

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI PROSES PEMBUATAN CORE RADIATOR UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Jurusan Teknik Mesin**

Disusun oleh :

-

YUSUF EVENDY

4130411-094



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK MESIN

JAKARTA

2008

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Bersama ini,

Nama Lengkap : Yusuf Evendy

Nomor Mahasiswa : 4130411-094

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercubuana

MENYATAKAN

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari hasil karya orang lain ,kecuali sudah disebutkan sumbernya.

Jakarta, Januari 2008

Penulis

Yusuf Evendy

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir

MODIFIKASI PROSES PEMBUATAN CORE RADIATOR UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI

Dibuat oleh:

Nama Lengkap : Yusuf Evendy

Nomor Mahasiswa : 4130411-094

Untuk melengkapi persyaratan kurikulum pendidikan Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
MERCU BUANA

Skripsi ini TELAH DIUJI dalam Sidang / Ujian Tugas Akhir (TA) dan dinyatakan
LULUS, sehingga DAPAT DISAHKAN dan BERHAK MEMPEROLEH NILAI AKHIR TA

Jakarta , Januari 2008

Mengesahkan

Kepala Jurusan Teknik Mesin

Ir.Rulli Nutranta M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir

MODIFIKASI PROSES PEMBUATAN CORE RADIATOR UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI

Dibuat oleh:

Nama Lengkap : Yusuf Evendy

Nomor Mahasiswa : 4130411-094

Untuk melengkapi persyaratan kurikulum pendidikan Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
MERCU BUANA

Skripsi ini TELAH DIUJI dalam Sidang / Ujian Tugas Akhir (TA) dan dinyatakan
LULUS, sehingga DAPAT DISAHKAN dan BERHAK MEMPEROLEH NILAI AKHIR TA

Jakarta , Januari 2008

Mengesahkan

Koordinator Tugas Akhir

R Ariosuko Dh.,Ir

Ir.Nanang Ruhyat

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir

MODIFIKASI PROSES PEMBUATAN CORE RADIATOR UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS PRODUKSI

Dibuat oleh:

Nama Lengkap : Yusuf Evendy

Nomor Mahasiswa : 4130411-094

Untuk melengkapi persyaratan kurikulum pendidikan Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

MERCU BUANA

Skripsi ini DISETUJUI UNTUK DIAJUKAN DALAM SIDANG / UJIAN TUGAS AKHIR

Jakarta , 23 Januari 2008

Menyetujui

Pembimbing

Ir.Herry Agung P.M.Sc

ABSTRAK

Untuk dapat memaksimalkan produktifitas, efektifitas serta efisiensi biaya kerja dengan menciptakan kondisi kerja dan peralatan kerja yang tepat guna. Dari hasil evaluasi produksi komponen radiator yang dilakukan di PT “XX” masih ditemukan adanya pemborosan waktu dan biaya yang berdampak langsung terhadap tingginya biaya produksi & output yang dihasilkan. Salah satu contoh yaitu pembuatan komponen core radiator type A.

Dalam penyederhanaan proses pembuatan core radiator type A ini juga disertakan perhitungan kapasitas produksi dengan memperhitungkan aspek – aspek yang berhubungan dengan proses pembuatan core radiator. Penyederhanaan proses ini dilakukan dengan modifikasi tooling yang ada dan yang sedang dipakai untuk produksi saat ini.

Penulisan Skripsi ini adalah membahas tentang penyederhanaan sebuah proses pembuatan *core radiator* yang dilatar belakangi oleh proses produksi yang sekarang berjalan masih terlalu jauh dari harapan pemenuhan kebutuhan pelanggan.

Tujuan dari penyederhanaan proses pembuatan *core radiator* ini adalah untuk meningkatkan *output* produksi, disamping juga penghematan - penghematan dari segi biaya, jumlah proses, jumlah mesin maupun jumlah operator sehingga proses produksi lebih efisien dan praktis.

Dengan adanya modifikasi proses ini telah dihasilkan perubahan jumlah proses yaitu dari 5 proses menjadi 3 proses yang tentunya berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas produksi. Dengan adanya penyederhanaan proses ini diharapkan proses-proses yang sekarang berjalan dan jumlah proses yang masih banyak diharapkan untuk bisa dirubah menjadi lebih ringkas jika itu memungkinkan untuk dilakukan.

Berdasarkan hasil *trial* yang telah dilakukan maka dengan penyederhanaan proses ini dapat dihasilkan waktu proses yang relatif lebih pendek dari waktu proses sebelumnya sehingga output yang dihasilkan meningkat. Peningkatan kapasitas produksi yaitu sebesar 35.2 %, Jumlah proses dari 5 menjadi 3, jumlah operator dari 75 menjadi 45 dan jumlah mesin dari 20 menjadi 15.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan anugerah-Nya serta junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penyusunan tugas akhir ini merupakan akhir dari masa studi yang harus ditempuh guna melengkapi syarat ujian kesarjanaan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya pada dunia industri. Karena keterbatasan penulis, masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan demi perbaikan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas perhatiannya serta dorongan yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan studi dan skripsi, ucapan kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta atas doa, perhatian dan dorongan semangat baik secara langsung dan tidak langsung yang tidak pernah kenal kata lelah.
2. Diajengku Rini Maryuni yang paling cantik yang selalu memberi dorongan semangat & membimbing ku dalam mengerjakan TA ini.
3. Adik-adikku terkasih dan keluarga, sebagai bagian hidup yang membuatku seperti sekarang ini.
4. Bapak Ir Heri Agung M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan saran kepada penulis.
5. Bapak Ir Rulli Nutantra M.Eng selaku kepala jurusan teknik mesin fakultas teknologi industri yang telah memberikan petunjuk, motivasi dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ir Nanang Ruhyat dan R Ariosuko Dh., Ir selaku koordinator tugas akhir, yang telah mengatur dan memproses dengan baik sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Seluruh staff dan dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin dan seluruh tim penguji khususnya program studi teknik mesin industri yang selama ini telah memberikan sumbangsih dalam proses perkuliahan.
8. Teman - teman sekerja yang telah membantu penulis dalam dalam mengumpulkan data dan materi skripsi

9. Rekan –rekan seangkatan Jurusan Teknik Mesin Angkatan Universitas Mercu Buana.
10. Seluruh saudara dan kerabat yang telah membantu penulis baik berupa moril maupun material.

Akhir kata

" Sebuah buku adalah jenazah dari suatu ide"

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta ,Januari 2008

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pembangunan di Indonesia yang secara terus menerus dan berkesinambungan dapat memicu perkembangan dunia industri nasional, walaupun bila kita bandingkan dengan negara-negara maju, Industri di Indonesia masih tertinggal cukup jauh. Perkembangan teknologi industri yang terjadi di Indonesia berjalan agak lambat dikarenakan kurangnya inovasi serta kurang mencermati perkembangan teknologi yang dilakukan di Negara Negara maju. Diantara ketertinggalan di bidang teknologi salah satunya adalah pembuatan radiator. Bisa kita cermati bahwa semua mobil menggunakan alat pendingin mesin bahkan saat ini hampir semua kendaraan menggunakan radiator.

Menentukan suatu proses pembuatan radiator alumunium yang akan dipakai dalam suatu produksi merupakan faktor yang sangat penting didalam suatu perusahaan, karena hal tersebut berpengaruh sekali terhadap besarnya out put yang dihasilkan dimana banyaknya out put akan berhubungan langsung dengan hasil produksi, sehingga penentuan proses pembuatan radiator alumunium memegang peranan yang sangat penting dalam faktor produksi, yaitu jika out put banyak maka kebutuhan customer terpenuhi, demikian pula sebaliknya jika out put kurang maka kebutuhan customer tidak akan terpenuhi.

Menentukan suatu proses memang merupakan faktor yang sangat penting, namun dalam penentuan tersebut juga harus mempertimbangkan beberapa faktor apalagi ini adalah untuk keperluan produksi massal. Faktor-faktor tersebut antara lain :

Kualitas product yang akan dihasilkan

Mudah dalam pengerjaannya

Murah harganya

Hemat

Untuk lebih jelasnya faktor-faktor penentuan proses pembuatan radiator alumunium akan diuraikan di bab selanjutnya baik dipandang dari segi teknis maupun non teknis.

PT.” X “ bergerak dibidang automotive parts khususnya dalam hal pembuatan radiator yang berfungsi sebagai alat penstabil suhu mesin. Perkembangan tehnologi

pembuatan radiator, harus selalu diikuti agar dapat menghasilkan radiator yang mampu bersaing dengan produk dari luar negeri. Selama ini penulis mengamati adanya pemborosan dan ketidakefektifan dalam proses pembuatan atau perakitan core radiator aluminium yaitu terjadi proses-proses yang sebetulnya tidak perlu dilakukan dan juga banyaknya waktu yang harus terbuang percuma karena salah dalam perencanaan. Oleh karena itu penulis mengadakan penelitian yang bertujuan untuk menyederhanakan proses pembuatan radiator aluminium sehingga proses dan waktu yang dibutuhkan sedikit dan out put yang dihasilkan maksimal dengan tetap memperhatikan mutu dan kualitas product yang tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara proses expand dan pasang jig secara manual dengan tanpa expand dan pasang jig langsung di mesin rakit dengan alternative tooling yang dibuat penulis sehingga pada akhirnya dapat diambil kesimpulan apakah proses tersebut dapat digunakan untuk menggantikan proses sebelumnya.

1.2. PERMASALAHAN

Setiap perusahaan pasti berusaha untuk menjalankan proses produksi yang tepat dan jauh dari permasalahan sehingga mampu menghasilkan out put yang maksimal. Selama ini proses pembuatan core radiator memerlukan beberapa proses, memerlukan banyak mesin dan banyak operator. Dengan banyaknya tahapan proses yang ada saat ini maka penulis ingin menyederhanakan urutan proses yang ada menjadi lebih singkat menghasilkan out put yang banyak, mengurangi cycle time, mengurangi jumlah mesin yang dipakai dan mengurangi jumlah operator yang ada yang mampu meningkatkan kapasitas produksi dan menghemat biaya.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Melakukan modifikasi proses dengan cara :

1. Membuat alternatif tooling dan mengurangi jumlah mesin yang digunakan
2. Menurunkan cycle time sehingga membutuhkan operator yang lebih sedikit
3. Membuat perbandingan proses yang lama dengan yang baru :
 - 3.1. Perbandingan kapasitas dan cost process
 - 3.2. Perbandingan kualitas hasil yang dicapai

1.4. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada proses pembuatan core radiator type A berikut proses yang disederhanakan.

1.5. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Didalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh data-data yang relevan dari berbagai sumber dengan cara sebagai berikut :

1. Penelitian Lapangan (Field Research)

Yaitu dengan mengadakan penelitian langsung untuk memperoleh data-data yang perlu diperlukan dengan cara :

a. Wawancara

Penulis mengadakan wawancara langsung dengan Engineering Process untuk mendapatkan data yang diperlukan.

b. Observasi

Penulis mengadakan pengamatan langsung serta pengukuran pada lokasi penelitian, terutama mengenai hal-hal yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas dalam skripsi ini.

2. Penelitian kepustakaan (Library Research)

Memperoleh data-data yang diperlukan untuk menyusun landasan teori yang akan dijadikan criteria dalam menilai permasalahan yang ditemukan dalam penelitian, catatan kuliah dan literature.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dengan perincian sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, permasalahan, maksud dan tujuan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir.

Bab II LANDASAN TEORI

Bab ini disajikan dasar teori yang melandasi penelitian yaitu Product knowledge Radiator, Langkah- langkah pembuatan Radiator, pengertian kapasitas dan langkah – langkah menentukan kapasitas, dan tata cara kerja.

Bab III PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian di lapangan mengenai kondisi awal suatu line pembuatan core radiator type A dengan proses – prosesnya dan out put yang dihasilkan dalam satu bulan. Jumlah out putnya dihitung dengan trial sebanyak 20 kali dengan tidak mengabaikan faktor – factor penentuan kapasitas produksi.

Bab ini juga menjelaskan tahap – tahapan modifikasi tooling yang digunakan untuk produksi.

Bab IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas mengenai langkah – langkah proses yang disederhanakan, hasil yang dicapai dengan perbandingan antara proses yang lama dengan yang baru, dilihat dari segi waktu, jumlah operator, jumlah mesin yang dipakai serta peningkatan kualitas sehingga dapat dilihat dengan jelas perbedaannya.

Bab V KESIMPULAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dan saran terhadap peningkatan kapasitas produksi di PT. “ XX “ berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada proses pembuatan core radiator.

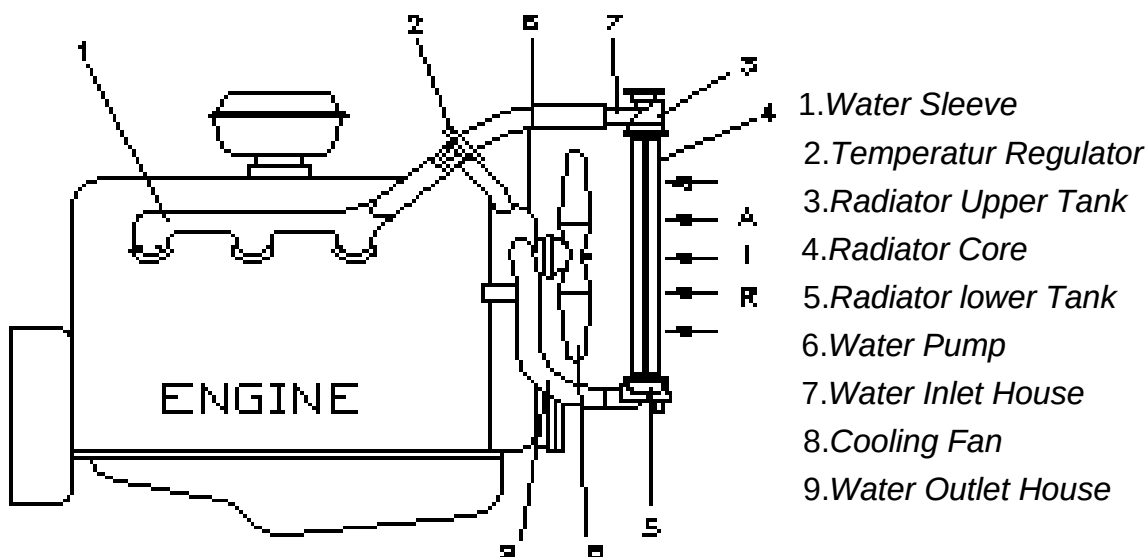
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PRODUCT KNOWLEDGE RADIATOR

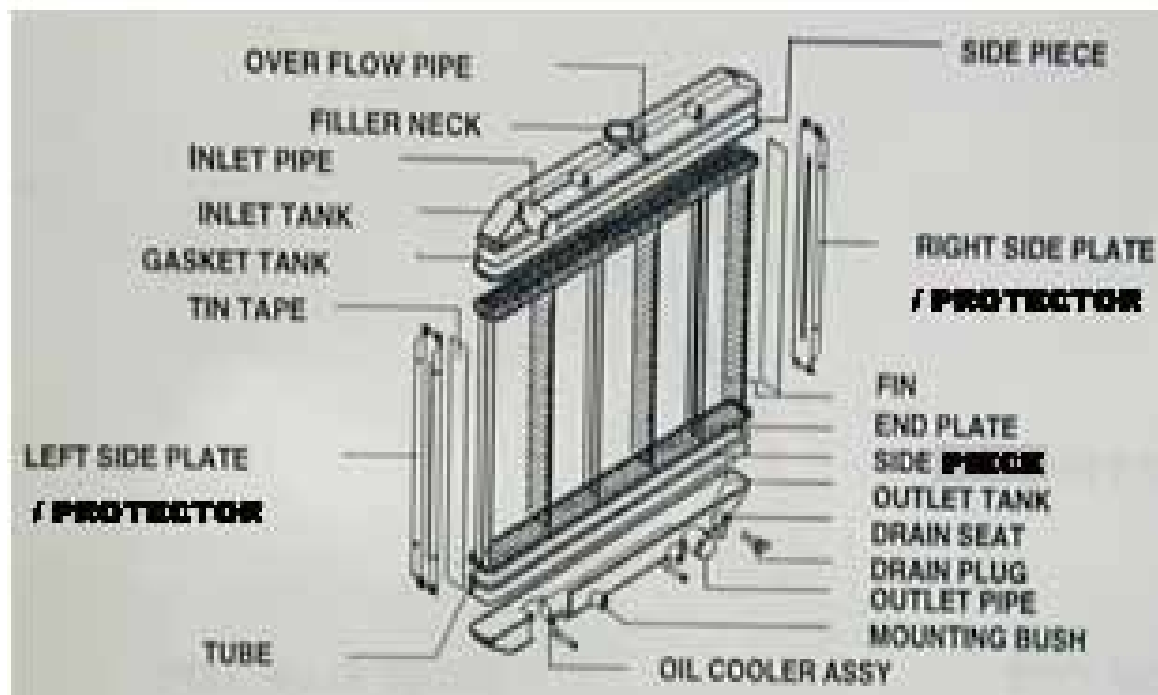
2.1.1. Pengertian dan fungsi radiator

Radiator adalah suatu alat penukar panas (kalor) dari suatu media ke media lain yang digunakan untuk menjaga temperatur mesin dengan cara sirkulasi agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Hal ini diperlukan karena jika suhu pada mesin over heat akan menyebabkan komponen pada mesin cepat rusak atau aus. Radiator berfungsi untuk menjaga temperatur mesin agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan dengan menggunakan media (air/coolant). Radiator menjaga suhu mesin dengan cara melewatkan air (yang telah diturunkan suhunya sehingga dapat menyerap kalor) pada block mesin secara *continue* sehingga suhu mesin tidak over heat.



