



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan

Perancangan adalah kumpulan keputusan yang dibuat dalam menentukan proses yang digunakan untuk menentukan bentuk objek dari kebutuhan yang diinginkan oleh *customer* [7].

Kegiatan dalam proses perancangan dinamakan fase. Fase-fase dalam proses perancangan berbeda satu dengan yang lainnya. Setiap fase tersebut juga terdiri dari beberapa kegiatan yang dinamakan Langkah-langkah dalam fase. Salah satu deskripsi proses perancangan adalah deskripsi yang terdiri dari fase-fase berikut, yaitu [8]:

1. Identifikasi masalah.

Pada perancangan dimulai dengan menentukan dan mendefinisikan permasalahan atau kebutuhan yang diperlukan, dalam hal ini menjadikan identifikasi kebutuhan atau permasalahan merupakan proses penting dalam proses perancangan Teknik. Untuk mempermudah dalam identifikasi kebutuhan atau masalah, bisa dilakukan dengan bantuan beberapa metode analisis yaitu *Gathering information from costumer*, *Obective Three Methods (OTM)*, *Quality Function Deployment (QFD)*.

2. Definisi, perancangan dan penyusunan spesifikasi teknik produk.

Definisi, perancangan dan penyusunan spesifikasi Teknik produk terintegrasi bersama dengan kebutuhan terhadap suatu produk yang telah di identifikasi kebutuhannya. Fase ini merupakan penerjemahan kebutuhan yang dijadikan oleh *customer* ke dalam Bahasa Teknik atau dengan spesifikasi Teknik produk.

3. Perancangan konsep produk

Perancangan konsep produk merupakan tahapan atau fase yang digunakan untuk menemukan sebanyak mungkin alternatif konsep produk. Konsep produk yang disusun harus memenuhi setiap kebutuhan atau spesifikasi teknis yang telah ditentukan, dalam perancangan konsep produk bisa dilakukan dengan bantuan menggunakan blok fungsi atau matriks morfologi. Blok fungsi merupakan suatu diagram yang mewakili struktur fungsi secara keseluruhan dari suatu produk, blok



fungsi terdiri dari masuk dan keluar dan keluaran dari suatu produk secara umum berupa energi (gaya), material dan informasi (sinyal).

4. Perancangan produk

Fase perancangan produk terdiri dari beberapa langkah, tetapi pada intinya, fase ini memberikan solusi-solusi alternatif dalam bentuk skema yang dikembangkan lebih lanjut menjadi produk atau benda teknik yang berbentuk, material dan dimensi elemen-elemennya ditentukan.

5. Penentuan keputusan

Hal penting lainnya dalam proses perancangan adalah penentuan keputusan atau pengambilan keputusan dari dua atau lebih rancangan yang dibuat. Pengambilan keputusan meliputi segala aspek dari tujuan yang dilakukan harus menggunakan suatu metode pengambilan keputusan yang bisa disebut dengan matriks keputusan. Beberapa metode dalam pengambilan keputusan antara lain : WOM (*Weight Objective Method*), PCSM (*Pugh Concept Selection Method*), *Engineering Design Selection* (Metrik Keputusan). Penentuan keputusan sangat banyak dilakukan dalam melakukan perancangan. Salah satu keputusan terpenting pada perancangan adalah pengambilan keputusan untuk memilih konsep produk yang akan dikembangkan dari beberapa alternatif konsep produk yang telah dibuat.

6. Gambar dan spesifikasi pembuatan produk.

Gambar hasil rancangan produk tersebut dapat dituangkan dalam bentuk gambar sketsa di atas kertas (dua dimensi) atau dalam informasi digital yang disimpan dalam memori komputer. Informasi dalam bentuk digital tersebut dapat di *print out* untuk menghasilkan gambar sketsa atau dapat dibaca oleh sebuah *software* ke komputer, yang mengendalikan alat untuk membuat produk.

7. Dokumen pembuatan produk.

Dokumen produk merupakan langkah akhir dari proses perancangan sebelum pembuatan produk dilakukan. Dokumen produk memuat berbagai informasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk. Pada akhir proses perancangan terdapat beberapa dokumen, yaitu: gambar *layout*, gambar susunan komponen (*assembly*), gambar detail komponen produk dan daftar material (*bill of materials*).



