



HEART & MIND TOWARDS EXCELLENCE

**ANALISIS PEMBUATAN *SHOE LAST* MENGGUNAKAN METODE
COMPUTER NUMERICAL CONTROL DENGAN MESIN *NEWLAST
DONZELLI (OD-FN7)***



KERJA PRAKTIK

Program Studi

S1 Sistem Komputer

Oleh :

MOCH. HELMI RAMADHAN

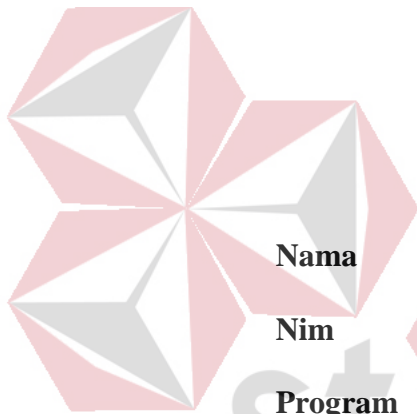
154102000057

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2018**

**ANALISIS PEMBUATAN *SHOE LAST* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTER NUMERICAL CONTROL* DENGAN MESIN
*NEWLAST DONZELLI (OD-FN7)***

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian Tahap Akhir

Program Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Moch. Helmi Ramadhan

Nim : 15410200057

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

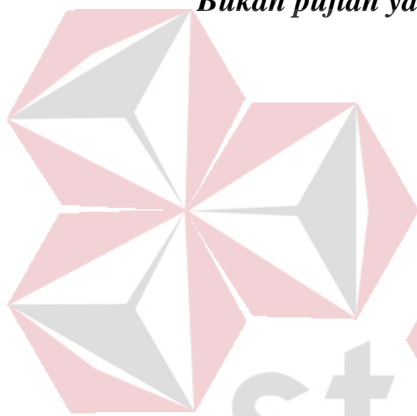
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

2018

“Bukan pujian yang diharapkan. Tetapi, hasil kerja keras diri yang membanggakan”

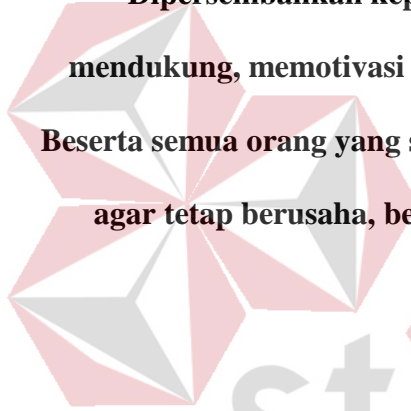
Moch. Helmi Ramadhan



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

Dipersembahkan kepada Bapak, Ibu dan Keluarga saya yang selalu mendukung, memotivasi dan memberi doa yang terbaik kepada saya, Beserta semua orang yang selalu membantu, mendukung dan memotivasi agar tetap berusaha, belajar, berdoa agar menjadi lebih baik dari sebelumnya.



stikom
SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK

**ANALISIS PEMBUATAN *SHOE LAST* MENGGUNAKAN
METODE *COMPUTER NUMERICAL CONTROL* DENGAN MESIN
*NEWLAST DONZELLI (OD-FN7)***

Laporan Kerja Praktik oleh
MOCH. HELMI RAMADHAN
NIM : 15410200057
Telah diperiksa, diuji dan disetujui

Surabaya, 25 November 2018

Disetujui :

Pembimbing

Penyelia



Harianto, S.kom., M.Eng.
NIDN. 0722087701



Kusdillah
Nopeg.B01.280162

Mengetahui :



Ketua Prodi S1 Sistem Komputer
FAKULTAS TEKNOLOGI
DAN INFORMATIKA



stikom
SURABAYA

Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN 0729047501

SURAT PERNYATAAN

PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Moch. Helmi Ramadhan
NIM : 15410200057
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Kerja Praktik
Judul Karya : **ANALISIS PEMBUATAN SHOE LAST
MENGUNAKAN METODE COMPUTER NUMERICAL
CONTROL DENGAN MESIN NEWLAST DONZELI (OD-FN7)**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 25 November 2018

METERAI
TEMPEL
26267AFF58862026d
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Yang menyatakan


Moch. Helmi Ramadhan

NIM : 15410200057

ABSTRAK

PT. JASLIM PASURUAN merupakan satu-satunya industri *Shoe Last* terbesar di Indonesia Bagian Timur. Perusahaan ini sudah berdiri sejak tahun 1981. Pada awalnya perusahaan ini hanya memproduksi *Shoe Last* dari bahan baku kayu, seiring berjalannya waktu mulai beralih manajemen dari jenis kayu menjadi *Shoe Last* dengan bahan baku biji plastic bercampur mineral / PVC.

Shoe Last adalah wakil dari bentuk kaki yang dipakai untuk mencetak sepatu. Sedangkan mesin yang digunakan di era sekarang untuk pembuatannya adalah CNC (*Computer Numeric Control*). CNC merupakan sistem otomasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomasi sederhana.

Setiap mesin CNC *Milling* mempunyai kekurangan dan keunggulan tersendiri dalam setiap hasil produksi dan sistem pengoperasiannya. CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) memiliki sistem pengoperasian yang mudah serta harga yang terjangkau, hal ini membuat CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) cocok digunakan untuk perusahaan menengah ke bawah dengan dana yang terbatas serta pegawai yang kurang berkompeten di sistem komputer.

Kata Kunci: *Shoe Last*, *Computer Numeric Control* (CNC), *Numeric Control* (NC), CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7).

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat seiring salam semoga tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya sehingga penulis dapat penyusunan Laporan Kerja Praktik yang berjudul : Analisis Pembuatan Shoe Last Menggunakan Metode *Computer Numerical Control* Dengan Mesin *New Last Donzelli* (OD-FN7)

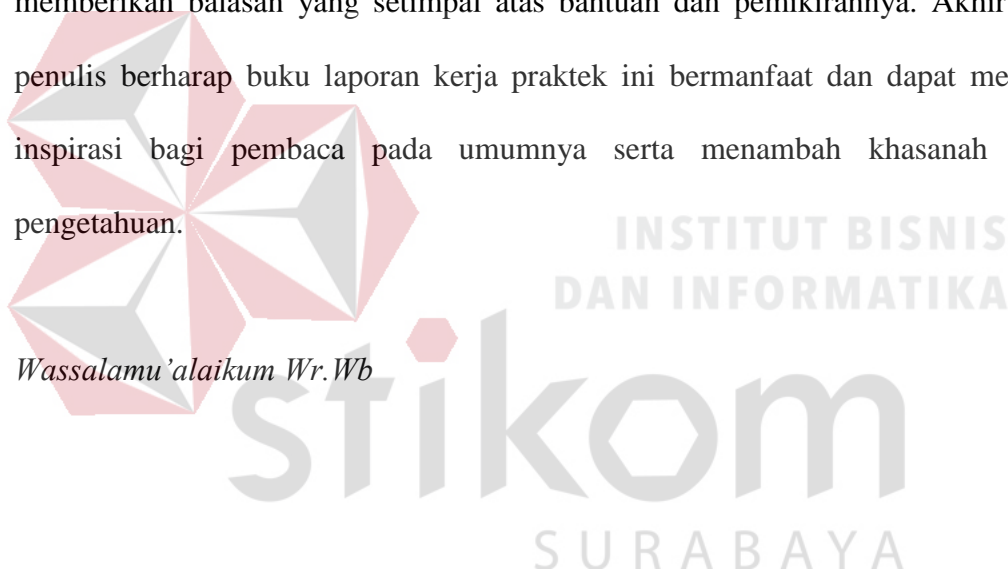
Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu, memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan makalah ini. Untuk itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmatnya dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik ini.
2. Orang Tua dan Seluruh Keluarga penulis tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Kerja Praktik serta Laporan ini.
3. PT. JASLIM PASURUAN atas segala kesempatan dan pengalaman kerja yang telah diberikan kepada penulis selama melaksanakan Kerja Praktik.
4. Kepada Ibu Kusdillah selaku penyelia. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktik di PT. JASLIM PASURUAN.

5. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T. selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Surabaya sekaligus Bapak Harianto, S.kom.,M.Eng. selaku dosen pembimbing atas ijin yang diberikan untuk melaksanakan Kerja Praktik di PT. JASLIM PASURUAN.
6. Teman- teman seperjuangan Sistem Komputer angkatan 2015 serta rekan-rekan pengurus Himpunan Mahasiswa S1 Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Tiada kata yang pantas penulis ucapkan selain do'a Semoga Allah memberikan balasan yang setimpal atas bantuan dan pemikirannya. Akhir kata penulis berharap buku laporan kerja praktek ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb



Surabaya, 25 November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	v
SURAT PERNYATAAN	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Kontribusi	3
BAB II.....	4
GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	4
2.1 Sejarah Singkat PT. JASLIM PASURUAN.....	4
2.2 Visi dan Misi PT. JASLIM PASURUAN	4

2.2.1	Visi.....	4
2.2.2	Misi	4
BAB III		5
LANDASAN TEORI.....		5
3.1	CNC (<i>COMPUTER NUMERICAL CONTROL</i>)	5
3.1.1	Sejarah CNC	5
3.1.2	Prinsip Kerja CNC	8
3.1.3	Bagian – Bagian Mesin CNC.....	13
3.1.4	Jenis – Jenis Mesin CNC	18
3.2	<i>Shoe Last</i>	20
3.2.1	Pengertian <i>Shoe Last</i>	20
3.2.2	Bahan <i>Shoe Last</i>	21
3.2.3	Konstruksi dan Jenis <i>Shoe Last</i>	23
3.2.4	Master <i>Shoe Last</i>	25
BAB IV		26
HASIL ANALISA		26
4.1	Pengoperasian Mesin CNC <i>Mailling</i>	26
4.1.1	Posisi Pisau Pada Mesin <i>Mailling</i>	26
4.1.1	Metode Pemotongan Pada Mesin <i>Mailling</i>	27
4.1.2	Langkah-langkah Pemotongan.....	27
4.2	Pengontrolan Sumbu Mesin Perkakas CNC.....	28

4.3 Mesin CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7).....	31
4.3.1 Prinsip Mesin CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7)	33
4.3.2 Kelemahan Mesin CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7)	34
4.3.3 Kelebihan mesin CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7)	38
BAB V	40
PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	43



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1 bentuk lintasan, kecepatan pemakanan / <i>feeding</i>	9
Gambar 3.2. Putaran <i>Spindle</i>	9
Gambar 3.3. Pendingin Mesin CNC	9
Gambar 3.4. Pencekaman / penjepitan benda kerja	10
Gambar 3.5. Sistem koordinat pada mesin CNC (MCS), dan titik nol....	12
Gambar 3. 6. Pengaturan putaran poros Motor <i>Stepper</i>	12
Gambar 3. 7. <i>Headstock, Saddle, Table</i> Mesin CNC Edumill.....	13
Gambar 3. 8. Frame Mesin CNC <i>Edulathe</i>	14
Gambar 3. 9. Motor <i>Axis</i> jenis <i>Stepper</i>	14
Gambar 3.10. <i>Ball Screw</i> dan <i>Nut</i>	15
Gambar 3.11. <i>Belt Drive</i>	15
Gambar 3.12. Motor <i>Spindle</i>	16
Gambar 3.13. Turrent atau Motor <i>Charger</i>	16
Gambar 3.14. <i>Clamping kit</i>	17
Gambar 3.15. <i>3D Digitizer</i>	17
Gambar 3.16. Mesin CNC <i>Mailling</i>	18
Gambar 3.17. Mesin <i>Mailling</i> CNC <i>Gantry Part Moving</i>	19
Gambar 3.18. Mesin <i>Mailling</i> CNC <i>Table Moving</i>	19
Gambar 3.19. Mesin Bubut CNC.....	20
Gambar 3.20. PVC Bahan <i>Shoe Last</i> Polos	22
Gambar 3.21. PVC Bahan <i>Shoe Last</i> Hijau.....	22
Gambar 3.22. Bahan Warna PVC <i>Shoe Last</i> Hijau.....	23

Gambar 3.23. <i>Shoe Last Cut Body</i>	24
Gambar 3.24. <i>Shoe Last V Cut</i>	24
Gambar 3.25. <i>Shoe Last C Cut</i>	25
Gambar 3.26. <i>Master Shoe Last</i>	25
Gambar 4. 1. Mesin CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7).....	31
Gambar 4.2. Translansi dari pahat CNC <i>NewLast Donzelli</i> (OD-FN7)....	34
Gambar 4.3. Proses Pengkopian Master ke <i>Mailling</i>	36
Gambar 4. 4. <i>Spare part</i> yang mudah didapatkan.....	39



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Durasi Pengoperasian Mesin CNC <i>Donzelli</i> (OD-FN7).....	35
Tabel 4.2. Akurasi Produksi <i>Shoe Last</i> dengan mesin CNC <i>Donzelli</i> tanpa <i>maintance</i> operator.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Form KP-3 (Surat Balasan Perusahaan)	43
Lampiran 2 Form KP-5 (Acuan Kerja)	44
Lampiran 3 Form KP-5 (Garis Besar Rencana Kerja Mingguan)	45
Lampiran 4 Form KP-6 (Log Harian dan Catatan Perubahan Acuan Kerja)	46
Lampiran 5 Form KP-7 (Kehadiran Kerja Praktik)	48
Lampiran 6 Kartu Bimbingan Kerja Praktik	49



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan dalam bidang teknologi yang semakin berkembang merupakan aspek sebuah pengetahuan dan teknologi yang mengharuskan kalangan pendidikan tinggi untuk dapat meningkatkan kemampuan dalam penguasaan teknologi. Terutama pada teknologi tepat guna. Teknologi tepat guna merupakan teknologi yang tepat sasaran yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum. Pengembangan teknologi tepat guna harus lebih ditingkatkan sebagai penunjang pemanfaatan teknologi masyarakat Indonesia.

Pemanfaatan teknologi pada masyarakat berdampak sangat luas. Dan berimbas pula pada industri-industri kecil dan menengah, khususnya yang masih menggunakan peralatan konvensional atau bahkan masih menggunakan peralatan tradisional dan manual. Pemahaman teknologi secara mendasar, rinci dan mendalam dilakukan melalui pelaksanaan program yang kongkrit untuk memproduksi barang dan jasa.

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang amat pesat. Dalam hal ini komputer telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas diantaranya mesin bubut, mesin *Mailling*, mesin skrap, mesin bor. Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan CNC Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer.

Secara umum konstruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekaniknya. Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, mesin perkakas CNC lebih unggul baik dari segi ketelitian (*accurate*), ketepatan (*precision*), fleksibilitas, dan kapasitas produksi. Sehingga di era modern seperti saat ini banyak industri-industri mulai meninggalkan mesin-mesin perkakas konvensional dan beralih menggunakan mesin-mesin perkakas CNC.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukannya sebuah pengamatan maupun analisis dari setiap mesin, tipe, maupun model CNC yang ingin digunakan dalam sebuah industri. Oleh karena itu penulis membuat laporan dengan judul analisa pembuatan *shoe last* dengan metode CNC pada mesin *Newlast Donzeli (OD-FN7)*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas maka dapat kita rumuskan beberapa permasalahan yang ada, yakni :

1. Bagaimana prinsip kerja dari CNC *NewLast Donzelli (OD-FN7)* ?
2. Bagaimana hasil analisis dari mesin *Computer Numeric Control* tersebut ?

1.3 Batasan Masalah

Melihat permasalahan yang ada, maka penulis membatasi masalah dari Kerja Praktik, yaitu:

1. Analisa hanya berfokus pada CNC *NewLast Donzelli (OD-FN7)*.
2. Terbatasnya metode yang digunakan sebagai bahan analisa karena setiap jenis CNC memiliki struktur dan fungsi yang berbeda.

1.4 Tujuan

Tujuan umum dari kegiatan Kerja Praktik yang dilaksanakan mahasiswa adalah agar mahasiswa dapat melihat serta berlatih pada kondisi dan keadaan nyata yang ada pada dunia kerja sehingga mendapatkan pengalaman yang lebih banyak dan dapat memperdalam kemampuan pada suatu bidang. Tujuan khusus adalah sebagai berikut:

1. Mengamati dan menganalisa system CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7).
2. Memahami pengaturan dan penerapan dari *Programmable Logic Controller* secara langsung di Scada industri.
3. Mampu membuat sebuah analisis perbandingan terhadap CNC yang sejenis melalui pemahaman dan pengamatan di lapangan.

1.5 Kontribusi

Memberikan kontribusi ke PT. JASLIM PASURUAN dengan berpartisipasi aktif dalam beberapa kegiatan industri dengan pengawasan secara langsung oleh Kepala Bagian Produksi dan *monitoring* dari HRD PT. JASLIM PASURUAN. Membantu menganalisa mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) guna mengetahui dan meningkatkan kinerja mesin agar menguntungkan bagi perusahaan.

BAB II

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat PT. JASLIM PASURUAN

PT. JASLIM PASURUAN merupakan satu-satunya industri *Shoe Last* terbesar di Indonesia Bagian Timur. Perusahaan ini sudah berdiri sejak tahun 1981. Pada awalnya perusahaan ini hanya memproduksi *Shoe Last* dari bahan baku kayu, seiring berjalannya waktu mulai beralih manajemen dari jenis kayu menjadi *Shoe Last* dengan bahan baku biji plastik bercampur mineral / PVC.

2.2 Visi dan Misi PT. JASLIM PASURUAN

2.2.1 Visi

Menjadi perusahaan pelayanan *Shoe Last* terlengkap dengan pelayanan terbaik di Indonesia.

2.2.2 Misi

1. Mengembangkan pelayanan berbasis konsumen, sehingga *Shoe Last* yang diberikan *up-to-date* dan sesuai dengan kebutuhan industri sepatu Nasional dan Internasional.
2. Meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi *Shoe Last* secara berkelanjutan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 CNC (*COMPUTER NUMERICAL CONTROL*)

CNC dikembangkan pada awal tahun 1950 an oleh John T. Parsons yang bekerjasama dengan MIT Servomechanism Laboratorium. CNC didefinisikan sebagai sebuah sistem kontroler untuk mengendalikan semua gerakan pada mesin dengan cara memasukan langsung data numerik di beberapa koordinat titik tujuan pergerakan mesin. Suatu sistem kontrol elektronik menerjemahkan pengkodean bahasa NC yang terdiri dari angka angka dan huruf ditulis sebagai perintah untuk menggerakkan mesin. Angka serta huruf sebagai pengkodean itu sering disebut dengan NC kode atau G kode, sehingga kode tersebut dikirim atau ditransfer ke mesin oleh sistem kontrol elektrik untuk menggerakkan komponen mesin tersebut (Bosowa ,P. 2014).

