

2. Mesin Frais/Milling

2.1 Prinsip Kerja

Tenaga untuk pemotongan berasal dari energi listrik yang diubah menjadi gerak utama oleh sebuah motor listrik, selanjutnya gerakan utama tersebut akan diteruskan melalui suatu transmisi untuk menghasilkan gerakan putar pada *spindel* mesin *milling*.

Spindel mesin *milling* adalah bagian dari sistem utama mesin *milling* yang bertugas untuk memegang dan memutar *cutter* hingga menghasilkan putaran atau gerakan pemotongan.

Gerakan pemotongan pada *cutter* jika dikenakan pada benda kerja yang telah dicekam maka akan terjadi gesekan/tabrakan sehingga akan menghasilkan pemotongan pada bagian benda kerja, hal ini dapat terjadi karena material penyusun *cutter* mempunyai kekerasan diatas kekerasan benda kerja.

2.2 Bagian-bagian Mesin Frais

1. Spindle utama

Merupakan bagian yang terpenting dari mesin milling. Tempat. untuk mencekam alat potong.

2. Meja / table

Merupakan bagian mesin milling, tempat untuk clamping device atau benda kerja.

3. Motor drive

Merupakan bagian mesin yang berfungsi menggerakkan bagian – bagian mesin yang lain seperti spindle utama, meja (feeding) dan pendingin (cooling).

4. Tranmisi

Merupakan bagian mesin yang menghubungkan motor penggerak dengan yang digerakkan.

5. Knee

Merupakan bagian mesin untuk menopang / menahan meja mesin. Pada bagian ini terdapat transmisi gerakan pemakanan (feeding).

6. Column / tiang

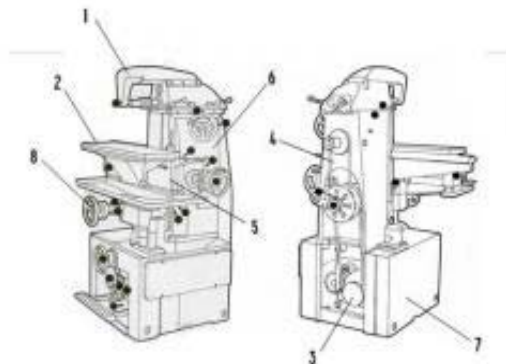
Merupakan badan dari mesin. Tempat menempelnya bagian – bagian mesin yang lain.

7. Base / dasar

Merupakan bagian bawah dari mesin milling. Bagian yang menopang badan / tiang. Tempat cairan pendingin.

8. Control

Merupakan pengatur dari bagian – bagian mesin yang bergerak.



Gambar 2.1 Bagian-bagian mesin frais/milling

2.3 Kecepatan Potong dan Pemakanan

Keberhasilan pemotongan dengan mesin frais dipengaruhi oleh kemampuan pemotongan alat potong dan mesin. Kemampuan pemotongan tersebut menyangkut kecepatan potong dan pemakanan.

Kecepatan potong pada mesin frais dapat didefinisikan sebagai panjangnya bram yang terpotong oleh satu mata potong pisau frais dalam satu menit. Kecepatan potong untuk tiap-tiap bahan tidak sama. Umumnya makin keras bahan, makin kecil harga kecepatan potongnya dan juga sebaliknya. Kecepatan potong dalam pengefraisan ditentukan berdasarkan harga kecepatan potong

menurut bahan dan diameter pisau frais. Jika pisau frais mempunyai diameter 100 mm maka satu putaran penuh menempuh jarak $p \times d = 3.14 \times 100 = 314$ mm. Jarak ini disebut jarak keliling yang ditempuh oleh mata pisau frais. Bila pisau frais berputar n putaran dalam satu menit, maka jarak yang ditempuh oleh mata potong pisau frais menjadi $p \times d \times n$. jarak yang ditempuh mata pisau dalam satu menit disebut juga dengan kecepatan potong (V).

