



Tugas Akhir

TM 091486

Laboratorium

Perancangan dan Pengembangan Produk



PERANCANGAN DAN PROSES PEMBUATAN *INNER DOOR PANEL* MOBIL *PICK-UP* MULTIGUNA

Oleh:
Bambang Prayogi
2109 100 149

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr.-Ing. Ir. I Made Londen Batan, M.Eng

Latar Belakang

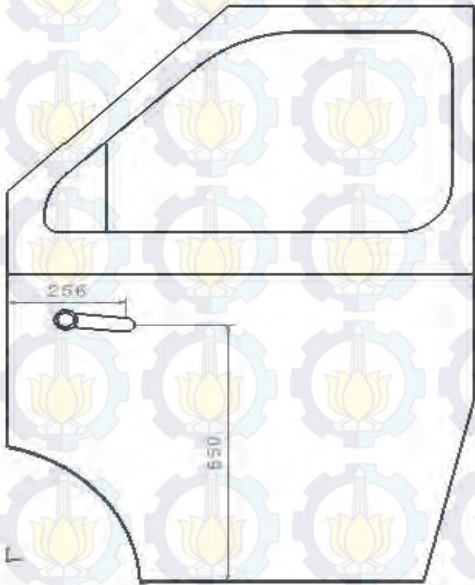
Produk Eksisting



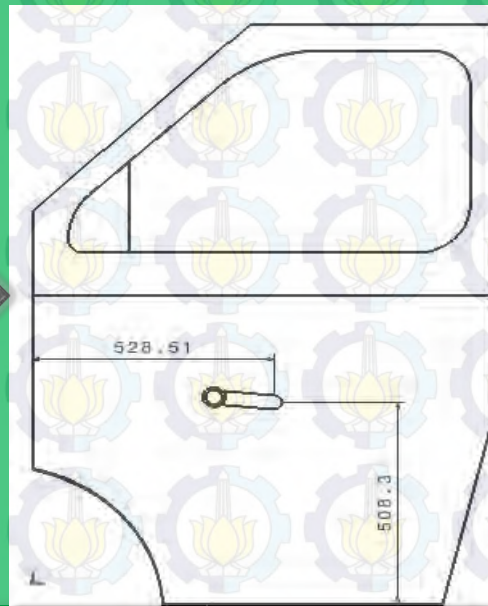
Mobil Pick-Up GEA



Inner Door Panel



Posisi Awal



Posisi Perbaikan

[Alengga, 2012]

Perumusan Masalah

- Bagaimana proses perancangan inner door panel?
- Bagaimana perancangan *punch and dies* untuk *inner door panel*?
- Bagaimana pemilihan *window regulator*?

Tujuan Penelitian

- Merancang *inner door panel* mobil *pick-up* yang baru
- Merancang *punch and dies* untuk *inner door panel* mobil *pick-up* yang baru
- Menentukan pemilihan *window regulator*

Batasan Masalah

1. Bagian yang dirancang adalah *inner door panel* mobil *pick-up* multiguna
2. Material yang digunakan untuk *inner door panel* adalah plat ASTM A1011 grade 30 dengan ketebalan 0.7 mm
3. Mesin Press Tool yang digunakan adalah merk INOUE Machinery Corporation WSF-300 dengan kapasitas 300 ton
4. Perhitungan gaya-gaya yang dibahas hanya yang terjadi pada *punch and dies*
5. Komponen standar pada *press tool* dan perlengkapan aksesoris *punch and dies* tidak dibahas

Manfaat Penelitian

Memperkaya dan memperdalam wacana dalam bidang ilmu manufaktur khususnya mengenai perancangan *inner door panel*, *punch and dies* serta *window regulator*.

Memberikan kontribusi nyata pada pengembangan teknologi perancangan *inner door panel*, *punch and dies* serta *window regulator*, demi terciptanya kemajuan teknologi nasional.

Kajian Pustaka

Produk Eksisting

Inner Door Panel



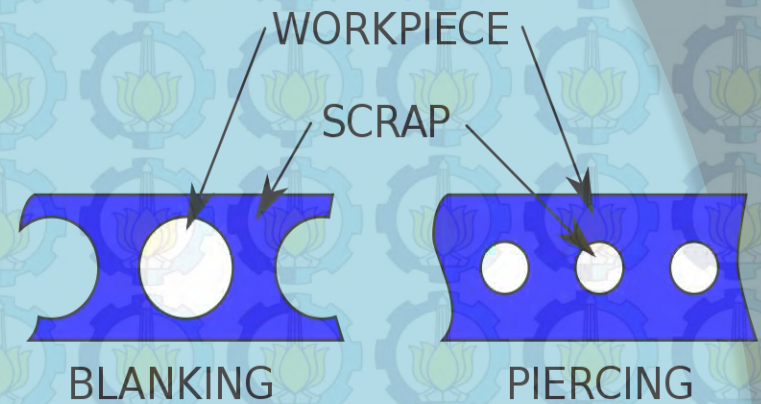
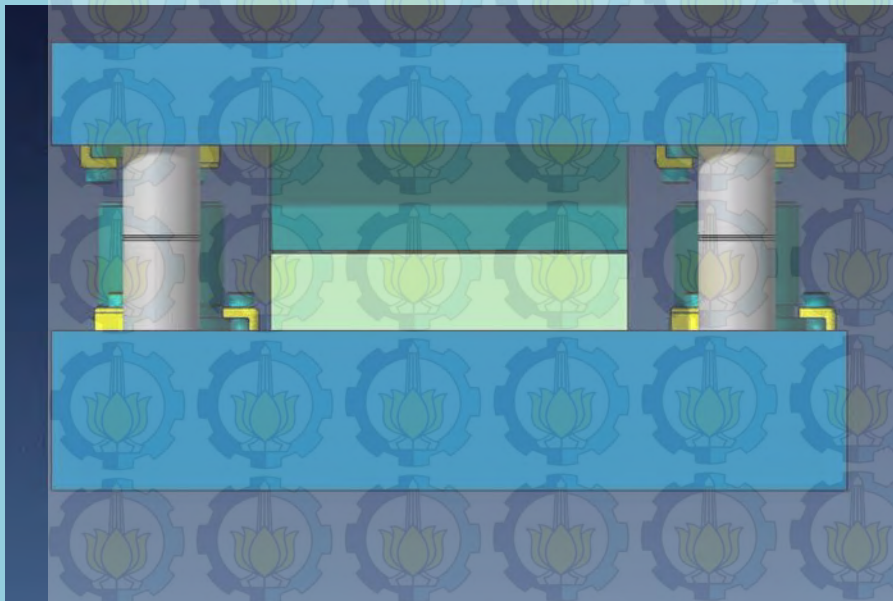
Mobil Pick-Up GEA



