

Analisis Nilai Elongasi Material terhadap *Cracksheet* pada Proses *Deep Drawing* Nozzle pada Unit Evaporator

Oleh:

Bhima Endra Wira Yudha 221020200070

Dosen pembimbing: Ali Akbar

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

November, 2025



Pendahuluan

Dalam industri manufaktur, tantangan utama dalam menghasilkan produk berkualitas tinggi adalah memastikan material mampu beradaptasi dengan proses pembentukan seperti *deep drawing*, khususnya untuk komponen kompleks seperti nozzle pada unit evaporator. Nozzle ini berfungsi mengatur arah aliran fluida, sehingga pemilihan material dan sifat mekanis seperti elongasi menjadi krusial.

Deep drawing merupakan proses pembentukan lembaran logam menjadi komponen berdinding tipis dengan menekan material menggunakan punch dan die. Keberhasilan proses ini sangat bergantung pada kemampuan material mengalami deformasi plastis tanpa retak, di mana nilai elongasi berperan besar dalam menentukan kelenturan material. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Herno Prawito (2018), material dengan nilai elongasi di bawah 30% cenderung tidak mampu mengalami deformasi plastis yang memadai untuk proses *deep drawing* yang efektif. Temuan ini menjadi acuan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh nilai elongasi terhadap kemampuan pembentukan material galvanis dan stainless steel pada pembuatan nozzle unit evaporator, serta menentukan batas minimum elongasi yang masih dapat menghasilkan pembentukan tanpa cacat (*cracksheet*).

Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh nilai *elongasi* material terhadap *deep drawing* nozzle pada unit evaporator?

Berapa batas nilai *elongasi* yang optimal agar proses deep drawing dapat berlangsung secara efektif tanpa menimbulkan *cracksheet*?

Batasan Masalah

1. Riset hanya dilakukan di laboratorium dan departemen *production engineer* PT Guntner Indonesia.
2. Material yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada galvanis dan stainless steel, karena kedua material tersebut umum digunakan dalam pembuatan *continuous nozzle* pada unit evaporator.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada proses *deep drawing* dalam pembuatan *continuous nozzle*, tanpa mempertimbangkan metode fabrikasi lain seperti hydroforming atau spinning.
4. Analisis nilai *elongasi* dilakukan berdasarkan hasil uji tarik (*tensile test*) sesuai dengan standar ASTM E8

.....

Tujuan Penelitian

untuk mengamati pengaruh nilai *elongasi* material terhadap *deep drawing* nozzle pada unit evaporator

Mengamati adanya *cracking* atau *wrinkling* pada material saat *deep drawing* dengan mencari batasan *elongasi*

Penelitian Terdahulu

“Optimalisasi Performa Proses *Deep drawing* Material SPCD Steel dengan Metode Finite Element dan Eksperimental”

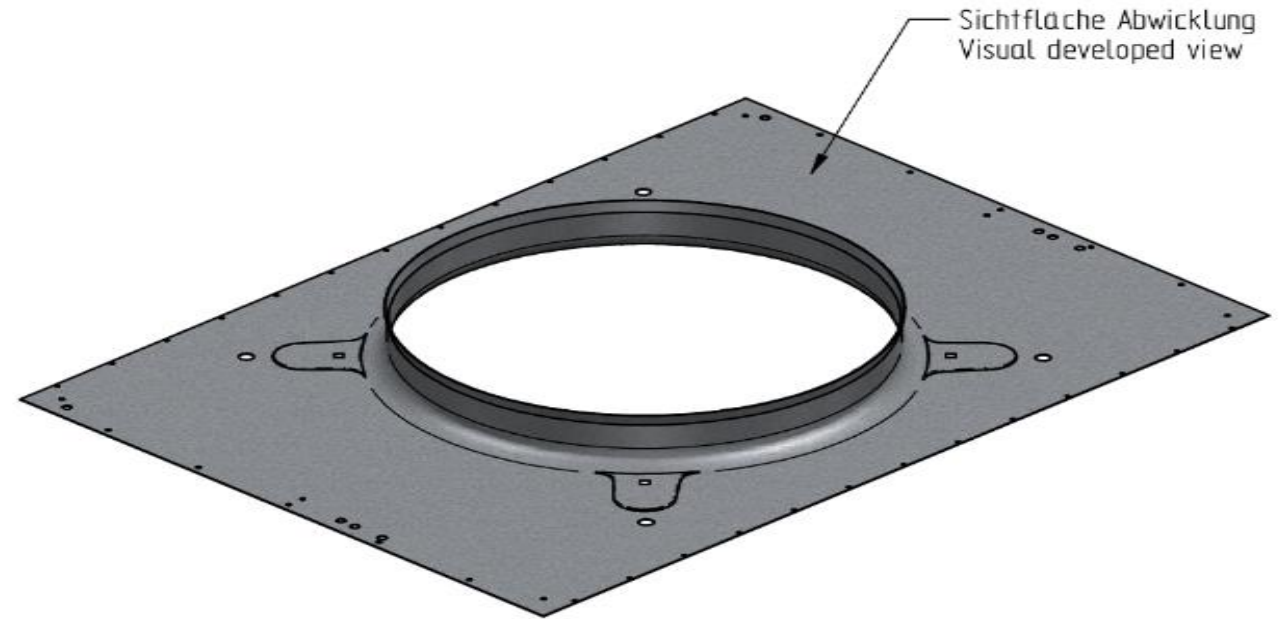
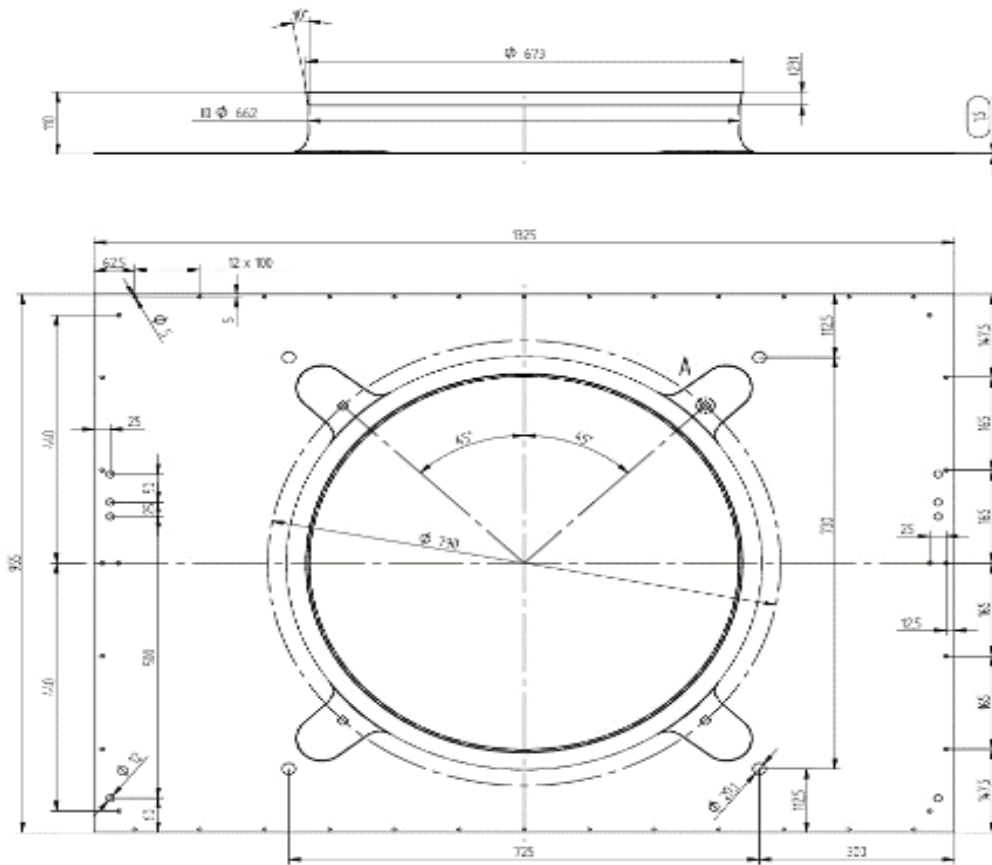
• (Herno Prawitno., 2018)

Menjelaskan bahwa material dengan nilai *elongasi* di bawah 30% umumnya dianggap kurang mampu mengalami deformasi plastis yang memadai untuk proses *deep drawing* yang efektif

Jenis Material

Material	Std.	Short Name	Thickness (mm)
Galvanize	SP15-1	DX51D	2
Galvanize	SP15-2	DX54D	2
Galvanize	SP15-3	DX53D	2
Stainless	SP16-1	SUS304	2
Stainless	SP16-2	SUS316	2
Stainless	SP16-3	SUS441	2

Desain *Continuous Nozzle*



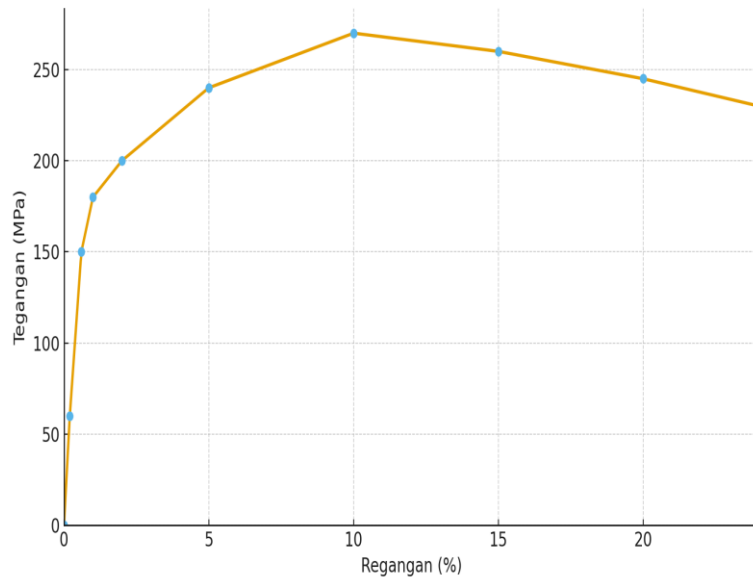
Hasil dan Pembahasan

Untuk memperoleh hasil penelitian secara komprehensif, dilakukan dua jenis observasi analisis utama, yaitu hasil uji tarik dan hasil *cracksheet* pada proses *deep drawing*. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui nilai elongasi material, yang menggambarkan kemampuan material mengalami deformasi plastis sebelum patah.

Sementara itu, observasi hasil *cracksheet* dilakukan selama proses *deep drawing* untuk menilai tingkat cacat atau keretakan yang muncul pada spesimen. Kedua hasil analisis ini kemudian digunakan untuk membandingkan pengaruh nilai elongasi terhadap keberhasilan proses pembentukan nozzle serta menentukan batas elongasi optimal agar proses *deep drawing* dapat berlangsung tanpa menimbulkan cacat pada permukaan material.

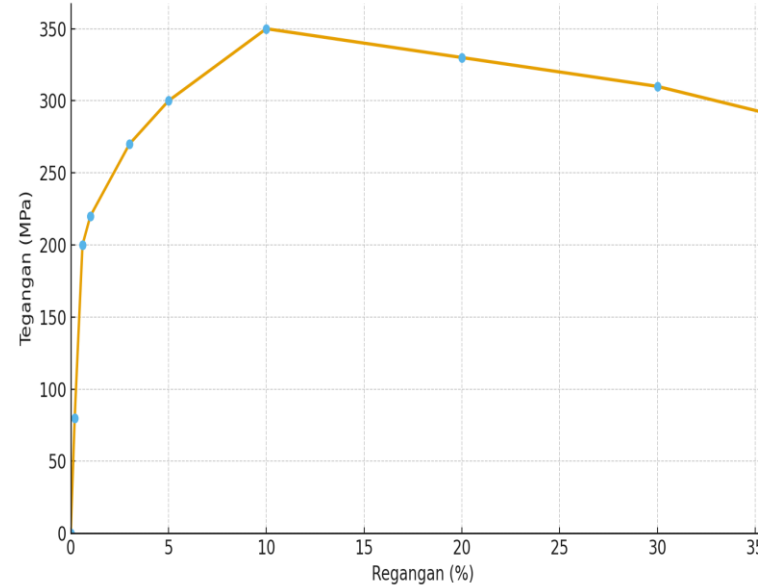
Material Galvanis

Grafik Uji Tarik Material Galvanis (Tegangan vs Regangan)



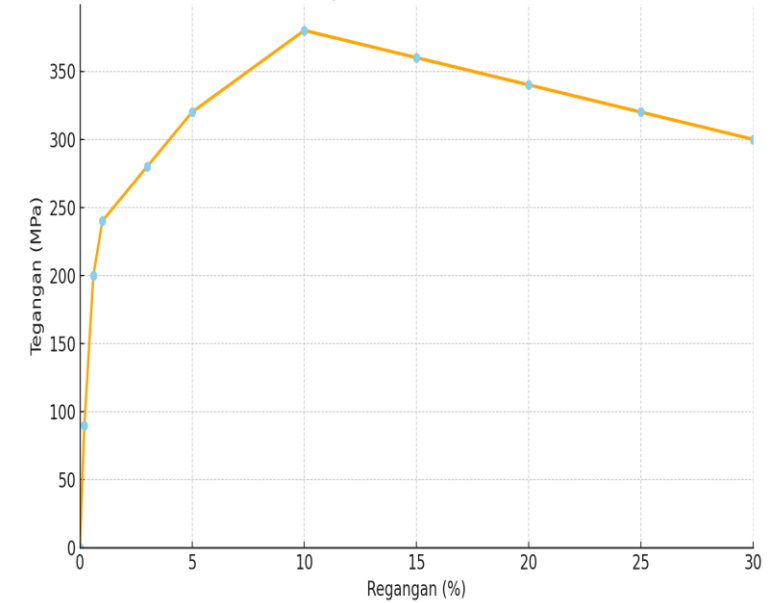
Galvanize SP15-1 DX51D

Grafik Uji Tarik (Material Galvanis)



Galvanize SP15-2DX54D

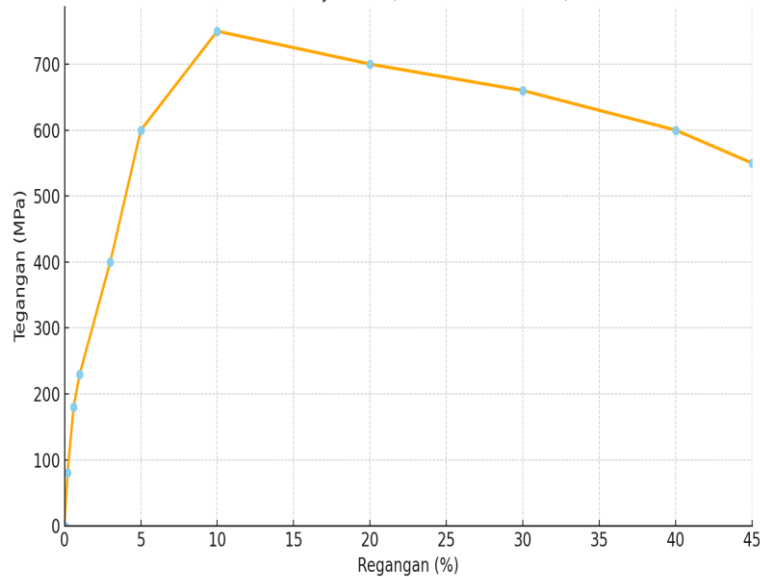
Grafik Uji Tarik (Material Galvanis)



Galvanize SP15-2DX54D

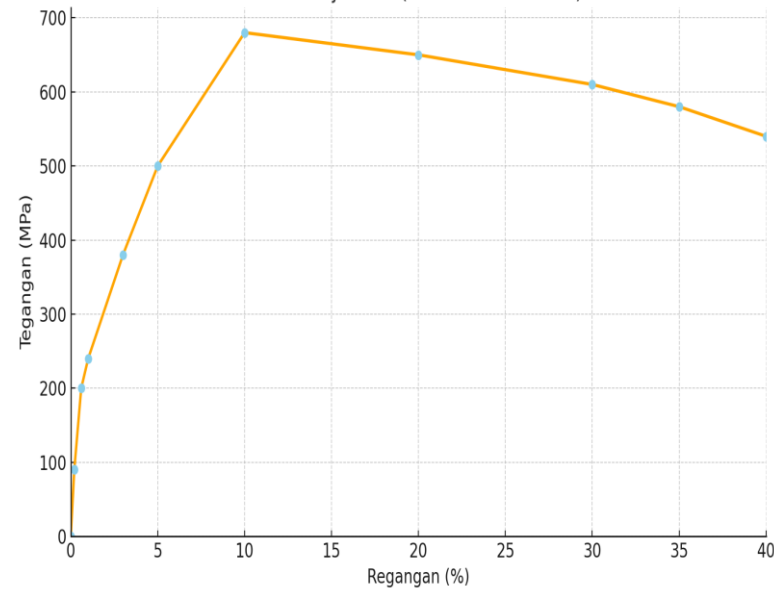
Material Stainless

Grafik Uji Tarik (Material Galvanis)



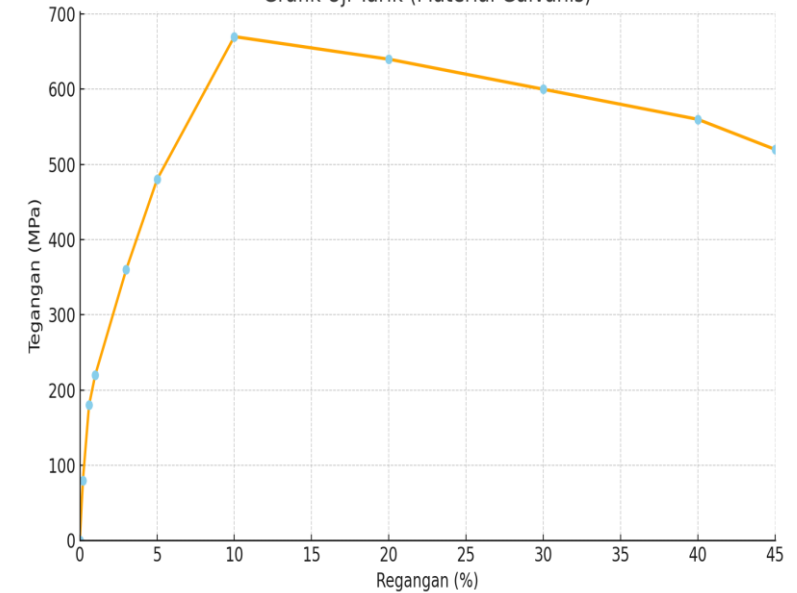
Stainless SP16-1 SUS304

Grafik Uji Tarik (Material Galvanis)



Stainless SP16-2 SUS316

Grafik Uji Tarik (Material Galvanis)



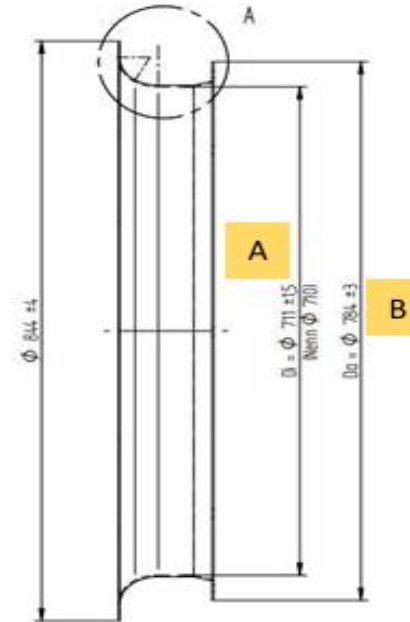
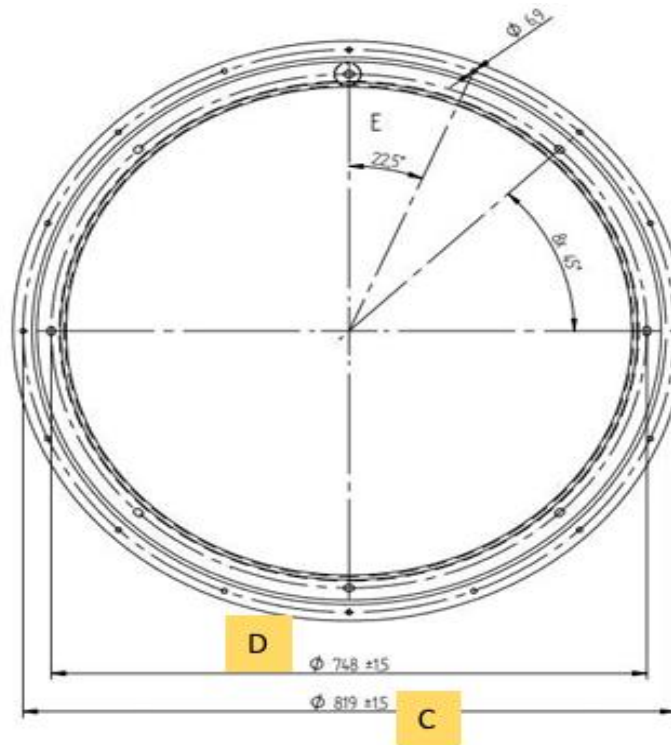
Stainless SP16-3 SUS441