Proses Perancangan Teknik

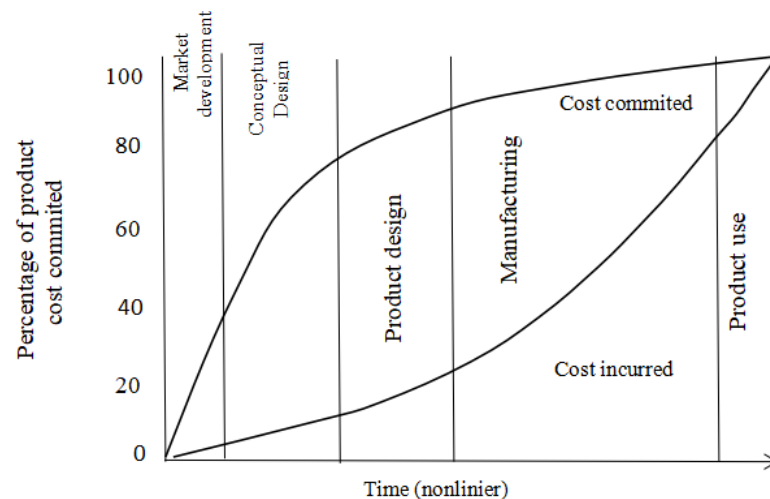
Proses perancangan rekayasa dapat digunakan untuk mencapai beberapa hasil yang berbeda. Salah satunya adalah desain produk, baik berupa barang konsumsi seperti perkakas listrik, sistem rekayasa yang kompleks seperti pembangkit listrik atau pabrik petrokimia, sementara yang lain adalah desain gedung atau jembatan [9].

2.1.1 Pentingnya Proses Perancangan

Alasan pertama pentingnya proses perancangan adalah, bahwa hanya sebagian kecil biaya untuk menghasilkan produk (5%) terlibat dengan proses perancangan, sedangkan 95% sebab lainnya adalah biaya bahan, modal, dan tenaga kerja untuk memproduksi produk. Namun, proses perancangan terdiri dari akumulasi banyak keputusan yang menghasilkan komitmen rancangan yang mempengaruhi sekitar 70 hingga 80% dari biaya pembuatan produk. Keputusan dibuat di luar tahap perancangan, hanya dapat mempengaruhi sekitar 25% dari total biaya. Jika rancangan terbukti salah sebelum produk dipasarkan, biayanya akan menjadi banyak untuk memperbaiki masalah sehingga perlu dilakukan proses perancangan terlebih dahulu sebelum membuat sebuah produk, dapat mengetahui adanya kesalahan atau tidak pada produk yang akan dibuat.

Alasan kedua dari desain adalah pada kualitas produk. Hal itu dapat dicapai dengan memeriksa produk saat produk pertama selesai. Selain itu, desain harus dilakukan agar produk dapat dibuat tanpa cacat dengan biaya yang kompetitif.

Alasan ketiga adalah, perancangan teknik dapat menentukan usia suatu produk. Waktu siklus mengacu pada waktu pengembangan yang diperlukan untuk membawa produk baru ke pasar. Produk dengan pengembangan teknologi terbaru menarik selera pelanggan untuk menggunakan teknologi tersebut. Meluasnya penggunaan teknologi berbasis komputer dan metode *prototype* berkontribusi untuk mengurangi proses produksi produk tersebut. Tidak hanya mengurangi waktu siklus produksi produk, tapi juga meningkatkan daya jual suatu produk. Kesimpulannya adalah proses desain harus dilakukan untuk mengembangkan kualitas dan biaya produksi yang efektif dalam waktu yang singkat [9].



Gambar 2. 1 Komitmen biaya produk selama fase proses perancangan [9].

2.1.2 Jenis Perancangan

Desain dengan teknik dapat dilakukan karena berbagai alasan, dan mungkin diperlukan modifikasi bentuk yang berbeda.

A. Rancangan asli (*Original Design*)

Bentuk desain Ini menggunakan konsep orisinal dan inovatif untuk mencapai kebutuhan.

B. Rancang adaptif (*Adaptive Design*)

Bentuk desain ini terjadi ketika tim desain mengadaptasi yang diketahui solusi untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda untuk menghasilkan aplikasi baru. Sebagai contoh, mengadaptasi konsep pencetakan *ink-jet*.

C. Rancang ulang (*Development Design*)

Rancang ulang teknik digunakan untuk meningkatkan desain yang ada, tugasnya mendesain ulang komponen dalam produk yang gagal dalam pengerjaan, atau mendesain ulang komponen untuk mengurangi biaya pembuatannya. Sering kali rancang ulang dilakukan tanpa perubahan prinsip kerja atau konsep desain aslinya. Misalnya, bentuknya dapat diubah untuk mengurangi kekakuan, atau bahan baru yang diganti untuk mengurangi berat atau biaya. Mendesain ulang dicapai dengan mengubah beberapa parameter desain, sering disebut desain varian.

D. Seleksi rancangan

Kebanyakan perancangan menggunakan komponen standar seperti bantalan,



motor kecil, atau pompa yang dipasok oleh vendor yang mengkhususkan dalam pembuatannya dan penjualan. Oleh karena itu, dalam hal ini tugas desain terdiri dari memilih komponen dengan kinerja, kualitas, dan biaya yang dibutuhkan dari katalog vendor potensial.