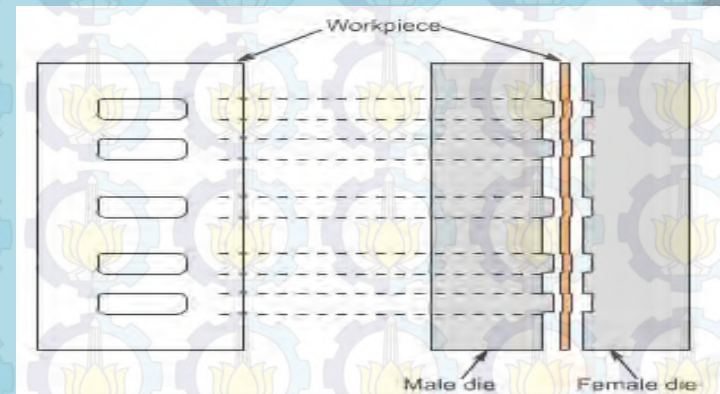
Inner Door Panel GEA

Kajian Pustaka

Single Press Tool



Blanking & Piercing



Embossing

Kajian Pustaka

Frekuensi Natural Getaran

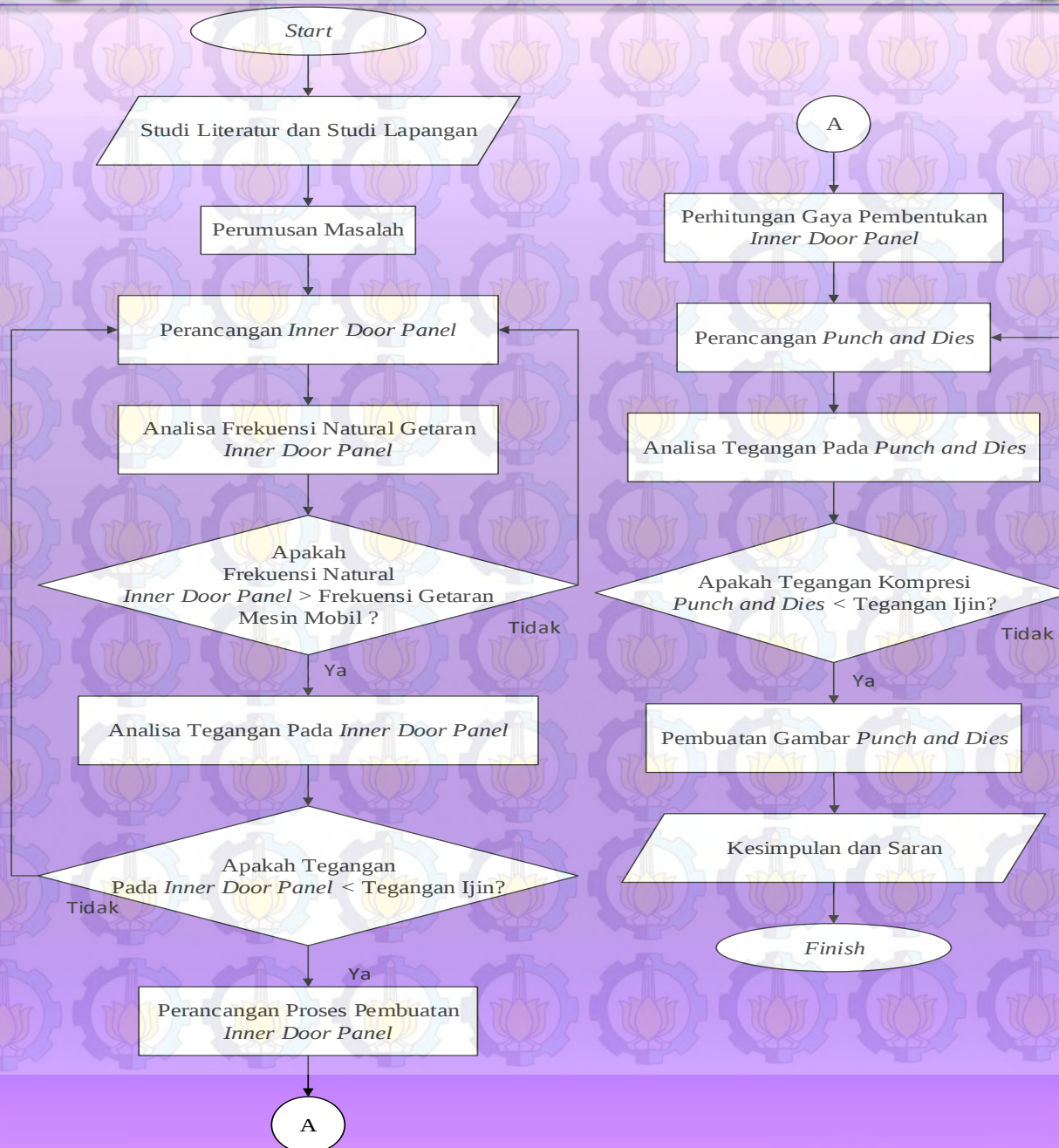
Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu.

Frekuensi natural adalah frekuensi di mana sistem berosilasi ketika sistem itu terganggu.

Tegangan

Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lain.

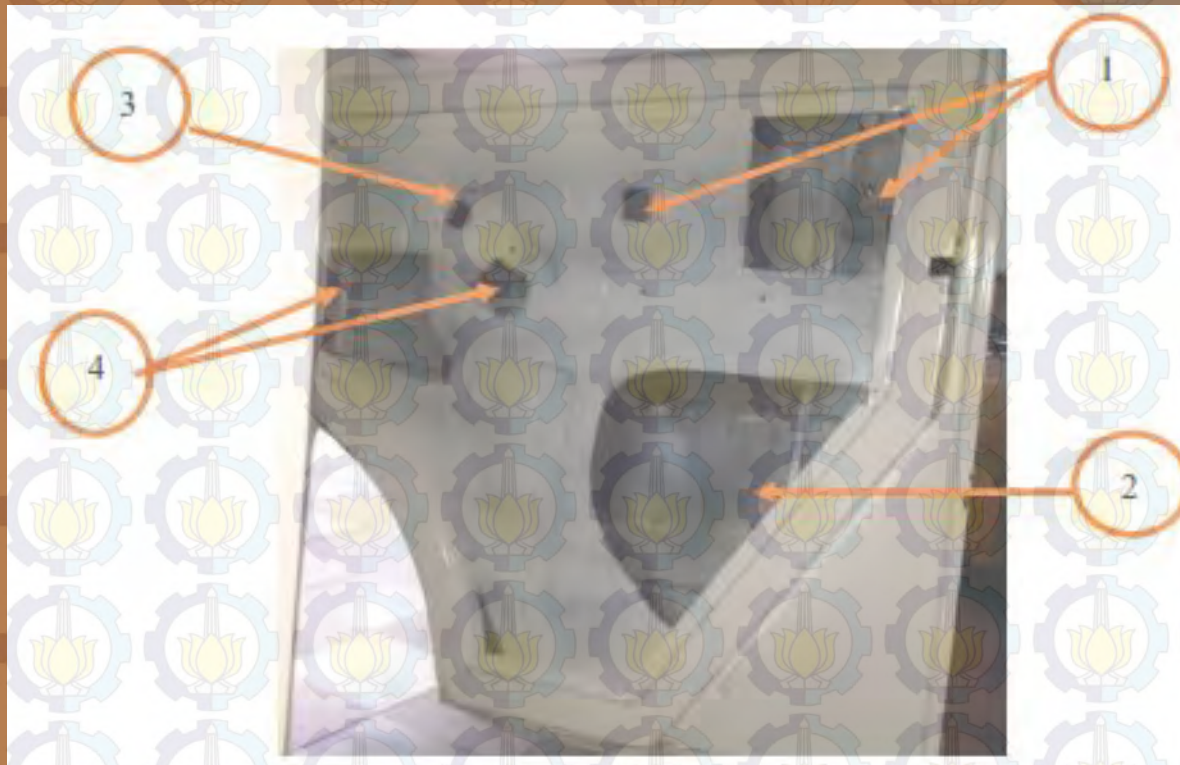
Diagram Alir Proses Perancangan



List of Requirements Inner Door Panel

No.	List of Requirements Inner Door Panel	Keterangan
1.	Spesifikasi Dimensi inner door panel	1. Tinggi (sisi kanan) = 640 mm
		2. Tinggi (sisi kiri) = 306 mm
		3. Lebar (sisi atas) = 815 mm
		4. Lebar (sisi bawah) = 473.5 mm
		5. Radius = 455 mm
2.	Material	1. Plat Steel ASTM A1011 dengan tebal 0,7 mm.
3.	Kekuatan	1. Kuat dan tahan lama
4.	Manufaktur	1. Dapat dimanufaktur
		2. Waktu pembuatan singkat
		3. Biaya pembuatan tidak mahal
5.	Kelengkapan	1. Dilengkapi dengan pemegang kaca
		2. Dilengkapi dengan lubang speaker
6.	Keamanan	1. Aman digunakan

