

Analisis Perancangan Mesin Pemotongan Wire Berbasis Automatic Wire Cutting MC di PT. Mitsuba Indonesia

Yudhi Chandra Dwiaji^{1*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana Jalan Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

Article Info

Article history:

Received :
February 19th, 2021

Revised :
Apr 30th, 2021

Accepted
May 25th, 2021

ABSTRACT

Generator Stator adalah stator yang menggunakan generator yang terdiri dari kumparan dan magnet yang memancarkan tegangan bolak-balik sehingga dapat memutar flywheel, generator stator merupakan produk pengembangan dari Motor Stator yang permintaan produksinya selalu meningkat. Generator Stator terdiri dari Flywheel Assy dan Stator Comp. Pada proses Manufacture Stator Comp, proses produksi yang paling lama adalah wire cutting. Penelitian ini dimulai dari menemukan masalah waktu produksi yang lama. Dalam proses pemotongan kawat masih dilakukan secara manual dengan menggunakan tang potong oleh operator produksi. Untuk memenuhi kebutuhan produksi sehari-hari, proses pemotongan kawat ini membutuhkan dua orang karyawan untuk melakukan proses produksi dengan target yang terus meningkat. Dari permasalahan tersebut dikembangkanlah mesin pemotong kawat berbasis Automatic Wire Cutting untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal dan efisien. Perhitungan dalam pemilihan material dan sudut pemotong juga diperhatikan agar hasil proses pemotongan kawat stabil dan menghasilkan pemotongan yang baik.

Kata kunci: Wire Cutting, Automatic Wire Cutting, Air Cylinder, Material Selection

ABSTRAK

Stator Generator is a stator that uses a generator consisting of a coil and a magnet that emits an alternating voltage so that it can rotate the flywheel, the stator generator is a product of the development of the Stator Motor whose production demand is always increasing. The Stator Generator consists of Flywheel Assy and Stator Comp. In the Manufacture Stator Comp process, the longest production process is wire cutting. This research started from finding the problem of long production time. In the process of cutting wire, it is still done manually using cutting pliers by the production operator. To meet daily production needs, this wire cutting process requires two employees to carry out the production process with an ever-increasing target. From these problems, a wire cutting machine based on Automatic Wire Cutting was developed in order to get maximum and efficient production results. Calculations in material selection and cutter angle are also considered so that the results of the wire cutting process are stable and produce good cuts.

Keywords: Wire Cutting, Automatic Wire Cutting, Air Cylinder, Material Selection

Copyright © 2020 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Yudhi Chandra Dwiaji,
Department of Mechanical Engineering
Universitas Mercu Buana,
Jl, Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia
Email: yudhichandra7@gmail.com

1. PENDAHULUAN

PT. Mitsuba Indonesia merupakan salah satu perusahaan penyedia (*supplier*) yang bergerak dibidang pembuatan komponen pendukung industri otomotif. Produk yang diproduksi oleh PT. Mitsuba Indonesia diantaranya *stator motor, fuel pump, led winker lamp, horn, relay, wiper motor, stator generator, wiper*. Salah

satu produk utama PT. Mitsuba Indonesia yang permintaan produksinya selalu meningkat adalah AC Generator yang merupakan produk dengan teknologi yang sedang dikembangkan oleh PT. Mitsuba Indonesia dan tergolong sukses di pasaran.

Terdesak oleh permintaan produksi yang tinggi maka diciptakan alat bantu yang berguna untuk menunjang produksi tersebut dalam jumlah besar dan biaya produksi yang rendah. Kerugian terbesar terjadi di industri manufaktur saat ini terjadi di proses produksi. Yang disebabkan oleh waktu yang terbuang (*lost time*) dari peralatan produksi manual dikerjakan oleh manusia. Dalam Stator Generator terdiri dari *Flywheel Assy* dan *Stator Comp*. Dalam Manufactur Stator Comp terdapat proses produksi dengan *cycle time* tinggi yaitu proses pemotongan *wire*. Dimana dalam proses ini, operator memotong *wire* dengan alat bantu pemotongan yang dilakukan secara manual, dan tentu dalam proses ini membutuhkan waktu yang lama. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemotongan *wire* secara manual 6,375 detik.