3.1.1 Sejarah CNC

Perkembangan zaman dan tehnologi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan manusia. Berbagai sisi kehidupan senantiasa mencari cara untuk mencapai hasil yang lebih baik. Salah satu perubahan secara nyata terlihat pada perkembangan industri saat ini yang menuntut produk dengan kriteria :

1. Tingkat presisi tinggi
2. Kualitas baik
3. Waktu pengerjaan yang cepat

Investasi sumber daya manusia semakin ditekan untuk meminimalkan terjadinya kesalahan dari faktor manusia (*human error*) sehingga digantikan perannya oleh mesin mesin otomatis yang canggih, yang dapat menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan tingkat kepresisian tinggi dalam waktu singkat serta hasil yang berkualitas.

Pada sekitar tahun 1930 – 1940 an dunia industri didominasi oleh mesin – mesin manual atau sering diistilahkan sebagai mesin konvensional, mesin – mesin tersebut membuat hasil produksi tidak stabil, sering terjadi demonstrasi buruh antara operator mesin dengan pihak manajemen di berbagai perusahaan. Sehingga sering kali terjadi aksi pemogokan kerja yang berimbas terhadap terganggunya proses produksi. Komplikasi dari permasalahan buruh dan meningkatnya kompleksitas kebutuhan komponen peralatan perang tersebut itulah yang pada akhirnya mengantarkan evolusi mesin konvensional menjadi mesin otomatis yang sekaligus dapat diprogram untuk menghasilkan komponen yang beragam. Mesin otomatis kemudian mulai dikembangkan pada waktu itu akan tetapi mesin tersebut masih kurang memadai, misalnya mesin tersebut hanya mampu menghasilkan satu jenis produk saja, dan apabila digunakan untuk membuat produk jenis lainnya dibutuhkan waktu lama untuk setting mesin tersebut.

Dalam perkembangannya mesin otomatis tersebut membutuhkan sistem kontrol elektronik yang dapat mengendalikan mesin tersebut sehingga memudahkan proses perubahan produksi ke produk jenis lainnya. Mesin otomatis dengan basis program yang dikendalikan dengan control elektronik pertama kali oleh proyek gabungan antara Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan US *Air Force*. Mesin tersebut adalah mesin *Mailling vertical 3 Axis*. yang dilengkapi

satu ruangan penuh perangkat tabung vakum elektronik sebagai sistem pengendaliannya. Meskipun mesin tersebut masih kurang memadai, namun mesin tersebut merupakan satu terobosan menuju mesin yang lebih modern. Sistem kontrol elektronik mesin tersebut dinamakan *Numerical Control* (NC).

Cara kerja pemrograman pada waktu itu dirancang dengan cara *hard-wire logic* (pengendalian dengan jalur / kawat tetap) yang kemudian dikembangkan dengan metode pita berlubang. Kemudian pada tahun 1960 munculah mesin CNC di dunia industri sebagai wujud pengembangan mesin NC pada waktu itu. Mesin CNC tersebut sudah dibuat dengan menggunakan komputer dengan ukuran yang relatif besar, akan tetapi sistem kontrol elektriknya sudah menggunakan rangkaian terpadu (*Integrated Circuit / IC*) yang lebih sederhana bentuk ukurannya.

Saat ini mesin CNC mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program CAD (*Computer Aided Design*) yang kemudian diaplikasikan dengan CAM (*Computer Aided Manufacture*) beserta perangkat lunak (*software*) pendukungnya untuk menjalankan mesin. Sehingga metode transfer program dari computer ke mesin terus berkembang dengan menggunakan banyak media seperti kabel RS232, *Floppy Disk*, kabel RJ45, *IC Card*, *USB Storage*, dll. Mesin mesin CNC dibuat untuk menjawab tantangan dunia manufaktur modern sekarang ini. Dengan mesin CNC kepresisian suatu produk dapat dimaksimalkan hingga mencapai 10^{-3} mm (mikron) untuk aplikasi pengerjaan produk massal dengan mutu dan kualitas yang baik dalam waktu yang relatif singkat

3.1.2 Prinsip Kerja CNC

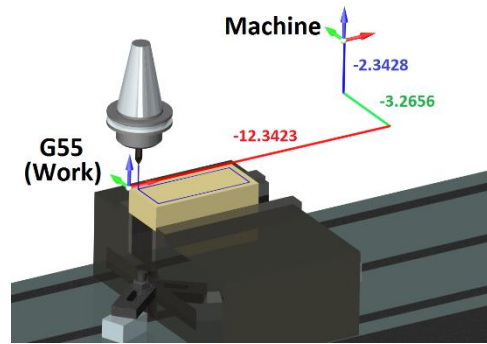
Mesin yang dikendalikan dengan mesin CNC adalah mesin perkakas yang proses pengoperasiannya dikendalikan oleh sistem CNC, yaitu suatu sistem kontrol yang proses pengontrolannya dilakukan menggunakan perintah berupa kode-kode huruf dan angka (*alpha-numeric-code*).

Pada dasarnya prinsip kerja mesin CNC hampir sama dengan mesin konvensional, hanya saja beberapa pekerjaan yang banyak melibatkan operator, digantikan dengan sistem kendali otomatis. Sistem kendali otomatis ini mengambil alih kerja operator, digantikan oleh program yang dipersiapkan sedemikian rupa, sehingga mesin dapat beroperasi secara aman. Program CNC dibuat dengan cara diketik langsung pada mesin CNC menggunakan perangkat lunak pemrograman NC atau dikenal dengan G-Code yang kemudian dikirim oleh prosesor pada mesin CNC yang dapat menggerakkan perkakas melalui pengaturan motor listrik pada proses permesinan untuk mendapatkan produk sesuai program.

Pengendalian mesin CNC dengan memberikan semua informasi kepada mesin untuk dapat bergerak sesuai dengan program yang dipersiapkan sehingga menghasilkan produk tertentu. Pada pekerjaan dengan mesin konvensional, informasi diberikan dengan memutar roda tangan atau mengubah sakelar. Operator mengambil informasi itu dari gambar kerja serta tabel dan memeriksa gerak perubahan mesin itu dengan pertolongan pembagian skala.

Hal – hal yang dikendalikan dengan program antara lain :

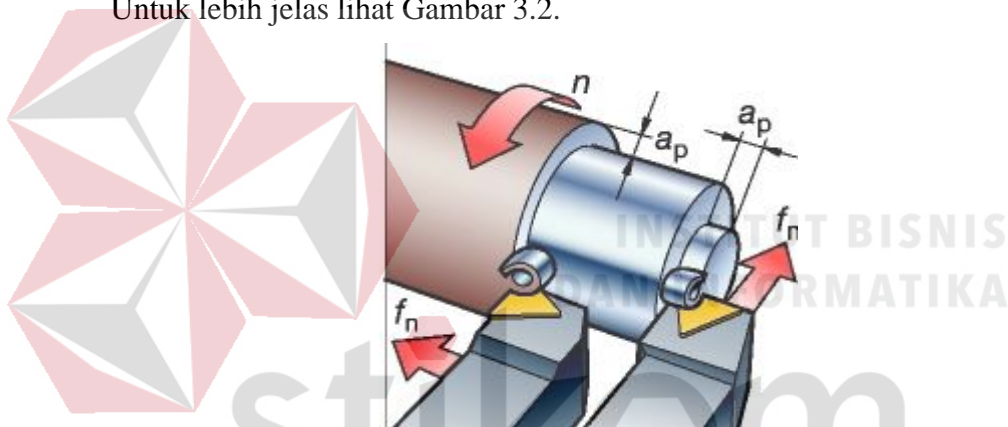
1. Lintasan alat potong terhadap benda kerja (bentuk lintasan, kecepatan pemakanan / *feeding*). Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.1.



Gambar 3.1. bentuk lintasan, kecepatan pemakanan / *feeding*

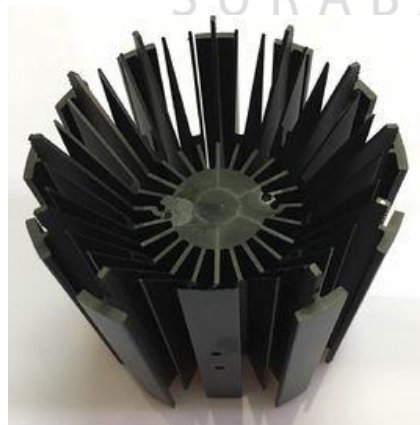
- Putaran *spindle* (mengaktifkan, mematikan, mengatur kecepatan putaran).

Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Putaran *Spindle*

- Pendingin. Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.3



Gambar 3.3. Pendingin Mesin CNC

4. Pencekaman / penjepitan benda kerja. Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.4



Gambar 3.4. Pencekaman / penjepitan benda kerja

Secara umum, unit pengontrol mesin dapat dikatakan mempunyai 2 bagian utama, yaitu :

- a. Unit pemroses data (*Data Processing Unit*).

