

Pengaruh Suhu terhadap Laju Aliran Plastik pada Mesin Extruder

Author:

Rizkha Rida¹
Muhammad Fikri
Zaelani Siregar²
Muhammad Dwi Adi Putra³
Fitri Khoriah Harahap⁴
Muhammad Nazrul
Azhari Baru⁵

Afiliation:

^{1,2,3,4}Universitas Al-
Azhar Medan
⁵Universitas
Muhammadiyah
Sumatera Utara

Corresponding email

rizkharida26@gmail.com

Histori Naskah:

Submit: 2024-07-24
Accepted: 2024-07-26
Published: 2024-07-27



*This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License*

Abstrak:

Industri plastik merupakan salah satu sektor manufaktur terbesar di dunia, menyediakan berbagai produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari kemasan makanan, komponen otomotif, hingga barang elektronik. Proses ekstrusi adalah salah satu metode utama dalam produksi barang-barang plastik. Dalam proses ini, bahan baku plastik dilelehkan dan didorong melalui cetakan untuk membentuk produk akhir. Keberhasilan proses ekstrusi sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter operasional, salah satunya adalah suhu. Suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan bahan tidak meleleh sempurna, mengakibatkan aliran yang terhambat dan produk dengan kualitas buruk. Sebaliknya, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi termal, yang juga berdampak negatif pada kualitas produk dan umur mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap laju aliran plastik pada mesin extruder. Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data eksperimental, analisis data, dan validasi hasil dengan model teoretis. Desain penelitian ini bersifat eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan peleburan pada suhu 150°C, mesin ekstruder plastik yang menggunakan pelet plastik yang dilelehkan pada suhu 300°C lebih berhasil dalam menghasilkan filamen dengan diameter dan bentuk yang baik. Filamen yang dipanaskan dengan pemanas selama satu menit pada suhu 300°C menghasilkan berat akhir 26 gram, namun selama satu menit pada suhu 150°C hanya menghasilkan satu gram. Selanjutnya perhitungan debit pada suhu 150°C menghasilkan hasil akhir sebesar 1 gr/m, sedangkan perhitungan debit pada suhu 300°C menghasilkan hasil akhir sebesar 26 gr/m.

Kata kunci: Suhu, Laju Aliran Plastik, Mesin Extruder

Pendahuluan

Industri plastik merupakan salah satu sektor manufaktur terbesar di dunia, menyediakan berbagai produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari kemasan makanan, komponen otomotif, hingga barang elektronik (Nugraha et al., 2022) (Daniesar et al., 2023). Proses ekstrusi adalah salah satu metode utama dalam produksi barang-barang plastik (Allan, 2019; Fendra Eka Nugroho et al., 2023). Dalam proses ini, bahan baku plastik dilelehkan dan didorong melalui cetakan untuk membentuk produk akhir. Keberhasilan proses ekstrusi sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter operasional, salah satunya adalah suhu (Irwanto et al., 2023). Suhu merupakan faktor kritis dalam proses ekstrusi karena mempengaruhi sifat fisik dan mekanis bahan plastik (Calderón & Izquierdo, 2020; Hartner et al., 2022). Setiap jenis plastik memiliki suhu leleh tertentu, yang harus dicapai agar plastik tersebut dapat mengalir dengan baik melalui extruder. Suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan bahan tidak meleleh sempurna, mengakibatkan aliran yang terhambat dan produk dengan kualitas buruk (Hamidi et al., 2022; Yuzan, 2021). Sebaliknya,

suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi termal(Zahedi et al., 2021)(Hoque et al., 2019), yang juga berdampak negatif pada kualitas produk dan umur mesin.

Salah satu efek utama dari perubahan suhu adalah perubahan viskositas bahan plastik(Fendra Eka Nugroho et al., 2023)(Sugiyanto et al., 2023). Viskositas adalah ukuran resistensi aliran suatu cairan; bahan dengan viskositas rendah mengalir lebih mudah dibandingkan dengan bahan yang memiliki viskositas tinggi. Pada suhu yang lebih tinggi, viskositas plastik menurun, sehingga mempermudah aliran bahan melalui ekstruder. Namun, penurunan viskositas yang berlebihan juga bisa menyebabkan masalah dalam kontrol aliran dan pencampuran bahan. Setiap jenis plastik, seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), polivinil klorida (PVC), dan lainnya, memiliki karakteristik suhu leleh dan viskositas yang berbeda. Oleh karena itu, suhu operasional optimal untuk mesin ekstruder harus disesuaikan dengan jenis plastik yang diproses. Pemahaman yang tepat mengenai suhu optimal ini dapat meningkatkan efisiensi proses ekstrusi, mengurangi konsumsi energi, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten(Adriatna Putri et al., 2022).

