

PENENTUAN PARAMETER SETTING MESIN BLOW MOULDING UNTUK PEMBUATAN TANK RESERVOIR SEPEDA MOTOR

¹Indra Widarmadi, ²Arjul Salman

¹Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
iwidarmadi@yahoo.com

²Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
arjulsalman0710@gmail.com

Abstrak

Penentuan *Parameter Setting* mesin *Blow Moulding* untuk pembuatan *Tank Reservoir* merupakan aspek penting dalam menghasilkan produk yang berkualitas dan efisien. *Blow Moulding* adalah proses pembentukan plastik di mana bahan plastik yang telah dipanaskan dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dibentuk sesuai desain. Dalam penelitian dilakukan studi untuk menentukan *parameter* yang optimal pada mesin *Blow Moulding*, seperti suhu, tekanan, waktu pendinginan, dan, kecepatan aliran untuk memastikan kualitas dan kekuatan produk akhir, yaitu *Tank Reservoir*. *Parameter Setting* yang tepat sangat mempengaruhi sifat mekanik, ketebalan dinding, serta konsistensi dimensi *Tank Reservoir* yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan variasi pada *parameter* mesin untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap hasil produk. Hasil penelitian menentukan bahwa suhu pemanasan dan tekanan udara memiliki pengaruh signifikan ketebalan dinding dan kekuatan produk. Selain itu, waktu pendinginan dan kecepatan aliran juga memainkan peran dalam meminimalkan cacat produksi dan meningkatkan efisiensi produksi. Kesimpulan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi *parameter setting* yang optimal pada mesin *Blow Moulding* untuk pembuatan *Tank Reservoir* dan dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas produk pada industri manufaktur plastik.

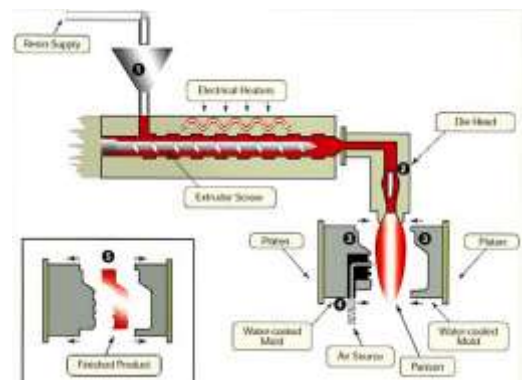
Kata kunci : *Blow Moulding*, *Parameter Setting*, *Tank Reservoir*, Kualitas

1. PENDAHULUAN

Salah satu produk yang banyak diproduksi dengan menggunakan plastik adalah komponen sepeda motor, seperti *body* depan, *body* kanan, dan *body* kiri dan masih banyak lagi komponen lainnya. Pada penelitian ini *tank reservoir* atau tempat cadangan air radiator menjadi objek penelitian untuk mendapatkan hasil produksi yang ideal dengan menentukan *parameter setting* yang tepat pada mesin *blow moulding* yang akan digunakan. *Parameter setting* yang akan diteliti adalah *Heating Temperature*, *Air Pressure*, *Cooling Time*, dan Kecepatan laju aliran. Parameter inilah yang menjadi kunci untuk menghasilkan produk berkualitas baik dan memenuhi persyaratan standar yang diinginkan oleh pelanggan.

Mesin *Blow Moulding* adalah teknologi manufaktur yang digunakan untuk memproduksi produk plastik berongga, seperti botol, wadah, dan tanki. Proses ini melibatkan pemanasan plastik hingga meleleh, kemudian meniupnya ke dalam cetakan untuk membentuk produk akhir. Dimulai dari proses pengembangan

material plastik menjadi bentuk berongga (*hollow*) atau mengikuti arah parison di bawah suhu tinggi dimana material leleh berada di dalam cetakan tertutup. Pada akhir proses, dengan bantuan fluida tekanan gas, profil material plastik akan terbentuk sesuai dengan bentuk cetakan, dengan ketebalan dinding yang sama, dan fokus utama akan berada di bagian luar dari komponen [1-6].



Gambar 1. Proses *Extrusion Blow Mold*
(Sumber: Alok Pathak, B. *Molding Process*,1930)

Keterangan gambar cara kerja proses *Extrusion Blow Mold*: [7]

1. Proses ini melibatkan ekstrusi suatu parison dengan panjang yang telah ditentukan yang ditahan oleh cetakan terpisah pada bagian ujungnya.
2. Parison disegel pada satu ujung sedangkan ujung lainnya dipasang ke pasokan udara (*blow pin*).
3. Udara bertekanan dari *blow pin* dimasukkan yang mengembangkan parison. Cetakan biasanya yang mendinginkan plastik cair mengembang saat bertemu dengan permukaan *cavity*.
4. Ketika dimensi produk stabil, cetakan dibuka untuk mengeluarkan produk.

Komponen Cetakan

Bagian cetakan terdiri dari beberapa komponen utama. *Cavity* adalah bagian mold yang memiliki bentuk produk akhir yang dimana plastik cair yang disuntikkan akan mengisi *cavity* ini, membentuk produk. *Core* adalah bagian dari *mold* yang menciptakan sisi dalam atau fitur internal dari produk. Untuk produk dengan rongga atau saluran *internal*. *Gate* adalah area tempat material meleleh masuk ke dalam *mold* dari mesin *blow*. *Gate* harus dirancang dengan hati-hati untuk memastikan distribusi material yang merata. *Ejector Pin* berfungsi untuk mendorong produk keluar dari *mold* dengan cara yang efisien dan tanpa merusak produk. *Cooling System* adalah sistem pendinginan (biasanya melalui saluran air) untuk proses pendinginan dan pemadatan plastik yang dilelehkan [8].



Gambar 2. *Single Cavity Mold*
(Sumber : PT. Lima Putra Contrindo, 2005)

Jenis Cacat

Dalam proses *blow moulding*, terdapat berbagai jenis cacat produk yang dapat memengaruhi kualitas dan fungsionalitas barang yang dihasilkan [9]. Berikut adalah beberapa jenis cacat yang umum terjadi beserta penyebabnya:

a. *Die Lines* adalah cacat berupa garis atau belang pada permukaan produk. Penyebabnya antara lain, kontaminasi material, pengaturan suhu yang tidak tepat, atau masalah pada penggumpalan material.

b. *Indented Parting Line* adalah titik-titik hitam pada permukaan produk yang disebabkan oleh kontaminasi material, degradasi material akibat suhu tinggi, atau partikel asing masuk ke dalam material.

c. *Bottle Blow-outs* adalah cacat di mana aliran material tidak merata pada saluran runner, menyebabkan distribusi material yang tidak konsisten. Hal ini dapat disebabkan oleh desain saluran runner yang tidak optimal atau pengaturan mesin yang kurang tepat.

d. *Bottle Volume* adalah terjadi lipatan pada bagian leher produk sehingga berat produk salah yang dapat disebabkan oleh pengaturan tekanan atau suhu yang tidak tepat selama proses *blow moulding*.

e. *Tepos (Webbing)* adalah lapisan tipis yang terbentuk pada area tertentu produk akibat distribusi material yang tidak merata. Penyebabnya antara lain pengaturan mesin yang tidak tepat atau desain cetakan yang kurang baik.

f. *Short Shot* adalah dimana material tidak sepenuhnya masuk memenuhi *cavity* atau ruangan *mold*. Biasanya terjadi karena suhu dibawah rata-rata menyebabkan material tidak meleleh sempurna, dan terjadi karena kecepatan aliran yang tidak sesuai.

g. *Long Shot* adalah terjadi karena suhu pemanasan terlalu tinggi, sehingga menyebabkan *RPM melt pressure* terlalu cepat memenuhi *cavity* sebelum *mold* tertutup.

h. *Folding Neck* adalah lipatan pada leher botol (*neck*) yang dapat disebabkan oleh pengaturan *RPM extruder* yang terlalu rendah, tekanan tiup yang terlalu tinggi, atau gaya *clamping* yang terlalu rendah.



Gambar 3. Contoh Cacat Produk *Short Shot*
Sumber : Penelitian Mandiri

Material dan Bahan

High-Density Polyethylene (HDPE) adalah jenis plastik termoplastik yang memiliki berbagai sifat unggul, menjadikannya pilihan material yang populer dalam berbagai aplikasi. Memiliki struktur linier dengan sedikit cabang, menghasilkan kepadatan tinggi ($0.94 - 0.97 \text{ g/cm}^3$) [10-13]. Berikut adalah beberapa sifat utama HDPE [14]:

1. Kekuatan dan Kekakuan: HDPE memiliki rasio kekuatan terhadap densitas yang tinggi, dengan tegangan tarik mencapai sekitar 40 MPa.
2. Ketahanan Kimia: Material ini tahan terhadap banyak bahan kimia, termasuk asam, alkali, dan garam. HDPE juga tidak larut dalam pelarut organik, menjadikannya ideal untuk wadah penyimpanan bahan kimia.
3. Ketahanan terhadap Korosi dan Mikroorganisme: HDPE tahan terhadap korosi oleh oksidan kuat dan tidak menyerap air atau kelembaban. Selain itu, material ini tahan terhadap jamur, lumut, dan pembusukan, menjadikannya cocok untuk aplikasi pipa bawah tanah.
4. Ringan dan Tahan Lama: Meskipun ringan, HDPE sangat tahan lama dan dapat menahan beban tanpa deformasi.
5. Keterbentukan dan Kemudahan Fabrikasi: HDPE mudah dibentuk dan difabrikasi.
6. Transparansi dan Estetika: Material ini sedikit buram dan transparan, memberikan tampilan estetis pada produk jadi.

High-Density Polyethylene (HDPE) memiliki sifat termal yang signifikan, menjadikannya material yang andal dalam berbagai aplikasi. Berikut adalah beberapa sifat termal utama HDPE [15-18]:

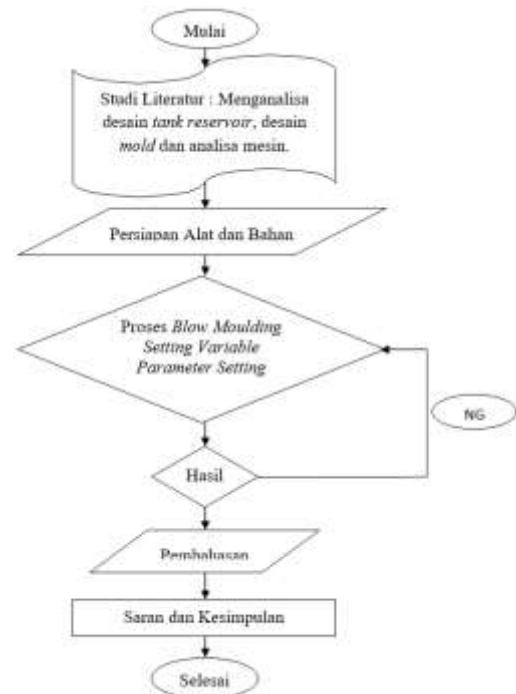
1. Titik Leleh: HDPE memiliki titik leleh sekitar 130°C .

2. Titik Kristalisasi: Temperatur kristalisasi HDPE berada pada sekitar 120°C dan *representative* sekitar 95 %.
3. Konduktivitas Termal: HDPE memiliki konduktivitas termal sebesar $0,52 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$, menunjukkan bahwa material ini bukan konduktor panas yang baik.
4. Kapasitas Kalor Spesifik: Kapasitas kalor spesifik HDPE berkisar $1.110 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, tergantung pada kondisi dan struktur material.
5. Ekspansi Termal: HDPE memiliki koefisien ekspansi termal yang relatif tinggi, yang berarti dimensinya dapat berubah signifikan dengan perubahan suhu.

Pemahaman terhadap sifat termal HDPE sangat penting dalam perancangan produk dan aplikasi yang melibatkan perubahan suhu, untuk memastikan kinerja dan keandalan material [19,20].

2. METODOLOGI

Berikut adalah diagram alir proses penelitian:



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Sumber : Penelitian Mandiri

Mesin uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *blow moulding single cavity* merk Placo dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi *Blow Machine* SB-65E

Model	Unit	SB-65E
Berat	(tonase)	65
Maks. Volume Produk	(ml)	500
Luas Permukaan Mold	(cm)	800
Diameter Sekrup	(mm)	100
Rasio L/D Sekrup	(L/D)	25.1 – 30.1
Motor Drive	(HP)	10 – 30
Jumlah Zona Pemanasan	(DAERAH)	3 – 5
Diameter Die	(mm)	30 – 150
Suhu Mold	(°C)	30
Tekanan Udara	(bar)	20 – 40
Waktu Pendinginan	(s)	20 – 40
Pompa Hidrolik	(HP)	5 – 20
Silinder Blowpin	(N)	20000
Chiller Kapasitas	(tonase)	10
Aliran Air Pendingin	(l/m)	10 – 100
Conveyor Output	(mm)	300 – 800

*(Sumber : Penelitian Mandiri)

Berikut adalah Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan kombinasi *parameter setting* yang ideal dalam pembuatan *tank reservoir* sepeda motor:

1. Persiapan material, pada tahap ini material dimasukkan kedalam *hopper* untuk dilelehkan dengan suhu 130-200°C.
2. Persiapan mesin, proses ini dilakukan untuk mengecek kondisi mesin dan berfungsi setiap komponen dengan baik sebelum proses pencetakan dimulai.
3. Penentuan *parameter setting*, tahapan ini adalah memasukan nilai *parameter* awal sesuai dengan standar atau pun dari literatur yang didapat dari *handbook* maupun jurnal.
4. Proses pencetakan, dalam proses ini dilakukan beberapa percobaan variasi kombinasi *parameter* dengan beberapa *sample* tiap variasi kombinasi.
5. Pengecekan, setelah melakukan pencetakan dilakukan pengecekan secara visual pada kondisi produk seperti kondisi fisik produk untuk melihat apakah ada cacat-cacat produk dari hasil cetakan dan dilakukan pengukuran dimensi apakah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Rekomendasi *Parameter* Optimal

No	Parameter	Rekomendasi Optimal
1.	Suhu Pemanasan	130°C - 200°C
2.	Tekanan Udara	20 - 40 bar
3.	Waktu Pendinginan	20 - 40 s
4.	Kecepatan Aliran	2 - 3 cm/s
5.	Suhu Mold	30°C
6.	Ketebalan Dinding	2 - 3 mm
7.	Kualitas Material	HDPE dengan grade khusus
8.	Kebersihan Cetakan	Bebas dari debu atau kebocoran pendingin

Sumber : Penelitian Mandiri

Adapun standar yang sudah ditetapkan untuk hasil produk dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 3. Standar kualitas produk PT. XYZ

No	Parameter	Standar Kualitas	Metode Pengujian
1.	Dimensi	Sesuai dengan desain (toleransi 1 mm)	Pengukuran jangka sorong
2.	Ketebalan Dinding	Merata	Ultrasonic thickness gauge
3.	Kekuatan Mekanis	Tahan tekanan hingga 30-50 psi	Pressure test dengan udam
4.	Ketahanan Bahan Kimia	Tahan terhadap bensin, oli, dan cairan pendingin	Tes dengan bahan kimia
5.	Kebocoran	Tidak boleh ada kebocoran	Leaktest selama 3 detik di dalam air
6.	Kekuatan Impact	Tahan benturan	Impact test
7.	Ketahanan Suhu	Tahan hingga 20°C - 80°C	Thermal cycling test
8.	Kualitas Permukaan	Tidak ada retak dan gelembung	Visual inspection
9.	Kesesuaian Warna	Sesuai dengan spesifikasi	Colorimeter
10.	Kesesuaian Mounting	Pemastangan komponen seperti cap dan selang	Pengukuran jangka sorong
11.	Ketahanan UV	Tidak mudah pudar	UV exposure test
12.	Berat Produk	Sesuai dengan standar desain	Timbangan presisi

Sumber : Penelitian Mandiri



Gambar 5. Contoh Produk *Tank Reservoir*

Sumber : Penelitian Mandiri



Gambar 6. Photo extruder pada saat setting

Sumber : Penelitian Mandiri



Gambar 7. Photo input data saat setting parameter

Sumber : PenelitianMandiri



Gambar 8. Photo *melt pressure setting*
Sumber : Penelitian Mandiri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil perhitungan saat percobaan maka didapat nilai parameter sebagai berikut:

Tabel 4. Data hasil perhitungan setting parameter

No	Suhu (°C)	Tekanan Udara (bar)	Waktu Pendinginan (s)	Kecepatan Aliran (cm/s)
1.	130°C	20	35	2,83
2.	170°C	25	35	2,83
3.	200°C	30	35	2,83

Sumber : PenelitianMandiri

Suhu pemanasan harus disesuaikan dengan jenis material yang digunakan (misalnya, HDPE). Rumus ini menggunakan teori Perpindahan Panas. Rumus umum untuk suhu pemanasan adalah sebagai berikut: [21]

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

Q = Energi panas yang dibutuhkan (Joule)
 m = Massa material HDPE
 c = Kalor jenis material HDPE
 ΔT = Perubahan suhu (°C)

Tentukan massa plastik:
 Dalam mesin *blow* di PT XYZ, material HDPE diproses sebanyak 5 kg/jam. Jadi:

$$m = \frac{5 \text{ kg/jam}}{3600 \text{ detik}} = 0,00138 \text{ kg}$$

Kalor jenis material (properties material HDPE):

$$c = 1.110 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Hitung perubahan suhu:

$$\Delta T = \text{Suhu ruangan } 30^\circ\text{C}$$

Suhu leleh HDPE 200°C:

$$\Delta T = 200^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 170^\circ\text{C}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T = 0,00138 \times 1.110 \times 170 = 260,40 \text{ J}$$

$$\text{Maka suhu akhir} = \frac{260,40}{0,00138 \cdot 1,110} = \frac{260,40}{1,531} = 170^\circ\text{C}$$

Tekanan udara diperlukan untuk membentuk material menjadi bentuk *tank*. Rumus untuk tekanan udara adalah sebagai berikut: [21]

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

P : Tekanan udara (bar)

F : Gaya *blowpin* (N)

A : Luas permukaan *mold* (cm²)

Gaya *blowpin* : 20.000 N

Luas permukaan *mold*: 800 cm² = 0,08 m x 0.1 m = 0,008 m²

$$P = \frac{F}{A} = \frac{20.000}{0,008 \text{ m}^2} = 2.500.000 \text{ N/m}^2$$

Konversi satuan ke bar:

$$P_{\text{bar}} = \frac{2.500.000}{100.000} = 25 \text{ bar}$$

Waktu pendinginan tergantung pada ketebalan dinding *tank* dan jenis material. Rumus adalah: [21]

$$T_{ku} = \frac{s^2 \cdot \ln\left(\frac{T_m - T_w}{T_e - T_w}\right)}{\pi^2 \cdot \alpha} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

T_{ku} : Waktu pendinginan (s)

S : Ketebalan dinding produk (mm)

T_m : Suhu leleh plastik (°C)

T_w : Suhu *mold* (°C)

T_e : Suhu kristalisasi (°C)

α : Difusitas termal material plastik (mm²/s)

\ln : Logaritma natural

Dari data penelitian didapat perhitungan sbb.:

s : 2 mm

T_m : 170°C (hasil dari suhu pemanasan)

T_w : 30°C (dilihat pada tabel spesifikasi mesin)

T_e : 120°C (dilihat pada sifat termal HDPE titik kristalisasi)
 α : $0,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^2/\text{s}$ (dilihat pada sifat termal HDPE konduktivitas)

Maka diperoleh hasil sebagai berikut:
Rasio suhu:

$$\frac{T_m - T_w}{T_e - T_w} = \frac{170 - 30}{120 - 30} = \frac{140}{90} = 1,555$$

logaritma natural:

$$\ln(1,555) = 0,441$$

$$s^2 = (2 \text{ mm})^2 = 4 \text{ mm}$$

$$\pi^2 \cdot \alpha = (3,14)^2 \cdot 0,52 \times 10^{-4} = 0,000513$$

Waktu pendinginan:

$$T_{ku} = \frac{4,0441}{0,000513} = \frac{1,764}{0,000513} = 34,38 = 35 \text{ detik.}$$

Kecepatan aliran dalam mesin *blow moulding* sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran penampang dan debit produk. Rumus umum untuk kecepatan aliran adalah sebagai berikut: [18]

$$v = Q/A \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3).

A = Luas penampang *die* (m^2).

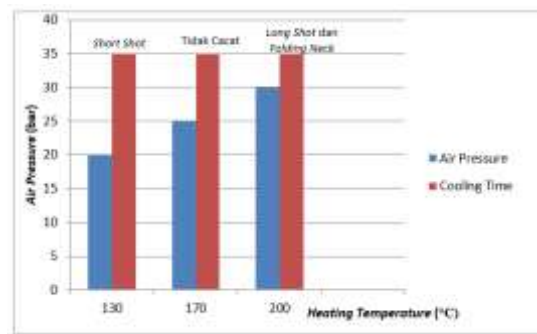
$$Q = 0,0005 \text{ m}^3 = \frac{0,0005}{25 \text{ s}} = 0,00002 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \pi r^2 = \pi (0,015 \text{ m})^2 = 0,0007065 \text{ m}^2$$

Maka,

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,00002}{0,0007065} = 0,0283 \text{ m/s} = \underline{2,83 \text{ cm/s}}$$

Dengan demikian maka didapat hasil penelitian dalam bentuk grafik seperti berikut ini:



Gambar 9. Grafik hasil perhitungan percobaan
Sumber : PenelitianMandiri

Tabel 5. Hasil perhitungan penelitian

No	Suhu (°C)	Tekanan Udara (bar)	Waktu Pendinginan (s)	Kecepatan Aliran (cm/s)	Keterangan (Cacat/Tidak)
1.	130	20	35	2,83	Short Shot (cacat)
2.	170	25	35	2,83	Tidak cacat
3.	200	30	35	2,83	Long Shot dan Folding Neck (cacat)

Sumber : PenelitianMandiri

Penentuan *parameter setting* mesin *blow moulding* merupakan langkah kritis yang memengaruhi kualitas produk akhir. Suhu pemanasan preform harus diatur sesuai dengan jenis material yang digunakan (misalnya, PET, HDPE, atau PP). Untuk material HDPE, suhu yang direkomendasikan berkisar antara 130°C hingga 200°C. Terlalu rendahnya suhu dapat menyebabkan distribusi material yang tidak merata, sementara suhu yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi material.

Tekanan udara yang digunakan untuk meniup preform menjadi bentuk *mold* berkisar antara 20 hingga 40 bar, tergantung pada ketebalan dinding dan ukuran *tank reservoir*. Tekanan yang terlalu rendah dapat menyebabkan produk tidak terbentuk sempurna, sementara tekanan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat seperti pecah atau ketebalan yang tidak merata.

Waktu pendinginan harus dioptimalkan untuk memastikan produk tidak mengalami deformasi setelah dikeluarkan dari *mold*. Untuk *tank reservoir* berukuran besar, waktu pendinginan biasanya berkisar antara 20 hingga 40 detik. Waktu pendinginan yang tidak cukup dapat menyebabkan produk mengalami deformasi setelah dikeluarkan dari cetakan.

Kecepatan aliran ke dalam *mold* memengaruhi kualitas produk. Kecepatan aliran material ke dalam cetakan harus diatur untuk menghindari cacat seperti garis aliran (*flow lines*) atau ketidakseimbangan material. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat, sedangkan kecepatan yang terlalu rendah dapat menyebabkan material tidak mengisi *mold* secara sempurna.

Desain cetakan harus mempertimbangkan aliran material, ketebalan dinding, dan kemudahan pelepasan produk. Cetakan yang dirancang dengan baik dapat mengurangi cacat produk dan meningkatkan efisiensi produksi.

Kualitas material yang digunakan sangat mempengaruhi hasil akhir produk. Material yang berkualitas rendah dapat menyebabkan cacat produk dan mengurangi daya tahan *tank reservoir*.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penentuan *parameter setting* mesin *blow moulding* untuk pembuatan *tank reservoir* adalah sebagai berikut:

1. Cacat produk jenis *Short Shot* disebabkan karena material yang keluar dari *extruder* tidak meleleh sempurna ketika temperatur di bawah (130°C) standar (170°C), dan sebaliknya ketika temperatur di atas (200°C) standar maka material akan meleleh dengan cepat. Lalu ada masalah pada tekanan udara yang menyebabkan material tidak mengembang di dalam *mold* dengan sempurna, waktu pendinginan yang singkat juga dapat menyebabkan permukaan *part* tidak merata.

2. Faktor yang memengaruhi kualitas produk adalah suhu pemanasan dan tekanan udara.

3. Untuk kecepatan aliran $2,83\text{ cm/s}$ dan suhu temperatur 130°C , diperlukan tekanan udara sebesar 20 bar dan waktu pendinginan selama 35 detik menghasilkan produk cacat jenis *Short Shot*.

4. Untuk kecepatan aliran $2,83\text{ cm/s}$ dan suhu temperatur 170°C , diperlukan tekanan udara

sebesar 25 bar dan waktu pendinginan selama 35 detik agar memperoleh hasil yang baik.

5. Untuk kecepatan aliran $2,83\text{ cm/s}$ dan suhu temperatur 200°C , diperlukan tekanan udara sebesar 30 bar dan waktu pendinginan selama 35 detik menghasilkan produk cacat jenis *Long Shot* dan *Folding Neck*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariezal Musthofa, "Penentuan Setting Parameter Pembuatan Botol DK 8251 B," vol. 02, no. Kasus Produksi di PT. Rexam Packaging Indonesia, p. 7, 2014.
- [2] Norman C. Lee, "Blow Molding," 2006, Canada. doi: ISBN - 13 : 978-0-471-66255-6.
- [3] N. Kumar, "Blow Moulding," *Concept Blow Molding*, no. March, p. 17, 2017.
- [4] D. V Rosato, "Blow Molding," *Molding*, p. 12, 1881, doi: 10.1007/978-1-4615-4597-2.
- [5] Norman C. Lee, *Practical Guide to Blow Moulding*, 2006.
- [6] Bear Beitet von Dominik V Rosatoo, "Buku Panduan Cetakan Tuang (Cetak Sesuai Permintaan)," *Buku Paduan Cetak Tuang*, vol. 111, p. 23, 2003.
- [7] Sam Belcher, "Blow molding," *Blow Molding Handb.*, vol. 1, no. Short Shots in Parison, p. 46, 1975.
- [8] B. D. M. Bryce, *Plastic Injection Molding fundamentals*, vol. I. 1996.
- [9] R.J Crawford, "Plastics Engineering," no. General Properties of Plastics, p. 530, 1981.
- [10] R. Natti. S, *Basic Polymer Engineering Data*, Carl Hanse. Munchen, 1987.
- [11] M. Dennis B, *Introduction to Industrial Polyethylene*. 1976.
- [12] J. E. Mark, *Physical Properties of Polymers Handbook Edited by*. 2007.
- [13] M. T. (R) Alok Pathak, "Blow Moulding Process," *Orig. Blow Molding*, no. Process Blow, p. 25, 1930.
- [14] P. . DOMINICK V, ROSATO, P.E, DONALD, V ROSATO, Ph. D, MARLENE G, ROSATO, *Injection molding handbook*. New York, 2000. doi: 10.1007/978-1-4615-4597-2.
- [15] A. Kumar and R. K. . Gupta, *Fundamentals of polymer engineering*. New York: Marcel Dekker, 2003.

- [16] S. K. R. Donald E. Hudgin, Manas Chand, "Plastics Technology Handbook," no. Characteristics of Polymers, p. 866, 1939.
- [17] Alkatane, "Polyethylene blow moulding –," *Polyethyl. Blow Molding*, vol. 8, no. Extrusion Blow Moulding Machines, p. 68, 1881.
- [18] Dean Smith, "Blow Molding PET Compressors & Dryers," *Extrus. Blow Molding Best Pract.*, no. Focus Industry Features, p. 60, 1980.
- [19] R. Natti. S, *Basic Polymer Engineering Data*, Carl Hanse. Munchen, 1987.
- [20] M. Dennis B, *Introduction to Industrial Poyethylene*. 1976.
- [21] J. E. Mark, *Physical Properties of Polymers Handbook Edited by*. 2007.