Unit pemroses data merupakan bagian dari unit pengontrol mesin yang mengolah informasi dalam bentuk kode-kode tertentu yang diterima. Data tersebut kemudian diproses lebih lanjut dan akhirnya menghasilkan informasi yang dikirimkan ke *servo unit* dan *sequence control unit* pada *control loop unit*. Dalam sistem *NC hard wire*, unit pemroses data ini merupakan rangkaian logika (*logic circuits*) *hard wire*. Dan fungsi-fungsi yang dilakukan oleh unit pemroses data adalah :

1. Membaca data dalam bentuk kode.
2. Melakukan pemeriksaan terhadap data tersebut melalui rangkaian *parity checking*.

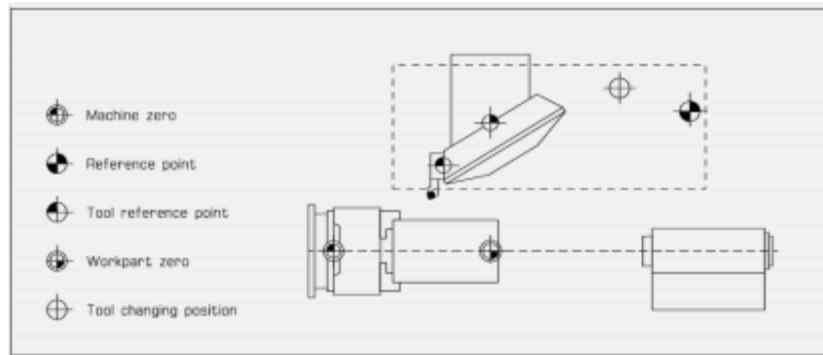
Menyediakan *buffer* untuk satu blok data, agar pergerakan aksis dari mesin perkakasnya lebih *continue*. Bila tidak ada *buffer*, maka akses dari mesin perkakas harus menunggu sesuai dengan waktu yang diperlukan pada saat *reading circuit* dan *parity checking circuit*, ini dilakukan setiap kali akses dari mesin perkakas yang telah selesai melaksanakan perintah pergerakan dari satu blok data yang sebelumnya.

b. CLU (*Control Loop Unit*)

Adapun fungsi-fungsi dari CLU adalah :

1. Menyediakan rangkaian dari pengontrolan posisi dan kecepatan untuk setiap akses pada mesin perkakas. Setiap akses dari mesin perkakas dilayani oleh *control loop*. Servo unit untuk pengontrolan posisi dan kecepatan ini merupakan bagian yang amat penting dalam CLU, sebab ketelitian dimensi serta kualitas permukaan dari benda kerja akan sangat tergantung padanya.
2. Menyediakan rangkaian-rangkaian untuk proses deselerasi (perlambatan) dan kompensasi terhadap back lash.
3. Melakukan pengontrolan dari urutan operasi fungsi-fungsi pembantu (*auxiliary function*), yaitu *spindle*, cairan pendingin, penggantian pahat, penggantian pelat dan sebagainya (Fahrudi, Arfan 2004)

Selain itu untuk menggerakkan meja kerja pada mesin CNC disepakati menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat pada mesin CNC. Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.5 merupakan sistem koordinat *kartesian* dengan tiga sumbu yaitu sumbu X, Y dan Z. Sistem koordinat mesin MCS (*Machine Coordinate System*) dapat dipindahkan titik nol nya untuk pelaksanaan setting pada pembuatan program CNC dan gerakan pahat. Titik nol yang terdapat pada mesin CNC adalah titik nol mesin (M), dan titik nol benda kerja (W).

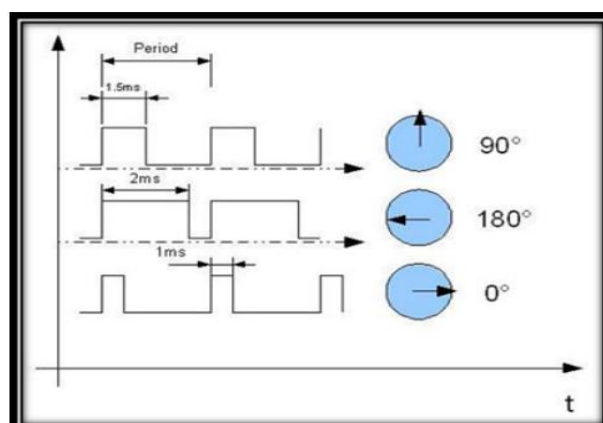


Gambar 3.5. Sistem koordinat pada mesin CNC (MCS), dan titik nol

(Siemens,2003 ; MTS.,1999)

Hal utama yang membedakan mesin CNC dengan mesin manual adalah gerakan sumbu – sumbu mesin, yang pada mesin manual digerakkan dengan tenaga manusia, maka pada mesin CNC tenaga manusia diambil alih oleh motor listrik.

Motor listrik yang digunakan pada sumbu mesin CNC adalah motor stepper atau motor servo. Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Untuk lebih jelas lihat Gambar 3.6. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik.



Gambar 3. 6. Pengaturan putaran poros Motor Stepper

(Syahputra, S. 2015).

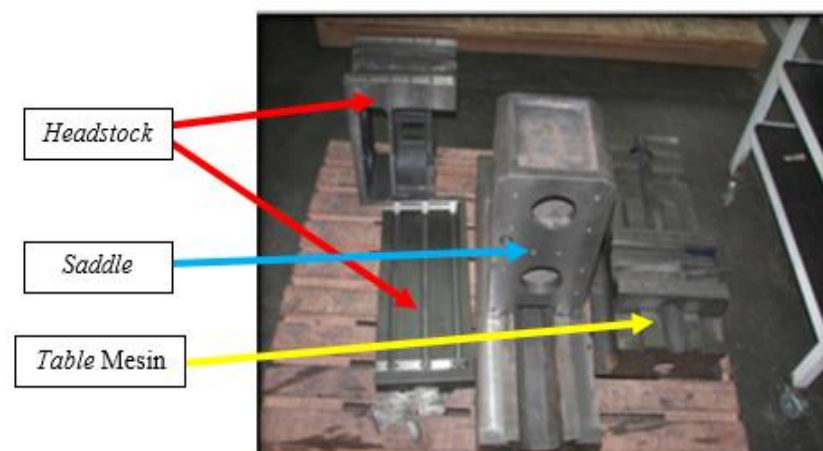
Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah :

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur, sehingga poros motor dapat diatur mau berputar berapa derajat.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)

3.1.3 Bagian – Bagian Mesin CNC

A.1 Bagian Statis / Diam

Bagian statis / diam mesin CNC adalah bagian yang menjadi penyangga komponen yang lain. Komponen – komponen yang termasuk bagian statis / diam mesin CNC antara lain : *Bed* pada mesin Bubut CNC atau *Table* pada mesin *Mailling* CNC, *Headstock*, *Saddle*, untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.7 dan *Frame* yang berfungsi melindungi komponen mesin CNC untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.8 (SMK Khatolik St, M. 2017).



Gambar 3. 7. *Headstock*, *Saddle*, *Table* Mesin CNC Edumill

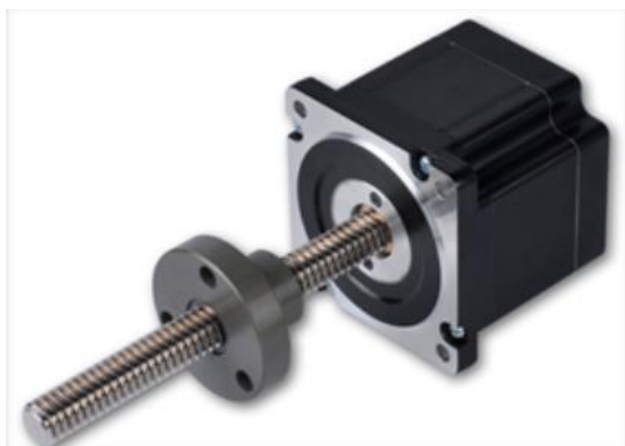


Gambar 3. 8. Frame Mesin CNC *Edulathe*

A.2 Bagian Dinamis / Bergerak

A.2.1 Motor Sumbu

Motor sumbu atau motor *Axis* adalah motor penggerak untuk masing – masing sumbu mesin CNC. Baik sumbu X, Y & Z masing – masing mempunyai motor *Axis* sendiri – sendiri. Motor *Axis* pada umumnya adalah motor stepper atau motor servo (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9. Motor *Axis* jenis *Stepper*

A.2.2 *Ball Screw*

Ball Screw adalah mekanisme penggerak *Axis X, Y & Z* (*Leadscrew* dan *Nut*) dimana konstruksi pasangan ulirnya menggunakan bola besi / gotri. Pada mesin manual mekanisme penggerak *Axis X, Y & Z* biasanya menggunakan ulir trapesium, ulir *square* bahkan ulir segitiga.