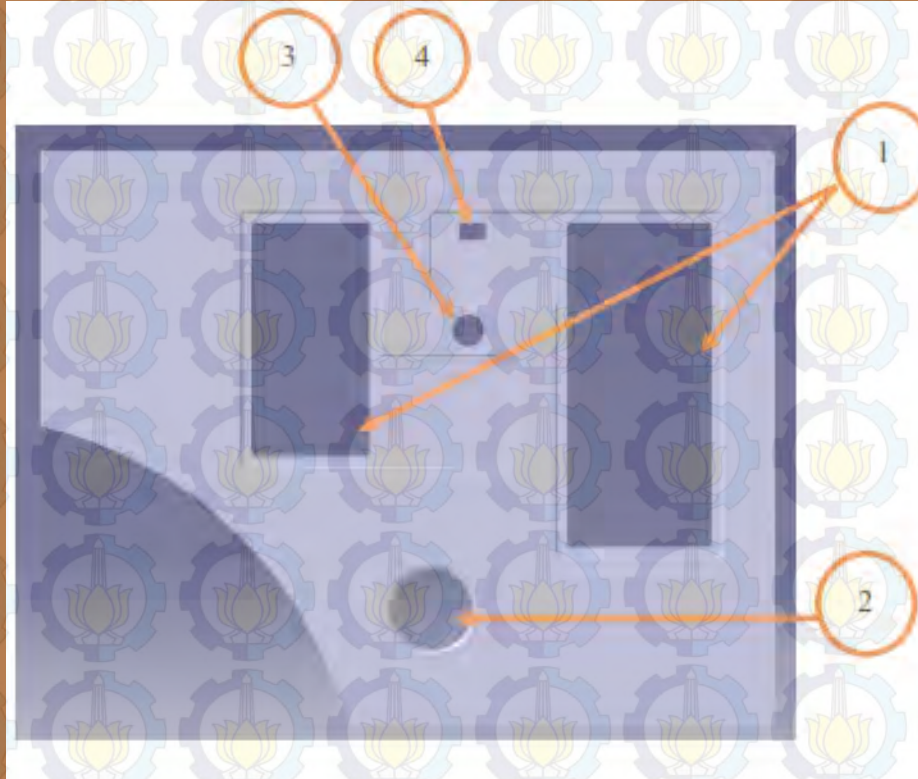
Produk Eksisting



Keterangan:

1. Lubang untuk pemasangan dan perawatan *door lock*
2. Lubang untuk perawatan kaca jendela
3. Lubang untuk pemutar *window regulator*
4. Lubang untuk pemasangan dan perawatan *window regulator*

Pengembangan Inner Door Panel



Keterangan :

1. Lubang untuk pemasangan dan perawatan *door lock*, *window regulator*, *speaker* dan kaca jendela
2. Lubang untuk *speaker*
3. Lubang untuk pemutar *window regulator*
4. Lubang untuk *handle door lock*

B: Modal

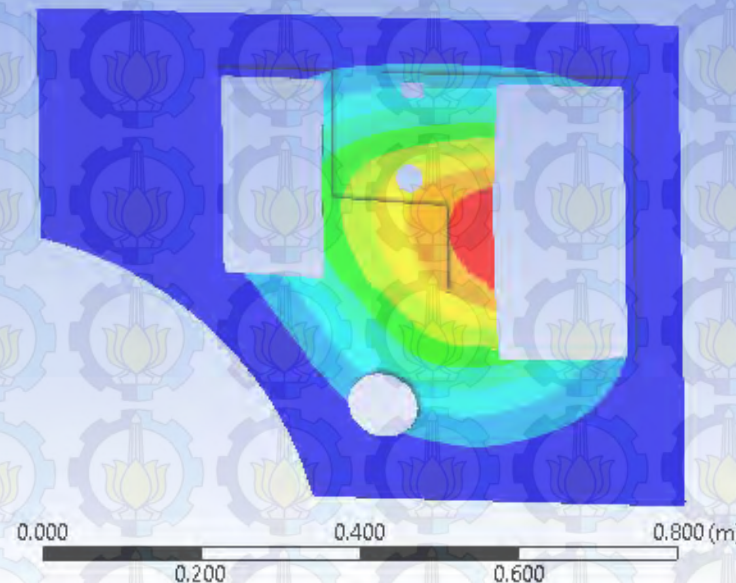
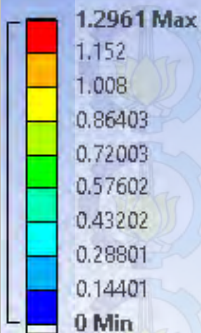
Total Deformation

Type: Total Deformation

Frequency: 166.94 Hz

Unit: m

29/04/2014 16:53



Geometry / Print Preview / Report Preview /

Graph

Animation 10 Frames 2 Sec (Auto)

917.35

0.

6.

1

2

3

4

5

6.

Messages Graph

No Messages

No Selection

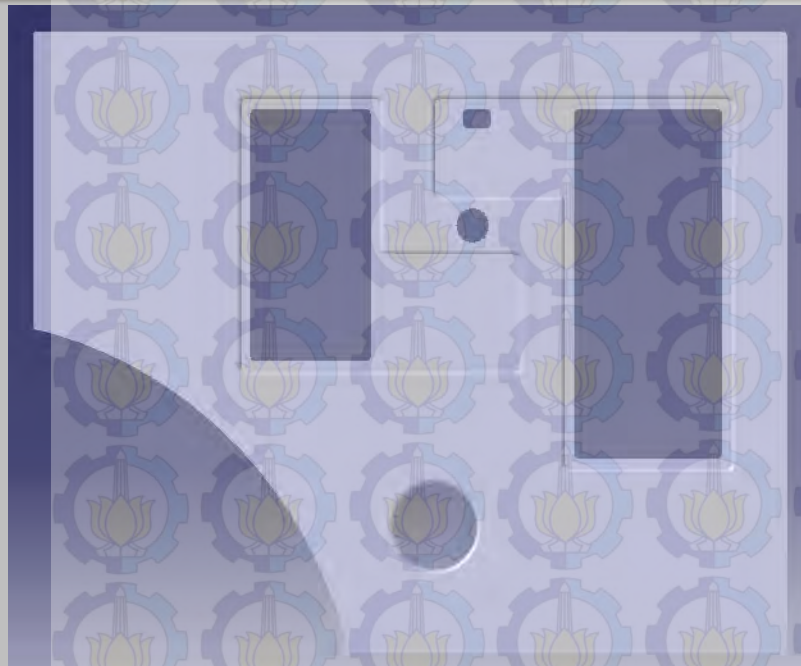
Metric (m, kg, N, s, V, A) Degrees rad/s Celsius

