

OPTIMASI WAKTU PEMOTONGAN *GATE MASTER CYLINDER FRONT KVYG* DENGAN SIMULASI DESAIN *FIXTURE* MENGGUNAKAN *SOLIDWORKS MOTION ANALYSIS*

Meda Deni Kristanto, Suyadi, Bambang Tjahjono

Jurusan Teknik Mesin .Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
Email:

Abstrak

Permasalahan di departemen Gravity Die Casting pada line potong gate Master Cylinder masih dengan proses pemotongan yang manual yaitu metode potong yang masih di pegang tangan dan setelah memotong 40 pcs atau 1 box mesin di matikan untuk menata part di rak treatment sehingga terdapat lost time yang berlebih di proses tersebut . Tujuan dari penelitian ini adalah Melakukan optimasi waktu pemotongan gate master cylinder front KVYG dengan membuat simulasi Desain Fixture menggunakan Solidworks Motion Analysis dengan mekanisme otomasi pneumatik, untuk mereduksi terjadinya lost time yang dapat meningkatkan produktifitas dan mempercepat cycle time proses pemotongan gate master cylinder front KVYG. Metode perancangan yang digunakan adalah metode perancangan Archer yang terdiri dari Programing, Data collection, Analysis, Synthesis, Development dan Communication. Pengujian dilakukan dengan membuat beberapa alternatif desain dan parameter-parameter yang berbeda yang selanjutnya dapat di analisis efisiensi desain dan menjadi validasi pengujian yang dilakukan. Hasil yang di peroleh yaitu cycle time pemotongan dapat dipersingkat dari 15 detik/pcs menjadi 10,5 detik/pcs. Gaya untuk memotong part MC type KVYG front sebesar $92,3 \times 10^3 [N]$ dan terdapat 2 pneumatik yaitu pneumatik cutting yang berdiameter 13,6 [mm] serta pneumatik tuas pengungkit (take out) berdiameter 10,3 [mm].

Kata Kunci : “Optimasi”, “Desain fixture”, “Solidworks motion analysis”.

1. Pendahuluan

Gravity Die Casting merupakan salah satu proses produksi pertama yang berada pada PT. Chemco Harapan Nusantara Plant 1 cikarang, ada beberapa spare part yang diproduksi menggunakan metode gravity die casting. Gravity die casting adalah metode pengecoran yang kompetitif ketika kuantitas produksi relatif kecil atau ketika perlakuan panas diperlukan untuk meningkatkan sifat mekanik. (Mishra, et al., 2017). PT. Chemco Harapan Nusantara dituntut untuk menghasilkan kualitas produk yang stabil, banyak parameter yang perlu diperhatikan dalam menjaga kestabilan kualitas tersebut, dimulai dari komposisi material, proses pengolahan material, proses casting itu sendiri hingga proses treatment sampai proses quality yang harus tetap terjaga kualitasnya baik secara visual maupun secara sifat mekaniknya untuk menjaga kepuasan customer. Syarat yang ditetapkan oleh customer harus Zero defect, maka PT. Chemco Harapan Nusantara terus berupaya dengan melakukan monitoring secara berkala dan ketat untuk setiap produknya agar selalu

stabil dalam hal kualitas. Penjagaan kualitas yang stabil tentunya menemui beberapa permasalahan yang ada mulai dari cost produksi hingga biaya yang timbul akibat produk NG (Not Good) atau cacat karena beberapa kesalahan seperti kesalahan operator, metode pengerjaan atau proses produksi maupun life time dari peralatan yang digunakan.

Selain dari segi kualitas PT. Chemco Harapan Nusantara juga dituntut dalam hal kuantitas produk, sehingga manajemen harus mulai berinovasi dengan Otomatisasi produksi tanpa mengorbankan tenaga kerja yang ada. Automation (otomasi) adalah suatu teknologi dimana proses atau prosedur dilakukan tanpa atau dengan bantuan manusia (Grover, 2002). Khusus untuk proses potong pada gate master cylinder type KVYG proses pemotongan masih tergolong manual yaitu dengan memegang tangan saat proses pemotongan dan proses ini memakan waktu yang relatif lama karena terjadinya lost time. Data yang diperoleh menunjukkan untuk waktu pemotongan 40 pcs diperlukan waktu rata-rata 10 menit dan

terdapat *lost time* proses 2,5 menit per 40 pcs sehingga kapasitas produksi kurang optimal yaitu 772 pcs/shift dari yang di targetkan yaitu 1200pcs/shift. *Lost time* yang terjadi di proses ini merupakan salah satu akibat dari pemotongan *gate master cylinder* yang kurang efisien maka dengan merencanakan desain alat bantu pemotongan yang dapat menggantikan proses pemotongan sebelumnya. Hal yang melatarbelakangi pembahasan permasalahan tersebut karena adanya beberapa hal yang perlu adanya optimasi di proses potong khususnya proses potong *Gate Master Cylinder front KVYG* yang masih manual seperti pada gambar 1.1. Kekurangan pada proses potong manual yaitu:

1. Terjadinya *lost time* proses penataan yang mengakibatkan proses potong terhenti berbanding lurus dengan waktu penataan.
2. Kurang adanya *safety* pada operator.
3. Terjadinya *lost time* proses penataan yang mengakibatkan proses potong terhenti berbanding lurus dengan waktu penataan.
4. Kurangnya kualitas potong yang di hasilkan (sering kali operator memotong *gate* tidak tegak lurus dan terjadi *over cutting*) hal ini sering terjadi produk NG.
5. Kurangnya produktivitas hasil potong sesuai data ada.



Gambar 1. Proses Potong Manual Gate MC KVYG front

Simulasi Desain *Fixture* pemotongan *gate master cylinder front KVYG* menggunakan *Solidworks Motion Analysis* diharapkan dapat menjadi salah satu solusi perancangan alat bantu pemotongan *gate master cylinder front KVYG* untuk meminimalisir atau menghilangkan *lost time* yang dapat meningkatkan produktivitas dan mempercepat *cycle time* proses. *Cycle time* sebelumnya yang kurang efektif karena

proses pemotongan *gate master cylinder front KVYG* masih dilakukan manual dengan tangan.

