

BAB IV
HASIL DAN ANALISA PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian dan Pengukuran Spesimen

Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh produk plastik LDPE murni dan daur ulang yang paling optimal dan setelah itu dibandingkan.

4.1.1 Hasil Pengukuran Nilai *Sink Mark Longitudinal* LDPE Murni

Tabel 4.1 Nilai minimal *longitudinal* LDPE murni

No	Percobaan 2
	Kerataan permukaan (mm)
	<i>Longitudinal</i>
1	0,18
2	0,19
3	0,09
4	0,09
5	0,12
Rata-rata	0,138

Tabel 4.2 Nilai maksimal *longitudinal* LDPE murni

No	Percobaan 3
	Kerataan permukaan (mm)
	<i>Longitudinal</i>
1	0,30
2	0,27
3	0,23
4	0,19
5	0,20
Rata-rata	0,235

Dari pengukuran yang ditunjukkan tabel 4.1 dan 4.2 didapatkan nilai kecacatan *sink mark* LDPE murni dari mengukur secara *longitudinal* didapatkan bahwa nilai untuk cacat *sink mark* paling minimal adalah pada percobaan ke 2

dengan nilai rata-rata 0,138 mm dan untuk cacat *sink mark* paling maksimal terjadi pada percobaan ke 3 dengan nilai rata-rata 0,235 mm.

4.1.2 Hasil Pengukuran Nilai *Sink Mark Transversal* LDPE Murni

Tabel 4.3 Nilai minimal *transversal* LDPE murni

No	Percobaan 2			
	Kerataan permukaan (mm)			
	<i>Transversal</i>			Rata – rata
1	0,08	0,06	0,08	0,073
2	0,09	0,11	0,13	0,11
3	0,14	0,13	0,14	0,137
4	0,14	0,11	0,09	0,113
5	0,13	0,08	0,11	0,107
Rata-rata				0,108

Tabel 4.4 Nilai maksimal *transversal* LDPE murni

No	Percobaan 6			
	Kerataan permukaan (mm)			
	<i>Transversal</i>			Rata-rata
1	0,15	0,1	0,13	0,12
2	0,15	0,1	0,06	0,1
3	0,15	0,09	0,11	0,1
4	0,13	0,12	0,11	0,12
5	0,13	0,12	0,11	0,12
Rata-rata				0,12

Dari pengukuran yang ditunjukkan tabel 4.3 dan 4.4 didapatkan nilai cacat *sink mark transversal* LDPE murni paling minimal adalah pada percobaan ke 2 dengan nilai rata-rata 0,108 dan untuk cacat *sink mark* paling maksimal terjadi pada percobaan ke 6 dengan nilai rata-rata 0,12 mm.

4.1.3 Hasil Pengukuran Nilai *Sink Mark Longitudinal* LDPE *Recycled*

Tabel 4.5 Nilai minimal *longitudinal* LDPE *recycled*

No	Percobaan 5
	Kerataan permukaan (mm)
	<i>Longitudinal</i>
1	0,27
2	0,15
3	0,1
4	0,14
5	0,135
Rata-rata	0,158

Tabel 4.6 Nilai maksimal *longitudinal* LDPE *recycled*

No	Percobaan 6
	Kerataan permukaan (mm)
	<i>Longitudinal</i>
1	0,24
2	0,18
3	0,21
4	0,28
5	0,255
Rata-rata	0,233

Dari pengukuran LDPE daur ulang yang ditunjukkan pada tabel 4.5 dan tabel 4.6, didapatkan nilai cacat *sink mark* dari mengukur secara *longitudinal* diatas, didapatkan bahwa nilai untuk cacat *sink mark* paling minimal adalah pada percobaan ke 5 dengan nilai rata-rata 0,158 mm dan untuk cacat *sink mark* paling maksimal terjadi pada percobaan ke 6 dengan nilai rata-rata 0,233 mm.

4.1.4 Hasil Pengukuran Nilai *Sinkmark Transversal LDPE Recycled*

Tabel 4.7 Nilai minimal *transversal LDPE recycled*

No	Percobaan 5			
	Kerataan permukaan (mm)			
	<i>Transversal</i>			Rata-rata
1	0,13	0,1	0,1	0,11
2	0,25	0,16	0,15	0,18
3	0,22	0,11	0,07	0,13
4	0,19	0,14	0,09	0,14
5	0,18	0,14	0,09	0,13
Rata-rata				0,141

Tabel 4.8 Nilai maksimal *transversal LDPE recycled*

No	Percobaan 6			
	Kerataan permukaan (mm)			
	<i>Transversal</i>			Rata-rata
1	0,15	0,1	0,13	0,12
2	0,15	0,1	0,06	0,10
3	0,15	0,09	0,11	0,11
4	0,13	0,12	0,11	0,12
5	0,13	0,12	0,11	0,12
Rata-rata				0,117

Dari pengukuran LDPE daur ulang yang ditunjukkan pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 didapatkan nilai cacat *sink mark* paling minimal adalah pada percobaan ke 5 dengan nilai rata-rata 0,15 dan untuk cacat *sink mark* paling maksimal terjadi pada percobaan ke 6 dengan nilai rata-rata 0,12 mm.

4.1.5 Hasil Pengukuran *Near* dan *Far Gate*

Tabel 4.9 Hasil perhitungan *near* dan *far gate* LDPE murni maksimal

No	Percobaan 2	
	Kerataan permukaan (mm)	
	<i>Near gate</i>	<i>Far gate</i>
1	0,07	0,11
2	0,05	0,14
3	0,03	0,05
4	0,02	0,07
5	0,05	0,06
Rata-rata	0,0472	0,0908

Dari hasil perhitungan rata-rata pada *near gate* nilai *sink mark* yang paling minimal sebesar 0,0472 mm, sedangkan untuk *far gate* sebesar 0,09 mm.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan *near* dan *far gate* LDPE murni maksimal

No	Percobaan 3	
	Kerataan permukaan (mm)	
	<i>Near gate</i>	<i>Far gate</i>
1	0,1	0,2
2	0,09	0,18
3	0,08	0,15
4	0,05	0,14
5	0,07	0,13
Rata-rata	0,078	0,16

Dari hasil perhitungan rata-rata pada *near gate* nilai *sink mark* yang paling maksimal sebesar 0,078 mm, sedangkan untuk *far gate* sebesar 0,16 mm.

Tabel 4.11 Hasil perhitungan *near* dan *far gate* LDPE *recycled* minimal

No	Percobaan 5	
	Kerataan permukaan (mm)	
	<i>Near gate</i>	<i>Far gate</i>
1	0,09	0,175
2	0,055	0,195
3	0,037	0,063
4	0,021	0,14
5	0,046	0,09
Rata-rata	0,049	0,132

Dari hasil perhitungan rata-rata pada *near gate* nilai *sink mark* yang paling minimal sebesar 0,049 mm, sedangkan untuk *far gate* sebesar 0,13 mm.

Tabel 4.12 Hasil perhitungan *near* dan *far gate* LDPE *recycled* maksimal

No	Percobaan 5	
	Kerataan permukaan (mm)	
	<i>Near gate</i>	<i>Far gate</i>
1	0,03	0,21
2	0,08	0,1
3	0,06	0,15
4	0,05	0,23
5	0,1	0,15
Rata-rata	0,064	0,168

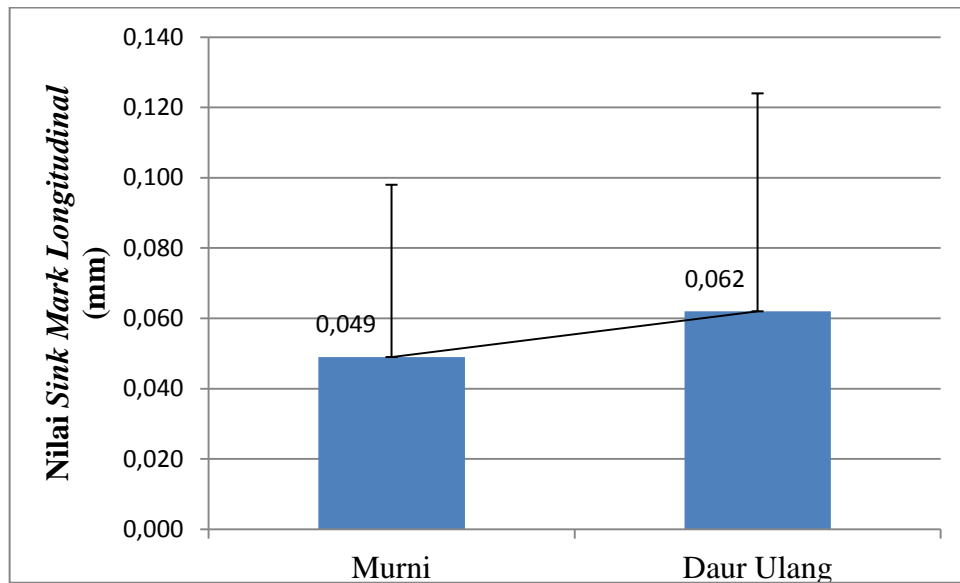
Dari hasil perhitungan rata-rata pada *near gate* nilai *sink mark* yang paling maksimal sebesar 0,064 mm, sedangkan untuk *far gate* sebesar 0,16 mm.

4.2 Analisa Hasil Perbandingan *Longitudanal* dan *Transversal*

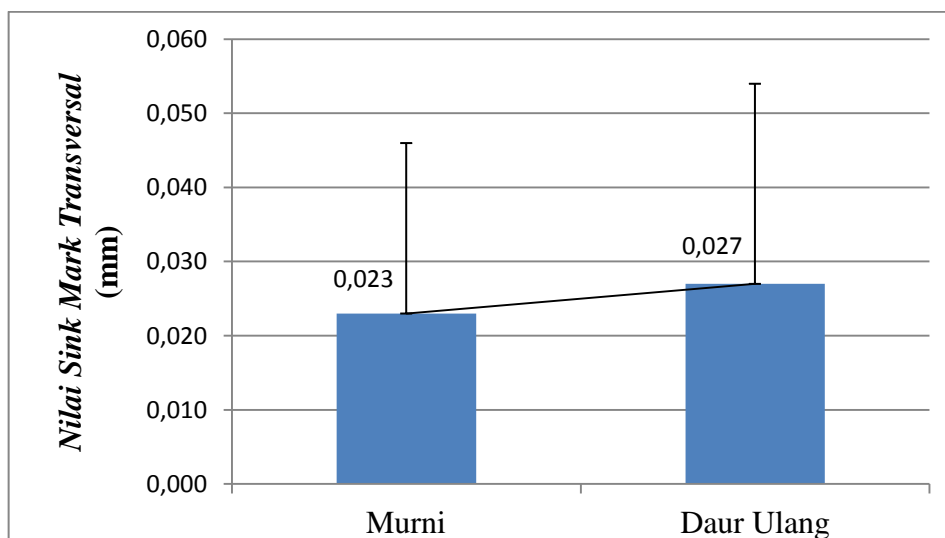
Analisa nilai *sink mark longitudinal* dan *transversal* pada produk plastik LDPE murni maupun daur ulang didapatkan hasil *sink mark longitudinal* murni sebesar $0,138 \pm 0,049$ mm dan daur ulang sebesar $0,108 \pm 0,02$ mm lebih besar daripada *sink mark* murni *transversal* yang sebesar $0,158 \pm 0,062$ dan daur ulang sebesar $0,141 \pm 0,02$ dengan *coefficient of variation longitudinal* 35,27 % dan 39,68 %, dan *coefficient of variation transversal* 21 % dan 19,77 %, hal ini dikarenakan pengukuran secara *longitudinal* dari jarak pengukuran lebih jauh dibandingkan mengukur secara *transversal*, jarak yang panjang mempengaruhi karena permukaan yang dilewati pada pengukuran *longitudinal* hampir keseluruhan panjang produk, sedangkan pada pengukuran *transversal* tidak hanya melewati permukaan lebar produk. Hal inilah yang menyebabkan *sink mark longitudinal* lebih besar dibandingkan *sink mark* transversal. Hasil perhitungan *sink mark longitudinal* dan *transversal* dapat dilihat pada tabel 4.13 dan 4.14 serta diagram perbandingan gambar 4.1 dan 4.2 dibawah.

Tabel 4.13 Hasil perhitungan *sink mark longitudinal*

Material	<i>Sink mark</i>	Standar Deviasi (mm)	<i>Coefficient of Variation</i> (%)
	<i>Longitudinal</i> (mm)		
Murni	0,138	0,049	35,27
Daur ulang	0,158	0,062	39,68

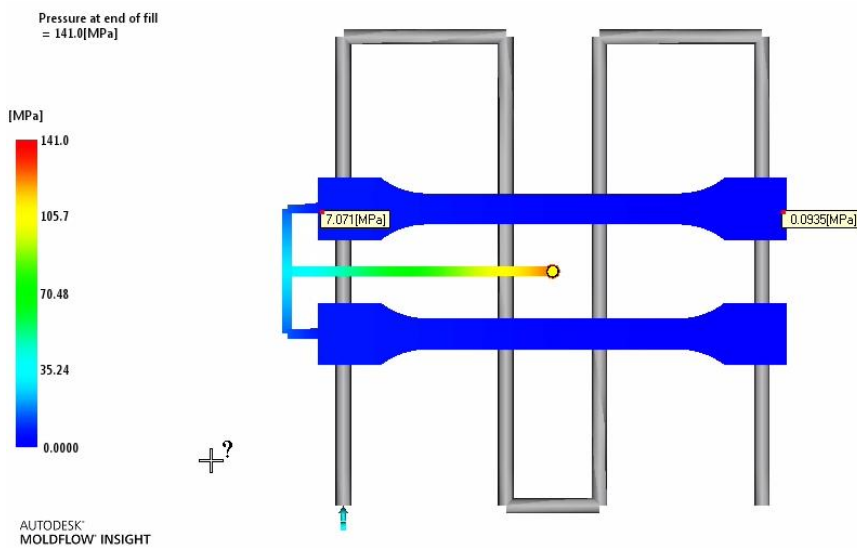
Gambar 4.1 Grafik perbandingan *longitudinal*Tabel 4.14 Hasil perhitungan *sink mark transversal*.

Material	<i>Sink mark</i>	Standar Deviasi	<i>Coefficient of Variation (%)</i>
	<i>Transversal (mm)</i>		
Murni	0,108	0,023	21
Daur ulang	0,141	0,02	19,77

