan pengeboran.</p>

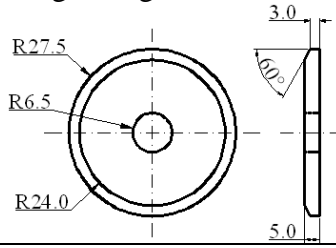
#### 5. Pembuatan dudukan poros batu gerinda.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Dudukan poros spindle.</p>	<p>- Potong baja dengan ukuran panjang 105 mm, lebar 80 mm ,tinggi 84 mm, kemudian di freis dengan ukuran seperti pada gambar, kemudian dilakukan pengeboran dan kemudian dilakukan pengetapan dengan ukuran pada gambar. Kemudian dilakukan pembubutan dalam dengan ukuran seperti pada gambar.</p>

## 6. Pembuatan dudukan motor.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Plat dudukan motor.</p> 	- Potong plat baja tebal 10 mm sebanyak 2 buah, panjang 130 mm, lebar 32 mm, kemudian masing-masing di freis dengan ukuran panjang 126 mm, lebar 29 mm. kemudian dilakukan pengeboran dan kemudian dilakukan pengetapan dengan ukuran pada gambar.
1.2	<p>Mur pengencang dudukan motor dengan rangka.</p> 	- Potong plat baja tebal 10 mm sebanyak 2 buah, panjang 33 mm, lebar 28 mm, kemudian masing-masing di freis dengan ukuran panjang 30 mm, lebar 25 mm. kemudian dilakukan pengeboran dan kemudian dilakukan pengetapan dengan ukuran pada gambar.
1.3	<p>Mur baut pengencang sabuk.</p> 	- Potong plat baja tebal 13 mm sebanyak 1 buah, panjang 43 mm, lebar 33 mm, kemudian di freis dengan ukuran panjang 40 mm, lebar 30 mm. kemudian dilakukan pengeboran dan kemudian dilakukan pengetapan dengan ukuran pada gambar.
1.6	<p>Rangkaian dudukan motor</p> 	- Setelah komponen diatas dibuat, kemudian dirangkai seperti pada gambar dengan las listrik.

## 7. Pembuatan ring batu gerinda.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Ring batu gerinda.</p> 	- Potong baja poros ST 37 dengan diameter 60 mm, panjang 15 mm sebanyak 2 buah, kemudian dilakukan proses pembubutan dan pengeboran dengan menggunakan mesin bubut sesuai dengan ukuran pada gambar.

### 8. Pembuatan penutup bearing.

Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Penutup bearing.</p>	<p>- Potong plat baja tebal 12 mm dengan panjang 94 mm dan lebar 84 mm sebanyak 2 buah, kemudian di freis dengan ukuran panjang 90 mm, lebar 80, kemudian di buat alur dan lubang dengan ukuran pada gambar dengan mesin freis dengan ukuran pada gambar, kemudian di lakukan pembubutan dalam diameter 35mm.</p>