E. Perancangan industri

Bentuk desain ini berkaitan dengan peningkatan daya tarik suatu produk, terutama daya tarik visualnya. Sementara jenis desain ini lebih artistik daripada rekayasa, ini adalah aspek penting dari berbagai jenis desain juga mencakup desain industri dengan pertimbangan [10].

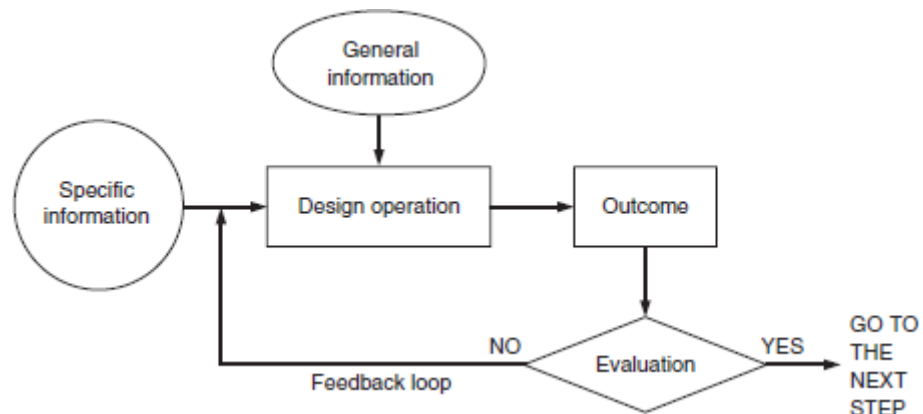
2.1.3 Proses Perancangan Teknik

Tidak ada Satu pun urutan langkah yang diakui secara *universal* yang mengarah pada desain yang bisa diterapkan. Penulis atau desainer telah menguraikan proses desain hanya dalam lima menit atau sebanyak 25 langkah. Salah satu yang pertama kali menulis introspektif tentang desain adalah Morris Asimow, dia memandang inti dari proses desain terdiri dari elemen-elemen. Desain adalah proses berurutan yang terdiri dari banyak operasi desain. Contoh operasi desain :

1. Mengeksplorasi alternatif konsep yang dapat memenuhi kebutuhan tertentu.
2. Merumuskan model matematika konsep sistem terbaik.
3. Menentukan bagian-bagian tertentu untuk membangun sub sistem.
4. Memilih bahan dari mana untuk membuat bagian.

Setiap operasi membutuhkan informasi, beberapa diantaranya informasi teknis dan bisnis umum yang diharapkan dari profesional terlatih dan beberapa diantara- Nya informasi yang sangat spesifik yang diperlukan untuk menghasilkan hasil yang sukses. Contoh dari jenis informasi yang terakhir yaitu :

1. Katalog pabrikan tentang bantalan mini.
2. Data buku pegangan tentang properti komposit polimer.
3. Pengalaman pribadi yang diperoleh dari perjalanan untuk mengamati proses manufaktur baru, perolehan informasi adalah hal yang vital dan sering kali sangat sulit.



Gambar 2. 2 Modul dasar dalam proses desain [10]

Dapat dilihat pada modul di atas adalah langkah dalam proses desain. Setelah dibekali dengan informasi yang diperlukan, tim desain atau insinyur desain melakukan operasi desain dengan pengetahuan teknis, alat komputasi, dan eksperimental. Pada tahap ini diperlukan perhitungan rancangan dan melakukan simulasi kinerja komponen pada komputer. Atau mungkin perlu untuk membangun ukuran penuh model *prototype* dan mengujinya hingga mendapatkan hasil uji coba. Pada tahap ini hasil desain harus di evaluasi, untuk memutuskan apakah cukup memenuhi kebutuhan. Jika evaluasi menemukan kekurangan, maka operasi desain harus diulang.

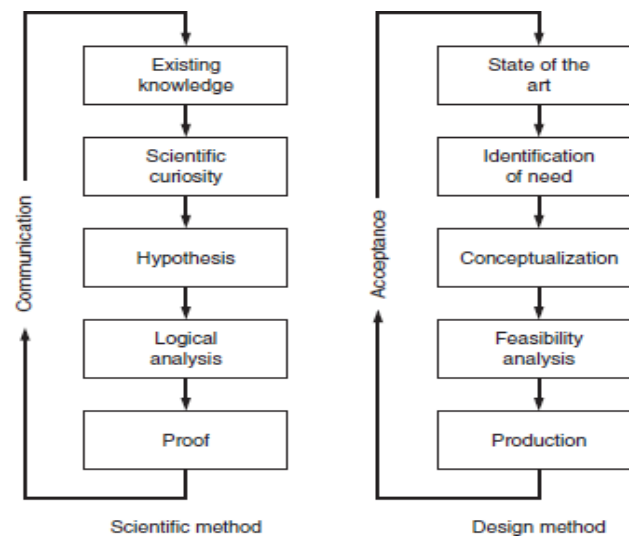
Informasi dari desain pertama digunakan kembali sebagai masukan, bersama dengan informasi baru yang telah dikembangkan sebagai hasil dari kekurangan yang ditemukan pada tahap evaluasi, hal ini disebut dengan literasi. Hasil akhir dari rangkaian modul desain adalah inovasi baru, sering disebut sebagai alur proses desain yang merupakan sistem baru. Namun, tujuan dari banyak proyek desain bukanlah pembuatan perangkat sistem. Sebaliknya, tujuannya adalah untuk pengembangan informasi baru yang dapat digunakan di tempat lain dalam organisasi [11].