Menurut [2], mesin pemotongan manual masih memiliki kemampuan yang terbatas dalam proses pemotongan. Dilihat dari kebutuhan dan fungsinya maka perlu untuk melakukan pengembangan teknologi dalam sistem pemotongan dengan menggunakan sistem *Automatic Wire Cutting MC*. Dengan demikian pengembangan teknologi *Automatic Wire Cutting MC* ini mampu memenuhi target permintaan produksi yang tinggi dengan biaya produksi yang rendah. Pada dunia manufaktur untuk menentukan harga produksi proses permesinan didapat dari perhitungan secara teori, sehingga mampu menghasilkan informasi yang bermanfaat bagi perusahaan dalam menentukan harga pembuatan mesin yang tepat. Perhitungan ini digunakan sebagai pertimbangan dan daya saing perusahaan [4].

2. METODOLOGI

2.1 Studi Lapangan

Studi Lapangan dilakukan di PT. Mitsuba Indonesia Jalan Prabu Siliwangi, Keroncong, Jatiuwung, Kota Tangerang, Banten tepatnya pada line *stator assy* PT. Mitsuba Indonesia yang dilaksanakan tanggal 1 September – 1 Desember 2020.

- Menemukan masalah proses produksi pemotongan *wire* yang masih dikerjakan secara manual menggunakan tang potong oleh operator produksi.
- Mengambil data produksi manual *wire cutting*, Dalam proses ini membutuhkan waktu yang lama karena operator memotong satu-persatu *wire* menggunakan *nipper*, kemudian memutar part untuk memotong *wire terminal*.

Tabel 1: Data Produksi

<i>Process Capacity</i>	
<i>Product Specification</i>	<i>Stator Assy</i>
<i>Type</i>	K59A
<i>Total Production</i>	3600 pcs / day
<i>Process Production</i>	<i>Manual wire cutting</i>
<i>Cycle Time</i>	6.375 second
<i>Man Power</i>	2
<i>Total Shift</i>	2

2.2 Sistem Mesin *Automatic Wire Cutting MC*

Automatic wire cutting mc merupakan mesin otomatisasi pengembangan dari proses *manual wire cutting* untuk menunjang pekerjaan operator agar lebih efisien. Dalam mesin ini dikontrol menggunakan sistem *pneumatic PLC*, dengan menggunakan *solenoid* untuk mengatur semua pergerakan dari *cylinder*. Mesin

automatic wire cutting mc terdiri dari beberapa unit penggerak yang meliputi *pneumatic*, *panel box*, *control box*, *safety area* dan *touch panel box* yang dimana unit tersebut merupakan serangkaian sistem untuk menggerakkan komponen mekanik pada *jig unit*.

Perancangan mesin *automatic wire cutting mc* memperhatikan konsep dasar pembuatan mesin agar mesin dapat dipastikan memproduksi produk berkualitas secara berkelanjutan dengan harga murah, dengan cara aman, mudah dan efisien. Memperhatikan sudut pandang operator juga sebagai pertimbangan dalam membuat perancangan mesin agar operator mengoperasikan mesin dengan nyaman yaitu memikirkan pergerakan dari operator yang tidak melebihi *strike zone* dan operator aman dalam pengoperasian mesin.