Tabular Data

	Mode	Frequency [Hz]
1	1.	166.94
2	2.	381.27
3	3.	461.99
4	4.	650.5
5	5.	686.08
6	6.	917.35

Hasil analisa frekuensi natural pada *inner door panel*
Menggunakan software ANSYS

ANALISA FREKUENSI NATURAL GETARAN PADA *INNER DOOR PANEL*



Tabular Data

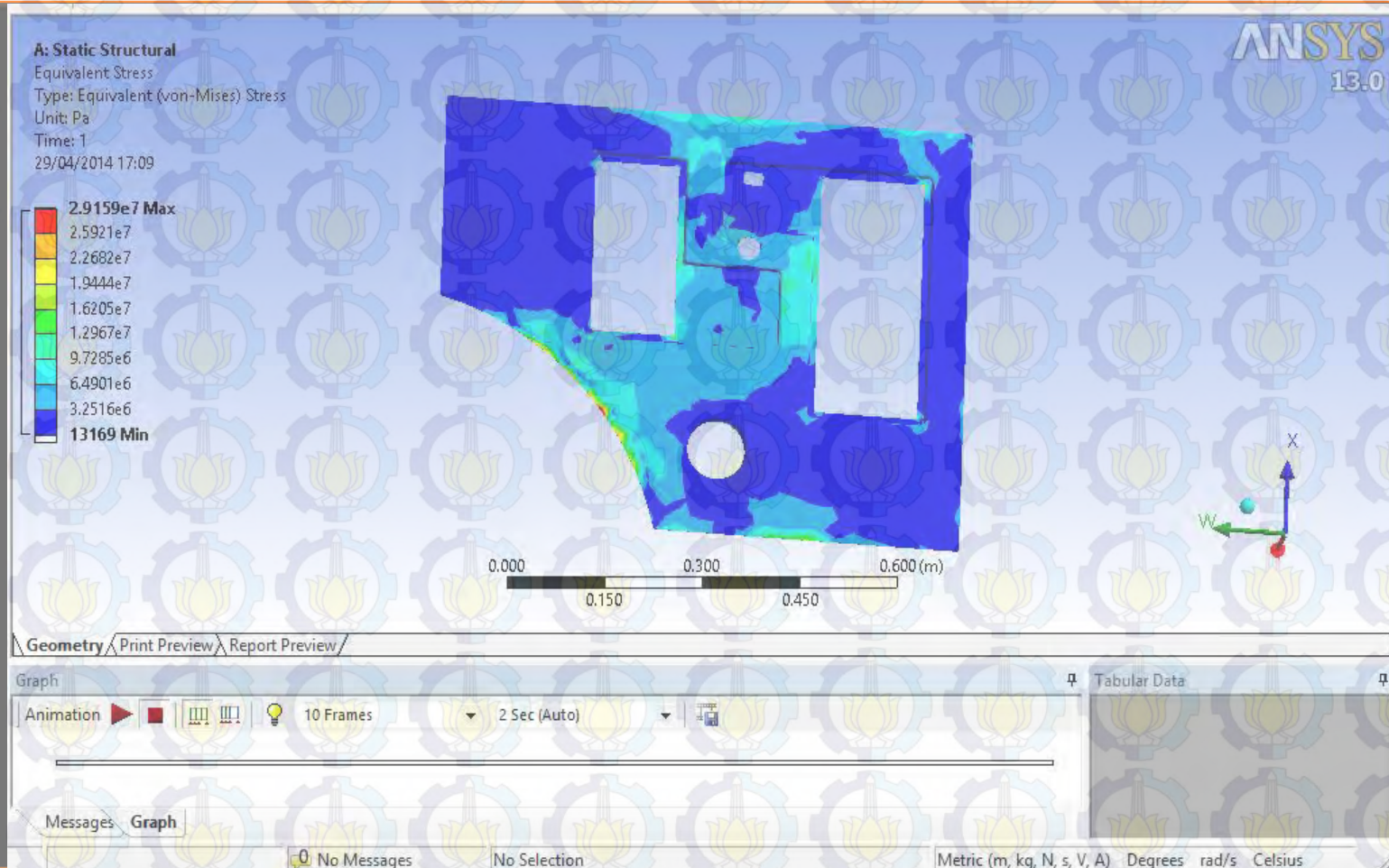
	Mode	☒ Frequency [Hz]
1	1.	166.94
2	2.	381.27
3	3.	461.99
4	4.	650.5
5	5.	686.08
6	6.	917.35

Desain *inner door panel* memiliki frekuensi natural sebesar 166,94 Hz atau setara dengan 10.016,4 rpm.

Frekuensi natural mesin mobil ketika dalam kondisi maksimum yaitu sebesar 5.800 rpm.

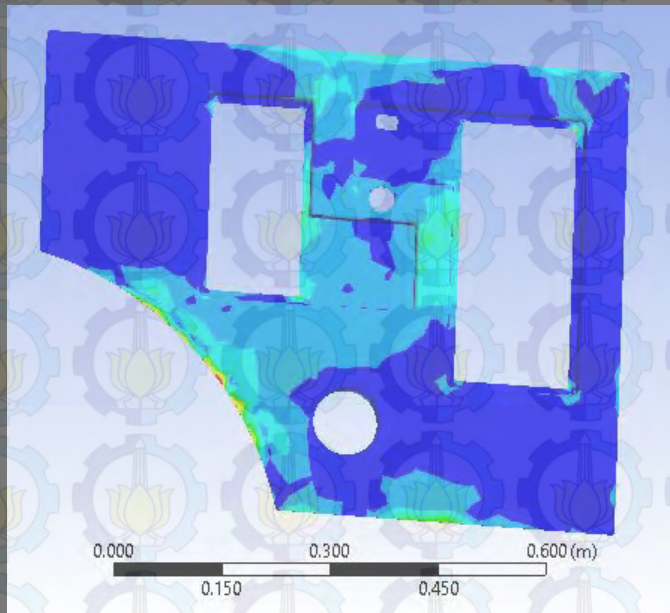
getaran yang berasal dari mesin mobil tidak akan berpengaruh terhadap *inner door panel*.

ANALISA TEGANGAN PADA *INNER DOOR PANEL*

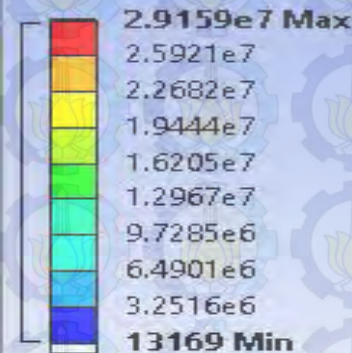


Hasil analisa tegangan pada *inner door panel*
Menggunakan software ANSYS

ANALISA TEGANGAN PADA *INNER DOOR PANEL*



A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: Pa
Time: 1
29/04/2014 17:09



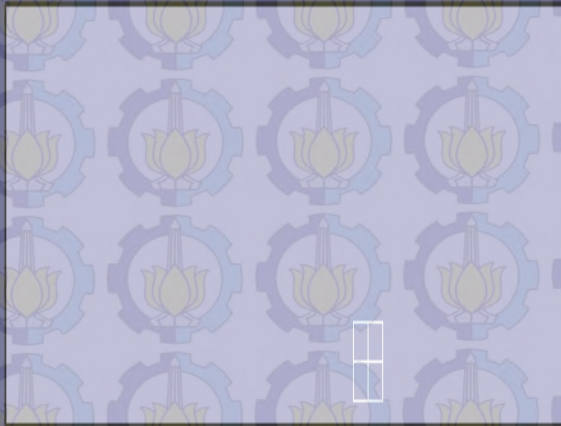
Nilai tegangan maksimum pada daerah berwarna merah sebesar $2,9159 \times 10^7$ Pa atau setara dengan $2,97 \text{ Kg/mm}^2$.