2.1.4 Metode Perancangan Versus Metode Ilmiah

Metode desain sangat mirip dengan metode ilmiah jika memungkinkan adanya perbedaan dalam pandangan dan filsafat. Metode desain dimulai dengan pengetahuan tentang kebutuhan. Hal ini termasuk ke dalam pengetahuan ilmiah,



tetapi juga mencakup perangkat, komponen, bahan, metode manufaktur, dan kondisi pasar dan ekonomi. Gambar perbandingan metode ilmiah VS metode desain dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Perbandingan antara metode ilmiah dan metode desain[12]

Tujuan model ini untuk membantu kita memprediksi perilaku desain setelah diubah menjadi bentuk fisik, hasil model matematis atau model fisik ini harus diperhatikan untuk analisis kelayakan dengan literasi, sampai produk yang dapat diterima.

Herbert A. Simon menjelaskan bahwa perbedaan mendasar antara sains dan desain terletak pada objek kajiannya. Sains bertujuan untuk memahami dan menjelaskan fenomena yang terjadi secara alami, sedangkan desain berorientasi pada perancangan serta penciptaan objek buatan manusia. Objek buatan tersebut dirancang dengan mempertimbangkan fungsi, tujuan, dan kemampuan adaptasi terhadap kebutuhan tertentu. Dengan demikian, sains bersifat analitis terhadap realitas yang ada, sementara a desain bersifat konstruktif dalam merancang solusi yang diinginkan [13].

2.1.5 Metode-Metode Perancangan.

Beberapa metode perancangan yang digunakan dalam perancangan, yaitu :

1. Metode Ibrahim Zeid.

Metode ini dikenal luas dari kalangan buku Ibrahim Zeid. Metode ini merupakan pengembangan bertahun-tahun yang mulai dari tahun 50- an.Metode



Zeid meliputi proses perancangan, proses pembuatan, dan juga terdapat *feedback* dari pemasaran yang digunakan untuk pengembangan produk.

2. Metode French.

Metode French hampir sama dengan metode-metode lainnya. Metode French dimulai dengan menentukan kebutuhan dan diakhiri dengan gambar rancangan dan keterangan lainnya.

3. Metode VDI (*Verein Deutcher Ingenieure*).

Merupakan suatu metode perancangan dari persatuan insinyur Jerman. Metode *VDI* dikembangkan dari pengalaman-pengalaman insinyur-insinyur Jerman yang dibuat dalam bentuk diagram yang sistematis.

4. Metode Pahl dan Beitz.

Metode Pahl dan Beitz menggabungkan pengalaman mereka di dunia industri alat berat selama 20 tahun, pengalaman menulis buku (*Engineering Design*, 1970), dan mengambil pengalaman-pengalaman insinyur Jerman. Metode Pahl dan Beitz lebih sistematis pada bagian perencanaan dan desain konsep.

2.2. Mesin Bubut Mini

Mesin bubut mini merupakan versi kecil dari mesin bubut konvensional yang digunakan untuk mengerjakan benda kerja berskala kecil dengan presisi tinggi. Mesin ini umumnya digunakan dalam kegiatan pendidikan dan pelatihan di laboratorium teknik mesin. Kelebihan mesin bubut mini antara lain hemat tempat, hemat energi, serta biaya produksi dan perawatan yang lebih rendah [14].

2.3. Prinsip Kerja Mesin Bubut

Mesin bubut mini bekerja dengan prinsip dasar sebagai berikut:

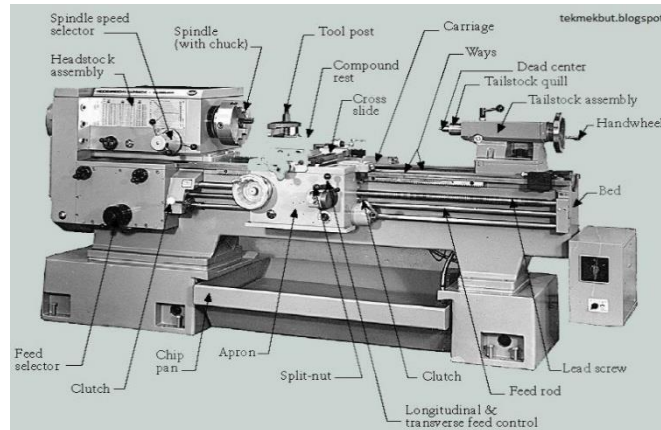
1. **Rotasi Benda Kerja:** Benda kerja dijepit pada chuck dan diputar oleh spindle yang digerakkan motor listrik.
2. **Gerakan Pahat:** Pahat potong digerakkan secara manual atau otomatis (melalui *leadscrew*) sepanjang arah sumbu memanjang (Z) atau melintang (X).
3. **Pemotongan Material:** Saat pahat menyentuh benda kerja yang berputar, material akan terkikis dan menghasilkan bentuk silindris, ulir, atau profil lainnya sesuai desain.
4. **Kontrol Kecepatan dan Umpan:** Mesin dilengkapi kontrol kecepatan putaran



spindle dan gerakan pahat (*feedrate*) agar hasil potongan presisi dan sesuai kebutuhan [15].

2.4. Komponen Utama Alat Mesin Bubut

Untuk dapat digunakan secara maksimal, mesin bubut standar harus memiliki bagian-bagian utama yang standar. Bagian-bagian mesin bubut standar diantaranya:



Gambar 2. 4 Mesin Bubut.

2.4.1 Kepala Tetap (*Head Stock*)

Kepala Tetap (*Head Stock*) Kepala tetap (*head stock*), terdapat spindle utama mesin (Gambar 2.5) yang berfungsi sebagaiudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam (*chuck*), kollet, senter tetap, atau pelat pembawa rata (*face plate*) dan pelat pembawa berekor (*driving plate*). Alat-alat perlengkapan tersebut dipasang pada spindle mesin berfungsi sebagai pengikat atau penahan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin bubut.



Gambar 2. 5 Spindel utama mesin bubut

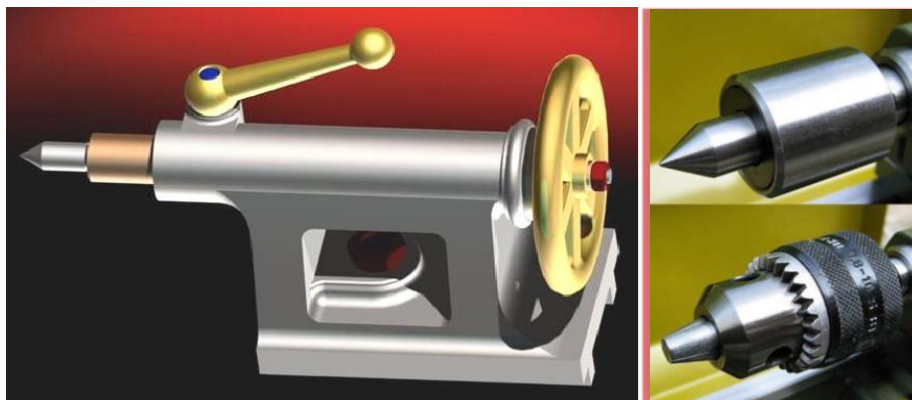


Didalam konstruksi kepala tetap, terdapat roda pully yang dihubungkan dengan motor penggerak. Dengan tumpuan poros dan mekanik lainnya, pully dihubungkan dengan poros spindel dan beberapa susunan transmisi mekanik dalam gear box. Susunan transmisi mekanik dalam gear box tersebut terdapat beberapa komponen diantaranya, roda gigi berikut poros tumpuannya, lengan penggeser posisi roda gigi dan susunan mekanik lainnya yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran mesin, kecepatan pemakanan dan arah pemakanan [16].

2.4.2 Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas (*tail stock*) yang ditunjukkan pada, digunakan sebagaiudukan senter putar (*rotary centre*), senter tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas. Senter putar (*rotary centre*) atau senter tetap dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk mendukung ujung benda kerja agar putarannya stabil, sedangkan cekam bor atau mata bor dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk proses pengeboran.

Untuk dapat melakukan dorongan senter tetap/senter putar pada saat digunakan untuk menahan benda kerja dan mealkukan pengeboran pada kedalaman tertentu sesuai tuntutan pekerjaan, kepala lepas dilengkapi roda putar yang disertai sekala garis ukur (*nonius*) dengan ketelitian tertentu, yaitu antara 0,01s.d 0,05 mm (Gambar 2.6).



Gambar 2. 6 Kepala Lepas



Kepala lepas ini dapat digeser sepanjang alas (*bed*) mesin. tinggi senter kepala lepas sama dengan kepala lepas dapat digeser sepanjang alas (*bed*) mesin. tinggi senter kepala lepas sama dengan tinggi senter kepala tetap.

Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tiruan tinggi senter kepala tetap. Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tirus[16].

