

PENGEMBANGAN MESIN *HORIZONTAL CNC MACHINING CENTER* SEBAGAI SEL MANUFAKTUR PEMBUATAN KOMPONEN RAGUM MEJA POLMAN

Moerwismadhi⁽¹⁾, Yatna Yuwana. M⁽²⁾, Sri Raharno⁽²⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung,
Jl. Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung 40135
Phone/Fax : 022. 2500241 / 250 2649

E-mail : wismadhi@gmail.com

⁽²⁾Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesa No 10, Bandung 40132
Phone/Fax : 022. 250 4243 / 253 4099

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang Pengembangan Mesin *Horizontal CNC Machining Center* sebagai Sel Manufaktur Pembuatan Komponen Rahang Tetap dan Rahang Gerak Ragum Meja POLMAN 100. Hal ini dilatarbelakangi oleh upaya peningkatan kecepatan proses pemesinan dan peningkatan kualitasnya, serta pemanfaatan mesin *Dual Pallet Horizontal CNC Machining Center*, Mitsubishi H4Bn yang tersedia di POLMAN untuk dioperasikan sesuai kapasitasnya.

Di dalam penelitian ini dikaji hal-hal apa saja yang diperlukan dan langkah-langkah proses yang terbaik dengan melihat karakter benda kerja dan karakter mesin yang unik, dimana di atas mesin ini dapat dilakukan banyak proses pemesinan tanpa harus berpindah mesin. Rancangan konsep sistem pemegang benda kerja dilakukan, Seleksi Perkakas Potong, kemudian dilakukan pula investigasi terhadap siklus proses atau tahapan proses termasuk waktu siklusnya (*Cutting Waktu dan Waktu Cutting Non*), waktu yang diperlukan untuk menjepit dan pelepasan benda kerja dari dan ke pemegang (*Machining Fixture*), waktu pergantian palet benda kerja (*Pallets Changing time*), waktu perputaran palet (*Pallet indexing time*) dan tentu saja waktu pertukaran perkakas potong. Dari penelitian ini diperoleh gambaran kelayakan proses pemesinan bagian coran rahang Gerak dan rahang Tetap Ragum Meja POLMAN yang lebih cepat hanya di satu mesin tanpa menggunakan banyak jenis peralatan penepat dan diperoleh peluang/potensi pengembangan materi pembelajaran di Politeknik Manufaktur Negeri Bandung yaitu Teknologi dalam area pemesinan CNC (*Flexible Manufacturing System*) dan Teknologi Produksi.

Penelitian ini dilengkapi animasi operasi mesin Mesin *Horizontal CNC Machining Center* serta tahapan proses pengerjaan pemesinannya.

Kata Kunci : Ragum Meja, Dual/Twin Pallets CNC Horizontal Machining Center

Abstact

This study deals with the development of the Horizontal CNC Machining Center as a Manufacturing Cell for Polman 100 Precision Bench Vice component manufacturing. The background of this study include the efforts to shorten of machining processes lead time and improving the quality of the Fixed and Moving Jaw of POLMAN's Bench Vice.

The purpose of this study may give a process feasibility that can respond and provide solutions to these problems, where all of requiered machining processes can be done only on this machine and using less Fixtures.

In this study, the design of the workpiece holder system concept is conducted, cutting tools selection, process cycle or stage including their cycle time (Cutting Time and Non Cutting Time), the time required for clamping and release of the workpiece to and from the holder (Machining Fixture), turnover time of work holders (Pallet Changing time), Pallet Indexing time and of course the Tool Changing time are investigated..

These studies provide a general description of the process feasibility of faster machining without using a lot of machine tools and less fixtures, and this study is completed with an animation of the processes. This study obtained the opportunity / potential for the development of learning subjects at Politeknik Manufaktur Negeri Bandung in the areas of CNC machining (Flexible Manufacturing System) and Production Technology.

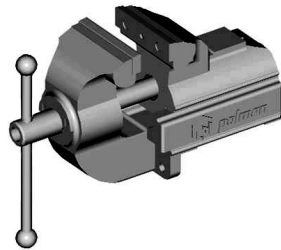
Keywords : Bench Vice, Dual/Twin Pallets Horizontal Machining Centers

1. Pendahuluan

Sel Manufaktur adalah model untuk rancangan tempat kerja, dan menjadi bagian integral dari sistem manufaktur yang ramping (*lean Manufacturing*).