Tegangan ijin material *inner door panel* besarnya $13,94 \text{ Kg/mm}^2$.

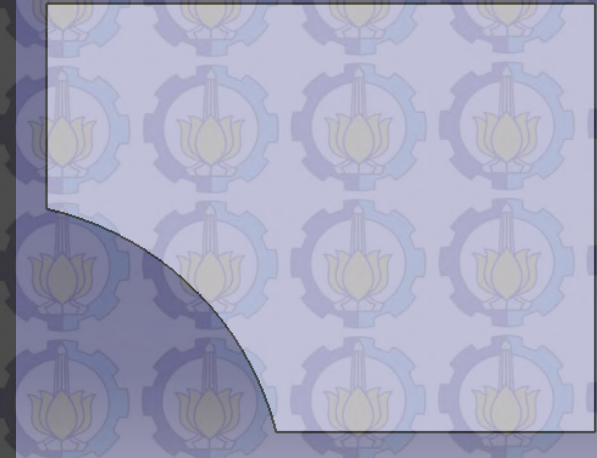
Tegangan yang terjadi pada *inner door panel* masih berada dalam kategori aman.

Urutan Proses Pembuatan *Inner Door Panel* dan Gaya-Gaya Pembentukannya

Proses Trimming



Sebelum



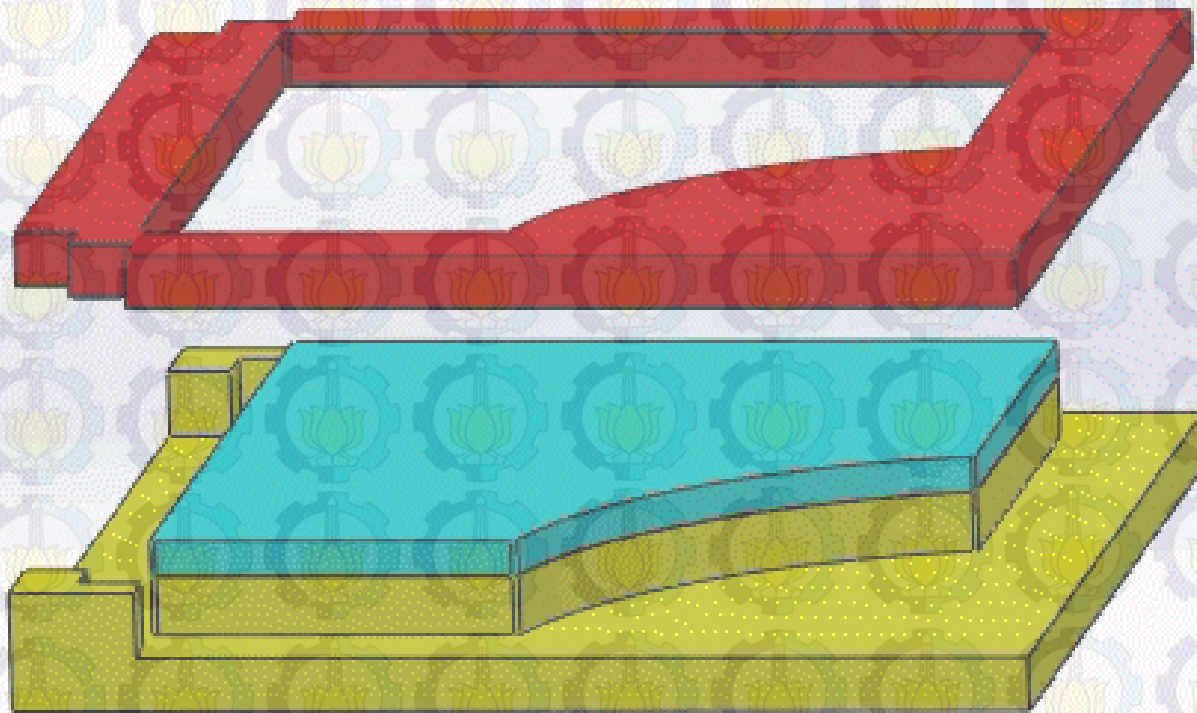
Sesudah

Gaya *trimming* sebesar 56,7 ton

Gaya *stripper* pada proses *trimming* sebesar 5,1469 ton

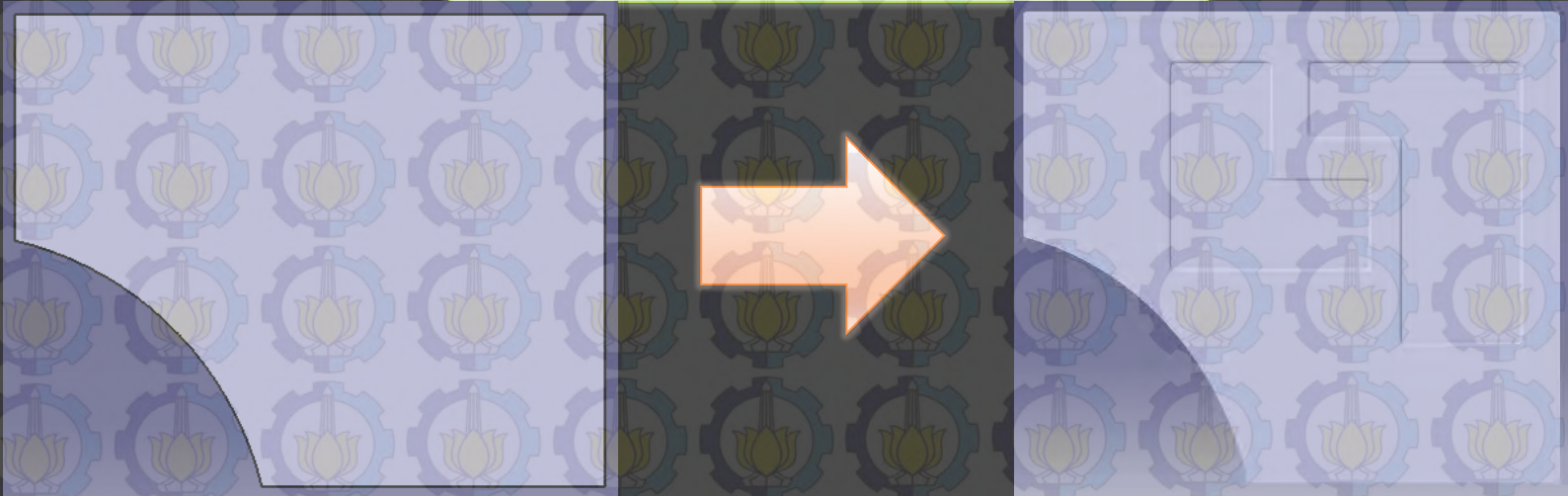
Maka gaya total pada proses *trimming* adalah sebesar 61,847 ton