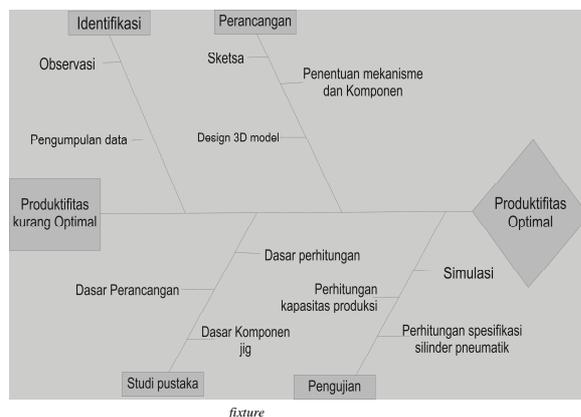
Fixture adalah Alat mekanis yang kuat dan kaku yang menempel pada mesin dan memungkinkan stok untuk meluncur saat dipegang dengan kuat memungkinkan penempatan, penunjang dan penjepitan yang mudah, cepat dan konsisten akurat, kosong terhadap *cutting tool* dan hasil pemesinan yang lebih cepat dan akurat dengan kualitas yang konsisten, kemampuan fungsional (Abouhenidi, 2014). Prinsip dasar dari alat bantu pemotongan *gate master cylinder front KVYG* ini menggunakan prinsip *linier reciprocating* dengan menggunakan lintasan *linier guideway* untuk lintasan maju mundurnya. *Fixture* di gerakkan oleh Pneumatik yang ada di pangkal proses potong, pneumatik mendapat *supply* dari udara yang sudah ada di sub potong. *Semi-automatic* di dapatkan dari pemasangan *limit switch* yang ada di awal dan akhir proses maju mundur dan proses kerja diawali dengan menekan tombol On. Mekanisme *semi-automatic* yang akan digunakan mampu meningkatkan efisiensi waktu pemotongan *gate master cylinder front KVYG* dengan *cycle time* lebih cepat, karena mekanisme seperti ini dapat bekerja secara terus-menerus atau kontinyu. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi waktu pemotongan *gate master cylinder front KVYG* dengan membuat simulasi Desain *Fixture* menggunakan *Solidworks Motion Analysis* dengan mekanisme otomatisasi pneumatik, untuk meminimasi terjadinya *lost time* yang dapat meningkatkan produktivitas dan mempercepat *cycle time* proses pemotongan *gate master cylinder front KVYG*.

2. Metode Penelitian

Fishbone Diagram dikenal sebagai Diagram Ishikawa. Itu mendapat nama dari bentuknya, yang dalam bentuk kerangka ikan. Itu dibuat oleh Profesor Kaoru Ishikawa, yang memelopori proses manajemen mutu di Kawasaki Shipyards pada 1960-an. Diagram

tulang ikan juga dikenal sebagai diagram sebab-akibat. Ini membantu untuk menunjukkan korelasi antara efek dan beberapa penyebab yang terjadi. Diagram tulang ikan menunjukkan kemungkinan penyebab peristiwa tertentu atau masalah. Ini juga menggambarkan kemungkinan penyebab masalah tertentu dengan menyortir dan menghubungkan setiap penyebab menggunakan skema klasifikasi. Secara umum, ini adalah analisis dari dampak yang menyebabkan hasil tertentu mengamati fenomena (Dimas, 2016).

Berdasarkan analisis penyebab masalah tertinggi dapat diketahui dengan adanya langkah-langkah perbaikan menggunakan aspek-aspek *cause & effect* diagram (*Fish Bone Diagram*), sebagai berikut;



Gambar 2 Fishbone Diagram

2.1. Identifikasi

Proses identifikasi mencakup permasalahan yang terjadi pada *line* produksi khususnya sub potong *Master Cylinder front type KVYG*, pengambilan beberapa data seperti data produksi *part Master Cylinder front type KVYG*, *cycle time* proses potong, spesifikasi material, spesifikasi mesin potong dan sketsa *part Master Cylinder front type KVYG* yang dilakukan melalui beberapa tahapan seperti dibawah ini:

- a. Observasi
- b. Pengumpulan data

2.2. Studi pustaka

Mencari jurnal – jurnal dasar perhitungan untuk menunjang analisa yang dilakukan dan mendukung penyelesaian masalah yang ada.

Tahapan ini yang menjadi dasar dan acuan penelitian ini dengan mencari literatur-literatur seperti yang ada dibawah ini:

- a. Dasar perancangan
- b. Dasar komponen *fixture*
- c. Dasar perhitungan

2.3. Perancangan

Proses Perancangan merupakan aktivitas berupa gambaran mengenai perancangan-perancangan dalam pembuatan *fixture* pemotongan *gate Master cylinder front KVYG* dengan meliputi tahapan-tahapan yang ada dibawah ini:

- a. Sketsa
- b. Penentuan mekanisme dan komponen
- c. 3D model

2.4. Pengujian

Proses Pengujian merupakan salah satu proses terakhir yang ada pada penelitian ini, pengujian ini mengacu pada perhitungan-perhitungan yang sudah dilakukan dan simulasi yang sudah di sesuai. Pengujian tersebut meliputi:

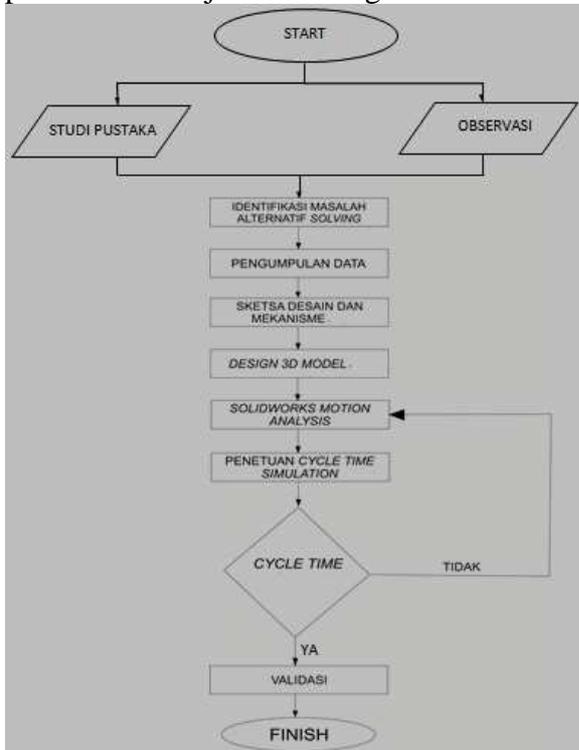
- a. Simulasi
- b. Perhitungan kapasitas produksi
- c. Perhitungan spesifikasi silinder pneumatik

Pengujian dilakukan dengan simulasi solidworks dengan *input* data waktu yang di peroleh dari estimasi proses potong sebelumnya yaitu menghilangkan proses penataan pada proses yang menjadi sumber *lost time* sebesar 5 detik/pcs dan menghasilkan waktu proses keseluruhan 15 detik/pcs, hal ini menjadi acuan dalam *input* waktu proses improvment pada solidworks motion analysis. *Output* yang dihasilkan pada simulasi ini berupa waktu yang sudah di kalkulasi setiap proses menjadi 10 detik/pcs. Pengujian ini menjadi suatu validitas dari perancangan *fixture* pemotongan *gate Master Cylinder front KVYG*.

