

PERANCANGAN INJECTION BLOWING TOOLS DENGAN LINE SLIDER UNTUK MESIN BLOW MOLDING DENGAN KAPASITAS VOLUME 300 ml

Subkhan Nur Ikhsan¹, Cahyo Budiyanoro², Totok Suwanda³

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Kec. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia (55183)

e-mail: Subkhan.Nur.Ikhsan@outlook.com / Subkhan.Nur.Ikhsan@Gmail.com

INTISARI

Blow Molding Machine adalah mesin pembuat botol dengan sistem kerja meniup *bottle preform* lunak ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dengan tekanan udara sebesar 7 bar. Dalam *injection blowing tools* terdapat dua komponen alat pokok yaitu *injection tools* yang bertugas menyalurkan udara bertekanan tinggi dari kompresor menuju *bottle preform* dan *line slider* yang bertugas untuk menggerakkan *mold cavity* ketika proses injeksi akan dilakukan serta selesai dilakukan. Pada *injection blowing tools* memakai material utama sebagai material penyusun diantaranya adalah pada bagian *line slider* menggunakan material utama berupa baja *low carbon* tipe A36 (0,25% -0,29% C) dengan jenis plat dengan kekuatan sebesar 360 Ksi (250 MPa), pada bagian *injection tools* menggunakan material *aluminium-alloy* 4032 (Al, Si 12,5%, Mg, Cu, Ni) material tersebut mudah dilakukan *machining* serta harganya cukup terjangkau. Pada bagian *shaft holder injector* dan *blow pin* menggunakan material *stainless steel* 304 dengan kekuatan sebesar 515 MPa. Dalam proses penyambungan antar komponen – komponen menggunakan model sambungan las dengan tipe *fillet* dengan rata-rata tinggi leher las 3mm dan menggunakan elektroda jenis RD-260 yang termasuk golongan elektroda E6013 dengan batas tegangan maksimum 60 ksi serta menggunakan sambungan jenis baut dan mur yang rata-rata berasal dari material SS 304 dengan ukuran M6 – M16. Pada proses injeksi, besar rasio pengembangan akibat proses injeksi (BUR) sebesar 4 dengan ukuran *bottle preform* panjang 99mm tebal 2mm dengan diameter dalam 26mm.

Kata Kunci: *Blow Molding, Injection Blowing Tools, Injector Tools, Line Slider, Blow Up Ratio, Preform PET.*

ABSTRACT

Blow molding machine is a machine that used to produced plastic bottle with injection air system to blowing the soft preform ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) at 7 bar pressure of air. They are two main components in injection blowing tools i.e, injection tools to distribute the high pressure air from compressor to the bottle preform and the line sliders to make a mold cavity can moving when the injection process ongoing and finished. To build the injection blowing tools, they are several main material that use, on the line sliders use the main material of low carbon steel type A36 (0,25% - 0,29% C) with strip and plate with force of 360 Ksi (250 MPa), and the injection tools use the main material of Aluminium-alloy 4032 (Al, Si 12,5%, Mg, Cu, Ni) because it easy to make an model or profil with reasonable price. The main material on the shafts holder injector and blow pin use stainless steel 304 with max force of 515 MPa. The process to joint between the components are applying the welding model with fillet type and average on high of the neck weld 3 mm and use electrodes of RD-260 which E6013 electrode class with maximum strength 60 Ksi and use the bolt and nuts which average from material of SS 304 with size M6 - M16. In the process injection, the ratio of large development due to the process injection (BUR) is 4 with the size of a bottle preform long 99 mm thick 2 mm and diameter 26 mm.

Key Word: *Blow Molding, Injection Blowing Tools, Injector Tools, Line Slider, Blow Up Ratio, Preform PET.*

