

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PEMESINAN (*MACHINING*)

Pemesinan adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas dengan memanfaatkan gerakan relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan suatu produk sesuai dengan hasil geometri yang diinginkan. Pada proses ini tentu terdapat sisa dari pengerjaan produk yang biasa disebut geram. Pahat dapat diklasifikasikan sebagai pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tool*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cutting tool*). Pahat dapat melakukan gerak potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*).

Proses pemesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis dengan benda kerja atau pahat berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Klasifikasi yang pertama meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin gurdi (*drilling machine*), mesin frais (*milling machine*), mesin gerinda (*grinding machine*). Klasifikasi kedua meliputi proses sekrap (*shaping planing*), proses slot (*slotting*), proses menggergaji (*sawing*), dan proses pemotongan roda gigi (*gear cutting*) (Widarto, 2008).

Machining adalah suatu proses pemesinan yang dilakukan untuk memproduksi suatu material mentah menjadi material setengah jadi. Dalam hal ini akan dibahas mengenai proses *machining* pada *master cylinder* untuk kendaraan bermotor roda dua, terutama untuk *line robor drill*, atau yang menggunakan mesin robor drill.

Dalam proses pemesinan ada beberapa faktor yang mempengaruhi, adapun faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Benda kerja
Bahan, dimensi dan bentuk.
- b. Parameter pemesinan
Waktu (*time*), putaran mesin, kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feeding*), dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*).
- c. *Tools*
Jenis material, sudut, dan pendingin.
- d. Mesin
Kualitas dan kelayakan.
- e. Operator
Pengetahuan dan kondisi fisik.
- f. Alat ukur
Kualitas, ketelitian, dan kepresisian.

2.1.1 Mesin CNC

Computer Numerical Control atau disingkat CNC, (yang berarti "komputer kontrol numerik") merupakan sistem otomasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan. Hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya di mana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomasi sederhana menggunakan CAM. Kata NC sendiri adalah singkatan dalam bahasa Inggris dari kata *Numerical Control* yang artinya "kontrol numerik". Mesin NC pertama diciptakan pertama kali pada tahun 1940-an dan 1950-an, dengan memodifikasi mesin perkakas biasa. Dalam hal ini mesin perkakas biasa ditambahkan dengan motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang dimasukkan kedalam sistem oleh perekam kertas. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan mesin perkakas modern yang disebut Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) yang dikemudian hari telah

merevolusi proses desain. Saat ini mesin CNC mempunyai hubungan yang sangat erat dengan program CAD. Mesin-mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern. Dengan mesin CNC, ketelitian suatu produk dapat dijamin hingga 1/100 mm lebih, pengerjaan produk massal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

NC/CNC terdiri dari enam bagian utama yaitu :

1. Program
2. Unit kendali atau *processor*
3. Motor listrik *servo* untuk menggerakkan kontrol pahat
4. Motor listrik untuk menggerakkan/memutar pahat
5. Pahat
6. Dudukan dan pemegang

Prinsip kerja NC/CNC secara sederhana dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pemrogram membuat program CNC sesuai produk yang akan dibuat dengan cara pengetikan langsung pada mesin CNC maupun dibuat pada komputer dengan perangkat lunak pemrograman CNC.
- Program CNC tersebut, lebih dikenal sebagai *G-Code*, seterusnya dikirim dan dieksekusi oleh prosesor pada mesin CNC menghasilkan pengaturan motor *servo* pada mesin untuk menggerakkan perkakas yang bergerak melakukan proses pemesinan hingga menghasilkan produk sesuai program.

2.1.2 Master Cylinder

Rem cakram dewasa ini sangat banyak digunakan, hampir di semua produsen otomotif telah menggunakan rem cakram pada sistem pengeremannya dan sudah merupakan standar pada kendaraan model baru.

Adapun bagian-bagian dari rem cakram adalah *disc* (piringan cakram), *master cylinder*, *caliper rem*, *brake pad* (kampus rem), pipa

(selang rem), dan minyak rem. Master cylinder dan caliper merupakan komponen rem cakram yang dibuat melalui proses pengecoran logam (*casting*) dalam hal ini aluminium, utamanya *gravity dies casting* (pengecoran logam dengan memanfaatkan gaya gravitasi bumi).

