DESAIN MODIFIKASI *SCREW EXTRUDER* UNTUK MENINGKATKAN *OUTFLOW* YANG OPTIMAL DAN MENINIMALKAN CACAT PRODUK PADA PLASTIK

Tatang Suryana
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
tatanksuryana01@gmail.com

ABSTRAK

Screw merupakan komponen utama dari sebuah mesin ekstrusi plastik yang berfungsi sebagai poros pendorong, dan pemotong, juga pengaduk plastik panas yang terdapat didalam *barrel*, masalah yang kerap dialami industri Plastik selama ini adalah banyaknya *rejeck* (produk apkir/produk cacat). Dari hasil penelitian diketahui penyebab masalah kegagalan produk adalah kurangnya masukkan bahan kedalam cetakan, dan perlu adanya perubahan desain pada screw, karena *screw* merupakan jantungnya dari mesin ekstruder. Modifikasi yang dilakukan pada *Screw* diantaranya (desain pengaduk, sirip penghalang, kedalaman Kanal, dan sudut *Helix*) dengan tujuan agar keluaran (*outflow*) meningkat, terlebih pada mesin yang sudah memiliki usia pakai lama yang sering mengalami cacat produk dengan rata – rata cacat yaitu bolong, sobek dan dimensi produk tidak sama/menyimpang. *Screw* hasil modifikasi ini telah dilakukan pengujian dipabrik dengan menggunakan material plastik jenis ABS dan PP, lalu dihasilkan prestasi bahwa pada *screw konvensional* dengan putaran 60 rpm didapat keluaran sebesar $151\text{x}10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$, dengan tekanan Maksimum sebesar 239,1MPa, dan Viskositas 98 Pa.s. Dan pada saat putaran dinaikkan menjadi 120 rpm didapatkan keluaran sebesar 302 x $10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ dengan tekanan maksimum sebesar 478,2 MPa, dan Viskositas 98 Pa.s. Pada *screw Modifikasi* dengan putaran 60 rpm didapatkan *outflow* (keluaran) sebesar 190 x $10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ dengan tekanan Maksimum sebesar 187,68MPa, dan Viskositas 98 Pa.s. Dan pada saat putaran 120 rpm dengan *screw* modifikasi didapatkan *outflow* (keluaran) sebesar 380 $\text{x}10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ dengan tekanan maksimum sebesar 375,36 MPa, dan Viskositas 98 Pa.s. Dari hasil pengamatan didapatkan perbandingan yang sangat signifikan diantara kedua sampel uji yaitu dengan menggunakan *screw modifikasi* dihasilkan *outflow* sekitar 27% lebih besar bila dibandingkan dengan menggunakan *screw* konvensional pada putaran yang sama.

Kata kunci: *Screw* modifikasi, Mesin *Extruder* plastik,*Outflow*, Polypropilene, ABS, Cacat produk.

ABSTRACT

Screw is the main component of a plastic extrusion machine. which functions as a driving shaft, cutter, and hot plastic stirrer contained in the barrel, the problem that is often experienced by the Plastic industry so far is the number of rejecks (reject products / defective products). From the results of the study it is known that the cause of the product failure problem is the lack of input material into the mold, and the need for design changes in the screw, because the screw is the heart of the extruder machine.Modifications made on Screw include (design of mixer, barrier fin, Channel depth, and Helix angle) with the aim that the output (outflow) increases, especially on machines that already have a long service life that often experience product defects with average defects that are holes , tear and product dimensions are not the same / deviate. Screw the results of this modification have been tested in the factory using ABS and Polypropylene type plastic material, and an achievement was obtained that on a conventional screw with 60 rpm rotation the outflow (output) was $151\text{x}10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ *with a maximum pressure of 239.1MPa, and*

Viscosity 98 Pa.s, And when the rotation is raised to 120 rpm the outflow is $302\text{x}10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ *with a maximum pressure of 478.2 MPa, and Viscosity 98 Pa.s, For screw modification with 60 rpm rotation, the outflow is 190.79*m^3/s *with a maximum pressure of 187.03 MPa, and Viscosity 98 Pa.s, And when the 120 rpm rotation with screw modification is obtained an outflow (output) of* $380\text{x}10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ *with a maximum pressure of 374.06 MPa, and Viscosity of 98 Pa.s.From the results of the observations it was found that a very significant comparison between the two test samples, namely, using screw modification produced an outflow of about 27% greater when compared to using a conventional screw in the same round.*

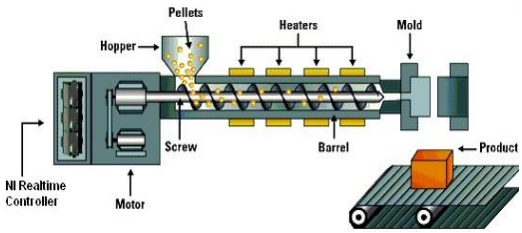
Keywords*: Screw modification, Plastic Extruder Machine, Outflow, Polypropilene,ABS, Product defects*

PENDAHULUAN

Screw merupakan komponen utama dari sebuah mesin ekstrusi plastik yang berfungsi sebagai pendorong pemotong, dan pengaduk plastik panas yang terdapat didalam *barrel*. Sedangkan *barrel* adalah selongsong yang merupakan ruang pemanas dimana *screw* berada didalamnya. *Barrel* berfungsi sebagai tempat proses *plastisisasi*[1]. Untuk menjamin kelangsungan proses, maka rasio diameter *screw* dan diameter *barrel* (*clearance*) dianjurkan sebesar 0.005 - 0.002 in (0,05 mm)[2]. besar diameter *screw* mempengaruhi laju aliran plastik dalam barrel. Pemilihan diameter dan panjang *screw* didasarkan pada rasio perbandingan (L/D) Sedangkan Groover[3] menyatakan bahwa secara tipikal, diameter dalam *barrel* berkisar dari 1-6 in (25 mm-150 mm). Panjang *barrel* relatif terhadap diameter biasanya rasio banding antara 10 mm-30 mm. Pada proses ekstrusi bentuk produk dengan dimensi toleransi yang akurat tidak mudah didapat, karena terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi. Faktor-faktor tersebut antara lain, yaitu: kecepatan putaran *screw*, besarnya tekanan dan temperatur yang digunakan, serta desain *screw*[4] masalah yang kerap dialami industri Plastik selama ini adalah banyaknya rejekan (produk apkir, produk cacat) seperti: bolong-bolong, permukaan produk tidak rata, warna tidak homogen, dan dimensi produk tidak sesuai dengan harapan meskipun parameter setting mesin sudah optimal[5]. Dari hasil penelitian diketahui penyebab kegagalan produk diatas adalah volume keluaran yang tidak sesuai dengan desain produk pada *Dies*, sehingga perlu adanya perubahan yaitu modifikasi pada *screw* dengan tanpa merubah dimensi *barrel* agar tidak perlu keluar biaya besar tetapi mampu menghasilkan *outflow* yang maksimal (memenuhi kebutuhan desain produk didalam *dies*).

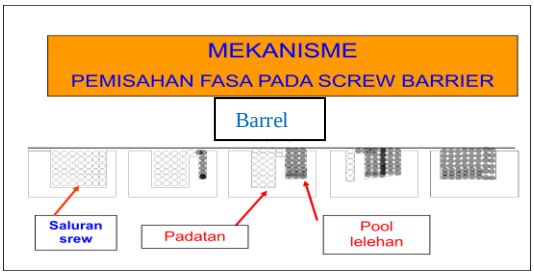
Tujuan danTarget yang diharapkan dari modifikasi *screw* ini adalah mendapatkan kualitas *outflow* yang optimal dan dapat meminimalkan cacat/kegagalan produk tanpa harus merubah panjang dan diameter *screw* itu sendiri. Karena apabila melakukan perubahan pada diameter ataupun panjang dari *screw*, maka itu berarti *barrel* pun mesti dirubah dan ini akan mengeluarkan biaya yang besar dan ini juga akan memerlukan waktu yang lama, dan tentu saja sangat merugikan bagi perusahaan. Beberapa parameter yang akan di ubah pada penelitian ini diantaranya: pertama, *Pitch angle* (sudut kemiringan *flight*) yang bertujuan agar laju aliran lebih cepat, perubahan yang kedua adalah penambahan *Mixing* yang berfungsi sebagai pengaduk pada saat material plastik telah menjadi *Melting* (Lelehan) ini berfungsi agar *melting* menjadi lebih homogen dalam pencampurannya, perubahan yang ketiga adalah pada *Depth of Channel* (kedalaman kanal) ini bertujuan agar *screw* dapat membawa Material plastik sejak zona *feeding* hingga zona *Melting* dengan volume yang lebih banyak agar supply ke *Dies* tercukupi sehingga bentuk produk akan sempurna.

Proses ekstrusi termoplastik memiliki prinsip hampir sama dengan logam, hanya saja ekstrusi polimer tidak lagi menggunakan ram seperti halnya pada logam, tetapi menggunakan sebuah *screw.* Pada ekstrusi polimer[1] bahan baku yang digunakan dalam proses ekstrusi termoplastik ini juga berbeda dengan ekstrusi bahan logam. Jika pada ekstrusi logam bahan baku yang dimasukkan dalam bentuk batangan, ataupun lembaran.
Pada ekstrusi polimer bahan baku yang digunakan adalah dalam bentuk bijih plastik (pellet) [10]



Gambar 1. Proses ekstrusi pada mesin *Extruder.*

Perubahan dari parameter bentuk desain pada *screw* akan sangat berpengaruh terhadap kualitas keluaran. Ada beberapa pertimbangan dalam mendesign sebuah *screw* untuk jenis material tertentu, yang paling penting adalah ***Depth of Chanel*** (kedalaman kanal). Meskipun *screw* itu mempunyai fungsi sama secara umum, alangkah baiknya merancang disesuaikan dengan tipe material yang dipakai untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Diameter *screw* bervariasi antara 15 mm - 200 mm. L/D rasio bervariasi antara 18 – 33 untuk single *screw*, dan 16 – 18 untuk *double/twin screw*. *Compresion* rasio bervariasi antara 1.5 – 2.2 : 1 baik untuk *screw single* maupun twin[14]. Pada screw ulir ganda/barrier pencampuran melting akan lebih bagus bila dibandingkan dengan screw yang memiliki ulir tunggal dikarenakan ulir ganda dapat memisahkan bentuk material plastic antara yang telah menjadi lelehan dengan yang masih granule/bijih.

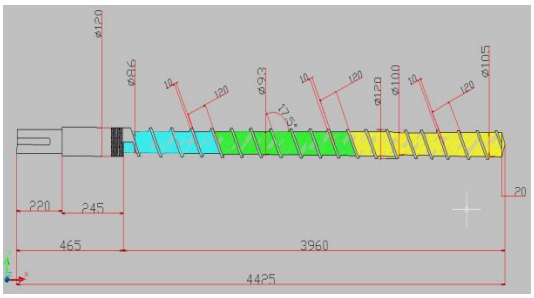


Gambar 2. Mekanisme yang terjadi pada *screw* berulir ganda (*Barrier*)

Pada gambar 2. adalah merupakan mekanisme perubahan fasa/bentuk material plastik dari *granule* (padatan) pada kanal sirip tunggal menuju sirip ganda (*barrier*), dimana bentuk material plastik akan memisahkan diri antara yang masih padat menjadi cair hingga bertemu kembali pada sirip tunggal setelah semua material plastik menjadi *melting* (lelehan).

METODE PENELITIAN

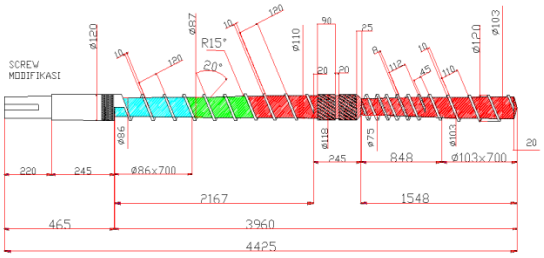
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, ekperimen ini dilakukan secara terus-menerus. Dimana desain *screw* mempengaruhi kualitas & dimensi produk yang dibuat.



Gambar 3. Sketsa *Screw* Konvensional

Padagambar 3.1. (screw konvensional) warna cian merupakan zona pemasukan, pada zona ini material plastik masih berbentuk pellet/bijih, kemudian pada warna hijau adalah Zona transisi yaitu material plastik berubah menjadi aron (peralihan dari pellet ke cair) sedangkan pada warna kuning merupakan Zona Melting dimana pada zona ini semua material plastik telah mencair yang kemudian masuk pada dies (cetakan)

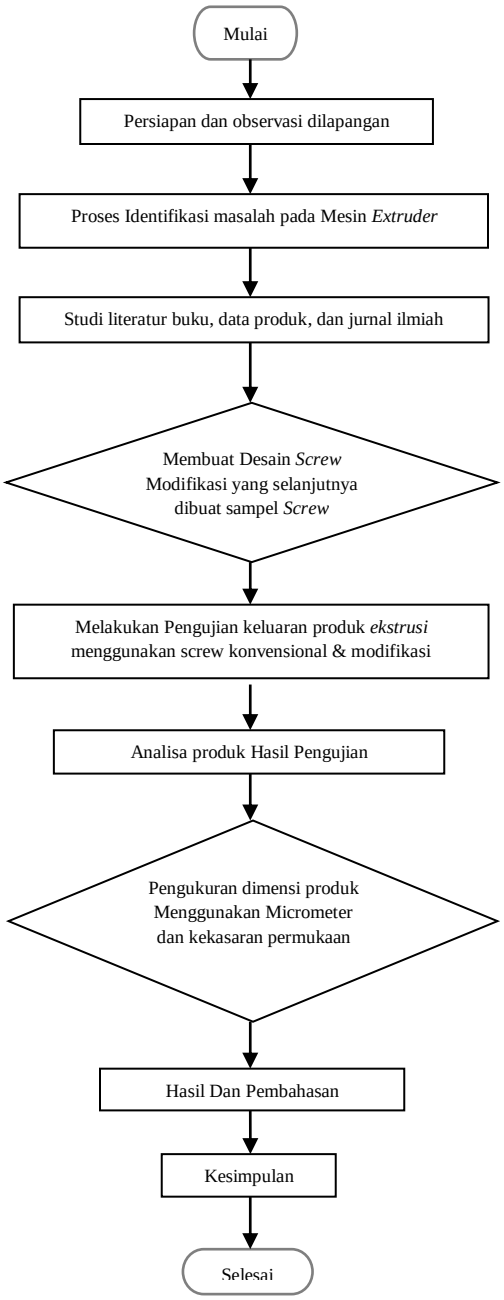
Gambar Teknik *Screw* Modifikasi



Gambar 4. Sketsa *Screw* Hasil Modifikasi

Keterangan:
1.Sirip/*flight Barrier* (lebar sirip 8 mm, jarak *pitch* 120 mm) adalah sirip penghalang yang berfungsi sebagai pemisah antara material plastik yang telah mencair dan yang masih granule/pellet.
2.Sirip utama (lebar sirip 10 mm, jarak *pitch* 120 mm) merupakan sirip/*flight* yang berfungsi membawa material plastik dalam bentuk *granule/pellet.*
3.Kanal utama (*cian colour*) adalah kanal pembawa bijih plastik/*pellet* yang masih *granule*
4.Kanal *Barrier* (*Magenta colour*) merupakan kanal proses pemisahan material plastik antara yang telah menjadi *Melting*/lelehan dengan yang masih bijih
5.Kanal warna hijau merupakan Zona Transisi yang merupakan dimulainya proses pencairan material plastik.
6.Sudut sirip *(flight)* 20˚ adalah hasil modifikasi dari 17,5˚ tujuannya adalah agar material plastik lebih cepat mengalir.
7.*Mixing*/Pengaduk diberikan agar material plastik yang telah menjadi cair tercampur sempurna/Homogen
8.Adanya penambahan kedalaman kanal dari 7,5mm menjadi 8,5mm bertujuan agar material yang mengalir lebih banyak volumenya.
9.Kanal warna merah adalah bentuk dan warna cairan plastik yang telah tercampur dengan sempurna untuk selanjutnya mengalir kedalam cetakan (Dies) dan siap untuk dijadikan produk.

Diagram Alir Penelitian.



Gambar 5.Flowchart Penelitian

Diagram alir penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan serta observasi lapangan, dilanjutkan dengan proses identifikasi masalah dilapangan. Setelah itu dilanjutkan dengan mencari data-data studi literatur, setelah semua data studi literatur didapatkan dilanjutkan dengan membuat desain Screw modifikasi yang selanjutnya dibuatkan sampel.

Langkah berikutnya adalah melakukan uji ekstrusi pada mesin *Extruder* dengan menggunakan *screw* konvensional & Modifikasi. Setelah itu dianalisa *outflow*nya, kemudian dilanjutkan pengujian pembuatan Produk. lalu menganalisa hasilnya, secara visual dan dimensi maupun uji kekasaran, setelah menganalisa data-data diperoleh hasil yang baik. Maka dari hasil analisa data-data tersebut dapat diambil kesimpulan dari keseluruhan dan proses dinyatakan selesai.

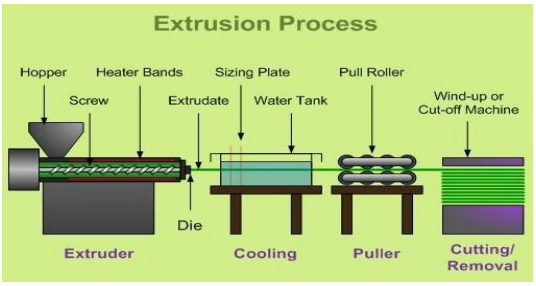
1. **Metode Penelitian.**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, ekperimen ini dilakukan secara terus-menerus. Dimana Desain, dan dimensi *screw* sangat mempengaruhi kualitas *Melting* yang sangat menentukan terhadap kualitas baik atau buruknya produk akhir.

Teknik Pengumpulan Data dan Pengolahan

Pengambilan data diperoleh dengan simulasi di lapangan, dimana pada inspeksi awal dilakukan proses ekstrusi selama 10 menit untuk mengetahui kestabilan proses pada saat awal proses. Setelah proses produksi berjalan normal lalu dilakukan pengambilan contoh produk setiap 3 jam sekali atau sehari dilakukan selama 6 kali.

3.6. Mesin *Extruder* Uji beserta komponen dan Proses Ekstrusi



Gambar 6. Proses Ekstrusi

Pada proses ini bijih/pellet Plastik dimasukkan kedalam Hopper yang kemudian dibawa oleh screw didalam barrel yang telah diselimuti Heater menuju Dies/cetakan.Produk hasil ekstrusi yang keluar selanjutnya melewati cooling (proses pendinginan) bias dengan air ataupun udara yang ditiupkan oleh blower. Setelah mengalami pendinginan lalu produk akan mengalami proses pengerolan hingga akhirnya masuk ke Proses pemotongan sesuai yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin uji yang digunakan pada penelitian adalah mesin *Extruder single screw* dengan perbandingan L/D 33:1 yang memiliki diameter 120 mm dan panjang 3960 mm, Parameter yang diubah diantaranya adalah:

Pitch Angle (sudut kemiringan *pitch* atau *flight*), sudut kemiringan standar biasanya berkisar antara 15^0 hingga $17{,}5^0$[5] dan pada bagian ini sudut tersebut diubah menjadi $20,^0$ ini bertujuan agar aliran material plastik lebih cepat mengalir pergerakannya didalam hingga keluar dari *barrel*.

Mixing (pengaduk),penambahan *mixing* pada *screw* bertujuan agar material plastik yang telah menjadi lelehan tercampur homogen.

Depth of channel (kedalaman kanal), perlunya penambahan kedalaman pada kanal bertujuan agar material plastik yang dibawa *screw* lebih banyak sehingga akan meningkatkan *outflow* yang optimal.

***Barrier* (*double flight*)** adalah desain *screw* yang memiliki *flight*/sirip penghalang, bentuk desain ini bertujuan agar material plastik yang masih granule dan lelehan dapat terpisah sebelum bersatu kembali ketika telah menjadi melting keseluruhan.

Tabel 1. Segi Kuantitatif dari *Screw Barrier*/penghalang

Faktor	Perubahan	Pengaruh *Outflow*
Kecepatan *Screw* (N)	Naik	naik
Kedalaman Sirip (h)	Naik	naik
Tekanan (P)	Turun	naik
Panjang *Metering* (L)	Naik	naik
Viscositas (μ)	Naik	naik

Tabel 2. Perbandingan *Screw* Modifikasi vs *screw* standar/konvensional.

SCREW MODIFIKASI VS *SCREW* KONVENSIONAL			
No	item	*Screw barrier*	*Screw* konvensional
1.	Pada kecepatan putaran *screw* tinggi (residen time pendek)	Kualitas lelehan baik (Homogen)	Kualitas lelehan buruk (tidak Homogen)
2.		*Output* stabil	*Output* tidak stabil
3.	Desain	Sulit	Mudah
4.	Harga	Mahal	Murah

Rumus – rumus yang digunakan dalam mperhitungan *Extruder* dalam penelitian ini adalah:

1. Debit aliran volume

Q_d = $0{,}5\pi^2 D^2 N d_c sinAcosA$

Dimana,
Q_d = Debit alir volume (m^3/s)
D = Diameter luar Screw (m), (mm)
N = Rotasi per menit (Rpm), (Put/s)
d_c = Dalam kanal (m), (mm)
sinAcosA= Sudut kemiringan sirip (˚)

2. Tekanan maksimum

$$P_{max} = \frac{6\pi DNL\eta cotA}{{d_c}^2}$$

Dimana,
P_{max} = Tekanan Maksimum (MPa), Pa
D = Diameter luar Screw (m), (mm)
N = Rotasi per menit (Rpm), (Put/s)
L = Panjang metering (m), (mm)
η = Viskositas (Pa.s)
d_c = Dalam kanal (m), (mm)
cotA = Sudut kemiringan sirip (˚)

3. Debit aliran bertekanan balik

$$Q_b = \frac{p\pi D{d_c}^3 \sin^2 A}{12\eta L}$$

Dimana,
Q_b = Debit Aliran balik (m^3/s)
P = Tekanan (MPa), (Pa)
D = Diameter luar Screw (m), (mm)
d_c = Dalam kanal (m), (mm)
η = Viskositas (Pa.s)
L = Panjang metering (m), (mm)
Sin A = Sudut kemiringan sirip (˚)

4. *Outflow* efektif

$Q_x = Q_d - Q_b$

Dimana,
Q_x = Debit Aliran Efektif (m^3/s)
Q_d = Debit alir lelehan Plastik (m^3/s)
Q_b = Debit Aliran balik (m^3/s)

Tabel 3. Hasil perhitungan pada putaran 60 rpm

No.		*Screw* konvensional	*Screw* Modifikasi
1.	Q_d	*0,000151* m^3/s	*0,000190* m^3/s
2.	Viskositas	*98 Pa.s*	*98 Pa.s*
3.	Q_b	*4,15x*$10^{-9} m^3/s$	*5,79* 10^{-9} m^3/s
4.	Q_x	*0,000150* m^3/s	*0,000189* m^3/s
5.	p_{max}	*239,10 MPa*	*187,68 MPa*

Untuk hasil perhitungan *outflow* dengan kecepatan putaran 120 rpm dengan menggunakan *screw* konvensional dan *screw* modifikasi didapatkan hasil yang tertera pada tabel dibawah ini,

Tabel 4. Hasil perhitungan pada Putaran 120 rpm

No.		Standar/konvensional	Modifikasi
1.	Q_d	*0,000302* m^3/s	*0,000380* m^3/s
2.	Viskositas	*98 PaS*	*98 Pa S*
3.	Q_b	$8{,}3x\ 10^{-9}\ m^3/s$	$1{,}15x\ 10^{-8}\ m^3/s$
4.	Q_x	*0,000301* m^3/s	*0,000379* m^3/s
5.	p_{max}	*478,2 MPa*	*375,36 MPa*

Dari hasil pengujian menggunakan *Screw* standar dengan variasi putaran 60 rpm dan 120 rpm dihasilkan karakteristik sebagai berikut :

a. Pada Putaran 60 rpm dengan *screw* standar/konvensional

penampang produk diperlihatkan pada gambar dibawah ini,

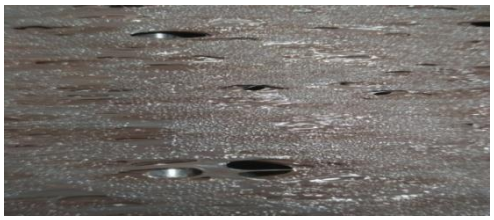


Gambar 7. Produk *Sheet* (Lembaran menggunakan *screw* standar) Pada kecepatan putaran 60 rpm.

Bentuk produk yang dihasilkan pada putaran 60 rpm Memiliki bentuk yang kasar dan berlobang.

b. Putaran 120 rpm dengan *screw* konvensional

Pada putaran 120 rpm (2 putaran perdetik) didapatkan produk *Sheet* dengan bentuk penampang yang cacat dan berlobang diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



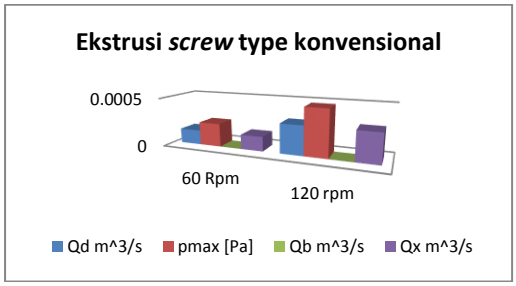
Gambar 8. Produk *Shee*t (Lembaran menggunakan *screw* konvensional) Pada kecepatan putaran 120 rpm

c. Putaran 60 rpm dan 120 rpm dengan menggunakan *Screw modifikasi*

Bentuk produk *Sheet* (lembaran yang sempurna) tampak pada gambar dibawah ini

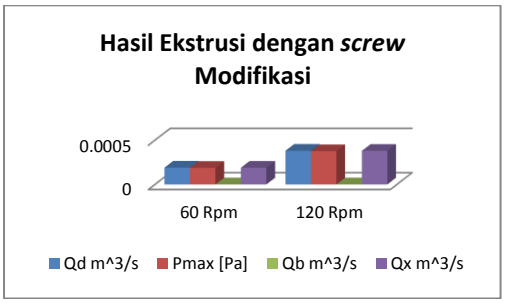


Gambar 9.Produk *sheets* hasil dari *screw* modifikasi



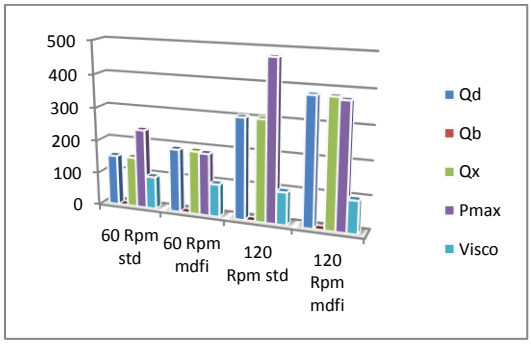
Grafik 10 Perbandingan kecepatan putaran *screw* konvensional terhadap *outflow*

Dari grafik 4.1. menyatakan bahwa semakin besar tekanan (P_{max}) maka, semakin sedikit laju/debit material yang kembali.



Grafik 11 Pengaruh tekanan (P_{max}) terhadap keluaran *screw* modifikasi

Tekanan maksimal (P_{max}) sangat berperan penting terhadap dorongan Material plastik sehingga menghasilkan keluaran yang maksimal, semakin kecil Tekanan, maka semakin besar Volume alir yang didorong masuk ke *dies*. Dan ini tentu saja secara langsung menyebabkan volume keluaran semakin besar.



Grafik 12 Perbandingan Nilai Viskositas terhadap Tekanan, Laju alir, dan Laju balik.

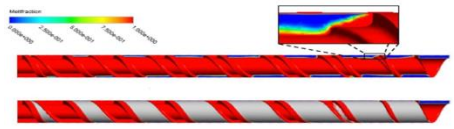
Dimana:

- Warna biru tua = Qd (Laju alir sebelum mengalami hambatan)
- Warna merah = (Qb) Laju tekanan balik
- Warna hijau adalah *outflow* efektif (Qx) setelah mengalami hambatan
- Warna biru muda merupakan nilai Viskositas
- Pada putaran 60 Rpm dan 120 Rpm *screw* konvensional/standar (warna ungu) adalah Tekanan maksimum (Pmax) begitu besar bila dibandingkan dengan *screw* modifikasi, ini menyebabkan *outflow* kurang efektif. Sebaliknya pada *screw* modifikasi Tekanan maksimum mengalami penurunan sehingga Qd & Qx menjadi jauh lebih besar.

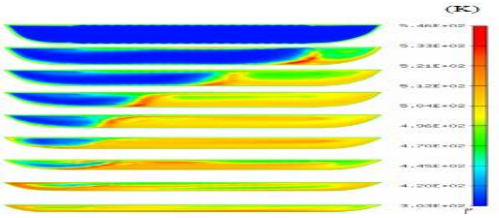
V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa:

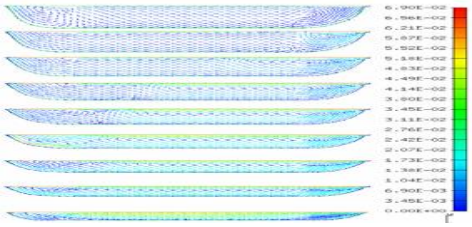
1. Mesin uji yang digunakan dipenelitian adalah mesin *extruder single screw* dengan perbandingan L/D adalah 33 : 1 yang memiliki diameter 120 mm dan panjang 3960 mm.
2. Dari hasil penelitian didapatkan peningkatan *outflow* yang signifikan dengan menggunakan *screw* modifikasi dibandingkan dengan menggunakan *screw* standar (konvensional) . Hasil dari perhitungan dengan kecepatan putaran *screw* 60 Rpm (1 Putaran/sekon) tertera pada (Tabel 4.3), dan pada saat putaran dinaikkan pada 120 Rpm (2 putaran/sekon) *outflow* semakin meningkat, tampak pada grafik 4.1, - 4.3, Sementara itu tekanan semakin menurun tertera pada (Tabel 4.4), hal ini tentu saja dikarenakan adanya penambahan kedalaman kanal dan perubahan sudut helix(*A*) yang mengakibatkan distribusi *cross channel* (perpindahan aliran material) semakin cepat. Bentuk produk dari mesin *extruder* yang menggunakan *screw* konvensional/standar kualitasnya sudah kurang baik/sudah mengalami kegagalan produk yang tertera pada gambar 4.1 (putaran 60 Rpm) dan 4.2 (pada putaran 120 Rpm)
3. Pada saat menggunakan *Screw* modifikasi dihasilkan *outflow* yang optimal juga kualitas campuran yang homogen sehingga berpengaruh besar pada kualitas produk yang dibuat tertera pada gambar 4.3. ini tentu saja dipengaruhi oleh perubahan desain pengaduk (*mixing*) dan sirip *Barrier* (sirip penghalang) dibawah ini merupakan Proses *Melting*/peleburan pada kanal dan sirip *Barrier*/sirip ganda

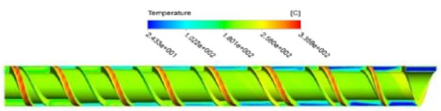


4. Pada gambar simulasi *analysis* program *autodesk inventor* maupun *ansys* R16 menunjukkan bahwa distribusi suhu proses ekstrusi ditunjukkan pada gambar berikut.



Lalu pada kecepatan distribusi *cross-channel* bagian peleburan yang perlahan menurunkan temperature agar *melting* stabil. Pada warna hijau dan merah pada gambar berikut,





merupakan simulasi proses distribusi temperature dan proses *melting* pada kanal barrier, tampak sekali fasa perubahan material plastik yang mengalami perubahan bentuk.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Lai, E., Yu, D.: Modeling of the plasticating process in a single-screw extruder: A fast-track approach. Polymer Engineering & Science CrossRef. Meneliti tentang permodelan proses pengecoran plastik menggunakan single screw ekstruder. 40 (5), 1074–1084 (2000)

[2] Fundamentals of Modern Manufacturing–Materials,Processes, and Systems, Second Edition, Mikel P. Groover, John Wiley & Sons, 2002.

[3] ManufacturingProcesses Engineering Materials, Fourth Edition, Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid, Prentice Hall, New Jersey, 2003.

[4] Al-Rozuq, Al-Robaidi, Rasid, R., Wood, A.: Effect of process variables on melt temperature profiles in extrusion process using single screw plastics extruder. Plastics, Rubber and Composites 32(5), 187–192 (2003)

[5] Michaeli,w.,imhoff, a.friction in the feed section of single *screw* extruders dependent on pellet shape, fillers and additives, *journal of applied polymer engineering, vol. 24, no. 5, 2004*

[6] Indra.,m, analisis temperatur *melting* polypropylene dan ABS terhadap perubahan bentuk produk dengan menggunakan desain extrusi *single screw, prosiding research grant tpsdp batch iii.* Jakarta 2005 .

[7] Sheros Khan, Salami Femi Abdulazeez, Lawal Wahab Adetunji, AHM Zahir Alam, Kelly, A., Brown, E., Coates, P.: The effect of screw geometry on melt temperature profile in single screw extrusion. Polymer Engineering & Science 46 (12), 1706–1714 (2006)

[8] Oke S.A, Johnson A.O, Charles-Owaba O.E, Oyawale F.A, Popoola I.O. Pendekatan linguistik dalam mengoptimalkan kecepatan aliran plastik proses extruder. International Journal of Science &Technology 115-123 ;1 (2): 2006

[9] Mahadi:Teknik Pembuatan Lembar Polimer Pada Proses Ekstrusi, 2007

[10] Sutiah,dkk., Pengukuran viskositas menggunakan Viskometer Oswald, dan Viskositas dihitung sesuai persamaan Poisulle 2008

[11] Cirak dan Kozan Penerapan metode permukaan respon desain optimal dari profil temperatur dinding pada sistem ekstrusi menggunakan metode JST. International Journal of Material 3 (1): 47-58; 2010.

[12] Seema, Pooja Khatri dan Jatin Garg, "Proporsional Integral Derivative kontroler Tuning Of system Temperature Control", International jurnal elektronik, Informasi dan sistem, Vol.12, No.2, pp.37-42, 2010.

[13] Huang dan Liao, Mamalis A.G, Vortselas A.K, Kouzilos G. Optimasi parameter pengolahan tabung-ekstrusi polimer . Journal of AppliedPolymer Sains 126 (1): 186-193.2012

[14] S. Ravi dan P. A.Balakrishnan, "Stabil Self Tuning pengontrol suhu Fuzzy untuk sistem extruder plastik", International jurnal informasi yang inovatif komputasi dan kontrol, vol.8, no11, pp.7761-7779, 2012.

[15] Narasimha dan Rejkumar. Melakukan pendekatan sistematis mengenai Parameter proses ekstrusi sebagai akar penyebab utama dari cacat produk. Internasional Jurnal Inovatif Research & Development 1337-1351.2(5); 2013

[16] Geo Raju, Mohan Lal Sharma, Makkhan Lal Meena, International Journal of Advanced Teknik Mesin.ISSN 2250-3234 Volume 4, Nomor 6, hlm. 583-588, (2014)

[17] Prabhat Kumar Mahto dan Rajendra Mur, "Suhu kontrol dari proses ekstrusi plastik", Internasional jurnal penelitian inovatif dalam rekayasa ilmu pengetahuan dan teknologi 2015.

[18] Jurnal Plastik Teknologi Karrenberg, Neubrech, simulasi Wortberg CFD untuk extruder beralur. 12 ; 3215, (2016