2.4. Flow Procces Penelitian

Metodologi penelitian yang di mulai dari tanggal 06 November 2017- 27 Januari 2018 di PT. Chemco Harapan Nusantara cikarang khususnya pada departemen *Gravity Die Casting* pada saat kuliah magang industri dan dilanjutkan atau di perdalam pada laporan

skripsi dari 05 Februari 2018– 27 Juli 2018. Metodologi berdasarkan *flow proses* untuk dapat menganalisa perancangan *Fixture cutting Gate Master Cylinder type KVYG front* dengan *Solidwork Motion Analysis* dengan 7 tahapan proses. *Flow proses* penelitian ditunjukkan oleh gambar 3.1.



Gambar 3. Diagram Flow Process

2.5. Identifikasi masalah

Khusus untuk proses potong pada *gate master cylinder type KVYG* proses pemotongan masih tergolong manual dan proses ini memakan waktu yang relatif lama dengan data yang diperoleh menunjukkan untuk waktu pemotongan 40 pcs diperlukan waktu rata-rata 10 menit dan terdapat *lost time* proses 2,5 menit per 40 pcs sehingga kapasitas produksi kurang optimal. *Lost time* yang terjadi di proses ini merupakan salah satu akibat dari metode pemotongan *gate master cylinder* yang kurang efisien maka dengan merencanakan desain alat bantu pemotongan yang dapat menggantikan metode pemotongan sebelumnya.

2.6. Pengumpulan data

Proses pencarian data-data yang berkaitan dengan permasalahan yang ada dimana data yang didapat akan dijadikan sebagai acuan

dan validasi dalam proses perancangan dalam langkah pengujian. Seperti data produksi *part Master Cylinder front type KVYG*, *cycle time* proses potong, spesifikasi material, spesifikasi mesin potong dan sketsa *part Master Cylinder front type KVYG*.

2.7. Sketsa desain Fixture dan mekanisme gerak

Proses sketsa desain Fixture dimulai dari data-data observasi mengenai *part Master Cylinder front type KVYG* dan di sketsa untuk mendapatkan ukuran Fixture yang akan dirancang. Dilanjutkan dengan menentukan mekanisme gerak Fixture dengan memanfaatkan gerak pneumatik yang linier untuk proses pemotongan *gate Master Cylinder front type KVYG* yang efisien dan ergonomis.

2.8. Desain 3D model dengan Solidworks

Proses desain 3D model dengan menggunakan software Solidworks merupakan tindak lanjut sketsa dan penentuan mekanisme gerak dari desain yang di rencanakan, desain 3D model tersebut dapat di analisa gerak dan *cycle time* menggunakan *Solidworks motion analysis*.

2.9. Solidworks motion analysis

Simulasi gerak yang akan diciptakan adalah sebuah gerak animasi yang terdapat dalam fitur *motion study*. Dalam fitur *motion study* terdapat 2 menu pilihan, yaitu *animation* dan *motion basic*, dalam desain yang akan dilakukan, disini menggunakan pilihan *motion study (animation)*, animasi ini sendiri dimaksudkan untuk memperlihatkan cara kerja *Fixture Cutting gate Master Cylinder front type KVYG*.

2.10. Penentuan cycle time proses

Setelah melakukan desain dan menganalisa pada software *Solidworks motion analysis* dan menyelaraskan mekanisme yang sudah direncanakan pada tahap sebelumnya harus dapat menentukan *cycle time* proses yang diharapkan. Penentuan *cycle time* ini berdasarkan dengan parameter-parameter yang sudah ada di harapkan mendapatkan pendekatan simulasi yang efisien.

2.11. Validasi

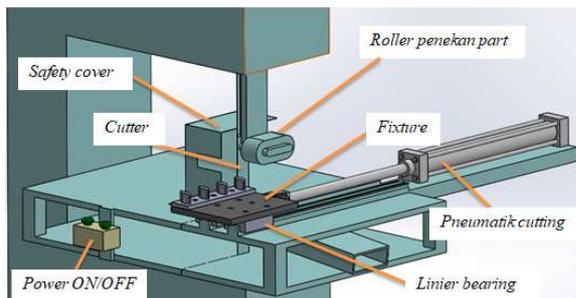
Proses validasi di dapatkan dari hasil analisis pada *solidwork motion analysis* dan *cycle time* yang di tentukan. Selain dari yang di atas didapatkan dari perhitungan-perhitungan yang sudah dilakukan seperti perhitungan gaya potong, estimasi produktifitas, *shear stress* dan perhitungan-perhitungan yang menunjang lainnya.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Alternatif Desain

Pembuatan desain alat tidak lepas dari pembuatan alternatif desain pada umumnya pembuatannya melalui beberapa pertimbangan faktor keunggulan ataupun kelemahan pada alternatif desain yang sudah direncanakan. Selain hal tersebut diatas harus juga mempertimbangkan faktor ergonomis, fungsional, biaya, kekuatan mekanisme kerja dan *safety*. Alternatif desain yang telah dibuat akan dijelaskan sistem kerja serta kelebihan dan kekurangannya, yang selanjutnya desain dengan pembobotan desain (nilai tertinggi) yang akan dipilih dan akan dianalisis lebih lanjut. Kesimpulan dari hasil penilaian yang dilakukan dapat dipergunakan untuk memperbaiki desain awal, sehingga mendapatkan desain yang proporsional menurut fungsi, kekuatan, ergonomis, *safety* dan *cost*.