2.3 Alat dan Bahan

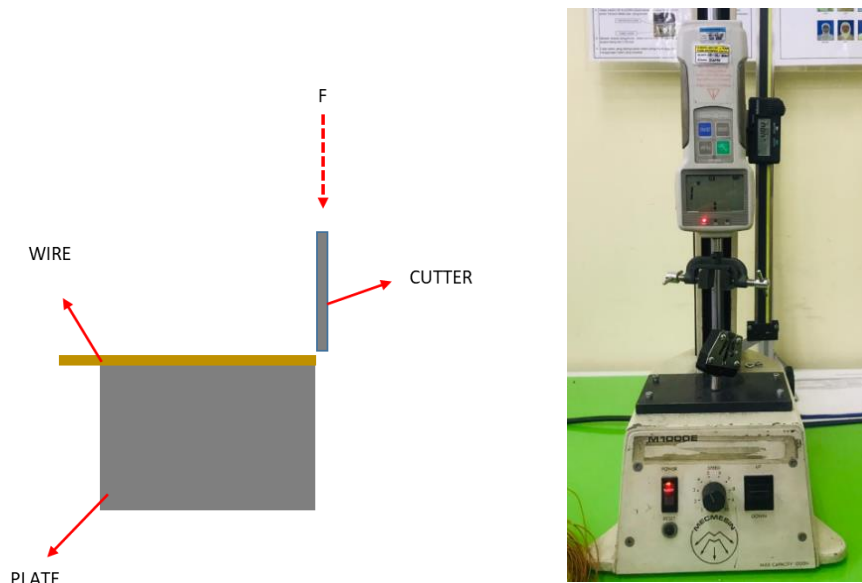
Alat dan bahan yang digunakan dalam pengembangan mesin pemotongan *wire* berbasis *automatic wire cutting mc* sebagai berikut:

- Software Solidwork*
- Perangkat Laptop dan computer
- Tang potong
- Stator Comp Type: K59A*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan data

Data berikut ini meliputi data percobaan pemotongan *wire* menggunakan alat *tension meter* guna untuk mengetahui seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk pemotongan *wire*. Pengujian pemotongan ini diambil menggunakan metode pemotongan yang nantinya akan diaplikasikan pada mesin *automatic wire cutting mc*. Pengambilan data dilakukan diseksi quality assurance PT. MITSUBA INDONESIA.



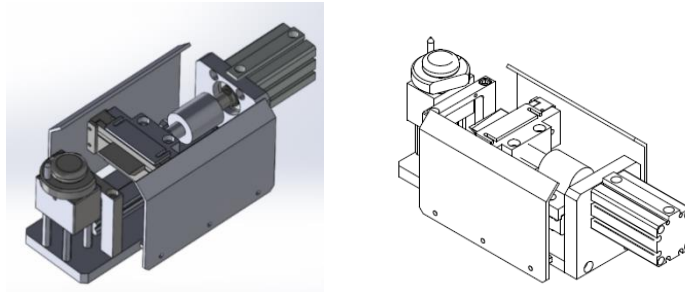
Gambar 1: Percobaan Pemotongan Wire

Tabel 2: Hasil Percobaan Pemotongan Wire

No	Percobaan Pemotongan	Hasil (N)
1	Pemotongan 1 wire	18
2	Pemotongan 3 wire	54
3	Pemotongan 6 wire	108

Data hasil percobaan diatas dengan percobaan pemotongan *wire* dengan jumlah *wire* yang dipotong 6 pcs dengan hasil pengukuran 108 N ini nantinya akan digunakan untuk perhitungan pemilihan diameter *cylinder* dan menentukan untuk pemilihan material *cutter*. Percobaan pemotongan *wire* menggunakan *tension meter* dilakukan dengan beberapa kali percobaan dengan menggunakan varian jumlah *wire* yang di potong.

3.2 Perancangan Sistem Pemotongan

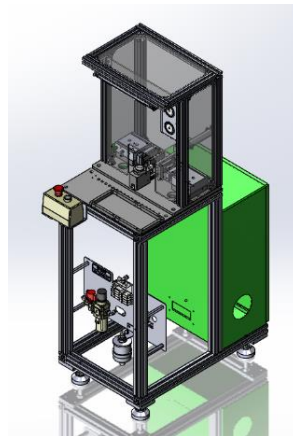


Gambar 2: Konsep Perancangan Sistem Pemotongan

Dalam diskusi pertama membahas rancangan pertama untuk sistem pemotongan dimana perancangan tersebut menggunakan *cylinder* CDAS32X50-B-R-G maker koganei dengan tipe *single rod cylinder*. Pada diskusi pertama yang di *review* oleh *asisten manager* didapatkan sebuah hasil dan masukan sebagai berikut:

- Mengganti tipe *cylinder* dengan menggunakan tipe *guide cylinder* agar pada proses sistem pemotongan tidak lagi menggunakan *linear guide*.
- Merubah sistem pemotongan dengan pemotongan *wire* di dua sisi (kanan dan kiri) bertujuan untuk mempersingkat gerakan pemotongan menjadi satu pemotongan secara bersamaan.
- Merubah sistem jig dengan menggunakan sistem *slider* agar posisi proses pemotongan berada di dalam area kerja mesin dan jauh dari jangkauan operator.
- Memberikan sistem pendukung agar sistem pemotongan ini menjadi rancangan mesin otomatis.

3.3 Rancangan Mesin *Automatic Wire Cutting MC*



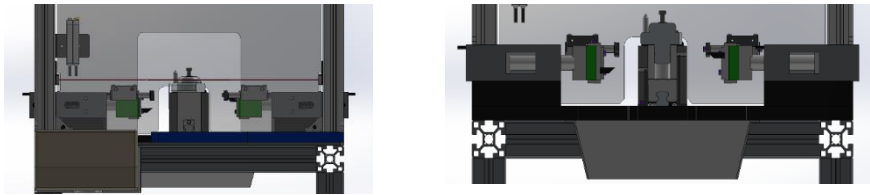
Gambar 3: Rancangan Pertama Mesin

Setelah mendapatkan masukan dari diskusi pertama, maka dilakukan perubahan perbaikan rancangan sesuai masukan yang diinginkan oleh *asisten manager* PT. Mitsuba Indonesia. Pada diskusi kedua ini, masih terdapat masukan dari pihak pimpinan kerja antara lain sebagai berikut :

- Memperlebar gerak *cutter* agar waktu *transfer part wire* tidak nyangkut ke *cutter*, dengan merubah stroke *cylinder* dari 30mm menjadi 50mm.
- Menambahkan sensor part untuk mendeteksi keberadaan dan posisi produk yang akan diproses.

- c. Menambahkan *stripper* pada waktu proses pemotongan agar pada saat pemotongan *wire* berada diposisi siap untuk di potong.

3.4 Rancangan Kedua Mesin *Automatic Wire Cutting MC*



Gambar 4: Rancangan Kedua Mesin

Setelah mendapatkan permintaan dan masukan dari diskusi kedua, dilanjutkan dengan melakukan perubahan dan perbaikan rancangan mesin, serta mencari informasi ke pimpinan kerja produksi terkait produk yang akan di proses. Informasi yang di berikan oleh pimpinan kerja produksi terdapat kondisi gulungan *wire* yang *ubnormal*. Kondisi part yang *ubnormal* ini sering terjadi karena berbagai pengaruh dari hasil proses *winding*, karena terdapat *spring back* dari *wire* tersebut. Dan kondisi *ubnormal* tersebut berpotensi *claim market*. Dan juga kondisi *wire* yang tidak bisa di pastikan untuk posisinya sehingga dapat berpotensi untuk *wire* yang tidak terjangkau oleh *cutter*.

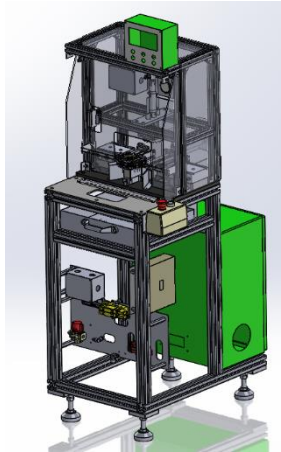


Gambar 5: Kondisi Part *Ubnormal*

Rancangan mesin *automatic wire cutting mc* oleh pimpinan kerja *mechatronic design* dan pimpinan kerja produksi terkait tentang kualitas produk yang akan di proses pemotongan *wire* didapatkan masukan sebagai berikut:

- Penambahan *bucket* untuk wadah *scrab* hasil pemotongan *wire* yang awal hanya menggunakan kantong yang disediakan oleh seksi produksi.
- Merubah sensor part menggunakan 2 *infrared sensor* sebagai pendeteksi part dan mendeteksi kemiringan produk.
- Penambahan *forming cylinder* berfungsi untuk menekan *wire* yang kondisinya *ubnormal* agar tidak terjadi *claim market* dan mendapatkan hasil pemotongan yang baik.
- Merubah *guide wire* agar kondisi *wire* lebih terarah ke jangkauan *cutter*.

