

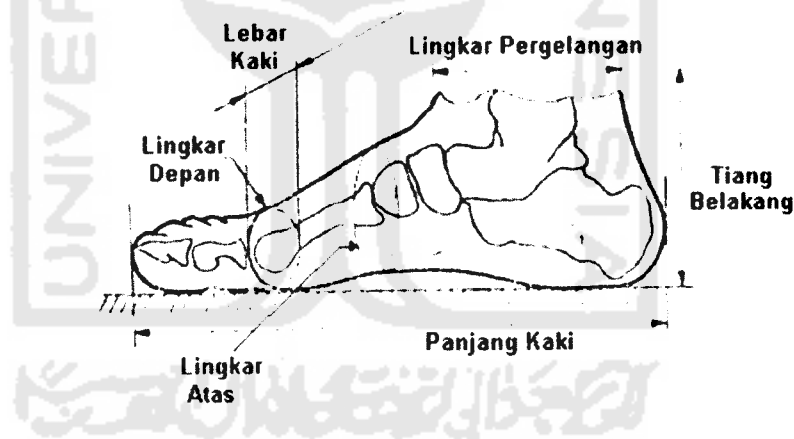
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kaki

Tubuh manusia tersusun oleh organ – organ yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Misalnya : kaki, tulang, otot, jantung, hati dan sebagainya. Setiap organ tubuh mempunyai fungsi dan tugas yang berbeda. Karena fungsi organ tubuh berbeda, maka susunan alat-alat tubuh juga berbeda. (Judarwanto, 2009).

Ankle dan kaki merupakan struktur kompleks dan yang paling dinamis pada tubuh manusia. Pergelangan kaki dan kaki bergerak bersama-sama anggota tubuh lainnya selama berdiri dan berjalan. (Judarwanto, 2009).

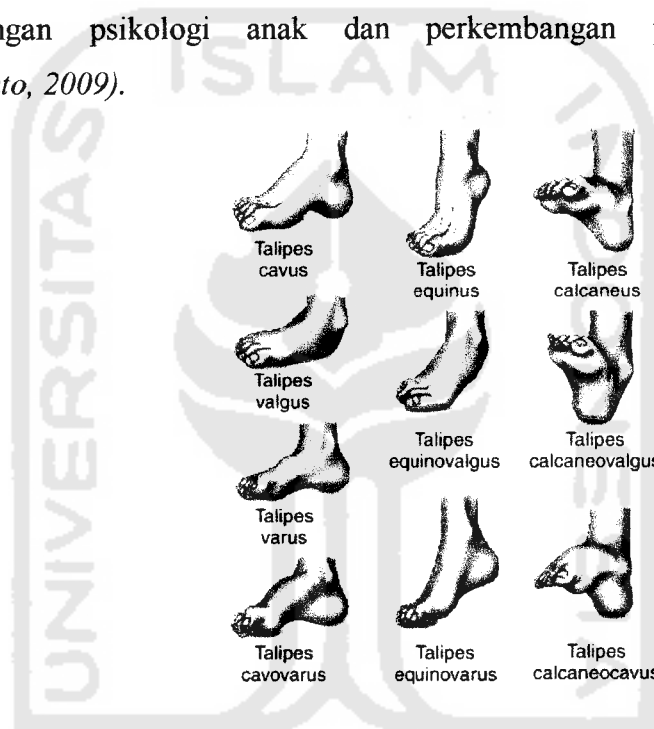


Gambar 2.1. Bagian – bagian Kaki
(Judarwanto, 2009)

Fungsi kaki anak belum tumbuh dengan baik pada saat lahir, perlu waktu sekitar 18 tahun untuk tumbuh menjadi kaki dewasa. Proses tumbuh kembang ini akan terus berjalan karena sendi-sendi pada tungkai dan kaki anak masih bisa berputar. Selain asupan gizi, kekokohan kaki juga dipengaruhi oleh stimulasi sehari-hari yang diterima kaki anak. Oleh karena sebab itu, kesehatan kaki sangat penting untuk perkembangan anak saat masih balita. (Clinical Pediatric Judarwanto, 2009).

2.2. Kelainan pada Kaki

Masalah kelainan tulang pada anak dapat membuat orang tua khawatir. Kekhawatiran muncul ketika anak – anak masih tergolong balita. Bentuk kaki bayi yang cenderung membentuk huruf O, dapat mengganggu balita untuk beraktifitas, misalnya sulit berjalan, mudah jatuh, nyeri, hingga kerusakan sendi secara dini. Selain itu kelainan kaki dapat juga mengganggu penampilan anak, perkembangan psikologi anak dan perkembangan pertumbuhan anak. (Judarwanto, 2009).



Gambar 2.2. Jenis – jenis Kelainan Kaki

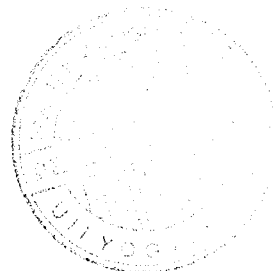
(Dorlan, 2007)

Ada bermacam-macam kelainan tulang yang bisa dialami oleh anak-anak. Apabila ditangani dengan baik, kelainan ini masih bisa diperbaiki. Tidak semua anak beruntung dilahirkan dengan tubuh sempurna. Sebagian bayi - bayi yang lahir dengan tubuh yang kurang sempurna. Hampir semua kelainan tulang ini bersifat *Congenital*, atau kelainan bawaan artinya kelainan ini terjadi sejak bayi masih di dalam kandungan (janin). (Sofyamudin, 2009). Beberapa kelainan tulang kaki yang biasa terjadi pada balita :

- *Knee Hyperextension*, cirinya adalah jika kaki diluruskan maka lutut (tulang kering paha) akan membentuk sudut lebih dari 90 derajat. Keadaan ini dapat dideteksi saat bayi baru lahir karena terlihat jelas kaki bayi tidak

normal. Untuk penanganan pada kasus ini, diperlukan pemeriksaan secara menyeluruh dari dokter sebelum dilakukan tindakan. Tindakan baru bisa dilakukan saat anak berusia 2 tahun. Adapun tindakan pertama yang ditempuh adalah dengan *brace* KAFO (alat penahan tulang kaki) hingga anak berusia 6 tahun. Jika tidak berhasil maka akan dilanjutkan tindakan operasi.