Master cylinder terdiri atas *reservoir tank* yang berisi minyak rem, dan juga terdapat sistem katup searah yang berfungsi untuk menjebak fluida agar bisa dipompakan ke selang rem saat ditekan tuasnya. berfungsi mengubah gerak tuas rem ke dalam tekanan hidrolis terhadap piston. Prinsip kerjanya dengan memompakan *fluida* dari *reservoir* ke kaliper rem melalui selang rem.



Gambar 2.1 *Master cylinder*

Sumber: <http://mynewdivana.blogspot.com/2016/12/master-silinder.html>

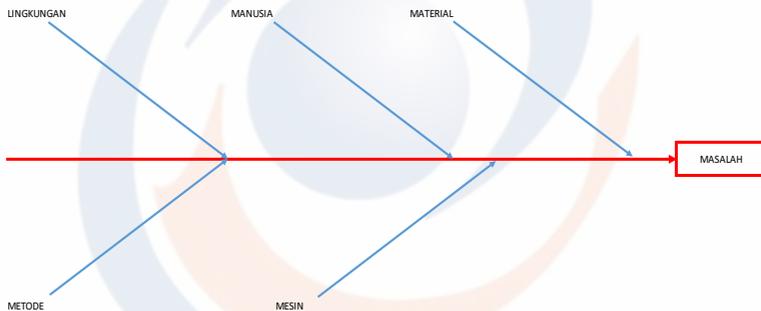
2.2 ANALISA FISHBONE

Fishbone diagram (diagram tulang ikan - karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause and Effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone diagram* digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas.

Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat *fishbone diagram*

ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara *user friendly*, *tools* yang *user friendly* disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan.

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*.



Gambar 2.2 Contoh *fishbone diagram*

2.3 PRODUKTIVITAS

Dewan Produktivitas Nasional dalam Sumanth menyatakan bahwa produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan. Selanjutnya Paul Mali juga menyatakan bahwa produktivitas tidak sama dengan produksi, tetapi produksi, performansi kualitas, hasil-hasil, merupakan komponen dari usaha produktivitas.

Dengan demikian, produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi, sehingga produktivitas dapat diukur berdasarkan pengukuran berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output yang dihasilkan}}{\text{input yang digunakan}}$$

Dari definisi di atas dapat dipisahkan dua pengertian. Bagian pertama adalah suatu kumpulan hasil. Hal ini menunjukkan efektivitas dalam meraih suatu tujuan. Bagian dua sumber daya karena tanpa sumber daya yang digunakan produktivitas tidak akan terjadi. Bagian ini menunjukkan jumlah, tipe dan tingkat dari sumber daya yang dibutuhkan.

Gasperz menyatakan bahwa produktivitas memandang dari dua sisi sekaligus yaitu dari sisi *input* dan *output*, maka dapat dikatakan bahwa produktivitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan *input* dalam memproduksi *output* (barang/jasa) atau dengan kata lain produktivitas itu merupakan kombinasi antara efektivitas dan efisiensi. Untuk itu produktivitas dapat diukur berdasarkan pengukuran.

Pengertian tentang produktivitas yang lebih sering dan lebih umum digunakan saat ini adalah “suatu hubungan yang membandingkan jumlah keluaran (*output*) dengan masukan (*input*)”. Hubungan ini ditunjukkan dalam bentuk rasio:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{jumlah keluaran}}{\text{jumlah masukan}} = \frac{O}{I}$$

Berdasarkan rasio *output* terhadap *input*, variasi perubahan yang terjadi pada *output* dan *input* yang ada akan mempengaruhi tingkat produktivitas sbb :

1. Apabila *output* naik, *input* turun maka produktivitas akan naik.
2. Apabila *output* tetap, *input* turun maka produktivitas akan naik.
3. Apabila *output* naik, *input* naik dimana jumlah kenaikannya lebih besar dari kenaikan *input* maka produktivitas akan naik.
4. Apabila *output* naik, *input* tetap maka produktivitas akan naik.
5. Apabila *output* turun, *input* turun yang jumlah penurunannya lebih kecil dari pada penurunan.