Gambar : 2.1 Simulasi pemasangan Radiator pada mesin (Hal 2 ,Produk knowledge radiator,ADR Training Center)

2.1.2. Bagian-bagian Radiator



Gambar : 2.2 Bagian – bagian Radiator (Hal 3 ,Produk knowledge radiator,ADR Training Center)

Pada dasarnya radiator dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. *Inlet Tank assy*

Merupakan bagian tanki yang menampung air panas setelah sirkulasi air melewati block mesin. Inlet tank assy terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- Filler Neck
- Over flow pipe
- Inlet Pipe
- Tanki atas

2. *Core Assy*

Core assy adalah bagian dimana terjadi proses pembuangan kalor dari air panas yang melewati tube dan kalor diserap oleh fin kemudian dibuang dengan tiupan angin dari kipas. Core assy terdiri dari komponen-komponen:

- Tube
- Fin
- End Plate

- Side Plate

3. Outlet tank assy

Out Let tank assy adalah bagian penampungan air radiator setelah melewati proses pembuangan kalor pada core assy. Out let tank assy terdiri dari:

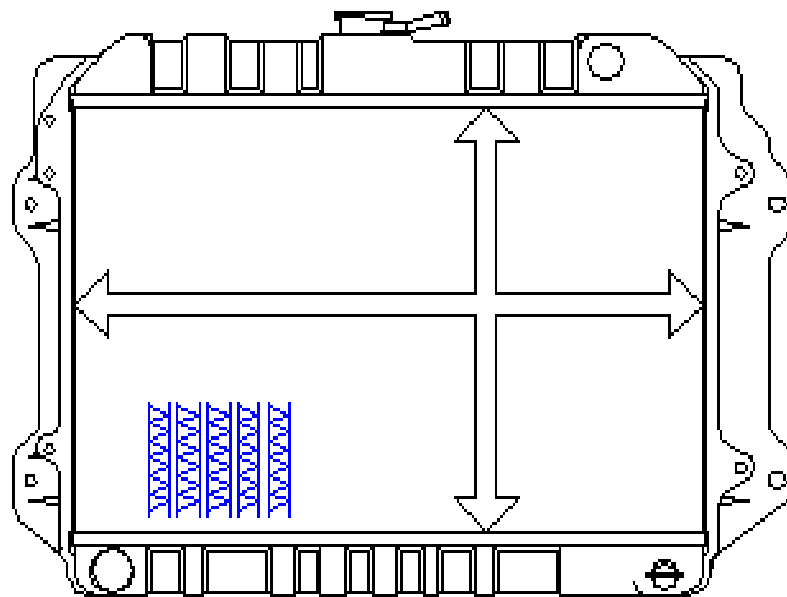
- Tanki bawah
- Outlet Pipe
- Oil cooler assy
- Drain Plug
- Drain seat
- Mounting bush

2.1.3. Jenis Radiator

1. Berdasarkan jenis alirannya (flow) radiator terdiri atas:

- 1). Down Flow (tangi berada diatas dan bawah)

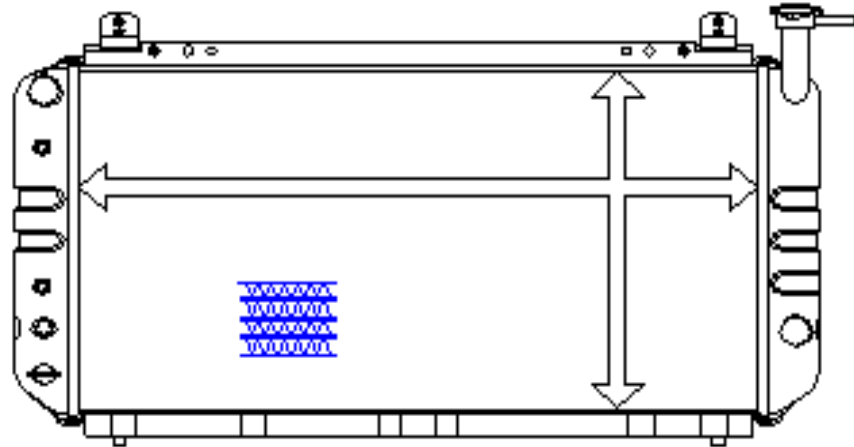
Untuk type ini, posisi tangki ada pada bagian atas dan bawah sehingga aliran air bergerak secara vertikal yaitu dari atas ke bawah.



Gambar : 2.3 Radiator down flow type (Hal 10 ,Produk knowledge radiator,ADR Training Center)

2). Cross Flow (tangi berada disamping kiri dan kanan)

Posisi tangki berada pada bagian kiri dan kanan sehingga aliran air bergerak secara horizontal.

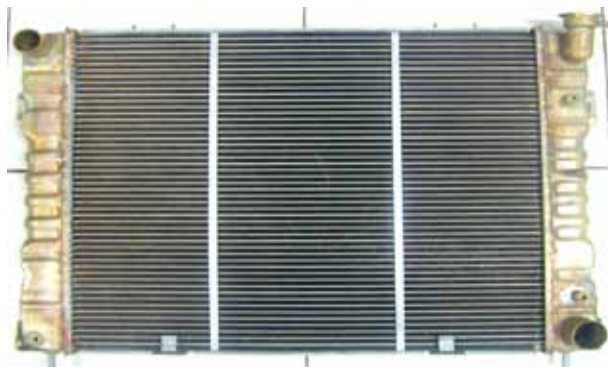


Gambar : 2.4 Radiator cross flow type (Hal 10 ,Produk knowledge radiator,ADR Training Center)

2. Berdasarkan materialnya radiator terdiri atas :

1). Radiator Copper Brass

Bagian tanki terbuat dari material kuningan dan bagian core terbuat dari material tembaga yang disatukan menjadi sebuah radiator dengan proses soldering dengan bahan tambah timah.



Gambar : 2.5 Radiator C/B

2). Radiator Copper Plastik

Bagian tanki terbuat dari material plastik dan bagian core terbuat dari material tembaga yang disatukan menjadi sebuah radiator dengan proses crimping.



Gambar : 2.6 Radiator C/P

3). Radiator Aluminium Plastik

Bagian tanki terbuat dari material plastik dan bagian core terbuat dari material aluminium yang disatukan menjadi sebuah radiator dengan proses crimping..



Gambar : 2.7 Radiator A/P

4). Radiator Aluminium Aluminium

Bagian tanki terbuat dari material aluminium dan bagian core terbuat dari material aluminium juga yang disatukan menjadi sebuah radiator dengan proses soldering dengan bahan tambah aluminium.



Gambar : 2.8 Radiator A/A

2.1.4. Komponen Radiator

2.1.4.1. Tanki

Radiator memiliki 2 buah tanki ,yaitu tanki Atas(inlet Tank) dan Tanki Bawah(outlet Tank).walaupun setiap tanki memiliki fungsi spesifik sendiri-sendiri,tetapi ada umumnya tanki tersebut berfungsi sebagai media penampung air.inlet tank pada radiator berfungsi sebagai tempat penampungan air pertama.Yang dimaksud pertama yaitu air dari mesin (air yang membawa panas)ke radiator dan air yang baru diisi ke radiator.Sedangkan Outlet tank pada radiator mempunyai fungsi spesifik yaitu menampung air yang telah diturunkan temperaturnya untuk kemudian dialirkan ke mesin.

2.1.4.2. End Plate

End plate pada radiator terletak antara tanki dengan core. End plate disini berfungsi untuk menghubungkan tanki dengan core, dengan cara lubang end plate sebagai tempat tube dan got end plate sebagai tempat dudukan tanki pada saat assy.Ada beberapa macam end plate yang dipengaruhi oleh tanki yang akan dipasang yaitu end plate untuk brass tank dan end plate untuk plastikk tank, yang membedakan keduanya adalah bentuk got end platanya.

2.1.4.3. Side Plate

Side Plate terletak diluar bagian core ,fungsinya adalah untuk melindungi fin dan penguat pada core radiator.Side plate terdiri dari 2 macam:

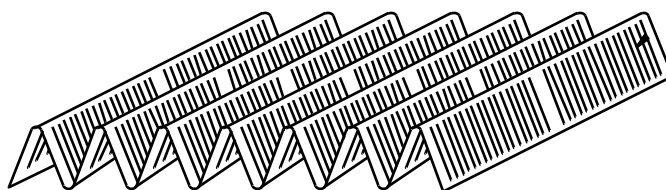
1. Side Plate langsung Protector yaitu side plate yang berfungsi sebagai dudukan pada radiator dan sebagai protector untuk melindungi core radiator. side plate ini punya fungsi ganda yaitu selain sebagai pelindung core juga sebagai dudukan radiator saat dipasang pada mobil.
2. Side plate yang hanya berfungsi sebagai dudukan radiator pada mesin. Side plate ini hanya punya satu fungsi saja yaitu sebagai dudukan radiator pada saat pemasangan di mobil, sedang untuk pelindung core digunakan protector.

2.1.4.4. *Tube*

Tube merupakan bagian penting dari radiator, karena dikomponen inilah air dialirkan untuk melepas kalor/panas secara konveksi oleh udara dengan bantuan fin. Tube mempunyai dimensi yang cukup kecil sehingga volume air yang dialirkan sedikit sehingga waktu yang digunakan untuk menurunkan temperatur air menjadi cepat. Tube berdasar proses sambungannya dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Welding tube, yaitu tube yang penyambungannya dengan pengelasan
2. Lock seam tube yaitu tube yang bentuk sambungannya lipat dan kemudian sambungan tersebut dicoating timah supaya tidak bocor.

2.1.4.5. *Fin*



Gambar : 2.9 Cooing *Fin* (Hal 15 ,Produk knowledge radiator,ADR Training Center)

Fin merupakan bagian terpenting dalam radiator dimana fin ini berfungsi Sebagai ventilasi untuk mengalirkan kalor dan membuang kalor melalui sudut-sudut jendela yang ada pada fin. Kalor diserap dari tube yang mengalirkan air panas. Oleh karena itu fin berada diantara tube. Agar panas pada tube dapat mengalir pada fin maka fin harus menempel pada tube, karena fungsi fin untuk melepas panas ke udara maka fin harus dibuat dari bahan yang mudah menghantar panas. Bahan fin yang sering digunakan yaitu dari aluminium dan tembaga.

2.1.4.6. *Drain Seat dan Drain Plug*

Drain seat dan drain plug hanya terdapat pada tanki bawah sebab lubang drain seat berfungsi sebagai sarana untuk membuang air radiator bila ingin mengganti dengan air yang baru, sedang drain plug berfungsi sebagai penyumbat lubang drain seat saat lubang tersebut tidak untuk menguras air. Drain seat berbentuk berupa bush dimana pada lubangnya terdapat ulir yang berfungsi untuk menutup lubang drain seat dengan drain plug.

2.1.5. **Material Komponen Radiator**

2.1.5.1. *Tanki*

Material untuk tanki terdiri dari:

- a. PA- 66 (untuk tanki dari plastik)
- b. Kuningan
- c. Alumunium

2.1.5.2. *End Plate*

Material untuk pembuatan *end plate* terdiri dari:

- a. Kuningan
- b. Alumunium

2.1.5.3. *Side Plate*

Material untuk *side plate* terdiri dari:

- a. *Terne Sheet* (SPCC-Pb)
- b. Alumunium
- c. PA- 66

2.1.5.4. *Tube*

Material untuk *tube* terdiri dari:

- a. Kuningan
- b. Alumunium

2.1.5.5. *Fin*

Material untuk *fin* terdiri dari:

- a. Alumunium
- b. Tembaga

2.1.5.6. *Drain Seat* dan *Drain Plug*

Material untuk *drain seat* adalah:

- a. Kuningan
- b. Alumunium

Untuk material *drain Plug* adalah PA-66

2.1.6. **Proses Pembuatan Radiator Alumunium**

Proses pembuatan radiator aluminium terdiri dari beberapa proses yaitu :

A. Proses pembuatan komponen

Pembuatan komponen terdiri dari beberapa proses diantaranya :

1) Proses Press Shop

Proses ini berfungsi dalam pembuatan komponen – komponen yang akan dirakit di mesin core assy seperti end plate, side plate.

Alat – alat yang diperlukan dalam proses press shop :

- a. **Mesin cutting** adalah mesin yang berfungsi untuk memotong material yang berbentuk coil . Tebal 1.2 dan 1.4 mm dan lebar 28,34,37,42,44,54,55, 64,77,80, 93 mm dan lainnya. Material tersebut nantinya untuk end plate dan side plate .
- b. **Mesin Press** adalah mesin yang berfungsi untuk mengepres sheet atau plate menjadi bentuk tertentu sesuai bentuk dies
Mesin yang digunakan SANES kapasitas pressure 110 tondengan spm (stroke per minute) : 30 - 76
- c. **Dies** adalah alat yang di pasang pada meja mesin press yang berfungsi untuk membentuk sheet menjadi bentuk yang di kehendaki,dies yang digunakan adalah dies model single (satu kali struk).
- d. **Material**
Sheet yang di gunakan untuk pembuatan end plate dan side plate
Digunakan aluminium sheet teba1,2 dan 1,4 mm type material :AA 3003 dengan lapisan clading AA 4043 $\pm$ 10 %(perekat). material berupa coil dan tertutup kemasan agar tidak kotor dan lapisan non clading lebih kilap dan tidak berserat.

Urutan kerja proses press Shop

1. **Cutting** Adalah proses pemotongan material dari coil sesuai panjang yang dikehendaki
2. **forming** adalah proses pembentukan alur pada komponen sesuai bentuk dies
3. **Blanking** Adalah proses pemotongan bagian tertentu sehingga terbentuk gigi-gigi pada bagian end plate.
4. **Drawing** Adalah proses pembentukan profile cekungan yang lebih dalam dari forming
5. **Piercing** Adalah proses pembuatan lubang pada komponen dengan menekan material dengan pisau punch hingga berlubang.

