

EKSPERIMENTAL PEMBUATAN SPIRAL DATAR DENGAN MENGGUNAKAN MESIN FREIS UNTUK PENGEMBANGAN PROGRAM PRAKTIKUM LABORATORIUM PEMESINAN

Riles M. Wattimena, Hartono

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, KotakPos 6199/SMG, Semarang 503293
Telp. 024-7473417, 024-7466420 (hunting), Fax. 024-7472396

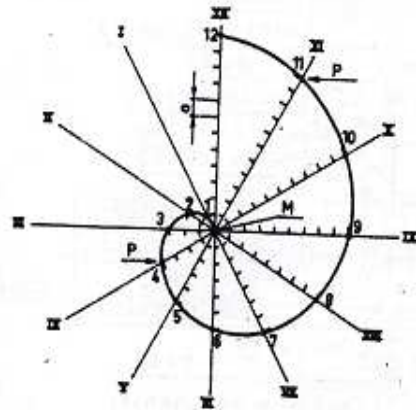
Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dalam pembuatan spiral datar yang nantinya akan digunakan sebagai pengembangan program praktikum laboratorium pemesinan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data-data teknis tentang proses pembuatan Spiral Datar dengan menggunakan mesin frais universal F4 yang ada di laboratorium pemesinan Politeknik Negeri Semarang. Mesin frais universal dikombinasikan dengan kepala pembagi dan kepala frais universal memberi banyak kemungkinan kepada kita untuk membuat spiral-spiral datar. Metode penelitian eksperimental yang dilakukan yaitu, melakukan perhitungan awal sesuai dengan data spiral datar yang diinginkan, lalu menyiapkan roda-roda gigi pengganti pada mechanism gearbox, kemudian melakukan pen-setting-an antara benda kerja dengan cutter, dan yang terakhir melakukan pemotongan. Hasil penelitian eksperimental ini adalah prototipe spiral datar sebagai pengembangan program praktikum bagi mahasiswa semester 4 Prodi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, di mana spiral-spiral ini banyak digunakan pada mesin-mesin industri yang mempunyai ketelitian dan kualitas yang sebagian besar tergantung dari kurva-kurva dengan spiral Archimedes..

Kata kunci : "spiral datar", "spiral Archimedes"

1. Pendahuluan

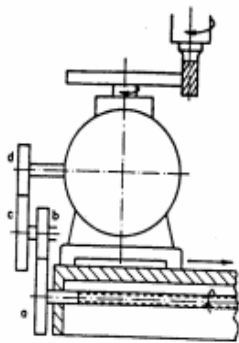
Produk-produk kurva dari piring nok atau bubungan yang berbentuk spiral Archimedes banyak sekali digunakan pada mesin-mesin produksi, dimana kualitas dan ketelitiannya sebagian besar mengandalkan piring-piring bubungan bentuk kurva ini. Pada dasarnya pengefraisan spiral datar ini sama saja dengan pengefraisan cam-cam berbentuk sekerup ataupun sejenisnya. Nok atau bubungan (*cam*) adalah bagian mesin yang mempunyai bentuk khusus, yang dapat memberikan gerakan yang diharapkan oleh bagian mesin lainnya yang disebut dengan torak atau batang pengungkit (*follower*). Gerakan putar nok diubah menjadi gerakan bolak-balik yang tertentu oleh torak, tergantung dari bentuk nok. Jadi bentuk nok tergantung dari gerakan yang diharapkan, lihat gambar di bawah ini.



Gambar 1. Spiral Archimedes

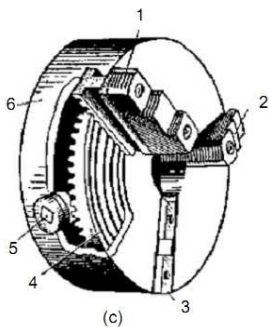
Mesin frais universal memberikan banyak kemudahan dalam pembuatan *cam* ini, karena proses pembuatan *cam* ini hampir sama dengan proses pembuatan roda gigi heliks, yang juga dilakukan dengan mesin yang sama.

Pada teknologi proses pembuat spiral datar sama persis cara pembuatannya dengan pembuatan *cam* (nok) dimana yang digunakan juga mesin konvensional (mesin freis), hanya saja posisi pengecam tiga rahang yang berada pada kepala pembagi diposisikan vertikal terhadap meja mesin freis. Hasil eksperimen ini nantinya akan digunakan untuk praktikum laboratorium pemesinan pada semester 4, dimana eksperimen ini dilakukan untuk mendapatkan data-data teknis sebelum program ini dilaksanakan dan diterapkan kepada mahasiswa.