2.3.1 Pengukuran Produktivitas dengan Metode OMAX

Objective Matrix (OMAX) adalah suatu sistem pengukuran produktivitas parsial yang dikembangkan untuk memantau produktivitas di suatu perusahaan atau di tiap bagian saja dengan kriteria produktivitas yang sesuai dengan keberadaan bagian tersebut. Susunan model OMAX adalah sebagai berikut :

- a. Kriteria Produktivitas
 - Dinyatakan dengan rasio.
 - Kriteria ini menyatakan ukuran efektivitas, kuantitas, dan kualitas dari *output*, efisiensi dan utilitas dari *input*, konsistensi dari operasi, dan ukuran khusus atau faktor lainnya yang secara tidak langsung berhubungan dengan tingkat produktivitas yang diukur.
 - Setiap rasio harus terukur dan sebaiknya tidak saling bergantung.
 - Rasio yang melukiskan ukuran kriteria ini letaknya di kelompok paling atas dari matriks ini.
- b. Sel-Sel Matrik
 - Terdiri dari 11 baris, dimulai dari baris paling bawah yang merupakan pencapaian terendah atau terburuk yang dinyatakan dengan skor 0, sampai dengan baris atas yang merupakan sasaran atau target produktivitas yang realistis yang dinyatakan dengan skor 10.
 - Tingkat pencapaian semula atau biasa disebut level dasar yaitu tingkat pencapaian yang diperoleh saat matrik mulai dioperasikan dan ditempatkan pada skor 4. Kenaikan level dasar yang biasanya berada di level 3 (tiga) diambil perusahaan dengan pertimbangan bahwa perusahaan telah lama menghasilkan produk *master cylinder* di departemen

machining, sehingga selayaknya sudah ada perkembangan yang lebih signifikan.

1	2	3	4	5	6	KRITERIA	
						PERFORMANSI	
						10	→ Target / sasaran
						9	
						8	
						7	
						6	
						5	
						4	→ Pencapaian awal
						3	
						2	
						1	
						0	→ Pencapaian terburuk
						Skor	
						Bobot	
						Nilai	

Gambar 2.3 Contoh tabel OMAX

- Setelah sel skor 0, 4, dan 10 diisi, sisa sel lainnya untuk setiap kriteria dengan lengkap dicantumkan secara bertingkat.
- c. **Bobot**
Bobot menyatakan derajat kepentingan (dalam satuan %) yang menunjukkan pengaruh relatif kriteria tersebut terhadap produktivitas unit kerja yang diukur. Jumlah seluruh bobot kriteria adalah 100%.
 - d. **Tingkat pencapaian**
Performansi sekarang, yaitu nilai tiap produktivitas berdasarkan pengukuran terakhir.
 - e. **Skor**
Nilai *level* dimana nilai pengukuran produktivitas berada.
 - f. **Nilai**
Nilai merupakan perkalian tiap skor dengan bobotnya.
 - g. **Indikator Pencapaian**

- Merupakan jumlah dari tiap nilai Indeks Produktivitas (IP), sehingga dihitung sebagai persentase kenaikan/penurunan terhadap performansi sekarang.
- Besarnya indikator mulanya adalah 400 karena semua indikator mendapat skor 4 pada saat matrik mulai dioperasikan.

2.4 SIMULASI SISTEM

2.4.1 Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systema*) dan bahasa Yunani (*systema*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Istilah “sistem” sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika seringkali bisa dibuat. Sistem juga merupakan kesatuan bagian-bagian yang saling berhubungan yang berada dalam suatu wilayah serta memiliki item-item penggerak, sehingga definisi sistem adalah suatu set dari berbagai komponen yang saling berinteraksi dan bekerja secara bersama-sama untuk mencapai tujuan.

