

## Desain dan Analisa *Press Tool Front Plate 3TP038* menggunakan *Software CAD/CAE* pada Perusahaan Manufaktur *Loudspeaker*

Dinda Aksari<sup>1\*</sup>, Pranowo Sidi<sup>2</sup>, dan Bayu Wiro Karuniawan<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.<sup>1,2,3</sup>  
E-mail: dindaaksari22@yahoo.com<sup>1\*</sup>

---

**Abstract** – *Loudspeaker Manufacturing Company is one of the companies engaged in the manufacture of loudspeakers that make components and assemblies for loudspeakers. One part of the loudspeaker is the front plate with tool number 03TP038 which is produced with a press system through two separate procedures and is carried out with two separate tools and work stations. This causes the production process to be less efficient. Press tool design and analysis using CAD / CAE software is an effort made to optimize the production process by designing the press tool into a progressive tool. As well as the strength analysis in the design is used as a determination of feasibility, as well as improvements to the press tool. The results of the study that the Front Plate 3TP038 Press Tool design can be made into a progressive tool by performing the required calculations. The simulation results obtained the maximum value of von Mises stress on the piercing punch  $\varnothing 14.18$  mm is 244.1 Mpa deflection 0.0187 mm, piercing punch  $\varnothing 2.08$  mm is 539.9 Mpa deflection 0.05034, punch fillet R0.3 mm is 72.29 MPa deflection 0.004137, punch fillet R0.3 mm bottom is 406.9 Mpa deflection 8.196e-004 mm, Blanking Punch  $\varnothing 40.67$  mm is 194.3 Mpa deflection 0.007589, dies at 283.5 Mpa deflection is 0.003973 where the value does not exceed the yield strength value of D2 Steel material which is 2150 Mpa.*

**Keywords** : *finite element method, front plate, loudspeaker, press tool*

---

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu industri manufaktur *loudspeaker* swasta di Surabaya telah memproduksi berbagai macam variasi *drivers* untuk *loudspeaker*. Proses manufaktur yang umum digunakan industri manufaktur *loudspeaker* adalah dengan menggunakan sistem *press* baik menggunakan mesin *press* mekanik maupun mesin *press* hidrolik. Dalam membuat suatu *press tool* yang terdiri pada umumnya meliputi proses perhitungan, desain, dan analisa pada desain *press tool*. *Press tool* yang menjadi objek penelitian kali ini adalah *press tool* untuk produksi *top plate* atau *front plate*. *Top Plate* atau *front plate* merupakan sebuah komponen pada *loudspeaker* yang berfungsi untuk membantu proses timbulnya medan magnet yang menggetarkan *voice coil* sehingga *loudspeaker* dapat menimbulkan suara. Dalam proses produksi *front plate* ini terbagi menjadi dua bagian yakni proses yang dikenal dengan proses plong, untuk pembuatan diameter dalam dan diameter luar, serta proses tindik yang merupakan proses pembuatan 4 tonjolan pada sisi dalam *front plate*. Dalam studi kasus ini, industri manufaktur *loudspeaker* tersebut mendesain *press tool*-nya dengan jenis *simple press tool* sehingga dua prosedur tersebut diproses dengan *press tool* yang berbeda di stasiun kerja yang berbeda. Hal tersebut menyebabkan proses produksi menjadi kurang optimal dan kurang efisien dikarenakan waktu produksi lebih lama akibat material harus

berpindah-pindah stasiun kerja. Permasalahan tersebut dapat diminimalisir dengan mengubah jenis *simple press tool* menjadi *progressive tool*, dimana *press tool* mampu untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja yang pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang berbeda (Budiarto pada Saputra, 2015). *Press tool* yang akan menjadi objek studi kasus kali merupakan *press tool* dengan *tool number 3TP038* dimana material *front plate* yang akan diproduksi adalah *hot rolled steel* dengan ketebalan 2mm. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan desain *press tool* dengan jenis *progressive tool* dan analisa terhadap desain yang akan dibuat untuk mengetahui tegangan atau *stress*, serta defleksi pada *press tool* dengan menggunakan *loadcase* yang disesuaikan dengan hasil perhitungan gaya potong. Data tersebut akan dinyatakan kelayakan desain dan material *press tool* dalam nilai *von misses stress* tidak melebihi dari tegangan ijin material yang digunakan.