Simulasi Proses Trimming



Urutan Proses Pembuatan *Inner Door Panel* dan Gaya-Gaya Pembentukannya

Proses Embossing



Sebelum

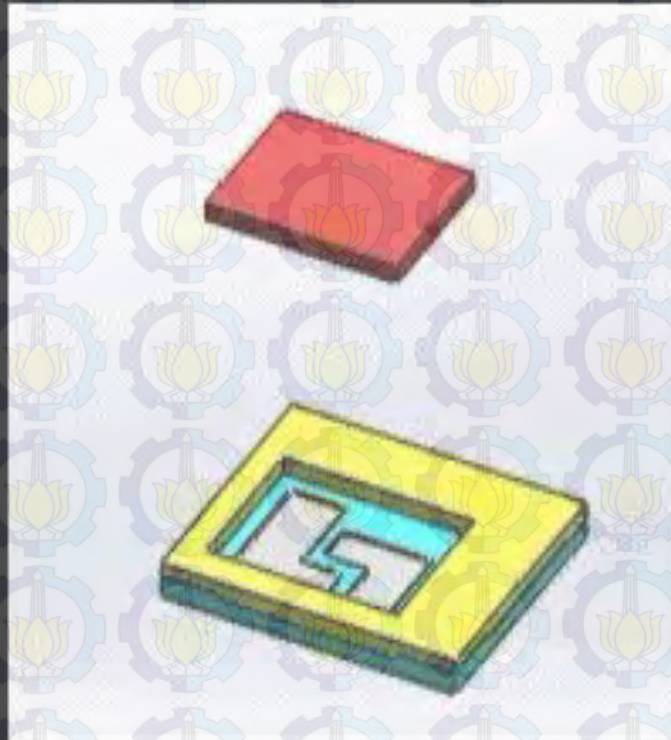
Sesudah

Gaya *embossing* sebesar 25,37 ton

Gaya *stripper* pada proses *embossing* sebesar 5 ton

Maka gaya total pada proses *embossing* adalah sebesar 30,37 ton

Simulasi Proses Embossing

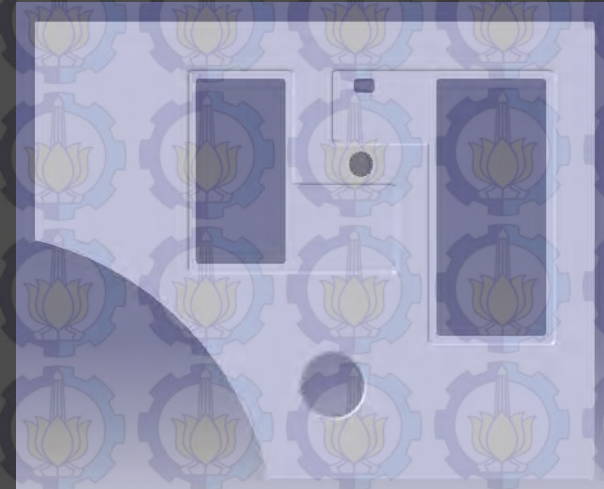


Urutan Proses Pembuatan *Inner Door Panel* dan Gaya-Gaya Pembentukannya

Proses Piercing



Sebelum



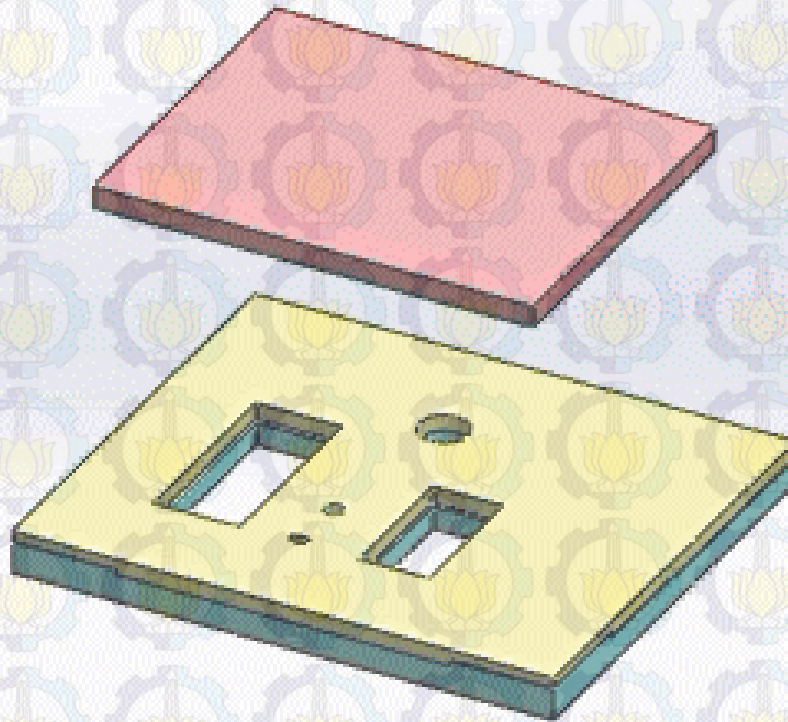
Sesudah

Gaya *piercing* sebesar 48,27 ton

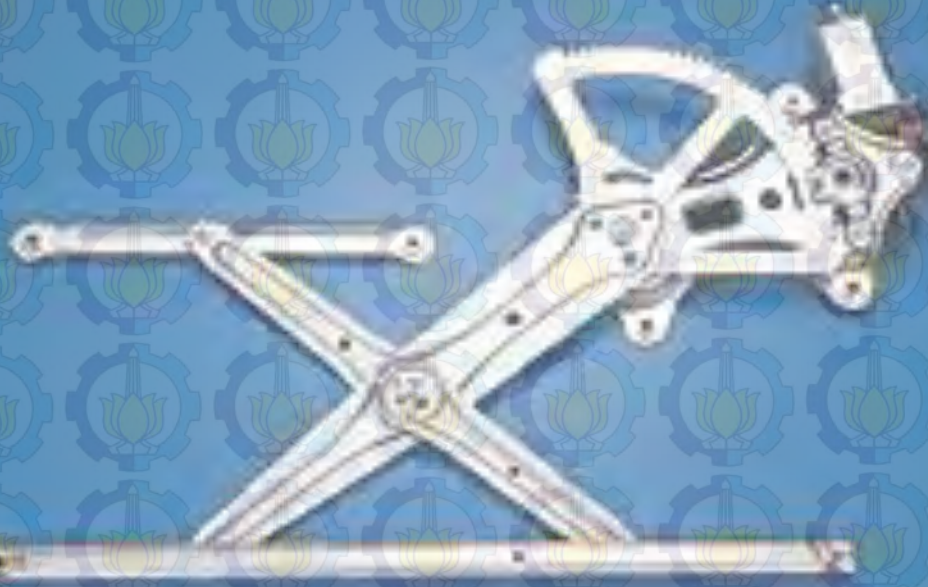
Gaya *stripper* pada proses *piercing* sebesar 4,38 ton

Maka gaya total pada proses *piercing* adalah sebesar 52,65 ton

Simulasi Proses Piercing



Pemilihan *Window Regulator*



Window regulator yang disarankan adalah *scissor type window regulator* dengan tenaga penggerak manual.

Jenis *window regulator* tersebut adalah yang paling umum dan sederhana, dengan perawatan yang cukup mudah jika dibandingkan dengan jenis *window regulator* yang lain.