Gambar 2. Posisi Kepala Pembagi untuk Pembuatan Spiral Datar

Spiral datar dengan bentuk alur banyak digunakan pada bagian mesin yang mempunyai bentuk alur khusus, yang dapat memberikan gerakan melingkar yang diharapkan oleh bagian mesin lainnya dapat mengencangkan suatu pengecaman, contohnya pengecam tiga rahang (*three jaw chuck*). Gerakan putar spiral alur datar diubah menjadi gerakan pengencangan pada suatu pengecaman, tergantung dari bentuk spiralnya. Jadi bentuk alur spiral datar tergantung dari gerakan yang diharapkan, lihat gambar produk di bawah ini.



Gambar 3. Contoh Produk Alur Spiral Datar Pengecam Tiga Rahang

Keterangan :

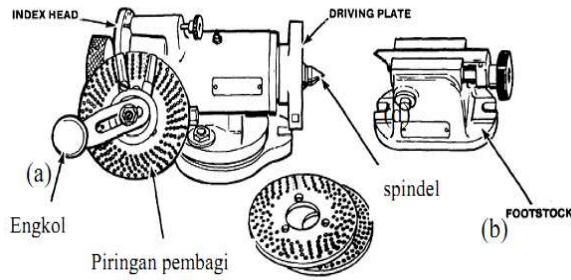
1. Rahang luar
2. Rahang dalam
3. Alur pengecam
4. Alur spiral datar
5. Baut penggerak
6. Pengecam tiga rahang

Salah satu komponen mekanisme pengecam pada mesin bubut, dimana penggerak rahang-rahang pengecam digerakkan oleh alur spiral yang ada di dalamnya, mekanisme berfungsi sebagai pengantar/perantara putaran dari baut penggerak ke piringan pengecam sehingga dalam penelitian ini dapat menghasilkan sistematika proses pembuatan alur spiral datar ini pada praktikum di laboratorium pemesinan. Sedangkan pada kontur alurnya akan menghasilkan lintasan yang berbentuk kurva standar (elip, lingkaran) dan ini yang digunakan pada gerakan mesin-mesin perkakas serta aplikasi lainnya.

Karakteristik Mesin Freis

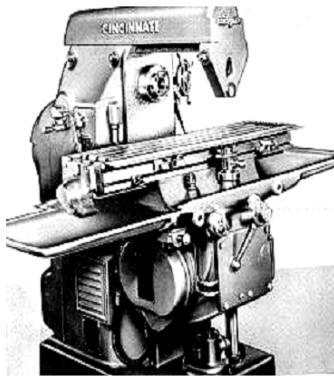
Pengerjaan logam dalam dunia *manufacturing* ada beberapa macam, mulai dari pengerjaan panas, pengerjaan dingin hingga pengerjaan logam secara mekanis. Pengerjaan mekanis logam biasanya digunakan untuk pengerjaan lanjutan maupun pengerjaan *finishing*, sehingga dalam pengerjaan mekanis dikenal beberapa prinsip pengerjaan, salah satunya adalah pengerjaan perataan permukaan dengan menggunakan mesin freis atau biasa juga disebut mesin *milling*. Mesin *milling* adalah mesin yang paling mampu melakukan banyak tugas bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang lain. Hal ini disebabkan karena selain mampu memoles permukaan datar maupun berlekuk dengan penyelesaian dan ketelitian istimewa, juga berguna untuk menghaluskan atau meratakan benda kerja sesuai dengan dimensi yang dikehendaki. Mesin *milling* dapat menghasilkan permukaan bidang rata yang cukup halus, tetapi proses ini membutuhkan pelumas berupa oli yang berguna untuk pendinginan mata *milling* agar tidak cepat aus. Adapun peralatan yang digunakan untuk pembuatan roda gigi heliks, cam, dan spiral

antara lain kepala pembagi beserta plat pembaginya, *gear box*, *footstock* (kepala lepas).



Gambar 4. Kepala pembagi mesin freis

Proses *milling* adalah proses yang menghasilkan *chips* (beram). *Milling* menghasilkan permukaan yang datar atau berbentuk profil pada ukuran yang ditentukan dan kehalusan atau kualitas permukaan yang ditentukan. Proses kerja pada pengerjaan dengan mesin *milling* dimulai dengan mencekam benda kerja, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan dengan alat potong yang disebut *cutter* dan akhirnya benda kerja akan berubah ukuran maupun bentuknya.