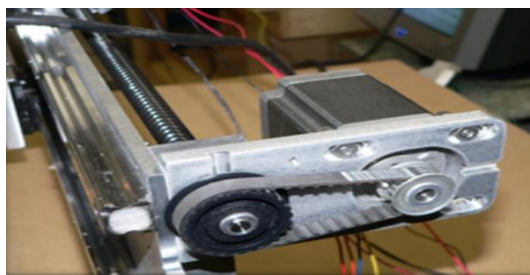
Fungsi utama *ballscrew* adalah mengubah gerakan rotasi poros motor stepper menjadi gerakan translasi pada sumbu – sumbu mesin CNC. Konstruksi semacam ini juga menjadikan gerakan sumbu – sumbu menjadi lebih halus dan presisi karena koefisien gesekan antara *screw* dan *nut* menjadi sangat kecil (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10. *Ball Screw* dan *Nut*

A.2.3 *Belt Drive*

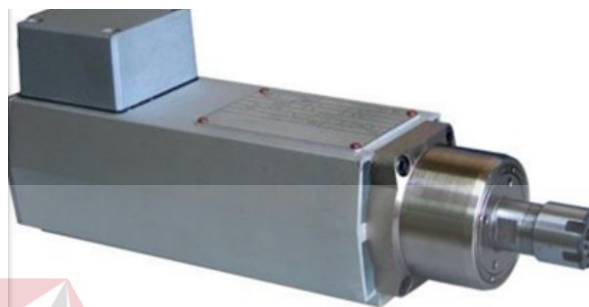
Belt Drive adalah sabuk yang mentransmisikan gerakan putaran motor ke poros penggerak baik *Axis* maupun spindle. *Belt drive* tidak digunakan jika sudah menggunakan *coupling* (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. *Belt Drive*

A.2.4 *Motor Spindle*

Motor Spindle adalah motor penggerak *spindle* mesin CNC, motor inilah yang dapat diprogram untuk memutar *spindle* dalam satuan RPM (*Revolution Per Minute*) yang dapat ditentukan (SMK Khatolik St, M. 2017).. Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. *Motor Spindle*

A.2.5 *Turret /Automatic Tool Changer*

Turret atau *tool magazine* atau *tool changer* adalah mekanisme pengganti alat potong (Tools) secara otomatis pada mesin CNC (SMK Khatolik St, M. 2017).



Gambar 3.13. Turrent atau *Motor Charger*

A.3 Support

A.3.1 Clamping Device

Clamping kit adalah perangkat penjepit benda kerja terhadap tabel mesin CNC (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. *Clamping kit*

A.3.2 Probe / 3D Digitizer

Probe / 3D Digitizer adalah perangkat pemindai permukaan benda kerja untuk diterjemahkan menjadi titik – titik koordinat (SMK Khatolik St, M. 2017).

Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. *3D Digitizer*

3.1.4 Jenis – Jenis Mesin CNC

Secara umum jenis – jenis mesin CNC dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. Mesin *Mailling* CNC
2. Mesin Bubut CNC

A.1 Mesin *Mailling* CNC

Mesin *Mailling* CNC adalah, mesin CNC dimana gerakan berputar utama pada proses penyayatan dilakukan oleh alat potong (*tools*), sedangkan benda kerja bergerak mengikuti gerakan sumbu mesin CNC. Mesin jenis ini pada umumnya menghasilkan benda kerja berbentuk persegi (SMK Khatolik St, M. 2017) .Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.16.



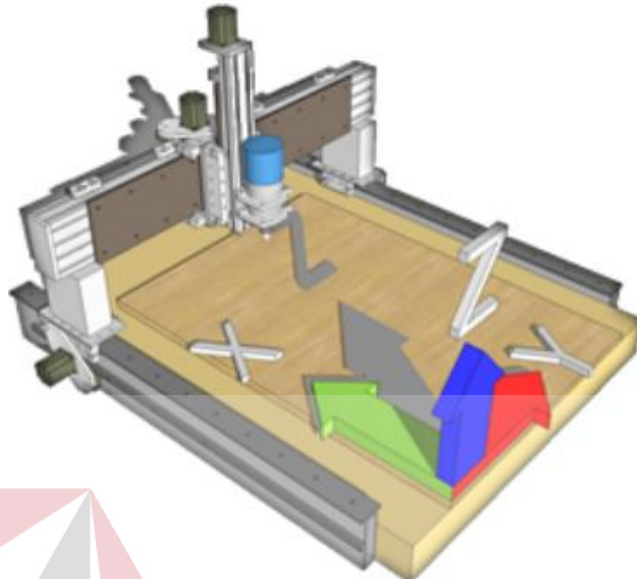
Gambar 3.16. Mesin CNC *Mailling*

Mesin *Mailling* CNC dilihat dari gerakan utama sumbu mesin dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

A.1.1 Mesin *Mailling* CNC Gantry Part Moving

Mesin *Mailling* CNC *Gantry Part Moving* yaitu mesin *Mailling* CNC dimana gerakan utama sumbu – sumbu mesin dilakukan oleh kuda – kuda, dimana

kuda – kuda atau *gantry* tersebut membawa *spindle*, sehingga alat potong bergerak sesuai arah sumbu mesin CNC sedangkan benda kerja diam di meja mesin CNC (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. Mesin *Mailling* CNC *Gantry Part Moving*

A.1.2 Mesin *Mailling* CNC *Table Moving*

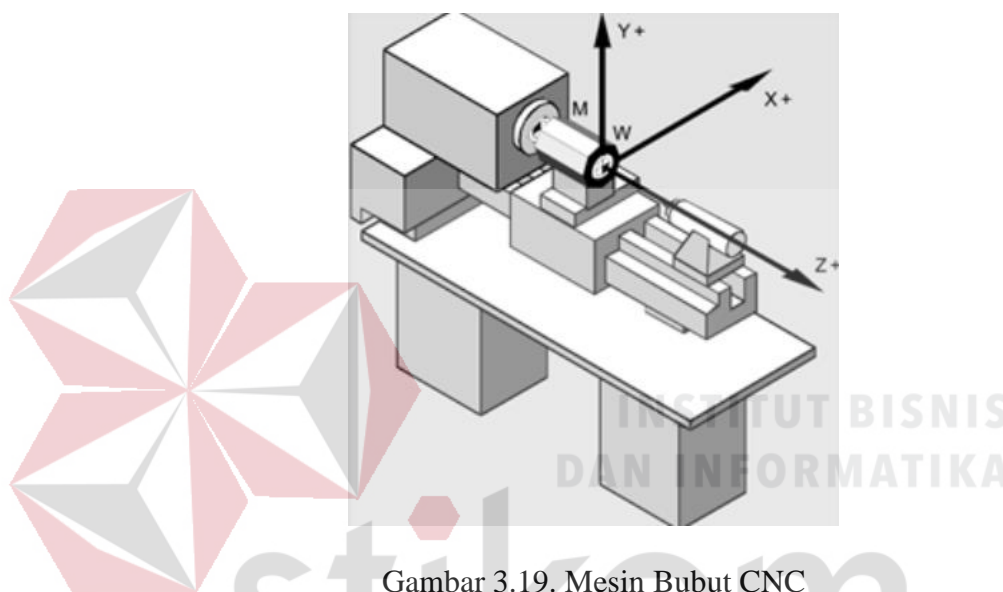
Mesin *Mailling* CNC *Table Moving* yaitu mesin *Mailling* CNC dimana gerakan utama sumbu – sumbu mesin dilakukan oleh meja mesin CNC sehingga benda kerja bergerak sesuai dengan arah sumbu mesin CNC sedangkan alat potong tetap berada di tempatnya (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Mesin *Mailling* CNC *Table Moving*

A.2 Mesin Bubut CNC

Mesin bubut CNC adalah, mesin CNC dimana benda kerja berputar pada spindle, dan proses penyayatan dilakukan oleh alat potong (*tools*) yang bergerak sesuai arah sumbu pada program. Mesin jenis ini pada umumnya menghasilkan benda kerja berbentuk silindris (SMK Khatolik St, M. 2017). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Mesin Bubut CNC

3.2 Shoe Last

3.2.1 Pengertian Shoe Last

Shoe Last awalnya berasal dari kata *Shoe* yang artinya sepatu dan *Last* yang berasal dari *Lasting* atau artinya cetakan kaki. Di tempat lain juga ada yang menyebut *list*, acuan atau klebut, atau *Last*, namun semua adalah sama. *Shoe Last* ini fungsinya sebagai alat untuk mencetak bentuk sepatu, artinya apapun bahan yang digunakan untuk membuat sepatu baik kulit atau *non* kulit hasilnya akan seperti bentuk *Shoe Last* itu.

3.2.2 Bahan *Shoe Last*

Bahan baku untuk membuat *Shoe Last* beraneka ragam yaitu ada yang dari bahan kayu misal kayu sonokeling, kayu sawo yang mana kayu tersebut terdapat serat yang ringan dan kuat. Kelebihan menggunakan kayu ini, di beberapa tempat masih banyak bahan baku dan masih mudah untuk didapat, meski demikian para pembuat *Shoe Last* kayu masih banyak yang menggunakan tenaga tangan manusia atau manual sehingga bentuk dan konsistensinya kurang untuk produksi banyak yang membutuhkan waktu lama. Bahan kayu juga sering menyusut karena cuaca atau karena rusak sering terkena paku pada saat digunakan.

Ada pula pembuatan *Shoe Last* dari bahan aluminium dengan cara dibuat *mould* cetakan dengan pasir besi kemudian bahan yang sudah dilelehkan dengan panas kemudian dituangkan ke dalam *mould* atau dicor sehingga terbentuk *Shoe Last* dari aluminium.

Saat ini para pelaku usaha sepatu sudah banyak menggunakan plastik atau PVC Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.20. Bahan ini lebih awet dan konsisten. Pada PVC yang diberi warna akan terlihat seperti pada Gambar 3.21, dan untuk bahan pewarnanya ditunjukkan pada Gambar 3.22. Cara pembuatan bahan bakunya yaitu dengan *injection* blok plastik sesuai *mould* atau cetakan. Setelah itu baru dibubut dengan menggunakan mesin CNC. Durasi yang diperlukan untuk membuat *Shoe Last* satu pasang hanya 20-30 menit dengan dua kali bubut, yaitu bubut kasar terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan bubut halus lalu terakhir baru dilakukan proses akhir dengan mesin CNC Roughing.