Suhu yang tidak tepat dalam proses ekstrusi dapat menyebabkan berbagai masalah, termasuk produk dengan kualitas yang buruk, seperti permukaan yang kasar, ukuran yang tidak konsisten, atau kekuatan mekanis yang rendah(Dena et al., 2023). Selain itu, suhu operasional yang tidak optimal dapat menyebabkan penggunaan energi yang berlebihan, meningkatkan biaya produksi, dan berdampak negatif pada lingkungan. Tantangan utama dalam proses ekstrusi adalah menemukan keseimbangan suhu yang tepat yang dapat menghasilkan aliran bahan yang optimal tanpa menyebabkan degradasi termal(Irwanto et al., 2024). Penelitian terkini berfokus pada pengembangan teknologi pengendalian suhu yang lebih presisi, serta penggunaan bahan aditif yang dapat membantu dalam mengatur viskositas dan stabilitas termal bahan plastik(Li et al., 2023; Meng et al., 2024).

Dengan latar belakang ini, penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap laju aliran plastik pada mesin ekstruder sangat penting untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang proses ekstrusi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi industri plastik dalam mengoptimalkan suhu operasional, sehingga meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik.

Studi Literatur

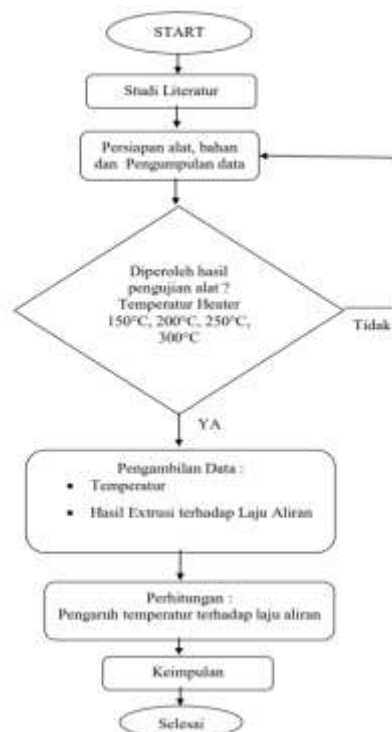
Pada penelitian (Mulyana, 2020) mengenai hal yang harus dilakukan karena dampak suhu pada bahan plastik di dalam tong merupakan masalah umum. Hal ini akan memastikan bahwa desain mesin ekstruder menghasilkan hasil manufaktur berkualitas tinggi. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai masalah ini diperlukan untuk menentukan distribusi suhu barel dan memaksimalkan hasil proses. Berdasarkan temuan eksperimen, telah ditetapkan bahwa kisaran suhu ideal untuk proses ekstrusi bahan PVC adalah 150°C–170°C, dengan rasio L/D 1:30 dan RPM sekrup 70 RPM. Hasil proses ekstrusi akan kurang baik jika bahan berada di bawah atau di atas kisaran suhu ini. Pada penelitian (Hamidi et al., 2022) dengan menggunakan mesin ekstrusi ulir tunggal, penelitian ini mengkaji pengaruh suhu dan sudut ulir terhadap waktu ekstrusi material polietilen densitas tinggi. Dua variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini: fluktuasi suhu dan variasi sudut ulir pada 160°, 170°, dan 180°C. Variasi sudut sekrup: 0°, 15°, dan 25°. Hasil pengujian diperiksa dengan pendekatan ANOVA, dengan penggulung dan penarik beroperasi pada kecepatan 16 Rpm. Selanjutnya, pada suhu 170°C dan sudut ulir 25°, hasil pengumpulan data tercepat diamati. dan paling lambat dengan suhu 160°C dan sudut ulir 0°. Suhu tidak memiliki dampak nyata terhadap kecepatan ekstrusi. Pada penelitian (Muhammad Ikhsan, dkk, 2023) dampak suhu dan tekanan terhadap hasil cetakan injeksi untuk jenis plastik yang tersedia. Mesin cetak injeksi untuk plastik

ini digunakan untuk mempercepat proses produksi. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan gambaran bagaimana pengaruh suhu, tekanan, dan variabel lainnya terhadap terjadinya kesalahan produk pada saat proses injeksi plastik pada cetakan plastik yang dibuat dengan mesin cetak injeksi. Tiga jenis plastik berbeda diuji: polietilen densitas tinggi, polipropilen, dan polietilen. Berdasarkan temuan penelitian, suhu yang lebih rendah dapat menyebabkan kegagalan produk dalam plastik, yang dapat menyebabkan cacat pada tunas pendek dan melelehnya sebagian pelet plastik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa suhu adalah parameter krusial dalam proses ekstrusi yang mempengaruhi viskositas, laju aliran, stabilitas termal, dan kualitas produk akhir. Optimalisasi suhu operasional untuk setiap jenis plastik dapat meningkatkan efisiensi proses, mengurangi biaya, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik. Penelitian lanjutan dan pengembangan teknologi pengendalian suhu yang lebih canggih akan terus memainkan peran penting dalam meningkatkan performa mesin ekstruder dan hasil produksi industri plastik.

Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu terhadap laju aliran plastik pada mesin ekstruder. Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data eksperimental, analisis data, dan validasi hasil dengan model teoretis. Desain penelitian ini bersifat eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Data diperoleh melalui eksperimen langsung di laboratorium. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu mesin ekstrusi, sensor suhu, heater, barrel, nozzle, stopwatch, thermogun dan hopper. Adapun proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sebelum melakukan penelitian dan memasukkan data, mesin ekstruder plastik diuji untuk memastikan semuanya beroperasi sebagaimana mestinya. Alat atau mesin tersebut perlu diperiksa kembali hingga semuanya berfungsi dengan baik, seperti ketika laras bocor, kunci tidak berfungsi saat proses ekstrusi, atau

pemanas tidak beroperasi pada efisiensi optimal. Menghidupkan mesin ekstruder dan mengatur suhu (suhu awal mesin diatur ke 150°C, 200°C, 250°C, dan 300°C, dan suhu ruangan awal diatur ke 32°C) adalah langkah pertama dalam metode pemeriksaan plastik dengan extruder. Pelet biji plastik yang terbuat dari polietilen tereftalat (PET) digunakan dalam pengujian ini. Hopper 1000gram diisi dengan biji plastik. Memulai Sekrup: Tekan tombol pada panel kontrol hingga lampu hijau muncul untuk mengaktifkan kunci. Kunci baru mulai bekerja ketika suhu proses ekstrusi pada bareel mencapai suhu yang diinginkan. Setelah proses produksi, sediakan reservoir atau wadah berisi air dan sediakan tempat untuk menampung hasil ekstrusi. Produk ekstrusi akan menempel pada reservoir jika tidak. Memperhatikan hasil proses ekstrusi pada penelitian ini. Dalam waktu sekitar satu menit, hitung hasil proses ekstrusi dengan membandingkan suhu dan mencari tahu berat setiap suhu menggunakan timbangan digital. Proses penimbangan sisa biji plastik (selain produk, sisa biji plastik juga ditimbang saat dikeluarkan dari hopper. Ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak plastik yang dapat diekstrusi mesin extruder dalam waktu pengujian satu menit.

Hasil

Penelitian dilakukan secara empat kali, dan ada waktu satu menit untuk proses ekstrusi. Pengujian dilakukan pada pemanas pada 150°C, 200°C, 250°C, 300°C dan hasilnya adalah 1gram, 5gram, dan 8gram seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Hasil pengujian plastik extruder selama satu menit pada suhu 150 °C ialah 1 gram yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengujian yang dilakukan pada suhu 150 °C menghasilkan berat 1gr.

2. Pengujian mesin extruder plastik selama satu menit pada 200 °C menghasilkan hasil 5gram yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengujian yang dilakukan pada suhu 200 °C menghasilkan berat 5gr

3. Hasil pengujian extruder plastik selama satu menit pada 250 °C adalah 8gram yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengujian yang dilakukan pada suhu 250 °C menghasilkan berat 8gr

4. Hasil pengujian extruder plastik selama satu menit pada 300 °C adalah 26gram yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengujian yang dilakukan pada suhu 300 °C menghasilkan berat 26gr

