

SKRIPSI

**PERANCANGAN *JIG* PADA PROSES *MACHINING*
BASE PLATE GUNA MENURUNKAN BIAYA
MACHINING DIES
DI PT. MEKAR ARMADA JAYA MAGELANG**



**Disusun oleh:
TRI TONI UTOMO
NPM.14.0501.0018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

2018

SKRIPSI

PERANCANGAN *JIG* PADA PROSES *MACHINING* *BASE PLATE* GUNA MENURUNKAN BIAYA *MACHINING DIES* DI PT. MEKAR ARMADA JAYA MAGELANG

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik(S.T.)
Program Studi Teknik Industri Jenjang S-1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang**



**Disusun oleh:
TRI TONI UTOMO
NPM.14.0501.0018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tri Toni Utomo
NPM : 14.0501.0018
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Laporan Skripsi : Perancangan *Jig* Pada Proses *Machining Base Plate* Guna Menurunkan Biaya *Machining Dies* Di PT. Mekar Armada Jaya Magelang

Menyatakan bahwa laporan skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya, apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan, saya siap mempertanggung jawabkan.

Magelang, 22 Agustus 2018

Tri Toni Utomo

NPM. 14.0501.0018

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERANCANGAN *JIG* PADA PROSES *MACHINING* BASE PLATE
GUNA MENURUNKAN BIAYA *MACHINING* DIES
DI PT. MEKAR ARMADA JAYA MAGELANG**

disusun oleh

**TRI TONI UTOMO
NPM. 14.0501.0018**

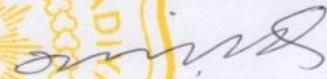
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 27 Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

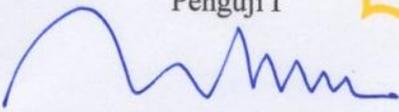
Pembimbing II

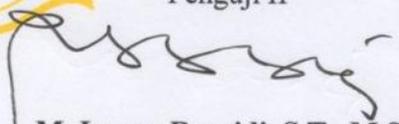

Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D.
NIK.987408139


Tuessi Ari P., ST., MTech., MSE.
NIDN.0626037302

Penguji I

Penguji II


Ir. Moehamad Aman, M.T.
NIDN.0613066301


M. Imron Rosyidi, S.T., M.Si.
NIDN.0626127201

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Tanggal 27 Agustus 2018
Dekan




Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D.
NIK.987408139

HALAMAN PENEGASAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Tri Toni Utomo
NPM : 14.0501.0018

Magelang, 17 Juli 2018

Tri Toni Utomo
NPM. 14.0501.0018

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Muhammadiyah Magelang, yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Tri Toni Utomo
NPM : 14.0501.0018
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang Hak Bebas RoyaltiNoneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul :

“Perancangan *Jig* Pada Proses *Machining Base Plate* Guna Menurunkan Biaya *Machining Dies* Di PT. Mekar Armada Jaya Magelang”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi tersebut selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Magelang

Pada tanggal : 22 Agustus 2018

Yang Menyatakan

Tri ToniUtomo

NPM. 14.0501.0018

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

Penyelesaian Skripsi ini banyak melibatkan dari berbagai pihak yang telah ikut serta membantu baik berupa pikiran, saran dan motivasi, sehubungan dengan hal tersebut diucapkan terimakasih kepada:

1. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.
2. Affan Rifai, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Industri.
3. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan demi terselesainya Skripsi ini.
4. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech, MSE. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan demi terselesainya Skripsi ini.
5. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan baik moril, material maupun motivasi untuk dapat menyelesaikan Skripsi ini.
6. Semua teman yang mendukung untuk terselesainya Skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Magelang 22 Agustus 2018

Tri Toni Utomo
NPM. 14.0501.0018

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PENEGASAN..... | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| ABSTRAK..... | xiii |
| ABSTRAK..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 3 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| D. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| A. Penelitian Yang Relevan..... | 4 |
| B. <i>Tool Design</i> | 5 |
| C. <i>Jig dan Fixture</i> | 6 |
| D. Proses PENCEKAMAN..... | 11 |
| E. <i>Dies</i> | 14 |
| 1. Definisi <i>Dies</i> | 14 |
| F. Material Penyusun <i>Dies</i> | 16 |
| 1. Komponen <i>Insert</i> | 16 |
| 2. Komponen <i>Base plate</i> dan <i>Back Up</i> | 17 |
| G. Proses Manufaktur <i>Dies</i> | 17 |
| H. <i>Machining</i> | 20 |
| I. <i>Jig Machining Base Plate</i> | 22 |
| J. Biaya Produksi..... | 22 |
| 1. Pengertian Biaya..... | 22 |
| 2. Biaya Produksi..... | 23 |
| K. Data <i>Die Cost Planing</i> (DCP)..... | 24 |
| L. <i>Replacement Analysis</i> | 26 |
| M. <i>Profit</i> | 27 |
| N. Produktifitas..... | 27 |
| 1. Definisi Produktivitas..... | 27 |
| 2. Konsep Produktivitas..... | 28 |
| 3. Metode Pengukuran Produktivitas..... | 29 |
| 4. Peningkatan Produktivitas..... | 30 |

| | |
|--|-------------------------------------|
| 5. Faktor-Faktor yang dapat Mempengaruhi Produktivitas Kerja..... | 30 |
| O. Efektifitas..... | 31 |
| P. Efisiensi | 32 |
| Q. Analisis Teknis | 33 |
| R. Analisis Efisiensi | 33 |
| S. Analisa Konsumsi Energi (<i>Carbon Footprint</i>)..... | 34 |
| T. Landasan Teori | 35 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 36 |
| A. Studi Pendahuluan | 38 |
| 1. Jenis Penelitian | 38 |
| 2. Waktu Dan Tempat Penelitian..... | 38 |
| B. Studi Lapangan | 38 |
| C. Studi Pustaka..... | 38 |
| D. Perumusan Masalah | 38 |
| E. Tujuan Penelitian | 38 |
| F. Pengumpulan Data..... | 39 |
| G. Membuat <i>Design Jig</i> | 39 |
| H. Analisa Teknis | 40 |
| I. Analisa Ekonomi..... | 41 |
| J. Manufakturing <i>Jig</i> | 41 |
| K. Implementasi Permesinan | 42 |
| L. Menghitung Waktu <i>Machining Base Plate</i> | 42 |
| M. Analisa Waktu <i>Machining Base Plate</i> | 42 |
| N. Analisa Biaya <i>Mahining Base Plate</i> | 42 |
| O. Analisa Efisiensi | 42 |
| P. Analisa Konsumsi Energi | 43 |
| Q. Pembahasan | 43 |
| R. Kesimpulan dan Saran | 43 |
| BAB IV PENGOLAHAN DATA..... | Error! Bookmark not defined. |
| A. Pengumpulan Data..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1. Data <i>Machining Base plate</i> (MBP) | Error! Bookmark not defined. |
| 2. Data <i>Die Cost Planing</i> (DCP) | Error! Bookmark not defined. |
| 3. Data Desain <i>DieHU38 MKM</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4. Data Kondisi <i>Machining Base Plate</i> Saat ini..... | Error! Bookmark not defined. |
| B. Pengolahan Data | Error! Bookmark not defined. |
| 1. Desain <i>Jig</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2. Analisa Teknik..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3. Pengambilan Keputusan Segi Teknik.... | Error! Bookmark not defined. |
| 4. Analisa Ekonomi | Error! Bookmark not defined. |
| 5. Pengambilan Keputusan Segi Biaya..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6. Manufakturing <i>Jig</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 7. Implementasi <i>Jig</i> Pada Proses <i>Machining Base Plate</i> | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|--|-------------------------------------|
| 8. Menghitung Efisiensi Penggunaan <i>Jig</i> .. | Error! Bookmark not defined. |
| 9. Analisa Konsumsi Energi Listrik | Error! Bookmark not defined. |
| C. Pembahasan | Error! Bookmark not defined. |
| BAB IV PENUTUP | 44 |
| A. Kesimpulan | 44 |
| B. Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 46 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-------------------------------------|
| Tabel 4.1. Resume DCP die HU38..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.2. Built of material jig | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.3. Panjang lintasan cutter | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.4. Waktu machining profile dengan jig..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.5. Kriteria pengambilan keputusan | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.6. Biaya Material jig..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.7. Biaya manufaktur jig..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.8. Biaya machining base plate | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.9. Biaya machining base plate | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.12. Efisiensi waktu machining base plate. | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.13. Efisiensi biaya machining base plate.. | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.14. Data analisa carbon footprint tanpa jig | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.13. Data analisa carbon footprint menggunakan jig | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.14. Hasil penelitian perancangan jig machining base plate | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-------------------------------------|
| Gambar 2.1. <i>Template jigs</i> | 7 |
| Gambar 2.2. <i>Plate jigs</i> | 7 |
| Gambar 2.3. <i>Sandwich jigs</i> | 8 |
| Gambar 2.4. <i>Angle-plate jigs</i> | 8 |
| Gambar 2.5. <i>Box jigs</i> | 8 |
| Gambar 2.6. <i>Channel jigs</i> | 9 |
| Gambar 2.7. <i>Leaf jigs</i> | 9 |
| Gambar 2.8. <i>Indexing jigs</i> | 9 |
| Gambar 2.9. <i>Trunnion jigs</i> | 10 |
| Gambar 2.10. <i>Pump jigs</i> | 10 |
| Gambar 2.11. <i>Multistation jigs</i> | 11 |
| Gambar 2.12. Gambar macam macam klem | 12 |
| Gambar 2.13. Blok Siku dan Kelengkapannya | 12 |
| Gambar 2.14. Blok Vee dan Kelengkapannya | 13 |
| Gambar 2.15. Contoh <i>Dies</i> | 14 |
| Gambar 2.16. Bagian-bagian Utama <i>Dies Casting</i> | 15 |
| Gambar 2.17. Bagian-bagian Utama <i>Dies Plate</i> | 16 |
| Gambar 2.18. Aliran Proses Manufaktur <i>Dies</i> | 18 |
| Gambar 2.19. <i>Die</i> Desain 2 Dimensi | 18 |
| Gambar 2.20. Mesin <i>Machining Shin Nippon Koki 3 axis</i> | 20 |
| Gambar 2.21. <i>Machining Profile</i> | 21 |
| Gambar 4.1. Kondisi <i>machining base plate</i> saat ini | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.2. Lokator <i>Jig Machining Base Plate</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.3. Posisi Lubang baut <i>jig</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.4. <i>Built Of Material Jig Machining Base Plate</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.5. Baut M16..... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.6. Penempatan <i>Base plate</i> pada <i>jig</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.7. Posisi baut <i>Jig</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.8. Analisa Panjang lintasan dengan <i>software cimco</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.9. <i>Toolpath Statistik</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.10. <i>Facing</i> Lokator | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.11. Proses <i>champer</i> lokator | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.12. <i>Drilling</i> posisi Baut | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4.13. Implementasi <i>Jig Machining Base Plate</i> | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Laporan Harian *Machining*
- Lampiran 2. *Die Cost Planning* (DCP)
- Lampiran 3. *Die Design* HU38MKM
- Lampiran 4. Desain *Jig Machining Base Plate*
- Lampiran 5. *Resume Progress Lead Time machining HU38MKM*
- Lampiran 6. *Resume Progress Lead Time machining HU38MKM Renewal*

ABSTRAK

PERANCANGAN *JIG* PADA PROSES *MACHINING BASE PLATE* GUNA MENURUNKAN BIAYA *MACHINING DIES* DI PT. MEKAR ARMADA JAYA MAGELANG

Oleh : Tri Toni Utomo
Pembimbing : 1. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D.
2. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech, MSE.

Dies/Tool merupakan salah satu produk utama PT. Mekar Armada Jaya. *Dies/Tool* adalah alat cetak untuk membuat suatu komponen / *pressed part* yang dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan dan diproses di atas mesin *press*. Salah satu *dies/tool* yang diproduksi PT.MAJ adalah die HU38, proses *machining die* HU38 membutuhkan waktu yang relatif lama yaitu sekitar 103 jam, hal ini dimungkinkan karena metode pengerjaan *machining* yang kurang tepat yaitu metode pencekaman yang digunakan pada saat *machining base plate* menutupi sebagian area *machining* sehingga kurang efektif dan menyebabkan pengulangan *setting* mesin. Proses *machining base plate* ini dapat diimprovisasi melalui perbaikan metode cekam yaitu dengan perancangan *jig* sebagai alat bantu pencekaman *base plate* pada saat proses *machining*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu *machining base plate* dengan perancangan *jig* sebagai alat pencekaman guna menurunkan biaya manufaktur *dies* di PT. MAJ sehingga akan mampu untuk meningkatkan produktifitas dan *profit* perusahaan. Selanjutnya penggunaan *jig machining base plate* ini dapat meningkatkan efisiensi waktu *machining die* HU38 yang semula sebesar 20,76% setelah penggunaan *jig* persentase efisiensi waktu *machining* meningkat menjadi 25,75% meningkat 4,99% dan efisiensi *cost* pengerjaan *machining* yang semula 6,44% dapat meningkat menjadi 14,98% naik 8,54% atau penurunan biaya *machining* sebanyak Rp 1,353,735.50.

Kata kunci: *Jig, machining base plate, efisiensi, biaya machining*

ABSTRACT

JIG DESIGN IN MACHINING BASE PLATE PROCESS TO REDUCE MACHINING DIES COSTS AT PT. MEKAR ARMADA JAYA MAGELANG

By : Tri Toni Utomo
Advisor : 1. Yun Arifatul Fatimah, S.T., M.T., Ph.D.
2. Tuessi Ari Purnomo, S.T., M.Tech, MSE.