Gambar 5. Mesin frais horizontal

Proses pembuatan alur spiral datar dengan mesin freis konvensional bertujuan untuk mendapatkan gambaran sesungguhnya bagaimana tingkat kesulitan maupun mendapatkan data-data teknis yang mendukung pembuatan benda kerja untuk program praktikum yang akan diterapkan kepada mahasiswa di semester IV, sehingga dalam pelaksanaan nantinya tidak terjadi kesalahan dalam urutan proses praktikum di laboratorium pemesinan. Pemilihan metodanya tergantung kondisi bahan baku

material dan aplikasi akhir penggunaan benda kerja hasil alur spiralnya.

Dari uraian di atas penelitian ini mempunyai tujuan :

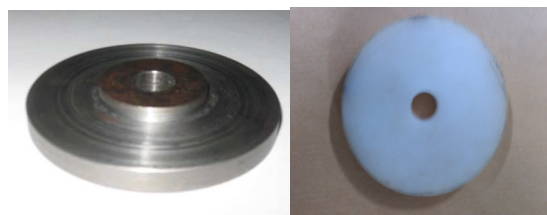
- a. Pembuatan prototipe benda kerja alur spiral datar yang bervariasi bentuknya, dengan menggunakan fasilitas mesin freis F4 dan peralatan yang ada di laboratorium pemesinan.
- b. Merancang dan menghitung untuk mendukung pembuatan spiral datar berdasarkan teori yang didapatkan dari teknologi mekanik.

Data-data teknis hasil praktikum pada laboratorium pemesinan dapat digunakan referensi untuk pembuatan spiral datar selanjutnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Eksperimental dan analisis pembuatan alur spiral datar dilakukan secara bertahap, dimana pekerjaan dimulai dari studi pustaka dan studi lapangan yang dilakukan secara bersamaan untuk mendapatkan pilihan proses pembuatan alur spiral datar yang tepat. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan alat bantu pencekaman benda kerja dan alat bantu poros penghubung antara kepala pembagi dengan kotak roda gigi. Disusul, pembuatan alur spiral datar dengan proses yang dipilih, yaitu proses konvensional dengan freis universal F4-05. Sedangkan bahan yang dipakai sebagai bakalan piringan dari St.37 dan Teflon, dimana bahan ini nantinya yang akan digunakan untuk program praktikum mahasiswa. Hasil nok yang dibuat dianalisa, untuk mendapatkan gambaran dan data-data yang diinginkan, sehingga akan sesuai dengan tujuan program praktikum bagi laboratorium pemesinan.



Gambar 6. Bahan Penelitian

2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan utama yang yang digunakan antara lain, mesin freis universal F4 terdapat di Laboratorium Pemesinan Politeknik Negeri Semarang, dan ditunjang dengan peralatan pembantu seperti, kepala pembagi, kotak roda gigi pengganti, kepala lepas, jangka sorong. Sedangkan *cutter* (pahat potong) beli dipasaran, karena penggunaan *cutter*-nya akan cenderung menggunakan pemakanan sisi yang agak panjang.

Peralatan yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1. Peralatan yang digunakan

No	Nama Alat	Lokasi	Kegunaan	Kemampuan
1	Mesin freis F4-05	Politeknik	Pembuatan <i>cam</i>	Baik
2	Kepala Pembagi	Politeknik	Peralatan pembantu	Baik
3	Kotak roda gigi pengganti	Politeknik	Penggantian roda gigi	Baik
4	Kepala lepas	Politeknik	Peralatan pembantu	Baik
5	<i>Cutter milling</i>	Di pasaran	Pisau potong benda	Baik



Gambar 7. Proses pembuatan alur spiral datar



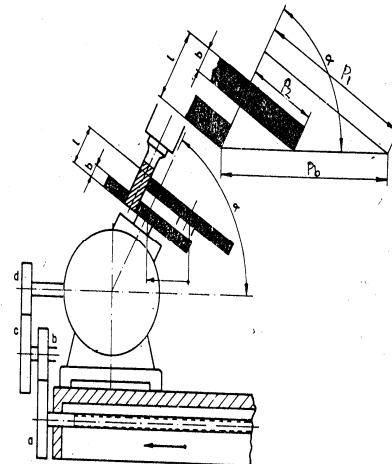
Gambar 8. Kotak roda gigi pengganti



Gambar 9. Alat bantu pengujian

2.3. Perhitungan Pembuatan Spiral Datar dengan Mesin Freis

Pada umumnya alur datar dibedakan menjadi alur datar lurus dan alur datar melingkar (spiral), dan jenis alurnya antara lain, alur rata, alur- T, serta alur ekor burung. Untuk mengefreis sebuah alur spiral datar dengan metode spiral Archimedes sangatlah penting untuk melakukan penyetelan posisi poros kepala pembagi dalam posisi tegak/vertikal. Dimana perbandingan roda gigi pengganti harus dihitung terlebih dahulu, dengan menggunakan rasio R yang sama seperti dalam pembuatan roda gigi heliks.