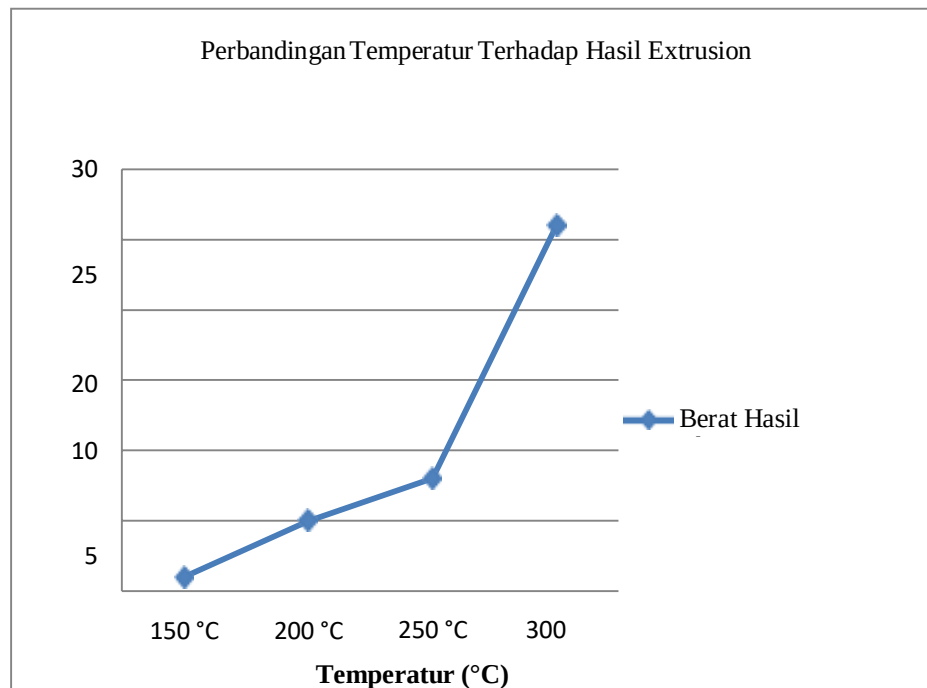
Pembahasan

Tabel 1 akan berisi keseluruhan rangkaian hasil pengujian sampel untuk proses ekstrusi mesin plastik.

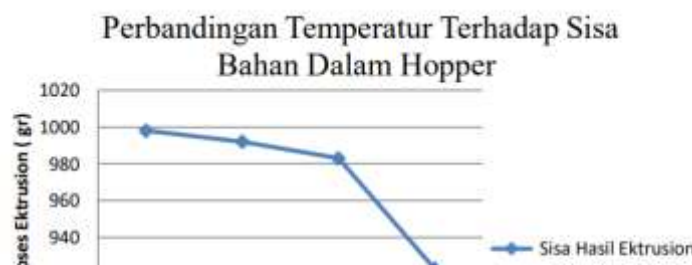
Tabel 1. Hasil Pengujian Temperature / Suhu Ekstrusion

Berat Awal Spesimen (gr)	Temperatur Masuk (°C)	Berathasil Ekstrusion (gr)	Wakt u Ekstrusion (s)	SisaProses Ekstrusion (gr)	Temperatur Keluar (°C)
1000	150	1	60	998	128
1000	200	5	60	992	181
1000	250	8	60	983	239
1000	300	26	60	923	289

Menurut tabel 1, berat awal spesimen pengujian adalah 1000gram pada suhu 150 °C dan kecepatan 15 rpm, dan berat hasil ekstrusion adalah 1gram dalam waktu 60 detik, dan berat sisa proses ekstrusi adalah 998 gram. Untuk menentukan berat sisa, bahan sisa harus dikeluarkan dari dalemBahan di ekstrusion pada suhu 181 °C. Spesimen pertama ditimbang dengan berat 1000gram pada 250 °C dan 15 rpm, dan berat yang dihasilkan dari ekstrusion adalah 992gram. Spesimen kedua ditimbang dengan berat 1000gram pada 300 °C dan 15 rpm. Dalam 60 detik, proses ekstrusion menghasilkan 26gram dan sisa 923gram. Untuk mengetahui berat sisa, bahan sisa harus dikeluarkan dari hopper. Suhu ekstrusion adalah 289 °C, sehingga suhu yang lebih tinggi menghasilkan hasil yang lebih baik. Hasil pengujian akan ditunjukkan dalam bentuk grafik yang terdapat pada gambar 5, 6, 7 dan 8, dimana membandingkan hasil suhu dengan hasil pengolahan untuk menunjukkan pengaruh hasil pada suhu yang diubah.



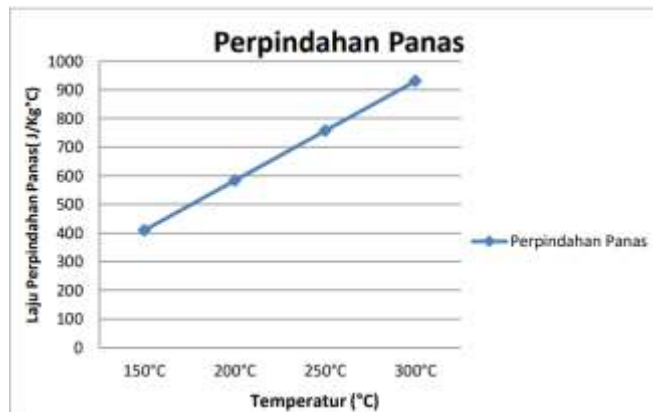
Gambar 5. Perbandingan Temperatur Terhadap Hasil Extrusion