Dies/tool is one of the main products of PT. Mekar Armada Jaya (PT. MAJ). Dies/Tool is a press tool to make a component/pressed part which is made based on the desired design and it is processed on a press machine. One of the dies/tools produced by PT. MAJ is die HU38MKM, machining process of the dies requires a relatively long time which is about 103 hours. This is possible because the method of machining is not effective, which is clamping is partially covering the machined so it is less effective and it causes repetition of the machine settings. This base plate machining process can be improved through a change of the clamping method by designing a jig as a base plate clamping tool during the machining process. This study aims to improve the efficiency of time base plate machining by designing jigs as a clamping device to reduce dies machining costs at PT. MAJ, the use of jig is expected to increase productivity and company profits. Furthermore, the use of this machining base plate jig can increase the efficiency of HU38 machining time from 20,76% to 25,75% which is 4,99% improvement in addition the machining cost efficiency increase from 6,44% to 14,98% which is 8,54% improvement. The use of jig also decreases in machining dies cost about Rp1,353,735.50.

Kata kunci: Jig, machining base plate, efisiensi, machining cost

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Laba atau *profit* adalah selisih antara penerimaan atau pendapatan total dan jumlah seluruh biaya (Soemarsono, S. R., 2009), sedangkan biaya adalah suatu pengorbanan sumberdaya untuk mencapai suatu tujuan (Witjaksono, 2006). Pada perusahaan manufaktur, optimasi *profit* menjadi tujuan utama dari tiap proses produksi. Untuk pencapaiannya, dibutuhkan perhitungan dan analisis yang tepat agar mendukung tercapainya *profit* maksimum salah satunya adalah melakukan efisiensi pada proses produksi untuk menekan biaya produksi sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.

PT. Mekar Armada Jaya Magelang (MAJ) adalah salah satu perusahaan yang berorientasi pada *profit* dengan melalui efisiensi proses produksi untuk meningkatkan produktivitas. Perusahaan ini merupakan perusahaan mitra ATPM yang bergerak dalam bidang *Autobody Manufacturing, Dies/Tool Manufacturing* dan *Pressed Part Component* dengan hasil produk berupa *Big Bus (Lux & Standard), Mini Bus, Angkutan Kota, Ambulan, Box, Heavy Duty, Carrier, Dies/Tool, Precision Jigs, dan Checking Fixture (C/F)*. PT. MAJ selalu berusaha untuk melakukan kegiatan pengendalian waktu, pengendalian mutu, pengendalian biaya, pengendalian mesin, dan pengendalian tenaga kerja serta kebijakan perusahaan dalam proses pembuatan *tooling/dies* untuk meningkatkan produktivitas.

Dies/Tool merupakan salah satu produk utama PT. MAJ. *Dies/Tool* adalah alat cetak untuk membuat suatu komponen / *pressed part* yang dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan dan diproses diatas mesin *press* (Masaya, 2011). *Dies* biasanya digunakan untuk pembentukan atau pengerjaan plat-plat tipis. Pembuatan *dies* ini memerlukan proses yang panjang, diantaranya proses *machining*. *Machining* yaitu proses *manufacturing* dimana bentuk geometri dari benda kerja diubah dengan membuang material lebih, dengan mengontrol kerja dari *tool* pada benda kerja bentuk geometri yang diinginkan terbentuk (Mokh & Slamet, 1999). Proses *machining* tersebut disupport dengan program *numerical control* (NC) yang di hasilkan oleh *software*

CAD/CAM. PT MAJ memproduksi 2 macam dies yaitu *die casting* dari cor besi FC300 dan *die plate* yang tersusun dari material besi plate SS41, produksi die plate merupakan salah satu yang yang memungkinkan untuk dilakukan efisiensi.

Proses *machining die plate* di PT MAJ membutuhkan waktu yang relatif lama yaitu sekitar 130 jam, hal ini dimungkinkan karena metode pengerjaan *machining* yang kurang tepat, contohnya yaitu metode yang digunakan pada saat *machining base plate*. *Machining base plate* merupakan langkah awal dari proses manufaktur *die*, namun metode pengecaman *base plate* saat ini masih dengan menggunakan *clamp* dimana material *base plate* di *clamp* langsung pada meja mesin hal ini menyebabkan proses *machining* terganggu karena terdapat area *base plate* yang tertutup oleh *clamp* sehingga area tersebut tidak dapat terproses jika *clammer* tidak di pindah, akibatnya proses *machining base plate* membutuhkan waktu lama. Proses *machining base plate* ini dapat diimprovisasi melalui perbaikan metode cekam yaitu dengan perancangan *jig* sebagai alat bantu pengecaman *base plate* pada saat proses *machining*.

Jig merupakan alat khusus untuk mencekam, membantu dan penempatan suatu produk agar dapat dilakukan proses permesinan. *Jig* merupakan alat bantu produksi yang tidak hanya digunakan sebagai penempatan dan pengecam bendakerja tetapi juga sebagai *guides* alat potong ketika proses permesinan (Hoffman, 1996).

Alat bantu ini dapat menjadi solusi dalam mencapai kepresisian sudut kemiringan dan kesimetrian produk. Biaya pembuatan yang murah dan kemudahan dalam penggunaan menjadi daya tarik tersendiri bagi seorang desainer untuk memilih alat ini untuk dijadikan *problem solving*. maka untuk mengatasi masalah proses *machining base plate* yang tidak efektif perlu adanya desain alat khusus untuk membantu pengecaman (*jig*) supaya proses *machining base plate* lebih cepat dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektifitas proses *machining base plate* dengan perancangan *jig* sebagai alat pengecaman guna

menurunkan biaya manufaktur *dies* di PT. MAJ sehingga akan mampu untuk meningkatkan produktifitas dan *profit* perusahaan.

B. Rumusan Masalah.

1. Bagaimana merancang *jig* sebagai alat pencekaman *base plate* yang efektif?
2. Bagaimana meningkatkan efisiensi waktu *machining base plate*?
3. Bagaimana kelayakan rancangan *jig* dari segi *environment*, segi teknik dan segi ekonomi?

C. Tujuan Penelitian.

1. Pengadaan unit *jig* sebagai alat pencekaman *base plate* yang efektif.
2. Peningkatkan efektifitas proses *machining base plate*.
3. Kelayakan rancangan *jig* dari segi *environment*, segi teknik dan segi ekonomi.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan apabila tujuan penelitian tercapai adalah:

1. Meningkatkan efektifitas dan produktivitas *machining base plate*.
2. Meningkatkan *profit* perusahaan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Yang Relevan.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Suci Rahmawati et al (2010) dalam jurnalnya mengangkat topik tentang “**Perancangan Fixture Proses Gurdi Untuk Produksi Komponen Brake Pads**”. Perancangan alat bantu ini digunakan untuk satu proses pemesinan, yaitu pada pembuatan lubang dengan mesin gurdi. Dengan alat bantu yang dirancang ini maka dapat memudahkan proses pembuatan lubang pada komponen *brake pads*, meminimalkan waktu produksi komponen *brake pads*, meminimalkan biaya produksi komponen *brake pads* dan lubang yang dihasilkan pada komponen *brake pads* dengan menggunakan alat bantu ini akan lebih presisi, karena posisi komponen yang rigid saat proses gurdi berlangsung serta adanya drill bushing untuk mengarahkan mata pahat. Waktu siklus yang dibutuhkan untuk proses gurdi dengan menggunakan alat bantu lebih cepat dibandingkan dengan hanya menggunakan ragum.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Hendro Prasetyo (2012) dalam jurnalnya berjudul “**Rancangan Welding Fixture Pembuatan Rangka Produk Kursi**”. Perancangan *welding fixture* dirancang untuk membantu proses pengerjaan pada komponen produk kursi. Komponen tersebut berupa kaki kursi dan penyangga alas duduk. Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian serta analisis yang dilakukan, *welding fixture* yang dibuat dapat digunakan sebagai alat bantu produksi proses pengelasan komponen kaki dan perakitan komponen kaki ke komponen penyangga alas duduk. Penggunaan *welding fixture* dapat membantu untuk memberikan solusi proses produksi pengelasan dari sisi waktu pengerjaan, kemudahan pengerjaan dan kecepatan proses produksi. Rancangan *welding fixture* dapat memberikan penurunan total waktu set up pembuatan produk yaitu yang semula 9,255 menit per unit menjadi 5,827 menit per unit, peningkatan kualitas produk, peningkatan produktivitas dan penghematan

biaya yaitu dari semula Rp. 3.081,67 per unit menjadi Rp. 1.942,33 per unit.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Hendro Prasetyo (2016) dalam jurnalnya mengangkat topik tentang “**Rancangan Jig Dan Fixture Pembuatan Produk Cover On-Off**”. Penggunaan alat bantu *jig* dan *fixture* pada pembuatan salah satu komponen pengereman kereta api *cover on-off* ini terdiri dari tiga buah alat bantu yang memiliki fungsi proses yang berbeda pada permukaan benda kerja *cover on-off*. Rancangan Jig dan Fixture yang dibuat dapat digunakan sebagai alat bantu produksi pembuatan produk *cover on-off*. Rancangan Jig dan Fixture dapat memberikan penurunan total waktu set up pembuatan produk yaitu yang semula 5,55 menit per unit menjadi 3,76 menit per unit, peningkatan kualitas produk, peningkatan produktivitas dan penghematan biaya yaitu dari semula Rp. 1.788,74 per unit menjadi Rp. 1.267,42 per unit.

Penelitian yang akan dilakukan berkaitan dengan improvisasi proses *machining base plate* dengan penambahan *jig* yang bertujuan untuk peningkatan efektifitas, hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, perbedaannya ialah pada penelitian ini biaya-biaya yang dibutuhkan diperhitungkan secara detail sehingga informasi tentang peningkatan efisiensi dapat diketahui lebih maksimal. Selain itu, akan dilakukan analisa teknis metode cekam dengan *jig* pada proses *machining base plate* sehingga proses *machining* dapat berjalan efektif dan dapat menurunkan *cost manufacturing* secara keseluruhan.

B. Tool Design

Tool design adalah proses perancangan dan pengembangan alat, metode, dan teknik yang diperlukan untuk memperbaiki efisiensi dan produktivitas proses manufaktur. Ini dapat memberikan mesin industri dan *special tool* yang dibutuhkan untuk keberlangsungan proses produksi sehari-hari dengan kecepatan dan volume yang tinggi. Hal ini akan meningkatkan kualitas produksi dan lebih ekonomis, agar dapat menjamin biaya produk tetap

kompetitif. Selama tidak ada satu-pun *tool* atau proses yang dapat menghasilkan semua bentuk manufaktur yang diinginkan, *desain tool* akan selalu berubah dan berkembangnya proses kreatifitas pemecahan masalah (Hoffman, 1996).

Tujuan utama dari *tool design* adalah menurunkan biaya manufaktur, dengan mempertahankan kualitas produk dan meningkatkan produksi. Untuk meraihnya, *tool designer* harus memenuhi tujuan berikut:

1. Menyajikan *design tool* yang simple dan mudah di operasikan untuk mendapatkan efisiensi maksimum.
2. Mengurangi biaya manufaktur dengan memproduksi *parts* dengan biaya sekecil mungkin.
3. *Design tools* yang secara konsisten dapat memproduksi *parts* dengan kualitas tinggi.
4. Meningkatkan tingkatan produksi dengan adanya *machine tools*.
5. *Design tool* mudah dalam pembuatannya dan mencegah kesalahan dalam penggunaannya.
6. Pilih material yang sesuai agar mendapatkan umur *tool* yang dibutuhkan.
7. Mempertimbangkan keselamatan pekerja dalam mendesain *tool*.

Sebagai bagian penting dari proses manufaktur, *tool design* berada pada posisi antara desain produk dan produksi produk. Pertama, perlunya penetapan produk. Lalu, pengembangan gambar dan spesifikasi. Informasi ini diteruskan ke bagian proses *planning engineer*, bekerja sama dengan *product designer* dan *tool designer*, perencanaan metode yang akan digunakan untuk memproduksi suatu *part*.

C. Jig dan Fixture

Hoffman (1996) menyatakan bahwa *Jigs* and *fixtures* merupakan alat bantu pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat pengadaan komponen secara akurat. *Jigs* merupakan alat khusus untuk mencekam, menyangga atau ditempatkan pada komponen mesin. *Jig* merupakan alat bantu produksi yang tidak hanya digunakan sebagai penempatan dan pencekam benda kerja tetapi juga sebagai *guides* alat potong ketika proses permesinan. *Jigs* dapat dibagi menjadi 2 klasifikasi umum:

1. *Jigs bor*

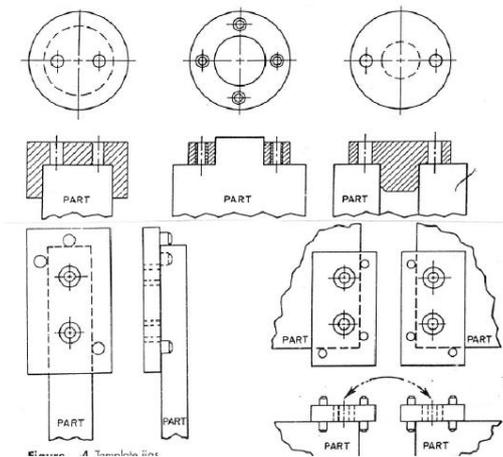
Jigs yang digunakan untuk mengebor lubang dengan ukuran lubang yang sangat besar.