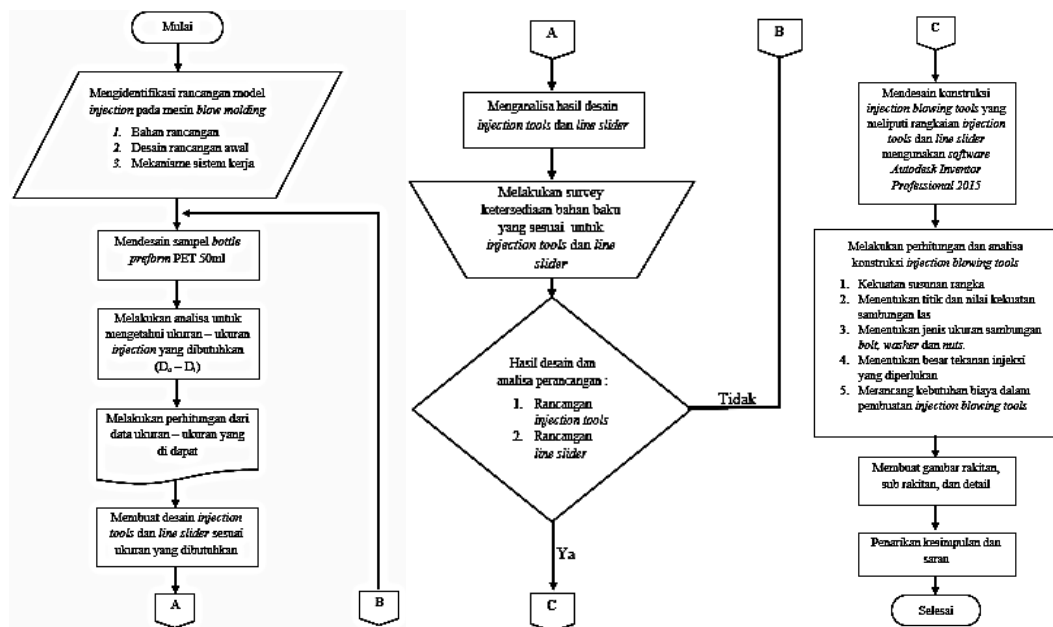
1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan pemakaian bahan plastik sebagai bahan kemasan pada makanan dan minuman masih memiliki peluang yang besar. Salah satu pemakaian plastik pada makanan dan minuman yaitu untuk kemasan botol air mineral yang memiliki berbagai macam bentuk yang menarik. Dalam proses pembuatan botol kemasan tersebut diperlukan sebuah mesin yang dinamakan *blow molding*. Karena peluang dalam pembuatan botol kemasan yang masih sangat besar dan harga dari mesin *blow molding* tersebut terbilang mahal sekitar Rp.280.000.000 (CHM-800) menjadikan sebuah motivasi dalam pembuatan sebuah mesin *blow molding* yang lebih murah dan mudah dalam perakitanya.

Blow molding machine adalah sebuah mesin yang memiliki prinsip kerja mencetak *bottle preform* dengan cara ditiup. *Bottle preform* yang telah dipanaskan kemudian dimasukkan ke dalam sebuah cetakan (*mold cavity*) lalu diinjeksi dengan tekanan udara tertentu sehingga *bottle preform* dapat mengembang dan membentuk sebuah profil atau produk yang diinginkan. Dalam mesin *blow molding* terdapat sebuah alat bernama *injection blowing tools*, dimana pada *injection blowing tools* ini terdapat komponen alat bernama *injection tools* yang memiliki peran penting sebagai alat penginjeksi atau peniup udara bertekanan tinggi dari kompresor ke *bottle preform*. Pada *injection tools* material yang digunakan harus memiliki bobot yang ringan dan memiliki ketahanan terhadap pengaruh intensitas suhu tinggi dari *bottle preform* ($\pm 100^{\circ}\text{C}$). *Injection blowing tools* yang dipasangkan pada mesin *blow molding* harus memiliki kekuatan yang tinggi sehingga mampu menopang beban dari *injection tools* serta *mold cavity*. Maka pada perancangan *injection blowing tools* dipilihlah beberapa material yang memiliki kekuatan yang sesuai dan juga mudah diperoleh di pasaran Indonesia dengan harga yang relatif terjangkau.

2. METODE PERANCANGAN

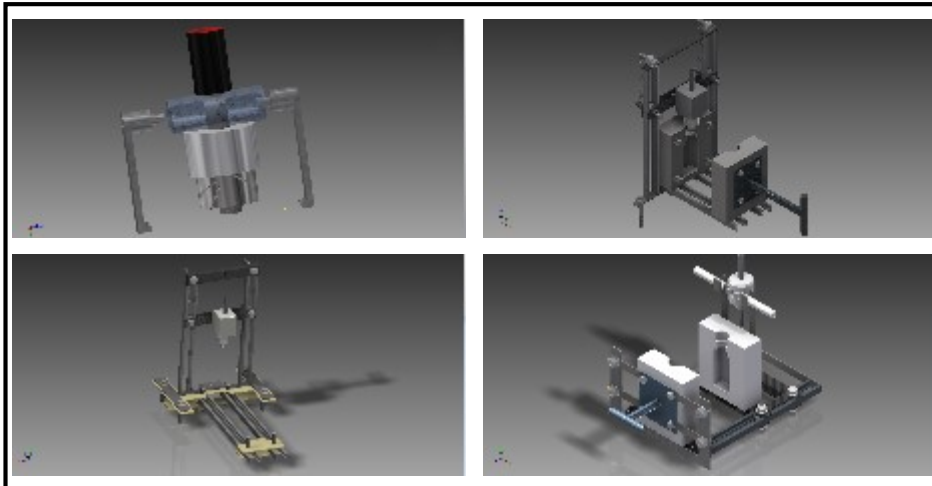
Tahapan proses perancangan ini berdasarkan diagram alur perancangan berikut.