2.4.3 Alas/Meja Mesin (*Bed machine*)

Alas/meja mesin bubut, digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan. Bentuk alas/meja mesin bubut bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Selain itu, alat/meja mesin bubut memiliki permukaannya yang sangat halus, rata dan kedataran serta keseajarannya dengan ketelitian sangat tinggi, sehingga gerakan kepala lepas dan eretan memanjang di atasnya pada saat melakukan penyayatan dapat berjalan lancar dan stabil sehingga dapat menghasilkan pembubutan yang presisi. Apabila alas ini sudah aus atau rusak, akan mengakibatkan hasil pembubutan yang tidak baik atau sulit mendapatkan hasil pembubutan yang sejajar.



Gambar 2. 7 Alas meja



2.4.4 Eretan (*carriage*)

Eretan (*carriage*), terdiri dari tiga bagian/elemen diantaranya, Pertama: Eretan memanjang (*longitudinal carriage*) terlihat pada (Gambar 2.8), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagaiudukan eretan melintang. Kedua: Eretan melintang (*cross carriage*) terlihat pada, berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjauhi sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas. Ketiga: Eretan atas (*top carriage*) terlihat pada, berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

Bila dilihat dari konstruksinya, eretan melintang bertumpu pada eretan memanjang dan eretan atas bertumpu pada eretan melintang. Dengan demikian apabila eretan memanjang digerakkan, maka eretan melintang dan eretan atas juga ikut bergerak/bergesar.



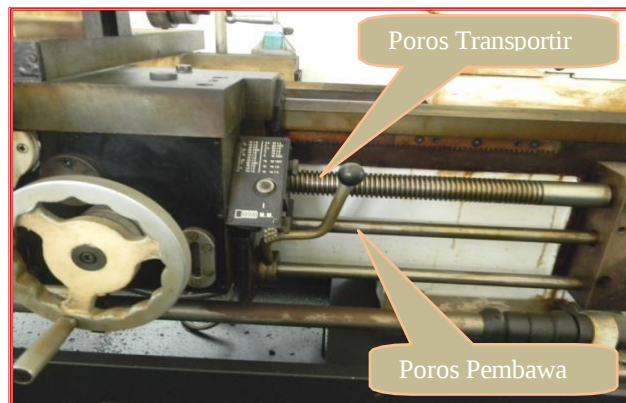
Gambar 2. 8 Eretan (*carriage*) memanjang, melintang dan atas

2.4.5 Poros Transportir dan Poros Pembawa

Poros transportir adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir *whitworth* (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir. Poros transporter untuk mesin bubut standar pada umumnya kisar ulir transportirnya antara dari $6 \div 8$ mm.

Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau

mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis. Poros transportir dan poros pembawa dapat dilihat pada (Gambar 2.9)



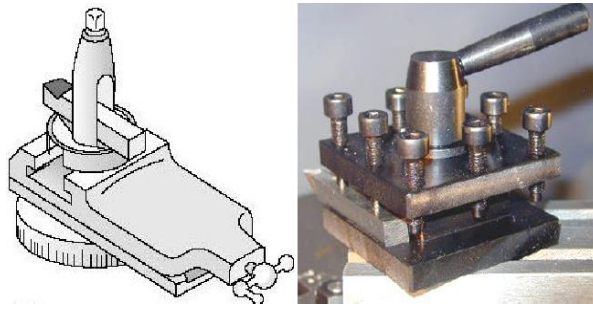
Gambar 2. 9 Poros transporter dan proros pembawa eretan.

2.4.6 Penjepit/Pemegang Pahat (*Tools Post*)

Penjepit/pemegang pahat (*Tools Post*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat. Bentuknya atau modelnya secara garis besar ada dua macam yaitu, pemegang pahat standar dan pemegang dapat dosetel (*justable tool poss*).

Pengertian rumah pahat standar adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada pemegang pahat.

Pemegang pahat standar, bila dilihat dari dudukannya terdapat dua jenis yaitu, dudukan pahat satu dan empat (Gambar 2.10). Pemegang pahat dengan dudukan satu, hanya dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat bubut sebanyak satu buah, sedangkan pemegang pahat dengan dudukan empat dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat sebanyak empat buah sekaligus, sehingga bila dalam proses pembubutan membutuhkan beberapa bentuk pahat bubut akan lebih praktis prosesnya bila dibandingkan menggunakan pemegang pahat dudukan satu.



Gambar 2. 10 Penjepit/Pemegang Pahat (*Tools Post*)

2.5. Pelengkapan Mesin Bubut Standar

Pada mesin bubut standar terdapat beberapa alat perlengkapan mesin diantaranya: alat pengekam/pengikat, alat pembawa, alat penahan/penyangga dan alat bantu pengeboran.

2.5.1 Alat Pengekam/Pengikat Benda Kerja

Cekam adalah salahsatu alat perlengkapan mesin bubut yang fungsinya untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan. Jenis alat ini apabila dilihat dari gerakan rahangnya dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, cekam sepusat (*self centering chuck*) dan cekam tidak sepusat (*independent chuck*).