- *Congenital Talipes Equinovarus*, kelainan lahir dengan ciri kaki bayi menunjuk ke bawah dan terputar ke dalam, hingga anak berjalan dengan bagian luar kaki. Kasus ini terjadi karena kurang sempurnanya pembentukan *trimester* pertama kehamilan, sehingga terjadi kompresi dalam kandungan menyebabkan kelainan otot dan sendi. Keadaan ini dapat ditangani dan dideteksi sejak dini. Kelainan seperti ini, dapat ditangani sejak bayi baru lahir kurang lebih 1 – 2 minggu, dengan cara digips selama 2 – 3 bulan.
- Perbedaan panjang tungkai, kelainan ini bisa disebabkan karena kelainan lahir, kelumpuhan, infeksi, tumor, cedera (setelah patah tulang). Dampak jangka panjangnya, anak akan mengalami kesulitan berjalan, hingga nyeri punggung bawah. Untuk kasus ini tidak perlu diambil tindakan jika perbedaan panjangnya kurang dari 2 cm. Jika perbedaannya 2 – 5 cm, anak akan dikenakan sepatu khusus (*shoe lift*). Sedangkan jika perbedaan panjangnya lebih dari 5 cm, dilakukan operasi dengan memotong tulang yang lebih panjang.
- *Flat foot*, kondisi ini akan menyebabkan anak merasa tidak nyaman saat berjalan, cepat lelah dan *sole* sepatu selalu habis sebelah. Kelainan jenis ini disebabkan oleh kelainan posisi tulang, jaringan sendi terlalu fleksibel, *overweight*, kelemahan otot, dan kelainan rotasi kaki. Untuk memastikan sekaligus melakukan tindak penanganan harus menunggu sampai usia anak minimal 3 tahun.



2.2.1. *Talipes Equinovarus*

Talipes equinovarus merupakan kelainan kaki yang relatif sering ditemukan ini mempunyai pola keturunan yang poligenik. Anak laki – laki dua kali lebih banyak menderita deformasi ini dan sepertiga kasusnya bilateral. Jika CETV (*Congenital Talipes Varus*) tidak ditangani secara dini akan terjadi perubahan pertumbuhan pada tulang, perubahan tersebut cenderung sekunder. Walaupun diberi terapi, kaki akan cenderung pendek dan betis tetap kurus. (*Apley dan Solomon, 1995*).



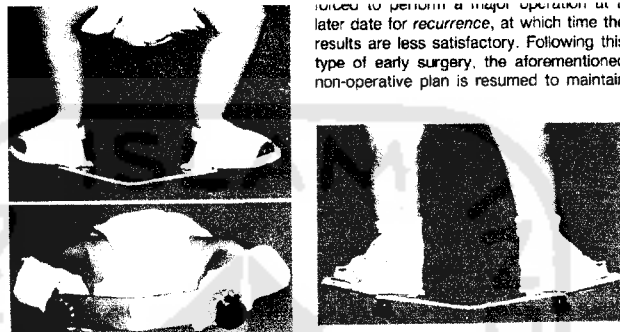
Gambar 2.3. Kelainan Kaki *Talipes Equinovarus*
(*Yamamoto, 1998*)

Ciri mencolok kelainan itu adalah tepi luar kaki digunakan sebagai alas, tumit kecil dan tinggi, otot betis kecil dan memendek. Oleh karena itu penderita CETV sering menggunakan kaki bagian luar atau bahkan punggung kaki untuk beerjalan. CETV bisa disebabkan karena kondisi lingkungan dalam kandungan. Ruang kandungan membuat posisi kaki tidak sempurna sehingga terjadi kesalahan pada bentuk kaki. (*Pengkor, Kadang Cukup Digips, Jawa Post, 6 April 2009*)

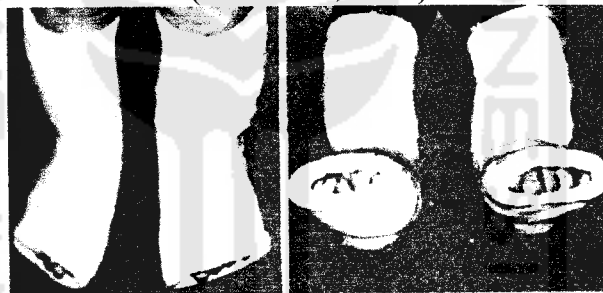
2.2.2. Penanganan *Talipes Equinovarus*

Untuk kasus ini, pada tahap pertama biasanya dilakukan terapi konservatif, yaitu dilakukan *serial plaster*, di mana sebisa mungkin telapak kaki diposisikan ke posisi normal, lalu dipasang gips untuk mempertahankannya. Beberapa minggu kemudian, gips dilepas, lalu dipasang lagi. Prosedur ini dilakukan sampai

beberapa kali, karena prinsipnya adalah memperbaiki sedikit demi sedikit. Jika ternyata kurang berhasil, biasanya dilakukan tindakan operasi. Setelah operasi pasien dianjurkan menggunakan sepatu orthopedi untuk menyesuaikan bentuk kaki. (Apley dan Solomon, 1995).

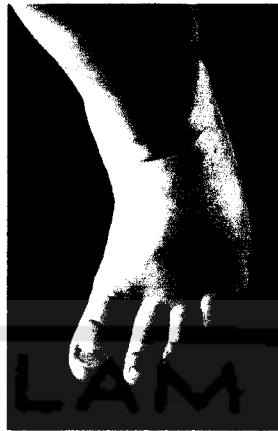


Gambar 2.4. *Treatment Plat Aluminium*
(Yamamoto, 1998)



Gambar 2.5. *Kaki Dipasang Gypsum*
(Yamamoto, 1998)

Alat penopang kaki untuk memperbaiki alignment atau bagian kaki yang bengkok kedalam, dengan menggunakan sebuah pelat aluminium yang dipasang sepanjang rongga bagian dalam kaki dan pada ujung aluminium tersebut di pasang sebuah sepatu yang berfungsi sebagai tempat kaki pasien pada bagian sepatu ini bisa berputar kekanan dan kekiri dengan posisi kaki yang tegak dan tidak membengkok kedalam. Alat ini bertujuan agar kaki pasien tidak membengkok kebagian dalam. Ini merupakan terapi pertama yang dilakukan untuk memulihkan kaki yang bengkok kebagian dalam. Pada *treatment* kedua perlu adanya *orthotic insole* agar bagian kaki bisa menapak dengan sempurna. (Apley dan Solomon, 1995).



