**BAB II**

**TEORI DASAR**

Pada bab ini dibahas tentang proses pemesinan, pemegang benda kerja, motor AC, motor DC, sensor proximity, limits switch, relay, dan counter.

**2.1 PROSES PEMESINAN**

Proses pemesinan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara membuang material yang tidak diinginkan pada benda kerja sehingga diperoleh produk dengan bentuk dan ukuran yang dikehendaki.

Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Umumnya mereka dibuat dengan proses pemesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan *(casting)* dan/atau proses pengolahan bentuk *(metal forming).* Dalam hal ini saya akan membahas klasifikasi proses pemesinan ditinjau dari jenis pahat dan gerak relatif antara pahat *(tool)* dengan benda kerja *(workpiece).*

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Untuk sementara, dapat kita klasifikasikan dua jenis pahat yaitu pahat bermata potong tunggal *(single point cutting tool)* dan pahat bermata potong jamak *(multiple point cuttings tool).*

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerak yaitu :

* Gerak Potong *(cutting movement)*.

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja yang mengakibatkan tombulnya permukaan baru.

* Gerak Makan *(feeding movement).*

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja yang mengakibatkan permukaan baru menjadi lebih luas.

Mesin perkakas dirancang untuk menggerakkan perkakas potong *(cutting tools)* guna mendapatkan geometri permukaan benda kerja seperti yang diinginkan. Dalam proses pemesinan ada dua istilah gerak relatif pahat terhadap benda kerja yaitu gerak potong dan gerak makan. Gerak potong adalah gerak relatif dengan benda kerja yang searah dengan arah potongan. Gerak makan adalah gerak yang mengakibatkan pengulangan gerak pemotongan setiap putaran atau setiap langkah untuk memastikan kelanjutan operasi pemotongan. Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki.

Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan, proses pemesinan dikelompokkan menjadi beberapa macam proses yaitu:

1. Proses bubut *(turning)*
2. Proses gurdi *(drilling)*
3. Proses gerinda *(surface grinding)*
4. Proses freis *(milling)*
5. Proses gergaji, dan
6. Proses sekrap *(shaping, planning).*

Pada tugas akhir ini proses yang akan dikendalikan adalah proses gurdi. Oleh karenanya proses yang akan dibahas adalah proses gurdi.

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang sesuai. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor *(twist drill).* Proses bor *(boring)* adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor *(boring bar)* yang tidak hanya dilakukan pada Mesin Gurdi, tetapi bisa dengan Mesin Bubut, Mesin Frais, atau Mesin Bor. Proses gurdi dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Proses gurdi (drilling)**

Gurdi adalah sebuah pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa sisi potong dan alur yang berhubungan continue di sepanjang badan gurdi. Alur ini, dapat berbentuk lurus atau *helix* yang berfungsi untuk melewatkan serpihan atau fluida pemotong. Pada umumnya gurdi memiliki dua alur, tetapi mungkin juga memiliki tiga atau empat alur. Gurdi yang memiliki tiga atau empat alur dikenal sebagai penggurdi inti.

Gurdi yang memiliki tiga atau empat alur tidak dipakai untuk memulai sebuah lubang, melainkan untuk meluaskan lubang atau menyesuaikan lubang yang telah digurdi. Mesin yang digunakan untuk melakukan proses gurdi adalah Mesin Gurdi/*Drilling Machine*.

Karakteristik proses gurdi agak berbeda dengan proses pemesinan yang lain. Perbedaannya yaitu :

* Geram harus keluar dari lubang yang dibuat,
* Geram yang keluar dapat menyebabkan masalah ketika ukurannya besar,
* Proses pembuatan lubang bisa sulit jika membuat lubang yang dalam.

Nama-nama bagian pahat gurdi ditunjukkan pada gambar 2.2. Diantara bagian-bagian pahat gurdi tersebut yang paling utama adalah sudut *helix* *(helix angle)*, sudut ujung *(point angle/lip angle)*, dan sudut bebas *(clearance angle).* Untuk bahan benda kerja yang berbeda, sudut-sudut tersebut besarnya bervariasi.