Pengertian cekam sepusat adalah, apabila salahsatu rahang digerakkan maka keseluruhan rahang yang terdapat pada cekam akan bergerak bersama-sama menuju atau menjauhi pusat sumbu. Maka dari itu, cekam jenis ini sebaiknya hanya digunakan untuk mencekam benda kerja yang benar-benar sudah silindris. Cekam jenis ini rahangnya ada yang berjumlah tiga (*3 jaw chuck*) , empat (*4 jaw chuck*) dan enam (*6 jaw chuck*) seperti yang terlihat pada gambar 2.11.

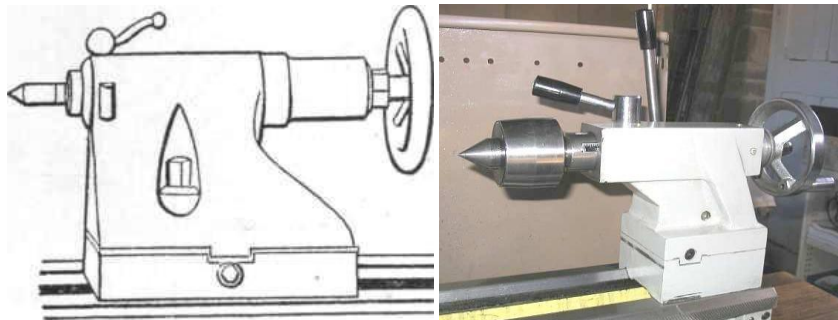


Gambar 2. 11 Cekam rahang tiga, empat dan enam sepusat

2.5.2 Senter

Senter (Gambar 2.12) terbuat dari baja yang dikeraskan dan digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan).

Kedua jenis senter ini ujung pada bagian tirusnya memiliki sudut 60° , dan bila digunakan pemasangannya pada ujung kepala lepas (Gambar 2.12).

**Gambar 2. 12** Senter tetap dan senter putar**Gambar 2. 13** Pemasangan senter tetap dan senter putar pada kepala lepas

Mengingat senter tetap pada saat digunakan tidak ikut berputar (akan selalu terjadi gesekan pada ujung senternya), maka untuk menjaga agar tidak cepat aus harus sering diberi pelumas (oli/stempet/grease).

2.6. Panel Kontrol

Panel kontrol adalah otak dari mesin CNC. Dimana semua program

dikendalikan oleh panel ini. Operator mesin mengontrol seluruh mesin CNC menggunakan panel kontrol atau tombol pada panel ini, dari menghidupkan mesin hingga penyelesaian pekerjaan. Dapat digunakan juga untuk mentransfer program melalui USB port yang tersedia. Pada bagian ini merupakan bagian terpenting dalam pengoperasian mesin CNC [17].



Gambar 2. 14 Panel Kontrol

2.7. Sistem Penggerak Alat mesin Bubut Mini

Sistem penggerak merupakan komponen penting untuk menyalurkan tenaga dari input penghasil gerak ke output benda yang digerakkan. Selain itu, sistem penggerak juga akan menentukan performa serta kebutuhan tenaga sebuah alat, mulai dari kecepatan, dan daya dorongan. Untuk mencapai performa di atas, tentunya perlu ada perbedaan sistem penggerak antara satu alat dengan alat lainnya, mengingat setiap jenis alat memiliki kebutuhan yang berbeda-beda [18].

a) Motor Listrik AC

Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi gerak maupun mekanik dari pada rotor yang didalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh katub positif maupun negatif dan bersumber tenaga listrik, motor ini bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa sumber untuk menimbulkan gaya putar rotornya. Motor listrik AC menggunakan arus listrik yang membalikan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu, berdasarkan sumber dayanya motor listrik AC dibedakan menjadi dua, yaitu sumber daya sinkron dan sumber daya induksi [19].

b) Motor Listrik DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah



pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor *DC* disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct unidirectional*. Motor *DC* adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor *DC* terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor *DC* bekerja berdasarkan prinsip gaya *Lorentz*, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya *Lorentz*) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus [20].

2.8. SOLIDWORKS



Gambar 2. 15 SOLIDWORKS

SOLIDWORKS merupakan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD) berbasis pemodelan tiga dimensi yang banyak digunakan dalam proses perancangan produk dan mesin. Berdasarkan jurnal yang menjadi acuan dalam penelitian ini, *SOLIDWORKS* dimanfaatkan sebagai alat bantu utama dalam pemodelan geometris, perakitan komponen (*assembly*), serta analisis desain sebelum dilakukan proses manufaktur. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan ketelitian desain serta meminimalkan kesalahan pada tahap produksi [21].