Alternatif Desain 1



Gambar 4. Desain Alternatif 1 Fixture gate MC Front KVYG

Prinsip kerja

Pada alternatif desain 1 ini terdapat bagian-bagian terdiri dari silinder pneumatik, *linier bearing*, *Fixture*, *cutter*, *safety cover* dan *roller penekan part*. mekanisme kerja yang

linier pada proses potong dengan mengandalkan kerja pneumatik, pada proses kerja operator akan meletakkan atau memasang part pada *Fixture* yang ada dan akan menekan tombol ON pada awal langkah kerja. Jika sudah terjadi proses potong dan proses sudah selesai *Fixture* akan kembali pada posisi semula dengan part yang sudah selesai di potong, maka operator akan mengambil secara manual part tersebut dan akan di tata pada rak treatment. Proses tersebut akan di kerjakan secara berulang-ulang.

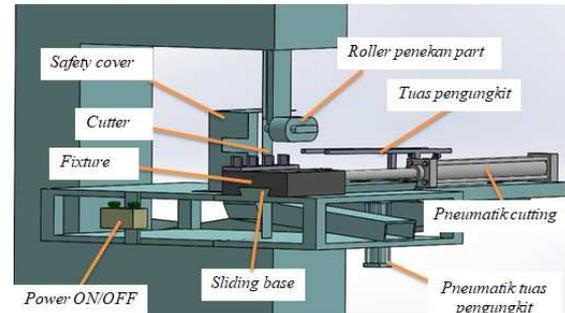
1) Kekurangan

- Pengambilan part hasil masih manual.
- Tidak adanya langkah kerja yang di lakukan secara bersamaan untuk mengurangi *lost time*.
- Proses kerja yang kurang praktis.

2) Kelebihan

- Biaya lebih murah.
- Tingkat keamanan operator baik.
- Pergerakan *Fixture* pada lintasan baik karena menggunakan *linier guideway*.

Alternatif Desain 2



Gambar 5. Desain Alternatif 2 Fixture gate MC Front KVYG

Prinsip kerja

Prinsip kerja dari alternatif desain 2 ini hampir sama dengan alternatif desain 1 hanya saja pada desain ini sudah menggunakan pengambilan part secara otomatis yang dapat menjadikan desain ini lebih efisien dan lebih efektif dibandingkan dengan alternatif desain 1. Desain ini tidak menggunakan *linier guideway* melainkan menggunakan lintasan *sliding* dalam *movement Fixture*, pergerakan tetap sama dengan desain lain pada proses bolak-balik pada *Fixture* menggunakan pneumatik.

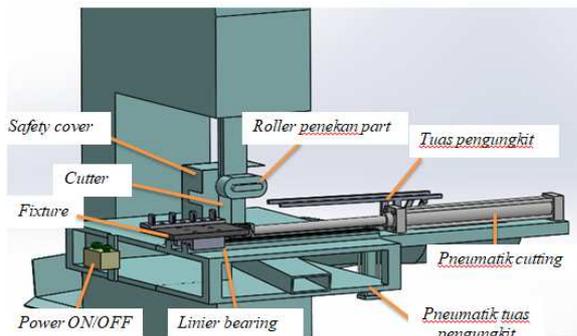
1) Kekurangan

- Tidak adanya langkah kerja yang dilakukan secara bersamaan untuk mengurangi *lost time*.
- Movement Fixture* kurang maksimal.
- Biaya relatif tinggi.
- Mekanisme dan konstruksi desain rumit.

2) Kelebihan

- Pengambilan part hasil sudah otomatis.
- Proses kerja yang praktis.
- Tidak terjadi *lost time* penataan part.

Alternatif Desain 3



Gambar 6. Desain Alternatif 3 Fixture gate MC Front KVYG

Prinsip kerja

Pada alternatif desain 3 mekanisme kerja tersebut sama dengan memanfaatkan atau menggunakan gerak bolak-balik dari sistem kerja pneumatik dari melihat proses yang telah ada (prinsip dasar sama dengan alternatif desain sebelum-sebelumnya), yaitu dengan menghilangkan kontak langsung operator dengan benda/part. Saat proses pemotongan dan menghilangkan *lost time* yang terjadi saat proses *arrange*/penataan di rak *treatment* dikarenakan pada saat akhir proses potong pengambilan part hasil menggunakan sistem otomatis tidak lagi manual guna memaksimalkan dan meningkatkan produktivitas di sub-potong.

1) Kekurangan

- Biaya relatif tinggi.
- Mekanisme dan konstruksi desain rumit.

2) Kelebihan

- Pengambilan part hasil sudah otomatis.
- Proses kerja yang praktis.
- Tidak terjadi *lost time* penataan part.
- Tingkat keamanan operator baik.

3.2. Pembobotan Desain

Dari beberapa alternatif desain akan dipilih alternatif desain yang dianggap memenuhi aspek fungsi, ergonomis, biaya, konstruksi, kekuatan dan *safety*. Langkah untuk penilaian dan pemilihan sebagai berikut :

Tabel 1. Bobot Penilaian (Nigel, 2000)

Kriteria	A	B	C	D	E	Jumlah	Bobot
Ergonomis	0	1	0,5	0	0,5	2	0,02
Biaya	0	0	0,5	0,5	1	2	0,02
Konstruksi	0,5	0,5	0	0	0,5	1,5	0,015
Kekuatan	1	0,5	1	0	1	3,5	0,035
Safety	0,5	0	0,5	0	0	1	0,01
Jumlah nilai kriteria						10	0,01

3.3. Penilaian Alternatif Desain

Setelah melakukan proses pembobotan dari beberapa desain dengan masing-masing aspek maka selanjutnya akan dilakukan penilaian pada masing-masing desain. Dalam memberikan penilaian pada setiap alternatif desain di perlukan skala nilai untuk menentukan berapa nilai dari setiap aspek yang ada pada alternatif desain tersebut. Pada tabel 5.2 berikut akan di jelaskan batasan atau skala penilaian pada masing-masing alternatif desain.