### 2. METODOLOGI

*Loudspeaker* merupakan transduser elektromagnetik yang mengubah sinyal listrik menjadi sinyal bunyi (Beranek pada Wibowo, 2016). Sebuah *loudspeaker* bekerja dengan cara menggetarkan diafragma.. Diafragma berbentuk

kerucut terpancung, dan dirakit bersama dengan spider dan voice coil. Voice coil akan mengalami gerakan maju-mundur ketika ada arus yang berfluktuasi dan berinteraksi dengan medan magnet yang dihasilkan oleh magnet yang ada pada loudspeaker. Bergetarnya diafragma ini akan mengakibatkan bergetarnya udara yang ada di sekitar diafragma sehingga terbentuklah gelombang bunyi. Front Plate bersama dengan yoke dan bottom plate melengkapi rangkaian magnetik..

Menurut Budiarto pada Saputra (2015), Press tool adalah alat bantu pembentukan/ pemotongan produk dari bahan dasar lembaran yang operasinya menggunakan mesin press. Progressive Tool adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang berbeda.

Beberapa jenis pemotongan ditinjau dari hasil pemotongannya, terdapat proses piercing yang menghasilkan ukuran lubang atau ukuran dalam, sedangkan proses blanking akan menghasilkan ukuran luar atau produk/blank. Agar ukuran produk yang dihasilkan sesuai dengan harapan, maka ukuran die akan dibuat lebih kecil dari ukuran benda kerja. Untuk menentukan ukuran piercing punch dan piercing die dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut:

$$d_1 = d + f$$

$$d_2 = d + f + 2s$$

Dimana:

- $d_1$  = Piercing punch
- $d_2$  = Piercing die
- $d$  = diameter atau ukuran produk piercing
- $f$  = Spring back
- $2s$  = Allowance

Untuk menentukan ukuran blanking punch dan blanking die dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut:

$$D_1 = D - f - 2s$$

$$D_2 = D - f$$

Dimana:

- $D_1$  = Blanking punch
- $D_2$  = Blanking die
- $D$  = diameter atau ukuran produk blanking
- $f$  = Spring back
- $2s$  = Allowance

Sebelum material strip dipotong, perlu diperhatikan mengenai ukuran dari strip yang dipilih. Jarak antar sisi tepi dan jarak potong yang harus dihitung terlebih dahulu. Berikut adalah ketentuan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perhitungan lay-out scrip strip-nya.

Apabila tebal material lebih dari 0,6 mm, maka untuk menghitung jarak sisi tepinya digunakan persamaan berikut.

$$a = t + 0,015 \cdot D$$

Dimana:

- $a$  = jarak sisi tepi
- $D$  = lebar produk yang akan dipotong
- $t$  = tebal material
- $b$  = jarak antar potongan

Sedangkan nilai dari b atau jarak antar potongan dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1: Jarak antar Potongan (b) dengan Tebal Plat Lebih dari 0,6mm

$t > 0,6 \text{ mm}$	$b \text{ (mm)}$
0,6 s.d. 0,8 mm	0,8
0,8 s.d. 3 mm	1
> 3 mm	3

Sumber : Moerbani dan Riyadi, 2005

Tebal dari mattress atau dies dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}}$$

Dalam perhitungan gaya pemotongan besar kekuatan geser ( $\tau_b$ ) menurut Moerbani dan Riyadi (2005) adalah 80% dari batas tegangan tarik material ( $\sigma_b$ ), sehingga,

$$F = L_{pot} \times 0,8 \sigma_b$$

Sedangkan nilai dari gaya stripper ( $F_s$ ) menurut Moerbani dan Riyadi (2005) diperoleh 10% dari (1) gaya potong (F). (2)