Gambar 2.1. Diagram Alur Perancangan

Injection blowing tools yang dirancang dengan ukuran untuk botol *preform* dengan diameter dalam 26mm dengan bahan *preform* dari plastik jenis PET, kemudian dilakukan

identifikasi berdasarkan bahan baku (material) yang digunakan serta mekanisme sistem kerjanya untuk mengetahui rancangan awal dari *injection blowing tools*, maka didapatkan empat model perancangan awal dimana masing – masing memiliki kelebihan dan kekurangan (gambar 2.2). Setelah pemilihan desain rancangan awal ditentukan, maka selanjutnya melakukan analisa – analisa pada rancangan tersebut, dimulai dari analisa rancang bangun mesin, kekuatan sambungan, kebutuhan sambungan, tekanan minimal yang harus diberikan, rasio pengembangan, serta proses perawatan yang harus dilakukan.



Gambar 2.2. Pilihan Kandidat Rancangan Awal

2.1. Analisa Perhitungan Rancang Bangun Mesin

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar gaya yang terjadi dan pembebanan pada komponen – komponen penyusun *injection blowing tools*. Beberapa komponen yang difokuskan dalam analisa ini yaitu pada bagian *mold support plate, injection buffer pole, dan line slider*. Tahapan dan persamaan atau rumus yang digunakan pada proses analisa perhitungan rancang bangun mesin adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan arah gaya yang terjadi pada komponen.
- b. Melakukan perhitungan gaya yang terjadi dengan acuan massa jenis material (1).

$$\rho = m / V$$

$$\rightarrow m = \rho \times V$$

$$F = m \times g \dots\dots\dots(1)$$

ρ : Massa Jenis (kg/m³) V : Volume (mm³)
 F : Gaya (N)
 m : Berat (kg) g : Gravitasi (9,81 N/kg)
- c. Melakukan analisa gaya gesek pada bagian yang terjadi gesekan (2).

$$\mu s = \tan \theta$$

$$Fs = \mu s \times Fa \dots\dots\dots(2)$$

θ : Sudut Gesekan μs : Koefisien Gesek
 Fa : Gaya yang terjadi Fs : Gaya Gesek
- d. Melakukan perhitungan redultan gaya yang terjadi (3).

$$Fr = \sqrt{Ax^2 + Ay^2} \dots\dots\dots(3)$$

Ax : Gaya Horisontal (F.cos θ)
 Ay : Gaya Vertikal (F.sin θ)
- e. Melakukan analisa tegangan yang terjadi (4).

$$\sigma n = F/A \dots\dots\dots(4)$$

F : Gaya yang Terjadi (N) A : Luas Area (mm²)
- f. Melakukan perbandingan tegangan yang terjadi dengan besar *yield strength* material (5).

$$\gamma > \sigma n \dots\dots\dots(5)$$

γ : yield strength (Ksi) σn : Tegangan (MPa)



2.2. Analisa Kekuatan Sambungan Las

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui apakah kekuatan sambungan las yang digunakan (*fillet-RD260-E6013*) mampu menopang pembenan – pembenanan yang terjadi pada setiap komopnen penyusun *injection blowing tools with line slider*. Beberapa komponen yang difokuskan dalam analisa ini yaitu pada bagian sambungan *injection – handle, injection buffer pole, line slider – moveable mold plate, dan line slider – cover line*. Tahapan dan persamaan atau rumus yang digunakan pada proses analisa perhitungan kekuatan sambungan las adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan arah pembebanan pada komponen sambungan.
- b. Mencari besar tegangan yang terjadi pada sambungan (6).

$$\sigma - \text{tarik} = \frac{F\sigma}{s \times L} \quad \sigma : \text{Tegangan Tarik (N/m}^2\text{)}$$

$$\tau - \text{geser} = \frac{F\tau}{s \times L} \dots\dots\dots(6) \quad \tau : \text{Tegangan Geser (N/m}^2\text{)}$$

s : Tinggi Lasan (mm)
L : Panjang Lasan (mm)

- c. Menentukan tegangan terbesar yang terjadi pada sambungan (7)

$$\sigma(\text{max}) = \frac{\sigma}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \text{ (MPa)}$$

$$\tau(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(7)$$

- d. Melakukan analisa perbandingan dari hasil perhitungan tegangan maksimal dengan nilai tegangan ijin dari elektroda yang digunakan pada proses pengelasan (**E6013 → 413,48 MPa**)

2.3. Analisa Sambungan Bolt, Washer dan Nuts

Analisa ini bertujuan untuk menentukan jenis atau nomer baut yang cocok digunakan untuk menyambung setiap komopnen penyusun *injection blowing tools with line slider*. Beberapa komponen yang difokuskan dalam analisa ini yaitu pada bagian sambungan *injection – handle, injection buffer pole, cantilever mold, handle – cantilever, and cantilever – bearing*. Tahapan dan persamaan atau rumus yang digunakan pada proses analisa perhitungan sambungan *bolt, washer* dan *nuts* adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan arah pembebanan yang terjadi pada komponen.
- b. Mencari besar nilai tegangan ijin pada sambungan (8).