Di samping proses utama ada proses lain yaitu proses persiapan, proses penyetingan dies di mesin : pengekleman, pengaturan tinggi stroke, pemberian minyak new punch oil pada setiap proses. Hal lain yang penting adalah pengoperasian mesin dengan 2 tombol untuk menghindari kecelakaan kerja. pemberian grease setiap awal operasi untuk pelumasan.

2) Injection

Proses ini berfungsi dalam pembuatan komponen – komponen seperti:

- Tanki

Fungsi tanki plastik adalah :

Sebagai media penampungan air yang terbuat dari bahan polyamide 66+30% GF dengan ketebalan 3.2+0.2 mm.

- Drain plug & drain seat

Drain seat dan drain plug hanya terdapat pada tanki bawah sebab lubang drain seat berfungsi sebagai sarana untuk membuang air radiator bila ingin mengganti dengan air yang baru, sedang drain plug berfungsi sebagai penyumbat lubang drain seat saat lubang tersebut tidak untuk menguras air.

Drain seat berbentuk berupa bush dimana pada lubangnya terdapat ulir yang berfungsi untuk menutup lubang drain seat dengan drain plug.

Drain plug & drain seat terbuat dari bahan polyamide 66+30%GF(glass fiber).

Urutan kerja proses injection

- 1) Hidupkan mesin DHM set temperatur $\pm 250^{\circ} \text{C}$, tekanan angin $< 4 \text{ kg/cm}^2$, tekanan air $< 2 \text{ kg/cm}^2$, dew point yang di perbolehkan -20 sampai - 50 .

Lama pemanasan awal untuk material yang baru dibuka dari kemasan 1 jam dan 1.5 sampai 2 jam untuk bahan yang sudah terkontaminasi dengan udara luar.

- 2) Hidupkan HOPER DRYER set temperatur 120°C dan isi bahan sebaiknya kurang dari 175 kg karena semakin banyak material semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan dan untuk menghindari sisa material dalam hoper
- 3) Hidupkan mesin injection set temperatur barrel 285°C sampai 300°C , Injection pressure 50 - 100 % , screw rotation max 75 % untuk menjaga umur screw akibat gesekan dengan glass fiber, Injection velocity 45 - 99 % , back pressure 0- 20%
- 4) Lakukan greasing sebelum jalan untuk pelumasan ,lama pemanasan awal u/ barrel $\pm$ 1jam 15 menit.Periksa jika ada bagian - bagian yang kendor dengan mendengarkan ,melihat , dan menyentuh.
- 5) Masukkan material ke material tank lalu sedot dengan auto vacuum loader agar masuk ke hoper dan panaskan $\pm$ 1 jam
- 6) Pasang mold ke mesin lalu panaskan dengan AMTC control panas mold antara 70-120 °C (cavity surface temperatur) , namun ada mold yang panasnya tidak bisa lebih dari 70° C karena slider akan macet karena pemuaian sehingga panas harus di turunkan . Pengaruh panas adalah kilap tangki, short- short Silver streak dll
- 7) Proses meng inject adalah proses penyutikan material plastik yang sudah di keringkan oleh hoper dengan ditiup udara kering lalu di panaskan di barrel sampai lumer (melting) dan di suntika masuk ke rongga cetakan (cavity).
- 8) Pemasangan jig after cooling ke kaki tangki untuk menghindari penyusutan (shrink kage)saat pendinginan dan tangki siap untuk proses selanjutnya .

3. Core Assembly

Terbentuknya core karena adanya komponen – komponen yang tersedia seperti tube, fin, side plate (protector) dan end plate yang dirakit di Core Builder M/C ditambah dengan baking jig sebagai pemegang bentuk dari core assy.

Proses – Proses Core Assembly terdiri dari :**1). Perakitan core**

Proses – proses setting tooling core assy: di meja core builder :

- Pemasangan Connecting table untuk dudukan meja core.
- Penggantian alur tube sesuai ukuran tube bila perlu
(hal ini sesuai ukuran tube).
- Membuka /melepaskan E/P Gripper untuk dudukan end plate dan memasang kembali sesuai ukuran E/P.
- Penggantian dan pemasangan kembali poros spacer untuk pemegang S/P Gripper.
- Penggantian/pemasangan S/P Gripper sesuai ukuran S/P.

Urutan proses-proses perakitan core :

Memasang S/P bottom pada S/P Gripper bawah

Tahapan selanjutnya adalah menyusun fin dan tube secara berurutan

Setelah tersusun sampai jumlah yang ditentukan berdasarkan standard type radiator maka dilanjutkan dengan memasang S/P bagian atas pada S/P Gripper Top

Proses kompress dilakukan dari S/P Gripper oleh stroke hidrolik atas

Kemudian dilanjutkan dengan merakit S/P ke tube

Setelah itu memasang sebuah jig ke core assy

Didalam proses core assy banyak sekali yang harus diperhatikan seperti tooling yang presisi dan standard artinya setiap tooling yang dipakai untuk merakit core harus sesuai ukurannya dengan komponen yang akan dirakit.

Komponen – komponen yang ada harus standard artinya tidak ada ukuran yang melebar dari toleransi yang ditentukan seperti panjang tube, tinggi fin, lubang piercing end plate dll.

Kemudian proses setting, karena banyak sekali tooling maka proses setting sangat penting sekali disini untuk menjamin proses core assy dapat berjalan dengan baik dan menjaga supaya tidak terjadi defect dan reject.



Gambar 2.10. Proses perakitan core

2). Proses Expand

Proses expand adalah memperlebar bagian ujung tube yang masuk ke dalam end plate yang bertujuan untuk menghindari end plate miring pada saat proses brazing.



Gambar 2.11. Core yang diexpand

3). Proses Pemasangan Jig secara Manual

Pemasangan jig disini bertujuan untuk memasang jumlah jig sesuai jumlahnya tiap core(*Lihat engineering standard pemasangan jig*)



Gambar 2.12. Pemasangan jig

C. Brazing

adalah suatu proses penyambungan logam dengan cara memanaskan kedua bagian yang akan disambung hingga mencapai temperatur dimana logam pengisi melebur tetapi logam induk tidak melebur. Perbedaan proses brazing dengan proses soldering adalah kalau proses soldering memakai bahan tambah sebagai media penyambung antara logam induk dengan logam yang lain.

Proses brazing dapat berhasil baik apabila :

1. Permukaan logam yang akan di-brazing bersih
2. Tidak ada lapisan oksida pada permukaan logam
3. Tidak ada gap (jarak) antar bagian logam yang akan di-brazing
4. Oleh karena itu sebelum proses brazing dilakukan pada core assy, perlu dilakukan beberapa tahapan proses persiapan untuk mengkondisikan core assy sehingga hasil brazing baik.
5. Proses brazing dan proses-proses persiapan ini dilakukan pada beberapa mesin yang digabung menjadi satu **line** yang disebut **Brazing Line**

Uraian Proses-proses pada Brazing Line

a. Proses Aqueous Degreasing

Core assy dibersihkan dengan menyemprotkan larutan pembersih/air dengan spray nozzle dan meniupkan dengan udara untuk meniriskan larutan/air dengan air blow nozzle dan air cutting.

Tahapan pembersihan ditunjukkan pada bagan alir di samping

Larutan alkali yang digunakan adalah Q-Cleaner #70 dengan konsentrasi 5%

b. Aplikasi Flux

- o Flux diperlukan pada proses brazing untuk menghilangkan lapisan oksida pada permukaan logam dan melindungi permukaan dari re-oksidasi agar logam dapat melekat dengan baik
- o Flux dalam bentuk powder (bubuk) dilarutkan pada air
- o Larutan flux ini disemprotkan pada core assy dengan spray nozzle
- o Tahapan proses aplikasi flux ditunjukkan pada bagan alir di samping.

3.) Flux Dry Off

Proses ini dilakukan dengan memanaskan core assy dalam oven dengan temperatur 250⁰C selama 6-7 menit

Proses ini dilakukan dengan memanaskan core assy dalam furnace dengan temperatur 600-620⁰C selama 11-12 menit

Atmosfir dalam furnace adalah gas nitrogen dengan konsentrasi oksigen maksimum 50 ppm untuk mencegah terjadinya oksidasi permukaan logam.

Pendinginan dengan air

Proses ini dilakukan dengan metoda *water jacket structure*

Atmosfir dalam chamber adalah gas nitrogen dengan konsentrasi oksigen maksimum 50 ppm untuk mencegah terjadinya oksidasi permukaan logam.

Pendinginan dengan udara

Proses ini dilakukan dengan meniupkan udara oleh fan

4). **Brazing**

Hal-hal yang Harus Diperhatikan pada Proses Brazing

- o **Kebersihan core** assy yang akan di-brazing. Core assy harus bersih dari sisa-sisa pelumas, debu dan kotoran lainnya
- o **Flux** pada core assy cukup dan merata
Tidak ada **sisa-sisa air** pada core assy yang masuk pada brazing furnace karena air adalah sumber oksigen
- o **Konsentrasi oksigen** dalam brazing furnace dan water cooling chamber masimum 50ppm
- o **Temperatur** dan **waktu** pemanasan dan pendinginan merupakan hal yang penting untuk mendapatkan hasil brazing yang baik
- o **Jig** untuk core assy agar tidak ada gap (jarak) antar bagian core assy yang akan di-brazing

D. Perakitan Tanki dengan Oil Cooler

Disini terdapat proses assy yaitu pemasangan oil cooler pada tanki agar tanki siap untuk di crimping.

E. Crimping

Core yang telah dilekatkan satu bagian dengan bagian lainnya pada proses Brazing kemudian di-assembly dengan Gasket, dan Tangki sehingga menjadi radiator dengan Proses Crimping.

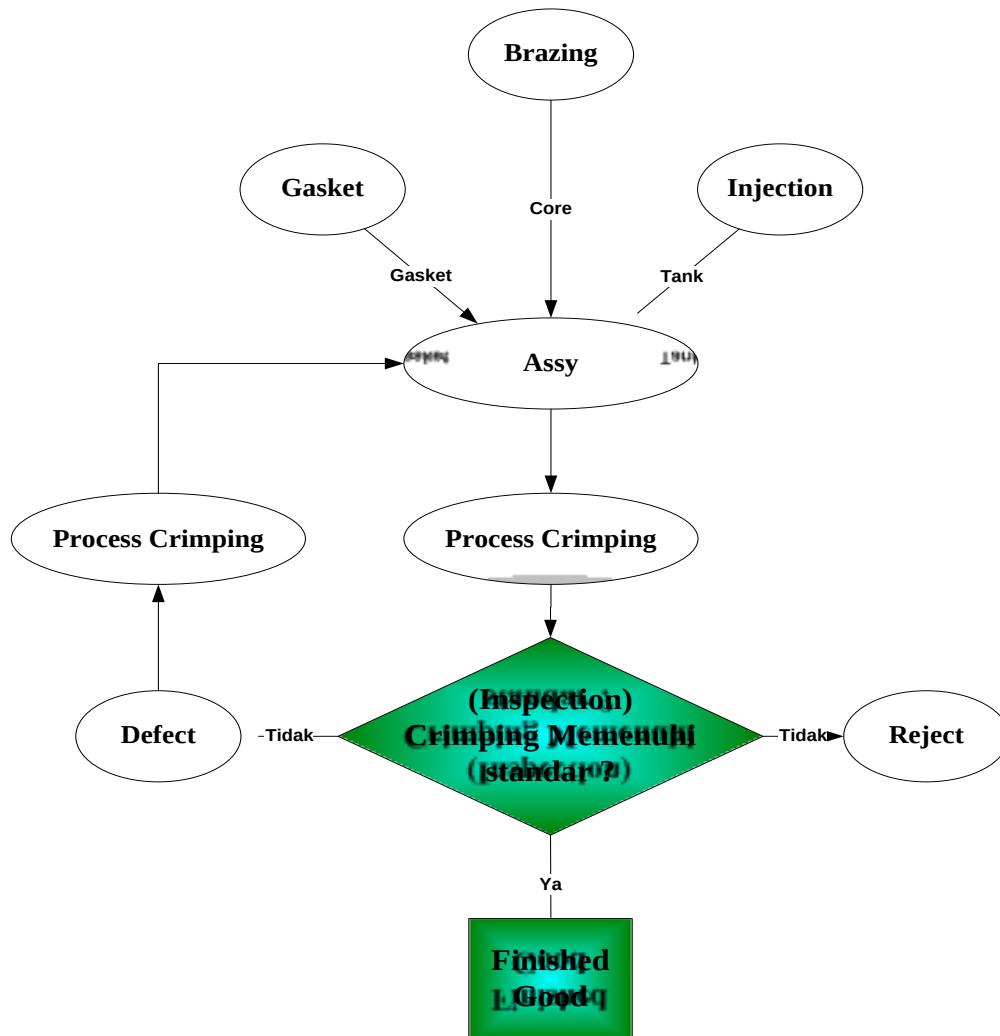
Prinsip Kerja :

Proses Crimping adalah suatu proses Final Assembling dari Core Assy hasil proses Brazing dan Tank Assy hasil proses Painting dengan cara menekuk gigi end plate sampai membentuk sudut 90^0 sehingga mencengkram bibir tangki

Urutan Proses Crimping

- 1) Core assy (got E/P dibersihkan dari kotoran, debu, flux dll. dengan menyemprotkan udara).
- 2) Ambil Gasket dan Check apakah melintir atau tidak, jika tidak melintir terus dimasukkan ke dalam got E/P.

- 3) Ambil Tangki Inlet/Outlet (sesuai dengan Tool Crimping Finger yang dipakai) Masukkan ke dalam got end plate).
- 4) Masukkan komponen yang telah diassy diatas ke mesin untuk dilakukan proses penekukan(crimping).



Gambar 2.13. Proses Crimping

F. Proses Pengujian

Proses pengujian radiator terdapat beberapa macam :

1). Pengujian *Impulse*

Pengujian *Impulse* bertujuan :

- Mengetahui Performace Radiator terhadap perubahan tekanan yang diterima radiator.
- Mengetahui Ketahanan Radiator terhadap mekanisme Elektrolisis

Pengujian impulse terdapat dua metode :

- Metode tekanan Angin
Radiator direndam dalam oli dengan suhu tertentu dan diberikan tekanan kontinyu selama waktu yang telah ditentukan
- Metode tekanan fluida cairan
Radiator dialiri dengan cairan glikol dengan suhu tertentu dan tekanan sesuai standar

Hal-hal yang Harus Diperhatikan

core assy yang akan di-Crimping. Core assy harus bersih dari Flux, debu dan kotoran lainnya. Terutama pada daerah got end Plate-nya. Kebersihan dari mesin dan komponen juga harus diperhatikan

Pada saat pemasangan tool finger harus diperhatikan agar jangan sampai urutan posisi tool finger terbalik atau tertukar karena akan **Kebersihan** menyebabkan kegagalan proses crimping.

Pada saat penyetingan stopper, posisi core harus benar-benar pas dengan posisi tool finger.

Komponen yang akan di-assy harus diperhatikan dan diperiksa secara teliti (Tank, Core, dan Gasket).

Standar Pengujian**Metal Aluminium**

1. *Impulse test* 12000 cycle 24000 cycle
2. *Soldering ratio* 99 %
3. *Kekritisian max* 27 %
4. *Burst strength* 4.0 bar 3.5 bar

2.2. Kapasitas produksi

2.2.1. Pengertian kapasitas

Kapasitas adalah tingkat keluaran maksimum dari suatu operasi (Schroeder,1993,p401). Manajer operasi bertanggung jawab untuk memberikan kapasitas yang cukup guna memenuhi kebutuhan perusahaan.

Kapasitas (Handoko,1996,p299) didefinisikan sebagai kemampuan produktif dari suatu fasilitas yang biasanya dinyatakan sebagai volume keluaran (output) perperiode waktu atau merupakan laju produktif maksimum atau kemampuan konversi dari suatu operasi organisasi. Defenisi lain menyebutkan bahwa Kapasitas adalah kemampuan pembatas dari unit produksi untuk memproduksi dalam waktu tertentu,dan biasanya menyatakan dengan bentuk keluaran persatuan waktu atau kapasitas dapat dikatakan merupakan laju keluaran maksimum dari suatu operasi.