Pemakanan juga menentukan hasil pengefraisan. Pemakanan maksudnya adalah besarnya pergeseran benda kerja dalam satu putaran pisau frais. Pemakanan mempengaruhi gerakan bram terlepas dari benda. Faktor dalamnya pemotongan dan tebalnya bram juga menentukan proses pemotongan. Besarnya pemakanan di hitung dengan rumus :

Dimana :

f = Besarnya pemakanan per menit

F = Besarnya pemakanan per mata pisau

T = Jumlah mata potong pisau

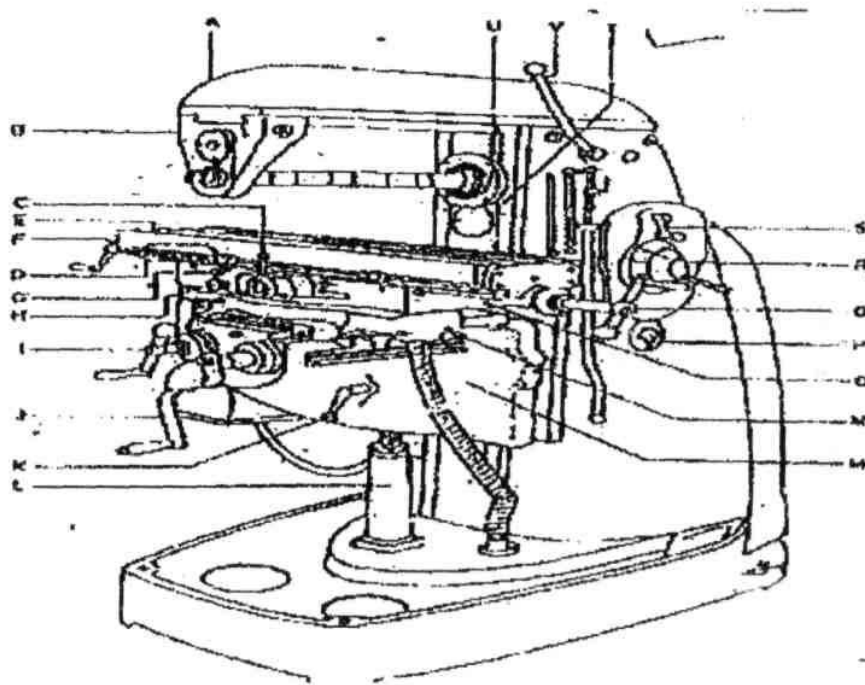
n = Jumlah putaran pisau per menit

Bagian-bagian Mesin Frais dan Kegunaannya

Mesin frais horizontal terdiri dari komponen atau bagian (lihat gambar 2.2) sebagai berikut:

- A. Lengan, untuk memindahkan arbor.
- B. Penyokong arbor.
- C. Tuas, untuk menggerakkan meja secara otomatis.
- D. Nok pembatas, untuk membatasi jarak gerakan otomatis.
- E. Meja mesin, tempat untuk memasang benda kerja dan perlengkapan mesin.
- F. Engkol, untuk menggerakkan meja dalam arah memanjang.
- G. Tuas pengunci meja.
- H. Baut penyetel, untuk menghilangkan getaran meja.
- I. Engkol, untuk menggerakkan meja dalam arah melintang.
- J. Engkol, untuk menggerakkan lutut dalam arah tegak.
- K. Tuas untuk mengunci meja.

- L. Tabung pendukung dengan gang berulir, untuk mengatur tingginya meja.
- M. Lutut, tempat untuk kedudukan alas meja.
- N. Tuas, untuk mengunci sadel.
- O. Alas meja, tempat kedudukan untuk alas meja.
- P. Tuas untuk merubah kecepatan motor listrik.
- Q. Engkol meja.
- R. Tuas untuk mengatur angka kecepatan spindle dan pisau frais.
- S. Tiang untuk mengatur turun-naiknya meja.
- T. Spindle, untuk memutar arbor dan pisau frais.
- U. Tuas untuk menjalankan mesin.