Tabel 2. Penilaian Masing - Masing Alternatif Desain

Kriteria	Bobot (k)	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		Skor (n)	Nilai (u)	Skor (n)	Nilai (u)	Skor (n)	Nilai (u)
A	0,02	80	1,6	80	1,6	90	1,8
B	0,02	80	1,6	90	1,8	90	1,8
C	0,015	90	1,35	70	1,05	80	1,35
D	0,035	80	2,8	70	2,45	80	2,8
E	0,01	70	0,7	80	0,8	90	0,9
Jumlah			8,05		7,7		8,65

Keterangan :

k = presentase pembobotan dari setiap aspek (dari 100)

n = kualitas nilai dari setiap alternatif desain (dari 10)

u = nilai akhir dari setiap alternatif desain = $k \times n / 100$

Rating : 100 = Sangat mudah

90 = Mudah

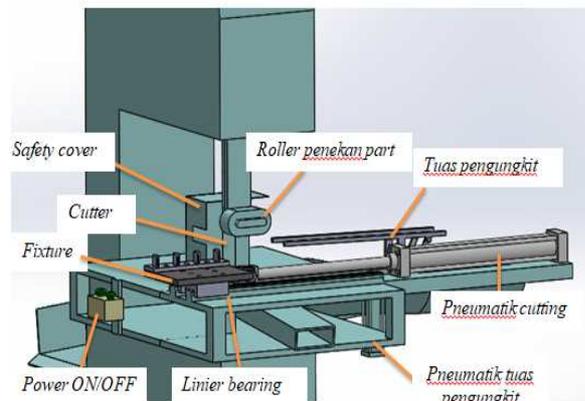
80 = Sedang

70 = Sulit

Cara sederhana untuk melakukan ini adalah dengan mempertimbangkan daftar urutan-peringkat seolah-olah tujuan ditempatkan dalam posisi yang relatif penting, atau nilai, pada skala, katakanlah, 1 hingga 10 atau 1 hingga 100 (Nigel, 2000).

3.4. Desain Terpilih

Berdasarkan pembobotan di atas maka menurut teori (Nigel, 2000 : 155) dapat di pilih atau terpilih alternatif desain 3 yang proporsional berdasarkan aspek-aspek yang sudah di tentukan.



Gambar 7. Desain terpilih Fixture gate MC Front KVYG

3.5. Perhitungan Gaya Pemotongan

Berdasarkan Persamaan untuk mengetahui gaya penggergajian yang bekerja pada proses potong *gate MC front* KVYG dapat dihitung F_c sebagai berikut:

$$\sigma_{AC2B} = 235 \text{ [MPa]} \text{ (Material properties)}$$

$$= 235 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

$$= 235 \times 10^6 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$d = 25 \text{ [mm]}$$

$$= 25 \times 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$\tau = 0,8 \times \sigma$$

$$F_c = a_p \cdot w_c \cdot K \text{ (N)}$$

$$F_c = a_p \cdot w_c \cdot K \text{ (N)}$$

$$= 25 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \times 0,8 \times 235 \text{ Mpa}$$

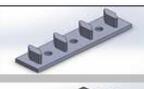
$$= 9400 \text{ [N]}$$

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka dapat di ketahui besarnya gaya penggergajian $F_c = 9400 \text{ [N]}$. Gaya penggergajian ini di butuhkan untuk menghitung gaya dorong silinder pneumatik.

3.6. Perencanaan Silinder Pneumatik Fixture

Perancangan ukuran silinder *cutting* yang berfungsi menarik atau mendorong *Fixture* pada proses potong berdasarkan gaya potong yang dibutuhkan untuk memotong *part Master Cylinder type KVYG*. Perhitungan besar beban *Fixture* yang akan digerakkan oleh silinder pneumatik menggunakan *software solidworks* dengan analisis *evaluate mass properties* berdasarkan jenis material yaitu AISI 1045 dan ukuran dimensi benda kerja. Hasil dari analisis *evaluate mass properties* per komponen akan mendapatkan berat dan massa total yang akan digunakan untuk menghitung diameter silinder yang sesuai agar dapat mendorong *fixture* dengan maksimal.

Tabel 3. Berat Komponen yang digerakkan Pneumatik Fixture

No	Komponen	Jumlah	Material	Massa (gr)	Berat(N) $F = gr \cdot 10^{-3} \times 9,81 \frac{m}{s^2}$
1		1	AISI 1045	1392.88	13.6641528
2		1	AISI 1045	5945.92	58.3294752
3		4	AC2B	1606.76	15.7623156
Jumlah				8945.56	87.7559436

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan yaitu menghitung gaya penggergajian dan berat komponen, besarnya gaya dorong (F) silinder (*piston*) pneumatik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.2).

$$F_{piston} = F_c + F$$

$$= 9400 \text{ N} + 87,7 \text{ N}$$

$$= 9487,7 \text{ N}$$

Diameter silinder minimal yang didapat digunakan untuk mendorong piston pneumatik agar dapat mendorong *fixture* dan *part MC Front KVYG* dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.7).

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{P}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, besarnya F_{piston} adalah 9487,7 N. Apabila data ini dimasukkan kedalam Persamaan 2.7 maka :

$$d_{\text{bore}} = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times P}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 9487,7 \text{ [N]}}{\pi \times 700000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

$$= 0,131 \text{ [m]}$$

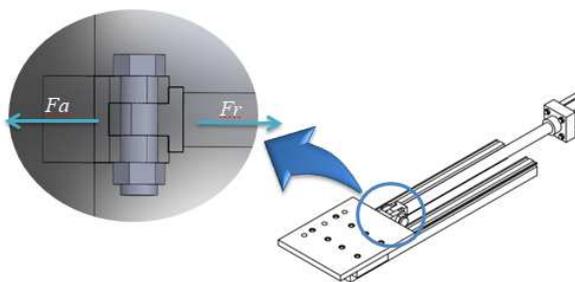
$$d_{\text{bore}} = 131 \text{ [mm]}$$

Menurut Tabel apabila tekanan pneumatik yang digunakan adalah 0,7 MPa, maka silinder pneumatik dengan dimensi $d_{\text{bore}} = 140 \text{ mm}$ dan $d_{\text{rod}} = 36 \text{ mm}$ memiliki gaya dorong sebesar 10800 N. Silinder pneumatik ini dapat digunakan karena gaya dorong yang dihasilkan (10800 N) lebih besar dari gaya total yang dibutuhkan untuk melakukan proses penggergajian (9487,7 N).