Gambar 2.6. Hasil *Treatment*
(Yamamoto, 1998)

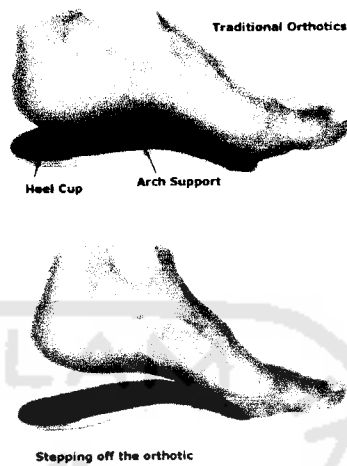
2.3. *Orthotic insole*

Orthotic insole merupakan suatu alat yang dapat mendukung dan mengoreksi fungsi tubuh manusia pada bagian telapak kaki. Banyak keluhan pada saat berjalan seperti sakit tumit, sakit lutut dan nyeri punggung bagian bawah disebabkan oleh fungsi kaki yang tidak normal. *Orthotic insole* dapat mengembalikan fungsi kaki seperti semula. (www.drfoot.co.uk/orthoticinsole).

Perbedaan bentuk dan penggunaan *orthotic insole* adalah sebagai berikut :

- *Orthotic insole* untuk perubahan fungsi kaki
- *Orthotic insole* untuk kenyamanan pada kaki
- *Orthotic insole* untk mengontrol fungsi kaki dan sekaligus sebagai kenyamanan kaki.

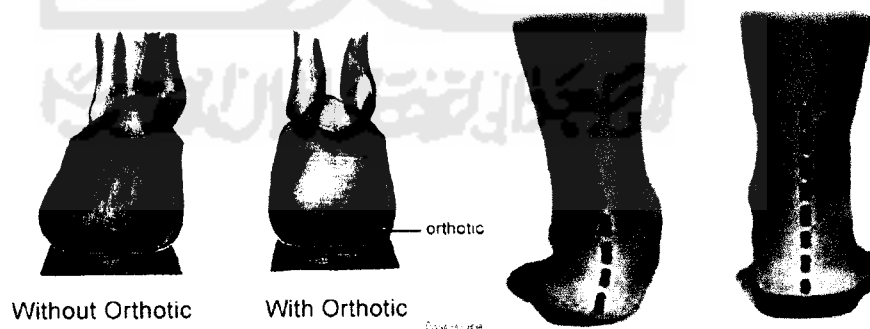
Ketidakseimbangan tulang kaki dapat menyebabkan gerakan kaki tidak normal. Hal ini dapat mengganggu fungsi kaki yang dapat mengakibatkan rotasi abnormal kaki dapat mempengaruhi lutut, pinggul atau punggung. Jika menggabungkan kekuatan-kekuatan besar tersebut dengan kebutuhan untuk keseimbangan yang tepat, dapat dilihat bagaimana perubahan-perubahan struktural kecil di kaki dapat membuat perbedaan yang signifikan. *Orthotic insole* membantu meningkatkan perubahan - perubahan struktural tersebut. (www.drfoot.co.uk/orthoticinsole).



Gambar 2.7. Orthotic Insole
(www.drfoot.co.uk/orthoticinsole, 2009)

Manfaat *orthotic insole* diantaranya adalah sebagai berikut :

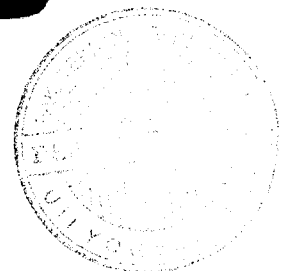
- Membantu atau mengontrol pergerakan sendi
- Memperbaiki atau mengoreksi anggota tubuh
- Menyediakan posisi yang lebih baik
- Penyangga yang fungsinya untuk mengurangi beban.



Gambar 2.8. Penggunaan Orthotic Insole
(Delcam, 2009)

Bahan dan penggunaan dari *orthotic insole* :

- Rigid Orthotic devices** : alat yang digunakan berfungsi untuk pengontrolan kaki dan perubahan fungsi kaki. umumnya digunakan bahan



berupa plastik dan karbon *fiber*. Digunakan untuk penderita kelainan bentuk kaki.

- ***Soft Orthotic devices*** : alat bantu yang digunakan sebagai peredam untuk meningkatkan keseimbangan dan berguna sebagai penekan akibat ketidaknyamanan dari penggunaan sepatu. Tipe ini sangat nyaman untuk digunakan, umumnya untuk membantu orang yang mengalami penyakit diabetes dan kelebihan berat badan.
- ***Semirigid Orthotic devices*** : alat ini sangat efisien untuk fungsi pengontrolan dan kenyamanan pada kaki, sehingga cocok digunakan untuk para atlet olahraga. Produk ini dihasilkan diantara bahan yang lunak dan keras. (*Diktat OrthoModel Workshop*)

2.4. Material

2.4.1. WAX

Wax merupakan salah satu bahan termoplastik yang terdiri dari berbagai bahan organik dan bahan alami sehingga membuatnya sebagai bahan dengan sifat-sifat yang sangat berguna. (www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

Secara umum *wax* dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Wax* alami

Wax alami digolongkan menjadi 3 sumber utama yaitu :

- a. *Wax* yang berasal dari bahan mineral diperoleh dari hasil residu *petroleum* melalui proses destilasi. *Malam* yang berasal dari bahan mineral diantaranya adalah:
 - *Paraffin Wax*, mencair pada suhu 48-70°C dan memiliki rantai *hidrokarbon* yang lurus serta memiliki sifat mudah pecah.
 - *MicrocrystallinWax*,
Microcrystallin wax akan mencair pada suhu 65-90°C dan memiliki rantai *hidrokarbon* yang bercabang memiliki sifat yang lebih fleksibel dan kuat.
- b. *Wax* yang berasal dari serangga (hewani) yaitu *beeswax*.
Beeswax akan mencair pada suhu 84-91°C dan memiliki sifat yang mudah pecah pada temperatur kamar, tetapi mudah dibentuk pada temperatur tubuh.

c. *Wax* yang berasal dari sayur-sayuran (tumbuh-tumbuhan) yaitu :

- *Carnauba wax*, mencair pada suhu 84-91°C
- *Candelilla wax*, mencair pada suhu 68-75°C dan digunakan terutama untuk memperkeras *paraffin wax* dengan jalan menembarkannya ke dalam *paraffin wax*.
- Resin, digunakan untuk menambah daya rekat *wax*. Jenis ini terbuat dari pohon.

2. *Wax* sintetis

Wax sintetik bisa tahan pada perubahan pada kualitas dan ketersediaan. Terbuat dari etil glikol diester atau triester dengan rantai panjang asam lemah (C18-C36). Titik lelehnya dalam rentang 60°-75°C.