Dalam menentukan pegas digunakan persamaan-persamaan berikut:

$$F_a = F_s/n$$

Dimana:

- $F_a$  = Gaya tiap pegas (N)
- $F_s$  = Gaya stripper (N)
- $n$  = Jumlah pegas yang direncanakan

Setelah diperoleh nilai gaya yang dibebankan pada masing-masing spring, selanjutnya adalah menentukan langkah spring. Langkah spring (3) dapat diperoleh melalui penjumlahan dari pre-tension, tebal material, panjang punch masuk plat stripper dan panjang punch yang masuk dies. (4)

Kemudian setelah diketahui gaya yang bekerja pada masing-masing spring dan langkah spring, maka selanjutnya adalah mencari nilai konstanta untuk menentukan tipe dari spring yang digunakan. Konstanta dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut ;

$$Konstanta = F_a / \text{Langkah Spring}$$

Dimana:

- $F_a$  = Gaya tiap pegas (N)

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa menggunakan *Finite Element Method*. *Finite Element Method* (FEM) atau metode elemen hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala phisis. Analisis *press tool* menggunakan *software* bermetode berdasarkan Metode Elemen Hingga atau *Finite element method* (FEM). Ketika metode elemen hingga diterapkan untuk bidang analisis tertentu (seperti analisis *stress* atau tegangan, analisis termal, atau analisis getaran) sering disebut sebagai analisis elemen terbatas (FEA). Sehingga FEA adalah alat yang paling umum untuk menganalisis *stress* dan analisis struktur (J. Ed Akin pada Prayoga, 2009).

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja. Komponen tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang ditempat bekerjanya gaya tersebut disebut tegangan langsung, dan merupakan tegangan tarik atau *tensile* (positif), atau tegangan tekan atau *compressive* (negatif). Satuan untuk tegangan tersebut adalah N/mm<sup>2</sup> atau Megapascal (MPa) menurut MJ Iremonger pada Prayoga (2016). Tegangan normal adalah tegangan yang terjadi ketika gaya yang diterapkan tegak lurus terhadap luas penampang material, sehingga *principal stress* adalah nilai ekstrim dari tegangan normal yang terjadi pada material. Von Mises *stress* adalah resultan dari semua tegangan yang terjadi diturunkan dari *principal axis* dan berhubungan dengan *principal stress*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai dari gaya potong (Fpot) dan gaya stripper (Fs) dari masing-masing pengerjaan berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (7) dan (8) terdapat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2: Gaya Potong dan Gaya Stripper pada *Punching* dan *Blanking*

NP	Keterangan	Keliling (mm)	Tebal Material (mm)	Luas Potong (mm <sup>2</sup> )	Fpot (N)	Fs (N)
1	Pilot Pin	7,85	2	15,70	3391,20	339,12
2	Pilot Pin	7,85	2	15,70	3391,20	339,12
3	Lingkaran Ø14.1	44,274	2	88,55	19126,37	1912,64
4	Fillet R 0.3	46,158	0,4712	21,75	4697,92	469,79
5	Lingkaran Ø2	6,28	1,3	8,16	1763,42	440,86
6	Lingkaran Ø2	6,28	1,3	8,16	1763,42	440,86
7	Lingkaran Ø2	6,28	1,3	8,16	1763,42	440,86
8	Lingkaran Ø2	6,28	1,3	8,16	1763,42	440,86
9	Blanking Ø41	128,74	2	257,48	55615,68	5561,57
					Σ Fpot =	Σ Fs =
					93165,85	9316,59

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Sehingga gaya potong total  $F_{tot}$  yang diperlukan dalam proses pemotongan produk *front plate* dapat diketahui dengan menjumlahkan seluruh gaya potong pada masing-masing proses.

