

ANALISIS PENGARUH PARAMETER *PRESSURE INJECTION*, *VOLUME MATERIAL* DAN *TEMPERATURE* TERHADAP KEKUATAN TARIK *JOINT CORNER RUN DOOR GLASS* *CHANNEL* DENGAN MESIN *INJECTION MOLDING*

Muhammad Hafizh Alamsyah¹⁾ Rudi Rusdiyanto²

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
Mekarmukti, Kec. Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

Email : hafiz.allamz@gmail.com¹, rudirusdiyanto95@gmail.com²

Abstrak - Produk berbahan dasar plastik merupakan komponen penting dalam industri manufaktur dan banyak digunakan pada berbagai sektor, termasuk otomotif. Salah satu produk plastik pada kendaraan adalah run door glass channel, yang berfungsi sebagai jalur naik dan turunnya kaca jendela mobil. Pada proses pembuatannya, tahap penyambungan sudut (joint corner) menggunakan mesin injection molding sangat krusial, namun sering menimbulkan cacat produksi berupa crack atau retakan pada bagian sambungan. Untuk meminimalkan cacat tersebut, diperlukan kekuatan tarik sambungan yang optimal melalui pengaturan parameter proses yang tepat.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan spesimen run door glass yang diproses dengan variasi parameter, yaitu volume (155,8 dan 156,4 cm³), suhu nozzle (230°C dan 250°C), serta tekanan injeksi (6 MPa dan 10 MPa). Setiap variasi parameter diuji melalui pengujian kuat tarik untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas sambungan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan injeksi merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik. Semakin tinggi tekanan yang digunakan, semakin besar nilai kekuatan tarik yang diperoleh. Kondisi optimum dicapai pada tekanan 10 MPa, dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 485,477 N pada volume 156,4 cm³ dan suhu nozzle 250°C. Dengan demikian, pengaturan tekanan yang lebih tinggi direkomendasikan untuk mengurangi potensi defect crack pada proses injection molding.

Kata kunci: plastik, run door glass channel, injection molding, kekuatan tarik, parameter proses

I. PENDAHULUAN

Produk berbahan dasar plastik merupakan komponen penting di berbagai sektor industri, terutama otomotif. Salah satu komponen yang diproduksi menggunakan material plastik adalah Run Door Glass (Glass Run Channel), yang berfungsi sebagai jalur dan seal pergerakan kaca jendela mobil. Proses pembuatannya melibatkan tahap joint corner injection molding, yaitu penyambungan dua profil batang menggunakan material Thermoplastic Elastomer (TPE).

Keberhasilan proses penyambungan sangat dipengaruhi oleh parameter injection

molding, seperti suhu, tekanan injeksi, kecepatan injeksi, serta waktu pendinginan. Ketidaktepatan pengaturan parameter dapat menimbulkan berbagai defect, antara lain short shot, flash, shrink mark, flow mark, weld line, dan crack. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa parameter proses berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis produk plastik. Holding pressure, melt temperature, injection pressure, dan mold temperature terbukti memengaruhi kekuatan tarik material (Zhu et al., 2004; Hentati & Masmoudi, 2020; Zhao et al., 2025; Alek, 2019).

Permasalahan yang dihadapi pada proses produksi Run Door Glass di salah satu perusahaan manufaktur otomotif menunjukkan tingkat defect sebesar 4,3% pada tahun 2024, dengan jenis cacat dominan berupa crack pada sambungan joint corner. Cacat ini berkaitan erat dengan ketidaksempurnaan bonding antara material profil dan material injeksi, terutama pada cetakan multi-gate point dan dimensi profil yang besar.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan analisis terhadap pengaruh parameter injection molding terhadap

kekuatan tarik hasil sambungan. Pemahaman terhadap hubungan parameter proses dan kualitas sambungan diharapkan mampu menghasilkan optimasi proses yang dapat meminimalkan defect crack serta meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh parameter proses injection molding terhadap kekuatan tarik produk Run Door Glass sebagai langkah pengembangan proses manufaktur yang lebih efektif.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Mesin Injection Molding

Injection Molding mengolah plastik menjadi bentuk tertentu. Proses kerjanya Termoplastik dalam bentuk butiran atau bubuk ditampung dalam sebuah hopper kemudian turun ke dalam barrel secara otomatis (karena gaya gravitasi) dimana ia dilelehkan oleh pemanas yang terdapat di dinding barrel dan oleh gesekan akibat perputaran sekrup injeksi. Plastik yang sudah meleleh diinjeksikan oleh sekrup injeksi (yang juga berfungsi sebagai plunger) melalui nozzle ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air. Produk yang sudah dingin dan mengeras dikeluarkan dari cetakan oleh pendorong hidrolik yang tertanam dalam rumah cetakan selanjutnya diambil oleh manusia atau menggunakan robot. Pada saat proses pendinginan produk secara bersamaan di dalam barrel terjadi proses pelelehan plastik sehingga begitu produk dikeluarkan dari cetakan dan cetakan menutup, plastik leleh bisa langsung diinjeksikan. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai keinginan diperlukan pengaturan parameter-parameter pada mesin tersebut.