Tabel 4. Gaya piston silinder berbagai ukuran pada tekanan 0,2 – 10 Mpa

Bore Size, mm ³	Rod Size, mm	Operation Direction	Area, mm ²	Operating Pressure, Mpa									
				0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
50	20	Push	1960	392	588	784	980	1180	1370	1570	1760	1960	
		Pull	1650	330	495	660	825	990	1160	1320	1490	1650	
63	20	Push	3120	624	936	1250	1560	1870	2180	2500	2810	3120	
		Pull	2800	560	840	1120	1400	1680	1960	2240	2520	2800	
80	25	Push	5030	1010	1510	2010	2520	3020	3520	4020	4530	5030	
		Pull	4540	908	1360	1820	2270	2720	3180	3630	4090	4540	
100	30	Push	7850	1570	2360	3140	3930	4710	5500	6280	7070	7850	
		Pull	7150	1430	2150	2860	3580	4290	5010	5720	6440	7150	
125	36	Push	12300	2460	3690	4920	6150	7380	8610	9840	11100	12300	
		Pull	11300	2260	3390	4520	5650	6780	7910	9040	10200	11300	
140	36	Push	15400	3080	4620	6160	7700	9240	10800	12300	13900	15400	
		Pull	14400	2880	4320	5760	7200	8640	10100	11500	13000	14400	

3.7. Perhitungan konstruksi Fixture



Gambar 8. Tegangan geser pin Fixture

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F_a + F_r}{\sigma}$$

$$= \frac{92,3 \times 10^3 \text{ [N]} + 87,7 \text{ [N]}}{734,32 \times 10^6 \text{ [N/m}^2\text{]}}$$

$$= 1,256 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$$

Luas area pin fixture dapat diketahui dengan persamaan (2.4) diatas sebesar $1,256 \times 10^{-4}$

[m²] dan untuk menghitung diameter pin minimal (yang diijinkan) pada perhitungan berikutnya.

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D_{\text{pin}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,256 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}}{\pi}}$$

$$D_{\text{pin}} = 0,0126 \text{ [m]}$$

$$D_{\text{pin}} = 12,6 \text{ [mm]}$$

Besarnya diameter pin fixture yang dapat diketahui dengan perhitungan diatas sebesar 12,6 [mm] yang dapat dikatakan aman untuk sebuah konstuksi.

3.8. Perencanaan Silinder Pneumatik Pengungkit

Perancangan untuk silinder pengungkit berfungsi untuk mengangkat beban part Master cylinder yang sudah melalui proses potong, beban yang ada pada proses pengungkit atau pengambilan part ada seperti pada tabel 5.2 di bawah.

Perhitungan besar beban yang akan di angkat oleh silinder pneumatik adalah menggunakan software solidworks dengan analisis evaluate mass properties pada desain dengan material sesuai yaitu AISI 1045 dan ukuran dimensi benda kerja mendekati sebenarnya.

Tabel 7. Berat Komponen yang digerakkan Pneumatik Tuas Pengungkit

No	Komponen	Jumlah	Material	Massa (gr)	Berat(N) $F = m \cdot g \cdot 10^{-3}$ $\times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
1		1	AISI 1045	2250.58	22.0781898
2		1	AISI 1045	1256.12	12.3225372
3		4	AC2B	1606.76	15.7623156
Jumlah				5113.46	50.1630426

Berdasarkan tabel 7 menghasilkan berat beban keseluruhan yang dapat diangkat oleh pengungkit atau pengambil part after cutting, serta dapat di hitung spesifikasi pneumatik yang dapat mengangkat part dengan sempurna. Berikut berdasarkan persamaan 2.4 adalah perhitungan untuk diameter silinder pneumatik.

3.9. Perhitungan Silinder Pengungkit

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$= \frac{50,1 \text{ [N]}}{600000 \text{ [N/m}^2\text{]}}$$

$$= 0,0000833 \text{ [m}^2\text{]}$$

Hasil dari perhitungan diatas dengan menggunakan persamaan (2.4) maka luas area yang sudah didapatkan sebesar **0,0000833 [m²]**.

3.10. Perhitungan Diameter Silinder Fixture

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{P}$$

$$Dbore = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times P}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 50,1 \text{ [N]}}{\pi \times 600000 \text{ [N/m}^2\text{]}}}$$

$$= 0,0103 \text{ [m]}$$

$$Dbore = 10,3 \text{ [mm]}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan diameter silinder pneumatik *take out* yang di butuhkan untuk dapat mengangkat part yang mempunyai gaya sebesar 50,1 [N] adalah 10,3 [mm], namun ukuran tersebut tidak ada di pasaran maka diameter silinder dipilih diameter 10 [mm] dan panjang *stroke* 100 [mm].

3.11. Estimasi Kapasitas Produksi

a. Estimasi Produktivitas Tanpa Fixture

Data yang diperoleh menunjukkan untuk waktu produksi 40 pcs *Master Cylinder front KVYG* diperlukan waktu rata-rata 10 menit. beberapa lost yang terjadi dalam kegiatan bekerja pada PT. Chemco Harapan Nusantara, diantaranya:

- 1) Istirahat, sholat dan makan 50 menit.
- 2) *Break time* 10 menit.
- 3) *Breafing pagi*.
- 4) Pembagian APD.
- 5) Cek mesin sesuai SOP.
- 6) Proses potong, cek visual, menata part kedalam rak *treatment*.
- 7) Waktu ketoilet.
- 8) *Lost time* proses 2,5 menit per 40 pcs

Jika dalam satu hari kerja 8 jam dengan waktu efektif 7 jam dan dikurangi dengan

lost time yang terjadi maka waktu proses selama 4,2 jam, Berdasarkan beberapa *lost time* diatas diasumsikan *total lost time* sebesar 40%. Dengan perhitungan produktivitas tanpa Fixture seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{waktu efektif bekerja} \times (100\% - \text{lost time})}{\text{rata waktu proses}/40\text{pcs}}$$

$$= \frac{7 \text{ jam} \times 60\%}{10 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= \frac{4,2 \text{ jam}}{10 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= \frac{252 \text{ menit}}{10 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= 25 \text{ box} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= 1000 \text{ pcs}$$

b. Estimasi Produktivitas Dengan Menggunakan Fixture

Data yang diperoleh menunjukkan untuk waktu produksi 40 pcs *Master Cylinder front KVYG* diperlukan waktu rata-rata 7 menit. beberapa lost yang terjadi dalam kegiatan bekerja pada PT. Chemco Harapan Nusantara, diantaranya:

- 1) Istirahat, sholat dan makan 50 menit.
- 2) *Break time* 10 menit.
- 3) *Breafing pagi*.
- 4) Pembagian APD.
- 5) Cek mesin sesuai SOP.
- 6) Proses potong, cek visual, menata part kedalam rak *treatment*.
- 7) Waktu ketoilet.