Ukuran *piercing punch* (d1) dan *piercing die* (d2) untuk lubang dengan ukuran diameter 14.1 mm dengan tebal material 2mm dimana memiliki nilai *spring back* (f) sebesar 0.08 mm dan *allowance* (2s) sebesar 0.25 mm adalah sebagai berikut:

$$d1 = d + f \qquad d2 = d + f + 2s$$

$$d1 = 14.1 + 0.08 \qquad d2 = 14.1 + 0.08 + 0.25$$

$$d1 = 14.18 \text{ mm} \qquad d2 = 14.43 \text{ mm}$$

Sedangkan ukuran *piercing punch* (d1) dan *piercing die* (d2) untuk lubang dengan ukuran diameter 2 mm dengan tebal material 2mm dimana memiliki nilai *spring back* (f) sebesar 0.08 mm dan *allowance* (2s) sebesar 0.25 mm adalah sebagai berikut:

$$d1 = d + f \qquad d2 = d + f + 2s$$

$$d1 = 2 + 0.08 \qquad d2 = 2 + 0.08 + 0.25$$

$$d1 = 2.08 \text{ mm} \qquad d2 = 2.33 \text{ mm}$$

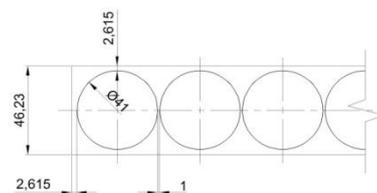
Ukuran *blanking punch* (D1) dan *blanking die* (D2) untuk lubang dengan ukuran diameter 41 mm dengan tebal material 2mm dimana memiliki nilai *spring back* (f) sebesar 0.08 mm dan *allowance* (2s) sebesar 0.25 mm adalah sebagai berikut:

$$D1 = D - f - 2s \qquad D2 = D - f$$

$$D1 = 41 - 0.08 - 0.25 \qquad D2 = 41 - 0.08$$

$$D1 = 40.67 \text{ mm} \qquad D2 = 40.92 \text{ mm}$$

Pembuatan *lay-out scrap strip* disesuaikan berdasarkan ketebalan material. Dimana diketahui tebal material (t) sebesar 2mm dan diameter blanking (D) sebesar 41 mm, sehingga dapat diketahui nilai *a* sebesar 2.615 mm. Sedangkan untuk material dengan ketebalan 0.8 s.d 3 mm nilai *b* yang diperbolehkan sebesar 1 mm. Sedangkan penyusunan *lay-out strip* berdasarkan nilai diatas dapat dilihat pada **Gambar 1** sebagai berikut.



Gambar 1. Lay-out strip yang digunakan

Tebal dari *matress* atau *dies* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut, Dimana total gaya potong ( $F_{tot}$ ) yang diperoleh berdasarkan **Tabel 2**. adalah sebesar 93165.85 N, dengan *g* merupakan gaya gravitasi yang besarnya 9.81 m/s<sup>2</sup>, sehingga:

$$H = \sqrt[3]{\frac{93165.85 \text{ N}}{9.81 \text{ m/s}^2}}$$

$$H = \sqrt[3]{9497.029}$$

$$H = 21.17 \text{ mm} \approx 21 \text{ mm}$$

Dari hasil di atas diketahui tebal maksimum dies adalah 21mm, maka digunakan *dies* dengan ketebalan 20 mm. Sedangkan hasil dari perhitungan titik berat disajikan dalam **Tabel 3.** sebagai berikut;