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_{\text{maks}}}{v} \dots\dots\dots(8) \quad \sigma_{\text{maks}} : \text{Tegangan Ijin Maks (N/mm}^2\text{)}$$

v : Safety Factor

- c. Menentukan ukuran baut yang dibutuhkan untuk sambungan (9).

$$dk = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times z \times \sigma_{\text{ijin}}}} \dots\dots\dots(9) \quad dk : \text{Diameter Baut (mm)}$$

F : Gaya yang Terjadi (N)
z : Jumlah Titik Sambungan

2.4. Analisa Tekanan Injeksi

Analisa ini bertujuan untuk menentukan besar tekanan minimal yang harus diberikan pada proses injeksi serta mengetahui nilai BUR (*Blow Up Ratio*) atau rasio perbandingan bentuk botol sebelum dan setelah proses injeksi dilakukan. Tahapan dan persamaan atau rumus yang digunakan pada proses analisa perhitungan tekanan injeksi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan volume botol sebelum dan target botol (ukuran produk).
- b. Mencari nilai tekanan minimal injeksi (10).

$$P_1 \cdot V = C \quad P_1 : \text{Tekanan Awal (Bar)} \quad V_1 : \text{Volume Preform (ml)}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad P_2 : \text{Tekanan Akhir (Bar)} \quad V_2 : \text{Volume Produk (ml)}$$

$$P_2 = \frac{V_2}{P_1 \cdot V_1} \dots\dots\dots(10) \quad D_B : \text{Lebar / Diameter Botol}$$



- c. Menentukan nilai BUR (11).

$$SRL = \frac{L_b}{L_p} \quad SRh = \frac{D_b}{D_p}$$

$$BUR = SRL \times SRh \dots\dots\dots(11)$$

- D_P : Lebar / Diameter *Preform*
- SR_i : Rasio Perbandingan Panjang
- SR_h : Rasio Perbandingan Lebar / D
- L_B : Panjang Botol
- L_P : Panjang *Preform*

2.5. Gambar Teknik

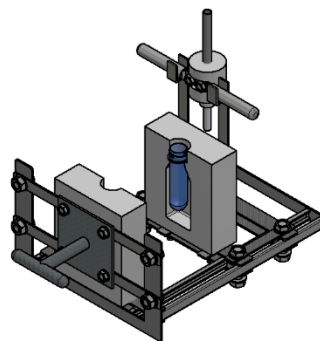
Metode ini dilakukan untuk menginterpretasikan hasil dari analisa dan perhitungan rancangan *injection blowing tools* yang telah dilakukan ke dalam bentuk gambar 2D dan 3D yang terdiri dari gambar *detail, sub-assembly, dan assembly*. Metode ini adalah metode terakhir yang dilakukan dalam proses perancangan sehingga hasil dari rancangan yang telah dibuat dapat menjadi bahan acuan dalam proses perakitan *injection blowing tools*.

3. HASIL PERANCANGAN

Hasil dari perancangan *injection blowing tools* yaitu dari pemilihan desain perancangan awal kemudian dilakukan beberapa perhitungan dan analisa dan dilakukan rancangan kebutuhan biaya dari pembuatan *injection blowing tools*. Berikut hasil dari perancangan *injection blowing tools*.

3.1. Rancangan Injection Blowing Tools untuk Mesin Blow Molding

Pada pemilihan kandidat rancangan untuk *injection blowing tools* terdapat empat buah rancangan (gambar 2.2) yang masing – masing memiliki perbedaan diantaranya dari segi material yang digunakan, cara penyambungan komponen penyusun, mekanisme kerja, dan biaya.



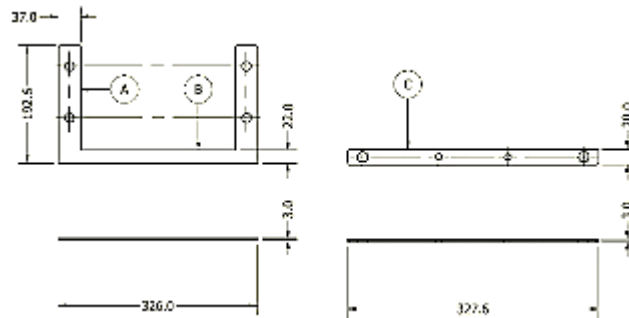
Gambar 3.1. Rancangan Awal *Injection Blowing Tools*

Dipilihlah rancangan tersebut dengan menggunakan material pokok baja *low carbon* A36 (0,25% - 0,29% C) sebagai material pokok untuk bagian *iline slider* dan aluminium 4032 sebagai material pokok untuk bagian *injection tools*. Pemilihan material tersebut didasari dari kekuatan material tersebut, mudah untuk dilakukan *machining*, mudah ditemukan di pasaran Indonesia dan harga yang terjangkau.