Keputusan mengenai kapasitas dimaksud untuk menghasilkan jumlah produk yang tepat, ditempat yang tepat dan dalam waktu yang tepat pula. Keputusan Kapasitas harus diambil berdasarkan prakiraan permintaan dan perencanaan yang matang, agar ketersediaan kapasitas untuk jangka panjang, menengah dan pendek mencukupi. Kapasitas untuk jangka panjang ditentukan dari ukuran fasilitas fisik yang dipakai. Sedangkan untuk jangka pendek kapasitas dapat diperbanyak melalui subkontrak,tambahan gilir kerja atau menyewa tempat. Perencanaan kapasitas tidak hanya menyangkut besarnya fasilitas, tetapi juga menyangkut berapa orang yang dibutuhkan dalam pengoperasiannya. Dengan kata lain, menyesuaikan antara pemenuhan permintaan pasar dan keinginan untuk menjaga kestabilan tenaga kerja. Atau secara garis, kapasitas yang ada harus dialokasikan dengan gugus-gugus tugas melalui penjadwalan tenaga kerja, peralatan fasilitas.

Mengukur Kapasitas

Sebagai tingkat keluaran, kapasitas harus selalu diukur dalam unit keluaran perperiode waktu. Beberapa contoh ukuran kapasitas adalah ;

- .. Barrel bir per hari
- .. Ton Baja per tahun
- .. Pasien rawat per bulan
- .. Pelanggan yang dilayani per hari
- .. M3 Kerikil yang diangkut per hari
- .. Mahasiswa yang lulus per tahun

Ada beberapa kesalahan umum dalam mengukur kapasitas yaitu (Schroeder, 1993,p402) :

1). Mengabaikan dimensi waktu

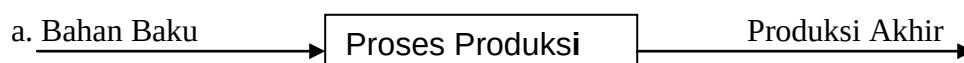
Sebagai contoh, pengukuran yang salah atas kapasitas ialah jumlah tempat tidur di rumah sakit, tempat duduk di rumah makan atau siswa di gedung sekolah. Jumlah tempat tidur di rumah sakit menggambarkan besarnya fasilitas, bukan tingkat keluaran. Jumlah tempat tidur harus dikombinasikan dengan taksiran lamanya pasien tinggal di rumah sakit agar mencapai ukuran kapasitas, seperti pasien yang dirawat per bulan. Demikian juga contoh restaurant dan sekolah hanya menggambarkan besarnya fasilitas dan bukan tingkat keluaran maksimum.

2). Mengacaukan kapasitas dan volume

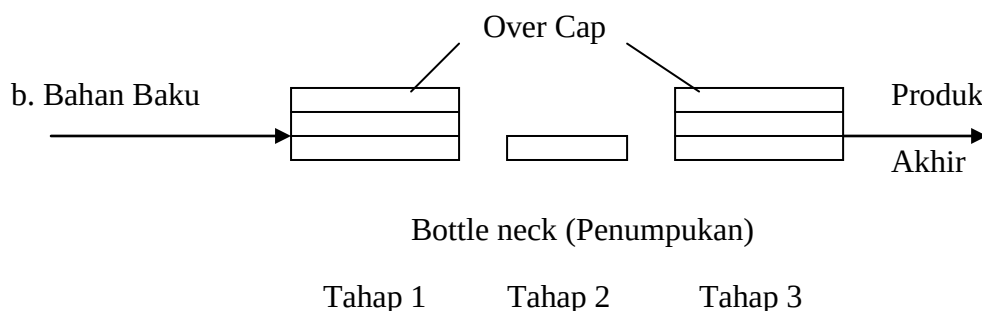
Volume adalah tingkat keluaran aktual dalam suatu periode waktu, sedangkan kapasitas adalah tingkat keluaran maksimum. Sebagai contoh, jika 10.000 mahasiswa lulus dari university of minnesota tahun lalu, maka angka ini adalah sungguh-sungguh angka volume. Volume lulusan aktual itu sendiri tidak mengatakan kepada kita berapa banyak mahasiswa yang sebenarnya dapat diluluskan.

Penetapan Kapasitas Produksi dan Jumlah Mesin Yang dibutuhkan

- “ Kapasitas produksi ditentukan oleh kemampuan mesin atau kapasitas fasilitas produksi yang terpasang.
- “ Proses produksi (Wignjosoebroto,1995,p322) dapat diselenggarakan melalui satu tahapan proses (*one stage*) atau melalui beberapa tahapan proses (*Multiple-stage*).

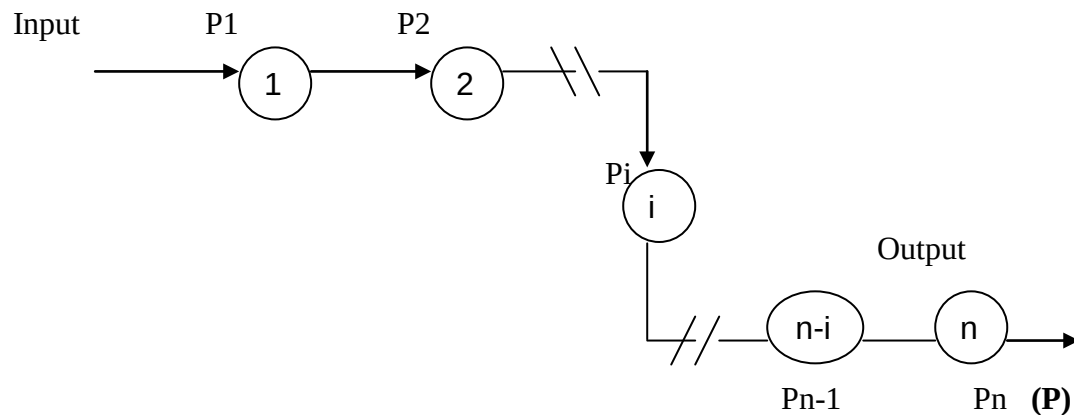


Gambar 2.14 Proses Produksi Tahap Operasi Tunggal



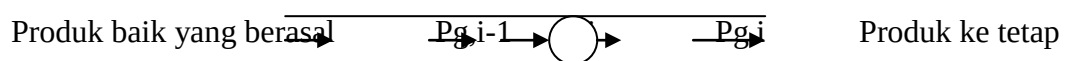
Gambar 2.15. Proses Produksi Tahap Operasi Bertingkat

Secara skematis pola aliran, proses sebagai berikut :



Gambar 2.16 Pola Aliran Tahapan Proses Bertingkat

- .. Semakin banyak tahapan proses yang harus ditempuh untuk membuat suatu produk, semakin banyak pula resiko yang harus diperhitungkan.
- .. Banyaknya produk yang rusak dari masing-masing tahapan proses tergantung pada karakteristik operasi yang ada di masing-masing stasiun kerja seperti kondisi mesin atau peralatan yang dipakai, efektifitas perawatan (*maintenance*) yang dilaksanakan, kemampuan yang ada, dan lain-lain.
- .. Hubungan dari jumlah produk yang harus dibuat serta kemungkinan terjadinya jumlah produk yang rusak untuk masing-masing tahapan proses sebagai berikut :



2.2.2. Pengukuran Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang telah diteliti atau diukur pada waktu yang lalu. Dengan demikian bila pekerjaan tersebut diulang, waktu yang pantas untuk menyelesaikannya sudah diketahui.

Pengukuran waktu (Turner et al,1993) adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti (*Stopwatch*) sebagai alat utamanya. Cara ini tampaknya merupakan cara yang

paling banyak di kenal, dan karenanya banyak dipakai. Salah satu yang menyebabkannya adalah kesederhanaan aturan-aturan yang dipakainya.

Bila operator telah siap didepan mesin atau ditempat kerja lain yang waktu kerjanya akan diukur, maka pengukuran memilih posisi tempat di berdiri mengamati dan mencatat. Posisi ini hendaknya sedemikian rupa sehingga operator tidak terganggu gerakan-gerakannya atau pun merasa canggung karena terlampau merasa diamati. Posisi ini hendaknya memudahkan pengukuran mengamati jalannya pekerjaan sehingga dapat mengikuti dengan baik saat-saat suatu siklus atau elemen bermula dan berakhir.

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu yang dapat dipertanggungjawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar akhirnya dapat di peroleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain.

Langkah-langkah yang perlu diikuti sebelum melakukan pengukuran (Sutalaksana et al, 1979, p119) adalah :

1. Penentuan Tujuan pengukuran

Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, beberapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut.

2. Melakukan penelitian pendahuluan

Kegiatan ini bertujuan untuk mempelajari kondisi kerja dan cara kerja operator kemudian memperbaiki kondisi kerja termasuk lingkungan kerja dan cara kerja diperlukan pengetahuan tentang perancangan sistem kerja yang baik.

3. Memilih operator.

Agar pengukuran dapat berjalan dengan baik dan tepat diandalkan hasilnya, maka perlu dipilih operator yang berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama.

4. Melatih Operator

Sebelum dilakukan pengukuran, maka operator tersebut sudah terbiasa dengan kondisi dan cara kerja yang telah ditetapkan. Hal ini penting mengingat bahwa tujuan pengukuran adalah untuk mencari waktu penyelesaian pekerjaan yang di dapat dari pekerjaan yang wajar dan bukan penyelesaian dari orang yang bekerja tidak terlatih dengan berbagai kesalahan yang dibuat olehnya.

5. Mengurai Pekerjaan atas elemen pekerjaan.

Elemen-elemen pekerjaan merupakan gerakan bagian dari pekerjaan yang bersangkutan. Elemen-elemen inilah yang akan diukur waktunya, dan kemudian masing-masing waktu tersebut akan dijumlahkan, sehingga didapat waktu siklus. Tujuan dari penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya ini adalah untuk memperjelas catatan tentang cara kerja yang dibakukan, memungkinkan dilakukannya penyesuaian bagi setiap elemen, memudahkan mengamati terjadinya elemen yang tidak baku yang mungkin saja dilakukan oleh operator, serta memungkinkan dikembangkannya data waktu gerakan di pabrik yang bersangkutan.

6. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran ini adalah jam henti, lembaran-lembaran pengamatan, pena atau pensil dan papan pengamatan.

Kemudian setelah kita mengetahui langkah-langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengukuran, kini langkah-langkah pengukuran waktu. Hal pertama yang dilakukan adalah pengukuran pendahuluan, dilakukan dengan melakukan beberapa buah pengukuran yang banyaknya ditentukan sendiri oleh pengukur. Biasanya sepuluh atau lebih. Setelah pengukuran ini dijalankan maka data yang telah didapat kita uji kenormalan datanya, menguji keseragaman datanya, dan kemudian diuji apakah data yang kita miliki telah mencukupi dengan uji kecukupan data. Begitu seterusnya sampai jumlah keseluruhan pengukuran mencukupi untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang dikehendaki.

Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak.

Tingkat Ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya yang biasanya dinyatakan dalam persen dari waktu penyesuaian sebenarnya.

2.2.3. Pengujian Data

2.2.3.1. Langkah-langkah Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data bertujuan untuk menentukan apakah data-data yang di peroleh telah berdistribusi normal atau tidak. Uji yang dipakai adalah Uji Kebaikan Suai (*Goodness of Fit Test*) yang didasarkan pada seberapa baik kesesuaian antara frekuensi yang teramati dalam data contoh dengan frekuensi harapan yang didasarkan pada sebaran yang dihipotensikan. Suatu Uji Kenormalan (Walpole,1995,p326) didasarkan pada rumus ;

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana Chi-kuadrat merupakan nilai peubah acak yang ditribusi sampelnya di hampiri amat dekat dengan distribusi chi-kuadrat, dengan OI dan EI masing-masing menyatakan frekuensi pengamatan dan harapan dalam sel ke-i.

Langkah-langkah di dalam melakukan Uji Kenormalan Data meliputi :

1. Hitung Rata-rata dan Standar Deviasi.

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^N c_i}{N}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (c_i - \bar{c})^2}{N - 1}}$$

Dimana : $\bar{c}$ = nilai rata-rata. s = Standar deviasi

c_i = data pengukuran ke-i N = jumlah pengambilan data

2. Hitung range (Jangkauan)

$$\text{Range} = X_{\max} - X_{\min}$$

3. Hitung Jumlah Kelas

$$\text{Jumlah kelas} = 1 + 3.33 \log N$$

4. Tentukan lebar selang kelas

$$\text{Lebar kelas} = \frac{\text{Range}}{\text{Jumlah kelas}}$$

5. Tentukan selang kelas setiap kelas = data terkecil + lebar kelas

6. Hitung frekuensi teramati (OI) setiap selang kelas

7. Tentukan batas atas kelas setiap kelas

8. Hitung Nilai Z Normal pada setiap kelas

$$Z_{\text{normal}} = \frac{\text{Batas atas kelas} - \bar{C}}{S}$$

9. Tentukan luas daerah berdasarkan nilai Z atas dengan berpedoman pada tabel luas wilayah di bawah kurva normal.

Banyaknya derajat bebas dalam uji ini dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$V = k - m$$

Dimana : v = derajat bebas k = banyaknya sel

m = banyaknya besaran yang diperoleh dari data pengamatan yang digunakan dalam perhitungan EI.

10. Hitung luas daerah setiap selang kelas

$$\begin{aligned} P(z) &= P(Z_a < Z < Z_b) \\ &= P(Z < Z_b) - P(Z < Z_a) \end{aligned}$$

11. Hitung frekuensi harapan setiap selang kelas

$$EI = P(z) \times N$$

12. Hitung total nilai X^2 yang mungkin telah memahami penggabungan beberapa sel

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(OI - EI)^2}{EI}$$

13. Tentukan nilai $\chi^2 S$ dari lampiran dengan berpedoman pada derajat bebas.
14. Jika nilai $\chi^2 > \chi^2 \alpha$ berarti data berdistribusi tidak normal, sehingga uji kenormalan data harus diulang. Sedangkan jika nilai $\chi^2 < \chi^2 \alpha$ berarti data telah berdistribusi normal, sehingga pengujian dapat dilanjutkan pada tahap uji keseragaman data.

2.2.3.2. Langkah-langkah Uji Keseragaman Data

Setelah data diuji kenormalannya maka langkah selanjutnya adalah Uji Keseragaman Data, di mana langkah-langkah melakukan Uji Keseragaman Data (Sutalaksana et al, 1979, p132) adalah sebagai berikut :

1. Kelompokkan data hasil pengukuran ke dalam sub grup-sub grup dengan besar sub grup tertentu.
2. Hitung harga rata-rata dari masing-masing sub grup.
3. Hitung harga rata-rata dari harga rata-rata sub grup dengan

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k}$$

Dimana : $\bar{c}$ = rata-rata dari rata-rata sub grup k = Banyaknya sub grup

c_i = Harga rata-rata dari sub grup ke-I

Hitung Standard deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (c - \bar{c})^2}{N - 1}}$$

Dimana : s = Standard Deviasi sebenarnya

X = waktu penyelesaian

N = jumlah data

4. Hitung Standard deviasi dari distribusi harga rata-rata sub grup dengan:

$$s_{\bar{c}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dimana, n : jumlah data tiap sub grup

5. Tentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah (BKA&BKB) dengan :

$$BKA = \bar{c} + 3s_{\bar{c}} \quad BKB = \bar{c} - 3s_{\bar{c}}$$

6. Batas-batas kontrol ini yang merupakan batas apakah sub grup seragam atau tidak. Jika data berada dalam batas kontrol atas dan bawah, maka data-data tersebut telah seragam. Jika ada data yang berada di luar batas kontrol, data tersebut tidak dapat dipakai.