Gambar 3.20. PVC Bahan *Shoe Last* Polos



Gambar 3. 21. PVC Bahan *Shoe Last* Hijau



Gambar 3. 22. Bahan Warna PVC *Shoe Last* Hijau

3.2.3 Konstruksi dan Jenis *Shoe Last*

Shoe Last ada berbagai macam dan jenis. *Shoe Last* bisa dibedakan atas jenis ukuran atau size serta laki-laki atau perempuan dengan menggunakan system UK/US yaitu mulai nomor 1 – 14 untuk anak - anak dan nomor 14 – 24 untuk dewasa. Sedangkan sistem lainnya dengan menggunakan Euro dan Paris yaitu mulai 18 untuk anak – anak dan 46 untuk dewasa.

Bentuk *Shoe Last* ada berbagai macam dan fungsinya, misalkan bentuk pendek polos *bisaa*, bentuk *boot zipper*, bentuk *boot unzipper*, dan bentuk *troteur* serta sandal. Adapun bentuk konstruksinya ada berbagai macam yaitu polos, cut body lihat pada Gambar 3.23, C cut lihat pada Gambar 3.24, dan V cut lihat pada Gambar 3.25.



Gambar 3.23. *Shoe Last Cut Body*



Gambar 3.24. *Shoe Last V Cut*



Gambar 3 .25. *Shoe Last C Cut*

3.2.4 Master Shoe Last

Dalam memproduksi dibutuhkan sebuah master atau acuan untuk pembuatan massal Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 3.26,. Master ini dibuat oleh seseorang dengan keahlian khusus membuat *Shoe Last* baik itu dari kayu atau dari plastik PVC. Master ada yang dibuat desain dari gambar, foto, atau sampel sepatu atau mengukur bentuk kaki. Untuk pembuatan dengan mesin CNC master ini *dicopy* dengan *discan* data kemudian ditransfer data tersebut ke mesin bubut.



Gambar 3.26. *Master Shoe Last*

BAB IV

HASIL ANALISA

4.1 Pengoperasian Mesin CNC *Mailling*

Mesin *Mailling* digunakan untuk membentuk suatu benda kerja dengan cara menyayat. Untuk menyayat benda kerja dipasang pada meja kemudian meja dinaikan sehingga benda kerja termakan oleh pisau yang sedang berputar, kemudian meja digerakan sesuai dengan kebutuhannya untuk memberi penyayatan yang terus menerus. Putaran dari pisau *Mailling* (*cutter*) disebut dengan putaran atau gerakan utama (Bosowa ,P. 2014).

Pada dasarnya gerakan dari meja *Mailling* itu dapat dilakukan dalam dua arah, yaitu gerakan mendatar (membujur dan melintang) dan gerakan tegak (naik dan turun) juga gerakan dari meja ini dapat dilakukan dengan tangan atau secara otomatis. Agar pisau dapat berfungsi memotong benda kerja, sisi potong pisau mempunyai sudut baji yang tajam, seperti halnya pahat pada mesin bubut.

4.1.1 Posisi Pisau Pada Mesin *Mailling*

A.1 Posisi Paralel

Pada pengerjaan yang sederhana, sumbu pahat diletakan paralel dengan permukaan benda kerja yang dikerjakan. Pisau *Mailling* berbentuk silinder dan mempunyai sisi potong disekeliling permukaan.

A.2 Posisi Tegak Lurus

Sumbu pisau *Mailling* dapat diletakan tegak lurus dengan permukaan benda kerja. Dalam pengerjaan yang menggunakan posisi ini, pisau *Mailling* tidak hanya

memotong dengan pada sekeliling saja, akan tetapi juga dengan bagian muka cutter sehingga bahan *shoe Last* akan terpotong dengan sama tebal.

4.1.1 Metode Pemotongan Pada Mesin *Mailling*

A.1 Pemotongan Searah Jarum Jam

Pada pemotongan ini benda kerja datang searah dengan arah putaran sisi potong pisau *Mailling*, metode ini memungkinkan hasil kurang baik karena meja (benda kerja) cenderung tertarik oleh gerakan putar pisau *Mailling*.

A.2 Pemotongan Berlawanan Arah Jarum Jam

Pada pemotongan ini benda kerja datang berlawanan dengan arah putaran sisi potong pisau *Mailling*, metode ini dapat menghasilkan pemotongan maksimal karena benda kerja tidak terangkat.

A.3 Pemotongan Netral

Metode pemotongan ini digunakan jika benda kerja yang disayat lebih kecil dari pada diameter pisau *Mailling*. Model pemotongan ini hanya dilakukan pada mesin *Mailling vertical*.

4.1.2 Langkah-langkah Pemotongan

A.1 Persiapan Awal

Sebelum mengoperasikan mesin *Mailling*, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

- 4.1 Mempelajari gambar kerja guna menyusun urutan kerja yang baik.
- 4.2 Mempelajari sifat material/bahan guna menentukan jenis pisau dan media pending yang digunakan.

- 4.3 Menentukan kualitas hasil yang diinginkan.
- 4.4 Menentukan bentuk geometri alat potong yang digunakan
- 4.5 Menentukan alat bantu yang digunakan.
- 4.6 Menentukan roda-roda gigi pengganti, apabila dikehendaki.
- 4.7 Menentukan parameter-parameter pemotongan yang berpengaruh dalam proses pengerjaan seperti kecepatan potong, kecepatan sayat, kedalaman pemakanan dan lainnya (Bosowa ,P. 2014).

4.2 Pengontrolan Sumbu Mesin Perkakas CNC

Putaran spindel (poros utama mesin) yang memutar benda kerja (seperti pada Mesin *Mailling*) dan gerakan pahat relatif terhadap benda kerja merupakan masalah pokok dalam sistem pengontrolan mesin perkakas CNC. Berbagai teknik diterapkan untuk mengontrol gerakan pahat relative terhadap benda kerja, masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya. (Widarto. 2008). Secara umum sistem pengontrolan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Sistem Kontrol Terbuka (Open Loop Control)

Pada sistem pengontrolan terbuka, motor penggerak (biasanya motor step) akan menggerakkan bagian yang digerakkan sesuai dengan perintah. Motor akan mulai berputar bila pulsa-perintah (*command pulse*) diberikan dan berhenti bila pulsa tersebut tidak ada lagi. Jarak yang ditempuh ditentukan oleh :

- a. Jumlah pulsa yang diberikan.
- b. Kepekaan (*sensitivity*) sistem pengontrolan Kepekaan sistem pengontrolan dipengaruhi oleh karakteristik motor step, yaitu rasio antara satuan pulsa (*input*) terhadap satuan gerakan (*output*) atau putaran per pulsa, dan rasio transmisi sistem penggerak dari motor sampai komponen yang digerakkan (Widarto. 2008).

2. Sistem Kontrol Tertutup (*Close Loop Control*)

Ketidak-tepatan jarak atau posisi akhir dari elemen yang digerakkan karena adanya gangguan dari luar dapat diperkecil dengan menerapkan sistem kontrol tertutup, Dalam sistem kontrol tertutup digunakan alat ukur posisi yang mampu memberikan umpan balik (*feed-back*) mengenai posisi akhir komponen yang digerakkan. Dengan membandingkan sinyal umpan balik dengan sinyal referensi maka koreksi dapat dilakukan dan motor dapat diperintah untuk digerakkan lagi (plus atau minus) sampai posisi yang dimaksud telah tercapai. Motor penggerak pada sistem kontrol tertutup umumnya menggunakan *motor servo* (Widarto. 2008).

3. Sistem Kontrol Langsung dan Sistem Kontrol tidak Langsung

Dipandang dari segi cara pengukuran pemindahan posisi elemen akhir, sistem pengontrolan gerakan relatif pahat terhadap benda kerja dibedakan menjadi sistem kontrol langsung (*direct control*) dan sistem kontrol tidak langsung (*indirect control*).

Pada sistem kontrol langsung, skala dipasang pada meja dengan sensor yang diletakkan pada bagian diam suatu mesin perkakas. Sistem ini akan mampu memberikan sinyal posisi dengan ketelitian yang tinggi. Prinsip kontrol langsung ini tepat diterapkan pada mesin perkakas CNC yang teliti atau pun bagi mesin perkakas CNC dengan jarak gerakan yang terbatas. Semakin panjang gerakan yang dikontrol alat ukurnya menjadi semakin mahal. Pada sistem kontrol tertutup dilengkapi dengan sensor alat ukur posisi yang dapat membaca posisi elemen yang digerakkan (yang dikontrol).

Apabila cara pengukuran pemindahan posisi ini dilakukan dengan menempatkan alat ukur posisi langsung pada elemen akhir yang digerakkan maka dinamakan Sistem Kontrol Langsung. Akan tetapi jika pengukuran dilakukan secara tidak langsung, dikatakan sebagai Sistem Kontrol tidak Langsung.

Pada umumnya mesin perkakas CNC cukup dilengkapi dengan system pengukuran posisi tak langsung. Dalam hal ini sensor alat ukur hanyalah mendeteksi gerakan (putaran) salah satu elemen penggerak (roda gigi, *ball screw*) pada sistem transmisi gerakan mesin (Widarto. 2008).