(www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

2.4.2. *Polypropylene*

Polypropylene adalah salah satu jenis plastik yang sangat baik bagi tubuh manusia. Plastik ini memiliki satu kelebihan dan satu kekurangan contohnya adalah:

1. Mampu menahan kimia meski dipanaskan dalam suhu tinggi (antara suhu 800°C dan suhu 999°C) inilah rekor terbaik bagi seluruh plastik.
2. Dapat pecah, meski tidak melukai diri sendiri dan orang lain. Plastik ini bisa pecah (bagi minuman yang dikemas dalam gelas plastik).

Polypropylene mempunyai sifat mampu cetak yang baik. *Polypropylene* mempunyai faktor penyusutan cetakan yang lebih kecil dibandingkan dengan *polyethylene* yang bermassa jenis tinggi, pada kondisi optimal dapat diperoleh produk dengan ketelitian dimensinya baik dan tegangan sisa yang kecil. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene banyak dipakai sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, mainan, peralatan listrik, barang – barang kecil, komponen mobil, dan seterusnya. Penggunaan yang luas itu berkat mampu cetak yang baik, permukaannya yang licin mengkilat dan tembus cahaya. (Surdia dan Saito, 1999).

c. *Wax* yang berasal dari sayur-sayuran (tumbuh-tumbuhan) yaitu :

- *Carnauba wax*, mencair pada suhu 84-91°C
- *Candelilla wax*, mencair pada suhu 68-75°C dan digunakan terutama untuk memperkeras *paraffin wax* dengan jalan menembarkannya ke dalam *paraffin wax*.
- Resin, digunakan untuk menambah daya rekat *wax*. Jenis ini terbuat dari pohon.

2. *Wax* sintesis

Wax sintesis bisa tahan pada perubahan pada kualitas dan ketersediaan. Terbuat dari etil glikol diester atau triester dengan rantai panjang asam lemah (C18-C36). Titik lelehnya dalam rentang 60°-75°C.

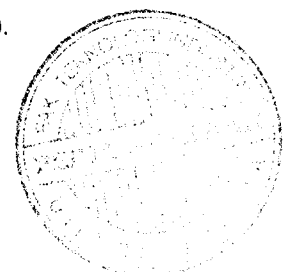
(www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

2.4.2. *Polypropylene*

Sifat – sifat *polypropylene* serupa dengan sifat – sifat *Polyethylene*. Massa jenisnya rendah (0.90 – 0.92). Termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polimer. Dapat terbakar kalau dinyalakan. Dibandingkan dengan *Polyethylene* massa jenis tinggi titik lunaknya tinggi sekali (176°C, T_m), kekuatan tarik, kekuatan lentur dan kekakuannya lebih tinggi, tetapi ketahanan impaknya rendah terutama pada temperatur rendah. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene mempunyai sifat mampu cetak yang baik. *Polypropylene* mempunyai faktor penyusutan cetakan yang lebih kecil dibandingkan dengan *polyethylene* yang bermassa jenis tinggi, pada kondisi optimal dapat diperoleh produk dengan ketelitian dimensinya baik dan tegangan sisa yang kecil. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene banyak dipakai sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, mainan, peralatan listrik, barang – barang kecil, komponen mobil, dan seterusnya. Penggunaan yang luas itu berkat mampu cetak yang baik, permukaannya yang licin mengkilat dan tembus cahaya. (Surdia dan Saito, 1999).



2.5. Desain Produk

Sebuah desain produk akan dikatakan baik jika sesuai dengan kebutuhan konsumen baik dari sisi fungsi dan maupun bentuknya, mudah untuk dibuat/dilakukan proses pemesinan, murah dan dapat memberikan peluang kepada perusahaan dalam persaingan yang menguntungkan. Yang paling terpenting yaitu selalu mengedepankan konsep KIS (*keep it simple*). (Ulrich dan Eppinger, 1995).

Kemampuan ataupun aktifitas desain yang berhubungan dengan inovasi sangatlah luas, tergantung dari produk apa yang akan dihasilkan dan untuk siapa (pengguna). Inovasi dan ide-ide desain tidaklah terbatas pada awal perencanaan desain, tetapi sudah harus dipikirkan penerapannya pada kemampuan produksi yang meliputi diantaranya; pembuatan *tool*, *jig*, *mold*, dan sistematika desain proses produksi, yaitu kemudahan di dalam menentukan proses kerja produksi secara efisien dan ekonomis. Kecepatan perubahan rancangan produk akan dipengaruhi oleh kecepatan perkembangan teknologi, kerumitan produk dan proses, pemendekan siklus perancangan dan faktor-faktor organisasi. (Kaebernick dkk, 1997).

Sebuah gambaran sederhana tentang fungsi utama setiap perusahaan ialah pemanfaatan sumber daya untuk menghasilkan keuntungan adalah kelebihan biaya memproduksi barang. Untuk mencapai hal ini, perusahaan harus menciptakan sesuatu (baik produk nyata maupun jasa) yang dinilai oleh pelanggan lebih tinggi ketimbang biaya merancang, memasok dan mendukungnya. Dalam hal ini, segala sesuatu yang menghasilkan hal ini disebut sebuah produk. (Ulrich dan Eppinger, 1995).

2.4.3. Pengembangan Produk Baru

Pengembangan produk baru merupakan serangkaian aktifitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahapan produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Proses pengembangan produk selalu melibatkan beberapa aktifitas lintas disiplin dari semua fungsi di dalam perusahaan. Aktifitas itu meliputi pemasaran, perancangan (*design*) dan manufaktur. Kesuksesan pengembangan produk dapat dinilai dari kualitas produk, biaya

produk, waktu pengembangan produk, biaya pengembangan, dan kapabilitas pengembangan yang lebih efektif dan ekonomis dimasa yang akan datang. (Ulrich dan Eppinger, 1995).

Kemampuan ataupun aktifitas desain yang berhubungan dengan inovasi sangatlah luas, tergantung dari produk apa yang akan dihasilkan dan untuk siapa (pengguna). Inovasi dan ide-ide desain tidaklah terbatas pada awal perencanaan desain, tetapi sudah harus dipikirkan penerapannya pada kemampuan produksi yang meliputi diantaranya; pembuatan *tool*, *jig*, *mold*, dan sistematika desain proses produksi, yaitu kemudahan di dalam menentukan proses kerja produksi secara efisien dan ekonomis. Kecepatan perubahan rancangan produk akan dipengaruhi oleh kecepatan perkembangan teknologi, kerumitan produk dan proses, pemendekan siklus perancangan dan faktor-faktor organisasi. (Kaebnick dkk, 1997).