2. *Jigs drill*

Jigs yang digunakan untuk *drilling*, meluaskan lubang (*reaming*), mengetap, *champer*, *counterbore*, *countersink*, *reversecountersink*, *reverse spotface*.

Berikut beberapa tipe *jigs* yang biasa ditemukan dalam industri:

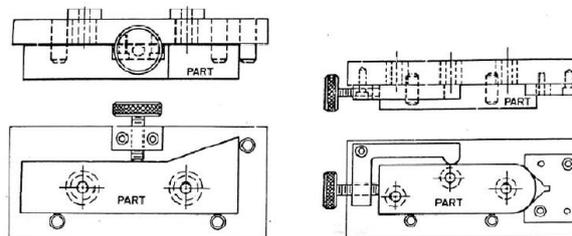
1. *Template jigs*



Gambar 2.1. *Template jigs*

Jenis *jigs* yang digunakan untuk keperluan akurasi daripada kecepatan. Tipe *jig* ini dipasang diatas atau kedalam benda kerja dan biasanya tidak di *clamp*. *Template* adalah tipe *jigs* yang paling mahal dan paling sederhana.

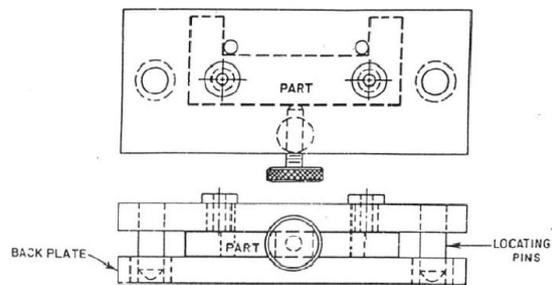
2. *Plate jigs*



Gambar 2.2. *Plate jigs*

Jenis *jig* yang sama dengan *templates*, perbedaannya *jig* ini mempunyai *clamp* untuk memegang benda kerja. *Jig plate* bisa juga dibuat dengan atau tanpa *bushing*, tergantung jumlah part yang dibuat.

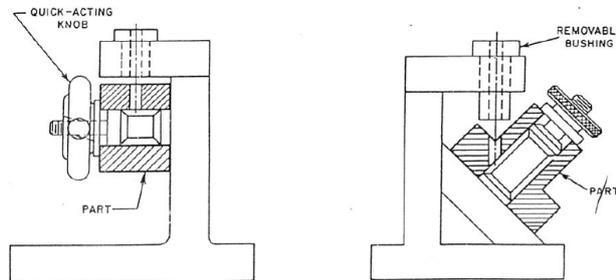
3. Sandwich jigs



Gambar 2.3. Sandwich jigs

Bentuk *jigs plate* dengan pelat dibelakangnya. Tipe jigs ini cocok untuk komponen yang tipis atau lunak yang memungkinkan terjadinya pembengkokan atau lipatan pada *jigs* jenis lain.

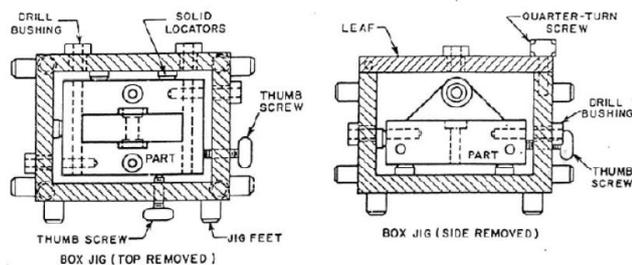
4. Angle-plate jigs



Gambar 2.4. Angle-plate jigs

Jenis *jigs* yang digunakan untuk memegang benda kerja yang akan diposisi dimesin pada sudut yang benar terhadap *mounting locator*.

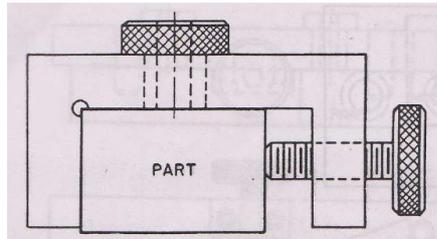
5. Box jigs



Gambar 2.5. Box jigs

Biasanya mengelilingi benda kerja. Jenis *jigs* ini memungkinkan benda kerja diproses pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jigs*.

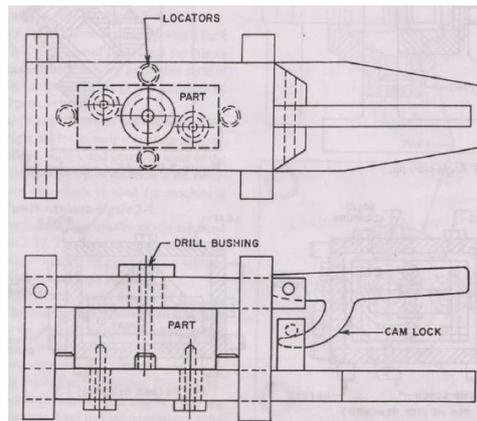
6. Channel jigs



Gambar 2.6. Channel jigs

Bentuk paling sederhana dari *box jigs*. Benda kerja dicekam diantara dua sisi dan diproses mesin dari sisi ketiga.

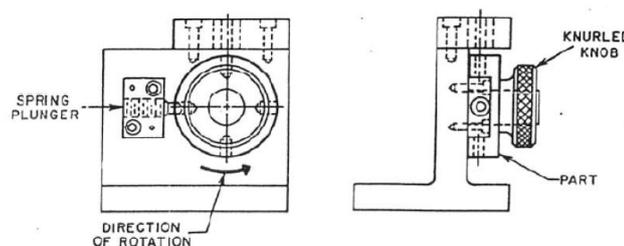
7. Leaf jigs



Gambar 2.7. Leaf jigs

Box jigs kecil dengan engsel daun untuk kemudahan pemuatan dan pelepasan. *Leaf jigs* biasanya lebih kecil dari *box jigs*.

8. Indexing jigs

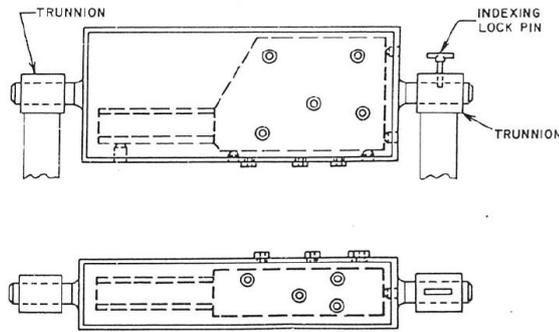


Gambar 2.8. Indexing jigs

Jigs digunakan untuk meluaskan lubang atau daerah yang diproses mesin

lainnya disekeliling benda kerja. Untuk melakukan ini, *jigs* menggunakan komponen sendiri atau pelat referensi dan sebuah *plunger*.

9. *Trunnion jigs*

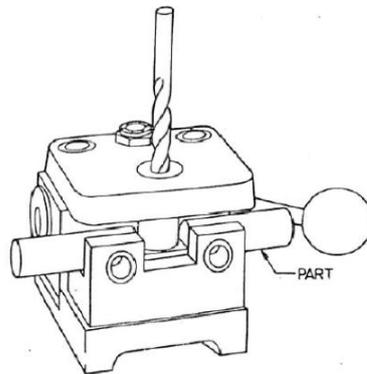


Gambar 2.9. *Trunnion jigs*

Jenis *jigs rotary* untuk komponen yang besar atau bentuknya unik.

Komponen pertama-tama diletakkan didalam kotak pembawa dan kemudian dipasang pada *trunnion*.

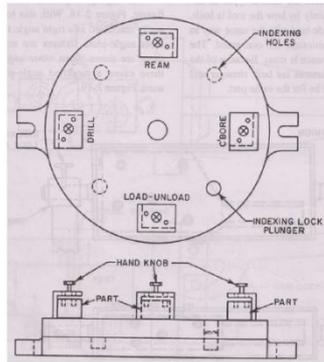
10. *Pump jigs*



Gambar 2.10. *Pump jigs*

Jig komersial yang harus disesuaikan oleh penggunanya. Pelat yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.

11. *Multistation jigs*



Gambar 2.11. *Multistation jigs*

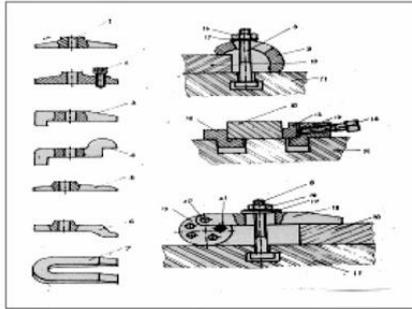
Ciri utama *jigs* ini adalah menempatkan benda kerja. Ketika satu bagian megebor, bagian lain *reaming* dan bagian ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. *Station* akhirdi gunakan untuk melepaskan komponen yang sudah selesai dan mengambil komponen yang baru.

D. Proses Pencekaman

Benda-benda kerja harus dikencangkan secara kukuh pada waktu proses *machining*, sebab bila benda kerja tersebut terlepas dapat berakibat hasil *machining* yang tidak sempurna, terjadinya kecelakaan dan retaknya pisau frais. Salahsatu keberhasilan dalam pekerjaan permesinan adalah ketepatan menggunakan alat-alat penjepit benda kerja yang sesuai dengan bentuk benda yang akan *machining*. Untuk benda kerja yang besar dengan pengefraisan rata, berbeda cara menjepitnya dengan benda kerja yang kecil dengan bentuk yang teratur, bulat, segiempat, bertingkat, dan semacamnya. Begitu juga alat-alat untuk menjepit benda kerja yang berbentuk roda gigi memerlukan penjepitan khusus.(Sugiyono, 2004). Beberapa cara penjepitan benda kerja antara lain:

1. Klem dan kelengkapannya

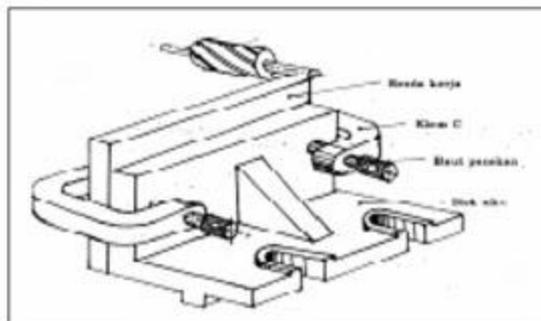
Klem yang digunakan dalam penjepitan benda kerja biasanya dilengkapi dengan baut Tee. Macam-macam klem tersebut antara lain seperti dalam Gambar 3. Apabila benda kerja tidak dapat dicekam dengan ragum, atau fixture, maka pemasangannya dapat langsung dilakukan pada meja frais dengan klem (Gambar 4). Beberapa bentuk klem yang sering digunakan dalam operasional pengefraisan antara lain klem jari, klem U dan klem lurus. Dalam pemasangannya klem selalu dilengkapi dengan baut beralur T.



Gambar 2.12. Gambar macam macam klem

2. Blok siku dan kelengkapannya

Untuk benda-benda kerja yang difrais dengan kedudukan tegak atau berdiri, penjepitannya dapat dilakukan dengan menggunakan blok siku dan kelengkapannya.

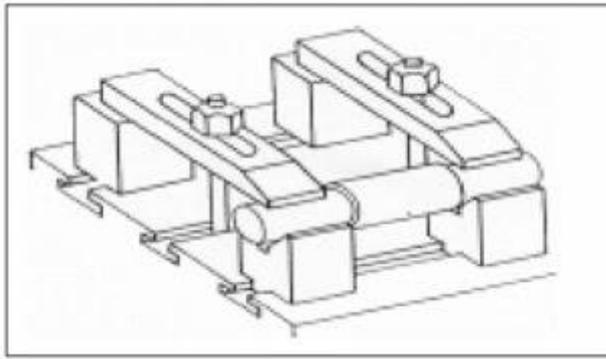


Gambar 2.13. Blok Siku dan Kelengkapannya

3. Blok vee dan kelengkapannya

Untuk menjepit benda kerja yang bulat misalnya pada saat mengfrais alur-alur pasak pada poros dan sebagainya, penjepitan dilakukan dengan menggunakan block vee dengan kelengkapan klem atau baut.

V block pada umumnya memiliki alur dengan sudut 90° dan mempunyai alur maupun kerataan yang sesuai bila dipasangkan di meja mesin frais. V-block biasanya digunakan untuk mencekam benda-benda dengan bentuk tertentu, datar, bulat seperti pembuatan alur pada benda yang bulat (misalnya poros).



Gambar 2.14. Blok Vee dan Kelengkapannya

4. Ragum mesin dan macam-macamnya

Ragum merupakan peralatan cekam yang paling sering digunakan pada proses pengefraisan. Ragum dapat digunakan untuk mencekam benda kerja berbentuk kotak, bulat, maupun menyudut yang dapat digunakan untuk mengefraisi alur pasak, alur, permukaan datar, sudut, gigi rack, dan alur T (T slot). Terdapat tiga tipe ragum yang biasa digunakan di mesin frais. Ketiga ragum tersebut adalah:

a. Ragum lurus:

Ragum lurus dikencangkan pada meja mesin frais dengan memanfaatkan alur T yang terdapat pada meja mesin frais. Ragum ini dapat dikencangkan secara cepat dengan menggunakan kunci .

b. Ragum sudut.