Perbandingan Gaya Pembentukan dengan Kapasitas Mesin

$$\text{Syarat aman : } F_{\text{total}} \leq F_{\text{mesin}}$$

- *Punch-Die Trimming*

Gaya pembentukan total proses *trimming* lebih kecil daripada kapasitas mesin yaitu

$$F_{\text{total}} 48.96 \text{ ton} < F_{\text{mesin}} 300 \text{ ton}$$

- *Punch-Die Embossing*

Gaya pembentukan total proses *embossing* lebih kecil daripada kapasitas mesin yaitu

$$F_{\text{total}} 26.89 \text{ ton} < F_{\text{mesin}} 300 \text{ ton}$$

- *Punch-Die Piercing*

Gaya pembentukan total proses *piercing* lebih kecil daripada kapasitas mesin yaitu

$$F_{\text{total}} 41.66 \text{ ton} < F_{\text{mesin}} 300 \text{ ton}$$

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

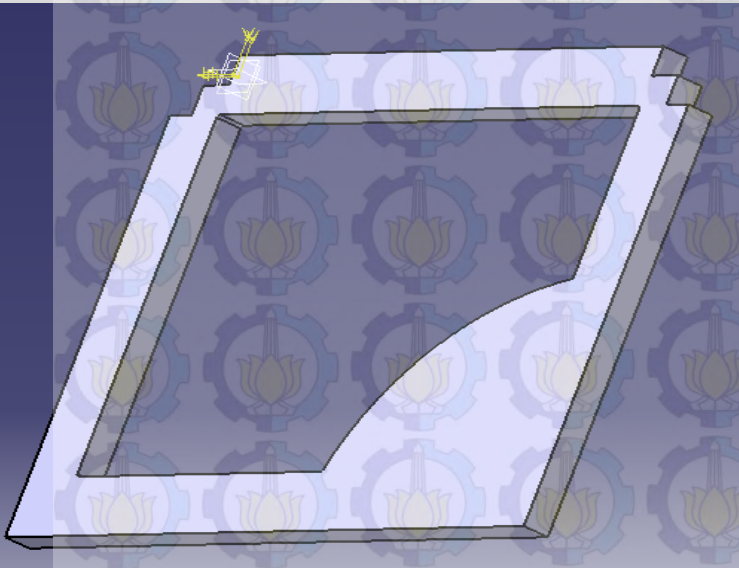
Dies Trimming

Dari hasil perhitungan :

Tebal Material pelat 0,7 mm

Panjang = 1.000 mm

Lebar = 850 mm



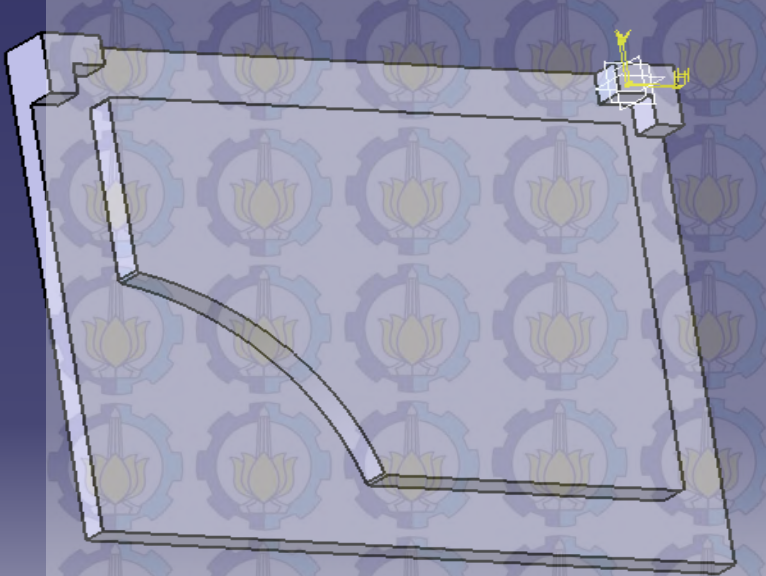
$$h_d = (10 + 5t + 0,7\sqrt{a + b}) C_d$$

$$h_d = (10 + 5(0.7) + 0,7\sqrt{1000 + 850}) 1.3$$

● Tebal Minimal Dies = 56.68 ≈ 57 mm

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

Punch Trimming



Dari hasil perhitungan :

Panjang Maksimum Punch

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_m}{4 \cdot L \cdot t \cdot \sigma_s}}$$

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{3.14^2 \cdot 21428.57 \cdot 823132.16}{4 \cdot 2716.73 \cdot 0.7 \cdot 24.27}}$$

- Didapatkan panjang maksimum *punch* sebesar 970.6 mm
- Panjang *punch* tersebut bisa dikurangi sesuai dengan kebutuhan.
- Panjang *punch* yang direncanakan adalah 70 mm.

Perbandingan Tegangan Ijin dan Tegangan Kompresi *Punch Trimming*

Syarat aman adalah : $\sigma_{comp} \leq \sigma_{ijin}$

$$\sigma_{comp} = \frac{L.t.\sigma_s}{A}$$

$$\sigma_{comp} = \frac{2716.73 \cdot 0.7 \cdot 24.27}{403610}$$

Sehingga didapatkan nilai tegangan kompresi *punch* sebesar 0.11 kg/mm²

$$\sigma_{ijin} = \frac{1035}{1.5} = 690 \text{ MPa} \approx 70.36 \text{ kg/mm}^2$$

Karena nilai tegangan ijin lebih lebih besar daripada nilai tegangan kompresi, maka perencanaan aman.

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

Dies Embossing

Dari hasil perhitungan :

Tebal Material pelat 0,7 mm

Panjang = 1.000 mm

Lebar = 850 mm

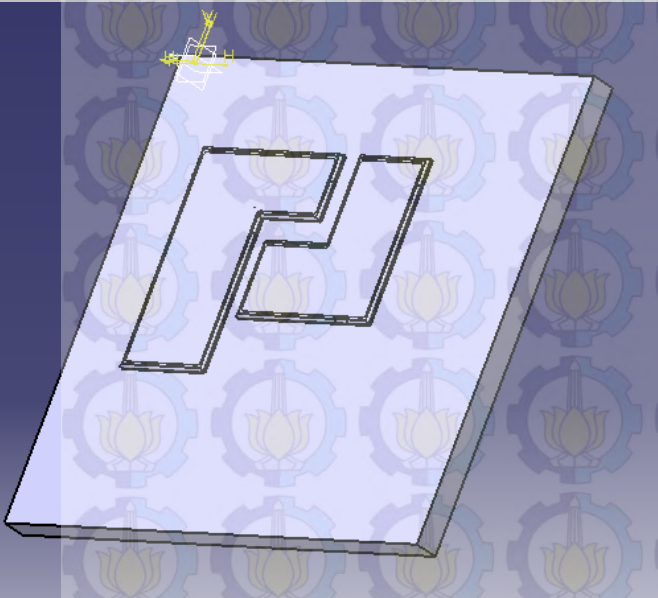
$$h_d = (10 + 5t + 0,7\sqrt{a + b}) C_d$$

$$h_d = (10 + 5(0.7) + 0,7\sqrt{1000 + 850}) 1.3$$

● Tebal Minimal Dies = 56.68 ≈ 57 mm

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

Punch Embossing



Dari hasil perhitungan :

Panjang Maksimum Punch

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{me}}{4 \cdot L \cdot t \cdot \sigma_s}}$$

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{3.14^2 \cdot 21428.57 \cdot 758624.21}{4 \cdot 2640 \cdot 0.7 \cdot 24.27}}$$

- Didapatkan panjang maksimum *punch* sebesar 945.2 mm
- Panjang *punch* tersebut bisa dikurangi sesuai dengan kebutuhan.
- Panjang *punch* yang direncanakan adalah 50 mm.