Dalam perancangan mesin bubut mini skala laboratorium, *SOLIDWORKS* digunakan untuk memodelkan setiap komponen utama seperti rangka, *spindle*,



dudukan pahat, serta sistem transmisi secara parametrik. Pemodelan parametrik memungkinkan perubahan dimensi dilakukan dengan mudah tanpa harus merancang ulang keseluruhan komponen, sehingga sangat mendukung proses optimasi desain. Selain itu, fitur *assembly* pada *SOLIDWORKS* memungkinkan evaluasi kesesuaian antar komponen, termasuk pengecekan interferensi dan keselarasan mekanis, yang sangat penting dalam perancangan mesin perkakas berskala kecil.

2.9. ANSYS (Analysis System)



Gambar 2. 16 ANSYS

ANSYS merupakan perangkat lunak simulasi berbasis metode numerik yang banyak digunakan dalam bidang rekayasa untuk menganalisis perilaku fisik suatu sistem sebelum direalisasikan secara nyata. *ANSYS* bekerja dengan pendekatan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method/FEM*) yang membagi suatu geometri menjadi elemen-elemen kecil sehingga respon struktur atau sistem terhadap beban tertentu dapat dihitung secara akurat.

Dalam bidang teknik mesin, *ANSYS* digunakan secara luas untuk melakukan analisis struktural, termal, dinamika fluida, serta analisis getaran. Analisis struktural pada *ANSYS* memungkinkan pengguna untuk mengetahui distribusi tegangan (stress), regangan (strain), dan deformasi yang terjadi pada suatu komponen akibat pembebanan tertentu. Hal ini sangat penting dalam proses perancangan mesin untuk memastikan bahwa komponen yang dirancang mampu bekerja dengan aman dan



sesuai dengan batas kekuatan material.

Proses simulasi pada ANSYS umumnya meliputi tiga tahapan utama, yaitu *pre-processing*, *solution*, dan *post-processing*. Tahap *pre-processing* mencakup pembuatan geometri, penentuan sifat material, pemberian kondisi batas (boundary conditions), serta pembebanan. Tahap *solution* merupakan proses perhitungan numerik oleh sistem berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Selanjutnya, tahap *post-processing* digunakan untuk menampilkan dan menganalisis hasil simulasi dalam bentuk grafik, kontur warna, dan data numerik.

Penggunaan ANSYS dalam perancangan mesin bubut mini skala laboratorium sangat membantu dalam mengevaluasi kekuatan rangka,udukan spindle, dan komponen lainnya sebelum proses manufaktur dilakukan. Dengan demikian, ANSYS dapat mengurangi risiko kegagalan desain, menekan biaya percobaan, serta meningkatkan efisiensi dan keandalan produk yang dirancang [22].

2.10. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai mesin bubut mini dan mesin CNC skala laboratorium umumnya berfokus pada perancangan awal dengan material rangka berbahan logam, seperti baja atau aluminium. Sementara itu, penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini menitik beratkan pada **perancangan ulang (*redesign*) mesin bubut mini CNC skala laboratorium** dengan **penggunaan material rangka utama berupa PVC**, sehingga memiliki karakteristik dan tantangan yang berbeda.

Penelitian Santoso (2020) serta Subekti (2020) merancang mesin bubut mini konvensional untuk kebutuhan laboratorium dengan rangka berbahan logam. Perbedaan utama dengan penelitian ini terletak pada jenis mesin dan material rangka, di mana penelitian ini mengembangkan mesin bubut berbasis CNC serta menggunakan PVC sebagai rangka utama, yang memerlukan analisis tambahan terkait kekakuan struktur dan kekuatan material.

Penelitian Ginanjar dan Basuki (2019) serta Kurniawan et al. (2020) berfokus pada perancangan mesin CNC bubut mini dengan struktur rangka konvensional.



Penelitian ini berbeda karena tidak hanya merancang sistem CNC, tetapi melakukan perancangan ulang terhadap mesin bubut mini yang telah ada, dengan tujuan meningkatkan fungsi, efisiensi, dan kesesuaian mesin terhadap kebutuhan laboratorium pendidikan.

Habibi (2021) serta Luqman dan Sapto (2023) meneliti sistem transmisi mesin bubut mini. Penelitian ini menggunakan hasil penelitian tersebut sebagai acuan, namun dikembangkan lebih lanjut dengan menyesuaikan sistem transmisi terhadap karakteristik mesin CNC dan keterbatasan material PVC, terutama dalam hal pembebanan, getaran, dan stabilitas putaran *spindle*.

Penelitian Aditya dan Wibowo (2021) merancang mesin bubut kayu mini dengan struktur ringan. Penelitian ini memiliki kesamaan dalam penggunaan mesin skala kecil, namun berbeda pada jenis material yang dibubut serta sistem kendali, dimana penelitian ini difokuskan pada pembubutan material logam ringan menggunakan sistem CNC.