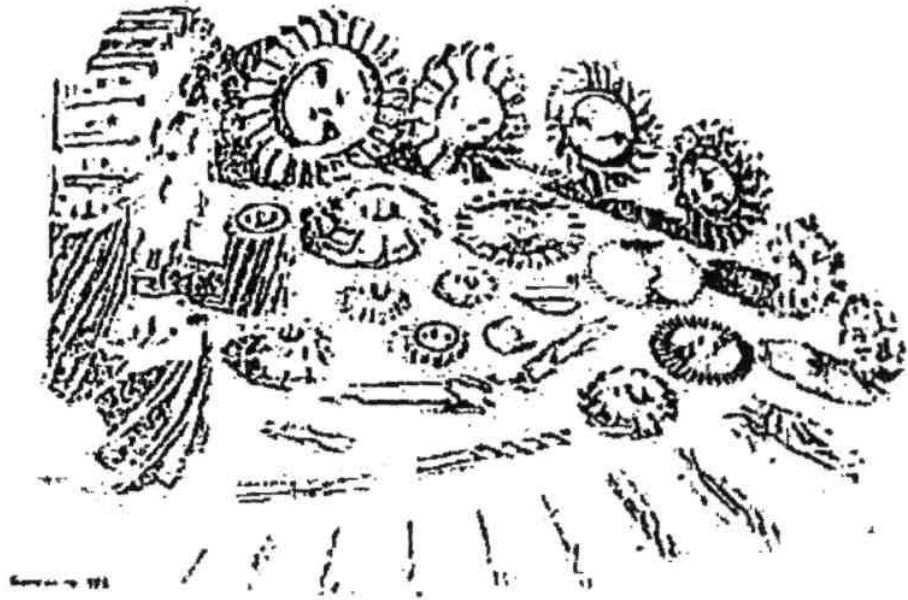


Gambar 2.2 Mesin Frais

2.4 Macam-macam Pisau Frais

Hasil-hasil bentuk dari pekerjaan mesin frais tergantung dari bentuk pisau frais yang digunakan, karena bentuk utama frais tidak berubah walaupun sudah

diasah, jadi tidak seperti pada pahat bubut yang disesuaikan menurut kebutuhan dan disamping bentuk-bentuk yang sudah tetap frais itu sekelilingnya mempunyai gigi yang berperan sebagai mata pemotongnya.