### 9. Pembuatan baut pengencang sabuk.

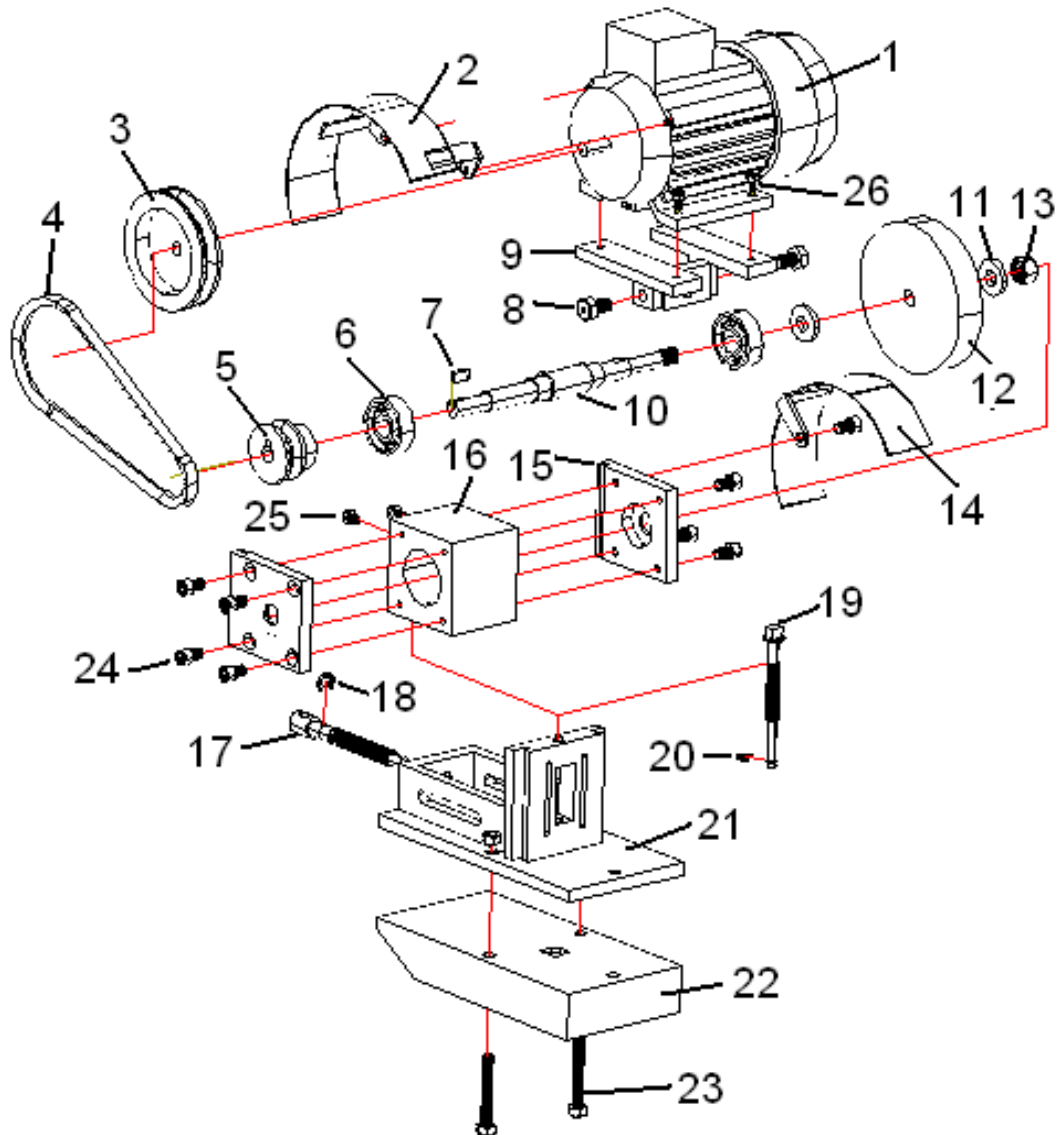
Proses pembuatan		Pengerjaan
Sub item	Gambar	
1.1	<p>Baut pengencang sabuk.</p>	<p>- Potong baja poros ST 37 dengan diameter 20 mm, panjang 150 mm, kemudian dilakukan proses pembubutan dan pembuatan ulir dengan mesin bubut sesuai dengan ukuran pada gambar, kemudian dilakukan pengeboran.</p>

Berikut ini adalah gambar seluruh komponen-komponen dari alat gerinda silindris yang sudah jadi:



Gambar 3.21. Komponen alat gerinda silindris.

Berikut ini gambar susunan komponen alat gerinda silinder luar.



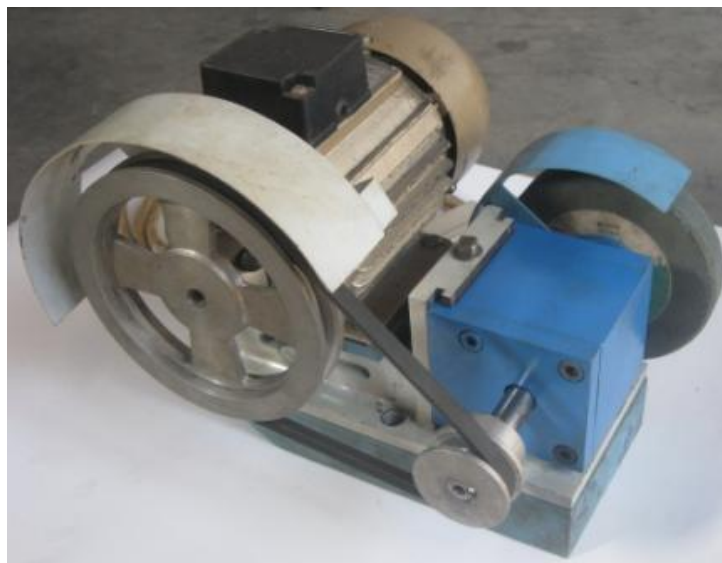
Gambar 3.22. Susunan komponen alat gerinda silinder luar.

Keterangan:

1. Motor.
2. Penutup puly.
3. Puly motor.
4. Sabuk.
5. Puly poros spindle.
6. Bearing.
7. Pasak poros spindle.
8. Baut pengencang dudukan motor dengan rangka.

9. Dudukan motor.
10. Poros spindle.
11. Ring batu gerinda.
12. Batu gerinda.
13. Baut pengencang batu gerinda.
14. Penutup batu gerinda.
15. Penutup *bearing*.
16. Dudukan poros batu gerinda.
17. Baut pengencang sabuk.
18. Snap ring baut pengencang sabuk.
19. Baut pengatur *centre*.
20. Snap ring baut pengatur *centre*.
21. Rangka.
22. Penganjal.
23. Baut pengencang alat gerinda dengan *cross-slide* mesin bubut.
24. Baut pengencang penutup bearing dengan dudukan poros batu gerinda.
25. Baut pengencang dudukan poros dengan rangka.
26. Baut pengencang motor dengan dudukan motor.

Berikut ini gambar alat gerinda silindris yang sudah dirangkai;



Gambar 3.23. Alat gerinda silindris.