Pada prinsipnya setiap sistem selalu terdiri atas empat elemen:

- Objek, yang dapat berupa bagian, elemen, ataupun variabel. Dapat benda fisik, abstrak, ataupun keduanya sekaligus, tergantung kepada sifat sistem tersebut.
- Atribut, yang menentukan kualitas atau sifat kepemilikan sistem dan objeknya.
- Hubungan internal, yang memperlihatkan hubungan diantara objek-objek didalamnya.
- Lingkungan, yang merupakan tempat dimana sistem berada.

Ada beberapa elemen yang membentuk sebuah sistem, yaitu:

- a. Tujuan

Setiap sistem memiliki tujuan (*goal*), entah hanya satu atau mungkin banyak. Tujuan inilah yang menjadi motivasi yang mengarahkan sistem. Tanpa tujuan, sistem menjadi tak terarah dan tak terkendali.

b. Masukan

Masukan (*input*) sistem adalah segala sesuatu yang masuk ke dalam sistem dan selanjutnya menjadi bahan yang diproses. Masukan dapat berupa hal-hal yang berwujud (tampak secara fisik) maupun yang tidak tampak. Contoh masukan yang berwujud adalah bahan mentah, sedangkan contoh yang tidak berwujud adalah informasi, misalnya permintaan jasa pelanggan.

c. Proses

Proses merupakan bagian yang melakukan perubahan atau transformasi dari masukan menjadi keluaran yang berguna dan lebih bernilai, misalnya berupa informasi dan produk. Tetapi juga bisa berupa hal-hal yang tidak berguna, misalnya saja sisa pembuangan atau limbah. Misalkan pada pabrik kimia, proses dapat berupa bahan mentah, atau pun pada rumah sakit proses dapat berupa aktivitas pembedahan pasien.

d. Keluaran

Keluaran (*output*) merupakan hasil dari pemrosesan. Misalkan pada sistem informasi, keluaran bisa berupa suatu informasi, saran, cetakan laporan, dan sebagainya.

e. Batas

Batas (*boundary*) sistem adalah pemisah antara sistem dan daerah di luar sistem (lingkungan). Batas sistem menentukan konfigurasi, ruang lingkup, atau kemampuan sistem. Misalnya tim sepak bola mempunyai aturan permainan dan keterbatasan kemampuan pemain. Batas sebuah sistem dapat dikurangi atau dimodifikasi sehingga akan mengubah perilaku sistem. Contoh dengan menjual saham ke publik, sebuah perusahaan dapat mengurangi keterbatasan dana.

- f. Mekanisme pengendalian dan umpan balik
Mekanisme pengendalian (*control mechanism*) diwujudkan dengan menggunakan umpan balik (*feedback*), yang mencuplik keluaran. Umpan balik digunakan untuk mengendalikan masukan maupun proses. Tujuannya adalah untuk mengatur agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan.
- g. Lingkungan.
Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Lingkungan mempengaruhi operasi sistem dalam artian dapat merugikan atau menguntungkan sistem itu sendiri. Lingkungan yang merugikan tentu saja harus ditahan dan dikendalikan supaya tidak mengganggu kelangsungan operasi sistem, sedangkan yang menguntungkan tetap harus terus dijaga, karena akan memacu terhadap kelangsungan hidup sistem.

2.4.2 Simulasi

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari suatu sistem nyata. Ide dasar dari simulasi adalah menggunakan beberapa perangkat untuk menirukan sistem nyata untuk mempelajari dan memahami sifat-sifat, tingkah laku dan karakter operasinya. Karena itu, simulasi berkaitan dengan perencanaan untuk menaksir perilaku dari sistem nyata untuk tujuan perancangan sistem atau perubahan perilaku sistem.

Dalam membuat simulasi diperlukan langkah-langkah umum seperti berikut ini:

- a. Menentukan sistem atau persoalan yang akan disimulasikan.
- b. Mengembangkan model simulasi yang akan digunakan. Langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :
 - Menentukan tujuan simulasi.
 - Menentukan variabel-variabel keadaan.