 Pada mesin yang dikendalikan secara otomatis atau numerik, alat pemegangnya diprogram untuk menjepit dan melepaskan benda kerja.



**Gambar 2.2 Nama-nama bagian pahat gurdi**

. Beberapa jenis pemegangan benda kerja yang sering digunakan, antara lain:

1. Ragum,

2. Mandril,

3. Pencekam *(Chuck)****,***

4. Leher *(collet)*, dan

5. Arbor.

Alat pemegang benda kerja pada mesin gurdi berfungsi untuk memegang benda kerja yang akan digurdi. Pemegang benda kerja yang sering digunakan pada mesin gurdi adalah ragum. Ragum tersebut diikat pada meja gurdi menggunakan baut. Penggunaan jenis ragum disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang akan dikerjakan. Untuk benda kerja berbentuk balok atau kubus ragum yang digunakan adalah ragum sederhana atau ragum *universal*. Contoh ragum sederhana dapat dilihat pada gambar 2.3.

|  |  |
| --- | --- |
|  | gbros1 |

**Gambar 2.3 Ragum sederhana**

Benda kerja yang dipasang pada ragum hendaknya diatur supaya bagian benda kerja yang menonjol tidak terlalu tinggi. Selain itu pada waktu benda kerja ditekan oleh pahat gurdi, benda kerja tidak mengalami perubahan posisi. Oleh karenanya di bawah benda kerja perlu dipasang dua buah balok parallel yang berfungsi sebagai penopang pemegang benda kerja agar pemegang benda kerja tidak berubah posisi pada saat penggurdian. Contoh pemasangan benda kerja pada ragum dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4 Pemasangan benda kerja pada ragum**

* 1. **Motor AC**

Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor AC *(Alternating Current)* atau arus Bolak-balik terdiri dari 2 jenis, yaitu:

1. Motor listrik AC/arus bolak-balik 1 fasa
2. Motor listrik AC/arus bolak-balik 3 fasa

Motor AC satu fasa cara kerjanya berbeda dengan motor AC tiga fasa, dimana pada motor AC tiga fasa untuk belitan statornya terdapat tiga belitan yang menghasilkan medan putar dan pada rotor sangkar terjadi induksi dan interaksi torsi yang menghasilkan putaran. Sedangkan pada motor satu fasa memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2), lihat gambar 2.5.

Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan belitan bantu dibuat dari tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya lebih banyak, sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi belitan utama.



**Gambar 2.5 Prinsip medan magnet utama dan medan magnet bantu motor satu fasa**

Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan belitan bantu dibuat dari tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya lebih banyak, sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi belitan utama.

Grafik arus belitan bantu Ibantu dan arus belitan utama Iutama berbeda fasa sebesar φ, hal ini disebabkan karena perbedaan besarnya impedansi kedua belitan tersebut. Perbedaan arus beda fasa ini menyebabkan arus total, merupakan penjumlahan vektor arus utama dan arus bantu. Medan magnet utama yang dihasilkan belitan utama juga berbeda fasa sebesar φ dengan medan magnet bantu.



**Gambar 2.6 Grafik gelombang arus medan bantu dan arus medan utama**

Belitan bantu Z1-Z2 pertama dialiri arus bantu menghasilkan fluks magnet, beberapa saat kemudian belitan utama U1-U2 dialiri arus yang bernilai positip. Hasilnya adalah medan magnet yang bergeser sebesar 45° dengan arah berlawanan jarum jam. Kejadian ini berlangsung terus sampai satu siklus sinusoida, sehingga menghasilkan medan magnet yang berputar pada belitan statornya.



**Gambar 2.7 Medan magnet pada stator motor satu fasa**

* 1. **Motor DC**

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakan kompresor, maupun mengangkat bahan. Motor listrik digunakan juga di rumah *(mixer, bor listrik, fan angin)* dan di industri.

Motor DC *(Direct Current)* adalah peralatan elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor DC dapat berputar searah dengan arah putaran jarum jam atau dapat juga berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Bentuk fisik motor DC dapat dilihat pada gambar 2.8.

Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor DC diputar dalam dua arah putaran yaitu searah putaran jarum jam *(clockwise)* dan berlawanan arah putaran jarum jam *(counter clockwise)*. Arah putaran motor DC dapat diubah dengan cara mengubah arah arus listrik yang mengalir melewati motor DC tersebut. Mengubah arah arus listrik yang melewati motor DC dapat dilakukan dengan cara mengubah polaritas tegangan motornya.



**Gambar 2.8 Bentuk fisik motor DC**

Bahan penting yang digunakan pada mesin – mesin arus searah adalah bahan ferogmagnetik. Kutub-kutub magnet yang digunakan untuk mesin arus searah biasanya menggunakan magnet buatan yang dibuat dengan prinsip elektromagnetisme, yang pembuatanya adalah dengan melilitkan kawat email pada bahan feromagnetik yang kemudian di aliri arus searah.

Mengubah arah arus listrik yang melewati motor DC dapat dilakukan secara manual atau secara otomatis. Mengubah arah arus listrik yang melewati motor DC secara manual dapat dilakukan dengan cara menggunakan dua buah saklar. Skematik pengubahan arah arus listrik dengan menggunakan dua buah saklar dapat dilihat pada gambar 2.9.

* 1. **Sensor *Proximity***

Sensor *proximity* merupakan sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam tanpa adanya kontak fisik. Biasanya sensor ini terdiri dari alat *elektronis solid-state* yang terbungkus rapat untuk melindungi dari pengaruh getaran, cairan kimiawi dan korosif yang berlebihan.



**Gambar 2.9 Pengubahan arah putaran motor DC dengan menggunakan dua buah saklar**



**Gambar 2.10 Bentuk sensor *proximity***

Secara sederhana prinsip kerja sensor *proximity* adalah dengan mendekatkan sensor pada objek berupa logam dengan jarak tertentu maka output sensor aktif, akibatnya output sensor mengalami perubahan kondisi dari *low* ke *high*. Setiap jenis sensor *proximity* memiliki jarak deteksi yang berbeda-beda yaitu 5, 7, 10, 12 dan 20mm. bentuk dari sensor *proximity* dapat dilihat pada gambar 2.10.

* 1. ***Limit switch***

 *Limit switch* (LS) adalah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk memutuskan atau untuk menghubungkan rangkaian listrik. Secara sederhana, *limit switch* terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan dapat terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung *(on)* atau putus *(off)* dalam rangkaian tersebut. Bentuk *limit switch* dapat dilihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2.11 *Limit switch***

 *Limit switch* mempunyai tiga buah kaki, yaitu kaki *common (COM),* kaki *normally open (NO),* dan kaki *normally close (NC).* Dalam kondisi tombol *limit switch* tidak ditekan, kaki *com* akan terhubung dengan kaki *normally close*. Ketika *limit switch* ditekan, kaki *com* akan terhubung dengan kaki *normally open*. Simbol kontak antara *COM* dan *NC* serta kontak antara *COM* dan *NO* dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12 Simbol kontak *limit switch* dalam rangkaian**

**2.7 Relay**

 Relay adalah perangkat elektronik yang dapat menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik dari dua buah terminal yang pengkondisiannya diatur oleh sebuah koil. Kondisi relay hanya ada dua yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dari dua terminal atau dengan kata lain *on* atau *off*. Istilah *on* dan *off* ini menjadi sangat penting karena alat listrik apapun yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *on* atau *off* untuk memulai atau mengakhiri kerjanya.

 Karena sistem kerjanya diatur atau dikontrol oleh sebuah koil, alat ini menjadi alat paling utama dalam jajaran alat sistem kontrol elektromagnetik. Sistem kerjanya bisa saling berhubungan, sehingga membentuk urutan atau proses dari sebuah kejadian yang dinamakan otomatisasi.