Jika dalam satu hari kerja 8 jam dengan waktu efektif 7 jam dan dikurangi dengan lost time yang terjadi (dengan hilangnya *lost time* saat penataan) maka waktu proses selama 5,6 jam, Berdasarkan beberapa *lost time* diatas diasumsikan *total lost time* sebesar 20%. Dengan perhitungan produktivitas dengan menggunakan *Fixture* seperti dibawah ini:

$$= \frac{\text{waktu efektif bekerja} \times (100\% - \text{lost time})}{\text{rata waktu proses}/40\text{pcs}}$$

$$= \frac{7 \text{ jam} \times 80\%}{7 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= \frac{5,6 \text{ jam}}{7 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

$$= \frac{336 \text{ menit}}{7 \text{ menit} / 1 \text{ box}} \times 40 \text{ pcs}$$

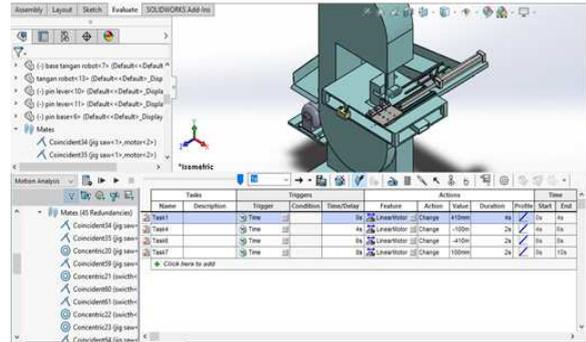
$$= 48 \text{ box} \times 40 \text{ pcs} = 1920 \text{ pcs}$$

3.12 Solidworks Motion Analysis

Dibawah ini merupakan pengujian yang dilakukan pada menu *Event Based Motion Analysis* di *software Solidworks*, dengan memasukkan parameter waktu dan besarnya nilai gerakan *linear motor*. Waktu pergerakan setiap komponen otomasi yang telah ditentukan digunakan sebagai input dalam pembuatan simulasi. Output dari pembuatan simulasi ini yaitu video simulasi dengan pergerakan desain sesuai dengan perhitungan waktu yang telah ditentukan.

Simulasi ini berfungsi untuk membantu dalam memvisualisasikan atau mempresentasikan bagaimana pergerakan yang melalui pendekatan proses yang sebenarnya dari desain yang dibuat. Output dari pengujian ini adalah simulasi gerakan dalam bentuk video dan *cycle time*.

Pengujian dilakukan dengan simulasi *solidworks* dengan *input* data waktu yang di peroleh dari estimasi proses potong sebelumnya yaitu menghilangkan proses penataan pada proses yang menjadi sumber *lost time* sebesar 5 detik/pcs dan menghasilkan waktu proses keseluruhan 15 detik/pcs, hal ini menjadi acuan dalam *input* waktu proses *improvement* pada *solidworks motion analysis*. *Output* yang dihasilkan pada simulasi ini berupa waktu yang sudah di kalkulasi setiap proses menjadi 10 detik/pcs. Pengujian ini menjadi suatu validitas dari perancangan *fixture* pemotongan *gate Master Cylinder front KVYG*.



Gambar 10 Visualisasi Motion Analysis

Hasil dari beberapa inputan yang di lakukan pada *Solidworks Motion Analysis* di dapatkan kalkulasi waktu keseluruhan untuk 1 proses pemotongan yaitu sebesar 10 detik/pcs seperti gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11 Output Motion Analysis

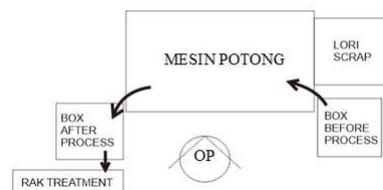
Pengujian ini bertujuan mengoptimalkan waktu proses pemotongan yang akhirnya akan meningkatkan kapasitas produksi melalui Simulasi Desain *Fixture* Menggunakan *Solidworks Motion Analysis* Berdasarkan hasil analisis perhitungan yang di lakukan pada analisis di atas maka di peroleh perbandingan hasil dari proses sebelumnya seperti pada tabel 5.6 di bawah.

Tasks		Triggers		Actions						Time	
Name	Description	Trigger	Condition	Time/Delay	Feature	Action	Value	Duration	Profile	Start	End
Task1		Time		0s	LinearMotor	Change	410mm	4s		0s	4s
Task4		Time		4s	LinearMotor	Change	-100m	2s		4s	6s
Task6		Time		6s	LinearMotor	Change	-110m	2s		6s	8s
Task7		Time		8s	LinearMotor	Change	100mm	2s		8s	10s

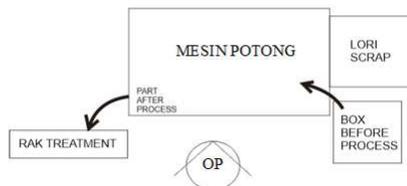
Gambar 9 Input Data Motion Analysis

3.13. Mekanisme Kerja Fixture

Berikut gambaran *layout* proses manual dan proses Otomasi yang dapat menghilangkan proses penataan sebagai titik *lost time* tertinggi di proses potong manual.



Gambar 12 Layout Proses Potong Manual



Gambar 13 Layout Proses Perencanaan Otomasi

Proses potong *part Master cylinder front KVYG* sesuai SOP yang telah ada dimulai dari pengecekan visual secara 100% dan kemudian di tata di rak *treatment* apabila part dinyatakan OK, proses potong manual dengan cara mengambil part di box yang sudah di siapkan di area after proses dan di pegang dengan tangan lalu di potong di mesin potong secara manual. Hal ini di rasa penulis terlalu bahaya karena operator ber sentuhan langsung dengan part.

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, memberikan perencanaan desain otomasi produksi pada pemotongan *gate Master cylinder front KVYG* Di Departemen *Gravity Die Casting* untuk mengurangi risiko – risiko yang mungkin timbul dari proses potong seperti diatas dan untuk meningkatkan kuantitas part yang telah dipotong. Berikut adalah konsep desain otomasi produksi pada pemotongan pemotongan *gate Master cylinder front KVYG* dan cara kerjanya.