Ragum ini sama dengan ragum lurus hanya ditambahkan pengatur sudut yang terdapat di bawahnya, sehingga ragum dapat diputar hingga 3600 pada arah horizontal.

c. Ragum universal

Ragum ini selain dilengkapi dengan pengatur sudut horizontal juga dilengkapi dengan pengatur sudut vertikal. Dengan kelengkapan ini ragum dapat diputar hingga 3600 pada arah horizontal dan 900 pada arah vertikal.

d. Kepala Pembagi

Kepala pembagi sangat cocok digunakan untuk pembuatan kepala baut, pengefraisan roda gigi, dan pengefraisan benda-benda silindris. Bila gerakan kepala pembagi dihubungkan dengan gerakan ulir penghantar

mesin frais maka dapat dilakukan pembuatan roda gigi miring/helik, reamer dan tap.

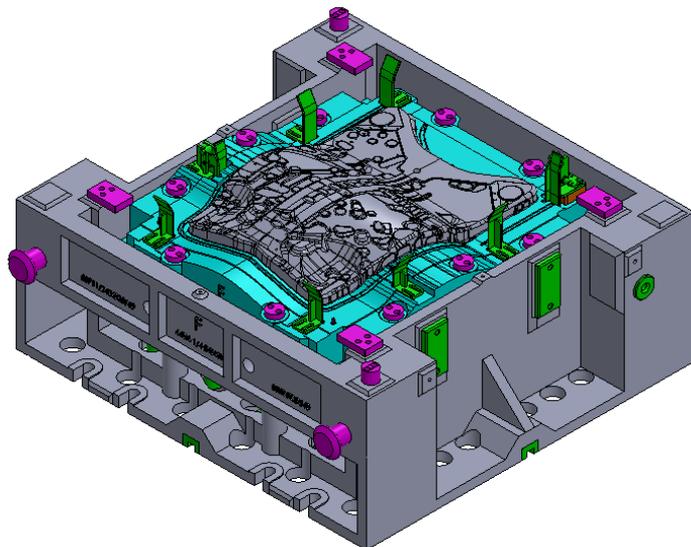
5. Jigs and fixtures kelengkapannya

Hoffman (1996) menyatakan bahwa *Jigs and fixtures* merupakan alat bantu pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat pengadaan komponen secara akurat. *Jigs* merupakan alat khusus untuk mencekam, menyangga atau ditempatkan pada komponen mesin. *Jig* merupakan alat bantu produksi yang tidak hanya digunakan sebagai penempatan dan pencekam benda kerja tetapi juga sebagai guides alat potong ketika proses permesinan.

E. Dies

1. Definisi Dies

Dies adalah alat cetak untuk membuat suatu komponen/*pressed part* yang dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan dan diproses di atas mesin *press* (Tanshin, 2011). *Dies* biasanya digunakan untuk pembentukan atau pengerjaan plat-plat tipis. Keuntungan penggunaan *dies* antara lain dapat memproduksi *part* yang banyak dengan dimensi yang sama dan kualitas yang baik. *Dies* dibuat dari besi atau baja jenis khusus tergantung dari besar dimensi dan bahan yang akan dipergunakan sebagai bahan mentah pembuatan *part*. Contoh *dies* ditunjukkan pada gambar berikut (Darwadi, 2015):

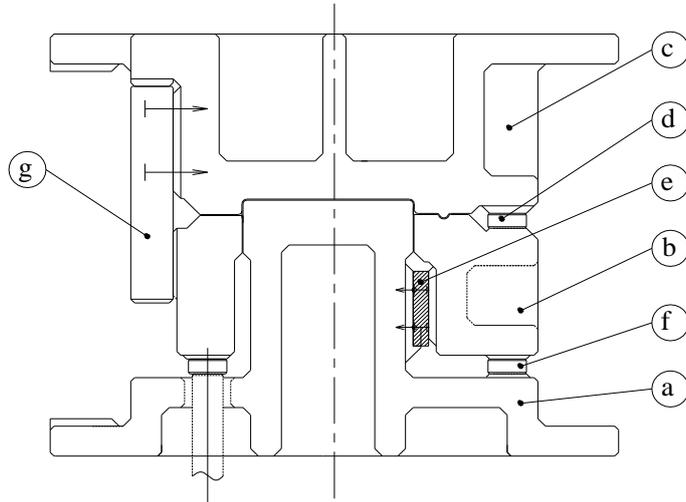


Gambar 2.15. Contoh Dies

Bagian-bagian utama pada *dies* meliputi (Santoso B. , 2005):

a. *Dies Casting*

Dies casting merupakan *dies* yang proses pembuatannya melalui proses pengecoran logam. Bagian-bagian utama pada *dies casting* ditunjukkan pada gambar berikut:



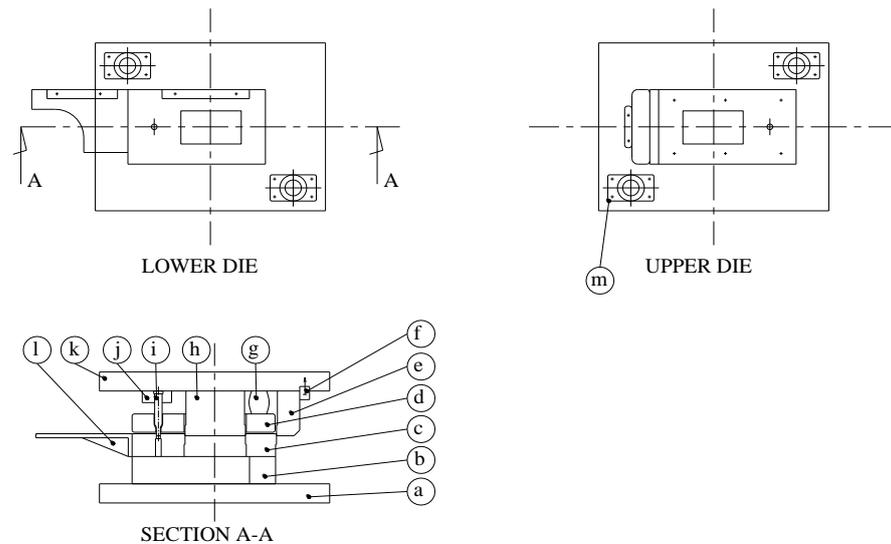
Gambar 2.16. Bagian-bagian Utama *Dies Casting*

Keterangan:

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| a. <i>Upper die</i> | e. <i>Slide Plate</i> |
| b. <i>Blank Holder</i> | f. <i>Stroke End Block</i> |
| c. <i>Lower Die</i> | g. <i>Guide Plate</i> |
| d. <i>Balancer</i> | |

b. *Dies Plate*

Dies plate merupakan *dies* yang dibuat dari plat besi tertentu tanpa melalui proses pengecoran logam dan diproses di mesin *small press*. Bagian-bagian utama pada *dies plate* ditunjukkan pada gambar berikut:



Keterangan:

- | | |
|---------------------|---------------------|
| a. Lower base plate | h. Punch blank |
| b. Die block | i. Punch pierce |
| c. Lower insert | j. Retainer |
| d. Pad | k. Upper base plate |
| e. Scrap cutter | l. Front receiver |
| f. Spee (pengunci) | m. Guide post |
| g. Urethane | |

Gambar 2.17. Bagian-bagian Utama *Dies Plate*

F. Material Penyusun *Dies*

Material penyusun die terbagi menjadi 2 yaitu material komponen *insert* dan komponen *base* dan *back up*:

1. Komponen *Insert*

Jenis baja yang digunakan sebagai material insert die biasanya mempunyai kekerasan yang lebih, hal ini bertujuan agar lebih tahan lama karena saat proses *stamp* berlangsung *insert* ini akan selalu kontak dengan benda kerja (plat proses). material yang digunakan adalah HMD5 atau SKD11. SKD 11 merupakan tool steel yangdikerjakan dengan pergerjaan dingin (cold work) yang memiliki komposisi kimia berikut 1.50% C,0.40% Si, 0.60% Mn, 12% Cr, 1% Mo, dan 0.30% V. SKD 11 memiliki sifat-sifat tahan terhadapkeausan, deformasi, kompresi dan cracking.

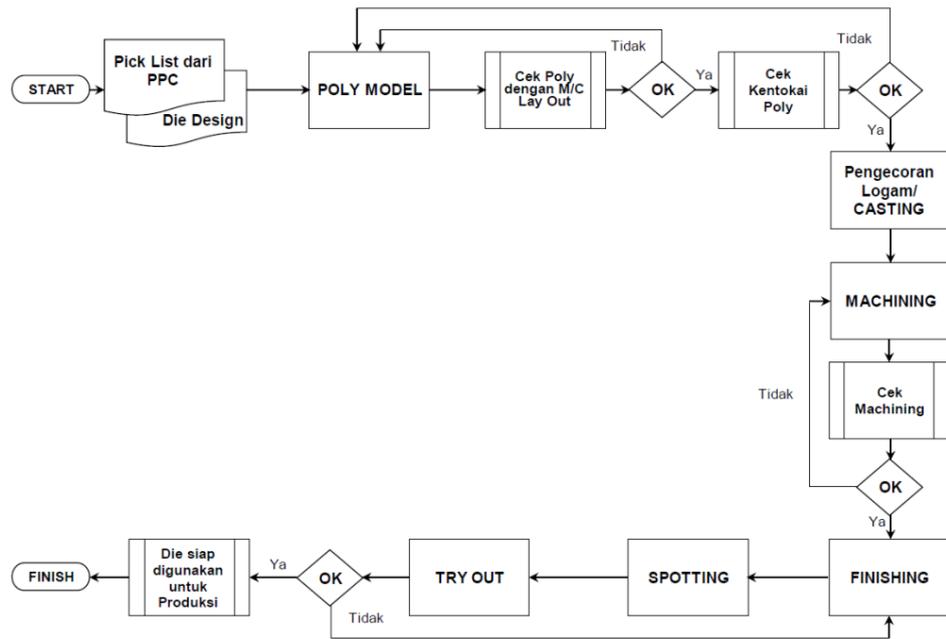
Temperatur pengerasan untuk SKD 11 antara 1000-1050°C. SKD 11 digunakan untuk aplikasi pada blanking, punch, cold forming dies, thread roll dan trimming.

2. **Komponen *Base plate* dan *Back Up***

Material yang digunakan untuk komponen *Base Plate*, *Upper Support*, *Guide Base*, dan *Punch holder* adalah SS41. SS41 adalah jenis *carbon steel* yang masuk dalam standard jepang JIS G3101 - "*rolled steel for general structure*". SS41 adalah standard lama dan sekarang baja ini di kodekan dengan nama SS400. Baja ini sekelas dengan baja struktural ASTM A36 atau AISI 1016. Untuk persyaratan komposisi kimia SS41 hanya mempersyaratkan kandungan Sulfur (S) dan Phosfor (P), keduanya max = 0.05%. Sedangkan untuk komposisi karbon (C), manganese (Mn) dan Silicon (Si) tidak dicantumkan. Tensile Strength antara 400 s/d 510 MPa sedang yield strength-nya sekitar 245 MPa. Elongasinya tergantung diameter batangnya yaitu sekitar 20% s/d 24%.

G. **Proses Manufaktur *Dies***

Proses manufaktur *dies* meliputi penerimaan *picklist* dari PPC, desain *dies*, *polly model*, pengecoran besi/*casting*, *machining*, *finishing*, *spotting* dan *try out*. Proses-proses tersebut digunakan untuk membuat *dies* yang berbentuk *casting*, sedangkan untuk membuat *dies* yang berbentuk *plate* prosesnya hampir sama. Perbedaannya yaitu untuk pembuatan *dies plate* tanpa melalui proses pembuatan *polly model* dan *casting*. Masing-masing proses pembuatan *dies* dapat dijelaskan sebagai berikut (Suwito, 2015):

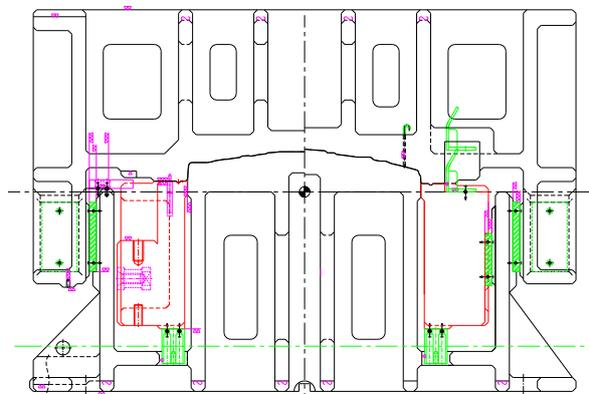


Gambar 2.18. Aliran Proses Manufaktur Dies

1. Start (Pick list dan Gambar Desain)

Start diawali dengan penerimaan *pick list* (*bill of material*) dari PPC dan desain 2 dimensi dari *engineering design* yaitu gambar kerja, serta memeriksa kesesuaian *pick list* dengan material yang dicantumkan pada gambar desain.

Desain *dies* merupakan kegiatan merancang dan menggambar *dies* dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi dengan mengacu pada standar yang telah ditentukan oleh internal perusahaan atau *customer*. *Die* desain yang diaplikasikan saat ini masih gambar dua dimensi.



Gambar 2.19. Die Desain 2 Dimensi

Pihak manajemen berharap desainer dapat belajar gambar 3 dimensi (3D) agar kualitas dari gambar *didesain* semakin baik. Hal tersebut dikarenakan perkembangan teknologi saat ini juga menuntut untuk menggambar *didesain* dalam bentuk 3D. Gambar *dies* desain 3D dapat meminimalisir terjadinya kesalahan desain maupun kesalahan pada saat proses *machining*.