3.5 Rancangan Ketiga Mesin *Automatic Wire Cutting MC*

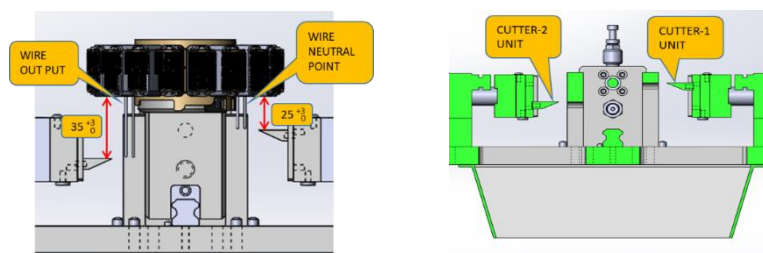


Gambar 6: Rancangan Ketiga Mesin

Rancangan ketiga mesin *automatic wire cutting mc* ini sebagai *final* mesin yang akan digunakan. Untuk target hasil pemotongan *wire* berdasarkan *drawing part* dan standar produksi yang bertujuan untuk mempermudah proses selanjutnya dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 3: Hasil Pemotongan *Wire*

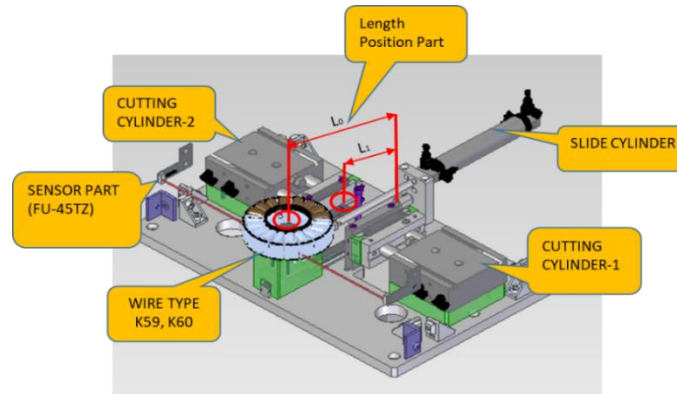
	<i>Wire Output</i>	<i>Wire Neutral Point</i>
<i>Standard</i>	35 mm	25 mm
<i>Max</i>	38 mm	28 mm
<i>Min</i>	35 mm	25 mm



Gambar 7: Target Hasil Pemotongan *Wire*

3.6 Menentukan *Air Cylinder*

Fungsi *air cylinder* pada mesin ini untuk menggerakkan benda kerja (produk) yang nantinya akan bergerak maju dan mundur dengan perantara *LM guide* sebagai rel atau pengarahnya (*slide cylinder*), menggerakkan pisau potong (*Cutting 1 & 2*), dan *forming*.



Gambar 8: Letak Air Cylinder

3.6.1 Slide Cylinder

Posisi *slide cylinder* yang bertugas untuk menggerakkan produk *free* tidak ada pembebanan di atas *air cylinder*, beban yang diterima oleh *slide cylinder* ini hanya beban dari produk, beban jig dan gesekan yang terjadi pada *LM guide*. Gaya normal (N) didapat dari jumlah beban yang dipindahkan oleh *slide cylinder* dengan gravitasi dan gesekan dapat dilihat dari data dan perhitungan berikut:

Pemilihan diameter 20 mm dipilih karena mampu mendorong beban yang lebih besar, dapat dihitung sebagai berikut:

- a) Perhitungan gaya dorong maju menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,02^2 \text{ m}) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 125,6 \text{ Newton} \end{aligned}$$

- b) Perhitungan gaya dorong mundur menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,02^2 - 0,008^2) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 105,504 \text{ Newton} \end{aligned}$$

3.6.2 Cutting Cylinder

Pada proses *cutting* ini menggunakan 2 *cylinder* dengan tipe *guide cylinder*, keunggulan dari tipe *air cylinder* ini menggunakan *slide bearing* sebagai *guide* yang sudah diaplikasikan didalam *air cylinder* jadi *air cylinder* dengan tipe ini sudah tidak menggunakan *LM guide* sebagai pengarah pergerakan dari proses *cutting*.

Pemilihan diameter 32 mm dipilih karena mampu mendorong *cutter* untuk memotong *wire*, dapat dihitung sebagai berikut :

- a) Perhitungan gaya dorong maju menggunakan persamaan (2.4):

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,032^2 \text{ m}) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 321,5 \text{ Newton} \end{aligned}$$

- b) Perhitungan gaya dorong mundur menggunakan persamaan (2.5):

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,032^2 - 0,016^2) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 241,2 \text{ Newton} \end{aligned}$$

3.6.3 Forming Cylinder

Forming cylinder ini berfungsi sebagai penekan *wire* pada saat sebelum pemotongan, dan juga sebagai memposisikan benda kerja pada saat proses pemotongan *wire*. Hasil dari *forming cylinder* ini memberikan tekanan terhadap *wire* dan juga benda kerja, sehingga hasil pemotongan *wire* rata dan sesuai dengan standar *drawing part*. Untuk pemilihan diameter *forming cylinder* disamakan dengan *slider cylinder* yang membedakan adalah *stroke cylinder* tersebut. Untuk spesifikasi *forming cylinder* adalah sebagai berikut:

Pemilihan diameter 20 mm dipilih dan dapat dihitung gaya dorong maju dan gaya dorong mundur sebagai berikut:

- a) Perhitungan gaya dorong maju menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,02^2 \text{ m}) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 125,6 \text{ Newton} \end{aligned}$$

- b) Perhitungan gaya dorong mundur menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} F &= \frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times P_{Kompressor}}{4} \\ &= \frac{(0,02^2 - 0,008^2) \times 3,14 \times 400.000 \text{ N/m}^2}{4} \\ &= 105,504 \text{ Newton} \end{aligned}$$

Jadi hasil analisis dan perhitungan untuk pemilihan *air cylinder* yang akan digunakan pada mesin *automatic wire cutting mc* sesuai dengan kegunaan dan kebutuhannya, pemilihan *air cylinder* ini juga mempertimbangkan harga dari kompetitor *maker* dengan tipe *air cylinder* dan *spec* yang sama adalah sebagai berikut:

Tabel 4: Pemilihan Air Cylinder

Jesin cylinder	Type Cylinder	Maker	Bore size	Stroke	Force (N)	
					Maju	Mundur
<i>Slide cylinder</i>	CDG1BN20-125Z	SMC	20	125	125,6	105,5
<i>Cutting Cylinder</i>	CXSM32M-30	SMC	32	30	321,5	241,2
<i>Forming Cylinder</i>	CDG1BN20-75Z	SMC	20	75	125,6	105,5

3.7 Pemilihan Material Cutter

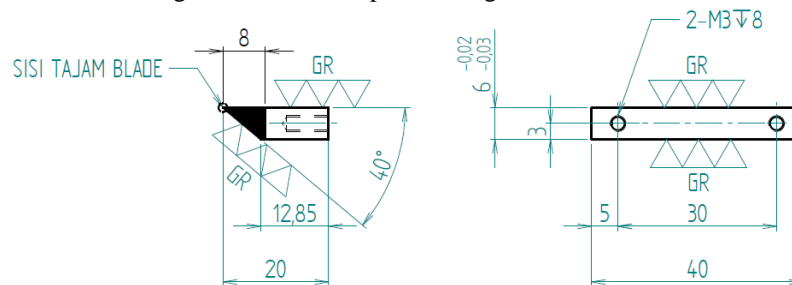
Dalam menentukan material *cutter* yang akan digunakan perlu memperhitungkan dari kebutuhan gaya yang diperlukan untuk pemotongan *wire* sebesar 108 N. Disamping itu, perlunya memberikan beberapa opsi material yang akan digunakan serta mempertimbangkan material yang mudah didapat dan cepat dalam pengiriman material tersebut. Pemilihan material tersebut sebagai pertimbangan oleh direksi PT. Mitsuba Indonesia dalam menentukan material *cutter* yang akan digunakan. Opsi menggunakan material dari PT. Misumi Indonesia karena pengiriman material cepat dan spesifikasi material yang bersertifikasi, untuk tabel katalog material dapat dilihat seperti dari gambar dibawah.

Characteristics of Materials				
Material	Specific Gravity	Thermal Expansion Coefficient ×10 ⁻⁶ /°C	Young's Modulus	
			N/mm ²	(Kgf/mm ²)
Mild Steel	7.85	11.7	205800	21000
NAK80	7.8	12.5	200900	20500
SKD11	7.85	11.7	205800	21000
SKD61	7.75	10.8	205800	21000
SKH51	8.2	10.1	218540	22300
Carbide V30	14.1	6.0	548900	56000
Carbide V40	13.9	6.0	529200	54000
Cast Iron	7.3	9.2-11.8	73500-102900	7500-10500
SUS304	8.0	17.3	193060	19700
SUS440C	7.78	10.2	199920	20400
Oxygen Free Coppers C1020	8.9	17.6	114660	11700
6/4 Brass C2801	8.4	20.8	100940	10300
Beryllium Copper C1720	*8.3	17.1	127400	13000
Aluminum A1100	2.7	23.6	67820	6900
Duralumin A7075	2.8	23.6	70560	7200
Titanium	4.5	8.4	103880	10600

Gambar 9: Tabel Material

Sumber : Misumi Katalog

Tahap selanjutnya memberikan rancangan awal *cutter* yang akan digunakan untuk memperhitungkan kekuatan material, untuk rancangan awal *cutter* dapat dilihat gambar dibawah ini:



Gambar 10: Rancangan Cutter

Dari rancangan *cutter* seperti gambar diatas, maka untuk memperhitungkan kekuatan material *cutter* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 A &= P \times L \\
 &= 40\text{mm} \times 1\text{mm} \\
 &= 40\text{mm}^2 \\
 \sigma_t &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{108\text{ N}}{40\text{ mm}^2} \\
 &= 2,7\text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dari rancangan *cutter* seperti gambar diatas, untuk tegangan tekan yang terjadi pada *cutter* saat proses pemotongan *wire* yaitu sebesar 0,45 N/mm². Jadi untuk menghitung tegangan ijin dalam menentukan material yang akan digunakan dapat dihitung menggunakan persamaan :

- a) Menggunakan material S45C

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan ijin} &= \frac{\text{tegangan yield}}{sf} \\
 &= \frac{190000\text{ N/mm}^2}{3} \\
 &= 63.333\text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$
- b) Menggunakan material SKD11

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan ijin} &= \frac{\text{tegangan yield}}{sf} \\
 &= \frac{205800\text{ N/mm}^2}{3} \\
 &= 68.600\text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$
- c) Menggunakan material Carbide V30

$$\begin{aligned} \text{Tegangan ijin} &= \frac{\text{tegangan yield}}{\text{sf}} \\ &= \frac{548800 \text{ N/mm}^2}{3} \\ &= 182.933 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Dari data perhitungan diatas tegangan ijin dari ketiga material tersebut lebih besar dari tegangan tekan yang terjadi, maka ketiga bahan diatas aman digunakan untuk material *cutter*. Keputusan direksi untuk pemilihan material *cutter* adalah menggunakan material Carbide yang di *insert* pada bagian ujung *cutter*, dan menggunakan material SKD11 untuk *body*, jadi harga *cutter* bisa lebih murah.