Proses pengembangan produk terdiri dari enam tahap. (Ulrich dan Eppinger, 1995) :

1. Perencanaan
Tahap ini disebut juga sebagai *zerofase*.
2. Pengembangan Konsep
Kebutuhan pasar sasaran (*target market*) diidentifikasi.
3. Perancangan Tingkatan Sistem
Pembagian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen.
4. Perancangan (desain) Detail
Meliputi spesifikasi lengkap mencakup bentuk geometri produk serta komponennya, bahan yang digunakan, juga mencakup pengadaan komponen apakah dibuat sendiri atau dibeli (pesan). *Output* dari tahap ini adalah gambar file komputer (CAD/CAM/CAE data).
5. Pengujian dan Perbaikan (evaluasi)
Pembuatan *prototype* produk untuk diuji (dievaluasi) apakah sudah sesuai dengan produk yang diinginkan/diharapkan atau belum.

biologisnya ataupun proses perkembangan (psikisnya) dari seorang anak. (*Ahmadi dan Sholeh, 1991*).

Perkembangan didefinisikan sebagai perubahan – perubahan psiko – fisis sebagai hasil dari proses pematangan fungsi – fungsi psikis dan fisis pada diri anak, yang ditunjang oleh faktor lingkungan dan proses belajar dalam waktu tertentu menuju kedewasaan. Diartikan pula sebagai proses transmisi dari psiko – fisis yang *hereditas* distimulir oleh faktor – faktor lingkungan yang menguntungkan, dalam perwujudan proses aktif menjadi pasif. (*K. kartini, 1986:33*)

Pada tahun pertama anak cepat mengenal lingkungan tempat tinggalnya, namun pengenalan tersebut belum lengkap dan belum terperinci. Pengertian dan pengenalannya banyak dipengaruhi oleh aktivitas atau usaha orang dewasa, masih dibatasi oleh rasa belum sadar. Pada usia ini disebut sebagai *Komplex – Qualita* yang artinya : pengamatan seorang anak merupakan satu totalitas dan anak belum bisa membedakan bagian – bagian detailnya suatu objek. (*K.Kartini, 1986:33*)

Secara singkat ada delapan tanda – tanda esensial yang dapat disebutkan dalam perkembangan seseorang anak antara lain akhir tahun pertama dan permulaan usia empat tahun. Beberapa dari delapan tanda – tanda tersebut, (*Monks dan Knoers, 1982*) yaitu :

- a. Pada permulaan periode ini anak bisa duduk, berdiri dan berjalan dengan bantuan. Bila anak mencapai usia empat tahun ia dapat meloncat, memanjat, meranjat, merangkak di bawah meja dan kursi, dapat melakukan gerakan – gerakan yang kasar dan halus dengan tangan, kaki dan jari – jarinya. Dalam hal motorik psikis ia dapat mandiri.
- b. Pada anak usia empat tahun maka tangan dan mata bekerja sama dalam koordinasi yang baik, anak lebih dapat mengadakan orientasi dalam situasi – situasi yang tidak asing. Pada usia itu tangan anak merupakan alat untuk mengadakan eksplorasi keliling yaitu melalui manipulasi dengan benda – benda, terutama alat – alat permainan dan benda – benda sehari – hari.
- c. Pada usia empat tahun anak sudah dapat berbahasa. Ia dapat mengambil bagian secara aktif dalam percakapan di rumah, komunikasi dengan teman

- teman sebayanya memperoleh dimensi baru, ia dapat menyatakan keinginan dan kebutuhan – kebutuhannya.
- d. Pada akhir periode ini anak memperoleh pengertian banyak mengenai benda menurut warna dan bentuknya, membedakan antara suara keras dan suara lembut, ia mengerti nama benda – benda dan dapat menanyakan nama benda yang belum diketahuinya.
- e. Pada usia empat tahun anak sedikit banyak sudah mengerti ruang dan waktu. Ia mengerti perbedaan antara siang dan malam, misalnya ia mengerti orang bermain pada siang hari dan tidur pada malam hari.
- f. Pengertian akan norma – norma pada anak usia empat tahun sudah ada. Kata – kata seperti ‘baik’, ‘buruk’ dan sebagainya. Merupakan tanda – tanda untuk mengatur tingkah laku.
- g. Kebutuhan untuk aktif, untuk berbuat sesuatu semakin lama semakin ditentukan secara kognitif, artinya : perbuatan dan tingkah lakunya tidak lagi ditentukan secara kebetulan sesuai dengan apa yang ada, anak sudah dapat membuat rencana, memikirkan apa yang akan dilakukan. Dalam batas – batas tertentu anak sudah mempunyai suatu perspektif masa depan.
- h. Anak tidak hanya menginginkan ada bersama – sama dengan orang dewasa, melainkan ia sudah menginginkan dapat bergaul secara aktif dengan mereka. Disamping itu ada kebutuhan untuk bergaul dengan anak – anak sebaya.

Apabila anak mengalami kelainan pada organ tubuhnya, misalnya kelainan pada bentuk kaki. Maka dikhawatirkan akan mengganggu perkembangan psikologis, yakni adanya kejadian – kejadian tertentu yang menghambat berfungsi psikis, terutama yang menyangkut perkembangan intelegensi dan emosi anak yang berdampak pada proses pertumbuhan anak.