2.2.3.3. Langkah-langkah Uji Kecukupan Data

Hal terakhir dalam pengujian data pengukuran adalah uji kecukupan data. Jumlah pengukuran yang diperlukan sangat berkaitan erat dengan Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan yang dikehendaki. Sedangkan data dan jumlah pengukuran yang dipergunakan dalam Uji Kecukupan Data merupakan data dan jumlah dari pengukuran yang seragam.

Adapun langkah-langkah dalam Uji Kecukupan data adalah sebagai berikut :

1. Tentukan tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang dikehendaki
2. Tentukan rumus untuk menghitung N' dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Jika tingkat ketelitian 5% dari tingkat keyakinan 95% maka :

$$0.05 x = 2 S_{\bar{x}}$$
 - Jika tingkat ketelitian 5% dari tingkat keyakinan 99% maka :

$$0.05 x = 3 S_{\bar{x}}$$
 - Jika tingkat ketelitian 10% dari tingkat keyakinan 95% maka :

$$0.15 x = 2 S_{\bar{x}}$$
 - Jika tingkat ketelitian 10% dari tingkat keyakinan 99% maka :

$$0.1 x = 3 S_{\bar{x}}$$

Rumus untuk menentukan besarnya jumlah pengamatan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% (Sutalaksana et al, 1979,p134) yaitu :

$$N' = \frac{40 \sqrt{N(\bar{\sigma}^2 X^2) - (\bar{\sigma} X)^2}}{(\bar{\sigma} X)}$$

Dimana : x = data pengukuran N = Jumlah pengukuran

N' = banyaknya pengukuran yang diperlukan

3. Hasil pengukuran N' dibandingkan dengan jumlah data yang dipergunakan (N). Jika ternyata $N' > N$, maka pengukuran tahap kedua harus dilakukan. Urutan pengerjaannya dilakukan dari awal lagi dan sama seperti pada pengujian tahap pertama. Kemudian dihitung nilai N' tahap kedua. Jika ternyata N' masih tetap lebih besar dari tahap kedua, maka dilakukan lagi pengukuran tahap ketiga, demikian seterusnya sampai diperoleh nilai N' yang lebih kecil dari pada total jumlah data yang diambil.

2.2.4. Pengukuran Waktu Jam Henti

Metode ini menggunakan jam henti sebagai alat utamanya. Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena kesederhanaan aturan-aturannya.

Ada 3 Metode dalam menggunakan jam henti ini yaitu :

1. Pengukuran yang Berlanjut Terus (*Continuous Timing*)
Dalam pengukuran ini, jam henti dimulai pada saat awal elemen pekerjaan pertama dilakukan dan tidak dihentikan sampai elemen pekerjaan itu selesai. Waktu elemen secara individu di peroleh dengan pengukuran waktu selesai.
2. Pengukuran yang Berulang-ulang (*Repetitive / Snap Back timing*)
Dalam pengukuran ini, jam henti dimulai pada saat awal elemen pekerjaan pertama dilakukan dan berhenti saat akhir elemen ini. Lalu dikembalikan ke posisi awal (keposisi nol), demikian seterusnya. Jadi pengukuran ini berdasarkan elemen pekerjaan.
3. Pengukuran Akumulatif (*Accumulative Timing*)
Pengukuran akumulatif adalah suatu metode yang melibatkan dua atau tiga jam henti. Di sini dua jam henti disusun di suatu holder dengan adanya suatu hubungan secara mekanik di antara jam henti.

2.2.5. Faktor Penyesuaian

Setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat saja terjadi misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena kondisi lingkungan yang buruk. Sebab-sebab seperti ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjangnya waktu penyelesaian suatu pekerjaan.

Jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus atau elemen yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian. Biasanya penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata dengan suatu faktor penyesuaian yang disimbolkan dengan p . Besarnya harga p tentunya sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau yang normal. Bila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja diatas normal atau terlalu cepat, maka harga p -nya akan lebih besar dari satu ($p > 1$); sebaliknya jika operator bekerja dibawah normal, maka harga p -nya akan lebih kecil dari satu ($p < 1$). Seandainya operator bekerja dengan wajar, maka harga p -nya sama dengan satu ($p = 1$).

Beberapa metode yang digunakan dalam menentukan faktor penyesuaian (Sutalaksana et al,1979,p139) adalah

a. Metode persentase

Metode ini merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian dan merupakan cara yang paling mudah dan sederhana. Kelemahan cara ini adalah mudah terlihat kekurangan telitian sebagai akibat dari kasarnya cara penelitian.

b. Metode Schumard

Schumard memberikan batasan penilaian melalui kelas-kelas performance kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri.

c. Metode Westinghouse

Pada metode ini terdiri dari 4 faktor yang menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja serta konsistensinya.

Ketrampilan atau skill merupakan kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan ketrampilan hingga tingkat tertentu. Ketrampilan dapat menurun bila terlalu lama tidak menangani pekerjaan tersebut, kesehatan terganggu ataupun rasa *fatigue* yang berlebihan.

Usaha (effort) adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya.

Kondisi kerja (condition) merupakan kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Faktor ini disebut faktor manajemen karena pihak ini yang berwenang merubah dan memperbaikinya.

Sedangkan konsistensi (Consistency) merupakan faktor yang perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama, waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam, bahkan dari hari ke hari. Selama ini masih dalam batas-batas kewajaran masalah tidak timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan.

Dalam keadaan wajar faktor $p = 1$, sedangkan terhadap penyimpangan dari keadaan ini harga p ditambah dengan angka-angka yang sesuai dengan keempat faktor diatas.

2.2.6. Faktor Kelonggaran

Setelah kita mengetahui nilai dari penyesuaian, maka kita perlu menambahkan faktor kelonggaran yang akan dikali dengan nilai waktu normal untuk mendapatkan waktu baku. Kelonggaran (Sutalaksana et al,1979,p149) diberikan untuk 3 hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, untuk menghilangkan rasa *fatigue*, dan untuk hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja.

Kelonggaran untuk Kebutuhan Pribadi

Yang termasuk dalam kebutuhan pribadi adalah hal-hal seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejenuhan dalam pekerjaan.

Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa Fatigue

Rasa Fatigue tercemin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat dimana hasil produksi menurun.

Kelonggaran Untuk Hambatan-Hambatan Tak Terhindarkan

Beberapa contoh yang termasuk kedalam hambatan tak terhindarkan adalah :

Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas

Melakukan penyesuaian mesin

Memperbaiki kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah

Mengasah peralatan potong.

2.2.7. Perhitungan waktu siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

2.2.7.1. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus (Tantangan industri manufacturing, Kiyoshi Suzuki, p145) adalah selang waktu antara saat menyelesaikan satu unit produk dan unit produk sebelumnya.

Waktu siklus biasanya dipengaruhi oleh output yang dikehendaki selama periode waktu produksi, dimana rumus perhitungan waktu siklus adalah :

$$WS = \frac{\sum X_i}{N}$$

Dimana : X_i adalah waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan.

N adalah jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan.

2.2.7.2. Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal (Sutalaksana et al, 1979, p137) adalah waktu siklus dikali penyesuaian. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$W_n = W_s \times p$$

Dimana : p = faktor penyesuaian W_n = Waktu normal

2.2.7.3. Perhitungan Waktu Baku

Waktu Baku (Sutalaksana et al, 1979, p137) adalah waktu total yang diperlukan oleh operator untuk melakukan pekerjaannya setelah ditambah faktor kelonggaran.

$$\text{Rumus : } W_b = W_n + W_n \cdot 1$$

Dimana : 1 adalah kelonggaran yang diberikan kepada operator.

BAB III

Metode Pengumpulan Data & Pemecahan Masalah

3.1 Gambaran umum

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. XX Berdiri pada tahun 1976 bermula dari sebuah bengkel radiator kecil kemudian berkembang menjadi sebuah perusahaan yang memproduksi Radiator, Filter, Fuel Tank, Muffler, Brake pipe, Kondensor AC dan Housing (air cleaner).

PT. XX didirikan oleh Eddy Hartono sebagai penghasil komponen mobil. Pada tahun 1980 Eddy Hartono mengambil alih sebuah perusahaan penghasil produk saringan mobil. Pada tanggal 31 January 1994, PT. XX menguasai 70% saham PT Panata Jaya Mandiri yang didirikan bulan Desember 1983 serta 99,9% saham PT Andhi Candra Auto motive Product yang diambil alih pada bulan November 1987.

Pada bulan Juli 2000 perseroan menerbitkan obligasi PT.XX tahun 2000 dengan nilai nominal sebesar Rp. 100 milyar dengan tingkat bunga tetap sebesar 16,625% per tahun selama 5 tahun yang dimaksudkan untuk membiayai perluasan fasilitas produk baru supaya menunjang dan mengantisipasi perkembangan dan permintaan pasar yang semakin meningkat.

PT.XX merupakan penghasil beberapa komponen otomotif berkualitas tinggi yang mempunyai pangsa pasar didalam negeri maupun luar negeri. Salah satu kunci sukses PT.XX adalah kemampuan menjaga kualitas produknya. Untuk mendukung semua itu ditempuh dengan cara menjalin kerjasama teknik maupun lisensi yang dilakukan dengan perusahaan yang berpengalaman dan berbasis internasional dari Jepang, Amerika Serikat, dan baru-baru ini Korea. Usaha patungan bersama donaldson pada tahun 1995 telah menegaskan reputasi perseroan secara internasional. Kerjasama dan bantuan teknik dari produsen produk otomotif seperti :

1. Tokyo Radiators MFG.Co.Ltd
2. Tennex Corp. Tokyo Roki Co.Ltd
3. Thermal System Division
4. Donaldson Company Inc.

Dengan demikian perusahaan dapat memenuhi berbagai spesifikasi produk sesuai dengan permintaan pasar.

Sebagai perusahaan yang telah memiliki sertifikat QS9000 kategori ISO9002 dan TS 16949, PT.XX memiliki dan menjalankan suatu visi dan misi yang jelas dalam menjalankan kinerjanya.

Kondisi saat ini PT ' XX ' memiliki sebuah line pembuatan core radiator dengan mesin rakit sebanyak 15 buah dengan operator 15 orang tiap shift, mesin expand 5 buah dengan operator 5 orang tiap shift, Operator pasang jig sebanyak 5 orang, dan operator mesin oven 5 orang tiap shiftnya. Dalam tiap bulannya line ini memiliki target pembuatan core radiator sebanyak 55.000 namun dalam kenyataannya line ini hanya bisa menghasilkan core radiator type A sebanyak 47.000 pcs/bulan.

Kondisi yang berjalan saat ini pembuatan core radiator type A melalui beberapa tahapan proses seperti di bawah ini :

1. Perakitan

Proses perakitan komponen di core assy adalah proses penggabungan komponen – komponen seperti fin, tube, end plate dan side plate, komponen tersebut disusun pada mesin rakit core kemudian disatukan menjadi satu kesatuan core radiator.

Berikut adalah tahapan proses dalam perakitan komponen core radiator :

1.1. Setting tooling core assy di meja core builder :

- Pemasangan Base table untuk dudukan meja core.
- Penggantian alur tube sesuai ukuran tube bila perlu
- (hal ini sesuai ukuran tube).
- Membuka /melepaskan E/P Gripper untuk dudukan end plate dan memasang kembali sesuai ukuran E/P.
- Penggantian dan pemasangan kembali poros spacer untuk pemegang S/P Gripper.
- Penggantian/pemasangan S/P Gripper sesuai ukuran S/P.

1.2. Proses perakitan komponen core :

Memasang S/P bottom pada S/P Gripper bawah

Memasang EP pada EP gripper kanan dan kiri

Tahapan selanjutnya adalah menyusun fin dan tube secara berurutan

Setelah tersusun sampai jumlah yang ditentukan berdasarkan standard type radiator maka dilanjutkan dengan memasang S/P bagian atas pada S/P Gripper Top

Proses kompress dilakukan dari S/P Gripper oleh stroke hidrolik atas

Kemudian dilanjutkan dengan merakit atau memasukkan S/P & susunan tube kedalam EP kanan dan kiri

Setelah itu memasang sebuah jig ke core assy

Di dalam proses core assy banyak sekali yang harus diperhatikan seperti tooling yang presisi dan standard artinya setiap tooling yang dipakai untuk merakit core harus sesuai ukurannya dengan komponen yang akan dirakit.

Komponen – komponen yang ada harus standard artinya tidak ada ukuran yang melebar dari toleransi yang ditentukan seperti panjang tube, tinggi fin, lubang piercing end plate dll.

Kemudian proses setting, karena banyak sekali tooling maka proses setting sangat penting sekali disini untuk menjamin proses core assy dapat berjalan dengan baik dan menjaga supaya tidak terjadi defect dan reject.



Gambar 3.1. Proses perakitan core

2. Expand

Proses Expand adalah suatu proses pendukung proses perakitan core dengan jalan memperlebar tube yang masuk pada bagian end plate bertujuan agar end plate tidak miring setelah mengalami pemanasan pada proses brazing.



Gambar : 3.2. Hasil Proses Expand

3. Pemasangan jig secara manual

Proses pemasangan jig core assy bertujuan untuk mempertahankan bentuk core pada saat core dioven / dibrazing, agar bentuk dari core tidak berubah. Jumlah jig yang di pasang pada tiap core tergantung dari ukuran core yang akan di brazing. Jumlah pemasangan jig tersebut diatur pada engineering standard pemasangan jig radiator.



Gambar : 3.3. Proses Pemasangan Jig Secara Manual

4. Pemasangan tatakan bechel di konveyor mesin brazing

Pemasangan bechel atau tatakan sebagai alas core agar tidak bersentuhan langsung dengan konveyor mesin brazing, yang bertujuan agar core tidak bergerak saat melewati konveyor satu ke konveyor yang lain.

Core radiator diletakkan diatas bechel dengan end plate menumpu langsung di tatakan, pemasangan seperti ini dilihat dari titik berat core mengakibatkan core melengkung atau end plate miring, namun hal ini dapat dihilangkan dengan mengexpand lubang tube yang masuk pada end plate.



Gambar : 3.4. Penempatan tatakan core diatas tatakan pada konveyor mesin brazing

5. Brazing

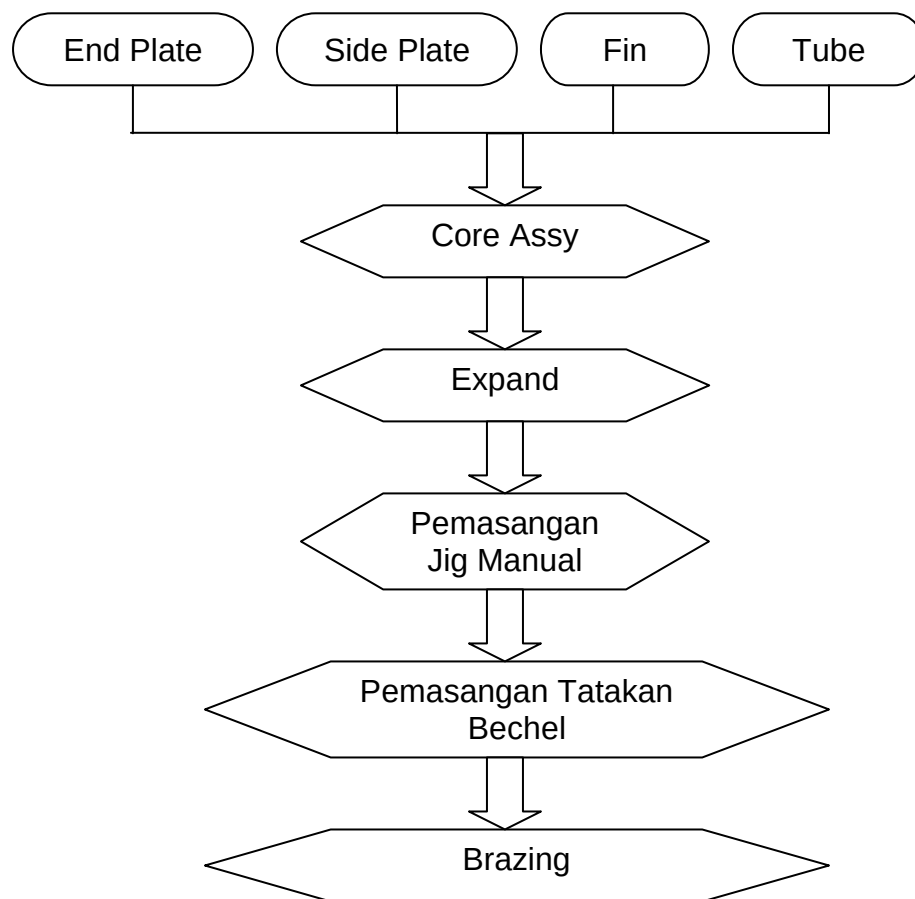
Suatu proses penyambungan logam dengan cara memanaskan kedua bagian yang akan disambung hingga mencapai temperatur dimana logam pengisi melebur tetapi logam induk tidak melebur.