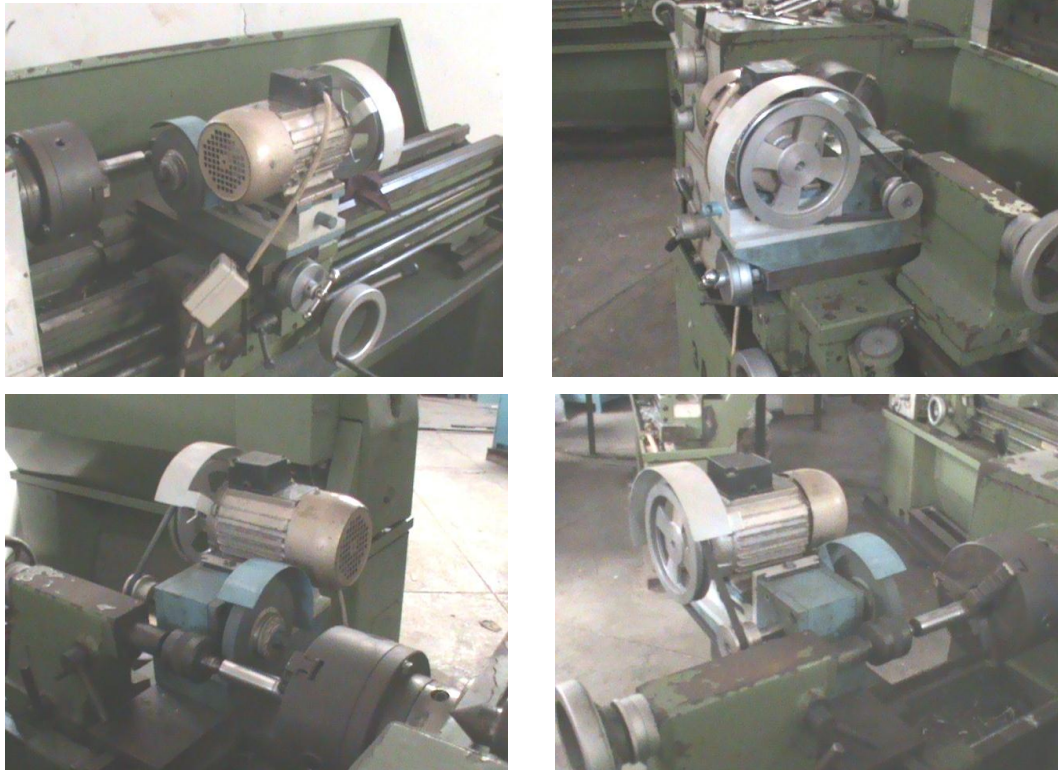
### 3.7 Pemasangan Alat Dan Pengoperasian Gerinda Silindris Pada Mesin

#### Bubut

Pemasangan alat gerinda silindris sangat mudah. Setelah seluruh komponen dirakit, maka alat bisa dipasangkan di mesin bubut. Alat gerinda silindris di tempatkan pada *cross-slide* mesin bubut. Berikut ini langkah-langkah pemasangannya;

1. Melepas *top slide* dan *tool post*.
2. Mengganti baut pengencang antara *cross-slide* dengan *top slide*, dengan baut pengencang *cross-slide* dengan alat gerinda silindris.
3. Memasang alat gerinda silindris pada *cross-slide*.
4. Mengatur *centre* batu gerinda terhadap benda kerja atau *tailstock*, dengan cara memutar baut pengatur *centre* kekiri atau kekanan hingga ketinggian titik *centre* poros sama dengan titik *centre* benda kerja atau *tailstock*. Setelah itu mengencangkan dua baut pengencangnya.
5. Mengatur kekencangan sabuk, dengan cara memutar baut pengatur kekencangan sabuk kearah kiri atau kanan, dengan jarak regang sabuk  $\pm 15\text{mm}$ , kemudian mengencangkan baut yang ada di sisi kanan dan kiri.
6. Mengatur kesejajaran batu gerinda terhadap benda kerja, setelah itu mengencangkan baut pengencang antara *cross-slide* dengan alat gerinda silindris.
7. Menghubungkan kabel dari motor alat gerinda silindris dengan motor mesin bubut. Agar putaran batu gerinda searah jarum jam, maka pemasangannya kutub ( U ) motor mesin bubut dihubungkan dengan kutub ( U ) motor alat gerinda, kemudian kutub ( V ) motor mesin bubut dihubungkan dengan kutub ( W ) motor alat gerinda, kemudian kutub ( W ) motor mesin bubut dihubungkan dengan kutub ( V ) motor alat gerinda.
8. Setelah kabel terhubung, meng-ON-kan saklar alat gerinda silindris, kemudian baru menghidupkan mesin bubut. Jadi ketika mesin bubut dihidupkan maka alat gerinda silindris juga ikut hidup, apabila mesin bubut dimatikan maka alat gerinda silindris juga ikut mati. Apabila saklar alat gerinda pada posisi OFF, maka saat mesin bubut dihidupkan, alat gerinda silindris tidak hidup.

Berikut ini gambar alat gerinda silindris yang sudah dipasang pada mesin bubut;



Gambar 3.24. Alat gerinda silindris yang dipasang pada mesin bubut.