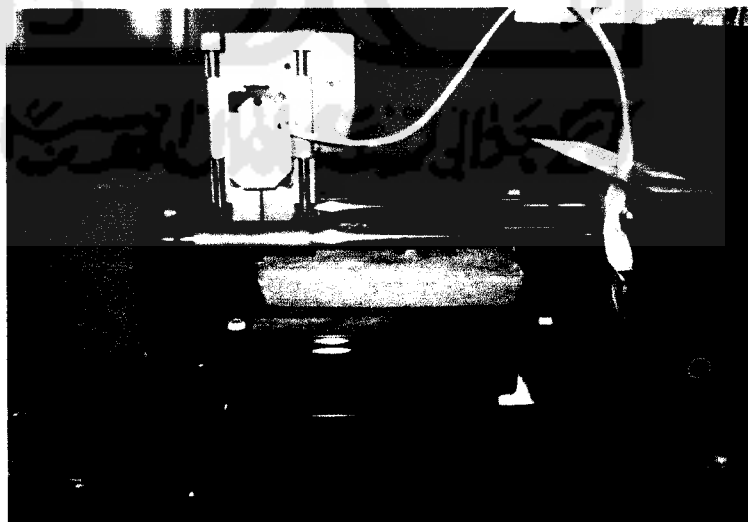
2.6. Reverse Engineering

Reverse engineering sebagai bagian dari perancangan didefinisikan sebagai proses menganalisa suatu sistem melalui identifikasi komponen – komponennya dan keterkaitan dengan komponen, serta mengekstraksi, membuat

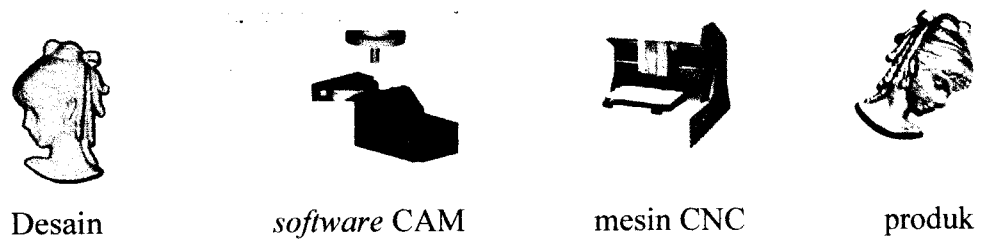
abstraksi dan informasi perancangan dari sistem yang dianalisa tersebut. Konsep *reverse engineering* di industri pada dasarnya adalah menganalisa suatu produk yang sudah ada sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk para kompetitornya. (*Wibowo, 2006*).

Reverse engineering adalah proses pengembangan dari prinsip pengembangan teknologi, objek atau sistem berbasis analisis struktur, fungsi dan operasi. Alasan kenapa digunakan teknologi *reverse engineering* karena ketidaktersediaan dokumentasi, analisis produk, *scirty auditing*, pemindahan dengan proteksi, menghindari dari pembatasan akses, pembuatan tanpa lisensi/ tidak dapat persetujuan penduplikatan, pendidikan/ proses pembelajaran.

Salah satu contoh alat *reverse* perangkat mekanik adalah *3D scanner*. *3D scanner* adalah sebuah alat yang menganalisa objek benda nyata untuk mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan (yaitu warna). Data yang dikumpulkan kemudian dapat digunakan untuk membangun sebuah data digital, model tiga dimensi yang berguna untuk berbagai aplikasi. Aplikasi yang umum dalam teknologi ini meliputi desain industri, *orthotics*, *prosthetics*, *reverse engineering* dan *prototyping*, *quality control (QC)*.



Gambar 2.10. Mesin *CNC Roland MDX 20*

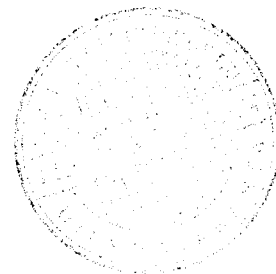


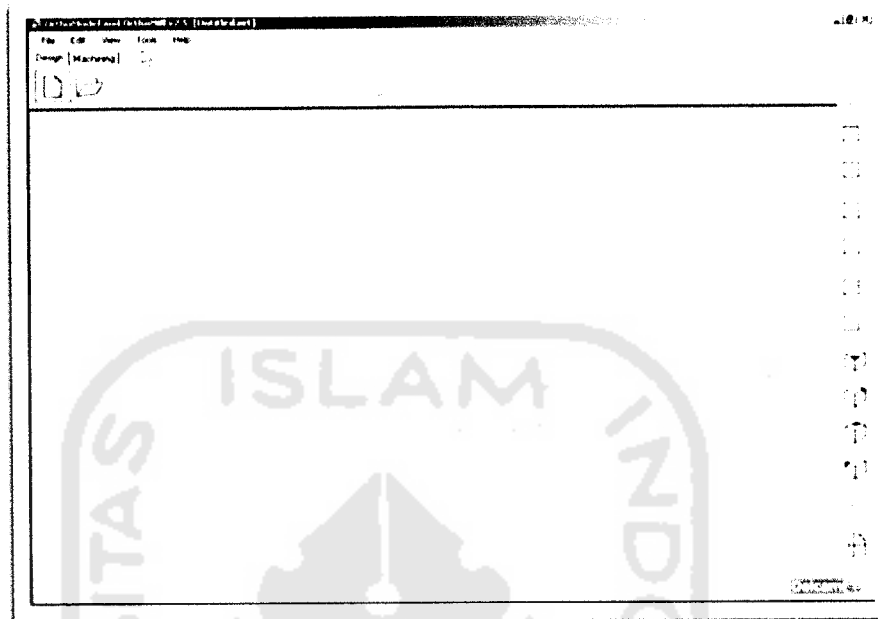
Gambar 2.12. Ilustrasi *Software CAM*

2.6.1. *Delcam OrthoModel*

Delcam OrthoModel merupakan program aplikasi CAD yang dikeluarkan oleh perusahaan DELCAM. *Software CAD* ini memiliki kemampuan untuk merancang dan menganalisa bentuk *orthotic insole* dengan kualitas tinggi khususnya *surface* (permukaan). *Software* ini juga dapat mengirimkan data ke *software CAM* yang dapat dibaca oleh mesin produksi yang akan digunakan seperti mesin CNC. File dalam beberapa format internasional dapat disimpan, sehingga memudahkan untuk melakukan interaksi dengan *software CAD* maupun CAM lainnya. (Delcam, 2009)

Prinsip kerja *OrthoModel* adalah *Automated generate*. Dirancang khusus dalam proses perancangan *orthotic insole* dalam bentuk kompleks 3 dimensi (3D) dengan hasil kualitas yang tinggi. *OrthoModel* juga menyiapkan suatu model yang akan diproduksi dengan mentransfer data-data dan parameter model kedalam proses CNC. Dengan *software OrthoModel* pengguna juga bisa mengambil model dari hasil *scanning* dengan file *IGES* kemudian dilakukan pengeditan untuk mendapatkan desain *orthotic insole*. (Delcam, 2009)