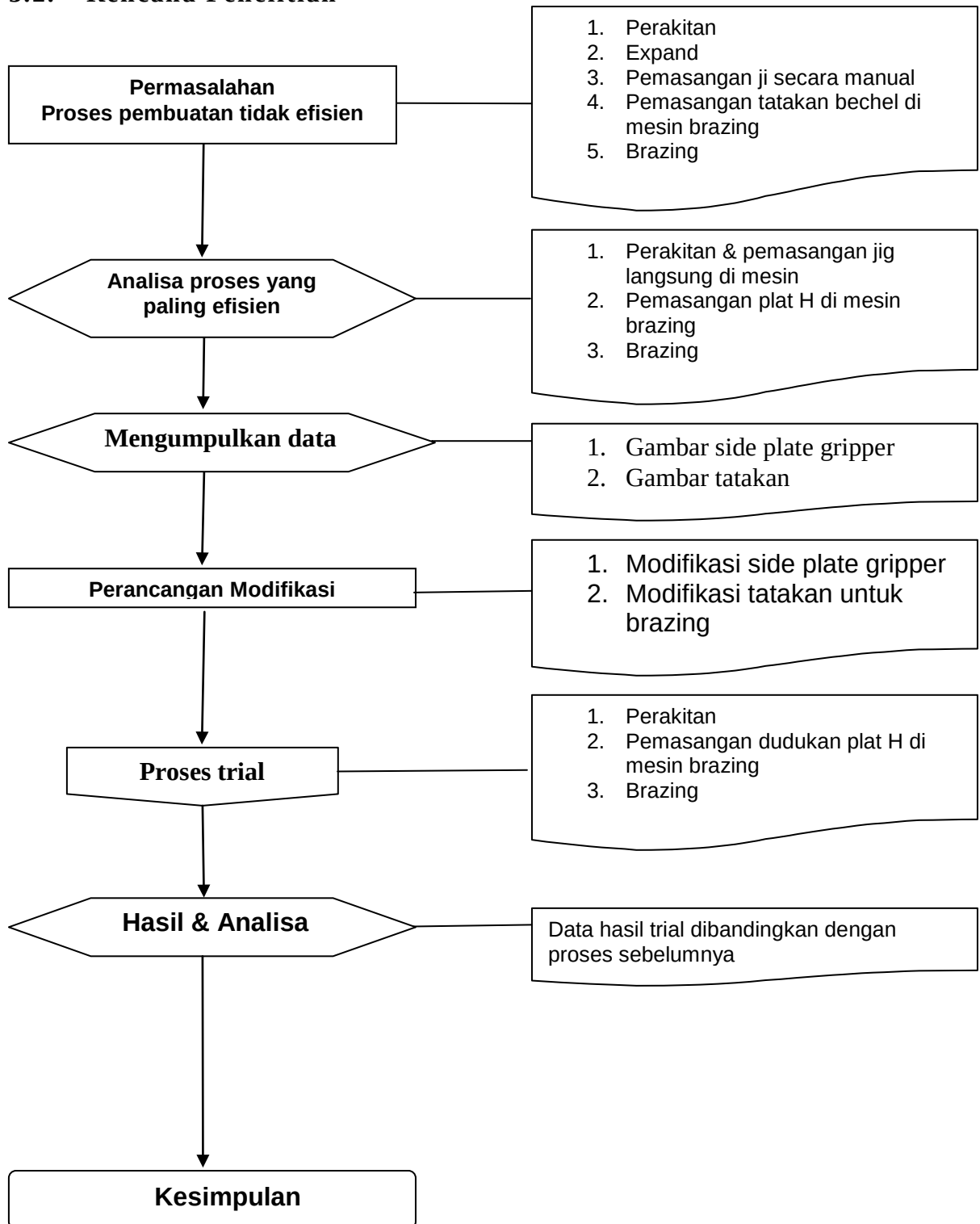
Gambar : 3.5. Core yang telah dibrazing

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa penelitian ini bertujuan untuk menyederhanakan proses pembuatan core radiator type A yang berjalan sekarang ini (seperti diatas) dengan jalan menghilangkan proses expand dan menghilangkan proses pemasangan jig secara manual.

Gambar 3.6. Flow chart proses core assy



3.2. Rencana Penelitian



Gambar 3.7. Flow chart Rencana Penelitian

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

1. Penelitian Lapangan (Field Research)

Yaitu dengan mengadakan penelitian langsung untuk memperoleh data-data yang perlu diperlukan dengan cara :

a. Wawancara

Penulis mengadakan wawancara langsung dengan Engineering Process untuk mendapatkan data yang diperlukan.

b. Observasi

Penulis mengadakan pengamatan langsung serta pengukuran pada lokasi penelitian, terutama mengenai hal-hal yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas dalam skripsi ini.

2. Penelitian kepustakaan (Library Research)

Memperoleh data-data yang diperlukan untuk menyusun landasan teori yang akan dijadikan criteria dalam menilai permasalahan yang ditemukan dalam penelitian, catatan kuliah dan literature.

3.2.2. Ekstraksi Hasil Pengolahan Data

3.2.2.1. Pengujian kenormalan, keseragaman dan kecukupan Data

Dalam pengolahan data, penulis menggunakan beberapa uji data untuk mendapatkan waktu siklus yang sebenarnya dari setiap elemen kerja pada proses pembuatan core radiator . Pengujian data dilakukan sesuai prosedur yang ada pada masing-masing uji data. Data-data waktu siklus yang penulis peroleh dari pengukuran sebanyak 20 data pengamatan untuk setiap elemen kerja dan elemen kerja yang ada pada proses pembuatan *core* sebanyak 5 elemen kerja. Lalu semua data-data waktu siklus dilakukan pengujian yang meliputi pengujian kenormalan data, pengujian keseragaman data dan pengujian kecukupan data.

Contoh perhitungan uji kecukupan, kenormalan dan keseragaman data yang penulis ambil adalah pada proses pertama yaitu proses core assy.

Langkah pertama adalah mengelompokkan data menjadi 4 subgrup, kemudian hitung jumlah, rata-rata tiap sub grup.

Tabel 3.1 Perhitungan Jumlah & Rata-rata Proses Core Assy

Sub Grup	Data pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
1	403.52	405.85	399.13	415.45	415.69	2039.64	407.92
2	399.25	405.30	400.54	417.79	416.20	2039.07	407.81
3	414.75	390.60	406.84	405.06	410.37	2027.62	405.52
4	406.33	397.91	402.07	410.06	396.85	2013.21	402.64
Total						8119.55	1623.91

Keterangan : Detail data waktu proses core assy ada pada lampiran

Lalu dihitung pula, Rata-rata Keseluruhan = $8119.55/20 = 405.97$

Jumlah data (N) = 20

Jumlah data dalam sub grup (n) = 5

Jumlah kelas = $1 + 3.3 \log N = 1 + 3.3 \log 20 = 5.29 \approx 5$ kelas

Data terkecil = 396.85

Data terbesar = 417.79

Wilayah range = $417.79 - 396.85 = 20.94$

Lebar kelas = $20.94 / 5 = 4.192$

Lalu setiap data pada table 3.1 dikelompokkan ke dalam kelas-kelas sesuai selang kelas yang mencakup data tersebut sehingga akan diperoleh frekuensi data yang teramati (OI). Setelah itu dilakukan perhitungan rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (σ).

Dimana rumus rata-rata ($\bar{X}$) adalah :

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{N} = 8119.55/20 = 405.97$$

Sedangkan untuk standar deviasinya adalah :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(403.52-405.97)^2 + (405.85-405.97)^2 + \dots + (396.85-405.97)^2}{20-1}}$$

$$= 7.79$$

Untuk standar deviasi (σ) = 7.79

Sedangkan untuk standar deviasi dari distribusi nilai rata sub grup ($\sigma_{\bar{x}}$), dengan rumus :

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 7.79/(\sqrt{4}) = 3.89$$

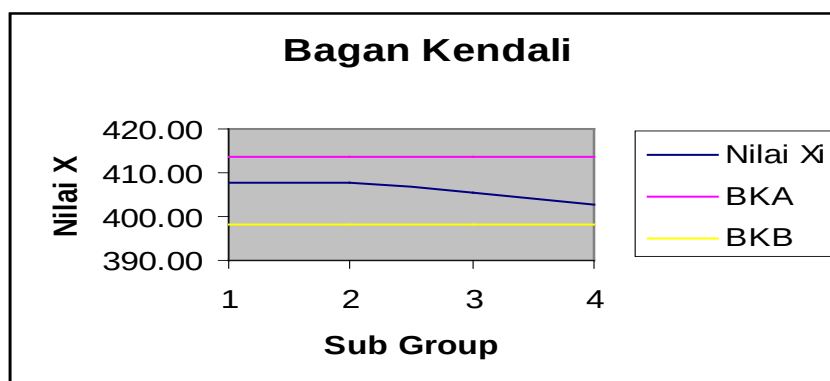
Lalu hitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + 2\sigma_{\bar{x}} & \text{BKB} &= \bar{X} - 2\sigma_{\bar{x}} \\ &= 405.97 + 2(3.89) & &= 405.97 - 2(3.89) \\ &= 413.75 & &= 398.19 \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Batas kontrol atas dan bawah

Sub group	Rata-rata	BKA	BKB	Keterangan
1	407.93	413.75	398.19	SERAGAM
2	407.82	413.75	398.19	SERAGAM
3	405.52	413.75	398.19	SERAGAM
4	402.64	413.75	398.19	SERAGAM

Kemudian dari hasil perhitungan batas kontrol atas dan bawah, dibuat bagan agar lebih terlihat jelas apakah nilai Xi tersebut masuk dalam batas atas dan bawah.



Karena semua rata-rata sub grup berada dalam batas control (lihat bagan diatas) seragam dan dapat dilanjutkan ke uji kecukupan data.

Uji kecukupan data dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{20(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Rumus tersebut didapat dari rumus menentukan besar jumlah pengamatan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% (Sutalaksana at al, 1979,p134).

Maka dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} N' &= \frac{40\sqrt{20(403.5^2 + 405.9^2 + \dots + 396.85^2) - (403.5 + 405.9 + \dots + 396.85)^2}}{(403.5 + 405.9 + \dots + 396.85)} \\ N' &= \frac{40\sqrt{20(3297430) - (65927092.2)^2}}{8119.55} \\ &= \mathbf{0.52} \end{aligned}$$

Karena $N' < N$, maka jumlah pengukuran data waktu siklus cukup.

Untuk pengujian kenormalan, keseragaman dan kecukupan data proses yang lain dapat dilihat pada bagian lampiran.

3.2.2.2. Penentuan Faktor Penyesuaian dan Faktor Kelonggaran

Dalam penentuan faktor penyesuaian penulis menggunakan cara **Westinghouse** yang mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu :

1. Keterampilan
2. Usaha
3. Kondisi kerja
4. Konsistensi

Alasan penulis menggunakan cara *Westinghouse* Karena cara ini yang paling lengkap dan terperinci. Sedangkan untuk penentuan faktor kelonggaran, penulis menggunakan tabel faktor kelonggaran yang tersedia pada buku Teknik Tata Cara Kerja.

Untuk lebih jelasnya rincian dari penentuan faktor penyesuaian dan kelonggaran dapat dilihat pada bagian lampiran.

Tabel 3.3 Nilai faktor penyesuaian dan kelonggaran

No.	Proses	Penyesuaian (p)	Kelonggaran (1 %)
1	Core Assy	1.03	15.5
2	Proses Expand	1.06	23
3	Proses Pemasangan Jig Manual	1.00	20
4	Pemasangan Tatakan Bechel	1.06	20
5	Proses Brazing	0	0

Contoh uraian pengumpulan data faktor penyesuaian dan kelonggaran proses pembuatan core.

Faktor Penyesuaian Dan Kelonggaran Proses Core Assy

1. PROSES CORE ASSY

Faktor Penyesuaian

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Good	C2	+0.03
Usaha	Average	D	0.00
Kondisi Kerja	Average	D	0.00
Konsistensi	Average	D	0.00
Jumlah			+0.03

Jadi $P = 1 + 0,03 = 1.03$

Faktor Kelonggaran

Faktor	Kelonggaran (%)
A. Tenaga yang Dikeluarkan : Sangat Ringan	7.5
B. Sikap Kerja : Berdiri diatas dua kaki	1
C. Gerakan Kerja : Agak Terbatas	1
D. Kelelahan Mata : Pandangan Terus menerus dengan fokus tetap	1
E. Temperatur Tempat Kerja : Normal	1
F. Keadaan Admosfer : Cukup	2
G. Keadaan Lingkungan : Siklus Kerja Berulang-ulang antara 5 - 10 detik	1
H. Penambahan Kelonggaran untuk kepentingan pribadi	1
Jumlah	15.5

3.2.3 Perhitungan Waktu Baku

Setelah didapat waktu siklus dan juga telah ditentukan nilai penyesuaian dan kelonggaran yang dapat diberikan dari masing-masing elemen proses, maka waktu baku dapat dihitung.

Perhitungan waktu baku untuk proses core assy adalah sebagai berikut .

Waktu siklus (Ws) pada proses core assy = 405.97 detik

Nilai penyesuaian (p) yang diberikan adalah 1.03, maka :

Waktu normal (Wn) = $Ws \times p = 405.97 \times 1.03 = 418.17$ detik

Kelonggaran yang dapat diberikan adalah 15.5%, maka :

Waktu baku (Wb) = $Wn + Wn(1) = 418.17 + 418.17 (0.155) = 482.98$ detik

Untuk perhitungan waktu baku untuk proses yang lain cara perhitungannya sama dengan yang di atas.

Tabel 3.4 Perhitungan Waktu Baku

Proses	Ws(detik)	P	Wn(detik)	1(%)	Wb(detik)
Core Assy	431.5	1.03	418.17	15.5	482.98
Expand	104.3	1.06	110.5	23.0	135.9
Pasang Jig Manual	123.0	1.00	123.0	20.0	147.6
Pasang Tatakan Bechel	26.5	1.06	28.1	20.0	33.7
Brazing	0	0.0	0.0	0.0	0

Berdasarkan hasil perhitungan waktu baku diketahui bahwa proses pertama yaitu proses core assy memiliki waktu baku yang paling besar yaitu 482.98 detik. Hal ini terjadi karena proses dimesin ini memiliki kapasitas paling kecil (produk = 8 pcs/jam) di bandingkan yang lain, sehingga memerlukan waktu yang lebih banyak. Sedangkan proses yang memiliki waktu baku yang paling kecil adalah proses pemasangan tatakan bechel yaitu sebesar 33.7 detik.