2. *Machining*

Proses *machining/milling* merupakan proses perataan permukaan benda kerja dimana pisau frais yang berupa mata pisau/pahat dalam jumlah banyak akan bergerak berputar memotong bergantian secara cepat. Biasanya disini benda kerja bergerak melakukan gerakan pemakanan (*feeding*) menuju ke arah pisau frais yang berputar, meskipun kondisi yang sebaliknya bisa dilaksanakan perusahaan dengan menggunakan mesin *milling CNC 3 axis*. (Wignjosoebroto, 2006)

Proses *machining* di PT. MAJ terbagi menjadi 2 macam yaitu *machining I* dan *machining II*.

- a. *Machining I* yaitu proses permesinan 2 dimensi berupa proses permesinan sederhana yang hanya melibatkan dua *axis*. Contoh *machining I* antara lain adalah *machining profile base plate* dan *facing base*.
- b. *Machining II* yaitu *machining* dengan 3 *axis* berupa pembuatan *contour* pada item benda kerja. *Machining* ini biasanya di support dengan *nc program* hasil software *CAM*.

3. *Finishing dies*

Finishing dies yaitu proses akhir dari pembuatan *dies* dengan cara menghaluskan area pembentuk/*die face* dengan sedikit gosokan batu gerinda dan amplas, serta pemasangan komponen pendukung yaitu asesoris *dies*.

4. *Spotting*

Spotting yaitu menggabungkan atau *assembly* bagian *dies* (*lower die, upper die, dan pad*) dan memastikan apakah sistem kerja *dies* tersebut sudah sesuai dengan desain.

5. Try out

Try out adalah kegiatan percobaan produksi dengan menggunakan *die* yang sudah di *spotting* sampai dengan *dies* tersebut bisa menghasilkan produk yang sesuai dengan desain dan memenuhi batas toleransi yang telah ditentukan *customer*. Setelah proses *try out* selesai *dies* siap dipakai untuk proses produksi.

H. Machining

Machining yaitu proses *manufacturing* dimana bentuk geometri dari benda kerja diubah dengan membuang material lebih. Dengan mengontrol kerja dari *tool* pada benda kerja untuk membentuk geometri yang diinginkan terbentuk (Mokh & Slamet, 1999).



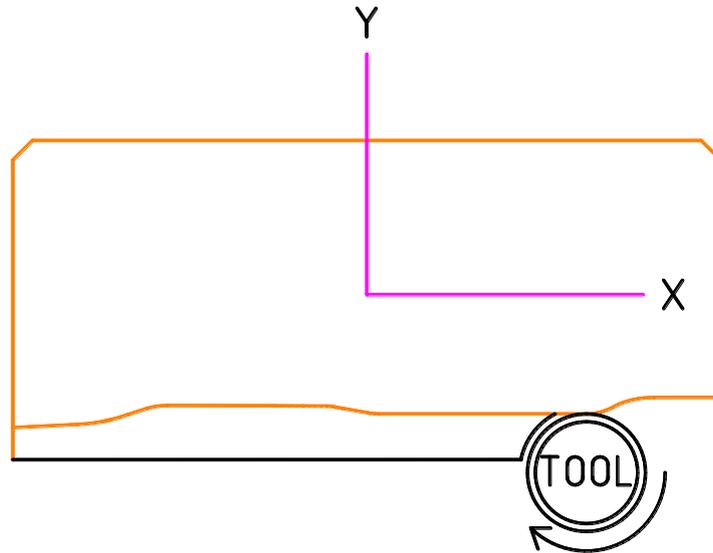
Gambar 2.20. Mesin *Machining Shin Nippon Koki 3 axis*

Proses pemesinan/*machining* adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas, dimana memanfaatkan gerak relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan material sisa berupa geram. Proses pemesinan bisa juga didefinisikan sebagai suatu proses pemotongan benda kerja yang menyebabkan sebagian dari material benda kerja terbuang dalam bentuk geram sehingga terjadi deformasi plastis yang menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi geometris yang diinginkan.

Machining pada pembuatan *tools* di PT. Mekar Armada Jaya menggunakan mesin *machining 3 axis* yang terdiri dari 4 jenis dan model yaitu: *Shin Nippon Koki RB2*, *Shin Nippon Koki RB4*, *Shin Nippon Koki RB5*, dan *Feller*. Mesin-mesin tersebut akan dioperasikan oleh operator dan *display* dengan program *nc* atau *machining program*.

1. Profil/*contour* 2D

Profil yaitu program yang berjalan pada samping garis kurva atau area profil di luar *contour dies*, target *machining* membuat lintasan *trimline*, dan *pol* (*pad opening line*). *Cutter* yang digunakan pada program Profil dengan *cutter* jenis *helical cutter* dan *end mill*.



Gambar 2.21. *Machining Profile*

2. Mengukur Waktu Permesinan

Kecepatan Pemakanan pada proses pengefraisan, ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya Kekerasan bahan, Kedalaman penyayatan, Sudut-sudut sayat alat potong, Bahan alat potong, Ketajaman alat potong, dan Kesiapan mesin yang digunakan. Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus (waktu pengefraisan lebih cepat), dan pada proses penyelesaiannya/ finishing digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pengefraisan lebih cepat).

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan diatas, maka perhitungan waktu pemesinan pengefraisan rata (t_m) dapat dihitung dengan rumus:

$$t_m = \frac{L}{F} \text{Menit}$$

Dimana : t_m adalah waktu rata rata permesinan (menit)

L adalah panjang lintasan (mm)

F adalah feedrate (mm/menit)

I. *Jig Machining Base Plate*

Perancangan *jig* sebagai alat bantu pengekaman *base plate* saat proses machining *profil* dan *facing* dengan menggunakan material SS41. Dirancang khusus untuk proses machining I *base plate* yaitu :

1. Proses *Profile*
2. Proses *champer*
3. Proses *facing*

Menurut Donaldson, Cyrill, 1985 Perancangan *jig* harus memenuhi prinsip-prinsip dasar pengekaman yaitu:

1. Benda kerja harus dipegang dengan kuat pada saat operasi pengerjaan
2. Mudah dalam pemasangan dan pelepasan benda kerja, sehingga memerlukan waktu seminimal mungkin.
3. Clamping mampu menahan getaran yang terjadi.
4. Clamping tidak merusak benda kerja.

Gaya pada pengekaman pada umumnya seharusnya hanya cukup untuk menahan gaya untuk melawan *locator*, hal ini untuk menghindari terjadinya timbul cacat pada benda kerja. Pada dasarnya *clamping* ini adalah melengkapi penghilangan derajat kebebasan benda kerja, yang semula telah dilakukan oleh *locator*.

J. Biaya Produksi

1. Pengertian Biaya

(Witjaksono, 2006) menyatakan, biaya (*cost*) adalah suatu pengorbanan sumber daya untuk mencapai suatu tujuan. Definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya adalah harga perolehan dari suatu pengorbanan atas sumber-sumber ekonomi baik barang atau jasa untuk mendapat sesuatu yang merupakan tujuan yaitu pendapatan atau penghasilan baik di masa kini atau masa mendatang.

Penggolongan biaya sesuai fungsi pokok dari kegiatan/aktivitas perusahaan. Fungsi pokok dari kegiatan perusahaan-perusahaan dapat digolongkan menjadi:

- a. Fungsi produksi dikelompokkan menjadi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik.
- b. Fungsi pemasaran biaya pemasaran meliputi biaya penjualan, penggudangan produk selesai,.
- c. Fungsi administrasi dan umum yaitu biaya gaji pimpinan, personalia, sekretariat, akuntansi, hubungan masyarakat, dan keamanan, fungsi keuangan (*financial*) yaitu biaya bunga.

2. Biaya Produksi

Pengertian Biaya Produksi menurut para ahli:

- a. Biaya produksi merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual (Mulyadi, 1995:14).
- b. Biaya produksi adalah biaya yang berkaitan dengan pembuatan barang dan penyediaan jasa (Hansen dan Mowen, 2002:24).
- c. Biaya Produksi adalah semua biaya yang berkaitan dengan produk (barang) yang diperoleh, dimana didalamnya terdapat unsur biaya produk berupa biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik (M.Nafarin, 2009: 497).

Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa biaya produksi adalah biaya-biaya yang digunakan dalam proses produksi meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik yang jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan jenis biaya lain. Menurut Mulyadi (2009:14) biaya dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya yang terjadi karena ada sesuatu yang dibiayai. Biaya langsung terdiri dari biaya bahan baku langsung dan biaya tenaga kerja langsung. Sedangkan biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai.

Biaya produksi membentuk harga pokok produksi yang digunakan untuk menghitung harga pokok produk jadi dan harga pokok produk pada akhir periode akuntansi masih dalam proses. Menurut Charles T. Horngren (1993:75) biaya produksi dapat meliputi unsur-unsur sebagai berikut:

- a. Bahan Baku Langsung (*Direct Material*) yaitu semua bahan baku yang secara fisik bisa diidentifikasi sebagai bagian dari barang jadi dan yang dapat ditelusuri pada barang jadi itu dengan cara yang sederhana dan ekonomis.
- b. Tenaga kerja langsung (*Direct Labour*) yaitu Tenaga kerja yang melakukan konversi bahan baku langsung menjadi produk jadi dan dapat dibebankan secara layak ke produk tertentu.
- c. Overhead pabrik (*Factory Overhead*) terdiri atas semua biaya manufaktur yang tidak ditelusuri secara langsung ke output tertentu. Overhead pabrik biasanya memasukkan semua biaya manufaktur kecuali bahan baku langsung dan tenaga kerja langsung. Elemen-elemen dari biaya Overhead Pabrik yaitu :
 - 1) Biaya bahan baku tidak langsung
 - 2) Biaya tenaga kerja tidak langsung
 - 3) Biaya depresiasi dan amortisasi aktiva tetap
 - 4) Biaya reparasi dan pemeliharaan mesin
 - 5) Biaya listrik dan air pabrik
 - 6) Biaya asuransi pabrik
 - 7) Operasi lain-lain

K. Data *Die Cost Planing* (DCP)

Data DCP yaitu data yang berisikan keseluruhan biaya proyek dari material sampai dengan biaya operasional pada proses *manufacturingdies*.

1. Design & Programnc Cost

Design cost adalah biaya yang dikeluarkan karena kegiatan merancang dan menggambar *dies* dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi dengan mengacu pada standar yang telah ditentukan oleh internal perusahaan ataupun *customer*.

Numerical Control adalah satu bentuk dari *programmable automation* dimana proses kontrol menggunakan angka-angka, huruf-huruf, dan simbol-simbol. Angka, huruf, dan simbol disusun dalam format tertentu sehingga membentuk suatu program instruksi untuk mengerjakan pekerjaan atau benda kerja tertentu.

2. *Material Cost*

Material cost yaitu biaya bahan baku setengah jadi yang digunakan untuk pembuatan *dies*. material yang digunakan terdiri dari *base plate lower, insert lower, base plate upper, insert upper, back up, block guide post, dan pad*.

3. *Standard Part Cost*

Standard Part yaitu komponen *dies* yang ada didalam katalog *tooling*, komponen tersebut dibeli dengan kondisi barang jadi dan siap untuk dipasang pada *dies*.

4. *Machining Cost*

Machining yaitu proses *manufacturing* dimana bentuk geometri dari benda kerja diubah dengan membuang material lebih Dengan mengontrol kerja dari *tool* pada benda kerja untuk membentuk geometri yang diinginkan terbentuk.

5. *Finishing Cost*

Finishing dies yaitu proses akhir dari pembuatan *dies* dengan cara menghaluskan area pembentuk/*dies face* dengan sedikit gosokan batu gerinda dan amplas, serta pemasangan komponen pendukung yaitu asesoris *dies*.

6. *Heat Treatment Cost*

Heat Treatment (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan *specimen* pada *elektrik terance* (tungku) pada temperature rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air faram, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda.

7. *Die Spot & Try Cost*

Spotting yaitu menggabungkan atau *assembly* bagian *dies* (*lower die*, *upper dies*, dan *pad*) dan memastikan apakah sistem kerja *dies* tersebut sudah sesuai dengan desain. Dan *try* adalah kegiatan percobaan produksi dengan menggunakan *dies* yang sudah di *spotting* sampai dengan *dies* tersebut bisa menghasilkan produk yang sesuai dengan desain dan memenuhi batas toleransi yang telah ditentukan *customer*. Setelah proses *try out* selesai *dies* siap dipakai untuk proses produksi.

8. *Tool Cost/Cutter Cost*

Tool cost yaitu biaya proyek yang dikeluarkan untuk pembelian pahat/*cutter* yang berfungsi untuk membantu proses permesinan atau *machining*.

L. *Replacement Analysis*

Ketika mempertimbangkan apakah mesin yang ada harus diganti, salah satu alternatifnya adalah terus menggunakan mesin yang ada. Untuk melakukan ini, kehidupan ekonomi dari mesin yang ada harus ditentukan. Sebagaimana dibahas lebih lanjut, kehidupan ekonomi adalah periode dimana biaya tahunan dikurangi (atau mengabaikan keuntungan tahunan) nilai penggantian tahunan ini. Pertanyaannya adalah "haruskah mesin yang ada diganti (oleh mesin pengganti) sekarang atau terus digunakan untuk setidaknya satu tahun lagi?. Pertanyaan ini adalah untuk mempertimbangkan situasi untuk tahun depan. Alasannya adalah obvius, biaya bervariasi, teknologi bervariasi, perubahan-perubahan. Oleh karena itu, periode analisis yang lebih lama biasanya adalah pemborosan dan usaha. Jika deklarasinya adalah mempertahankan mesin yang lama selama satu tahun lagi, maka analisis penempatan hanya dapat dilakukan setelah satu tahun lagi, jika mesin pengganti dapat mengganti mesin yang lama kemudian kehidupan ekonomi mesin pengganti digunakan dalam analisis maka mesin pengganti dapat digunakan kapan saja di masa depan.