Gambar 2.13. Tampilan *OrthoModel*

2.6.2. Delcam *PowerMILL*

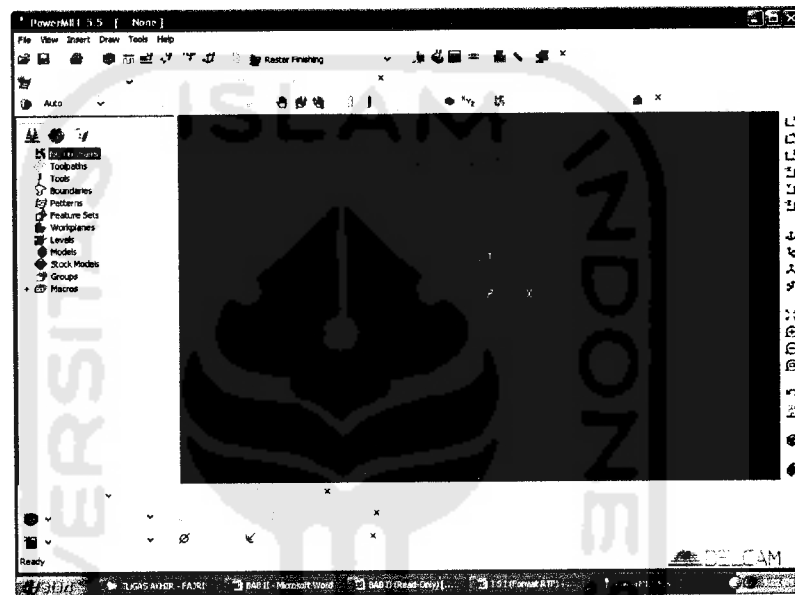
Delcam PowerMILL adalah program aplikasi CAM yang dikeluarkan oleh perusahaan DELCAM, merupakan pasangan dari *software PowerSHAPE*. *PowerMILL* dapat digunakan langsung tanpa *mengexport* desain yang digambar *PowerSHAPE*, karena di dalam *software PowerSHAPE* sudah terdapat fitur *PowerMILL*. (Delcam, 2009)

Software ini digunakan untuk mensimulasikan pemesinan dari sebuah desain. Memiliki kemampuan untuk merencanakan, mengatur dan mengontrol operasi pada kegiatan manufaktur, seperti menentukan pahat (*tools*) yang akan digunakan, menentukan ketinggian benda kerja (*work piece*), *feed rate*, *stepdown*, *stepover* dan menentukan semua parameter yang akan digunakan pada saat proses pemesinan. (Delcam, 2009)

Seperti halnya *software* CAM lainnya, *PowerMILL* juga mempunyai sistem *data transfer exchange* untuk menerima data dari file-file *software* CAD yang lain, seperti file *STL*, *IGES* dan lain-lain. *Software* ini juga mempunyai *data*

base tentang tipe-tipe pahat dan material benda kerja untuk memudahkan dalam proses pemesinan. (Delcam, 2009)

Software ini akan mengeluarkan output data berupa G-code, data G-code inilah yang akan ditransfer ke mesin CNC untuk digunakan pada saat proses pemesinan hingga berakhir menjadi sebuah produk.



Gambar 2.14. Tampilan Delcam *PowerMILL*

2.8. Mesin CNC

CNC adalah sebuah sistem yang aksinya dikontrol dengan pemasukan data numeris. Sistem harus secara otomatis mampu menginterpretasikan beberapa bagian dari data tersebut. (Electronics Industries Association, EIA). Membandingkan mesin konvensional dengan *NC* (Numerical Control), dalam mesin konvensional proses pemesinan dilakukan dengan menggerakkan pahat untuk memotong benda kerja yang diarahkan oleh operator sedangkan mesin *NC* gerakannya diatur oleh program. Jadi sistem *NC* berfungsi menggantikan operasi manual dari operator.

2.7.1. Sejarah *NC*

Sejarah perkembangan *NC* pertama kali dikembangkan oleh Parson Corporation dari Institut Teknologi Massachusetts pada tahun 1947. Yang

mengembangkan sistem kontrol untuk menggerakkan spindel ke beberapa titik yang dipresentasikan kepada *US Air Force*. Pada tahun 1951 mengembangkan sistem itu dengan menambahkan komputer ke sistem *Parson* atas sponsor *US Air Force*. Pada tahun 1952 *Cincinnati Milacron Hydro Tel Vertical Spindle Milling Machine* merupakan mesin *NC 3 axis* pertama diluncurkan. Pada tahun 1954 mesin *NC* diluncurkan ke publik.

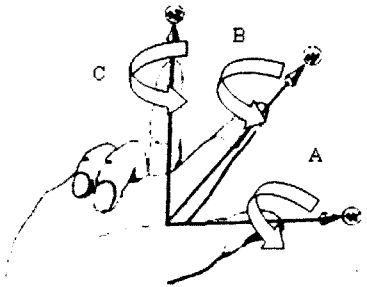
2.7.2. Sumbu Mesin

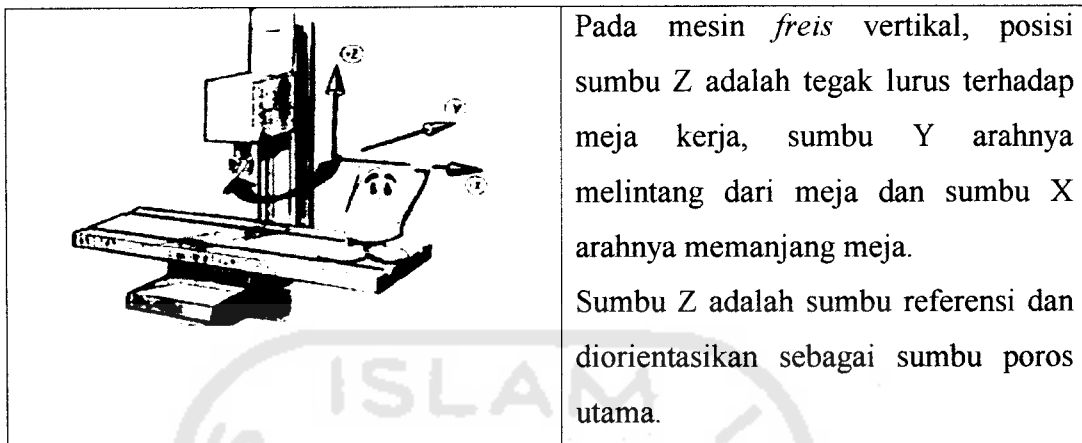
Sumbu adalah garis maya atau gerakan relatif komponen. Ada dua jenis sumbu, yaitu :

- Sumbu Linear : X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R,
- Sumbu Rotasi : A, B, C, D, E, F,