Gambar 10. Posisi Kepala Pembagi Mesin Frais

Rumus perbandingan R tersebut dihitung sama seperti pengefraisan heliks di mana,

$$R = \frac{\text{lead mesin}}{\text{lead benda kerja}} = \frac{P}{P_1} = \frac{P_j - i}{P_1}$$

R = perbandingan roda gigi dari roda-roda pengganti

P_1 = kisar spiral terhadap seluruh keliling benda kerja (mm)

P_j = pitch ulir transportir meja mesin frais (4 mm)

I = perbandingan antara roda gigi cacing dengan ulir cacing (40 : 1)

$$\text{Sedangkan } P_1 = \frac{P_2 \cdot 360^0}{Q}$$

P_1 = kisar spiral terhadap seluruh keliling benda kerja (mm)

P_2 = kisar spiral yang dipotong (mm)

Q = sudut keliling bagian yang difreis (mm)

2.4. Langkah-langkah Percobaan

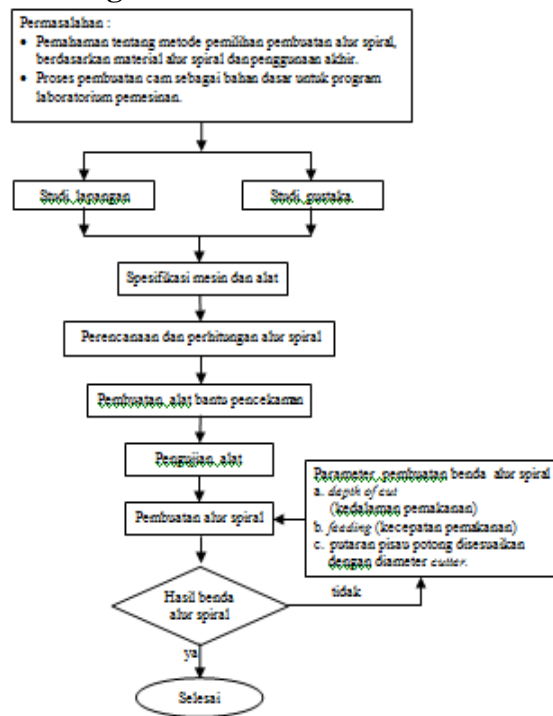
2.4.1 Proses Pembuatan Spesimen

- Bubut benda kerja bahan ST 37 ukuran diameter 100 tebal 10 mm
- Buat lubang dengan mesin bor di tengah benda diameter 20 mm
- Ratakan permukaan benda kerja dengan menggunakan kikir.
- Bubut poros mandrel berdiameter 20 mm sebagai dudukan benda kerja.

2.4.2 Proses Pembuatan Alur Spiral Datar

- 1). Buat mandrel
- 2). Buat bakalan cam dari bahan St.37
- 3). Pasang bakalan cam pada mandrel
- 4). Siapkan mesin freis F4
- 5). Pasang kepala pembagi pada meja mesin freis
- 6). Pasang kotak roda gigi pengganti
- 7). Atur pemasangan roda gigi sesuai perhitungan dalam pembuatan cam
- 8). Pasang benda kerja pada kepala pembagi
- 9). Pasang *cutter* (pisau potong)
- 10). Atur kemiringan kepala mesin freis sesuai sudut perencanaan
- 11). Atur kemiringan kepala pembagi sesuai sudut kemiringan (90^0)
- 12). Lakukan pen-*setting*-an
- 13). Lakukan pemotongan secara bertahap, dengan menggunakan pemotongan sisi *cutter*
- 14). Perhatikan pemotongan secara melingkar (sesuai besar sudut yang direncanakan)
- 15). Selesai, matikan mesin dan bersihkan.

2.5. Diagram Alir Penelitian



3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Kalkulasi perencanaan dan perhitungan spiral bahan Teflon, dengan data :

Sebuah spiral datar dengan jari-jari piringan bubungan berkurang dari 50 mm menjadi 30 mm, dengan sudut yang terjadi 360^0 dari keliling sebesar 360^0 . Kisaran sekerup penghantar dari meja F4 adalah 4 mm dan rasio kepala pembagi 40 : 1, panjang sayatan dari pisau frais jari yang tersedia (L) = 30 mm, sedangkan tebal benda kerja (e) = 10 mm dan sudut kemiringan (β) = 90^0 , atau tegak lurus pada kepala pembagi terhadap meja mesin.