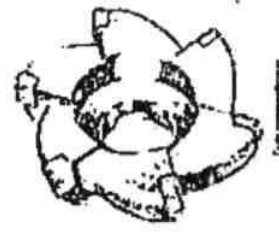




From inside



From inside



From inside



From inside



From inside



From inside



From inside



From inside



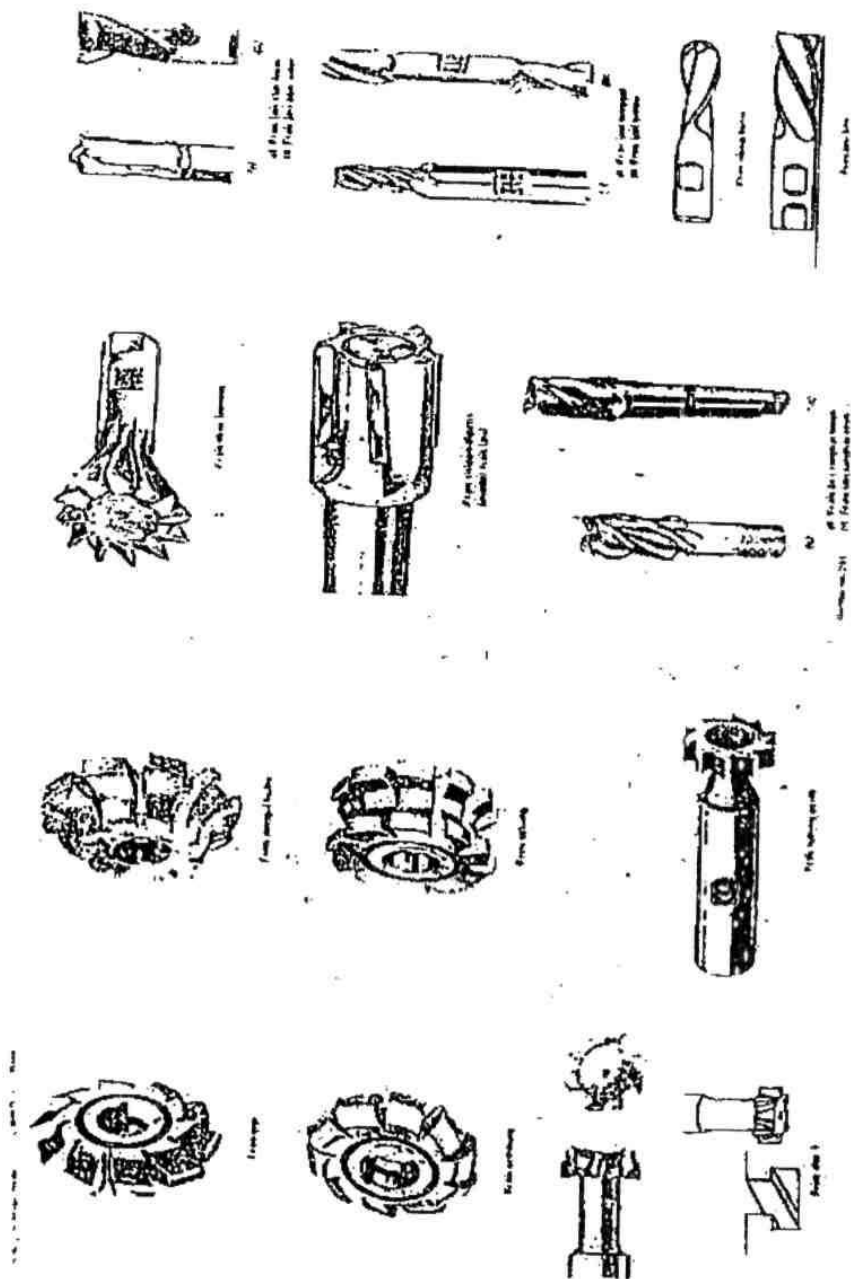
From inside



From inside



From inside



Gambar 2.3 Mata pisau frais

2.5 Kepala Pembagi

Pada mesin frais selain mengerjakan pekerjaan-pekerjaan pengefraisan rata, menyudut, membelok, mengalur dan sebagainya, dapat pula mengerjakan benda kerja yang berbidang-bidang atau bersudut-sudut.

Yang dimaksud dengan benda kerja yang berbidang-bidang adalah benda kerja yang mempunyai beberapa bidang atau bersudut atau beralur yang beraturan, misalnya:

- Segi banyak beraturan
- Batang beralur
- Roda gigi
- Roda gigi cacing, dsb

Kepala pembagi ini berfungsi untuk membuat bagian pembagian atau mengerjakan benda kerja yang berbidang tadi dalam sekali pencekaman.

Dalam pelaksanaannya, operasi tersebut diatas ada 4 cara pembagian yang merupakan tingkatan, yaitu:

1. Pembagi langsung (*direct indexing*)
2. Pembagi sederhana (*simple indexing*)
3. Pembagi sudut (*angel indexing*)
4. Pembagi diferensial (*differensial indexing*)

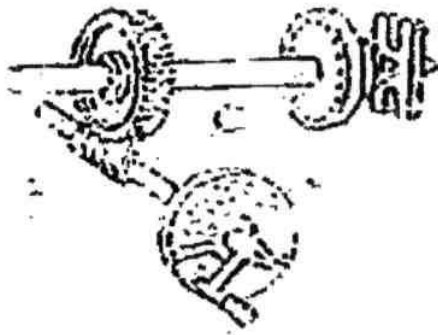
Keempat cara tersebut diatas memang merupakan tingkatan-tingkatan cara pengerjaan, artinya bila dengan cara pertama tidak bisa digunakan, kita gunakan cara kedua dan seterusnya.

2.6 Cara Kerja Kepala Pembagi

Cara kerja kepala pembagi adalah sebagai berikut:

Pada kepala pembagi ini teipasang roda gigi cacing (worm gear) dan poros cacing (worm shaft). Apabila poros cacing diputar 1 putaran, maka roda gigi cacing akan berputar $\frac{1}{40}$ putaran dan ada juga $\frac{1}{80}$ putaran.

- 1.1 Roda gigi
- 2.1 Cacing
- 3.1 Plat pembagi



Gambar 2.4 Bagian dan Kepala Pembagi

Untuk mengatur pembagian-pembagian tersebut, dilengkapi dengan plat pembagi (diving plat). Untuk memegang benda kerja dan alat-alat bantu lainnya dilengkapi dengan chuck dan kepala lepas (tail stock).