Perbandingan Tegangan Ijin dan Tegangan Kompresi *Punch Embossing*

Syarat aman adalah : $\sigma_{comp} \leq \sigma_{ijin}$

$$\sigma_{comp} = \frac{L.t.\sigma_s}{A}$$

$$\sigma_{comp} = \frac{2640 \cdot 0.7 \cdot 24.27}{155400}$$

Sehingga didapatkan nilai tegangan kompresi *punch* sebesar 0.28 kg/mm²

$$\sigma_{ijin} = \frac{1035}{1.5} = 690 \text{ MPa} \approx 70.36 \text{ kg/mm}^2$$

Karena nilai tegangan ijin lebih lebih besar daripada nilai tegangan kompresi, maka perencanaan aman.

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

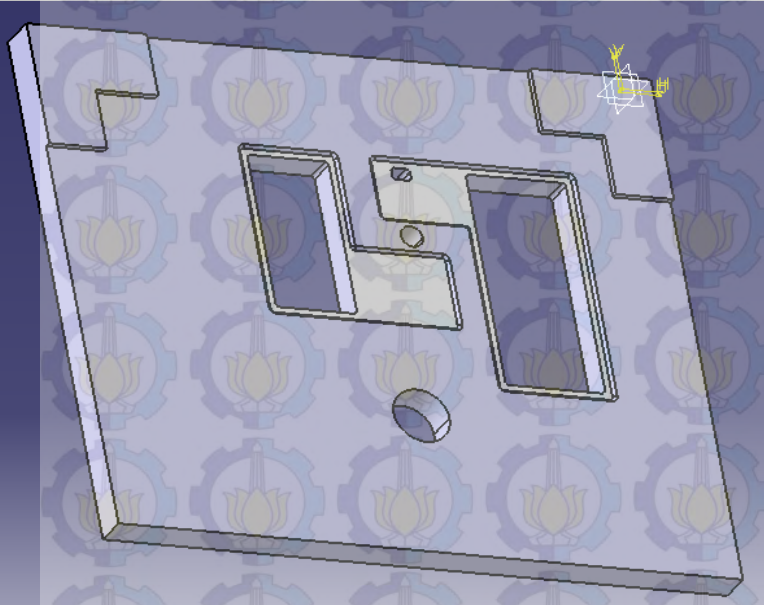
Dies Piercing

Dari hasil perhitungan :

Tebal Material pelat 0,7 mm

Panjang = 1.000 mm

Lebar = 850 mm



$$h_d = (10 + 5t + 0,7\sqrt{a + b}) C_d$$

$$h_d = (10 + 5(0.7) + 0,7\sqrt{1000 + 850}) 1.3$$

● Tebal Minimal Dies = 56.68 ≈ 57 mm

RANCANGAN DESAIN PUNCH AND DIES

Punch Piercing

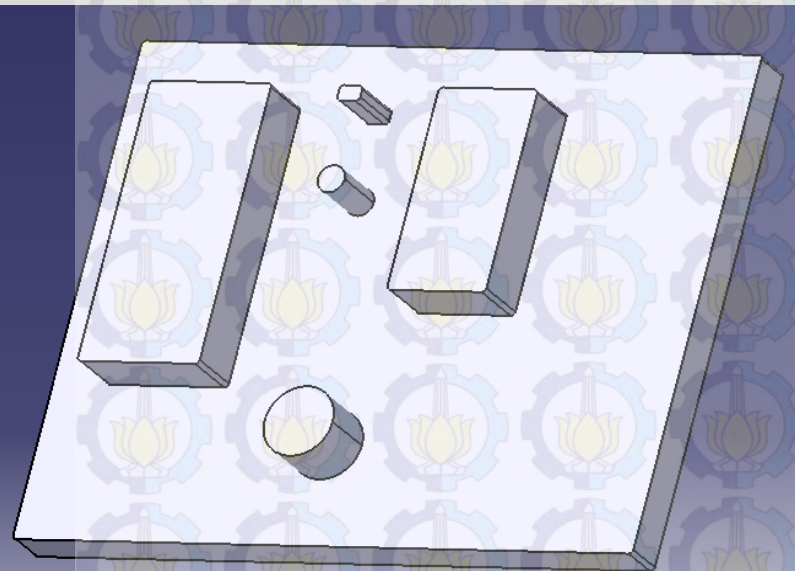
Dari hasil perhitungan :

Panjang Maksimum Punch

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{me}}{4 \cdot L \cdot t \cdot \sigma_s}}$$

$$L_{p \max} = \sqrt{\frac{3.14^2 \cdot 21428.57 \cdot 641253.27}{4 \cdot 2312.64 \cdot 0.7 \cdot 24.27}}$$

- Didapatkan panjang maksimum *punch* sebesar 928.48 mm
- Panjang *punch* tersebut bisa dikurangi sesuai dengan kebutuhan.
- Panjang *punch* yang direncanakan adalah 50 mm.



Perbandingan Tegangan Ijin dan Tegangan Kompresi *Punch Piercing*

Syarat aman adalah : $\sigma_{comp} \leq \sigma_{ijin}$

$$\sigma_{comp} = \frac{L.t.\sigma_s}{A} \quad \sigma_{comp} = \frac{2312.64 \cdot 0.7 \cdot 24.27}{99320.5}$$

Sehingga didapatkan nilai tegangan kompresi *punch* sebesar 0.39 kg/mm²

$$\sigma_{ijin} = \frac{1035}{1.5} = 690 \text{ MPa} \approx 70.36 \text{ kg/mm}^2$$

Karena nilai tegangan ijin lebih lebih besar daripada nilai tegangan kompresi, maka perencanaan aman.

KESIMPULAN

- Desain *inner door panel* memiliki frekuensi natural sebesar 166,94 Hz atau setara dengan 10.016,4 rpm sehingga aman dan tidak terpengaruh oleh getaran dari mesin mobil.
- Tegangan yang terjadi pada *inner door panel* akibat gaya pembebanan sebesar 300 N pada *handle* pintu bagian dalam adalah sebesar $2,9159 \times 10^7$ Pa atau setara dengan 2,97 Kg/mm². Sedangkan tegangan ijin material adalah sebesar 13,94 Kg/mm² sehingga masih berada dalam kategori aman.
- Terdapat 3 macam proses pembentukan yaitu *trimming*, *embossing* dan *piercing* dengan nilai total gaya pembentukan masing-masing sebagai berikut:
 - Gaya pembentukan proses *Trimming* = 48.96 ton
 - Gaya pembentukan proses *Embossing* = 26.89 ton
 - Gaya pembentukan proses *Piercing* = 41.66 ton

KESIMPULAN

- Window regulator yang disarankan untuk digunakan pada mobil *pick-up* multiguna ini adalah *scissor type window regulator* dengan tenaga penggerak manual.
- Tegangan kompresi *punch and dies* pada tiap proses pembentukan dibandingkan dengan tegangan ijin materialnya masing-masing sehingga perancangan aman, dimana:

Proses *Trimming* : tegangan kompresi $0.11 \text{ Kg/mm}^2 < \text{tegangan ijin } 70.36 \text{ Kg/mm}^2$

Proses *Embossing* : tegangan kompresi $0.28 \text{ Kg/mm}^2 < \text{tegangan ijin } 70.36 \text{ Kg/mm}^2$

Proses *Piercing* : tegangan kompresi $0.39 \text{ Kg/mm}^2 < \text{tegangan ijin } 70.36 \text{ Kg/mm}^2$



Terima Kasih



PERANCANGAN
ENGEMBANGAN
PRODUK

TEKNIK MESIN - INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER