

Analisis Konsistensi Volume Output Pada Nozzle Barrel Mesin Mini Injeksi V-Line Menggunakan Material Plastik Polypropylene ExxonMobil AP03B

Bayu Prabandono^{1*}, Alex Satria Wibawa¹, Mirza Yusuf², Agus Kurniawan¹, Aditya Nugraha¹

¹Program Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta, Jalan Mojo 1, Karangasem, Laweyan, Surakarta, 57145

²D4 Teknologi Rekayasa Otomotif, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

*Penulis korespondensi: bayu.prabandono@atmi.ac.id

Histori artikel: diserahkan 09 Februari 2024, direvisi 12 Maret 2024, direvisi 29 April 2024

ABSTRACT

One of the processes commonly used in making plastic goods is the injection molding process. Every process in injection molding has a very important role. A less-than-perfect process will result in defects or failure in the product. To reduce product defects, one of the processes that must be researched is the barrel purging process. The purging volume on the mini injection machine using the V-line method is inconsistent, as evidenced by the fact that if the purging waste, or what is usually called an avalanche is weighed, it will produce a non-uniform mass. This research uses a mini injection machine with the V-line method which has 2 main steps to carry out the plastic injection process; dosing and injecting. Unlike injection engines in general, this engine does not have a check-ring to withstand back pressure. This machine uses a shut-off system as a replacement for the check-ring role. This machine has never been subjected to a purging volume consistency testing process. The consistency of the purging volume greatly influences the product uniformity results. The research method used in this final assignment is direct. Data collection and test specimen collection will be taken directly on the mini injection machine using the V-line method. The steps taken in this research are planning, taking data, taking test specimens, processing test specimen data, and comparing test specimen data to obtain analysis results. The research results show that the mini V-line injection machine cannot support mass production, because increasing the screw rotation speed will affect the consistency of the volume of plastic that will be produced in the barrel, causing production to not run quickly and precisely.

Keywords: Analysis, Volume Consistency, Injection Machine, Mini Injection

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v5i2.21837>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/21837>

PENDAHULUAN

Proses pembuatan produk berbahan plastik tergantung pada produk yang akan dibuat dan jenis plastik yang dipergunakan. Metode yang sering digunakan dalam proses manufaktur plastik adalah *injection molding*, ekstrusi, *thermoforming*, dan *blow molding* (Natasya, 2018). *Injection molding* adalah proses manufaktur yang paling sering dipergunakan dalam pembuatan produk dari bahan plastik. Metode ini memiliki beberapa kelebihan, seperti kapasitas produksi yang tinggi, sisa material yang sedikit, dan tenaga kerja minimal (Nugraha dkk, 2023). Mesin injeksi (*plastic injection*) atau mesin *molding* adalah mesin

yang memiliki fungsi untuk mencetak berbagai bentuk benda dengan menggunakan material mentah berupa biji plastik (Kurniawan dkk, 2020). Material plastik *Polypropylene* (PP) merupakan salah satu jenis material termoplastik. Pada proses *injection molding* dengan menggunakan material plastik PP, jika panas di naikan terus menerus akan terjadi cacat terhadap produk yang dihasilkan, maka diperlukan panas yang stabil dalam memanaskan bahan plastik pada *barrel Injection molding* (Zulianto dkk, 2015). Temperatur injeksi di bawah temperatur leleh akan mengakibatkan cacat lebih dominan terjadi pada proses *injection molding* dengan menggunakan material plastik PP (Mawardi dkk, 2015).

PT. ATMI IGI CENTER merupakan perusahaan yang berjalan dibidang manufaktur *tools making* dan *part making*. PT. ATMI IGI CENTER selalu memenuhi kebutuhan perkakas dan komponen presisi dengan teknologi terbaik untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi. Perusahaan ini memiliki bidang baru yakni *product development* untuk memenuhi berbagai kebutuhan *customer* diluar *manufacturing*. Perusahaan ini adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang energi, pembuatan *precision part*, *rapid prototyping*, *product developing*, *mold* (cetakan), *dies*, *mold making*, *plastic injection*, dan *education*.

Salah satu metode yang dipakai di PT. ATMI IGI CENTER untuk membuat produk plastik adalah *injection molding*. *Injection molding* adalah metode pembentukan material termoplastik, di mana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh *plunger* ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air sehingga mengeras. Komponen utama mesin *injection molding* meliputi : Unit injeksi (*hopper*, *barrel*, dan *screw*), *mold* atau cetakan, dan unit pencekam. *Barrel* merupakan bagian utama yang mengalirkan plastik cair dari *hopper* melalui *screw* ke *mold*. Pada *barrel* terdapat heater untuk menjaga panas plastik pada temperatur yang sesuai untuk proses injeksi. *Barrel* dan *screw* merupakan bagian yang krusial pada mesin injeksi, karena pengaruh utama volume avalan yang dikeluarkan ada pada bagian tersebut. Avalan merupakan limbah plastik yang dihasilkan mesin mini injeksi melalui *nozzle*. Konsistensi volume *output* plastik *barrel* dan *screw* harus diuji agar dapat melanjutkan pengujian pada bagian-bagian mesin yang lain.

PT. ATMI IGI CENTER memiliki proyek pembuatan mesin mini injeksi berbasis *V-line*. Mesin mini injeksi adalah mesin yang dapat digunakan untuk membuat produk plastik presisi yang berskala kecil (<10cc). Mesin mini injeksi berkapasitas 1,5 ton dan memiliki batas injeksi sebesar 3,7 gram produk plastik termasuk *runner* untuk setiap siklusnya. Mesin injeksi pada umumnya menggunakan sistem *in-line*, dimana *screw* dan *plunger* merupakan suatu kesatuan. Mesin mini injeksi berbasis *V-line* menggunakan metode dimana *screw*

terpisah dari mekanisme pengisian plastik. Mesin mini injeksi berbasis *V-line* memiliki dua langkah untuk injeksi yaitu langkah *dosing* (mengisi suntikan) dan langkah *inject* (penyuntikan plastik ke cetakan). Mesin mini injeksi berbasis *V-line* menggunakan metode *shut-off* untuk mencegah *back flow*. Metode *V-line* lebih cepat dalam penyuntikan jumlah plastik. Metode *V-line* menghasikan produk yang lebih presisi dan stabil.

Injeksi *V-line* dikendalikan oleh sistem *loop* tertutup yang memantau perbandingan kecepatan aktual dengan kecepatan yang ditetapkan dan tekanan leleh maksimum. *Linear scale* mendeteksi posisi pendorong dan sensor tekanan memantau tekanan injeksi. Batas yang dapat dipilih pengguna dapat dengan mudah dimasukkan pada layar monitor proses. Setelah jumlah material yang tepat dipindahkan ke dalam ruang injeksi, *plunger* ditarik kembali melalui tekanan lelehan plastik dan dikembalikan ke posisi yang telah ditentukan. Desain ini meniadakan kebutuhan akan *check valve*, yang merupakan sumber utama degradasi material dan ketidakkonsistenan volume bidikan. Kecepatan pengontrol yang luar biasa memberikan respons waktu nyata selama injeksi dan mencatat bantalan leleh dalam 0,001" untuk stabilisasi proses yang akurat (Sodick. co, 2020).

Proyek mesin mini injeksi belum sepenuhnya selesai, terdapat beberapa bagian mesin yang belum dibuat, seperti cetakan, unit pencekam, dan mekanisme *sliding hopper*. *V-neck*, *V-neck nozzle*, *linear scale*, *plunger*, *plunger bypass*, dan *piston* merupakan bagian-bagian yang belum dapat digunakan karena belum dimasukkan ke dalam sistem. Pengujian konsistensi volume *output* pada *barrel* dilakukan karena *screw* dan *barrel* merupakan bagian awal yang sangat penting dalam proses injeksi. Kedua bagian ini merupakan bagian mesin mini injeksi yang dapat dilakukan penelitian.