M. Profit

Profit merupakan tujuan perusahaan di mana dengan *profit* perusahaan dapat memperluas usahanya. Kemampuan perusahaan untuk memperoleh *profit* merupakan salah satu petunjuk tentang kualitas manajemen serta operasi perusahaan tersebut, yang berarti mencerminkan nilai perusahaan. Manahan P. Tampubolon (2005: 42) menyatakan bahwa: “*profit* atau korporasi diperoleh dari penjualan dikurangi semua biaya operasional”.

Profit adalah selisih antara penerimaan atau pendapatan total dan jumlah seluruh biaya”. *Profit* merupakan posisi dasar dan penting dari ikhtisar keuangan yang memiliki berbagai macam kegunaan dalam berbagai konteks, pengertian laba itu sendiri merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan (Soemarsono, S. R., 2009).

N. Produktifitas

1. Definisi Produktivitas

Secara umum, produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik dengan masukan yang sebenarnya (ILO, 1979). Greenberg yang dikutip oleh Sinungan (1985) mengartikan produktivitas sebagai perbandingan antara totalitas pengeluaran pada waktu tertentu dibagi totalitas masukan selama periode tersebut.

Pengertian lain produktivitas adalah sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang-barang atau jasa-jasa: “Produktivitas mengutarakan cara pemanfaatan secara baik terhadap sumber-sumber dalam memproduksi barang-barang. Produktivitas juga diartikan sebagai :

- a. Perbandingan ukuran harga bagi masukan dan hasil.
- b. Perbedaan antara kumpulan jumlah pengeluaran dan masukan yang dinyatakan dalam satu- satuan (unit) umum.

Dalam berbagai referensi terdapat banyak sekali pengertian mengenai produktivitas, yang dapat kita kelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- a. Rumusan tradisional bagi keseluruhan produktivitas tidak lain ialah ratio dari pada apa yang dihasilkan (*output*) terhadap keseluruhan peralatan produksi yang dipergunakan (*input*).

- b. Produktivitas pada dasarnya adalah suatu sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini lebih baik dari pada kemarin, dan hari esok lebih baik dari hari ini.
- c. Produktivitas merupakan interaksi terpadu secara serasi dari tiga faktor esensial, yakni: investasi termasuk penggunaan pengetahuan dan teknologi serta riset manajemen dan tenaga kerja.

2. Konsep Produktivitas

Peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan menekan sekecil-kecilnya segala macam biaya termasuk dalam memanfaatkan sumber daya manusia (*do the right thing*) dan meningkatkan keluaran sebesar-besarnya (*do the thing right*). Dengan kata lain bahwa produktivitas merupakan pencerminan dari tingkat efisiensi dan efektifitas kerja secara total (Manuaba, 1992).

Konsep produktivitas kerja dapat dilihat dari dua dimensi, yaitu dimensi individu dan dimensi organisasian. Dimensi individu melihat produktivitas dalam kaitannya dengan karakteristik-karakteristik kepribadian individu yang muncul dalam bentuk sikap mental dan mengandung makna keinginan dan upaya individu yang selalu berusaha untuk meningkatkan kualitas kehidupannya. Sedangkan dimensi keorganisasian melihat produktivitas dalam kerangka hubungan teknis antara masukan (*input*) dan keluaran (*out put*). Oleh karena itu dalam pandangan ini, terjadinya peningkatan produktivitas tidak hanya dilihat dari aspek kuantitas, tetapi juga dapat dilihat dari aspek kualitas.

Kedua pengertian produktivitas tersebut mengandung cara atau metode pengukuran tertentu yang secara praktek sukar dilakukan. Kesulitan-kesulitan itu dikarenakan, pertama karakteristik-karakteristik kepribadian individu bersifat kompleks, sedangkan yang kedua disebabkan masukan-masukan sumber daya bermacam-macam dan dalam proporsi yang berbeda-beda.

Produktivitas kerja sebagai salah satu orientasi manajemen dewasa ini, keberadaannya dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap produktivitas pada dasarnya dapat

diklasifikasikan kedalam dua jenis, yaitu pertama faktor-faktor yang berpengaruh secara langsung, dan kedua faktor-faktor yang berpengaruh secara tidak langsung.

3. Metode Pengukuran Produktivitas

Secara umum pengukuran produktivitas berarti perbandingan yang dapat dibedakan dalam tiga jenis yang sangat berbeda:

- a. Perbandingan-perbandingan antara pelaksanaan sekarang dengan pelaksanaan secara historis yang tidak menunjukkan apakah pelaksanaan sekarang ini memuaskan, namun hanya mengetengahkan apakah meningkat atau berkurang serta tingkatannya.
- b. Perbandingan pelaksanaan antara satu unit (perorangan tugas, seksi, proses) dengan lainnya. Pengukuran seperti itu menunjukkan pencapaian relatif.
- c. Perbandingan pelaksanaan sekarang dengan targetnya, dan inilah yang terbaik sebagai memusatkan perhatian pada sasaran/tujuan.

Untuk menyusun perbandingan-perbandingan ini perlulah mempertimbangkan tingkatan daftar susunan dan perbandingan pengukuran produktivitas. Paling sedikit ada 2 jenis tingkat perbandingan yang berbeda, yakni produktivitas total dan produktivitas parsial.

- 1) Produktivitas Total adalah perbandingan antara total keluaran (*output*) dengan total masukan (*input*) persatuan waktu. Dalam penghitungan produktivitas total semua faktor masukan (tenaga kerja, kapital, bahan, energi) terhadap total keluaran harus diperhitungkan.

$$\text{Produktivitas Total} = \frac{\text{Hasil total keluaran (output)}}{\text{Hasil masukan total(input)}}$$

- 2) Produktivitas parsial adalah perbandingan dari keluaran dengan satu jenis masukan atau input persatuan waktu, seperti upah tenaga kerja, kapital, bahan, energi, beban kerja, dll.

$$\text{Produktivitas Parsial} = \frac{\text{Hasil total keluaran per unit jenis output}}{\text{Hasil masukan per unit jenis input}}$$

4. Peningkatan Produktivitas

Sebuah perusahaan atau sistem produksi lainnya menerapkan kombinasi kebijakan, rencana sumber-sumber dan metodenya dalam memenuhi kebutuhan dan tujuan khususnya. Kombinasi-kombinasi kebijakan ini dituangkan melalui dan dengan bantuan faktor-faktor produktivitas internal dan eksternal. Pada tingkat perusahaan, faktor-faktor tersebut hampir seluruhnya direfleksikan dalam sumber pokok, yakni: manusia dan bahan-bahan atau melalui:

- a. Tenaga kerja
- b. Manajemen dan organisasi
- c. Modal pokok, bahan mentah

Pengaruh faktor-faktor seperti pendidikan dan latihan terlihat pada keahlian dan sikap pekerja. Kemajuan teknologi dan litbang jika direalisasikan pada tingkat perusahaan hanyalah melalui tenaga kerja trampil, perlengkapan serta manajemen yang lebih baik, dengan kata lain melalui sumber-sumber manusia dan material. Faktor-faktor lingkungan seperti siklus perdagangan, ekonomi skala serta kondisi melalui tenaga kerja (pekerja lapangan dan pekerja kantor tata usaha maupun manajemennya) dan modal. Jadi peningkatan produktivitas terutama berkaitan dengan tiga jenis sumber:

- a. Modal (Perlengkapan, material, energi, tanah dan bangunan)
- b. Tenaga kerja
- c. Manajemen dan organisasi

5. Faktor-Faktor yang dapat Mempengaruhi Produktivitas Kerja

Tenaga kerja atau pegawai adalah manusia yang merupakan faktor produksi yang dinamis memiliki kemampuan berpikir dan motivasi kerja, apabila pihak manajemen perusahaan mampu meningkatkan motivasi mereka, maka produktivitas kerja akan meningkat. Ada pun faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas yaitu:

- a. Kemampuan
- b. Sikap
- c. Situasi dan keadaan lingkungan

- d. Motivasi
- e. Upah
- f. Tingkat Pendidikan
- g. Perjanjian Kerja
- h. Penerapan Teknologi

O. Efektifitas

Efektivitas adalah pemanfaatan sumber daya, sarana dan prasarana dalam jumlah tertentu yang secara sadar ditetapkan sebelumnya untuk menghasilkan sejumlah barang atas jasa kegiatan yang dijalankannya. Efektivitas menunjukkan keberhasilan dari segi tercapai tidaknya sasaran yang telah ditetapkan (Othenk, 2016). Jika hasil kegiatan semakin mendekati sasaran, berarti makin tinggi efektivitasnya. Efektivitas adalah pemanfaatan sumber daya, sarana dan prasarana dalam jumlah tertentu yang secara sadar ditetapkan sebelumnya untuk menghasilkan sejumlah pekerjaan tepat pada waktunya. Dapat disimpulkan bahwa efektivitas berkaitan dengan terlaksananya semua tugas pokok, tercapainya tujuan, ketepatan waktu, dan partisipasi aktif dari anggota serta merupakan keterkaitan antara tujuan dan hasil yang dinyatakan, dan menunjukkan derajat kesesuaian antara tujuan yang dinyatakan dengan hasil yang dicapai.

Aspek-aspek efektivitas dapat dijelaskan bahwa efektivitas suatu program dapat dilihat dari aspek-aspek antara lain:

1. Aspek tugas atau fungsi, yaitu departemen dikatakan efektivitas jika melaksanakan tugas atau fungsinya, begitu juga suatu bagian produksi akan efektif jika tugas dan fungsinya dapat dilaksanakan dengan baik dan menghasilkan produk dengan baik;
2. Aspek rencana atau program, yang dimaksud dengan rencana atau program disini adalah rencana produksi yang terprogram, jika seluruh rencana dapat dilaksanakan maka rencana atau program dikatakan efektif.
3. Aspek ketentuan dan peraturan, efektivitas suatu program juga dapat dilihat dari berfungsi atau tidaknya aturan yang telah dibuat dalam rangka menjaga berlangsungnya proses kegiatannya. Aspek ini mencakup aturan-aturan baik yang berhubungan dengan tenaga kerja maupun yang lain, jika aturan

ini dilaksanakan dengan baik berarti ketentuan atau aturan telah berlaku secara efektif.

4. Aspek tujuan atau kondisi ideal, suatu program kegiatan dikatakan efektif dari sudut hasil jika tujuan atau kondisi ideal program tersebut dapat dicapai.

P. Efisiensi

Efisiensi merupakan suatu ukuran keberhasilan yang dinilai dari besarnya sumberdaya atau biaya untuk mencapai hasil dari kegiatan yang dijalankan. Masalah efisiensi berkaitan dengan masalah pengendalian biaya. Pengertian efisiensi dapat dilihat dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Efisiensi dapat didefinisikan sebagai rasio antara *output* dengan *input*. Ditinjau dari teori ekonomi, ada dua pengertian efisiensi, yaitu efisiensi ekonomi dan efisiensi teknis. Ada tiga faktor yang menyebabkan efisiensi tinggi yaitu:

- 1) Apabila dengan *input* yang sama dapat menghasilkan *output* yang lebih besar.
- 2) *Input* yang lebih kecil menghasilkan *output* yang sama.
- 3) *Input* yang lebih besar dapat menghasilkan *output* yang jauh lebih besar.

Efisiensi ekonomis mempunyai sudut pandang makro yang mempunyai jangkauan lebih luas dibandingkan dengan efisiensi teknis yang bersudut pandang mikro. Pengukuran efisiensi teknis cenderung terbatas pada hubungan teknis dan operasional dalam proses konversi *input* menjadi *output*. Akibatnya, usaha untuk meningkatkan efisiensi teknis hanya memerlukan kebijakan mikro yang bersifat internal, yaitu dengan pengendalian dan alokasi sumberdaya yang optimal. Dalam efisiensi ekonomis, harga tidak dapat dianggap *given*, karena harga dapat dipengaruhi oleh kebijakan makro (Laksana, Prasetyo, & Wibowo, 2014).

Efisiensi *machining* pada *dies* yaitu *machining* yang tidak melebihi waktu yang ditentukan oleh *Dies Cost Planning* (DCP) dan hasil dari *machining* pada saat proses permesinan berjalan dengan optimal sehingga proses *machining dies* tidak melebihi *dies cost planning*.

Q. Analisis Teknis

Pengambilan keputusan seharusnya selalu diawali dengan analisis kelayakan teknis, kemudian dilanjutkan dengan analisis kelayakan ekonominya. Permasalahan yang berkaitan dengan aspek teknis merupakan pembahasan yang lebih menitikberatkan pada fungsi operasional atau performa teknisnya (Wignjosoebroto, Pengantar Teknik & Manajemen Industri, 2006).

Analisis teknik pada *machining base plate* berhubungan dengan aspek teknis yang terdapat pada *machining base plate* yaitu metode pencekaman, total waktu yang diperlukan untuk proses *machining*. Analisa teknis tersebut berpengaruh pada waktu pengerjaan *machining dies* secara keseluruhan, sehingga dapat menekan biaya produksi pada *machining dies*.