- Memilih waktu yang tepat (*fixed time atau variable time*).
 - Menggambarkan sifat gerakannya.
 - Mempersiapkan proses generator.
- c. Menguji model dan membandingkan tingkah lakunya dengan tingkah laku dari sistem nyata, setelah itu model simulasi diberlakukan.
 - d. Merancang percobaan-percobaan simulasi.
 - e. Menjalankan simulasi dan menganalisis data.

2.4.3 Validasi Simulasi

Validasi merupakan langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan atau bersifat seperti sistem nyatanya. Suatu pendekatan paling nyata dalam suatu validasi adalah membandingkan *output* model dengan *output* dari sistem nyatanya. Dua tujuan umum dalam validasi :

- Menghasilkan suatu model yang representatif terhadap perilaku sistem nyatanya sedekat mungkin untuk dapat digunakan sebagai substitusi dari sistem nyata dalam melakukan eksperimen tanpa mengganggu jalannya sistem.
- Meningkatkan kredibilitas model, sehingga model dapat digunakan oleh para manajer dan para pengambil keputusan lainnya.

Validasi model mempunyai beberapa tipe, yaitu :

a. Validasi Asumsi

Model asumsi ini dibagi kedalam dua kelas, yaitu asumsi struktural dan asumsi data.

- Asumsi Struktural, meliputi pertanyaan-pertanyaan bagaimana sistem beroperasi dan asumsi ini juga melibatkan penyederhanaan dan penggambaran kenyataan dari sistem. Sebagian penulis memisahkan asumsi ini kedalam validasi proses. Contoh :
 - Jumlah operator pada setiap stasiun kerja, bisa tetap bisa variabel.

- Melakukan diskusi dengan orang yang paham betul dengan proses yang diamati, seperti para manajer.
 - Asumsi Data, harus didasarkan pada pengumpulan data yang reliabel/data terpercaya dan analisa statistik yang tepat dari suatu data. Contoh :
 - Jumlah *output* yang dihasilkan, termasuk produk yang baik maupun yang tidak cacat.
- b. Validasi *Output*

Cara yang paling mudah untuk melakukan validasi ini adalah dengan pendekatan visual. Beberapa orang ahli mengamati dan membandingkan antara *output* model terhadap sistem riil. Metode lain yang sering digunakan adalah dengan pendekatan statistik.

Teknik validasi *output* model untuk menguji kesesuaian dengan sistem nyatanya dapat dilakukan dengan *Turing Test*, yaitu melakukan uji statistik untuk melihat perbedaan antara model simulasi dengan sistem nyata. Contoh teknik *statistical test* dengan menggunakan *historical data validation* adalah dengan uji kesamaan dua rata-rata. Uji kesamaan dua rata-rata digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan (kesamaan) antara dua buah data. Salah satu teknik analisis statistik untuk menguji kesamaan dua rata-rata ini ialah uji t (*t-test*) karena rumus yang digunakan disebut rumus t. Rumus t sendiri banyak ragamnya dan pemakaiannya disesuaikan dengan karakteristik kedua data yang akan dibandingkan. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum uji t dilakukan. Persyaratannya adalah:

- a. Data masing-masing berdistribusi normal
- b. Data dipilih secara acak
- c. Data masing-masing homogen

Untuk pengujiannya dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini :

Esa Unggul

1. Uji atau asumsikan bahwa data dipilih secara acak
2. Uji atau asumsikan bahwa data berdistribusi normal
3. Asumsikan bahwa kedua variansnya homogen
4. Tulis H_1 dan H_0 dalam bentuk kalimat
5. Tulis H_1 dan H_0 dalam bentuk statistik
6. Cari t-hitung dengan menggunakan rumus tertentu
7. Tetapkan taraf signifikansinya (α)
8. Cari t-tabel dengan pengujian dua pihak sehingga didapat t-hitung (lihat dan cari di tabel t 2 pihak - *two tails*)
9. Tentukan kriteria pengujian yaitu: jika $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$, maka H_0 diterima.
10. Bandingkan t-hitung dengan t-tabel
11. Buatlah kesimpulannya