 Tipe dan jenis relay menjadi beragam sesuai dengan fungsi dan persyaratan dari alat yang dikontrolnya. Salah satu tipe relay dapat dilihat pada gambar 2.13. Relay pada gambar 2.13 adalah relay *tipe* MY4N bertegangan kerja 12Vdc. Kontak-kontaknya mampu menghantarkan arus maksimum 5A untuk tegangan 240 Vac dan 28 Vdc.

|  |  |
| --- | --- |
| **gambar-3.JPG** | **Skematis Relay** |

**Gambar 2.13 Relay tipe MY4N**

*Relay lader logic* merupakan alur berpikir untuk menyusun rangkaian sistem kontrol. Alur berpikir tersebut dinyatakan dalam bentuk diagram tangga. *Relay lader logic* disebut juga sebagai bahasa pemrograman untuk rangkaian sistem kontrol. *Relay lader logic* terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

1. Pemberi informasi *(input),*
2. Pengambil keputusan *(logic), dan*
3. Usaha yang dilakukan *(output).*

Sistem kontrol berbasis *relay* yang menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 2.14. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa sistem kontrol dengan menggunakan *relay* mempunyai beberapa perangkat *input,* dan berbagai macam perangkat *output.* Perangkat *input* diantaranya sensor dan *limit switch,* sedangkan perangkat *output* dari sistem kontrol dapat berupa motor listrik, pompa, lampu, atau perangkat elektronik yang lainnya.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Perangkat *Input* | *Logic* | Perangkat *Output* |

**Gambar 2.14 Sistem kontrol berbasis relay**

**2.8 Counter**

 *Counter* adalah komponen diagram tangga yang dapat berfungsi sebagai pencacah dan penghitung. Komponen ini merupakan komponen imajiner. Pada diagram tangga simbol *counter* dapat dilihat pada gambar 2.16.

|  |  |
| --- | --- |
| CT6 |  |

**Gambar 2.15 *Timer tipe CT6***



**Gambar 2.16 Simbol *Counter***

 *Counter* bisa juga digunakan sebagai *Timer, counter* yang dipakai dalam program adalah *tipe CT6*. *Counter* mempunyai beberapa kaki fungsional. Kaki 6 dan kaki 7 dihubungkan dengan sumber catu daya. Jenis sumber catu daya tergantung pada jenis counter atau *timer-*nya. Kaki 8 (INA) dan kaki 9 (INB) merupakan kaki input. Kaki 4 merupakan kaki *common (COM)*, kaki 3 merupakan kaki *normally open (NO),*  dan kaki 5 merupakan kaki *normally closed (NC). Counter* mempunyai dua kaki input, yaitu kaki U dan kaki R. Bila terjadi perubahan dari kondisi *open* ke kondisi *close* pada kaki U maka harga *counter* akan bertambah satu. Bila terjadi perubahan dari kondisi *open* ke kondisi *close* pada kaki R maka harga *counter* akan menjadi nol. Bila harga *counter* sudah terlampaui maka *counter* akan berfungsi sebagai *NO contact* dan berada pada kondisi *close.* Setiap *counter* mempunyai identitas yang dinyatakan sebagai bilangan *hexadesimal xx* dan mempunyai harga batas yang dinyatakan dengan bilangan *desimal yy.*

**2.9 *Timer***

*Timer* adalah relay yang kontaknya akan berubah dari *normally closed (NC)* ke *normally open (NO)*, bila *timer* diberi arus listrik setelah melewati batas waktu yang ditentukan. Salah satu jenis timer yang sering digunakan adalah *timer tipe* AT8N. *Timer tipe* AT8N dapat dilihat pada gambar 2.17.

|  |  |
| --- | --- |
| **AT8N** | **Skematis Timer** |

**Gambar 2.17 Fisik dan Simbol Timer**

*Timer tipe* AT8N mempunyai delapan buah kaki. Kaki 7 dengan kaki 2 digunakan untuk mengaktifkan *timer*. Kedua kaki ini tidak boleh terbalik dalam pemasangannya. Enam kaki lainnya berfungsi sebagai *limit switch* yang terdiri dari dua kaki *Common (COM)* yaitu kaki 1 dan kaki 8, dua kaki *normally Open (NO)* yaitu kaki 3 dan kaki 6, dan dua kaki *Normally Closed (NC)* yaitu kaki 4 dan kaki 5. Simbol *timer* dalam rangkaian dapat dilihat pada gambar 2.18.



**Gambar 2.18 Simbol *Timer* Pada Rangkaian**