2.2. Parameter mesin injection molding

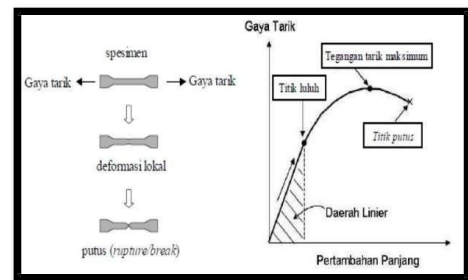
Adapun parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui metode injection molding adalah :

- a. Temperatur leleh (melt temperature) merupakan batas temperatur dimana bahan plastik mulai meleleh kalau diberikan energi panas.
- b. Batas tekanan (pressure limit) adalah batas tekanan yang perlu diberikan untuk menggerakkan piston guna menekan bahan plastik yang telah dilelehkan. Terlalu rendah tekanan, maka bahan plastik kemungkinan tidak akan keluar atau terinjeksi ke dalam cetakan. Akan tetapi jika tekanan udara terlalu tinggi dapat mengakibatkan terseburnyabahan plastik dari dalam cetakan dan hal ini akan berakibat proses produksi menjadi tidak efisien.
- c. Material Pengisi (Filler) Material yang akan diinjeksikan kedalam mold. Pengaturan parameter harus disesuaikan dengan kebutuhan apabila terlalu banyak maka material akan tersebar keluar cetakan dan bila terlalu sedikit maka produk akan short shot atau material tidak bisa memenuhi seluruh ruang cetakan.

2.3. Uji Kuat Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik kita mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana

material bertambah panjang. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.

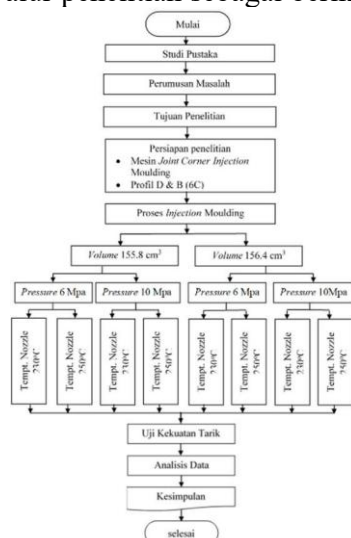


III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan menganalisis pengaruh perubahan parameter proses terhadap kekuatan tarik hasil injection molding. Percobaan dilakukan dengan memvariasikan parameter mesin dan mengukur respons mekanis berupa nilai tarik specimen untuk menentukan hubungan antarvariabel. Variabel penelitian terdiri atas:

- Variabel Bebas: pressure injection, volume injeksi, dan temperature.
- Variabel Kontrol: faktor-faktor yang dijaga tetap, meliputi keep press, flow rate, posisi screw, temperature mold, serta faktor non-teknis seperti kebersihan material, jenis material, pemasangan profil, dan operator.
- Variabel Terikat: kekuatan tarik produk Run Door Glass hasil proses injection molding.

Dengan alur penelitian sebagai berikut :



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan delapan variasi parameter proses (A–H) sesuai rancangan DOE. Seluruh specimen menunjukkan kegagalan pada area sambungan profil B, sehingga luas penampang yang digunakan untuk perhitungan adalah 851 mm².

4.1. Hasil Uji Kuat Tarik

Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada specimen H, yaitu 513,35 N, dengan parameter temperature 250 °C, pressure 10 MPa, dan volume 156,4 cm³. Specimen dengan nilai terendah adalah A, dengan rata-rata 402,61 N. Hasil regangan juga menunjukkan kecenderungan serupa, di mana specimen H memiliki regangan tertinggi.



Dari grafik nilai pada hasil uji kuat tarik diketahui bahwa nilai terbesar terdapat pada specimen H yaitu sebesar 0.5705 N/mm² yang mengartikan specimen H memiliki ketahanan dari terjadinya putus. Dengan settingan parameter pressure 10 MPa, Temperature 250°C dan Volume 156.4 cm³.

4.2. Analisis Grafik Uji Tarik

Kurva uji tarik memperlihatkan tahapan elastis, yield point, deformasi plastis, UTS,

dan titik patah. Spesimen dengan pressure lebih tinggi menunjukkan UTS lebih besar dan deformasi yang lebih stabil sebelum kegagalan.