3.2.4. Penentuan kapasitas produksi

Penentuan tingkat volume produksi core assy type A didasarkan pada penjumlahan waktu proses core assy, proses expand dan pemasangan jig.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/hari} &= \frac{\text{Waktu efisiensi kerja/hari} \times \text{Jmlh M/C Core Builder}}{\text{Waktu baku (detik)/pcs}} \\
 &= \frac{22 \times 3600 \times 15}{(482.98 + 135.9 + 147.6)} = 1549.94 \text{ pcs/hari} = 1550 \text{ pcs/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.5. Data pendukung perhitungan kapasitas produksi

No	Proses/mesin	Jam Kerja/hari (D)	Time process (Detik) (DT)	Down Time (Detik) (DT)	Set Up Time (Detik) (ST)	% defect (p)
1	Core Assy	22 Jam	482.98	600	1800	1.4
2	Expand	22 Jam	135.9	900	1800	0
3	Pasang Jig Manual	22 Jam	147.6	900	1800	0
4	Pasang Tatakan Bechel	22 Jam	33.7	900	1800	0
5	Brazing	22 Jam	0	0	0	0

Langkah pertama yaitu perhitungan efisiensi untuk tiap tahapan proses.

$$\text{Rumusnya : } E_i = 1 - \frac{DT + ST}{D}$$

Proses Core Assy , expand dan pemasangan jig

$$E_i = 1 - \frac{5400}{22 \times 3600} = 1 - 0.068 = 0.932$$

Proses Pasang tatakan bechel

$$E_i = 1 - \frac{900 + 1800}{22 \times 3600} = 1 - 0.034 = 0.966$$

Proses Brazing

$$E_i = 1 - \frac{300 + 7200}{22 \times 3600} = 1 - 0.095 = 0.905$$

Jadi jumlah produksi keseluruhan dengan prosentase efisiensi adalah :

Rumus :

$$N = T / 60 \times P / (D.E)$$

Dimana :

N : Jumlah Mesin / Operator

P : Jumlah Produk yang harus dibuat (unit produk / bulan)

T : Waktu Standart (menit / unit produksi)

D : Jam operasi kerja mesin yang tersedia ; 3 Shift = 22 jam/hari

E : Faktor efisiensi kerja mesin yang disebabkan adanya : *set up (persiapan), breakdown(gangguan), repair(perbaikan)*, dan lain-lain yang menyebabkan terjadinya idle (pengangguran).

Out put pembuatan core radiator type A selama 1 hari selama satu hari adalah :

$$N = T / 60 \times P / (D.E)$$

$$15 = \frac{766.48 / 60}{60} \times \frac{P}{22 \times 0.932}$$

$$P = 1445 \text{ pcs / hari}$$

Sehingga dalam satu bulan line ini menghasilkan core radiator type A sebanyak :

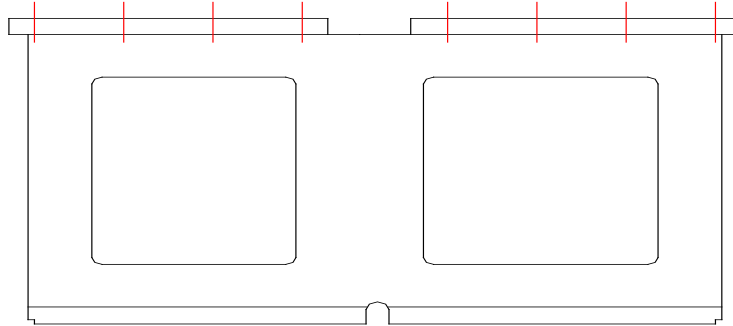
$$1445 \text{ pcs / hari} \times 26 \text{ hari kerja} = 37558 \text{ pcs}$$

Dengan out put 37558 pcs/bulan line tidak bisa memenuhi permintaan pelanggan yang jumlah ordernya berkisar antara 45000 pcs/bulan.

Melihat kondisi seperti ini penulis ingin melakukan penyederhanaan proses pada line pembuatan core radiator dengan jalan menghilangkan proses expand dan pemasangan jig secara manual dengan membuat alat bantu yang bisa menggantikan proses tersebut yang bisa menyingkat waktu proses sehingga akan menambah quantity produksi dan meminimalkan BO tiap bulannya dan mampu memenuhi kebutuhan pelanggan.

3.2.5. Langkah–Langkah Modifikasi side plate gripper & membuat tatakan plat H.

Kondisi side plate gripper yang sekarang ini hanya terdapat satu buah coakan untuk pemasangan jig, sebagai pemegang bentuk core saat core diambil dari mesin rakit core.



Gambar 3.8. Side Plate Gripper dengan satu coakan

Dengan sebuah coakan berarti jig yang terpasang hanya satu buah jig, hal ini menyebabkan core tidak siap untuk langsung dibrazing, agar siap dibrazing core harus dipasang lebih dari satu jig(lihat tabel engineering standar pemasangan jig).

Dengan kondisi seperti ini penulis ingin melakukan modifikasi side plate gripper dengan menambah jumlah coakan pada side plate gripper.

Penentuan jumlah coakan disesuaikan dengan jumlah pemasangan jig tiap core sesuai core yang sedang diproduksi (lihat table engineering pemasangan jig).

1) Modifikasi side plate gripper

Dalam perancangan sebuah side plate gripper kita harus melakukan urutan – urutan dasar pembuatan, yaitu :

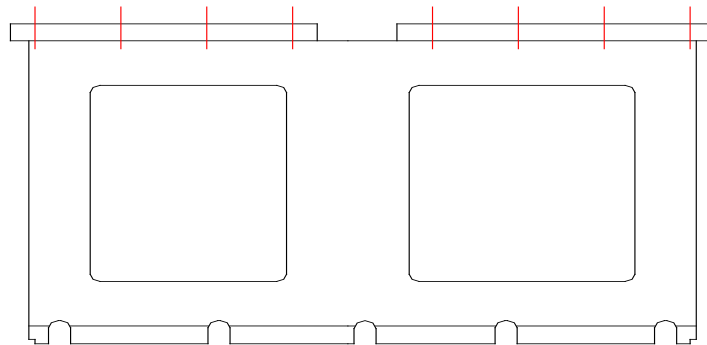
- Membuat gambar side plate gripper

Langkah yang paling pertama kita lakukan adalah membuat gambar side plate gripper, coakan pada side plate gripper harus disesuaikan dengan jumlah jig yang dipasang pada core (sesuai engineering standard). Dengan adanya gambar beserta ukuran dan toleransinya akan memudahkan seseorang dalam memodifikasi tooling sesuai dengan standard yang telah ditetapkan.

- Proses machining Side Plate Gripper

Langkah selanjutnya adalah Side Plate Gripper yang sudah ada diberi tambahan coakan atau alur sesuai jumlah jig yang dipasang pada tiap core. Proses pengerjaan dilakukan pada mesin Milling/Frais. Jumlah pemasangan jig pada sebuah core radiator harus sesuai standard jumlah yang ditetapkan, apabila hal itu diabaikan akan mempengaruhi kualitas radiator pada proses brazing yaitu dapat mengakibatkan core radiator jajaran genjang, susunan fin dapat berantakan atau

keluar dari rata-rata core radiator(fin drop), fin tidak nempel side plate dan fin tidak nempel tube.



Gambar 3.9. Side Plate Gripper yang sudah di coak

Dengan modifikasi ini proses pemasangan jig secara manual dapat diganti dengan memasang jig langsung pada mesin pada saat proses setelah rakit core. Hal ini memiliki dampak besar yaitu mengurangi waktu transfer ke lokasi pemasangan jig secara manual, menghilangkan proses pemasangan jig secara manual dan menghilangkan operator pemasangan jig secara manual.

2) Modifikasi tatakan plat H

Dalam membuat tatakan plat H ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- Tatakan harus lebih kecil dari ukuran core radiator.

Ukuran tatakan plat H dibuat lebih kecil dengan tujuan agar peletakan core radiator yang akan di brazing dapat masuk pada bagian tengah – tengah radiator (pada susunan fin tube diantara kedua end plate kanan dan kiri).Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.10. Posisi core pada plat H

- Tinggi dari tatakan plat H harus lebih tinggi dari bagian terluar end plate terhadap permukaan susunan fin dan tube(posisi end plate harus

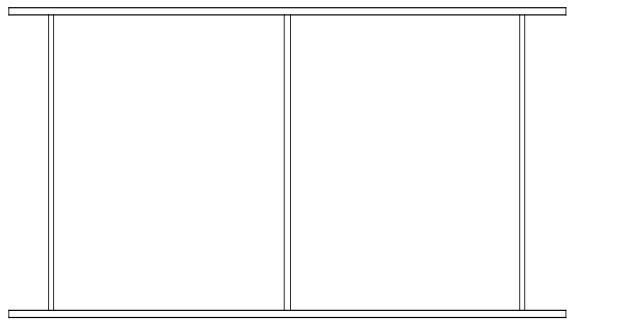
menggantung). Hal ini bertujuan agar posisi end plate tidak menumpu beban yang mengakibatkan miring saat di brazing.



Gambar 3.11. Posisi core menggantung

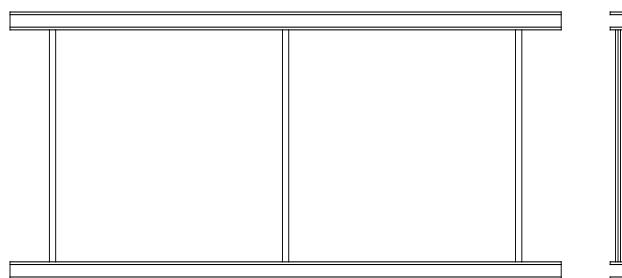
Dengan adanya tatakan plat H ini, posisi core menggantung diatas tatakan pada saat proses brazing, dengan posisi menggantung ini diharapkan end plate miring tidak terjadi karena proses expand dihilangkan .

- Tatakan plat H design lama



Gambar 3.12. Tatakan Plat H design lama

- Tatakan plat H design Baru



Gambar 3.13. Tatakan Plat H design Baru

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Setelah dilakukan modifikasi Side Plate Gripper dan Tatakan selesai maka selanjutnya dalam bab ini akan diuraikan tentang penyederhanaan dari proses pembuatan core radiator alumunium.

Proses ini akan meliputi beberapa tahap yaitu

1. Proses Perakitan dan pemasangan jig di mesin

Proses ini adalah penggabungan atau perakitan komponen – komponen seperti fin, tube, end plate dan side plate dirakit menjadi satu unit core kemudian memasang jig sebagai pemegang bentuk core.

2. Pemasanganudukan Plat H di Mesin Brazing

. Merupakan proses pemasanganudukan plat yang telah dimodifikasi pada mesin brazing.

3. Proses Brazing (oven)

adalah suatu proses penyambungan logam dengan cara memanaskan kedua bagian yang akan disambung hingga mencapai temperatur dimana logam pengisi melebur tetapi logam induk tidak melebur.

4. Perhitungan kapasitas produksi

Setelah dilakukan trial diatas maka kita dapat menghitung waktu untuk menentukan kapasitas produksi.

5. Proses Analisa

Ini adalah proses paling akhir dari proses penyederhanaan pembuatan core radiator alumunium, sehingga kita dapat mengambil kesimpulan apakah penyederhanaan proses tersebut bisa digunakan untuk menggantikan urutan proses sebelumnya.

4.1. Proses Trial Hasil Modifikasi Tooling

4.1.1. Proses perakitan core radiator type A langsung pasang jig di mesin

Proses Perakitan merupakan proses yang sangat penting, karena dalam tahap ini komponen – komponen seperti fin, tube, end plate dan side plate akan dirakit di Core Builder M/C ditambah dengan pemasangan 5 buah jig sehingga menjadi satu kesatuan core radiator. Dalam tahap ini pula akan diketahui apakah tooling yang kita modifikasi dan kita buat dapat dipasang dengan baik. Agar proses perakitan dapat berjalan lancar maka perlu diperhatikan hal –hal seperti berikut ini :

1. Semua komponen pembangun harus standard.
artinya tidak ada ukuran yang melebar dari toleransi yang ditentukan seperti panjang tube, tinggi fin, lubang piercing end plate dll.
2. Semua tooling harus standard dan presisi.
artinya setiap tooling yang dipakai untuk merakit core harus sesuai ukurannya dengan komponen yang akan dirakit
2. Kondisi mesin baik seperti baru selesai service.
Mesin harus dalam kondisi 100 % artinya mesin benar – benar siap untuk dipakai produksi.
4. Operator mengerti standard operasi penyetingan
Karena banyak sekali tooling maka operator harus mempunyai keterampilan dan pengalaman dalam proses setting untuk dapat menjamin proses core assy dapat berjalan dengan baik dan menjaga supaya tidak terjadi defect dan reject

Karena core builder memiliki banyak tooling , maka proses settingan banyak sekali sehingga hal ini harus diantisipasi dengan membuat standard terhadap settingan yang disebut SOP (Standard Operation Prosedure).

. Berikut urutan – urutan proses perakitannya :

- ◆ Memasang end plate pada endplate gripper kanan dan kiri.
- ◆ Memasang side plate pada side plate gripper bawah.
- ◆ Menyusun fin dan tube sesuai jumlah per tipe.
- ◆ Memasang side plate pada side plate gripper atas.
- ◆ Merapatkan susunan fin dan tube dengan menekan tombol kompres sampai susunan fin dan tube rapat.
- ◆ Meratakan susunan fin dan tube bagian atas dengan perata core.

- ◆ Memasukkan tube yang telah disusun ke dalam end plate dengan cara menghidupkan tuas hidrolik dalam posisi maju end plate gripper unit kanan dan kiri.
- ◆ Memasang jig pada coakan side plate gripper yang telah dimodif.



Gambar 4.0. Pemasangan jig pada coakan S/P Gripper

- ◆ Membuka compres core side plate gripper atas dan mengeluarkan end plate dari end plate gripper kanan dan kiri dengan membuka tuas hidrolik dalam posisi mundur.
- ◆ Mengambil core dari meja mesin yang telah dipasang jig kemudian menaruh pada lori yang telah disediakan.

4.1.2. Proses Pemasanganudukan Plat H di Mesin Brazing

Pemasangan plat H yang sudah dimodifikasi adalah sebagai pengganti dari proses expand sebelumnya, dengan plat H ini bagian end plate tidak duduk di tatakan tetapi yang duduk di tatakan adalah bagian body core, sehingga end plate dalam kondisi menggantung saat di brazing.

Dengan kondisi seperti ini maka end plate tidak menerima beban dari core saat dipanaskan sehingga end plate tidak mengalami miring.

Cara Kerja :

- Mengambil core yang ada di lori kemudian masukkan ke dalam mesin brazing yang sudah diberi tatakan plat H pada konveyor.



Gambar 4.1. Pemasangan tatakan plat H

4.1.3. Proses Brazing

suatu proses penyambungan logam dengan cara memanaskan kedua bagian yang akan disambung hingga mencapai temperatur dimana logam pengisi melebur tetapi logam induk tidak melebur.

Proses brazing dapat berhasil baik apabila :

1. Permukaan logam yang akan di-brazing bersih
2. Tidak ada lapisan oksida pada permukaan logam
3. Tidak ada gap (jarak) antar bagian logam yang akan di-brazing
4. Oleh karena itu sebelum proses brazing dilakukan pada core assy, perlu dilakukan beberapa tahapan proses persiapan untuk mengkondisikan core assy sehingga hasil brazing baik.
5. Proses brazing dan proses-proses persiapan ini dilakukan pada beberapa mesin yang digabung menjadi satu line yang disebut Brazing Line
selain itu juga harus memperhatikan hal-hal dalam proses brazing diantaranya :
 - o **Kebersihan core** assy yang akan di-brazing. Core assy harus bersih dari sisa-sisa pelumas, debu dan kotoran lainnya
 - o **Flux** pada core assy cukup dan merata
Tidak ada **sisa-sisa air** pada core assy yang masuk pada brazing furnace karena air adalah sumber oksigen
 - o **Konsentrasi oksigen** dalam brazing furnace dan water cooling chamber maksimum 50ppm

- o **Temperatur** dan **waktu** pemanasan dan pendinginan merupakan hal yang penting untuk mendapatkan hasil brazing yang baik
- o **Jig** untuk core assy agar tidak ada gap (jarak) antar bagian core assy yang akan di-brazing.

