BAB IV
HASIL DAN ANALISA PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian dan Pengukuran Spesimen

Perhitungan pada metode DOE yang dilakukan menggunakan analisis *mean* atau nilai rata–rata pada setiap percobaan, analisa *mean* pada pengukuran bertujuan untuk mendapatkan besarnya nilai *sink mark* pada setiap percobaan untuk memperoleh produk plastik HDPE murni dan daur ulang yang paling optimal.

4.1.1 Hasil Nilai *Sink Mark Longitudinal* Pada Material HDPE Murni

Tabel 4.1 Nilai minimum *sink mark longitudinal* HDPE murni

No	Percobaan 2
	Sink mark (mm)
	Longitudinal
1	0,1
2	0,105
3	0,11
4	0,1
5	0,1
Rata-rata	0,103

Tabel 4.2 Nilai maksimum *sink mark longitudinal* HDPE murni

No	Percobaan 9
	Sink mark (mm)
	Longitudinal
1	0,15

No	Percobaan 9
	Sink mark (mm)
	Longitudinal
2	0,15
3	0,15
4	0,145
5	0,145
Rata-rata	0,148

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2 hasil perhitungan (mean) atau nilai rata-rata *sink mark longitudinal* terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE murni. Hasil dari pengukuran dengan *dial gauge* didapatkan nilai *sink mark* minimum terjadi pada percobaan ke 2 dengan nilai 0,103 mm dan nilai rata-rata *sink mark* maksimum terjadi pada percobaan ke 9 dengan nilai 0,148 mm.

4.1.2 Hasil Nilai *Sink Mark Transversal* Pada Material HDPE Murni

Tabel 4.3 Nilai minimum *sink mark transversal* HDPE murni

No	Percobaan 2			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
1	0,04	0,01	0,05	0,033
2	0,04	0,02	0,06	0,04
3	0,03	0,02	0,07	0,04

No	Percobaan 2			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
4	0,05	0,03	0,05	0,043
5	0,03	0,01	0,04	0,026
Rata-rata				0,036

Tabel 4.4 Nilai maksimum *sink mark transversal* HDPE murni

No	Percobaan 9			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
1	0,09	0,09	0,09	0,09
2	0,06	0,13	0,1	0,096
3	0,04	0,06	0,07	0,056
4	0,08	0,07	0,09	0,08
5	0,07	0,07	0,08	0,073
Rata-rata				0,079

Berdasarkan Tabel 4.3 dan 4.4 hasil perhitungan (mean) atau nilai rata - rata *sink mark transversal* terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE murni. Hasil dari pengukuran didapatkan nilai *sink mark* minimum terjadi pada percobaan ke 2 dengan nilai 0,036 mm dan nilai rata - rata *sink mark* maksimum terjadi pada percobaan ke 9 dengan nilai 0,079 mm.

4.1.3 Hasil Nilai *Sink Mark Longitudinal* pada Material HDPE Daur Ulang

Tabel 4.5 Nilai minimum *sink mark longitudinal* HDPE daur ulang

No	Percobaan 5
	Sink mark (mm)
	Longitudinal
1	0,15
2	0,105
3	0,15
4	0,135
5	0,15
Rata-rata	0,138

Tabel 4.6 Nilai maksimum *sink mark longitudinal* HDPE daur ulang

No	Percobaan 1
	Sink mark (mm)
	Longitudinal
1	0,315
2	0,18
3	0,2
4	0,4
5	0,385
Rata-rata	0,296

Berdasarkan Tabel 4.5 dan 4.6 hasil perhitungan (mean) atau nilai rata - rata *sink mark longitudinal* terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil dari pengukuran didapatkan nilai *sink mark* minimum terjadi pada percobaab ke 5 dengan nilai *sink mark* sebesar 0,138 mm dan nilai rata–rata *sink mark* maksimum terjadi pada percobaan ke 1 dengan nilai *sink mark* sebesar 0,296 mm.

4.1.4 Hasil Nilai *Sink Mark Transversal* pada Material HDPE Daur Ulang

Tabel 4.7 Nilai minimum *sink mark transversal* HDPE daur ulang

No	Percobaan 5			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
1	0,1	0,07	0,09	0,086
2	0,02	0,05	0,07	0,046
3	0,09	0,02	0,07	0,06
4	0,01	0,05	0,09	0,05
5	0,05	0,06	0,08	0,063
Rata-rata				0,061

Tabel 4.8 Nilai maksimum *sink mark transversal* HDPE daur ulang

No	Percobaan 1			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
1	0,09	0,02	0,04	0,05

No	Percobaan 1			
	Sink mark (mm)			
	Transversal			Rata-rata
2	0,03	0,04	0,09	0,053
3	0,11	0,05	0,08	0,08
4	0,09	0,04	0,1	0,076
5	0,01	0,07	0,03	0,036
Rata-rata				0,059

Berdasarkan Tabel 4.7 dan 4.8 hasil perhitungan (mean) atau nilai rata-rata *sink mark transversal* terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil dari pengukuran didapatkan nilai *sink mark* minimum terjadi pada percobaab ke 5 dengan nilai *sink mark* sebesar 0,061 mm dan nilai rata - rata *sink mark* maksimum terjadi pada percobaan ke 1 dengan nilai *sink mark* sebesar 0,059 mm.

4.1.5 Hasil Nilai *Sink Mark Near* dan *Far Gate* pada HDPE Murni

Tabel 4.9 Nilai minimum *sink mark near* dan *far gate* HDPE murni

No	Percobaan 2	
	Sink mark (mm)	
	Near gate	*Far gate*
1	0,03	0,07
2	0,05	0,055
3	0,05	0,06
4	0,04	0,06

No	Percobaan 2	
	Sink mark (mm)	
	Near gate	*Far gate*
5	0,04	0,06
Rata-rata	0,042	0,061

Dari hasil perhitungan (mean) atau nilai rata–rata *sink mark near gate* dan *far gate* pada Tabel 4.9 terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil nilai minimum rata–rata *sink mark near gate* sebesar 0,042 mm, sedangkan nilai *sink mark far gate* sebesar 0,061 mm.

Tabel 4.10 Nilai maksimum *sink mark near* dan *far gate* HDPE murni

No	Percobaan 9	
	Sink mark (mm)	
	Near gate	*Far gate*
1	0,065	0,085
2	0,065	0,085
3	0,055	0,095
4	0,06	0,085
5	0,06	0,085
Rata-rata	0,061	0,087

Dari hasil perhitungan (mean) atau nilai rata - rata *sink mark near gate* dan *far gate* pada Tabel 4.10 terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan

desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil nilai maksimum rata–rata *sink mark near gate* sebesar 0,061 mm, sedangkan nilai *sink mark far gate* sebesar 0,087 mm.

4.1.6 Hasil Nilai *Sink Mark Near* dan *Far Gate* Pada HDPE Daur Ulang

Tabel 4.11 Nilai minimum *sink mark near* dan *far gate* HDPE daur ulang

No	Percobaan 5	
	Sink mark (mm)	
	Near gate	*Far gate*
1	0,065	0,085
2	0,04	0,065
3	0,055	0,095
4	0,05	0,085
5	0,065	0,085
Rata-rata	0,055	0,083

Dari hasil perhitungan (mean) atau nilai rata - rata *sink mark near gate* dan *far gate* pada Tabel 4.11 terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktor 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil nilai minimum rata – rata *sink mark near gate* sebesar 0,055 mm, sedangkan nilai *sink mark far gate* sebesar 0,083 mm.

Tabel 4.12 Nilai maksimum *sink mark near* dan *far gate* HDPE daur ulang

No	Percobaan 1	
	Sink mark (mm)	
	Near gate	*Far gate*
1	0,102	0,213
2	0,084	0,096
3	0,075	0,125
4	0,15	0,25
5	0,135	0,25
Rata-rata	0,109	0,186

Dari hasil perhitungan (mean) atau nilai rata-rata *sink mark near gate* dan *far gate* pada Tabel 4.12 terhadap seluruh produk spesimen *multipurpose* dengan desain faktorial 3 level dan 4 variabel didapatkan 5 produk spesimen pada setiap percobaan dari material HDPE daur ulang. Hasil nilai maksimum rata–rata *sink mark near gate* sebesar 0,109 mm, sedangkan nilai *sink mark far gate* sebesar 0,186 mm.

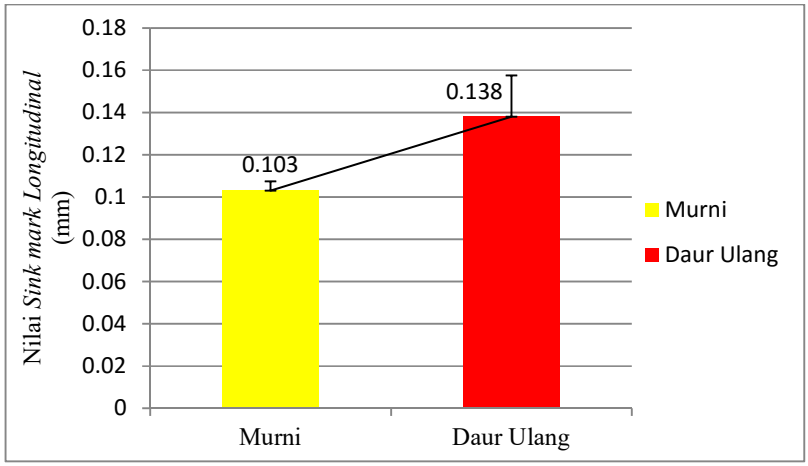
4.2 Analisa Perhitungan *Sink Mark* Arah *Longitudinal* dan *Transversal* pada HDPE Murni dengan HDPE Daur Ulang

Analisa nilai *sink mark* arah *longitudinal* dan *transversal* pada produk plastik HDPE murni dan daur ulang. Dari perhitungan didapatkan hasil *sink mark longitudinal* lebih besar dibandingkan *sink mark transversal*, yaitu nilai *sink mark longitudinal* material HDPE murni sebesar 0,103 ± 0,0044 mm dan daur ulang sebesar 0,138 ± 0,0195 mm, hasil ini lebih besar dari pada nilai *sink mark transversal* material HDPE murni sebesar 0,036 ± 0,0067 mm dan daur ulang sebesar 0,061 ± 0,0157 mm. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *sink mark*

longitudinal lebih besar yaitu dikarenakan dari media jarak pengukuran *sink mark longitudinal* lebih panjang dari pada jarak pengukuran *sink mark transversal,* sehingga menyebabkan nilai *sink mark longitudinal* lebih besar dari pada *sink mark transversal*. Perbandingan nilai *sink mark longitudinal* dengan *sink mark transversal* pada plastik HDPE murni dan daur ulang dapat dilihat pada Tabel 4.13, dan Tabel 4.14, serta pada (Gb. 4.1 dan 4.2) diagram perbandingan dibawah.

Tabel 4.13 Perbandingan *sink mark longitudinal*

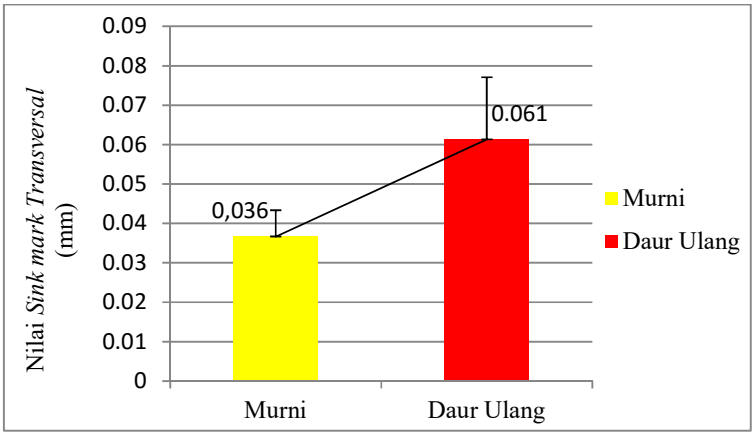
Material	*Sink Mark*	Standar Deviasi (mm)
	Longitudinal (mm)	
Murni	0,103	0,0044
Daur Ulang	0,138	0,0195



Gambar 4.1 Diagram perbandingan *longitudinal*

Tabel 4.14 Perbandingan *sink mark transversal*

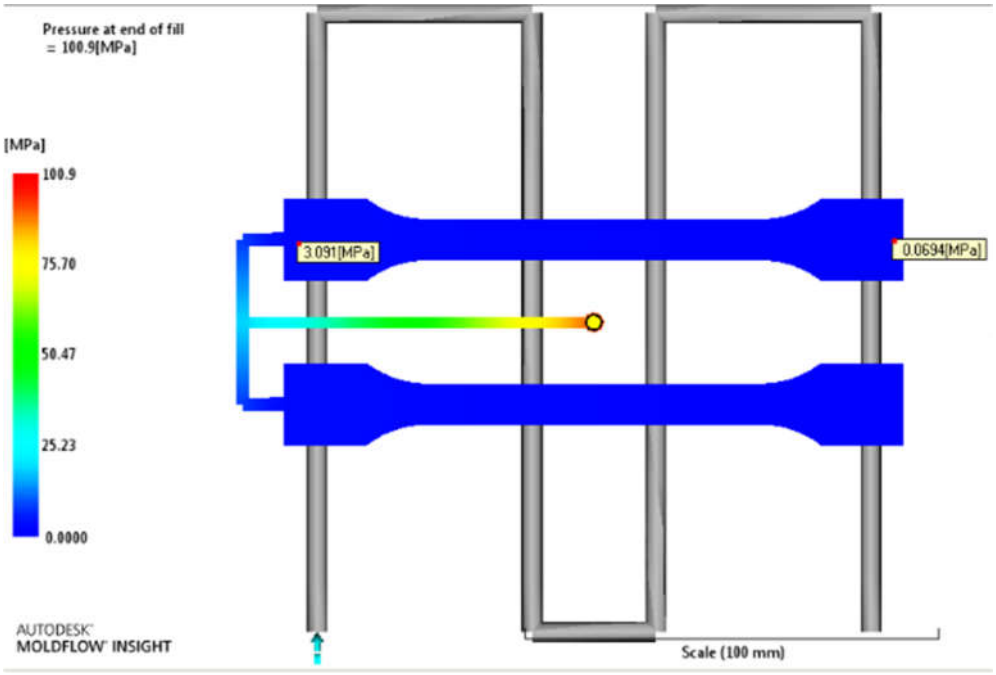
Material	*Sink Mark*	Standar Deviasi (mm)
	Transversal (mm)	
Murni	0,036	0,0067
Daur Ulang	0,061	0,0157



Gambar 4.2 Diagram perbandingan *transversal*

4.3 Analisa Perhitungan *Sink Mark* Bagian *Near* dan *Far Gate* Pada HDPE Murni dengan HDPE Daur Ulang

Berdasarkan hasil pengukuran, analisa nilai *sink mark* bagian *near* dan *far gate* pada produk plastik HDPE murni dengan daur ulang didapatkan hasil nilai *sink* bagian *far gate* yang lebih besar dibandingkan nilai *sink mark* bagian *near gate*, yaitu nilai *sink mark* bagian *near gate* material HDPE murni sebesar 0,042 ± 0,083 mm, bagian *far gate* sebesar 0,055 ± 0,0054 mm dan daur ulang *sink mark* bagian *near gate* sebesar 0,061 ± 0,0106 mm, bagian *far gate* sebesar 0,083 ± 0,0109 mm. Dari hasil pengukuran dapat diketahui nilai *sink mark* bagian *far gate* lebih besar dari pada nilai *sink mark* bagian *near gate* pada material HDPE murni maupun daur ulang. Faktor yang mempengaruhi terjadinya *sink mark* pada bagian *far gate* lebih besar karena kurang meratanya pemampatan cairan plastik kedalam cetakan, untuk meminimalkan terjadinya *sink mark* dapat dilakukan dengan menambahkan *holding pressure* pada variasi parameter proses, sehingga pemampatan cairan plastik kedalam cetakan dapat bekerja secara merata pada seluruh bagian produk, kurangnya *holding pressure* pemampatan cairan material plastik kedalam cetakan dapat ditunjukkan pada (Gb. 4.3) sebagai berikut :

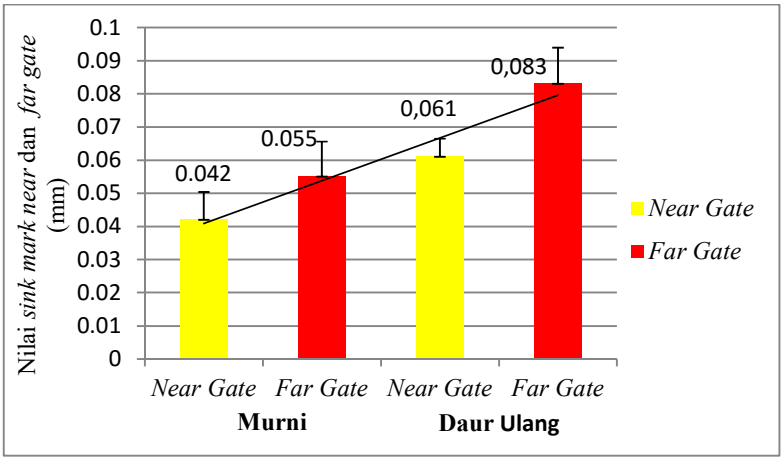


Gambar 4.3 Kurangnya *holding pressure* pada produk

Pada (Gb. 4.3) di atas dapat diketahui bahwa di bagian *near gate* masih ada tekanan yang bekerja sedangkan di bagian *far gate* tekanan sudah menurun atau hampir tidak ada tekanan, sehingga mengakibatkan terjadinya *sink mark far gate* lebih besar dari pada *sink mark near gate* dikarenakan tekanan di bagian *far gate* sudah menurun. Besarnya nilai *sink mark* bagian *near* dan *far gate* dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan (Gb. 4.4) diagram perbandingan sebagai beirkut:

Tabel 4.15 Perbandingan *sink mark near* dan *far gate*

Material	Sink Mark (mm)		Standar Deviasi *Near Gate* (mm)	Standar Deviasi *Far Gate* (mm)
	Near Gate	*Far Gate*		
Murni	0,042	0,055	0,0083	0,0054
Daur Ulang	0,061	0,083	0,0106	0,0109



Gambar 4.4 Diagram perbandingan *near* dan *far gate*

4.4 Analisis Variasi Parameter yang Paling Optimum dan Minimum

Berdasarkan variasi parameter yang digunakan pada penelitian material HDPE murni dan daur ulang dapat dilihat pada Tabel 4.16 sebagai berikut :

Tabel 4.16 Variasi parameter proses

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	*Melting temperature* (ºC)	*Injection time* (bar)	*Holding time* (bar)	*Cooling time* (detik)
1	160	130	85	20
2	160	133	90	23
3	160	136	95	26
4	165	130	90	26
5	165	133	95	20
6	165	136	80	23
7	170	130	95	23
8	170	133	80	26
9	170	136	90	20

4.4.1 Variasi Parameter Proses Optimum HDPE Murni

Variasi parameter proses yang paling optimal pada material HDPE murni terdapat pada percobaan ke 2 dengan nilai rata–rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* sebesar 0,06 mm, dikarenakan dari variasi

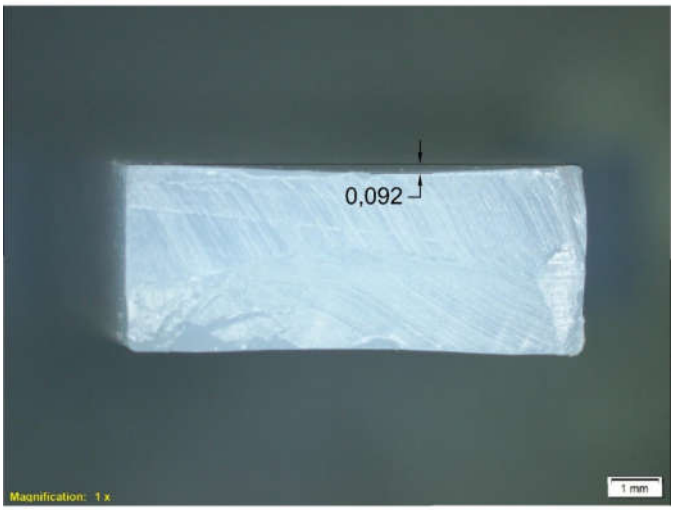
parameter proses DOE (*design of experiment*) didapatkan kombinasi variasi parameter yang paling tepat untuk membuat produk plastik yaitu spesimen *multipurpose* dengan variasi parameter pada Tabel 4.17 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Variasi parameter proses optimum HDPE murni

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	*Melting temperature* (°C)	*Injection pressure* (bar)	*Holding pressure* (bar)	*Cooling time* (detik)
2	160	133	90	23

Berdasarkan variasi parameter proses paling optimum pada percobaan ke-2 material HDPE murni, *melting temperature* pada level 1 sebesar 160°C menyebabkan material plastik dipanaskan pada *temperature* yang tepat, pada parameter *injection pressure* dengan level 2 sebesar 133 bar berpengaruh untuk tekanan pengisian cairan plastik kedalam cetakan, dan parameter *holding pressure* pada level 2 sebesar 90 bar berpengaruh untuk pemampatan cairan material plastik kedalam cetakan, sedangakan pada parameter *cooling time* dengan level 2 sebesar 23 detik, berpengaruh terhadap pendinginan produk plastik didalam cetakan. Parameter ini merupakan paling optimal pada material HDPE murni dikarenakan pengisian dan pemampatan cairan plastik kedalam cetakan lebih besar sehingga dapat merata pada seluruh bagian produk dan dengan hasil nilai *sink mark* paling minimal.

Foto optik makro HDPE murni dari parameter proses optimum



Gambar 4.5 Foto optik makro HDPE murni dari parameter optimum

Berdasarkan pengukuran *sink mark* pada metode grafis atau hasil foto optik makro pada (Gb. 4.5) didapatkan pengukuran sebesar 0,092 mm dengan perbandingan pembesaran gambar yaitu 10 : 1x pembesaran pada foto optik, perhitungan ini berbeda dengan hasil perhitungan menggunakan alat ukur *dial gauge* yaitu sebesar 0,06 mm. Dikarenakan perhitungan menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas bagian lekukan/cekunagan yang terjadi pada produk plastik, sehingga pengukurannya akan lebih besar dari pada menggunakan alat ukur mekanis.

4.4.2 Variasi Parameter Proses Minimum HDPE Murni

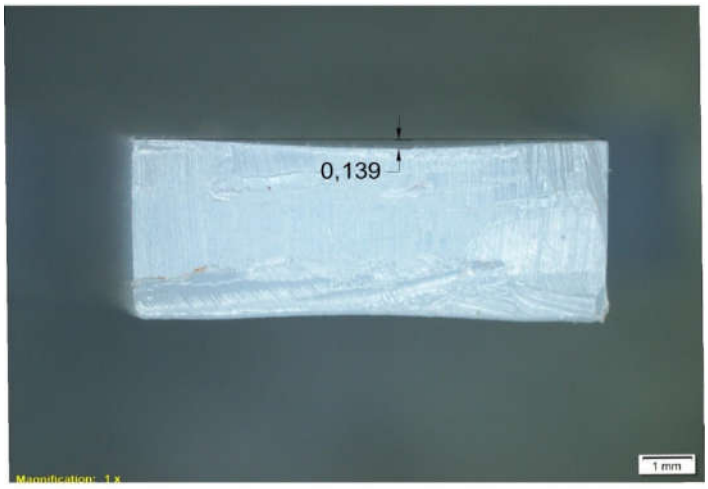
Variasi parameter proses minimum pada material HDPE murni terdapat pada percobaan ke 9 dengan nilai rata–rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* sebesar 0,09 mm, dikarenakan dari variasi parameter proses DOE (*design of experiment*) didapatkan kombinasi variasi parameter yang tidak mampu membuat produk plastik spesimen *multipurpose* yang optimal dengan variasi parameter pada Tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.18 variasi parameter proses minimum HDPE murni

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	*Melting temperature* (°C)	*Injection pressure* (bar)	*Holding pressure* (bar)	*Cooling time* (detik)
9	170	136	90	20

Berdasarkan variasi parameter proses paling optimum pada percobaan ke-9 material HDPE daur ulang, *melting temperature* pada level 3 sebesar 170°C menyebabkan material plastik dipanaskan pada *temperature* yang paling tinggi sehingga cairan platik terlalu panas, pada parameter *injection pressure* dengan level 3 sebesar 136 bar berpengaruh untuk tekanan pengisian cairan plastik kedalam cetakan, dan parameter *holding pressure* pada level 2 sebesar 90 bar berpengaruh untuk pemampatan cairan material plastik kedalam cetakan, sedangakan pada parameter *cooling time* dengan level 1 sebesar 20 detik dan berpengaruh terhadap pendinginan produk plastik didalam cetakan. Parameter ini menjadi parameter proses minimum pada HDPE murni dikarenakan pada temperatur pemanasan level tertinggi produk hanya didinginkan dengan waktu yang paling cepat yaitu 20 detik, sehingga produk yang dihasilkan memiliki *sink mark* yang besar.

Foto optik makro HDPE murni dari parameter proses minimum



Gambar 4.6 Foto optik makro HDPE murni dari parameter minimum

Berdasarkan pengukuran *sink mark* pada metode grafis atau hasil foto optik makro pada (Gb. 4.6) didapatkan pengukuran sebesar 0,139 mm dengan perbandingan pembesaran gambar yaitu 10 : 1x pembesaran pada foto optik, perhitungan ini berbeda dengan hasil perhitungan menggunakan alat ukur *dial gauge* yaitu sebesar 0,09 mm. Dikarenakan perhitungan menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas bagian lekukan/cekunagan yang terjadi pada produk plastik, sehingga pengukurannya akan lenbih besar dari pada menggunakan alat ukur mekanis.

4.4.3 Variasi Parameter Proses Optimum HDPE Daur Ulang

Variasi parameter proses yang paling optimal pada material HDPE daur ulang terdapat pada percobaan ke 5 dengan nilai rata–rata rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* sebesar 0,08 mm, dikarenakan dari variasi parameter proses DOE (*design of experiment*) didapatkan kombinasi variasi parameter yang paling tepat untuk membuat produk plastik spesimen *multipurpose* dengan variasi parameter yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 sebagai berikut :

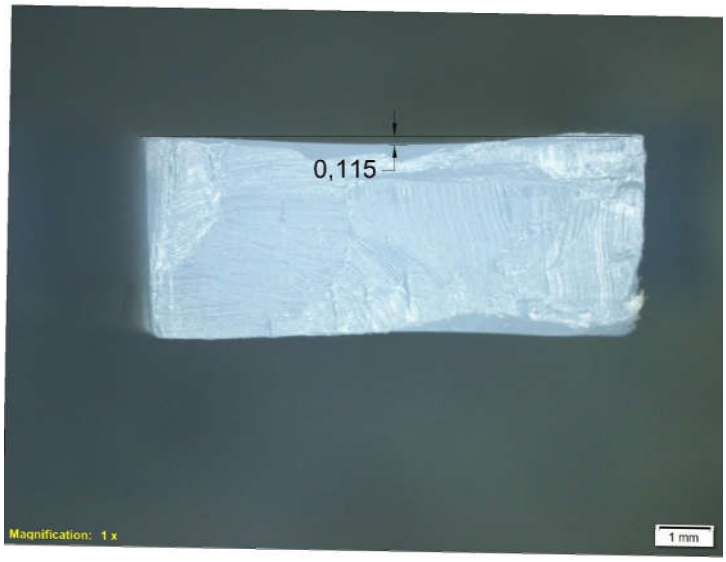
Tabel 4.19 variasi parameter proses optimum HDPE daur ulang

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	*Melting temperature* (°C)	*Injection pressure* (bar)	*Holding pressure* (bar)	*Cooling time* (detik)
5	165	133	95	20

Berdasarkan variasi parameter proses paling optimum pada percobaan ke-5 material HDPE daur ulang, *melting temperature* pada level 2 sebesar 165°C menyebabkan material plastik dipanaskan pada *temperature* yang cukup tinngi, pada parameter *injection pressure* dengan level 2 sebesar 133 bar berpengaruh untuk tekanan pengisian cairan plastik kedalam cetakan, dan parameter *holding pressure* pada level 3 sebesar 95 bar berpengaruh untuk pemampatan cairan material plastik kedalam cetakan, sedangakan pada parameter *cooling time* dengan

level 1 sebesar 20 detik dan berpengaruh terhadap pendinginan produk plastik didalam cetakan. Parameter proses ini merupakan paling optimal pada material HDPE daur ulang dikarenakan dengan pemanasan dan pendinginan yang tepat serta *holding pressure* yang lebih besar sehingga pemampatan cairan plastik ke dalam cetakan dapat merata keseluruh bagian produk dan dengan hasil nilai *sink mark* paling minimal.

Foto optik makro HDPE daur ulang dari parameter proses optimum



Gambar 4.7 foto optik makro HDPE daur ulang
dari parameter proses optimum

Berdasarkan pengukuran *sink mark* pada metode grafis atau hasil foto optik makro pada (Gb.4.7) didapatkan pengukuran sebesar 0,115 mm dengan perbandingan pembesaran gambar yaitu 10 : 1x pembesaran pada foto optik, perhitungan ini berbeda dengan hasil perhitungan menggunakan alat ukur *dial gauge* yaitu sebesar 0,08 mm. Dikarenakan perhitungan menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas bagian lekukan/cekunagan yang terjadi pada produk plastik, sehingga pengukurannya akan lenbih besar dari pada menggunakan alat ukur mekanis.