4.3. Analisis ANOVA

Hasil ANOVA dengan taraf signifikansi 5% menunjukkan:

Faktor	Nilai F	Keterangan
Temperature	0,39	Tidak signifikan
Pressure	6,18	Signifikan ($F > F_{tabel} = 5,99$)
Volume	0,01	Tidak signifikan

Hanya pressure yang berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik sambungan. Temperature dan volume tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik.

4.4. Main Effect Plot

Analisis main effect plot menunjukkan:

- Pressure meningkatkan tensile strength secara konsisten dan menjadi faktor paling dominan.
- Temperature dan volume menunjukkan tren peningkatan, namun tidak signifikan.

4.5. Interaction Plot

Hasil analisis interaksi menunjukkan:

- Tidak terdapat interaksi antara temperature–pressure maupun pressure–volume (garis sejajar).
- Terdapat interaksi antara temperature–volume (garis saling berpotongan). Kombinasi temperature tinggi dengan volume rendah menghasilkan tensile strength tertinggi.

4.6 Temuan Utama

- Faktor proses yang paling memengaruhi kekuatan tarik adalah pressure.
- Spesimen H (250 °C, 10 MPa, 156,4 cm³) memberikan performa sambungan terbaik.
- Interaksi signifikan hanya terjadi antara temperature dan volume,

sedangkan pressure tidak berinteraksi dengan faktor lainnya.

- Modulus elastisitas stabil untuk seluruh spesimen, menunjukkan karakteristik material yang konsisten.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa temperature dan volume tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik produk Run Door Glass, ditunjukkan oleh nilai F hitung masing-masing lebih kecil dari F tabel. Sebaliknya, pressure memberikan pengaruh signifikan, di mana peningkatan pressure menghasilkan peningkatan kekuatan tarik. Analisis interaksi menunjukkan adanya pengaruh bersama antara temperature dan volume, namun keduanya tetap tidak dominan. Nilai kekuatan tarik optimum diperoleh pada parameter temperature 250 °C, pressure 10 MPa, dan volume 156,4 cm³, dengan nilai sebesar 458,477 N.

5.2. Saran

Disarankan melakukan pengujian lanjutan menggunakan SEM untuk mengonfirmasi karakteristik mikro struktur sambungan. Penelitian berikutnya juga perlu mengevaluasi parameter proses lain pada mesin injection corner untuk mengidentifikasi faktor yang berpotensi memengaruhi kualitas sambungan dan cacat produk.

VI.DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kamaruddin, Zahid A. Khan dan K.S., *The Use Of The Taguchi Method In Determining The Optimum Plastic Injection Molding Parameters For The Production Of A Consumer Product*. jurnal mekanikal, Malaysia, 2004.
- [2] Sendi Dwi Oktaviandi. Analisis Pengaruh Parameter Tekanan Dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik Dan Cacat Penyusutan Dari Produk *Injection Molding* Berbahan Polyethylene (PE). Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, 2012.
- [3] Adhe Anggry, Bambang Pramujati, dan Bobby O. P. Soepangkat, S. & Nayak, C., 2008, Optimasi Multi-Respon Proses *Injection Molding* untuk Produk Pengikat Kabel dengan Menggunakan Metode Taguchi-Grey-Fuzzy, Prosiding Seminar Nasional pasca sarjana XIII, Surabaya, 15 Agustus 2013.
- [4] S. Fakirov, 'Handbook of Thermoplastic Elastomers', Wiley-VCH, 2005
- [5] P. S. Ravishankar, 'Advances in Thermoplastic Elastomers', Journal of Materials Science, vol. 46, pp. 715-728, 2011
- [6] Hajime Shudo, 1983, Material Testing (Zairyou Shiken). Uchidarokakuho
- [7] Schilling A. and M. Reibelt. Low-temperature differential-thermal analysis to measure variations in entropy. Zurich. 2007.
- [8] Rauwendaal, Chris., 2001. Polymer Extrusion, 4th ed, Hanser, inggris
- [9] Gastrow. 1992. *Injection Molds* 2nd Edition 108 Proven Design. Munich: Hanser Publisher, inggris
- [10] Gastrow. 1992. *Injection Molds* 2nd Edition 108 Proven Design. Munich: Hanser Publisher, inggris
- [11] Malloy, Robert A. 1994. Plastic Part Design For *Injection* Moulding. New York: Hanser Publisher, Munich Vienna New York
- [12] Sedarmayanti dan Hidayat. *Metodologi Penelitian*. Mandar Maju, Bandung, 2011.
- [13] Douglas C. Montgomery. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistika. Universitas Gajah Mada, Jogjakarta, 1990
- [14] Roni Saputra. *Statistik Terapan Dalam Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Stikes Printis SUMBAR, Padang, 2013.