Tempat kerja ini diatur untuk memfasilitasi semua operasi agar dapat bergerak/berjalan dari satu proses ke proses lainnya dengan mudah. Komponen benda kerja ditangani dari satu operasi ke operasi lainnya sedemikian rupa sehingga dapat menghilangkan atau mengurangi waktu “*Set Up*” dan biaya-biaya yang tidak diperlukan.

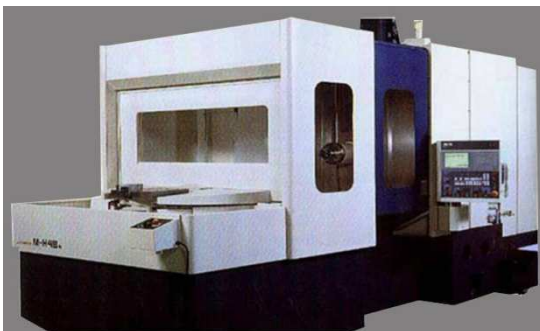
Ragum Meja (Gambar. 1) sebagai salah satu produk standar POLMAN selama ini sudah diproduksi dengan menggunakan fasilitas pemesinan manual konvensional. Pemesinan komponen coran rahang gerak dan rahang tetapnya (*Moving and Fixed Jaw*) memerlukan waktu yang cukup panjang. Hal ini menjadi hambatan bila ada permintaan dari peminat/pelanggan atas produk tersebut.



Gambar 1. Ragum Meja POLMAN tipe 100

Di sisi lain mengembangkan utilisasi mesin *Dual Pallets CNC Horizontal Machining Center* Mitsubishi-H4Bn (Gambar.2)

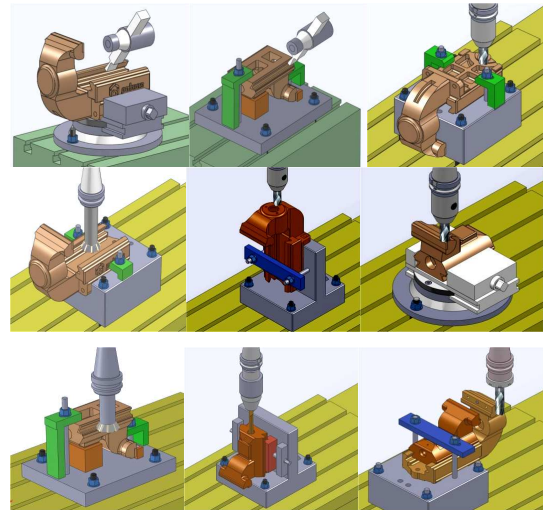
yang ada di POLMAN menjadi sebuah sel manufaktur adalah sesuai dengan fungsi mesin tersebut sebagai *Machining Center* dan tidak hanya sebagai mesin Freis CNC biasa.



Gambar 2. Dual Pallet Horizontal CNC Machining Center, Mitsubishi-H4Bn.

Dengan demikian diyakini dapat terjadi peningkatan kecepatan produksi, perbaikan kualitas Ragum Meja Polman dan selain itu diperolehnya peluang pengembangan materi pembelajaran di POLMAN.

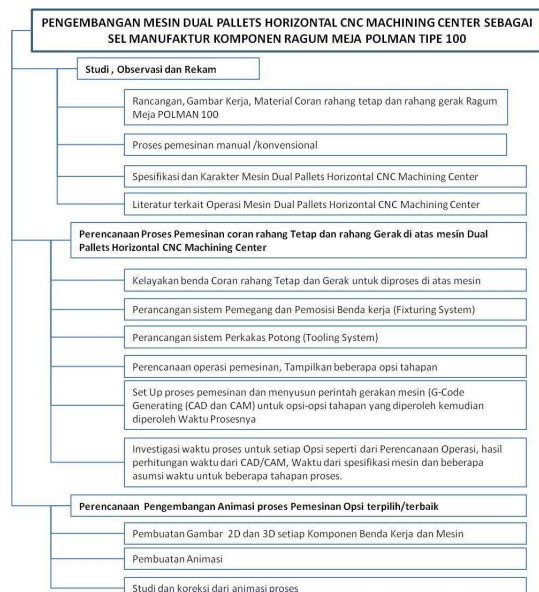
2. Permasalahan Penelitian



Gambar 3. Sketsa sebagian proses manual

No	NAMA BAGIAN	Waktu aktual	
		Menit	Jam
1	1 Unit RAHANG TETAP	1315	22
2	1 Unit RAHANG GERAK	460	8
3	MILLING BERSAMA	180	3
Total		1955	33