Untuk membuat segi banyak beraturan atau membuat roda gigi, dapat menggunakan rumus sebagai berikut: $n = \frac{N}{Z}$

Z

Dimana :

n = putaran poros cacing

N = karakteristik kepala pembagi

Z = jumlah alur atau gigi yang akan dibuat Plat pembagi dilengkapi dengan lubang-lubang pembagi dengan jumlah lubang masing-masing antara lain :

15,16,17,18,19,20,21,23,24,27,29,31, 33,37,39,41,43,47,49 contoh:

1. Suatu benda kerja harus dibagi menjadi 8 bagian dengan jarak sama.

Jawab:

$$n = \frac{N}{Z}$$

Z

$$= \frac{40}{8} = 5$$

8

8 Putaran poros cacing 5 putaran setiap mengerjakan suatu bidang.

2. Suatu benda kerja harus dibagi menjadi 6 bagian sama.

Jawab :

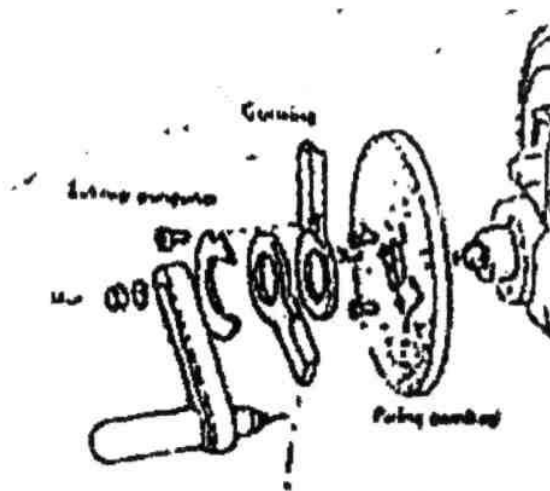
$$n = N = 40 = 6 \frac{2}{3} Z$$

6 Putaran poros cacing $6 \frac{2}{3}$ putaran. Untuk tepatnya pembagian tersebut harus menggunakan plat pembagi yang memiliki lubang, apabila dibagi 3 hasilnya genap. Untuk ini dipilih pembagi dengan jumlah 21 sehingga putaran poros cacing diputar 6 putaran ditambah 14 lubang.

2.5 Melepaskan Piring Pembagi

Lepaskan mur yang ada diujung sumbu cacing dan engkol pemutarnya dilepas keluar. Buka skrup pengunci gunting dan lepaskan ring penjepitnya, kemudian gunting keluarkan. Buka semua skrup pengikat piring pembagi dan kemudian keluarkan piring pembagi dari sumbu cacing.

Untuk pemasangan dilakukan dari kebalikan urutan diatas.

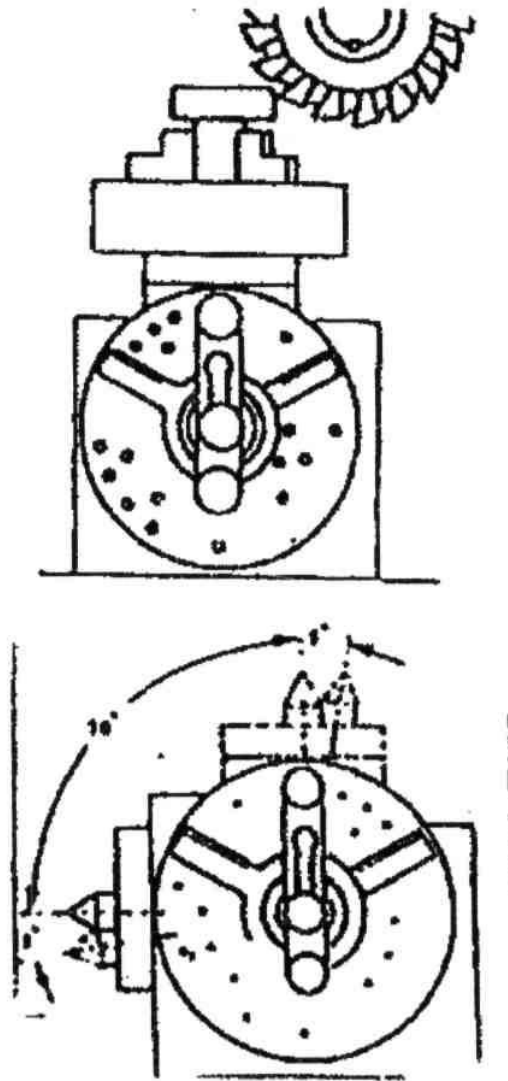


Gambar 2.5 Cara Melepaskan Piring Pembagi

2.7 Memasang Benda Kerja Pada Kepala Pembagi

Kepala pembagi diwaktu mengfrais benda kerja harus membuat putaran tertentu sekiter sumbunya. Spindle kepala pembagi dapat dibuat dalam kedudukan tegak mulai 5° dibawah mendatar dan 5° lebih dari kedudukan tegak lurus. Benda