Gambar 4.2 Grafik perbandingan *transversal*

4.3 Analisa Hasil Perbandingan *Near* dan *Far Gate*

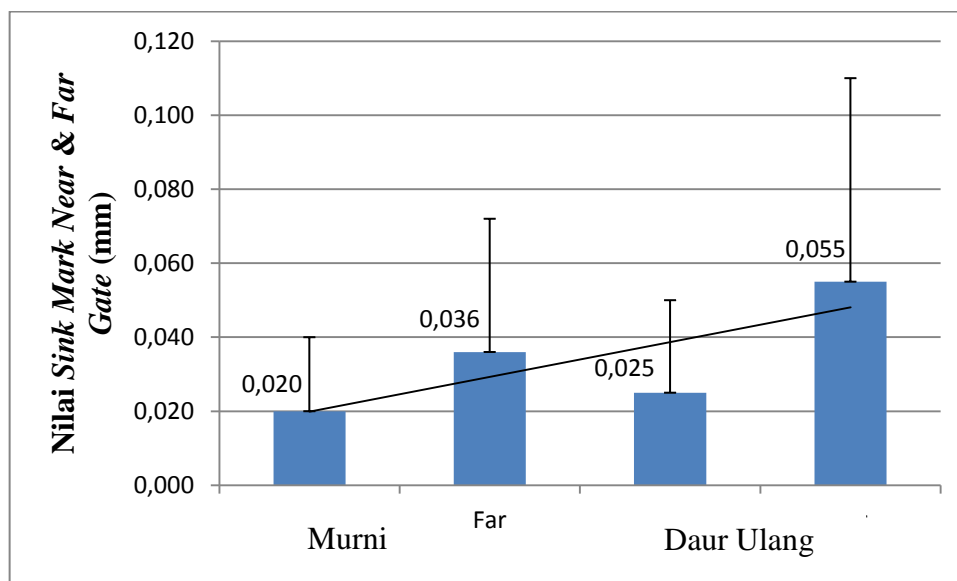
Hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan nilai *sink mark near gate* lebih kecil daripada *far gate*. Hal ini dikarenakan *holding pressure* yang kurang tinggi, menyebabkan *sink mark* di daerah *far gate* lebih besar, tekanan sudah menurun atau hampir tidak adanya tekanan di daerah *far gate*. Berikut dapat dilihat pada gambar 4.3 dan grafik perbandingan pada gambar 4.4 perhitungan *near* dan *far gate*.



Gambar 4. 3 Kurangnya *holding pressure* daerah *far gate*.

Tabel 4.15 Hasil perhitungan *sink mark near & far gate*.

Material	<i>Sink mark</i>		Standar Deviasi <i>Near Gate</i> (mm)	<i>Coefficient of Variation</i> (%)	Standar Deviasi <i>Far Gate</i> (mm)	<i>Coefficient of Variation</i> (%)
	<i>Near Gate</i> (mm)	<i>Far Gate</i> (mm)				
Murni	0,04	0,09	0,04	41,6	0,05	51,69
Daur ulang	0,049	0,1	0,05	38,78	0,05	42



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

4.4 Hasil Analisa Variasi Parameter Proses

Variasi parameter menggunakan 3 level perubahan dan 4 variasi yang digunakan material LDPE murni dan daur ulang pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.16 Variasi *setting* parameter proses

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	<i>Melt temperature</i> (°C)	<i>Injection pressure</i> (bar)	<i>Holding pressure</i> (bar)	<i>Cooling time</i> (detik)
1	155	120	80	15
2	155	125	85	20
3	155	130	90	25
4	150	120	85	25
5	150	125	90	15
6	150	130	80	20

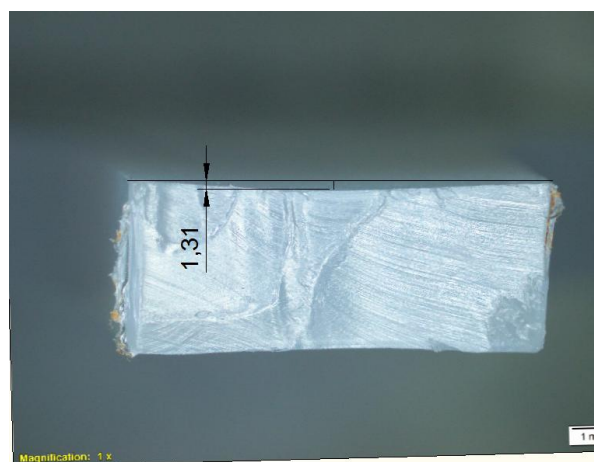
7	145	120	90	20
8	145	125	80	25
9	145	130	85	15

4.4.1 Variasi Parameter Proses Minimal LDPE Murni

Dari variasi parameter menggunakan DOE dengan 3 level perubahan 4 variasi untuk material LDPE murni untuk mendapatkan produk yang paling optimal didapatkan pada percobaan ke 2 dengan nilai rata-rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate, dan far gate* sebesar 0,096 mm, dengan DOE variasi parameter proses pada tabel diatas, didapatkan kombinasi yang paling tepat untuk membuat produk plastik dengan variasi parameter pada tabel 4.15 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Variasi parameter proses *sink mark* paling minimal LDPE murni

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	<i>Melt temperature</i> (°C)	<i>Injection pressure</i> (bar)	<i>Holding pressure</i> (bar)	<i>Cooling time</i> (detik)
2	155	125	85	20



Gambar 4.5 Foto optik makro LDPE murni minimal

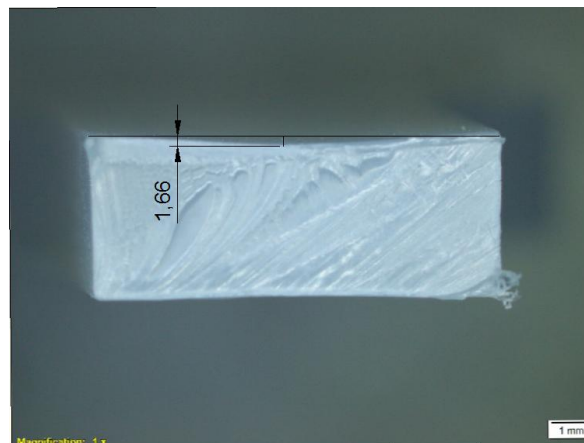
Dari pengukuran *sink mark* dengan metode grafis seperti yang terlihat pada gambar 4.3 diatas didapatkan pengukuran sebesar 0,131 mm dengan perbandingan skala pembesaran 10 : 1x pembesaran pada foto optik, hasil pengukuran ini berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan *dial gauge* yaitu sebesar 0,096 mm. Dikarenakan pengukuran menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas *sink mark* yang terjadi pada produk plastik, pengukuran ini tidak terlalu signifikan perbedaannya.

4.4.2 Variasi Parameter Proses Maksimal LDPE Murni

Sedangkan dari variasi parameter menggunakan DOE dengan 3 level perubahan dan 4 variasi untuk material LDPE murni maksimal didapatkan pada percobaan ke 3 dengan nilai rata-rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate*, dan *far gate* sebesar 0,137 mm, dengan DOE variasi parameter proses pada tabel diatas, didapatkan kombinasi paling tidak direkomendasikan untuk membuat produk spesimen plastik dengan variasi parameter pada tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4.18 Variasi parameter proses *sink mark* paling maksimal LDPE murni

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	<i>Melt temperature</i> (°C)	<i>Injection pressure</i> (bar)	<i>Holding pressure</i> (bar)	<i>Cooling time</i> (detik)
3	155	130	90	25



Gambar 4.6 Foto optik makro LDPE murni paling maksimal

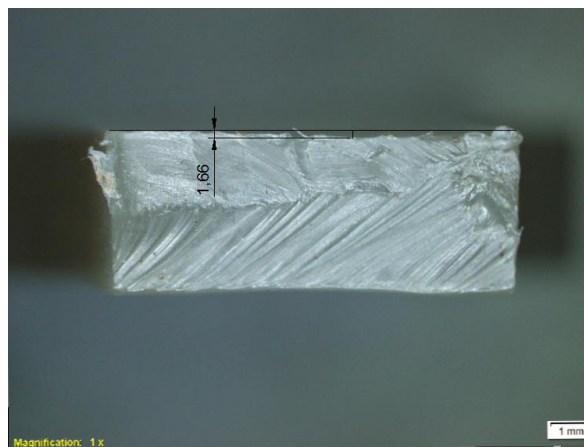
Dari pengukuran *sink mark* dengan metode grafis seperti yang terlihat pada gambar foto optik diatas didapatkan pengukuran sebesar 0,166 mm dengan perbandingan skala pembesaran 10 : 1x pembesaran pada foto optik, hasil pengukuran ini berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan *dial gauge* yaitu sebesar 0,136 mm. Dikarenakan pengukuran menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas *sink mark* yang terjadi pada produk plastik, pengukuran ini tidak terlalu signifikan perbedaannya.

4.4.3 Variasi Parameter Proses Minimal LDPE Recycled

Dari variasi parameter menggunakan DOE dengan 3 level perubahan 4 variasi untuk material LDPE *recycled* untuk mendapatkan produk yang paling optimal didapatkan pada percobaan ke 5 dengan nilai rata-rata *sink mark longitudinal, transversal, near gate, dan far gate* sebesar 0,12 mm, dengan DOE variasi parameter proses pada tabel diatas, didapatkan kombinasi yang paling tepat untuk membuat produk spesimen plastik dengan variasi parameter pada tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4.19 Variasi parameter proses *sink mark* paling minimal LDPE *recycled*

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	<i>Melt temperature</i> (°C)	<i>Injection pressure</i> (bar)	<i>Holding pressure</i> (bar)	<i>Cooling time</i> (detik)
5	150	125	90	15

Gambar 4.7 Foto optik makro LDPE *recycled* minimal

Dari pengukuran *sink mark* dengan metode grafis seperti yang terlihat pada gambar foto optik diatas didapatkan pengukuran sebesar 0,166 mm dengan perbandingan skala pembesaran 10 : 1x pembesaran pada foto optik, hasil pengukuran ini berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan *dial gauge* yaitu sebesar 0,12 mm. Dikarenakan pengukuran menggunakan metode grafis terdapat pembesaran untuk memperjelas *sink mark* yang terjadi pada produk plastik, pengukuran ini tidak terlalu signifikan perbedaannya.

4.4.4 Variasi Parameter Proses Maksimal LDPE *Recycled*

Sedangkan dari variasi parameter menggunakan DOE dengan 3 level perubahan dan 4 variasi untuk material LDPE *recycled* maksimal didapatkan pada percobaan ke 6 dengan nilai rata-rata *sink mark longitudinal*, *transversal*, *near gate*, dan *far gate* sebesar 0,145 mm, dengan DOE variasi parameter proses

pada tabel diatas, didapatkan kombinasi paling tidak direkomendasikan untuk membuat produk spesimen plastik dengan variasi parameter pada tabel 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4.20 Variasi parameter proses *sink mark* paling maksimal LDPE *recycled*

Faktor	Level parameter proses			
	A	B	C	D
Percobaan ke	<i>Melt temperature</i> (°C)	<i>Injection pressure</i> (bar)	<i>Holding pressure</i> (bar)	<i>Cooling time</i> (detik)
6	150	130	80	20



Gambar 4.8 Foto optik makro LDPE *recycled* maksimal

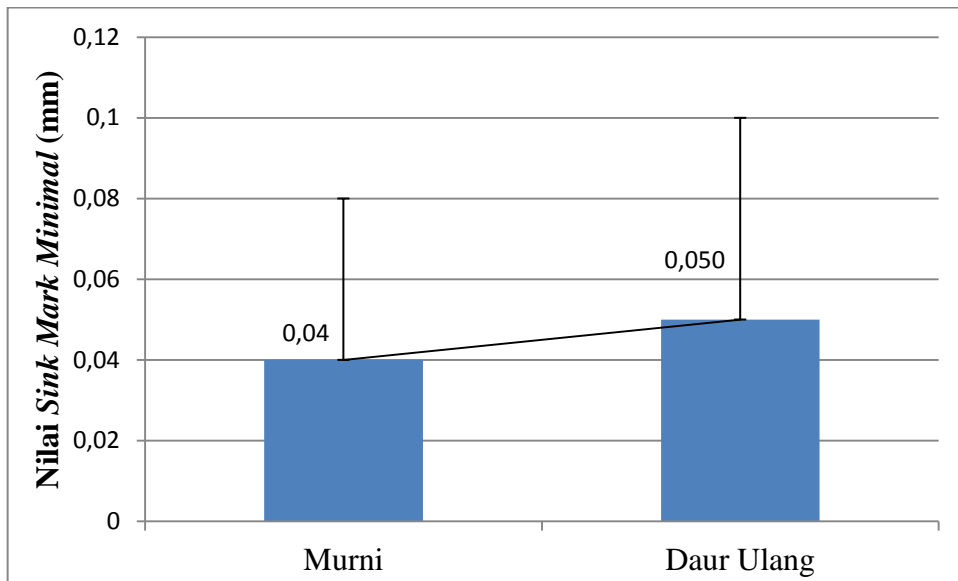
Dari pengukuran *sink mark* dengan metode grafis seperti yang terlihat pada gambar foto optik diatas didapatkan pengukuran sebesar 0,18 mm dengan perbandingan skala pembesaran 10 : 1x pembesaran pada foto optik, hasil pengukuran ini berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan *dial gauge* yaitu sebesar 0,145 mm. Dari pengukuran grafis, cacat *sink mark* yang terjadi pada produk plastik ini tidak terlalu signifikan perbedaannya.

4.5 Analisis Perbandingan

Pada produk plastik LDPE murni di percobaan ke 2 dengan nilai *sink mark* sebesar $0,09 \pm 0,04$ mm dan produk plastik LDPE daur ulang di percobaan ke 5 dengan nilai *sink mark* $0,12 \pm 0,05$ mm dengan *coefficient of variation* sebesar 42,79 % dan 43,97 % didapatkan produk plastil LDPE yang paling minimal dari segi cacat *sink mark*. Hasil ini menunjukkan bahwa bila menggunakan variasi parameter yang sama produk plastik LDPE daur ulang tidak bisa menyamai kualitasnya dengan produk plastik LDPE murni. Cekungan yang berada di permukaan produk plastik daur ulang lebih besar daripada murni dikarenakan pada penelitian (Bernadeth, 2010) yang meneliti tentang “Studi Perbandingan Sifat Mekanik *Polypropylene* Murni dan Daur Ulang “ didapatkan hasil uji tarik naterial PP daur ulang menunjukkan uji kuat tarik lebih rendah 22,1 % daripada PP murni, hal ini dapat diketahui bahwa material daur ulang telah mengalami penurunan kualitas daripada material murni. Sehingga produk plastik yang dihasilkan kualitasnya sudah menurun dan kualitas yang dihasilkan tidak akan sama seperti pada material plastik murni. Hasil nilai *sink mark* minimal dapat dilihat pada tabel 4.21 dan hasil perbandingan dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut :’

Tabel 4.21 *Sink mark* minimal LDPE murni dan daur ulang

<i>Sink mark</i> minimal LDPE murni	<i>Longitudinal</i> (mm)	<i>Transversal</i> (mm)	<i>Near gate</i> (mm)	<i>Far gate</i> (mm)	Rata-rata (mm)	Standar Deviasi (mm)	<i>Coefficient of Variation</i> (%)
	0,138	0,108	0,04	0,09	0,09	0,04	42,79
<i>Sink mark</i> maksimal LDPE <i>recycled</i>	<i>Longitudinal</i> (mm)	<i>Transversal</i> (mm)	<i>Near gate</i> (mm)	<i>Far gate</i> (mm)	Rata-rata (mm)	Standar Deviasi (mm)	<i>Coefficient of Variation</i> (%)
	0,158	0,141	0,04	0,13	0,12	0,05	43,97



Gambar 4.9 Diagram perbandingan *sink mark* minimal