3. Metodologi Penelitian



4. Pembahasan

4.1. Mesin CNC Horizontal Machining Center

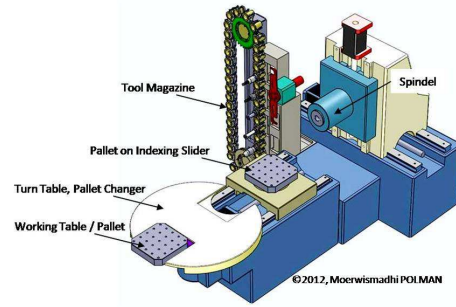
Machining Center pada prinsipnya adalah mesin perkakas jenis Freis yang dapat bekerja secara otomatis yang mampu melakukan operasi beragam proses operasi pemesinan (*multiple machining*) menggunakan kendali komputer secara numerik (CNC). Mesin ini memiliki karakter yang membuatnya unik karena dilengkapi :

- Tempat penyimpanan Perkakas potong yang disebut “*Tool Magazine*” yang dapat menampung banyak perkakas lengkap dengan pemegangnya (*Holder/adaptor*).
- Sistem penggantian perkakas otomatis (*Automatic Tool Changer*) yang dapat mengganti/menukar perkakas antara magasin perkakas dan lubang spindel utama saat diperlukan. Pergantian perkakas ini dikendalikan oleh program CNC.
- Sistem pemosisi benda kerja otomatis (*Automatic workpart positioning*). Beberapa jenis *Machining Center* dilengkapi dengan meja kerja putar (*Rotary Worktable*), yang dapat memposisikan benda kerja secara tepat pada beberapa sudut relatif terhadap *spindel* mesin. Ini memungkinkan perkakas potong melakukan proses pemotongan pada empat sisi dari benda kerja.

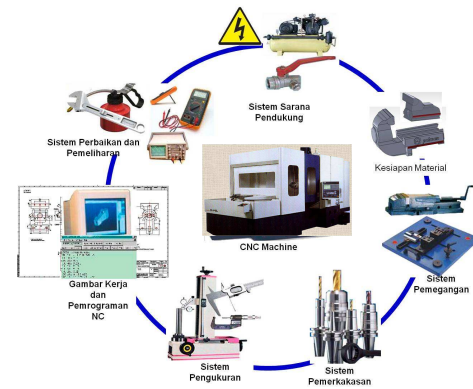
Jenis *Machining center* secara umum terbagi dalam dua kategori utama yang ditentukan oleh orientasi sumbu kerja *spindel* utamanya terhadap meja kerja yaitu vertikal (*Vertical Machining Center, VMC*) dan horisontal (*Horizontal Machining Center, HMC*).

Jenis *Dual/Twin Pallets Horizontal Machining Center* adalah satu jenis *Machining Center* dalam kategori *HMC* yang dilengkapi dua *Pallet* kembar. *Pallet* adalah sejenis nampan dimana benda kerja diikat, dan nampan ini akan diikat di atas meja kerja putar (*Rotary Worktable*) yang menjadi satu pada peluncur (*slider*) sumbu-Z. Mesin perkakas ini menjadi lebih unik lagi dengan adanya perlengkapan sistem pergantian *Pallet* otomatis (*Automatic Pallets Changing, APC*) (Gambar.4) .

Di dalam operasinya mesin ini memerlukan suatu sistem pendukung yang akan memainkan peran yang sangat penting.



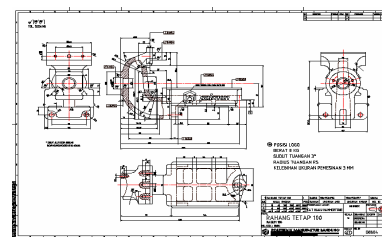
Gambar 4. Dual Pallet Horizontal CNC Machining Center



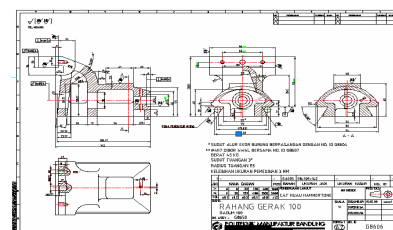
Gambar 5. Sistem Pendukung Operasi Mesin CNC

4.2. Gambar Kerja

Mempelajari Gambar kerja rahang tetap dan rahang gerak ragum POLMAN tipe 100 yang telah ada selama ini merupakan langkah pertama yang dilakukan, toleransi ukuran dan toleransi posisi menjadi perhatian utama. Kemudian melihat kemungkinan-kemungkinan diadakan koreksi dan perubahan untuk tujuan penyederhanaan namun tanpa menghilangkan fungsi utama.



Gambar 6. Gambar Kerja Rahang Tetap

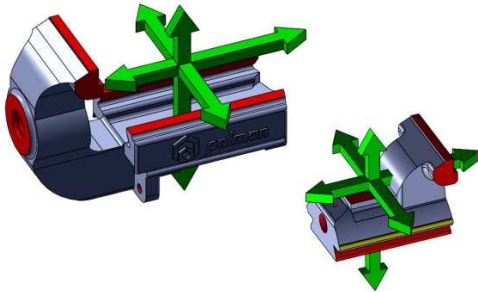


Gambar 7. Gambar Kerja Rahang Gerak

4.3. Benda Kerja (*Raw Material*)

Kesiapan *Raw Material* (Gambar.5) dalam kasus ini berupa komponen coran Rahang Tetap dan Rahang Gerak (*Fixed and Moving Jaw*) dari Ragum Meja POLMAN tipe 100. Terbuat dari proses pengecoran besi tuang kelabu FC25 (JIS FC250, DIN 0.6025) yang mempunyai sifat pemesinan yang cukup baik namun bersifat abrasif terhadap perkakas potong.

Coran rahang ragum ini memiliki bentuk rancangan sedemikian rupa dengan kelebihan untuk proses pemesinan sekitar 3 mm dan memiliki bagian-bagian yang berpotensi sebagai acuan ukuran dan acuan untuk pengekaman saat pemesinan.



Gambar 8. Coran ragum dengan permukaan pemesinannya serta orientasinya (3 sumbu yang saling tegak lurus)

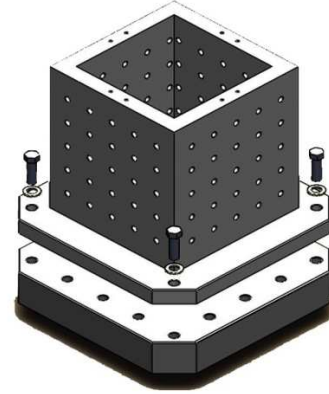
4.4. Pemegangan benda Kerja (*Fixturing*)

Pengekaman benda kerja (*clamping*) berarti mengurangi atau bahkan menghilangkan derajat kebebasan (*degree of freedom*) benda kerja.

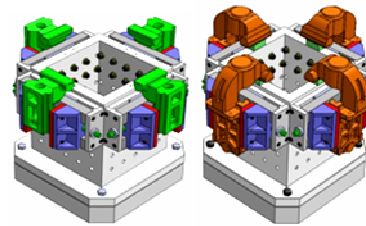
Berkaitan dengan orientasi benda kerja dan permukaan-permukaan pemesinan serta jenis mesin yang akan digunakan (*Horizontal Spindel Machining Center*), pemegang benda kerja dipersiapkan untuk pemesinan posisi Vertikal dan Horizontal. Unit pengekam benda kerjadirancang menggunakan sistem yang relatif sederhana semacam ragum Mesin (*Machine Vice*) yang menggunakan Rahang keras beralur V yang dapat diubah guna mengikat benda kerja saat proses pembuatan datum Rahang Gerak maupun rahang tetap ragum POLMAN 100. Unit mekanik pengikat benda kerja ini dilengkapi ulir "Spindel" yang dapat menggerakkan rahang-rahangnya secara bersamaan menuju sumbu unit.

Operasi di atas mesin *Dual Pallet Horizontal CNC Machining Center* dengan meja kerja

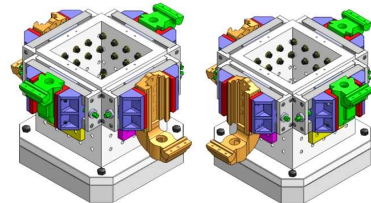
(*Pallet*) yang dapat berganti dan berputar bertahap (*indexing*), maka sistem pengekaman benda kerja dapat dilakukan pada *fixture* induk berupa balok menara yang disebut *Tombstone / Tower Block Fixture*. (Gambar 9)



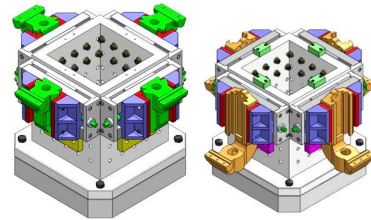
Gambar 9. Tower Block Fixture



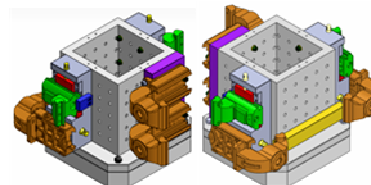
Gambar 5. Pemegangan benda kerja pemesinan Datum