Tabel 3: Perhitungan Titik Berat Pada Punching dan Blanking

NP	Keterangan	Keliling (mm)	X (mm)	Y (mm)	IX (mm <sup>2</sup> )	IY (mm <sup>2</sup> )
1	Pilot Pin	15,7	1,85	1,85	29,05	29,05
2	Pilot Pin	15,7	41,15	44,38	646,06	696,77
3	Lingkaran Ø14.1mm	44,274	64,5	23,12	2855,67	1023,61
4	Lingkaran Fillet R3	46,158	107,5	23,12	4961,99	1067,17
5	Lingkaran Ø2	6,28	140,5	23,12	882,34	145,19
6	Lingkaran Ø2	6,28	105,5	33,12	662,54	207,99
7	Lingkaran Ø2	6,28	160,5	23,12	1007,94	145,19
8	Lingkaran Ø2	6,28	105,5	13,12	662,54	82,39
9	Blanking	128,74	193,5	23,12	24911,19	2976,47
		Σ L = 275,692			Σ LX = 36619,31	Σ LY = 6373,84
		X0 = $\frac{\Sigma IX}{\Sigma l}$	132,83			
		Y0 = $\frac{\Sigma IY}{\Sigma l}$	23,12			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dalam menentukan spring atau pegas yang akan digunakan, dengan menentukan gaya yang akan dibebankan pada masing-masing *spring*. Karena jumlah *spring* yang direncanakan sebanyak 4 buah, maka:

$$F_a = F_s/n$$

$$F_a = 13895.78543/4$$

$$F_a = 3473,9463 N$$

Kemudian setelah diketahui gaya yang bekerja pada masing-masing spring, maka selanjutnya adalah mencari nilai konstanta untuk menentukan tipe dari spring yang digunakan. Dengan langkah *spring* sebesar 11 mm, konstanta dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konstanta} = F_a/\text{Langkah Spring}$$

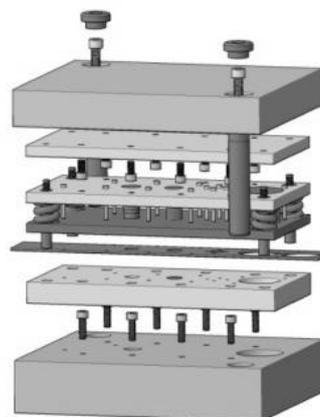
$$\text{Konstanta} = 3473.9463 N/11 mm$$

$$\text{Konstanta} = 347,3946 N/mm$$

Berdasarkan perhitungan diatas, mengacu pada kalatog Spring MISUMI halaman 837, maka digunakan konstanta sebesar 412 N/mm, sehingga spesifikasi dari *spring* yang akan digunakan adalah sebagai berikut;

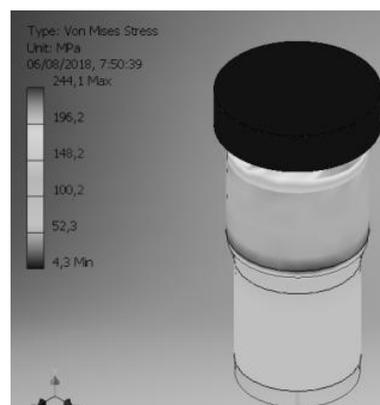
- Jenis Spring = Coil Spring SWG 20-25
- DiamaterLuar = 20 mm
- Diameter Dalam = 10 mm
- Panjang Spring = 25 mm

Desain yang telah dibuat secara keseluruhan dengan tampak *isometry* 3 dimensi yang telah di *assembly* ditunjukkan pada **Gambar 2.** di bawah ini.