3.2. Hasil Analisa Perhitungan Rancang Bangun Mesin

3.2.1. Bagian Mold Support Plate

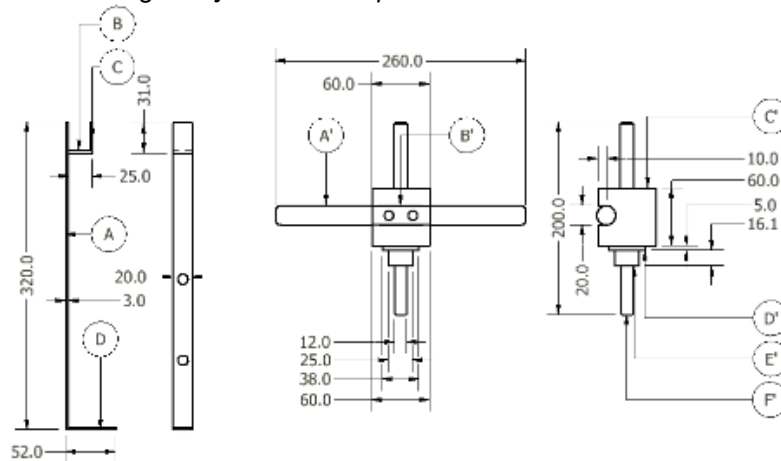
Pada bagian *mold support plate* terjadi pembebanan yang diakibatkan oleh beban dari *mold cavity* seberat 3 kg untuk satu bagian, pembebanan dari gaya gesek yang terjadi, dan pengaruh gaya dari operator ketika mengoperasikan mesin. Maka material yang digunakan adalah baja *low carbon* A36 harus dilakukan analisa apakah material tersebut mampu atau tidak untuk menahan gaya dan pembebanan yang terjadi. Berikut hasil analisa bagian *mold support plate*.



Gambar 3.2. Analisa Bagian *Mold Support Plate*

3.2.2. Bagian *Injection Buffer Pole*

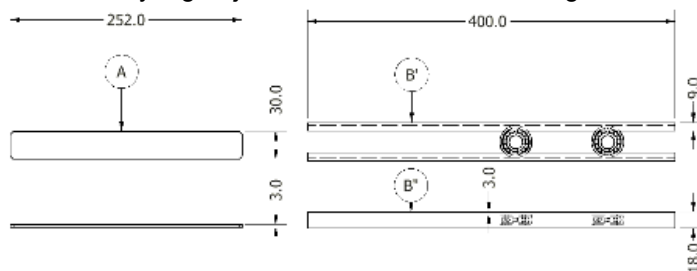
Pada bagian *injection buffer pole* terjadi pembebanan yang diakibatkan oleh beban dari *injection tools* seberat 1 kg. Maka material yang digunakan adalah baja *low carbon A36* harus dilakukan analisa apakah material tersebut mampu atau tidak untuk menahan gaya dan pembebanan yang terjadi. Berikut hasil analisa bagian *injection buffer pole*.



Gambar 3.3. Analisa Bagian *Injection Buffer Pole*

3.2.3. Bagian *Line Slider*

Pada bagian *line slider* terjadi pembebanan yang diakibatkan oleh beban dari *mold cavity* seberat 3 kg untuk satu bagian, pembebanan dari komponen penyangga *mold cavity* yang menyebabkan beban total sebesar 6,34 kg. Maka material yang digunakan adalah baja *low carbon A36* harus dilakukan analisa apakah material tersebut mampu atau tidak untuk menahan gaya dan pembebanan yang terjadi. Berikut hasil analisa bagian *line slider*



Gambar 3.4. Analisa Bagian *Line Slider*

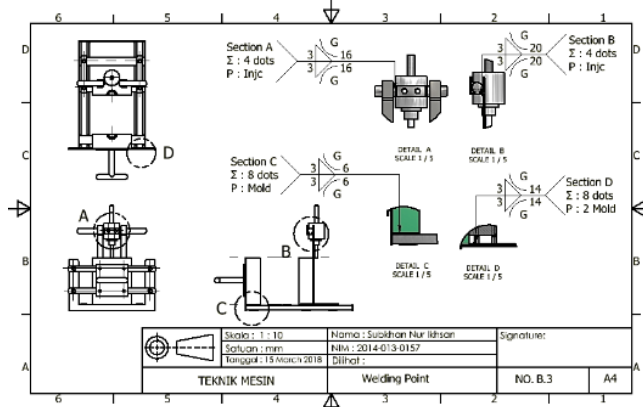
Berikut adalah hasil analisa dan perhitungan rancang bangun dari komponen – komponen peyusun *injection blowing tools* yang terdiri dari bagian *mold support plate*, *injection buffer pole*, dan *line slider*. Dimana setiap komponen tersebut menerima pembebanan dan pengaruh gaya yang berbeda – beda.