4.4.4 Variasi Parameter Proses Minimum HDPE Daur Ulang

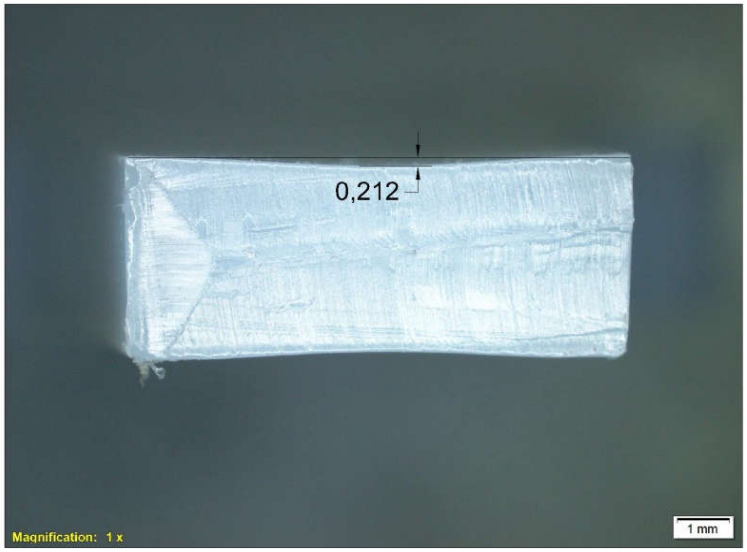
Variasi parameter proses minimum pada material HDPE daur ulang terdapat pada percobaan ke 1 dengan nilai rata–rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* sebesar 0,16 mm, dikarenakan dari variasi parameter proses DOE (*design of experiment*) didapatkan kombinasi variasi parameter yang tidak mampu membuat produk plastik spesimen *multipurpose* yang berkualitas baik dengan variasi parameter yang dapat dilihat pada Tabel 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4.20 variasi parameter proses minimum HDPE daur ulang

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	*Melting temperature* (°C)	*Injection pressure* (bar)	*Holding pressure* (bar)	*Cooling time* (detik)
1	160	130	85	20

Berdasarkan variasi parameter proses paling optimum pada percobaan ke-1 material HDPE daur ulang, *melting temperature* pada level 1 sebesar 160°C menyebabkan material plastik dipanaskan pada *temperature* yang tepat sehingga cairan platik panas, pada parameter *injection pressure* dengan level 1 sebesar 130 bar berpengaruh untuk tekanan pengisian cairan plastik kedalam cetakan,dan parameter *holding pressure* pada level 1 sebesar 85 bar berpengaruh untuk pemampatan cairan material plastik kedalam cetakan, sedangakan pada parameter *cooling time* dengan level 1 sebesar 20 detik dan berpengaruh terhadap pendinginan produk plastik didalam cetakan. Parameter ini menjadi parameter proses minimum pada HDPE daur ulang dikarenakan pada *holding pressure* level terendah yaitu 85 bar sehingga pemampatan cairan plastik kedaam cetakan kurang besar dan mengakibatkan produk yang dihasilkan memiliki *sink mark* yang besar.

Foto optik makro HDPE daur ulang dari parameter proses minimum



Gambar 4.8 Foto optik makro HDPE daur ulang
dari parameter proses minimum

Berdasarkan pengukuran *sink mark* pada metode grafis atau hasil foto optik makro pada (Gb. 4.8) didapatkan pengukuran sebesar 0,212 mm dengan perbandingan pembesaran gambar yaitu 10 : 1x pembesaran pada foto optik, perhitungan ini berbeda dengan hasil perhitungan menggunakan alat ukur *dial gauge* yaitu sebesar 0,16 mm. Dikarenakan perhitungan menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas bagian lekukan/cekunagan yang terjadi pada produk plastik, sehingga pengukurannya akan lebih besar dari pada menggunakan alat ukur mekanis.

4.5 Analisis Perbandingan

Berdasarkan dari hasil pengukuran nilai *sink mark* paling optimal didapatkan apa bila menggunakan variasi parameter proses yang sama pada material HDPE murni dan digunakan pada material HDPE daur ulang tidak bisa sama seperti kualitas material HDPE murni. *Sink mark* pada material daur ulang lebih besar dikarenakan terdapat lekukan/cekungan yang berada di permukaan produk lebih besar dibandingkan dengan material murni dan mengakibatkan derajat penyusutan (*shrinkage*) lebih besar, cacat *shrinkage* berbanding lurus

dengan *sink mark* dikarenakan apabila semakin besar cacat *sink mark* pada produk mengakibatkan semakin besar pula (derajat/persentase penyusutan) cacat *shrinkage* yang terjadi, seperti penelitian yang dilakukan (Maulana, 2017) tentang optimalisasi parameter proses untuk meminimalkan cacat *shrinkage* pada material ABS *recycle*, dengan hasil penelitiannya persentase cacat *shrinkage* 0,6 %. Pesesntase *shrinkage* mateial ABS *recycle* tersebut lebih besar dibandingkan data *sheet* material ABS murni dengan persentase *shrinkage* 0,3 %, sehingga produk plastik yang dihasilkan kualitasnya sudah menurun dan tidak akan sama seperti pada material plastik murni. Untuk meminimalkan terjadinya *sink mark* dapat dilakukan dengan menambahkan *holding pressure* pada variasi parameter proses, sehingga pemampatan cairan plastik kedalam cetakan dapat bekerja secara merata pada seluruh bagian produk.

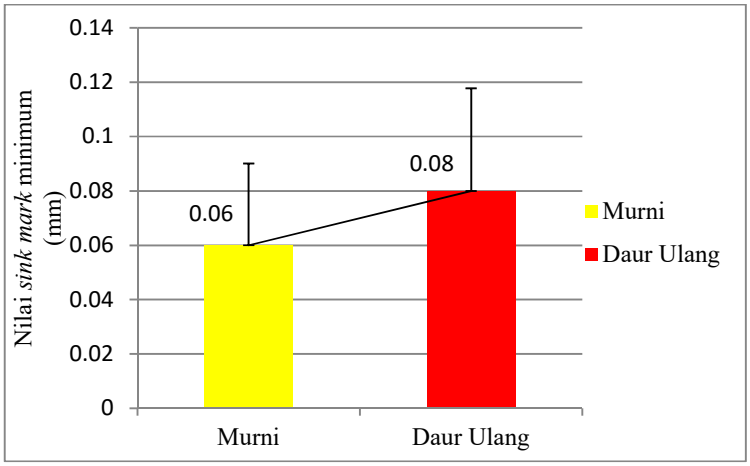
Perbandingan nilai *sink mark* minimum plastik HDPE murni dan daur ulang dapat dilihat pada Tabel 4.21 dan 4.22, serta di (Gb. 4.9) grafik perbandingan dibawah.

Tabel 4.21 Nilai *sink mark* minimum HDPE murni

No	Nilai *Sink Mark* Minimum HDPE Murni (mm)					
	Longitudinal	*Transversal*	*Near Gate*	*Far Gate*	Rata-rata	Standar Deviasi
2	0,103	0,0367	0,042	0,061	0,06	0,03

Tabel 4.22 Nilai *sink mark* minimum HDPE daur ulang

No	Nilai *Sink Mark* Minimum HDPE Daur Ulang (mm)					
	Longitudinal	*Transversal*	*Near Gate*	*Far Gate*	Rata-rata	Standar Deviasi
5	0,138	0,061	0,055	0,083	0,08	0,037



Gambar 4.9 Perbandingan nilai *sink mark* minimum

Dari (gb. 4.9) grafik perbandingan di atas dapat diketahui bahwa nilai *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* minimum pada material plastik HDPE murni lebih kecil dari pada material daur ulang, dengan hasil nilai *sink mark* pada material HDPE murni sebesar 0,06 ± 0,03 mm dan nilai *sink mark* pada material HDPE daur ulang sebesar 0,08 ± 0,037 mm.

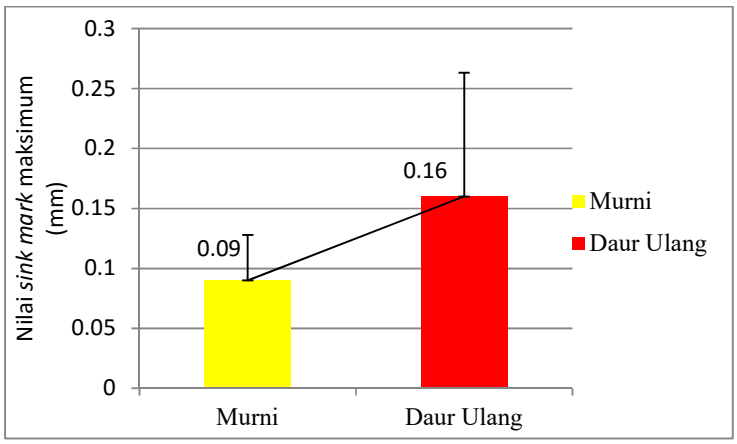
Perbandingan nilai *sink mark* maksimum plastik HDPE murni dan daur ulang dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan 4.24, serta di (Gb. 4.10) grafik perbandingan dibawah.

Tabel 4.23 Nilai *sink mark* maksimum HDPE murni

No	Nilai *Sink Mark* Minimum HDPE Murni (mm)					
	Longitudinal	*Transversal*	*Near Gate*	*Far Gate*	Rata-rata	Standar Deviasi
2	0,148	0,079	0,061	0,087	0,09	0,037

Tabel 4.24 Nilai *sink mark* maksimum HDPE daur ulang

No	Nilai *Sink Mark* Minimum HDPE Murni (mm)					
	Longitudinal	*Transversal*	*Near Gate*	*Far Gate*	Rata-rata	Standar Deviasi
2	0,296	0,059	0,109	0,186	0,16	0,103



Gambar 4.10 Perbandingan nilai *sink mark* maksimum

Dari (Gb.4.10) grafik perbandingan di atas dapat diketahui bahwa nilai *sink mark longitudinal, transversal, near gate* dan *far gate* maksimum pada material plastik HDPE murni lebih kecil dari pada material daur ulang, dengan hasil nilai *sink mark* maksimum pada material HDPE murni sebesar 0,09 ± 0,037 mm dan nilai *sink mark* pada material HDPE daur ulang sebesar 0,16 ± 0,103 mm.