4. Sistem Kontrol Analog dan Sistem Kontrol Digital

Berdasarkan jenis sinyal umpan balik yang dikeluarkan oleh alat ukur posisi dan cara pengolahannya sistem kontrol dapat dikatakan sebagai Sistem Kontrol Analog dan Sistem Kontrol Digital. Sinyal analog merupakan sinyal yang berkesinambungan (*continue*) dimana berdasarkan kalibrasi dapat ditentukan korelasi antara besaran input (perubahan posisi) dengan besaran output (besaran perantara, biasanya merupakan sinyal/voltase listrik). Sinyal analog perlu diolah terlebih dahulu menjadi sinyal digital (dengan ADC, *Analog to Digital Converter*) karena komputer hanya bekerja atas dasar teknik digital. Sebaliknya sinyal digital (berupa sederetan pulsa listrik) yang dikeluarkan oleh alat ukur digital dapat langsung diolah (dihitung) oleh komputer atau diolah terlebih dahulu sehingga mempunyai kecermatan (resolusi) yang tinggi (Widarto. 2008).

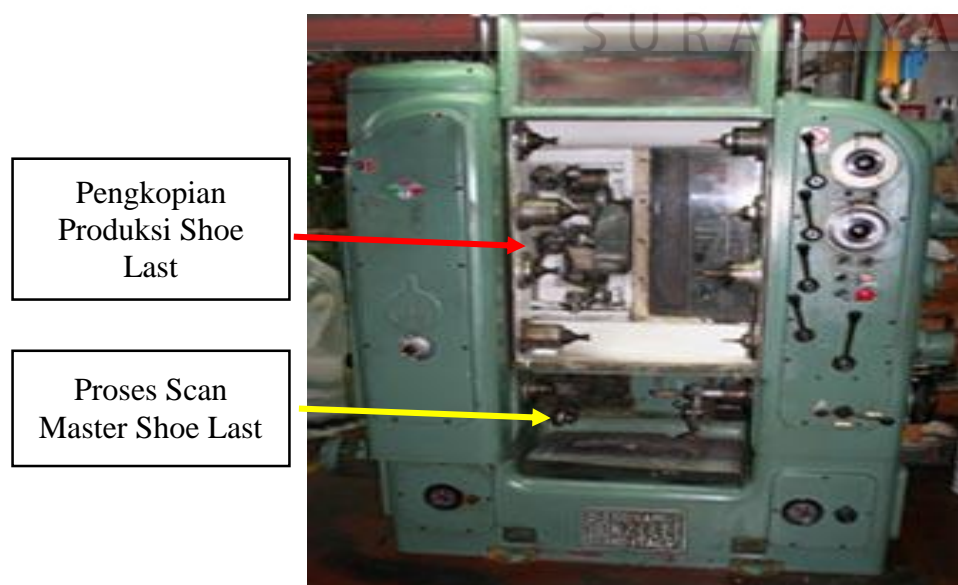
5. Sistem Kontrol Absolut dan Sistem Kontrol Incremental

Apabila diperhatikan dari cara penentuan terhadap patokan/referensi/acuan sistem kontrol dapat dikatakan sebagai Sistem Kontrol Absolut dan Sistem Kontrol Incremental. Alat ukur analog murni dapat dikatakan sebagai alat ukur absolut

karena posisi sensor selalu dibaca relatif terhadap suatu titik nol (titik referensi) yang tetap. Pada alat ukur analog periodik perubahan posisi selalu dihitung berdasarkan referensi mula yaitu pada saat sensor mulai bergerak, oleh sebab itu alat analog periodik ini dapat disebut sebagai alat ukur incremental (Widarto. 2008).

4.3 Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7)

Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) merupakan salah satu mesin CNC yang tergolong dalam mesin perkakas konvensional. Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.1. Mesin bubut konvensional adalah sebuah perkakas yang terbuat dari logam, prinsip kerjanya sama dengan mesin bubut pada umumnya, yang membedakan adalah mesin bubut konvensional ini menghasilkan benda produk yang terbatas. Untuk menjalankan mesin bubut konvensional ini dilakukan dengan cara manual, dengan beberapa hendel pencekam yang menempel pada mesin bubut ini, karena mesin bubut ini bersifat konvensional atau sederhana jadi untuk menggunakan belum secara otomatis atau masih menggunakan tangan secara manual.



Gambar 4. 1. Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7)

Dengan menggunakan mesin bubut konvensional ini kita dapat mengerjakan bermacam – macam pekerjaan yang berhubungan dengan baku seperti berikut ini:

- a) Melakukan pembubutan rata
- b) Melakukan pembubutan bertingkat
- c) Melakukan pengeboran dengan membubut bahan dalam 2 tahap
- d) Berguna untuk membuat bagian tersulit
- e) Melakukan pembubutan untuk membuat master *Shoe Last* lain
- f) Melakukan pembubutan untuk membuat *copy*
- g) Melakukan pembubutan untuk membuat eksentrik

Untuk melakukan pengerjaan pembubutan dengan mesin bubut konvensional ini harus dilakukan oleh para mekanik yang sudah ahli dalam bidangnya seperti mekanik mesin, mekanik logam, mekanik pengelasan logam dan masih banyak lagi. Jika kita tidak ahli dalam menggunakan mesin bubut konvensional ini, maka hasil akhir yang akan didapatkan akan menjadi buruk atau tidak halus (R, A. 2011)

Umumnya dalam pengoperasian CNC konvensional (*hardwire*), telah ditemukan berbagai masalah sebagai berikut :

- 1) Mudah terjadinya kesalahan dalam pembuatan *program part*, yaitu berupa kesalahan sintak atau kesalahan numerik. Biasanya kesalahan-kesalahan tersebut dapat diperbaiki setelah mencoba *program part* tersebut dijalankan di mesin perkakas CNC selama 2 atau 3 kali jalan. Hal lain yang juga merupakan masalah yaitu cara menentukan urutan (langkah-langkah) pemotongan yang terbaik.

2) Tidak optimumnya penggunaan kecepatan potong dan kecepatan gerak . Dalam mesin perkakas CNC konvensional, tidaklah mungkin mengubah kecepatan potong dan kecepatan ketika proses pemotongan sedang berlangsung.

3) *Punched tape*, dalam mesin perkakas CNC, pita berlubang digunakan berkali-kali untuk setiap benda kerja yang dibuat. Kerusakan-kerusakan dari pita berulang ini seringkali menimbulkan masalah.

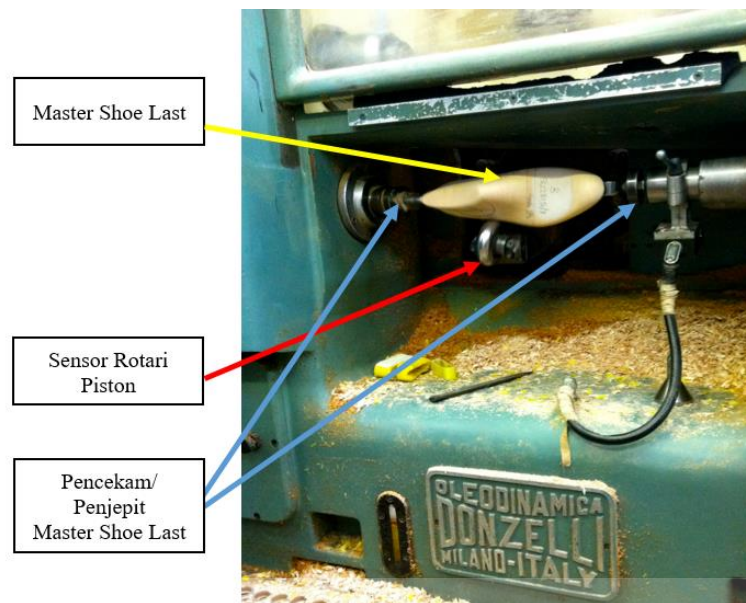
4) *Tape reader*, pada bagian ini sudah dikenal oleh konsumen-konsumen mesin perkakas CNC konvensional bagian yang paling tidak reliabel.

5) Dalam unit pengontrol CNC, tidak akan dilakukan perubahan-perubahan yang sifatnya pengembangan dari fungsi-fungsinya interpolasi dan sebagainya.

6) *Management information*. Dalam unit pengontrol NC tidak disediakan *port* khusus yang bisa mengirim informasi-informasi management ke bagian-bagian lain dari fasilitas produksi (Fahrudi, Arfan 2004).

4.3.1 Prinsip Mesin CNC *NewLast Donzelli (OD-FN7)*

Prinsip kerja mesin bubut ialah menghilangkan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu dimana benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses *feeding* oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar benda kerja pada pencekam. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak makan (*feeding*). Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Translansi dari pahat CNC *NewLast Donzelli (OD-FN7)*

Mesin perkakas atau mesin bubut biasa yang memproduksi benda-benda bentuk silindris, mesin dengan gerak utamanya berputar dan berfungsi sebagai pengubah bentuk dan ukuran benda dengan cara menyayat benda dengan pahat penyayat. Pokok kerja dari mesin bubut konvensional dimana benda kerja dalam keadaan berputar sedangkan alat penyayatnya bergerak mendatar atau melintang secara perlahan. Benda kerja tersebut dipasang pada alat penjepit pada poros utama mesin bubut. Perputaran mesin bubut berasal dari sebuah mesin listrik, kemudian dihubungkan keporos utama dengan sabuk (*V belt*), bila motor listrik berputar maka poros utama juga berputar dan membawa benda kerja yang dijepit pada alat penjepit ikut berputar.