Tabel 3.1. Hasil Analisa Perhitungan Rancang Bangun Mesin

Hasil Analisa dan Perhitungan												
Rancang Bangun Mesin												
No	Bagian	Dimensi (mm)				Jumlah Komponen	Hasil Perhitungan				Kesimpulan ($\gamma > \sigma_n$)	
		P	L	T	- Bagian		Volume (mm ³)	Berat (kg)	Gaya (N)	σ_n (MPa)	Aman	Tidak
3.1	A	192,6	37	3	22	2	18936,6	0,30	62,41	4,334 x 10 ⁻³	√	-
	B	22	326	3	74	1	16632,0	0,13				
	C	20	327,6	3	0	2	19656,0	0,31				
3.2	Bagian	P	L	T	r				9,99	11,352 x 10 ⁻³	√	-
	A'	100	-	-	10	2	31415,93	0,47				
	B'	20	60	3	-	1	3600	0,03				
	C'	-	-	60	30	1	169646	0,44				
	C''	20	60	10	-		12000					
	C	C' - C''					157646					
	D'	-	-	5	19	1	5670,6	0,016				
	E'	-	-	16,1	12,5	1	7903,1	0,022				
	F'	-	-	200	6	1	22619,47	0,05				
F''	-	-	200	5	15707,96							
F	F' - F''					6911,50						
3.3	A	252	30	3	-	2	22680	0,35	62,2	0,056 x 10 ⁻³	√	-
	B'	400	18	3	-	2	21600	0,50				
	B''	400	9	3	-		10800					
	B	B' + B''					32400					

3.3. Hasil Analisa Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Berikut adalah hasil analisa dan perhitungan kekuatan sambungan las yang dimana dalam perancangan *injection blowing tools* digunakan las SMAW dengan model *fillet concave* dengan elektroda RD-260 jenis E6013 (60 Ksi) dengan rata – rata tinggi leher las 3 mm dan panjang berkisar 6 mm sampai 20 mm. Berikut tabel hasil perhitungan dan titik rancangan sambungan las.



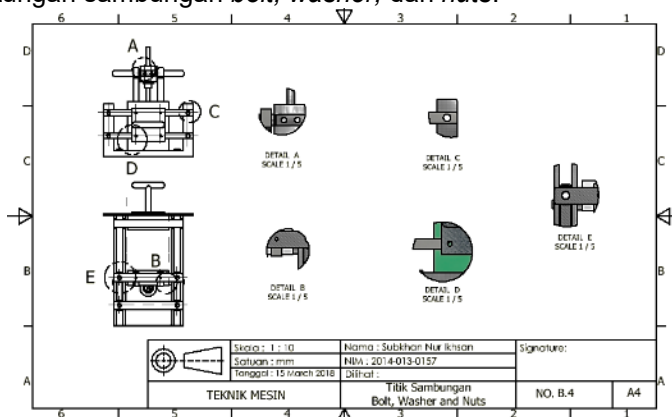
Gambar 3.5. Welding Point

Tabel 3.2. Hasil Analisa Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Hasil Analisa dan Perhitungan Kekuatan Sambungan Las									
Bagian	Dimensi (mm)		Jumlah Titik	Hasil Perhitungan				Kesimpulan (E.maks < E.ijin)	
	s	L		σ_{max} (MPa)	τ_{max} (MPa)	E. Maks	E.Ijin	Aman	Tidak
	A	3		16	4	0,06	0,10	0,10	413,48
B	3	20	4	0,11	0,09	0,11	413,48	√	-
C	3	6	8	0,42	0,41	0,42	413,48	√	-
D	3	14	8	2,60	2,10	2,60	413,48	√	-

3.4. Hasil Analisa Sambungan Bolt, Washer, dan Nuts

Berikut adalah hasil analisa dan perhitungan sambungan *bolt*, *washer*, dan *nuts* dimana dalam perancangan *injection blowing tools* digunakan baut yang terbuat dari material SS304-Mili dengan batas tegangan maksimal sebesar 515 MPa. Berikut tabel hasil perhitungan sambungan *bolt*, *washer*, dan *nuts*.