Proses penyuntikan material plastik memiliki beberapa kelemahan saat percobaan. Volume *output* plastik yang dihasilkan *barrel* pada mesin mini injeksi tidak konsisten (berbeda-beda). Pengujian sangat penting dilakukan, karena PT. ATMI IGI CENTER belum bisa

melakukan pengujian bagian-bagian lain dari mesin mini injeksi, apabila bagian *screw* dan *barrel* belum dilakukan pengujian.

METODE

Material plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Polypropylene (PP). Material PP dipilih karena merupakan material plastik yang sering digunakan dalam produksi di PT. ATMI IGI CENTER. Avalan dari plastik PP tergolong mudah untuk dibersihkan, sehingga sisa plastik yang berada di dalam barrel dapat dibersihkan dengan mudah.

Parameter yang digunakan adalah temperatur barrel sebesar 220 °C untuk heater pertama, 210 °C untuk heater kedua, dan 160 °C untuk heater ketiga, *screw* berputar selama 60 detik, dan kecepatan putaran *screw* dengan variasi 10 rpm – 20 rpm – 30 rpm – 40 rpm – 50 rpm. Jumlah spesimen uji yang akan diambil adalah sebanyak 125 sampel, dimana setiap variasi kecepatan putaran *screw* akan diambil 25 sampel. Pengambilan spesimen uji akan dilakukan di ruangan product development menggunakan mesin mini injeksi milik PT. ATMI IGI CENTER.

Setiap spesimen uji akan ditimbang menggunakan alat uji densitas yang memiliki ketelitian 0.01 gram. Pencarian volume spesimen uji akan menggunakan alat uji densitas milik PUTP ATMI. Data yang didapat akan dikumpulkan dan kemudian akan dicari hasil konsistensi menggunakan rumus varians data tunggal. Hasil angka yang didapat dari rumus varians data tunggal akan dimasukkan kedalam tabel microsoft excel. Konsistensi volume dan massa akan terlihat pada tabel dan grafik yang sudah dibuat.

Langkah-Langkah Pengujian Densitas

1. Menimbang sampel yang sudah didapat menggunakan alat uji densitas dengan ketelitian 0.01 gram untuk mendapatkan massa setiap spesimen uji.
2. Mencatat massa setiap sampel spesimen uji.
3. Menghitung rata-rata massa sampel setiap variasi parameter.
4. Membuat tabel rata-rata massa sampel pada setiap variasi parameter.
5. Melakukan proses uji densitas sampel dengan cara memasukkan sampel ke dalam wadah yang berisi air aquadest, kemudian dihitung volume avalan dengan menggunakan alat uji densitas.
6. Mencatat volume setiap sampel spesimen uji.

7. Membuat tabel rata-rata volume sampel pada setiap variasi parameter.
8. Menarik kesimpulan hasil rata-rata volume sampel spesimen uji.
9. Mengolah data menggunakan rumus varians data tunggal.
10. Menarik kesimpulan terkait konsistensi volume output pada barrel mesin mini injeksi berdasarkan hasil kalkulasi varians data tunggal.
11. Menganalisa konsistensi volume output pada barrel mesin mini injeksi dengan cara membandingkan antara tabel rata-rata massa dan volume sampel spesimen uji pada setiap variasi parameter dengan tabel hasil kalkulasi varians data tunggal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian konsistensi volume *output* plastik pada *barrel* menggunakan mesin mini injeksi dengan metode *V-line* milik PT. ATMI IGI CENTER menggunakan motor *stepper* seri 86HS15060A4 sebagai penggerak *screw*. Pengambilan sampel limbah avalan dilakukan di PT. ATMI IGI CENTER yang kemudian akan digunakan sebagai bahan penelitian. Bahan penelitian merupakan avalan dari biji plastik *Polyphropylene* dapat dilihat pada Gambar 1.

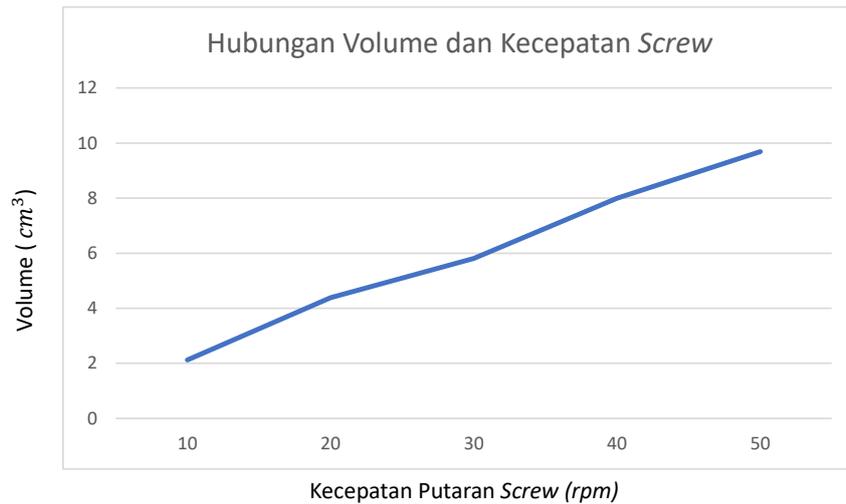


GAMBAR 1. Avalan Plastik Polyphropylene

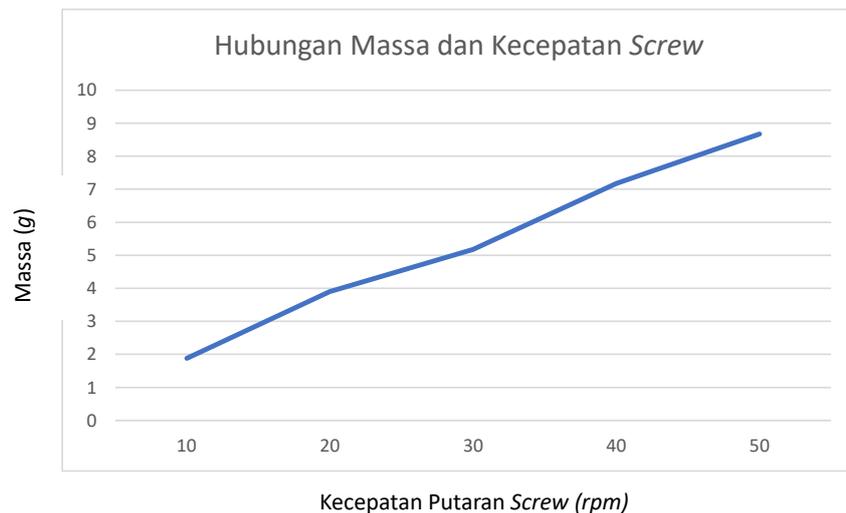
Tabel 1 merupakan data hasil rata-rata kecepatan putaran *screw* berbanding lurus dengan jumlah massa dan volume plastik yang dikeluarkan *barrel* mesin mini injeksi *V-line*. Hal ini terjadi karena dalam waktu yang sama, *screw* diputar lebih banyak setiap parameternya yang menghasilkan volume dan massa yang dikeluarkan *barrel* semakin tinggi setiap kenaikan *rpm*. Grafik hubungan volume dan kecepatan *screw* ditunjukkan oleh Gambar 3 dan Grafik hubungan Massa dan kecepatan *Screw* ditunjukkan oleh Gambar 4.

TABEL 1. Rata-Rata Kecepatan Putaran Screw

	Variasi Kecepatan				
	10 rpm	20 rpm	30 rpm	40 rpm	50 rpm
Massa (g)	1,878	3,900	5,175	7,174	8,670
Volume (cm^3)	2,122	4,388	5,811	7,992	9,689
Densitas (g/cm^3)	0,886	0,889	0,890	0,898	0,895



GAMBAR 3. Grafik hubungan Volume dan kecepatan Screw



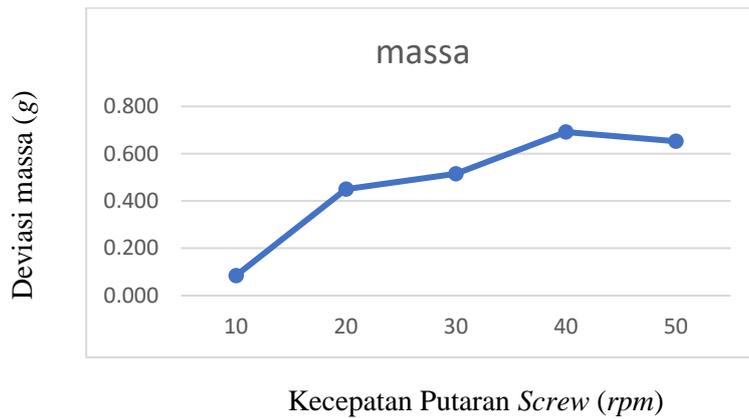
GAMBAR 4. Grafik hubungan Massa dan kecepatan Screw

Bedasarkan perhitungan dengan rumus varians data tunggal didapatkan hasil seperti pada Tabel 2. Data hasil kalkulasi varians data tunggal pada tabel diatas menunjukkan bahwa kecepatan putaran screw berbanding terbalik dengan konsistensi volume dan massa plastik yang dikeluarkan barrel mesin mini injeksi V-line.

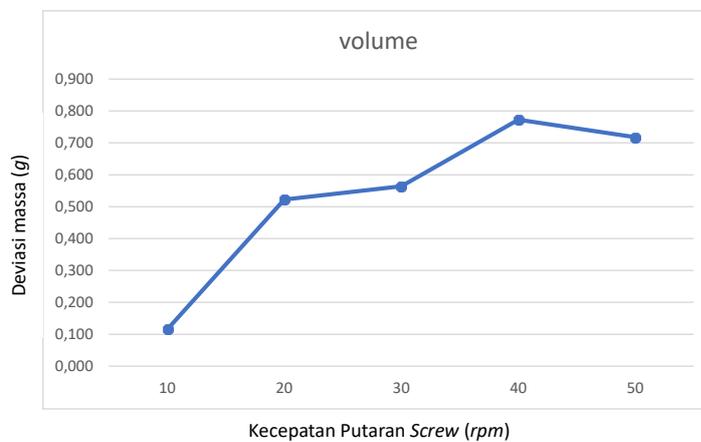
Hal ini terjadi karena kurangnya kecepatan alir biji plastik dari hopper menuju barrel. Grafik massa hasil kalkulasi varians data tunggal ditunjukkan oleh Gambar 5 dan grafik volume hasil kalkulasi varians data tunggal ditunjukkan oleh gambar 6.

TABEL 2. Hasil Kalkulasi Varians Data Tunggal

Varians Data Tunggal					
	10 rpm	20 rpm	30 rpm	40 rpm	50 rpm
massa (g)	0,085	0,451	0,516	0,692	0,653
volume (cm ³)	0,115	0,523	0,564	0,773	0,718
densitas (g/cm ³)	0,019	0,015	0,010	0,008	0,009



GAMBAR 5. Grafik Massa Hasil Kalkulasi Varians Data Tunggal



GAMBAR 6. Grafik Volume Hasil Kalkulasi Varians Data Tunggal

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Volume rata-rata plastik yang dikeluarkan barrel mesin mini injeksi V-line pada 10 rpm selama 60 detik adalah sebesar 2,122 cm³, pada 20 rpm selama 60 detik adalah sebesar 4,388

cm³, pada 30 rpm selama 60 detik adalah sebesar 5,811 cm³, pada 40 rpm selama 60 detik adalah sebesar 7,992 cm³, dan pada 50 rpm selama 60 detik adalah sebesar 9,689 cm³.

2. Konsistensi volume plastik yang dikeluarkan barrel mesin mini injeksi V-line pada 10 rpm selama 60 detik adalah sebesar 0,115 cm³, pada 20 rpm selama 60 detik adalah sebesar 0,523 cm³, pada 30 rpm selama 60 detik adalah sebesar 0,564 cm³, pada 40 rpm selama 60

detik adalah sebesar $0,773 \text{ cm}^3$, dan pada 50 rpm selama 60 detik adalah sebesar $0,718 \text{ cm}^3$.

3. Berdasarkan penelitian data yang diperoleh dari mesin mini injeksi metode *V-line*, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kecepatan putar *screw* akan mempengaruhi konsistensi volume plastik yang akan dihasilkan *barrel*. Hal ini terjadi karena kecepatan alir biji plastik tidak dapat mendukung rpm *screw* yang tinggi, sehingga pada 10 rpm *screw*, biji plastik akan dapat masuk kedalam *barrel* dengan sempurna. Pada 50 rpm *screw*, biji plastik akan terlambat masuk kedalam *barrel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Mawardi, I., Hasrin dan Hanif. 2015. Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik *Polypropylene* (PP) Pada Proses *Injection Molding*. *Jurnal Faculty of Industrial Engineering*, Universitas Malikussaleh Kampus Bukit Indah 33-67.
- Kurniawan, A., Wiratama, A. S., Adam, F. A., Prayoga, H. B., & Prakosa, T. H. (2020). Mengubah Panas Buang Heater Mesin Injeksi Menjadi Energi Listrik dengan Peralatan Berbasis Termoelektrik. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 2 (1).
- Natasya, N.I. 2018. 4 Proses Pembuatan Plastik Yang Perlu Diketahui. Halo Edukasi 1 (<https://digilib.polban.ac.id/files/disk1/201/jbptppolban-gdl-mochbennyj-10024-3-bab2--0.pdf>, diakses pada 31 Maret 2023).
- Nugraha, A., & Thomas, L. C. (2023). Analisis Variasi Layout Runner Dan Dimensi Gate Terhadap Berat dan Cacat Produk Pada Produk Handle Lock Pin Dengan Simulasi Moldflow. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(3), 164-169.
- Ningrum, C.B., Yulianto dan Sungkono. 2021. Sistem Kontrol Torsi Motor *Extruder* Mesin *Molding Microplastic* Metode *Fuzzy Logic* Berbasis NI MyRio 1900. *Jurnal Elkolind* Volume 8, Nomor 3. 190-197.
- Putra, A. 2017. Proses Produksi Dan Risiko Pabrik Plastik (*Injection Molding*). Indonesia Re (<https://indonesiare.co.id/id/article/pr-oses-produksi-dan-risiko-pabrik-plastik-injection-molding>, diakses pada 7 Maret 2023).
- Prabandono, B., Santosa, A. P. K., Ardani, D. P., Kurniawan, A., & Yusuf, M. (2022). Analisis Pengujian Tarik dan Sebaran unsur pada Pengelasan Aluminium–Mild Steel menggunakan Metode Cold Metal. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(1), 1-6.
- Sodick. Co. 2020, V-Line® *Two-Stage Plunger Injection System*. Plus Tech 1-2 (<https://www.plustech-inc.com/technology/injection-system/>, diakses pada 2 April 2023).
- Yulianto, Rispianda, dan Prasetyo, H. 2014. Rancang Desain Mold Produk *Knob Regulator* Kompor Gas Pada Proses *Injection Molding*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03(02), 140–151.
- Zulianto, Dwi, Waluyo, F.B., dan Pramuko, I.P. 2015. *Analisa Pengaruh Variasi Suhu Plastik Terhadap Cacat Warpaga Dari Produk Injection Molding* berbahan *PolyProphylene* (PP). Diploma thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.