Gambar 6. Pemegangan berpasangan (Ops 1)



Gambar 7. Pemegangan Sejenis (Ops 2)



Gambar 83. Pemegangan Horizontal

4.5. Alat Potong (*Cutting Tool and Adaptor*)

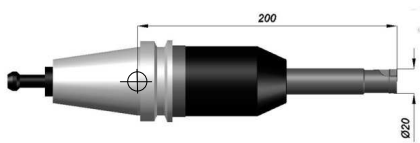
Seperti kebanyakan mesin Freis, untuk pengikatan alat potong, mesin *Machining Center* ini memiliki lubang *Spindel* berstandar MAS-BT 40, sehingga untuk pemasangan alat potong harus menggunakan antara/penyesuai berupa *Tool Adaptor* yang memiliki ketirusan yang sama dan dilengkapi dengan Baut Penarik (*Pull Stud / Retention Knob 45°*). Pengikatan alat potong pada adaptor dapat menggunakan berbagai jenis metoda berupa *Collet, Side Lock, Drill Chuck*.

Untuk operasi pemesinan rahang ragum POLMAN dipilih alat potong berupa:

No	Deskripsi Proses	Deskripsi Perkakas	D [mm]	L [mm]	Keterangan
1	Milling/Frais Rata	Face and Shoulder	20	200	Side Lock
2	Milling/Frais Profil	Brazed 60° Dove tail	40	120	Solid Adaptor
3	Milling/Frais Profil	Brazed 60° Dove tail	40	165	Solid Adaptor
4	Drilling	Twist	4	120	Drill Chuck
5	Drilling	Twist	10	225	Drill Chuck + Ekstension
6			4,2	120	Drill Chuck
7			8,6	225	Drill Chuck + Ekstension
8			14	130	Drill Chuck
9	Tapping	Untuk lubang tak tembus /Blind Hole Machine Tap	M5	130	Floating Tap holder + Ekstension
10			M8	225	

Gambar 97. Data perkakas yang akan dipakai

Panjang Perkakas diukur dari ujung mata potong terhadap titik referensinya menggunakan *Tool Presetter* (Gambar 18).



Gambar 108. Contoh Face Mill Cutter

4.6. Pemrograman CAD/CAM

Pada phase ini digunakan Komputer berperangkat lunak CAD/CAM mengolah data Gambar kerja, data sistem koordinat (*Unit Coordinate System, UCS*), data dan lintasan perkakas potong dapat menghasilkan Program CNC dan juga pada akhirnya dapat diperoleh data perintah kerja dalam bentuk kode G dan waktu yang diperlukan untuk penyelesaian setiap langkah operasi. (Gambar 20).

Gambar 20. Data CAM untuk salah satu operasi

4.7. Perencanaan Operasi

Untuk operasi pemesinan yang dilakukan pertama kali adalah perencanaan tahapan atau sekuen proses. Dengan menggunakan mesin jenis *Dual Pallets Horizontal CNC Machining Center* yang memiliki dua meja kerja (*Pallets*) yang dapat dioperasikan begantian, kemudian meja kerja tersebut dapat berputar penuh 360° bertahap setiap 1°, maka tahapan atau sekuen harus direncanakan sejak awal.

Benda kerja yang telah terikat pada *fixture* memiliki orientasi vertikal dan juga horisontal sehingga hal ini menjadi pertimbangan penggunaan *fixture* induk (*tower block fixture*) yang terpisah.

Rencana operasi yang harus disusun mulai dari penanganan benda kerja (*Works Handling*) muat dan ikat pada *fixture* di atas *Pallet*, (*loading and unloading side* di luar *working chamber* mesin), memasukkan *Pallet* beserta benda kerja ke dalam *working chamber*, pemilihan/pergantian perkakas potong yang mungkin dapat dilakukan simultan bersamaan naiknya *Pallet* ke atas meja putar (*rotary worktable*), langkah-langkah pemotongan sesuai lintasan (*Toolpath*), langkah *indexing pallet* hingga selesai dimana *pallet* beserta benda kerja keluar dari *working chamber*.

4.8. Investigasi waktu proses

Untuk langkah ini digunakan aplikasi *Microsoft Project* dengan memasukkan data dari