Gambar 3.6. Bolt, Washer, and Nuts Joint Point

Tabel 3.3. Hasil Analisa Perhitungan Sambungan Bolt, Washer, dan Nuts

Hasil Analisa dan Perhitungan Sambungan Bolt, Washer, and Nuts									
Bagian	Jenis Sambungan	Jumlah Titik	Hasil Perhitungan					Kesimpulan	
			Besar Pembebanan (N)	Safety Factor	σ_{max} (MPa)	σ_{ijin} (MPa)	Diameter (mm)	Ukuran Pasti	Ukuran Alternatif
			A	Tap	2	10,13	4,5	515	114,44
B	Jepit	2	3,00	2,0	515	257,50	0,09	M 0,4	M 6
C	Jepit	4	29,43	4,5	515	114,44	0,29	M 0,6	M 16
D	Tap	4	29,43	4,5	515	114,44	0,29	M 0,6	M 10
E	Jepit	4	3,00	4,5	515	114,44	0,09	M 0,4	M 16

3.5. Hasil Analisa Tekanan Injeksi

Berikut adalah hasil analisa dan perhitungan tekanan udara minimal yang dibutuhkan untuk proses injeksi untuk membuat produk botol dengan volume 300 ml dari *preform* PET dengan volume 50ml pada mesin *blow molding*.

Tabel 3.4. Dimensi Botol *Preform* dan Botol Produk

Bottle Preform					
Bagian	Bentuk	Ukuran		Volume (mm ³)	
A	Tabung	D	28	45659,9	50,26
		T	86		
B	Setengah Bola	r	13	4601,39	
Produk Botol					
Bagian	Bentuk	Ukuran		Volume (mm ³)	
A	Tabung	D	26	7693,16	
		T	14,5		
B	Limas Segi Empat	s	55	31510,84	323,9
		T	24,4		
C	Balok	P	55	284682,8	
		L	55		
		T	94,1		

- ✓ Jadi untuk mencari tekanan minimal yang diperlukan untuk injeksi (P₂), sebagai berikut.

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \rightarrow$ untuk menyamaratakan perbandingan maka,

$$P_2 = \frac{V_2}{P_1 \cdot V_1} \rightarrow P_1 = 25 \text{ psi} = 1,7225 \text{ bar}$$

"typical low pressure blow process on blow molding machine mass product (25-150 psi) on low production with low pressure 14,5 psi (1 bar)"

$$P_2 = \frac{332,93 \text{ ml}}{1 \text{ Bar} \cdot 50,26 \text{ ml}} = 6,62 \text{ Bar} \rightarrow 7 \text{ Bar}$$

- ✓ Menganalisa *Blow Up Ratio* untuk mengetahui ratio peniupan atau injeksi pada *bottle preform*.

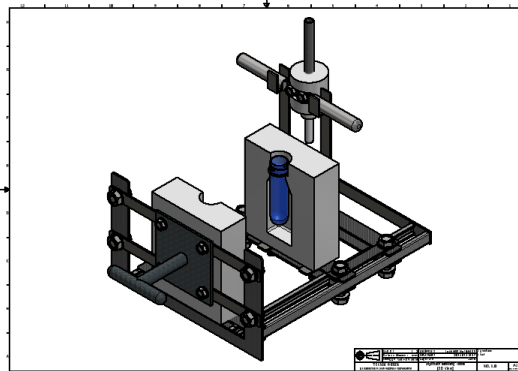
$$SRL = \frac{L_b}{L_p} = \frac{134,99 \text{ mm}}{99 \text{ mm}} = 1,36 \quad SRh = \frac{D_b}{D_p} = \frac{79 \text{ mm}}{26 \text{ mm}} = 3,04$$

$$BUR = SRL \times SRh = 1,36 \times 3,04 = 4,13 \rightarrow 4$$

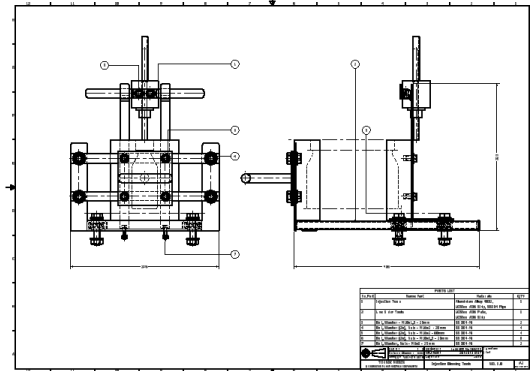
Jadi dapat ditarik kesimpulan akhir bahwa untuk tekanan yang harus diberikan pada proses injeksi dari botol *preform* ke botol produk, dibutuhkan tekanan minimal **7 Bar** dengan besar ratio pengembangan dari *bottle preform* ke bentuk botol produk sebesar **4** (dengan suhu titik leleh PET 100°C normal pada proses *blow molding*).