Kalkulasi :

$$P_2 = \frac{d}{2} - 30 = \frac{100}{2} - 30 = 20 \text{ mm}$$

$$P^1 = \frac{P_2 \cdot 360^\circ}{180^\circ} = \frac{20 \cdot 360^\circ}{180^\circ} = 20 \text{ mm}$$

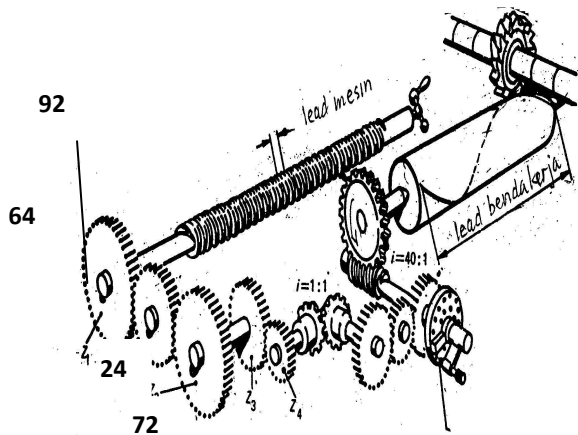
Pergeseran tabel

$$(P) = \frac{P_1}{\sin \beta} = \frac{20}{\sin 90^\circ} = 20 \text{ mm}$$

Dari rumus frais heliks : $R = \frac{160}{P} = \frac{160}{80} = 8$

Dari tabel K 11 → untuk 8, maka :

R	→	A	B	C	D
		24	24	64	72
		D	C	B	A



Gambar 11. Susunan roda gigi pada kotak roda gigi

Pencekaman benda dikepala lepas dan posisi pahat memotong sisi dari benda kerja sebagai bakalan spiral datar dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pemakanan pahat sisi dari benda kerja dimulai dari bagian atas tengah dari benda kerja, gerakan pemakanan pahat melingkar berlawanan jarum jam sampai 360° dimana putaran pahat berlawanan jarum jam dan arah putaran benda kerja searah jarum jam juga hasil benda seperti gambar 7. Gerakan pahat 360° membentuk gerakan spiral, untuk membuat alur spiral dari gerakan pertama posisi pahat 0° dari atas benda 360° searah jarum jam.

Urutan proses pembuatan cam bahan teflon dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Urutan proses Gambar dibaca dari atas ke bawah), posisi pahat di sisi atas benda kerja arah putaran pahat searah jarum jam berlawanan dengan gerak benda kerja. Gerak pemakanan pahat maju makan dari posisi 0° sebelah utara /atas benda sampai 360°, setelah sampai 360° pahat dimundurkan.



Setting pahat pada benda (1) Proses produksi (2) Hasil spiral datar (3)

Gambar 11. Urutan proses pembuatan alur spiral

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

- Untuk bahan Alur Spiral ST 37 Pada penelitian pembuatan alur spiral ini dihasilkan rancangan alur spiral dengan dimensi radius puncak cam 50 mm, tebal cam 10 mm, sudut keliling alur spiral 360°
- Untuk bahan Alur Spiral Teflon pada penelitian pembuatan alur spiral ini dihasilkan rancangan alur spiral dengan dimensi radius puncak cam 50 mm, tebal alur spiral 10 mm, sudut keliling cam 360°.

4.2 Saran

- Pemakanan pisau potong diusahakan berlawanan arah dengan benda kerjanya.
- Pemakanan bisa dilakukan dengan posisi searah jarum jam atau dengan posisi berlawanan jarum jam.
- Karena proses pembuatan alur spiral menggunakan pemotongan sisi kater dan karena juga kater terlalu panjang posisinya maka kedalaman pemakanan sebaiknya sekecil mungkin.

5. Daftar Pustaka

- Alois schonmetz, Peter Sinnl, Johann Henberger, 1985, *Pengerjaan Logam Dengan Mesin*, Penerbit Anggkasa, Bandung.
- Clyde H. Moon, P.E., 1962, *Cam Design, Commercial Cam Division*, Emerson Electric Company, U.S.A.
- Gerogr E, Diater, 1976, *Mechanical Metallurgy 2 ended*, McGraw Hill KogaKuso Ltd. Singapura.
- Khusmi, R.S., & J.K. Gupta, 1980, *Machine Design*, Eurosia Publishing House Ltd. New Delhi.