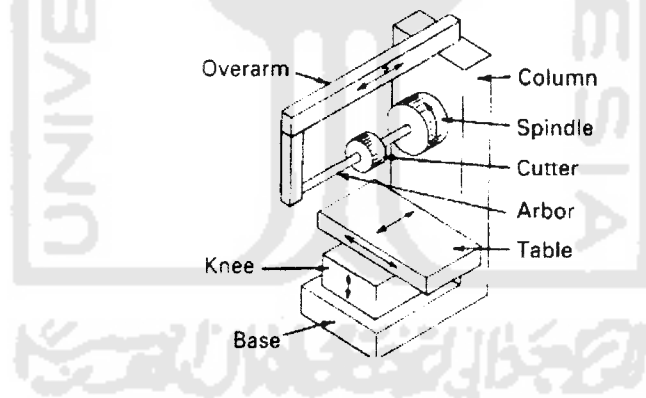
Sistem persumbuan pada mesin CNC diatur mengikuti kaidah tangan kanan, yaitu telapak tangan kanan pada posisi menghadap ke atas, jari tengah arahnya tegak lurus terhadap bidang telapak tangan, jari telunjuk searah dengan telapak tangan, sedang ibu jari tegak lurus dengan telunjuk dan sebidang dengan telapak tangan. Metode ini diciptakan oleh seorang ahli matematika dari Perancis yaitu Pier de Fermat pada tahun 1637 kemudian dikembangkan oleh seorang filosofi bernama Fene Descartes atau yang dikenal dengan *Cartesius*.

Tabel 2.1 Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System

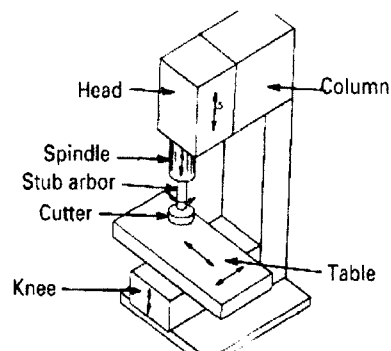
	<p>Apabila tiga jari tangan kanan diatur seperti pada gambar maka jari tengah menunjukkan sumbu Z, jari telunjuk menunjukkan sumbu Y dan ibu jari menunjukkan sumbu X.</p>
---	--



Pada mesin perkakas letak sumbunya berbeda antara mesin perkakas yang satu dengan yang lain. Sebagai contoh mesin *milling* vertikal dengan mesin *milling* horizontal. Pada mesin perkakas poros-poros gerakannya ortogonal (sumbu x,y dan z saling tegak lurus). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.15 dan 2.16 berikut :



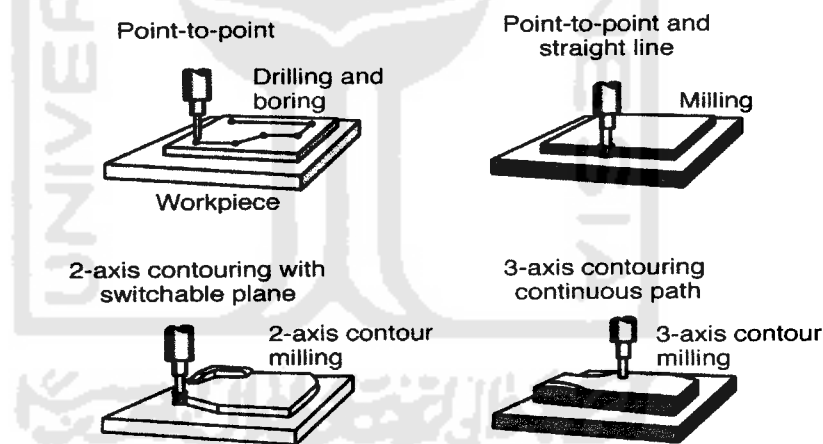
Gambar 2.15. Mesin *Milling* Horizontal



Gambar 2.16. Mesin *milling* vertikal

Pada mesin *CNC milling* ada beberapa tipe gerakan pahat pada saat melakukan pemakanan pada benda kerja, diantaranya adalah :

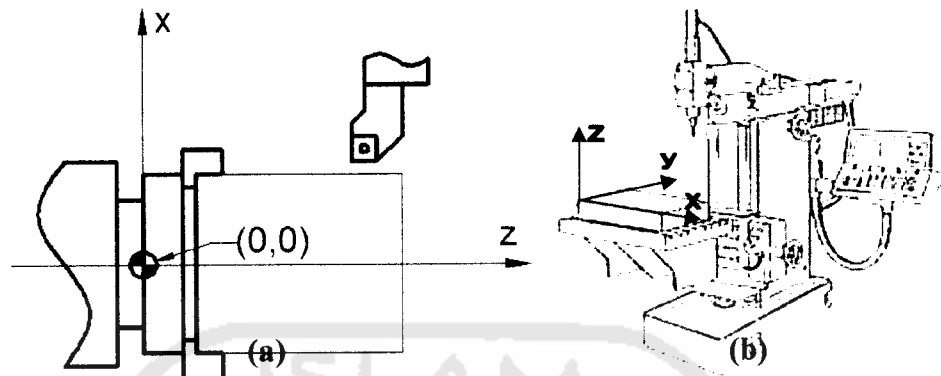
- a) *Point to point*, yaitu pergerakan pahat dari satu titik ke titik lainnya dilakukan dengan kecepatan maksimum. Biasanya untuk *CNC Drilling Machine*.
- b) *Straight cut*, yaitu pergerakan pahat melakukan proses pemakanan dengan arah lurus.
- c) *Contouring* atau *Continuous path*, yaitu pergerakan pahat dalam proses pemakanan dengan alur yang kompleks, seperti kurva, lingkaran, dan lain-lain. Dalam pergerakannya diperlukan interpolasi.



Gambar 2.17. Pergerakan pahat pada mesin *CNC milling*. (Kalpakjian, 2006).

2.7.3. Titik Nol Mesin

Titik Nol merupakan set posisi untuk gerakan mesin di mana sumbu berinteraksi. Pada beberapa mesin, titik nol secara tetap menjadi posisi (disebut *fixed zero*) dan tidak dapat diubah, walaupun dapat diposisikan kembali pada basis sementara lewat fasilitas *offset*. Pada mesin *Roland MDX-20* titik nol xy mesin berada pada posisi kiri depan meja kerja.



Gambar 2.18. (a) Titik nol mesin bubut, (b) Titik nol mesin *frais*



Gambar 2.19. Titik nol mesin *Roland MDX-20*