Hasil Uji Tarik

Usai dilakukan pengujian tarik pada material *Galvanized Materials* (SP15-1 DX51D, SP15-2 DX54D, SP15-3 DX53D) dan *Stainless Steel Materials* (SP16-1 SUS304, SP16-2 SUS316, SP16-3 SUS441), diperoleh data nilai elongasi yang merupakan salah satu parameter utama dalam menganalisis kemampuan deformasi material selama proses *deep drawing* nozzle pada unit evaporator.

No	Material	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Galvanize SP15-1 DX51D	180	270-430	24
2	Galvanize SP15-2 DX54D	120-220	260-350	36
3	Galvanize SP15-3 DX53D	140-260	270-380	30
4	Stainless SP16-1 SUS304	230 (Rp0.2)	540-750	45
5	Stainless SP16-2 SUS316	240 (Rp0.2)	530-680	40
6	Stainless SP16-3 SUS441	220 (Rp0.2)	520-670	45

Hasil *Cranksheet*



Material Galvanis

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	NOTE:
B	B1	791	792	789	790	785	786	786	OK (Sample 6-7 reprogram)	OK all dimension (sample 6&7 trial 31.8.23)
	B2	791	789	788	788	786	787	787		
	B3	792	788	790	788	786	787	787		
	B4	794	790	787	789	784	786.5	786.5		
Std : 784±3	781 787	792.00	789.75	788.5	788.6	785.3	786.6	786.6		
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared:
C	C1	818	818	818	818	817	817.5	817.5	OK (Sample 6-7 reprogram)	
	C2	818	818	817	817	817	818	817.5		
	C3	816	819	817	814	816	818	818		
	C4	819	817	819	819	818	817.5	818		
Std : 819 ±1.5	817.5 820.5	817.8	818.0	817.8	817.0	817.0	817.8	817.8		Checked:
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved:
D	D1	752	752	748	748	747	748.5	748.5	OK (Sample 6-7 reprogram)	
	D2	752	752	748	748	747	749	749		
	D3	752	752	748.5	747	747	748.5	748		
	D4	752	752	747	747.5	748	749	748		
Std : 748 ±1.5	746.5 749.5	752.00	752.00	747.9	747.6	747.3	748.8	748.4		

Galvanize SP15-1 DX51D

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	NOTE:
B	B1	785	785	784	785	785	786	786	OK	OK all dimension
	B2	784	785	785	785	786	787	787		
	B3	786	784	785	785	784	787	787		
	B4	784	784	785	785	784	786.5	786.5		
Std : 784±3	781 787	784.75	784.50	784.8	785.0	784.8	786.6	786.6		
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared:
C	C1	818	818	818	818	817	817.5	817.5	OK	
	C2	818	818	817	817	817	818	817.5		
	C3	817	819	817	818	818	818	818		
	C4	819	817	819	817	818	817.5	818		
Std : 819 ±1.5	817.5 820.5	818.0	818.0	817.8	817.5	817.5	817.8	817.8		Checked:
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved:
D	D1	748	748	748	748	747	748.5	748.5	OK	
	D2	748	748	748	748	747	749	749		
	D3	748	747	748.5	747	747	748.5	748		
	D4	749	749	747	747.5	748	749	748		
Std : 748 ±1.5	746.5 749.5	748.25	748.00	747.9	747.6	747.3	748.8	748.4		