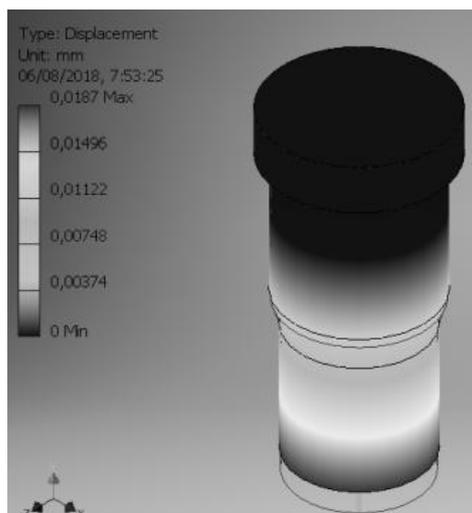
Gambar 2. Rancangan Press Tool

Analisis berupa simulasi pembebanan dilakukan untuk menentukan besar dari tegangan maksimum dan defleksi atau *displacement* yang terjadi pada model *press tool* yang telah dibuat. Pada penelitian kali ini dilakukan simulasi terhadap *press tool* pada bagian *punch* dan *dies* dengan material yang digunakan adalah *D2 Steel*. Dari proses simulasi akan dihasilkan nilai tegangan *von mises* dan *displacement* atau defleksi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ardianto, dkk (2012) menyatakan bahwa apabila nilai tegangan *von misses* melebihi tegangan luluh (*yield strength*) dari material, maka analisa dianggap gagal. Berikut adalah contoh hasil dari simulasi tegangan *von Mises* untuk *piercing punch* Ø14.18 mm dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Hasil analisa von Mises Stress pada Piercing Punch Ø14.18 mm

Dari hasil simulasi di atas diperoleh nilai maksimum *von Mises stress* pada *piercing punch* Ø14.18 mm adalah 244.1 Mpa dimana nilai tersebut tidak melebihi nilai *yield strength* dari material *D2 Steel* yakni sebesar 2150 Mpa. Sedangkan nilai defleksi/*displacement* sebesar 0.0187 mm dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil analisa defleksi/displacement pada Piercing Punch Ø14.18 mm

**Akhir**, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

- [4] Saputra, K. (2015). Rancang Bangun Press Tool Pembuat Side Rubber sebagai Komponen Chute di PT. Bukit Asam (Pesero) Tbk. Dengan Power Hidrolik (Perhitungan Biaya Produksi). **Laporan Akhir**, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
- [5] Wibowo, Imam T. (2016). Rancang Bangun Loudspeaker Enclosure untuk Mengefisienkan Kinerja Loudspeaker. **S1 Thesis**, Universitas Negeri Yogyakarta.

#### 4. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang di dapat dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Desain *Press Tool Front Plate 3TP038* dapat dibuat menjadi *progressive tool* dengan melakukan perhitungan yang dibutuhkan. Penggambaran desain dilakukan dengan mengacu pada katalog yang disesuaikan dengan hasil perhitungan,
2. Dari hasil simulasi diperoleh nilai maksimum *von Mises stress* pada *piercing punch* Ø14.18 mm adalah 244.1 Mpa, *piercing punch* Ø2.08 mm adalah 539.9 Mpa, *punch fillet* R0.3 mm adalah 72.29 Mpa, *punch fillet* R0.3 mm bawah adalah 406.9 Mpa, *Blanking Punch* Ø40.67 mm adalah 194.3 Mpa, *dies* sebesar 283.5 Mpa dimana nilai tersebut tidak melebihi nilai *yield strength* dari material *D2 Steel* yakni sebesar 2150 Mpa.
3. Sedangkan nilai defleksi/*displacement* *piercing punch* Ø14.18 mm sebesar 0.0187mm, *piercing punch* Ø2.08 mm sebesar 0.05034mm, *punch fillet* R0.3 mm sebesar 0.004137 mm, *punch fillet* R0.3 mm bawah sebesar 8.196e-004 mm, *Blanking Punch* Ø40.67 mm sebesar 0.007589 mm, *dies* sebesar 0.003973 mm.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardianto, C, Raharjo, WW, Surojo, E (2012) . *Perancangan Progressive Dies Komponen Ring M7*. **Mekanika**, Vol.11 No.1, pp. 37-40
- [2] Moerbani, JB dan ST. N.G Riyadi (2005). **Mengenal Perkakas Potong Punching Tool 1**. Politeknik ATMI, Surakarta.
- [3] Prayoga, R. (2016). Analisa Kekuatan Struktur dan Estimasi Usia Fatigue Life pada Konstruksi Overhead Crane Tipe Double Girder Berkapasitas SWL 10 Ton. **Tugas**