R. Analisis Efisiensi

Secara prinsip analisis ekonomi/efisiensi akan menjelaskan prinsip dan metode yang diperlukan untuk pengambilan keputusan tentang hal-hal yang berkaitan dengan kepemilikan ataupun keusangan dari *capital goods* suatu industri. Dengan konsep dan metode yang sama, analisis ekonomi ini bisa pula diaplikasikan untuk mengambil keputusan terhadap alternatif-alternatif yang bisa diambil untuk suatu investasi tertentu. Analisis ekonomi yang diterapkan untuk mengevaluasi proyek-proyek *engineering* yang terlebih dahulu harus mempertimbangkan faktor-faktor teknisnya dan selanjutnya menggunakan hasil analisis tersebut sebagai dasar pengambilan keputusan lazim disebut analisis ekonomi teknik (Wignjosoebroto, Pengantar Teknik & Manajemen Industri, 2006).

Suatu rancangan ataupun proposal dari proyek-proyek *engineering* akan dievaluasi berdasarkan efisiensi teknik/fisik maupun efisiensi ekonomis. Efisiensi teknis umumnya diformulasikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, Pengantar Teknik & Manajemen Industri, 2006):

$$\text{Efisiensi(Waktu)} = \frac{\text{Output (waktu)}}{\text{Input (waktu)}} \times 100\%$$

Unit satuan waktu *output* maupun *input* diukur dalam produk yang dihasilkan. Nilai efisiensi teknis atau waktu ini akan selalu 100%. Semakin

dekat dengan 100% akan menunjukkan bahwa proses transformasi waktu akan semakin efisien.

Disisi lain efisiensi ekonomis juga dinyatakan sebagai perbandingan output per input tetapi dinyatakan dalam satuan ekonomis (uang). Formulasi umumnya sebagai berikut (Wignjosoebroto, Pengantar Teknik & Manajemen Industri, 2006):

$$\text{Efisiensi (ekonomi)} = \frac{\text{Output (Rp)}}{\text{Input (Rp)}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Output dinyatakan sebagai nilai penghargaan (*worth*) dan input biaya yang telah dikeluarkan. Keduanya dinyatakan dalam satuan uang (Rp). Nilai efisiensi ekonomis diharapkan >100% agar bisa dinyatakan bahwa proses transformasi *input-output* telah berlangsung sukses secara ekonomis.

Analisa efisiensi waktu atau ekonomi pada *machining base plate* berhubungan dengan aspek finansial atau biaya yang dikeluarkan untuk proses *machining*. Nilai efisiensi dapat diketahui dengan rasio antara *actual* proses *machining* dengan *die cost planning* (DCP).

S. Analisa Konsumsi Energi (*Carbon Footprint*)

Carbon footprint adalah jumlah emisi gas rumah kaca yang diproduksi oleh suatu organisasi, peristiwa (event), produk atau individu. Emisi karbon (CO₂) yang kita hasilkan berasal dari berbagai aktifitas sehari-hari seperti penyalan lampu dan peralatan listrik, proses produksi dan aktivitas industri yang lainnya. Peningkatan CO₂ akan menyebabkan efek rumah kaca (Wicaksono, 2010).

Secara umum efek rumah kaca diartikan sebagai proses naiknya suhu bumi yang disebabkan perubahan komposisi atmosfer. Menyebabkan sinar matahari tetap berada di bumi dan tidak dapat dipantulkan secara sempurna, keluar atmosfer.

Terjadinya efek rumah kaca didasari oleh sinar matahari yang dipantulkan oleh berbagai macam benda di permukaan bumi. Sinar matahari yang dipantulkan dapat merusak lapisan ozon, yang memiliki fungsi utama untuk menghambat cahaya matahari yang berada di atmosfer.

Apabila lapisan ozon yang berada di atmosfer bumi semakin berkurang, maka akan menyebabkan kenaikan suhu di permukaan bumi. Kondisi ini

menjadi lebih buruk karena banyaknya karbondioksida (CO₂) yang ada di bumi. Karena dapat menahan pantulan sinar matahari, sehingga suhu di bumi semakin meningkat.

Untuk menghindari kerusakan lapisan ozon pada lapisan atmosfer bumi. Maka kita harus mengurangi berbagai alat atau bahan yang dapat menghasilkan karbondioksida (CO₂). Dan juga berbagai hal yang dapat mengakibatkan kerusakan lapisan ozon lainnya.

Maka dari itu, penting untuk menghitung *carbon footprint* proses perancangan *jig machining base plate* ini guna mengetahui emisi gas karbondioksida yang dihasilkan.

T. Landasan Teori

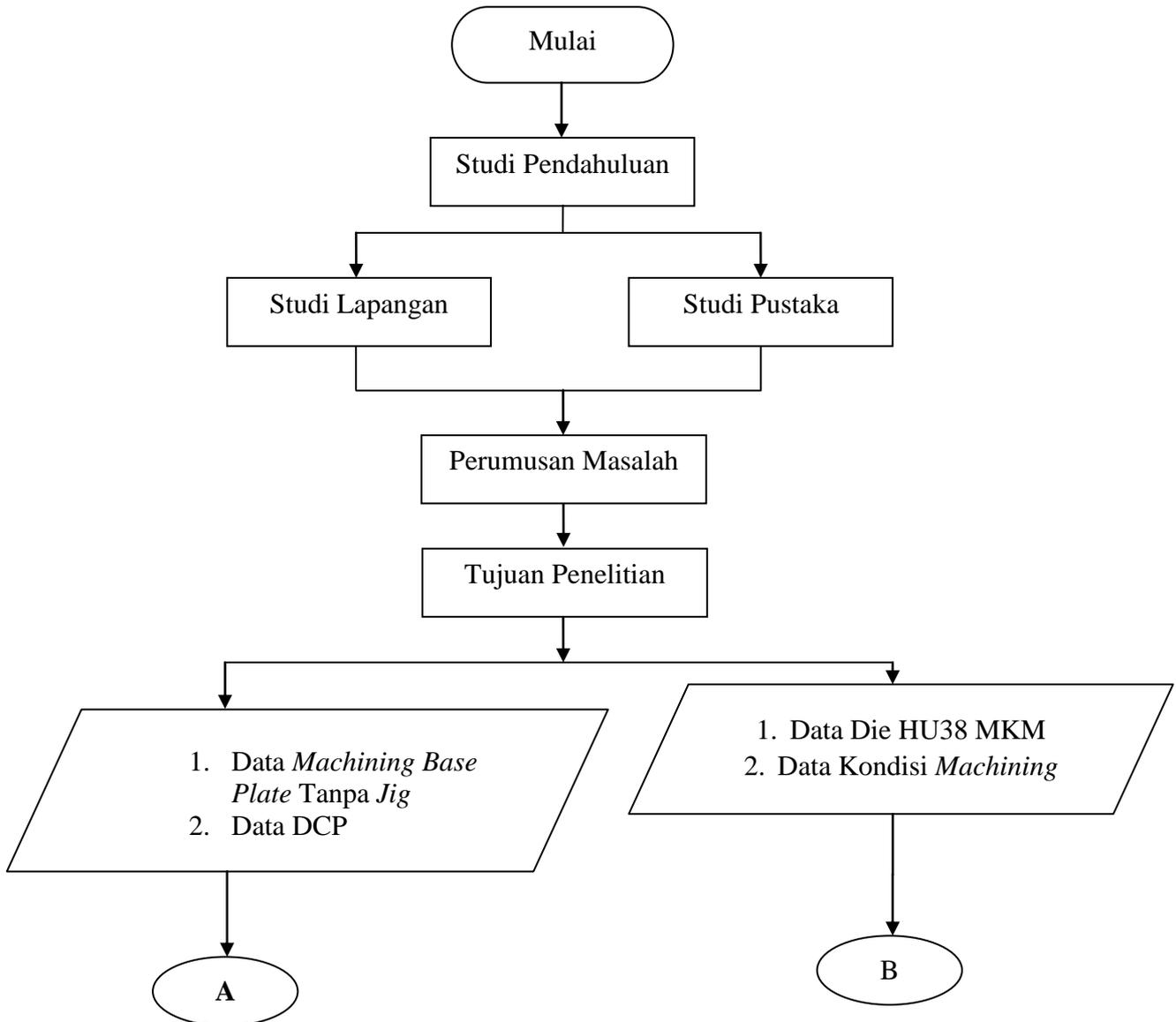
Proses pembuatan *dies* HU38 proyek dari PT. MKM memerlukan waktu 160 jam hal ini dikarenakan berbagai masalah dalam proses *machining* yang menyebabkan kurangnya produktifitas di bagian manufakturingsalah satunya yaitu proses *machining* profil *base plate*. Masalah-masalah tersebut antara lain adalah :

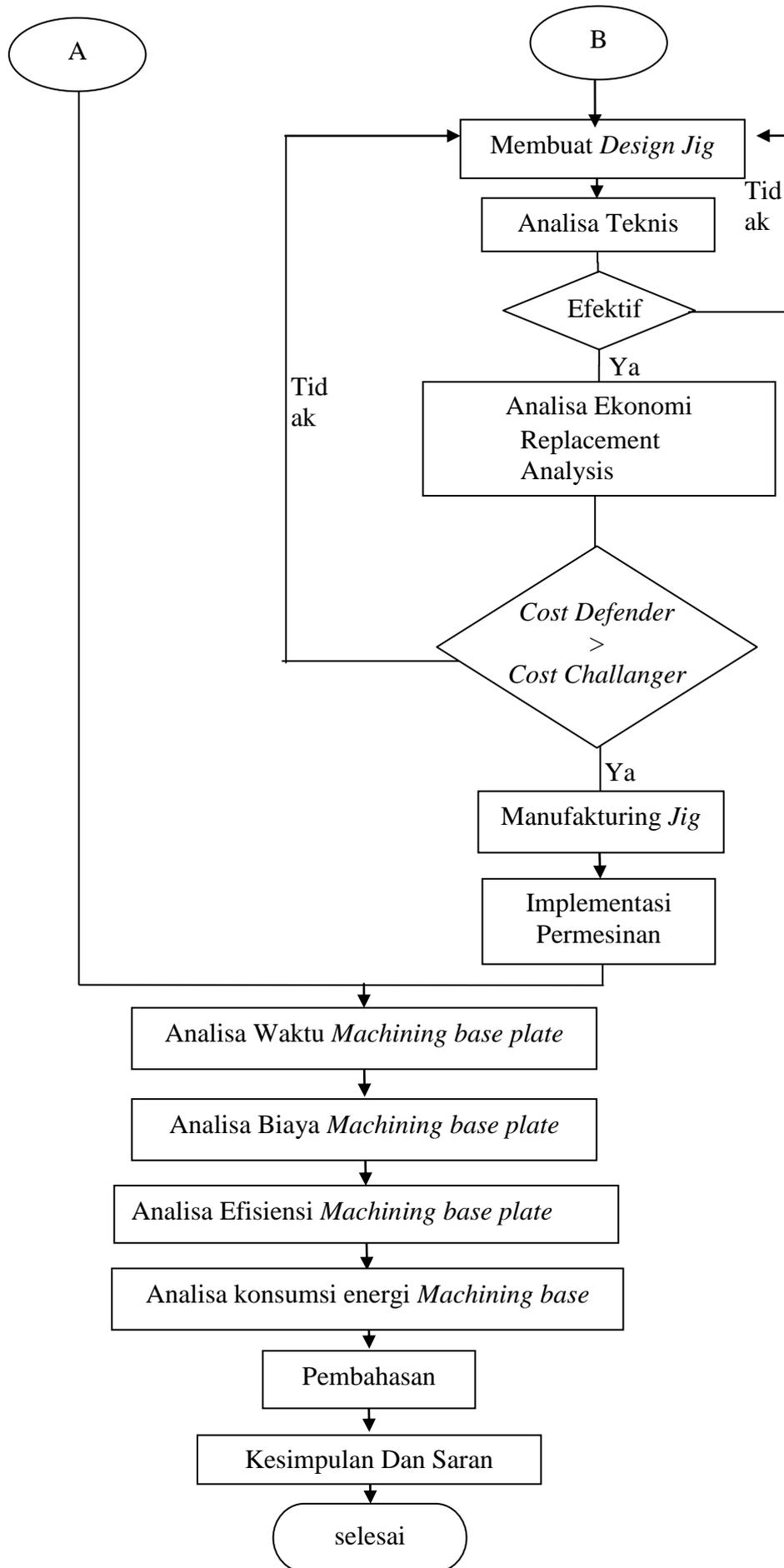
1. Metode cekam proses *machining base plate* tidak menggunakan *jig* sehingga pengerjaan *machining* profil *base* hanya bisa dilakukan satu sisi persisi, jika akan pengerjaan sisi lainya maka harus memindah *clamber*/pengunci.
2. Program *nc* profil diinput manual oleh operator sehingga menambah waktu *setting* pengerjaan *machining*.
3. Waktu *setting* benda kerja berulang, hal ini dikarenakan *clamber* (pengunci) harus selalu dipindah jika akan mengerjakan sisi lainnya.

Oleh karena itu, diperlukan solusi teknis yang tepat untuk mengatasi masalah rendahnya produktifitas. Guna mengatasi hal tersebut, maka akan dilakukan peningkatan efisiensi dengan analisa teknis penambahan *jig* sebagai sarana *clamp* pada proses *machining base plate* dan analisis ekonomi untuk mengetahui persentase efisiensi biaya pada *machining dies*.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini, membahas secara sistematis tentang tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan. Tahapan-tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut :





A. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan berisi tentang dua hal yaitu jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian. Dua hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian evaluasi untuk meningkatkan efisiensi *machining base plate* dengan penambahan *jig* dan *support* program nc dengan software CAM agar mendapatkan *machining base plate* yang efektif dari segi waktu dan efisiensi dari segi biaya pada proses pembuatan *dies HU 38* di PT. MAJ Magelang.

2. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan agustus 2017 sampai dengan bulan Maret 2018 di PT. Mekar Armada Jaya pada departemen *Tooling*.

B. Studi Lapangan

Tahap studi lapangan difokuskan pada pemahaman kondisi permasalahan yang ada pada *machining base plate* die HU38 MKM dengan melakukan observasi secara langsung di Departement *tooling* PT. MAJ Magelang.

C. Studi Pustaka

Studi pustaka dalam penelitian ini mempelajari literatur yang bersumber dari buku, jurnal dan skripsi tentang manajemen industri untuk memperoleh teori-teori yang dapat mendukung penelitian yang dilakukan.

D. Perumusan Masalah

Setelah dilakukan pengamatan di Departement *Tooling* PT. MAJ Magelang maka ditetapkan perumusan masalah yaitu bagaimana meningkatkan efisiensi *machining base plate* dan bagaimana efisiensi *machining base* setelah perbaikan metode dari segi teknik dan ekonomi.

E. Tujuan Penelitian

Pada tahap ini ditetapkan tujuan penelitian berdasarkan pada perumusan masalah yaitu peningkatan efisiensi *machining base plate* guna menekan biaya manufakturing *dies* dan peningkatan efisiensi *machining* dari segi teknik dan ekonomi.

F. Pengumpulan Data

bagian *machining* Data tersebut digunakan untuk menganalisis lamanya waktu, penggunaan mesin saat proses *machining base plate* Pengumpulan data terdiri dari jenis data penelitian dan metode pengumpulan data. Hal tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Jenis data penelitian

Jenis data penelitian dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

a. Data *machining*

Data *lead time machining* yaitu data laporan harian yang berisi waktu pengerjaan *machining base plate* dan dievaluasi dengan tujuan untuk memperoleh efisiensi *machining base plate* dari segi teknik dan ekonomi.

b. Data *Die Cost Planing* (DCP)

Data DCP yaitu data *die cost planning* (DCP), data ini berisikan seluruh biaya proyek *die* HU38 MKM. Data tersebut digunakan sebagai pembandingan data *lead time* pengerjaan *die* HU38, sehingga persentase efisiensi saat ini dan persentase efisiensi setelah penggunaan perbaikan metode cekam *machining base plate* dapat diketahui.

2. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode *observasi* atau pengamatan. Pengamatan dilakukan pada *machining base plate die* HU38 PT. Mekar Armada Jaya Magelang.

G. Membuat *Design Jig*

Data design *die* HU38 MKM dan data material digunakan untuk acuan pembuatan design rancangan *jig*. Proses pembuatan design *jig* dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengambil Data *Die Design* HU38 MKM

Data *die design* HU38 MKM didapat dari Sub Departemen *Engineering Design* yang akan digunakan sebagai pertimbangan dalam proses design *jig*.

2. Menggambar *Design*

Proses pembuaan *design jig* harus menyesuaikan bentuk dari die HU38 MKM selain itu juga harus memperhatikan stok material yang ada untuk meminimalisir biaya pengadaan material.

H. Analisa Teknis

Analisis teknis dari perancangan jig meliputi analisis dari sisi efektifitas penggunaan alat sehingga diharapkan mampu memberikan fungsi secara maksimal dan efektif. Secara lebih detail analisis teknis dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Uji coba fungsi jig

Uji coba fungsi jig dengan menempatkan *base plate* pada *jig* hal ini dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat efektifitas dari *jig* meskipun untuk lebih tepatnya dapat dilihat saat proses permesinan *machining base plate* berlangsung.

2. Mengambil Keputusan

Pada fase proses ini yaitu memutuskan apakah hasil dari perancangan *jig* sudah efektif atau belum. Hasil perancangan *jig* dikatakan efektif apabila:

- a. Locating : Melokasikan benda kerja haruslah jelas, bagian mana yang akan dikerjakan dan bagian mana yang akan diclamping.
- b. Clamping: Pada sistem pengekaman harus kuat, tahan menerima gaya tetapi tidak merusak benda kerja, sederhana dan mudah dalam pemasangan dan pelepasannya.
- c. Handling: Bentuk dari jig sederhana dalam penanganannya dan sesuai dengan anatomi tangan manusia, hindari bentuk-bentuk tajam.
- d. Clearance: Terdapat tempat pembuangan chip, harus dipertimbangkan bila ukuran benda kerja bervariasi.
- e. Material: Material jig pada umumnya harus lebih keras dari benda kerja. Bila memakai material yang dikeraskan harus diperhatikan tegangan sisanya.

I. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi perancangan *jig* untuk *machining base plate* ini meliputi beberapa perhitungan antara lain yaitu:

1. Menghitung Biaya Pembuatan *Jig*.

Biaya pembuatan *jig* terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung, hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Biaya Langsung yang meliputi : biaya material, biaya mesin, biaya tenaga kerja
- b. Biaya tidak langsung terdiri atas : biaya penyusutan mesin, biaya listrik dan biaya suervisor.

2. Membandingkan Biaya *Machining Base Plate*

Biaya *machining base plate* sebelum dan setelah implementasian *jig* keduanya dihitung untuk di perbandingkan, perhitungan biaya *machining* ini dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{array}{l} \text{BiayaMachiningBaseplate tanpa jig} = \text{Lead Time machining tanpa} \\ \text{jig} \times \text{Cost (DCP)} \dots\dots\dots 1 \\ \text{Biaya Machining Base plate dengan jig} = \text{Lead Time machining} \\ \text{dengan jig} \times \text{Cost (DCP)} \dots\dots\dots 2 \end{array}$$

Untuk selanjutnya hasil perhitungan diperbandingkan untuk mengetahui perbedaan pengeluaran biaya *machining base plate* sebelum dan setelah penggunaan *jig*.

3. Replacement Analysis

Setelah semua biaya pembuatan *jig* diketahui dilakukan analisa replacement metode pencekaman pada *machining base plate*, dalam analisa ini dilakukan perhitungan seluruh biaya dari metode awal dan metode dengan menggunakan *jig*.

J. Manufaturing *Jig*

Desain *jig* yang telah di buat selanjutnya dibuat selanjutnya di proses manufaturing untuk pembuatan *jig*, adapun alur pembuatan *jig* adalah

1. Menyiapkan Material

Material yang dibutuhkan yaitu sesuai dengan *list* material yang ada di desain *jig* antara lain yaitu:

- a. Material SS41 ukuran 800 mm x 600 mm x 40 mm.
 - b. Baut M16 x 50 mm
2. Proses Permesinan

Proses permesinan *jig* meliputi :

- a. *Facing* material *jig* untuk kerataan permukaan
- b. Pelubangan posisi baut
- c. *Champering*

K. Implementasi Permesinan

Setelah dilakukan analisis kelayakan dari perancangan *jig* tersebut kemudian *jig* tersebut digunakan untuk proses *machining base plate* yaitu proses *machining* profil dan *facing base plate*.

L. Menghitung Waktu *Machining Base Plate*.

Penghitungan waktu *machining base plate* dilakukan dengan menghitung panjang lintasan dikalikan dengan *feedrate* mesin yang digunakan .waktu *machining base plate* ini terdiri dari *setting* mesin, proses *machining profil* dan proses *facing base plate*.

M. Analisa Waktu *Machining Base Plate*

Analisa waktu *machining base plate* yaitu membandingkan waktu *machining base plate* sebelum penggunaan *jig* dengan waktu *machining* setelah menggunakan *jig*.

N. Analisa Biaya *Machining Base Plate*

Analisa biaya dilakukan untuk mengetahui selisih antara biaya *machining base plate* sebelum dan setelah penggunaan *jig*.

O. Analisa Efisiensi

Menghitung efisiensi saat ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi *base plate* sebelum dilakukan perbaikan, perhitungan efisiensi saat ini meliputi:

- 1) Menghitung Efisiensi dari Segi Teknik

Menghitung efisiensi dari segi teknik yaitu membandingkan output fisik dibandingkan dengan input fisik, rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Output (waktu)}}{\text{Input (waktu)}} \times 100\%$$

2) Menghitung Efisiensi dari Segi Ekonomi

Menghitung efisiensi dari segi ekonomi yaitu menghitung tingkat efisiensi *machining base plate* saat ini dalam bentuk biaya atau cost proses permesinan *base plate*. Rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{Efisiensi (ekonomi)} = \frac{\text{Output (Rp)}}{\text{Input (Rp)}} \times 100\%$$

P. Analisa Konsumsi Energi

Analisa konsumsi energi adalah menghitung *carbon footprint* yang dihasilkan untuk proses pengerjaan *machining base plate*.

Q. Pembahasan

Pembahasan adalah mengulas hasil yang didapatkan selama penelitian perancangan jig yang telah dilakukan.

R. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dari analisa teknik dan analisa efisiensi *machining base plate* dapat diambil kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran ini merupakan hasil dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini menghasilkan perancangan jig sebagai alat bantu pencekaman base plate yang efektif dari segi waktu setting, waktu pengerjaan dan kemudahan penggunaan dalam proses *machining base plate*.
2. Penggunaan *jig machining base plate* ini dapat meningkatkan efisiensi waktu *machining die* HU38 yang semula sebesar 20,76% setelah penggunaan *jig* persentase efisiensi waktu *machining* meningkat menjadi 25,75% meningkat 4,99% dan efisiensi *cost* pengerjaan *machining* yang semula 6,44% dapat meningkat menjadi 14,98% naik 8,54% atau penghematan biaya sebanyak Rp 1,353,735.50.
3. Perancangan *jig machining base plate* memenuhi standar kelayakan teknis dibuktikan dengan menurunnya waktu pengerjaan *machining base plate* yang semula 7,5 jam menjadi 4,25 jam. Dari segi kelayakan ekonomi setelah melalui analisa *replacement cost total present worth* biaya *machining* dengan metode lama yaitu -Rp 304.278.087,00 lebih besar daripada *present worth* metode biaya *machining base plate* dengan menggunakan *jig* yang hanya sebesar - Rp 176.977.543,00

A. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk kelancaran dan kemajuan dalam perancangan alat bantu ini di masa yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Demi keawetan *jig*, penggunaan material SS41 untuk lokator dapat diganti dengan material yang lebih keras misalnya dengan material SKD11 atau HMD5 agar lubang baut pengikat tidak cepat rusak.

2. Sebaiknya alat bantu *jig* yang dirancang ini dapat dikembangkan pada pembuatan komponen-komponen lainnya seperti *insert* dan *back up insert*.

DAFTAR PUSTAKA

Darwadi. (2015). *Laporan Kerja Praktik Bidang Manufaktur di Sub Departemen Engineering Design Departemen Tooling Divisi Stamping & Tools PT. Mekar Armada Jaya*. Magelang: Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang.

Donaldson, C. G. (1985). *Tool Design*. New Delhi: Tata Mc Graw Hill.

Hendro Prasetyo, R. H. (2015). Rancangan Jig dan Fixture pembuatan Produk On-Off. *Jurnal Teknik Mesin SI Undip* , 127.

Hendro Prasetyo, R. I. (2012). Rancangan Welding Fixture Pembuatan Rangka Produk Kursi. *Jurnal Teknik Teknologi Industri, ITENAS, Bandung* , E-116.

Hoffman, E. (1996). *Jig and Fixture Design*. Delmar Publisheres.

Husnan, S. S. (2008). *Studi Kelayakan Proyek*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
Job Training 2005 Magelang PT Mekar Armada Jaya

Kosasih, S. (2009). *Manajemen Operasi - Bagian Pertama. Edisi 1*. Jakarta: Mitra Wacana Media.

Laksana, A. W., Prasetyo, H. S., & Wibowo, M. A. (2014). Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Analisa Crash Program. *ejournal-s1.undip.ac.id* , 747.

2015 *Laporan Kerja Praktik Bidang Manufaktur di Departemen Tooling (Sub Manufakturing) Divisi Stamping & Tools PT. Mekar Armada Jaya* Magelang Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

Manuaba, A. (1992). Pengaruh Ergonomi Terhadap Tenaga Kerja. *Seminar Produktivitas Tenaga Kerja*. Jakarta.

Masaya, T. (2011). *Press Die Design Basic Text Book*. Jakarta: Indonesia Mould & Die Industry Association.

Mokh, s., & Slamet, B. (1999). *sistem manufaktur*. surabaya: fakultas teknologi industri ITS sepuluh nopember.

Othenk. (2016). Dipetik Juli 26, 2018, dari Pengertian Efektivitas dan Landasan Teori Efektivitas: <http://literaturbook.blogspot.co.id>

Press Die Design Basic Text Book 2011 Jakarta Indonesian Mold & Die Industry Association

Soemarsono, S. R. (2009). *Akutansi : Suatu Pengantar*. Jakarta: Salemba Empat.

Suci Rahmawati SY, V. T. (2010). Perancangan Fixture Gurdi Untuk Produksi Komponen Brake Pads. *Jurnal Teknik Industri Fakultas Teknik Andalas Padang* , 75-80.

Sugiyono. (2004). *Mempergunakan Mesin Frais (Komplek)*. Yogyakarta.

Wicaksono, A. (2010). Studi Carbon Footprint(CO2) Dari Kegiatan Permukiman Di Surabaya Bagian Barat. *Studi Carbon Footprint(CO2)* , 209.

Wignjosuebrotto, S. (2006). *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Witjaksono, A. (2006). *Akutansi Biaya*. Yogyakarta: Graham Ilmu.