Galvanize SP15-2DX54D

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	NOTE:
B	B1	708	710	712	708	716			NOT OK	Dimension out of tolerans > 1.8 mm Max. please check impact and decision
	B2	709	708	711	715	708				
	B3	710	711	715	710	711				
	B4	715	710	709	711	712				
Std : 707±3	704 710	710.50	709.75	711.8	711.0	711.8				
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared:
C	C1	674	674	675	675	675			OK	
	C2	674	674	674	675	675				
	C3	674	674	674	675	675				
	C4	674	674	675	675	674				
Std : 674 ±1.5	672.5 675.5	674.0	674.0	674.5	675.0	674.8				Checked:
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved:
D	D1	751	753	753	751	753			OK	
	D2	752	752	752	753	751				
	D3	752	752	751	750	751				
	D4	751	750	751	751	750				
Std : 752 ±1.5	750.5 753.5	751.50	751.75	751.8	751.3	751.3				

Galvanize SP15-2DX54D

Material Stainless

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	
B	B1	984							OK	
	B2	984								
	B3	984								
	B4	983.5								
Std : 984 ± 3 -2	982 987	983.9	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared :
C	C1	1035							OK	
	C2	1035								
	C3	1034								
	C4	1034								
Std : 1035 ± 1	1034 1036	1034.5	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		Checked :
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved :
D	D1	954	953.5	953.5					OK	
	D2	955	954	953.5						
	D3	956	954	954						
	D4	954	953	953						
Std : 954 ± 1.5	952.5 955.5	954.8	953.67	953.50	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		

Stainless SP16-1SUS304

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared :
B	B1	818	818	819	818	818	818	818	OK	
	B2	818	818	819	818	818	818	818		
	B3	818	817	818	818	818	818	818		
	B4	818	817	818	818	818	818	818		
Std : 819 ± 1.5	817.5 820.5	818.00	817.50	818.50	818.00	818.00	818.00	818.00		Checked :
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved :
C	C1	784	784	785	784	784	785	784	OK	
	C2	784	785	785	784	785	785	784		
	C3	785	785	784	784	785	784	785		
	C4	785	785	785	785	784	785	784		
Std : 784 ± 3	781 787	784.50	784.75	784.75	784.25	784.50	784.75	784.25		

Stainless SP16-2 SUS316

Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	NOTE :
B	B1	989	984	980	985	986	983	984	OK Sample 2 - 7 (reprogram)	Sample 1 : NG caused program still using old setup (same Height 210 galvanize)
	B2	990	987	983	983	985	983	985		
	B3	990	983	983	984	985	987	984		
	B4	987	982	985	983	987	983	986		
Std : 984 ± 3 -2	982 987	989.00	984.00	982.8	984.0	985.8	984.0	984.8		
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Prepared :
C	C1	1035	1035	1035	1035	1035	1034	1035	OK	
	C2	1035	1035	1034	1034	1035	1034	1034		
	C3	1036	1035	1034	1034	1034	1035	1035		
	C4	1034	1035	1035	1035	1036	1035	1035		
Std : 1035 ± 1	1034 1036	1035.0	1035.0	1034.5	1034.5	1035.0	1034.5	1034.8		Checked :
Dimensional check	Point	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5	Sample 6	Sample 7	Judgement	Approved :
D	D1	955	953	954	955	954	954	954	OK Sample 2 - 7 (reprogram)	
	D2	957	954	953	954	953	954	955		
	D3	957	955	955	955	955	957	955		
	D4	956	954	954	954	955	954	954		
Std : 954 ± 1.5	952.5 955.5	956.25	954.00	954.0	954.5	954.3	954.8	954.5		

Stainless SP16-3SUS441

Cracksheet pada material



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis nilai elongasi material terhadap proses deep drawing nozzle pada unit evaporator, material Galvanize SP15-2 DX54D dipilih sebagai bahan utama karena tidak mengalami crack selama proses pembentukan dan lebih ekonomis dibandingkan Stainless SP16-1 SUS304.

Penelitian ini menegaskan bahwa nilai elongation berperan penting dalam mencegah kegagalan lembaran saat deep drawing, sejalan dengan temuan dari jurnal terkait yang menyebutkan bahwa material dengan *elongation* 30% telah mencapai batas minimal deformasi plastis dan berpotensi mengalami *crack*. Dengan demikian, pemilihan material berdasarkan karakteristik *elongation* menjadi faktor kunci dalam mengoptimalkan keberhasilan proses *deep drawing* dan mencegah cacat pembentukan.