4.3.2 Kelemahan Mesin CNC *NewLast Donzelli (OD-FN7)*

Dengan pengumpulan data melalui observasi secara langsung di PT JASLIM Pasuruan yang dimana dalam pengoperasian maupun penggunaan Mesin

CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) terdapat beberapa kekurangan yang telah teranalisis dan dapat diklarifikasikan menjadi beberapa sub poin sebagai berikut.

A.1 Butuh waktu yang relative lama dalam penyetelan mesin

Penyetelan Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) rata-rata membutuhkan waktu 20 – 35 menit dalam setiap pengoperasiannya yang dimana sudah termasuk dalam tahap menghidupkan mesin, pemasangan *Shoe Last* pada cakram serta penyetelan CNC. Berdasarkan pengambilan data dari proses pengoperasian Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) pada beberapa koresponden dapat diambil sebuah data rentan waktu pengoperasian.

Tabel 4.1. Durasi Pengoperasian Mesin CNC *Donzelli* (OD-FN7)

Kapasitas Tenaga Ahli (lama bekerja)	Durasi Pengoperasian
< 5 bulan	± 45 menit
< 1 tahun	± 25 menit
< 3 tahun	± 15 menit
> 3 tahun	± 15 menit

A.2 Waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi kurang efisien

Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) hanya mampu memproduksi maksimal 4 buah *Shoe Last* atau dua pasang *Shoe Last* dengan satu *Shoe Last* sebagai master dalam sekali produksi. Dalam sekali pengoperasian/produksi *Shoe Last* membutuhkan durasi ± 25 menit.

Sehingga dengan sebuah Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) hasil produksi *Shoe Last* dalam sehari dapat dikalkulasikan sebagai berikut :

- Waktu produktif produksi = 8 jam = 480 menit
- Waktu yang diperlukan untuk sekali produksi = 25 menit

$$\text{Produksi} = (\text{waktu produktif} / \text{waktu produksi}) * \text{kapasitas}$$

$$\text{Produksi} = (480 \text{ menit} / 25 \text{ menit}) * 4 \text{ slot pencetakan}$$

$$= 19 * 4$$

$$= 72 \text{ buah/hari}$$

Dalam sehari sebuah Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) bisa memproduksi 72 buah *Shoe Last*.

A.3 Tingkat ketelitian pengukuran kurang akurat

Cara kerja Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) dalam proses produksi membutuhkan sebuah *Shoe Last* sebagai master untuk proses pengkopian data ukuran maupun diameter *Shoe Last* untuk digandakan. Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Proses Pengkopian Master ke *Mailling*

Master ini nantinya akan di *scan* dengan sebuah rotary piston yang akan berputar secara horizontal maupun vertical mengelilingi objek, pergerakan rotary piston ini akan ditiru dan di *copy* secara *real time* oleh piston *Mailling* yang berada di atasnya.

Dalam proses ini master akan selalu mengalami penekanan dari rotary piston selama proses produksi. Hal ini mengakibatkan perubahan posisi master terhadap pencengkaman mesin CNC secara *continue* yang mempengaruhi proses *Mailling Shoe Last* dan memengaruhi tingkat ketelitian produksi *Shoe Last*.

Berikut beberapa *sampling* dari produksi *Shoe Last* dengan mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) :

Tabel 4.2. Akurasi Produksi *Shoe Last* dengan mesin CNC *Donzelli* tanpa *maintance operator*

Proses Cetak ke -	Ukuran <i>Shoe Last</i> Master (size 36)		Ukuran <i>Shoe Last</i> Produksi (size 36)		Selisih Ketelitian	
	<i>Instep</i>	<i>Lenght</i>	<i>Instep</i>	<i>Lenght</i>	<i>Instep</i>	<i>Lenght</i>
Pencetakan 1	209.00	223.00	209.00	223.00	0.00	0.00
Pencetakan 2	209.00	223.00	210.20	225.10	1.20	2.00
Pencetakan 3	209.00	223.00	211.50	226.40	2.50	3.40
Pencetakan 4	209.00	223.00	214.00	226.20	5.00	3.20
Pencetakan 5	209.00	223.00	214.20	227.15	5.20	4.15

A.4 Proses produksi harus selalu terpantau

Adanya perubahan tingkat presisi atau akurasi dari *Shoe Last* karena adanya tekanan dari piston ke master *Shoe Last* menyebabkan harus adanya pemantauan secara berkala dan *continue* untuk *maintance* guna mengurangi tingkat kesalahan akurasi agar tidak terlalu jauh dari ukuran standar.

4.3.3 Kelebihan mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7)

Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) juga memiliki beberapa kelebihan tersendiri dalam proses produksi *Shoe Last* di PT JASLIM Pasuruan. Hal ini bisa dilihat dari beberapa hasil analisa dan beberapa data yang telah diperoleh selama studi kasus.

A.1 Tidak membutuhkan operator yang ahli computer

Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) merupakan salah satu mesin perkakas konvensional yang banyak menggunakan *interface* yang mudah dipahami dan tidak membutuhkan kemampuan khusus terutama di bidang komputer karena semua sistem pengoperasian sudah terdapat dalam CNC tersebut. Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) merupakan suatu mesin perkakas yang dapat dioperasikan oleh semua orang dengan sedikit pelatihan khusus dan pemahaman terhadap tombol-tombol maupun *interface* yang sudah tersedia.

A.2 Cara mengoperasikan mudah karena tidak perlu memasukkan data

Karena sistem pengoperasian yang sebagian besar beracuan langsung terhadap CNC maka dalam pengoperasian mesin ini tidak perlu memasukkan data-data yang rumit atau program tertentu melalui komputer. Hal ini tentu saja sangat cocok bagi karyawan yang gagap teknologi dan mempermudah proses pemahaman dalam pengoperasian mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) ini.

Dalam pengoperasiannya hanya perlu menghidupkan power kemudian mengatur *master* kedalam pencakram serta bahan baku *Shoe Last* yang akan diproduksi. Setelah semua sudah dipastikan dalam kondisi yang sesuai maka kita hanya perlu menekan tombol *start* untuk memulai proses *Mailling* dan

menggunakan tombol *emergency* bila terjadi hal yang tidak diinginkan atau hal yang tidak sesuai.

A.3 Modal awal yang dibutuhkan relatif kecil

Harga mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) terbilang relative murah bila dibandingkan dengan CNC *Mailling* lain. Selain itu CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) juga tidak terlalu sering mengalami kerusakan yang membutuhkan biaya *maintance* yang terlalu mahal.

A.4 Biaya pemeliharaan mesin lebih kecil dibanding mesin bubut CNC

Mesin CNC *NewLast Donzelli* (OD-FN7) merupakan perangkat yang umum digunakan di Asia terutama di Indonesia yang dimana hal tersebut membuat *spare part* mesin mudah ditemukan dengan harga yang terjangkau. CNC tipe ini cocok digunakan untuk memulai sebuah bisnis baru dengan modal yang relative. Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4. *Spare part* yang mudah didapatkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam analisis mesin CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) dalam produksi *shoe last* di PT. Jaslim Pasuruan sebagai berikut :

1. Mesin CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) menggunakan prinsip kerja memotong atau menyayat permukaan benda kerja dengan pisau bermata banyak yang berputar baik secara vertikal maupun horizontal dimana benda kerja ini dijepit dan mesin digerakkan sejalan sumbu X,Y,Z. Dalam proses *scan* membutuhkan Master yang nantinya akan di *scan* dengan sebuah rotary piston yang akan berputar secara horizontal maupun vertical mengelilingi objek, pergerakan rotary piston ini akan ditiru dan di *copy* secara *real time* oleh piston *Mailling* yang berada di atasnya.
2. Mesin CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) memiliki sistem pengoperasian yang mudah serta harga yang terjangkau, hal ini membuat *CNC Newlast Donzelli* (OD-FN7) cocok digunakan untuk perusahaan menengah ke bawah dengan dana yang terbatas serta pegawai yang kurang berkompeten di sistem komputer.

5.2 Saran

Saran dari dalam analisis mesin CNC *Newlast Donzelli* (OD-FN7) dalam produksi *shoe last* di PT. Jaslim Pasuruan sebagai berikut :

1. Dalam usaha meningkatkan hasil produksi *shoe last* mesin CNC *Shoe Last* agar menggunakan mesin CNC model lain, tetapi tetap dengan mempertimbangkan anggaran serta kemampuan karyawan dalam pengoperasian mesin tersebut
2. Proses perawatan dan *maintance* mesin yang teratur untuk menjaga kinerja mesin CNC dan *safety* kerja karyawan



DAFTAR PUSTAKA

Bosowa ,P. (2014). Teknik CNC. Makassar: Politeknik Bosowa.

Fahrudi, Arfan (2004) TA : Perancangan dan Pembuatan Simulator NC/CNC Pada Mesin EMCOTURN 242. Undergraduate thesis, Stikom Surabaya.

R., A. (2011, Januari 11). Pinsip dan perbedaan mesin bubut konvensional dan Mesin bubut CNC. Retrieved from Artikel Mechanical engineering: <https://agusrm97oi.blogspot.com/2017/01/pinsip-dan-perbedaan-mesin-bubut.html>

SMK Khatolik St, M. (2017, Januari 16). Mengenal Mesin CNC. Retrieved from Pelajaran CNC SMK Kelas XI: http://cncsimulasi.blogspot.com/p/blog-page_26.html

Widarto. (2008). Teknik Pemesinan Jilid 2 untuk SMK. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom

SURABAYA