Prinsip dasar dari *Fixture* ini menggunakan prinsip *linier reciprocating* dengan menggunakan lintasan *linier guideway* untuk lintasan maju mundurnya. *Fixture* di gerakkan oleh Pneumatik yang ada di pangkal proses potong, pneumatik mendapat *supply* dari udara yang sudah ada di sub potong. Otomatisasai di dapatkan dari pemasangan *limit switch* yang ada di awal dan akhir proses maju mundur dan proses kerja di awali dengan menekan tombol ON. Model mekanis maju mundur di asumsi dari proses manual yang dapat di kembangkan di proses Otomasi yang di rencanakan dapat meningkatkan produktifitas dan meningkatkan efisiensi kerja potong *gate Master cylinder front KVYG* menjadi 10,5 detik/pcs, karena dalam proses Otomasi ini dapat menghilangkan waktu yang hilang Dengan Rata-Rata 5 Detik/Pcs.

Tabel 8 Perbandingan Kapasitas Produksi

NO	Variabel	Tanpa <i>Fixture</i>	Estimasi Dengan <i>Fixture</i>
1	Rata-rata <i>lost time</i> proses	5 detik	0 detik
2	Waktu proses	15 detik/pcs	10,5 detik/pcs
3	Kapasitas produksi	1000 pcs/shift	1920 pcs/shift

Produktivitas Akan Lebih Optimal Apabila *Cycle Time* Proses Potong Otomatis, Namun Di Perencanaan Desain Ini Di Asumsikan *Cycle Time* Masih Sama Dengan Proses Potong Manual Hanya Saja Proses Otomatis Masih Sebatas Menghilangkan Proses Penataan Pada *After Procees* Potong. Maka Dengan Perencanaan Desain Ini Akan Meningkatkan Jumlah Target Pencapaian Harian Dan Peningkatan Intensitas Proses Potong Yang Di Perencanaan Desain Ini Akan Meningkatkan Produktivitas Sebesar 90 % Dan Kualitas Produk *Part Master Cylinder Front Kvyg*.

4. Kesimpulan

Kesimpulan Dari Analisis “Optimasi Waktu Pemotongan *Gate Master Cylinder Front Kvyg* Dengan Simulasi Desain *Fixture* Menggunakan *Solidworks Motion Analysis*” Di *Departement Gravity Die Casting* Industri *Brake System Cikarang* Yaitu,

- 1) Hasil Perancangan Desain Desain *Fixture Gate Master Cylinder Front Kvyg* Dengan Otomasi Pneumatik Dapat Di Rekomendasikan Sebagai Alat Bantu Potong *Part Master Cylinder Front Kvyg* Dan Dapat Di Kembangkan Untuk *Part Master Cylinder Front Type* Lainnya Yang Di Produksi Oleh Pt Chemco Harapan Nusantara.
- 2) Tingkat Produktivitas Berdasarkan Rancangan Estimasi Hasil Proses Produksi Dari Pemotongan Manual Menghasilkan Sejumlah *Output* Produksi Aktual Rata-Rata 772 Pcs Namun Secara Teoritis Rata-Rata 1000 Pcs Setelah Adanya Perancangan Alat Bantu Potong *Part Master Cylinder Front Type Kvyg* Dengan Otomasi Pneumatik Tingkat Produktivitasnya Naik Menjadi 1920 Pcs Dan Untuk *Cycle Time* Pemotongan Dapat Dipersingkat Dari 15 Detik/Pcs Menjadi 10,5 Detik/Pcs.

3) Berdasarkan Analisis Yang Dilakukan Maka $F_c = 9400$ [N] Dan Gaya Piston F_{piston} Yang Di Butuhkan Untuk Memotong *Part Mc Type Kvyg Front* Sebesar 9487,7 [N] Dan Terdapat 2 Pneumatik Yaitu Pneumatik *Fixture* Yang Berdiameter $D_{rod} = 36$ [Mm] Serta Pneumatik Tuas Pengungkit (*Take Out*) Berdiameter 10,3 [Mm].

5. Daftar Pustaka

- Abouhenidi Hamad Mohammed. 2014. “*Jig and Fixture Design*”. *St. Mary’s University*.
- Abedini [Vahid](#), et al., 2103. “*Automated process planning system: A new method for setup planning and a mathematical model for fixture design*”. Faculty of Mechanical Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Iran
- Bandung Institute of Technology- *Swiss Project on Polytechnic of Mechanic*. 1987. *Tool Design*. Bandung.
- *Chemco*. 2017. *Handbook Gravity Die Casting*. Chemco Harapan Nusantara, Cikarang, Jawa Barat.
- Cross Nigel. 2000. *Engineering Design Methods Strategies for Product Design. THIRD EDITION, The Open University, Milton Keynes, UK*.
- Dassault System 3D Experience Company. 2017. “*Solidworks Simulation Suite Drive Innovation With 3D Enginners Solution*”. *Dassault Sytemes Solidworks Corporation*.
- Dewantara Alex Bagus dan Kholil Muhammad. 2015. “*Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing*”. Teknik Industri Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Grover, M., 2002. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Tsinghua, Department of Industrial Engineering, Tsinghua University.
- Hauge BS., et al. 2000 “*Reliability-centered maintenance on the Space Shuttle Program*” United Space Alliance, Cape Canaveral, FL, USA.
- Hasan MF., 2016. “*Analysis of Mechanical Behavior and Microstructural Characteristics Change of ASTM A-36 Steel Applying Various Heat Treatment*”. *Department of Industrial Engineering and Management, Khulna University of Engineering and Technology, Khulna-9203, Bangladesh*.
- Porankiewicz Bolesław et. al. 2011. “*Main And Normal Cutting Forces By Machining Wood Of Pinus Sylvestris*”. *Westinghouse Electric Company European LWR Fuel Business, Luleå University of Technology*.
- Sofyan Bondan T. and Kartika Ria. 2005. “*Department of Metallurgy and Materials, Faculty of Engineering, University of Indonesia*”. Kampus UI Depok 16424: Indonesia.
- Subhan Muhammad, Satmoko Ari. 2016. “*Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan*”. Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) – BATAN
- Septiawan Dimas Budi and Bekti Rudy. 2016. “*Analysis Of Project Construction Delay Using Fishbone Diagram At Pt. Rekayasa Industri*”. *Institute Teknologi Bandung, Indonesia*.