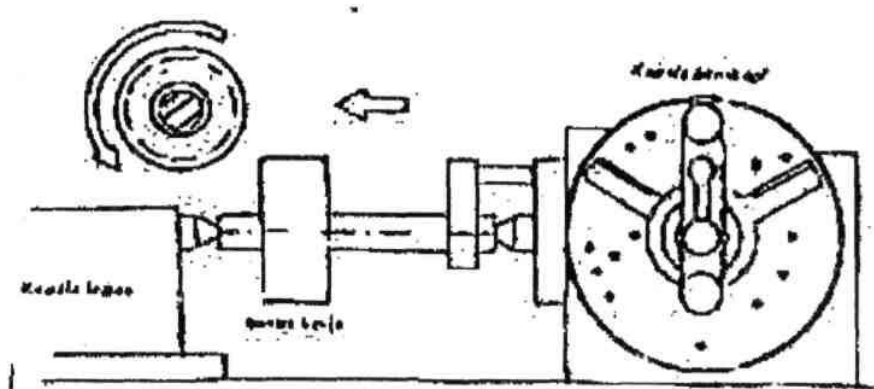
kerja dipasang antara dua senter, satu senter dipasang dalam lubang spindle kepala pembagi dan lainnya dipasang pada kepala lepas.



Gambar 2.6 Cara Memasang Benda Kerja pada Kepala Pembagi

2.8 Memasang Benda Kerja Pada Penjepit Universal Dengan Tiga Cekam

Penjepit cekam dipasang pada kepala pembagi dalam keadaan tegak lurus terhadap meja kerja. Penjepit cekam tiga biasanya untuk menjepit benda kerja yang bulat dan pendek.



Gambar 2.7 Pemasangan Benda Kerja pada Cekam Universal

2.9 Cara Menghitung Roda Gigi

Roda gigi dibedakan dalam tiga bentuk, yaitu : Modul (M) Daimeter pitch (DP) System circular pitch. Mata pisau roda gigi (gear cutter) pun ada dua macam sesuai nama yang akan digunakan. Roda gigi terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

- Lingkaran kepala
- Lingkaran tusuk
- Lingkaran kaki
- Tinggi kepala
- Tinggi kaki

Rumus roda gigi system modul:

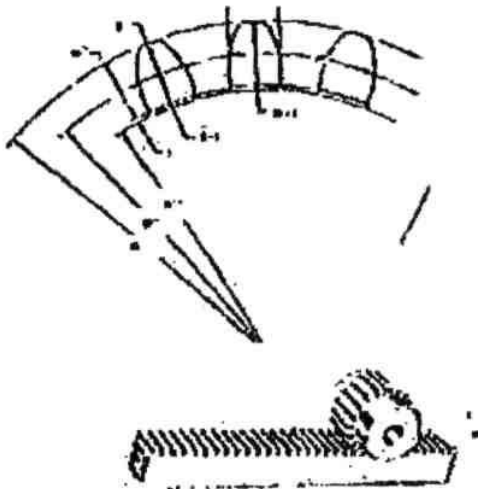
$$\text{Jarak tusuk (Dt)} = Z \times M$$

$$\text{Jarak antar gigi (P)} = 1$$

$$\text{Lingkaran luar (D)} = (Z +$$

$$\text{Dalam gigi} = 1,8 \text{ Tebal gigi (t)} = P/2 \text{ Tinggi kepala (s)} = 1 \times M \text{ Tinggi kaki } 0,8 M$$

Kebebasan gigi pada alas (f



Gambar 2.8 Perhitungan Mesin Frais

Pada frais gigi untuk tiap-tiap ukuran DP terdiri dari satu set yang mempunyai 8 nomor yaitu dari no. 1 s/d 8. nomor-nomor tersebut gunanya untuk pembuatan jumlah gigi-gigi tertentu sesuai kebutuhannya. Dibawah ini dapat diperhatikan contoh dari satu set cutter modul frais gigi.

No. cutter	1	2	3	4	5	6	7	8
jumlah gigi	12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	135-rack