Dari sample produk yang diberikan ke QC, maka akan dicek apakah sample yang dihasilkan memenuhi toleransi-toleransi ukuran yang ditetapkan dalam *drawing* produk.

Selain dari dimensi segi penampilan juga perlu dicek karena hasil proses *brazing* akan kelihatan apakah end plate miring atau tidak (lihat lampiran appearance standart).

- o Bila hasil QC menyatakan OK maka produksi bisa dijalankan
- o Bila hasil QC menyatakan NG maka dilakukan analisa penyebab NG dan lakukan perbaikan.

4.2. Pengujian kenormalan, keseragaman dan kecukupan Data

Waktu pengamatan dari trial diatas kemudian diolah untuk mengetahui apakah data tersebut signifikan atau tidak.

Dalam pengolahan data, penulis menggunakan beberapa uji data seperti perhitungan di bab sebelumnya.

Langkah pertama adalah mengelompokkan data menjadi 4 subgrup, kemudian hitung jumlah , rata-rata tiap sub grup.

Tabel 4.1 Waktu trial core assy

Sub Group	Data pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
1	433.28	438.33	428.40	447.01	444.23	2191.24	438.25
2	429.72	436.20	438.77	450.07	444.00	2198.75	439.75
3	445.52	433.94	433.96	438.88	442.05	2194.34	438.87
4	439.13	438.18	436.54	443.80	430.57	2188.21	437.64
Total						8772.53	1754.51

Lalu dihitung pula, Rata-rata Keseluruhan = $8772.53/20 = 438.63$

Jumlah data (N) = 20

Jumlah data dalam sub grup (n) = 5

Jumlah kelas = $1 + 3.3 \log N = 1 + 3.3 \log 20 = 5.29 \approx 5$ kelas

Data terkecil = 428.40

Data terbesar = 447.01

Wilayah range = $447.01 - 428.40 = 18.61$

Lebar kelas = $18.61 / 5 = 3.722$

Lalu setiap data pada table 4.1 dikelompokkan ke dalam kelas-kelas sesuai selang kelas yang mencakup data tersebut sehingga akan diperoleh frekuensi data yang teramati (OI). Setelah itu dilakukan perhitungan rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (σ).

Dimana rumus rata-rata ($\bar{X}$) adalah :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = 8772.53/20 = 438.63$$

Sedangkan untuk standar deviasinya adalah :

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(433.28-438.63)^2 + (438.33-438.63)^2 + \dots + (430.57-438.63)^2}{20-1}} \\ &= 5.98\end{aligned}$$

Untuk standar deviasi (σ) = 5.98

Sedangkan untuk standar deviasi dari distribusi nilai rata sub grup ($\sigma_{\bar{x}}$), dengan rumus :

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 5.98/(\sqrt{4}) = 2.99$$

Lalu hitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + 2 \sigma_{\bar{x}}$$

$$= 438.63 + 2(2.99)$$

$$= 444.61$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \sigma_{\bar{x}}$$

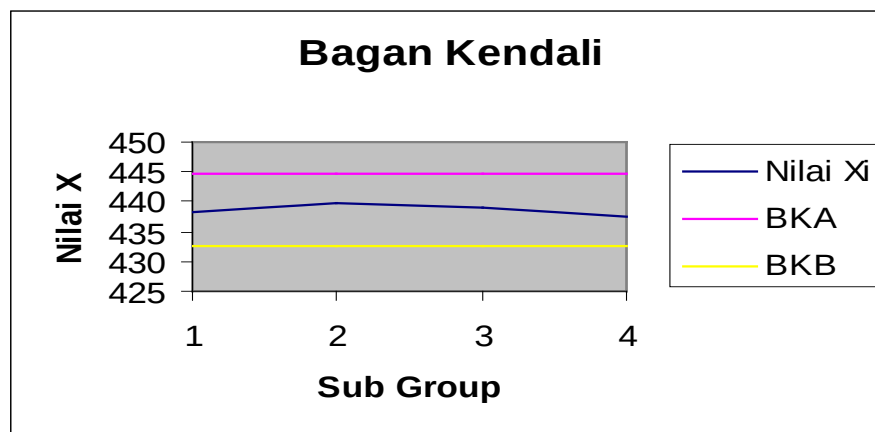
$$= 438.63 - 2(2.99)$$

$$= 432.65$$

Tabel 4.2. Batas kontrol atas dan bawah

Sub group	Rata-rata	BKA	BKB	Keterangan
1	438.25	444.61	432.65	SERAGAM
2	439.75	444.61	432.65	SERAGAM
3	438.87	444.61	432.65	SERAGAM
4	437.64	444.61	432.65	SERAGAM

Kemudian dari hasil perhitungan batas kontrol atas dan bawah, dibuat bagan agar lebih terlihat jelas apakah nilai $\bar{X}_i$ tersebut masuk dalam batas kontrol atas dan bawah.



Karena semua rata-rata sub grup berada dalam batas control (lihat bagan diatas) seragam dan dapat dilanjutkan ke uji kecukupan data.

Uji kecukupan data dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{20(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Rumus tersebut didapat dari rumus menentukan besar jumlah pengamatan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% (Sutalaksana at al, 1979,p134).

Maka dapat diperoleh :

$$N' = \frac{\{40\sqrt{20(433.28^2 + 438.33^2 + \dots + 430.57^2) - (433.28 + 438.33 + \dots + 430.57)^2}\}}{(433.28 + 438.33 + \dots + 430.57)}$$

$$N' = \frac{40\sqrt{20(3848547.765) - (76957366.36)^2}}{8772.53}$$

$$= 0.283$$

Karena $N' < N$, maka jumlah pengukuran data waktu siklus cukup.

4.3. Penentuan Faktor Penyesuaian dan Faktor Kelonggaran

Dalam penentuan faktor penyesuaian penulis menggunakan cara *Westinghouse* yang mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu :

1. Keterampilan
2. Konsistensi
3. Kondisi kerja
4. Usaha

Alasan penulis menggunakan cara *Westinghouse* Karena cara ini yang paling lengkap dan terperinci. Sedangkan untuk penentuan faktor kelonggaran, penulis menggunakan tabel faktor kelonggaran yang tersedia pada buku Teknik Tata Cara Kerja. Untuk lebih jelasnya rincian dari penentuan faktor penyesuaian dan kelonggaran dapat dilihat pada bagian lampiran.

Tabel 4.3 Nilai faktor penyesuaian dan kelonggaran

No	Proses	Penyesuaian (p)	Kelonggaran (%)
1	Core Assy& pemasangan jig langsung di mesin	1.03	15.5
2	Pemasangan Tatakan Bechel	1.06	20
3	Proses Brazing	1.07	26

Contoh uraian pengumpulan data faktor penyesuaian dan kelonggaran proses pembuatan core.

Faktor Penyesuaian Dan Kelonggaran Proses Core Assy

1. PROSES CORE ASSY

Faktor Penyesuaian

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Good	C2	+0.03
Usaha	Average	D	0.00
Kondisi Kerja	Average	D	0.00
Konsistensi	Average	D	0.00
Jumlah			+0.03

Jadi $P = 1 + 0,03 = 1.03$

Faktor Kelonggaran

Faktor	Kelonggaran (%)
A. Tenaga yang Dikeluarkan : Sangat Ringan	7.5
B. Sikap Kerja : Berdiri diatas dua kaki	1
C. Gerakan Kerja : Agak Terbatas	1
D. Kelelahan Mata : Pandangan Terus menerus dengan fokus tetap	1
E. Temperatur Tempat Kerja : Normal	1
F. Keadaan Admosfer : Cukup	2
G. Keadaan Lingkungan : Siklus Kerja Berulang-ulang antara 5 - 10 detik	1
H. Penambahan Kelonggaran untuk kepentingan pribadi	1
Jumlah	15.5

4.4. Perhitungan Waktu Baku

Setelah didapat waktu siklus dan juga telah ditentukan nilai penyesuaian dan kelonggaran yang dapat diberikan dari masing-masing elemen proses, maka waktu baku dapat dihitung.

Perhitungan waktu baku untuk proses core assy adalah sebagai berikut .

Waktu siklus (Ws) pada proses core assy = 438.63 detik

Nilai penyesuaian (p) yang diberikan adalah 1.03, maka :

Waktu normal (Wn) = $Ws \times p = 438.63 \times 1.03 = 451.79$ detik

Kelonggaran yang dapat diberikan adalah 15.5%, maka :

Waktu baku (Wb) = $Wn + Wn(1) = 451.79 + (451.79 \times 0.155) = 521.8$ detik

Untuk perhitungan waktu baku untuk proses yang lain cara perhitungannya sama dengan yang di atas.

Tabel 4.4. Perhitungan waktu baku

Proses	Ws(detik)	P	Wn(detik)	1(%)	Wb(detik)
Core Assy & pemasangan jig langsung	438.63	1.03	451.79	15.5	521.8
Pasang Tatakan Bechel	27.53	1.06	29.18	20.0	35.0
Brazing	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

Berdasarkan hasil perhitungan waktu baku diketahui bahwa proses pertama yaitu proses core assy memiliki waktu baku yang paling besar yaitu 521.8 detik. Hal ini terjadi karena proses dimesin ini memiliki kapasitas paling kecil (produk = 8 pcs/jam) di bandingkan yang lain, sehingga memerlukan waktu yang lebih banyak. Sedangkan proses yang memiliki waktu baku yang paling kecil adalah proses pemasangan tatakan bechel yaitu sebesar 35 detik.

4.5. Penentuan kapasitas produksi

Penentuan tingkat volume produksi core assy type A didasarkan pada waktu proses core assy.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/hari} &= \frac{\text{Waktu efisiensi kerja/hari} \times \text{Jmlh M/C Core Builder}}{\text{Waktu baku (detik)/pcs}} \\
 &= \frac{22 \times 3600 \times 15}{521.8} = 2276.73 \text{ pcs/hari} = 2277 \text{ pcs/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5. Data pendukung perhitungan kapasitas produksi

No	Proses/mesin	Jam Kerja/hari (D)	Time process (Detik) (DT)	Down Time (Detik) (DT)	Set Up Time (Detik) (ST)	% defect (p)
1	Core Assy	22 Jam	521.8	600	1800	1.4
2	Pasang Tatakan Bechel	22 Jam	35	900	1800	0
3	Brazing	22 Jam	0	0	0	0

Langkah pertama yaitu perhitungan efisiensi untuk tiap tahapan proses.

$$\text{Rumusnya : } E_i = 1 - \frac{DT + ST}{D}$$

Proses Core Assy , expand dan pemasangan jig

$$E_i = 1 - \frac{600+900}{22 \times 3600} = 1-0.019 = 0.98$$

Proses Pasang tatakan bechel

$$E_i = 1 - \frac{900 + 1800}{22 \times 3600} = 1-0.034 = 0.966$$

Jadi jumlah produksi keseluruhan dengan effisiensinya :

Rumus :

$$N = T / 60 \times P / (D.E)$$

Dimana :

N : Jumlah Mesin / Operator

P : Jumlah Produk yang harus dibuat (unit produk / tahun)

T : Waktu Standart (menit / unit produksi)

D : Jam operasi kerja mesin yang tersedia ; 3 Shiff = 22 jam/hari

E : Faktor efisiensi kerja mesin yang disebabkan adanya : *set up (persiapan),breakdwon(gangguan), repair(perbaikan)*, dan lain-lain yang menyebabkan terjadinya idle (pengangguran).

Output pembuatan core radiator type A selama 1 hari selama satu hari adalah :

$$N = T / 60 \times P / (D.E)$$

$$15 = \frac{521.8 / 60}{60} \times \frac{P}{22 \times 0.98}$$

$$P = 2231 \text{ pcs / hari}$$

Sehingga dalam satu bulan line ini menghasilkan core radiator type A sebanyak :

$$2231 \text{ pcs / hari} \times 26 \text{ hari kerja} = 58000 \text{ pcs}$$

Dengan output **58000 pcs/bulan** line bisa memenuhi permintaan pelanggan yang jumlah orderannya berkisar antara 45000 pcs/bulan.

Berikut ini di halaman selanjutnya di jabarkan hasil dan perbandingan proses sebelum dan sesudah modifikasi tooling.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dalam Kesimpulan ini akan diketahui perbandingan antara proses yang lama (Dengan Expand dan pemasangan jig secara Manual) dan proses yang baru (Non Expand dan pemasangan Jig langsung pada mesin core assy). Walaupun perbedaan hanya terletak pada proses expand dan pemasangan jig pada mesin tetapi dengan proses yang baru ini akan menghasilkan perubahan proses yang besar karena didukung dengan penggunaan tatakan Plat H dan akan bisa mengurangi jumlah mesin dan jumlah operator.

5.1.1. Perbandingan Proses

Tabel : 5.1. Perbandingan Proses

No	Expand	Jumlah Mesin	Jumlah Operator	Non Expand	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
1	Perakitan	15	45	Perakitan dan Pasang Jig Langsung di Mesin	15	45
2	Expand	5	15			
3	Pasang Jig Manual		15			
Total	3 Proses	20	75	1 Proses	15	45

Dilihat dari perbandingan proses antara yang lama dengan yang baru maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Terjadi penghematan dalam penggunaan jumlah mesin yaitu dari 20 mesin menjadi 15 mesin
2. Terjadi penghematan dalam jumlah operator yaitu dari 75 Orang menjadi 45 Orang
3. Terjadi Penghematan flow chat proses dari 3 proses menjadi 1 proses sehingga dapat memperpendek waktu produksi.

5.1.2. Perbandingan Total

Dari perbandingan – perbandingan di atas maka dapat disimpulkan bahwa dengan proses yang baru ini akan terjadi penghematan – penghematan yaitu :

Tabel : 5.2. Perbandingan Proses Total

Item	Proses Lama	Proses Baru
Jumlah Proses	5 proses	3 proses
Jumlah Operator	75 orang	45 orang
Jumlah Mesin	20 mesin	15 mesin
Cycle time	780 detik	530 detik
Kapasitas	5 pcs / jam	7 pcs / jam
Biaya untuk 1 pcs	Rp. 9.778,69	Rp. 3.627,72

Dari perbandingan – perbandingan tersebut maka dengan proses baru ini terjadi penghematan total dari segi biaya sebesar **Rp 3,469,147,582.50 per tahun**

5.2. Saran

Dilihat dari perbandingan – perbandingan antara proses yang lama dengan proses yang baru baik dilihat dari segi kapasitas, jumlah operator dan jumlah mesin maka disarankan agar proses – proses produksi sekarang yang masih berjalan secara manual untuk bisa dilakukan perubahan proses menjadi lebih ringkas (jika memungkinkan untuk dilakukan). Dengan perubahan – perubahan tersebut sudah terbukti terjadi penghematan yang sangat besar terutama dilihat dari segi keuntungan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. SUTALAKSANA. IFTIKAR Z, Teknik Tata Cara Kerja .Jurusan teknik Industri ITB, Bandung 1979
2. WIGJOSUBROTO, S.ERGONOMI, Studi Gerak dan Waktu ,Teknik Analisa untuk Peningkatan Produktifitas Kerja,Edisi ke – 1Guna widya, Jakarta 1995
3. LESMONO A, Product Knowledge Radiator,ADR Training Center
4. KRISTIANTO JAHJA, Tantangan Industri Manufacture, Subur Jaringan Cetak Terpadu. PT, Jakarta
5. HANDOKO TH, Dasar - Dasar Manajemen Produksi dan Operasi, cetakan ke 13, BPFE – Yogyakarta, 2000
6. WALPOLE,R.E, Pengantar Statistik Edisi ke – 3, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1995
7. SCHROEDER, R.G, Operation Management : Decision Marking In The Operations Function, Edisi ke – 4. McGraw-Hill,Inc, New York, 1993
8. KRAJEWSKI, RITZMAN, Operation Management Strategi and Analysis, Edisi ke -4, Addison-Wesley Publisning Co,pany, New Jersey, 1996