Tabel 5: Pemilihan Material *Cutter*

No	Jenis Material	Yield (N/mm ²)	sf	Tegangan Ijin (N/mm ²)
1.	S45C	190000	3	63.333
2.	SKD11	205800	3	68.600
3.	Carbide V30	548800	3	182.933

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari dikembangkannya sistem pemotongan *wire* secara manual dengan sistem pemotongan *wire* berbasis *automatic wire cutting mc* untuk meningkatkan prokdufitas *stator generator* pada line *stator assy* di PT. Mitsuba Indonesia adalah:

1. Proses pemotongan *wire* yang dilakukan secara manual oleh operator dengan menggunakan tang potong, dengan adanya perancangan mesin yang mampu mengerjakan pemotongan *wire* secara otomatis maka dapat memudahkan operator dalam proses pemotongan *wire* dan dapat meningkatkan produktifitas *stator generator* pada line *stator assy* di PT. Mitsuba Indonesia.
2. Pemilihan diameter *cylinder* dan tipe *air cylinder* menyesuaikan kebutuhan dari gaya yang dibutuhkan untuk *slider*, *cutting*, dan *forming*. Penambahan sistem *pneumatic* pada pergerakan mesin membantu memudahkan operator dalam proses pemotongan *wire*.
3. Hasil dari perhitungan dan analisa untuk menentukan material *cutter* menggunakan material Carbide yang di *insert* pada bagian ujung *cutter* sebagai sisi pemotong, dan menggunakan material SKD11 untuk *body*. Hasil dari uji coba sudut *cutter* juga sebagai pertimbangan rancangan *cutter* yang akan digunakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Momani, E, & Rawabdeh, I., "An Application of Finite Element Method and Design of Experiments in The Optimization of Sheet Metal Blanking Process." JJMIE ,Vol 2, No.1, pp. 53-63, 2008.
- [2] Harry Irawantho, A , "Mesin Pemotong Styrofoam Dua Axis yang Dikontrol Secara Otomatis," *Bachelor thesis, Petra Christian University*, 2010
- [3] Burhanuddin, Y. "Penentuan kondisi kelonggaran cetakan optimum pada pemotongan logam plat menggunakan deform 2D dan pendekatan analisis ragam (ANOVA)," *Bandar Lampung: Universitas Gadjah Mada*, 2012
- [4] Eko Lutfianto, E., "Analisa Perhitungan Harga Produksi Proses Permesinan AS Sentral Di CV. Primateknik," *PhD Fakultas Teknik UNPAS*, 2019
- [5] Fathun, "Keterampilan dasar teknik otomotif," *Yogyakarta: Diadra Kreatif*, 2020
- [6] Misumi Corporation, "FA Mechanical Standard Components South Asia Version," *Cikarang: PT. Misumi Indonesia*, 2014
- [7] Putra, I. A., & Haris, M., "Analisa Sistem Pneumatik Alat Pemotong Serat Alam," *Jurnal Momentum, Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang* Vol. 19, No.2, 2017.

- [8] Luthfianto, S., & Siswiyanti, "Pengujian Ergonomi Dalam Perancangan Desain Produk," *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, 2008.
- [9] SMC Corporation, "Best Pneumatic 2-1 Standard Air Cylinders Rodless Cylinders," *Tokyo: SMC Pneumatic Ltd*, 2016
- [10] Sumbodo, W., Setiadi, R & Poedjiono, S., "Pneumatic Dan Hidrolik," *Yogyakarta: CV Budi Utama*, 2017
- [11] Sunaryo, Sad Harimas Tri, "Perancangan Mesin Pada Pengerjaan Edge Trimmer Dan Radius Former Di PT. Yamaha Indonesia", 2018
- [12] Untoro, J, "Rumus Lengkap Fisika SMA," *Tangerang: PT. Wahyumedia*, 2017
- [13] Zainuri, Ach. Muhib, "Kekuatan Bahan (*Strength of Materials*)," *Yogyakarta: CV Andi Yogyakarta*, 2008