3.6. Hasil Perancangan *Injection Blowing Tools*

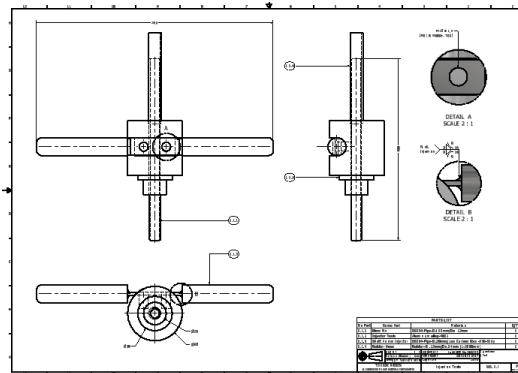
Berikut adalah hasil rancangan *injection blowing tools* untuk botol bermaterial PET dengan diameter dalam 26 mm berskala *prototype*.



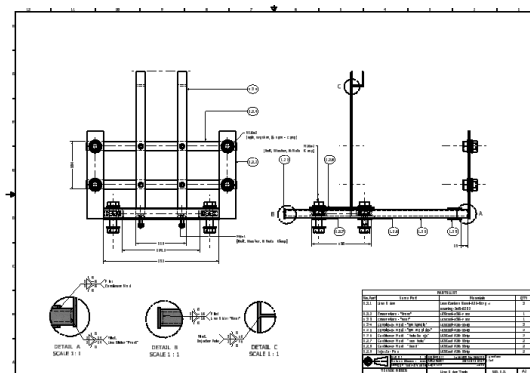
Gambar 3.7. *Injection Blowing Tools* (3D)



Gambar 3.8. *Injection Blowing Tools* (2D)



Gambar 3.9. *Injection Blowing*



Gambar 3.10. *Line Slider Tools*

4. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil perancangan *Injection Blowing Tools* dengan *Line Slider* untuk mesin *Blow Molding* dengan kapasitas volume 300ml, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perancangan *Injector Blowing Tools with Line Slider*, didapatkan dimensi alat P.400mm L.325mm T.245mm. Dengan menggunakan dua jenis cara penyambungan, sambungan las dan baut-mur.
2. Dari hasil perancangan *Injector Blowing Tools with Line Slider*, menggunakan material baja *low carbon* jenis A36 (*plat-strip*), Aluminium alloy-4032, SS304. Dengan total biaya Rp.261.300,00,-*
3. Dari hasil perancangan *Injector Blowing Tools with Line Slider*, didapatkan besar tekanan minimal yang harus digunakan pada proses *blow air injection* sebesar 7 Bar dengan rasio pengembangan sebesar 4 kali.

REFERENSI

- Affi, Jon., 2007. "Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan pada Elektroda E6013 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah" . Jurnal Teknik Mesin. Universitas Andalas. Sumatra Barat.
- Ashby, M.F., 1998. "*Engineering Materials*". vol 2. Heinemann. Buterworth.
- Belcher, Samuel. L., 2007. "*Practical Guide to Injection Blow Molding*". Taylor & Francis Group. South Carolina.
- Spot, M.F., 1951." *Design of Machine Elements (Second Edition)*". Maruzen Asian Ed. Tokyo.
- Davis, J.R., 1994. " *Aluminium and Aluminium Alloy*". ASM International. Ohio.
- Dominghaus, Hans., 1993. "*Plastics for Engineers: Material, Aplications, Processes*". Hanser Gardener. New York.
- Harper, Charles A., 2006. "*Plastic Processes*". p.305. Maryland. Wiley.
- Irawan, Agustinus Purna., 2009. "Diktat Elemen Mesin". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Diktat Universitas Tarumanegara. Jakarta.
- Kazmer, David., 1992. "*Simulation of the Blow Molding and Thermoforming Processes*", Proceedings of The International Industrial Engineering Conference. p.269-275. Chicago. IL.
- Kutz, Mayer., 2011, "*Applied Plastics Engineering Handbook*". p.205. The Boulevard, UK. Elsevier.
- Mujiarto, Iman., 2005. "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif". Jurnal, Traksi Vol.3 No.2, Desember 2005. AMNI Semarang. Semarang.
- Norman, C.Lee., 2000. "*Understanding Blow Molding*", Second Edition. North Carolina. Hanser.
- Rees, Herbert., 1994. "*Understanding Product Design for Injection Molding*". p.8. Orangeville, Ontario. Hanser.
- Saputra, Trisna Jaya., 2004. "Elektroda untuk Pengelasan Baja Lunak". Jurnal Teknik vol.22 no.2. Universitas Tidar Magelang. Magelang.
- Setiawan, Agus., 2008. "Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (seusai SNI 03-1729-2002)". Erlangga. Semarang.
- Vidosic, Joseph.P., 1957, "*Machine Design Project*". Ronald Press Co. University of Michigan. California.
- Winarto., 2011. "Teknologi Pengelasan". Indonesian Welding Society. Indonesia.