Gambar 6. Perbandingan Temperatur Terhadap Sisa Bahan Dalam Hopper



Gambar 7. Grafik Hasil Perhitungan Laju Aliran Masa



Gambar 8. Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Laju Perpindahan Panas

Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan peleburan pada suhu 150°C, mesin ekstruder plastik yang menggunakan pelet plastik yang dilelehkan pada suhu 300°C lebih berhasil dalam menghasilkan filamen dengan diameter dan bentuk yang baik. Filamen yang dipanaskan dengan pemanas selama satu menit pada suhu 300°C menghasilkan berat akhir 26 gram, namun selama satu menit pada suhu 150°C hanya menghasilkan satu gram. Selanjutnya perhitungan debit pada suhu 150°C menghasilkan hasil

akhir sebesar 1 gr/m, sedangkan perhitungan debit pada suhu 300°C menghasilkan hasil akhir sebesar 26 gr/m.

Referensi

- Adriatna Putri, A., Anerasari, A., & Purnamasari, I. (2022). Rancang Bangun Alat Screw Extruder Pada Pembuatan Papan Partikel Berbahan Dasar Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Plastik Polypropylene (PP). *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(1), 521–525. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.94>
- Allan, M. P. (2019). Perancangan unit Extruder Pada Mesin Extrusion Laminasi Fleksible Packaging. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 2(2), 42–45. <https://doi.org/10.31543/jtm.v2i2.155>
- Calderón, R. R., & Izquierdo, R. B. (2020). Machines for Industry 4.0 in Higher Education. *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149501>
- Daniesar, M. N., Dewi, T., Oktarina, Y., Terapan, S., Elektro, T., Teknik, J., Sriwijaya, E.-P. N., & Elektronika, T. (2023). Aplikasi Sensor Ultrasonik Dalam Pembacaan Level Air Pada Sistem Pertanian Aquaponic. *Jurnal Teliska*, 02(03), 91–102.
- Dena, J. A., Díaz-Ponce, A., Delgado-Flores, J. C., Olvera-González, E., Escalante-García, N., & Velasco-Gallardo, V. M. (2023). Design and Construction of a Solar Electric Plastic Extruder Machine Based on a Parabolic Trough Collector. *IEEE Access*, 11, 124570–124583. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3328910>
- Fendra Eka Nugroho, Fenoria Putri, & Indra Gunawan. (2023). Analisa Pengaruh Kemiringan Sudut Screw Extruder Terhadap Keakuratan Diameter Filament 3D Printer Berbahan Recycled Abs, Recycle Hdpe, Dan Polypropylene. *Machinery: Jurnal Teknologi Terapan*, 4(1), 36–42. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/machinery/article/view/4898/2456>
- Hamidi, A. F., Putri, F., Arnoldi, D., Program, M., Teknik, S., Produksi, M., Perawatan, D., Sriwijaya, N., Teknik, J., Politeknik, M., Negara, J. S., & Besar, B. (2022). Analisa Pengaruh Temperature Dan Sudut Screw Terhadap Waktu Ekstrusi Pada Mesin Ekstrusi Single Screw Dari Bahan Recycle High Density Polyethylene (Hdpe). *Machinery: Jurnal Teknologi Terapan*, 3(2), 2723–3359. <http://doi.org/10.5281/zenodo.6857516>
- Hartner, R., Kozek, M., Jakubek, S., & Mayer, B. (2022). Gradient Boosting Regression Trees for Nonlinear Delay Identification in a Polymer Extrusion Process. *2022 IEEE 21st International Ccnference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 192–197. <https://doi.org/10.1109/STA56120.2022.10019045>
- Hoque, M. M., Jony, M. M. H., Hasan, M. M., & Kabir, M. H. (2019). Design and Implementation of an FDM Based 3D Printer. *2019 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Materials and Electronic Engineering (IC4ME2)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/IC4ME247184.2019.9036538>
- Irwanto, M., Ibrahim, H. S., Nugraha, Y. T., & Nisja, I. (2024). Performance analysis of photovoltaic powered half bridge inverter using sinusoidal pulse width modulation (SPWM) method. *AIP Conference Proceedings*, 2991(1), 20018. <https://doi.org/10.1063/5.0198660>

- Irwanto, M., Nugraha, Y. T., Hussin, N., & Nisja, I. (2023). Effect of Temperature and Solar Irradiance on the Performance of 50 Hz Photovoltaic Wireless Power Transfer System. *Jurnal Teknologi*, 85(2), 53–67. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v85.18872>
- Li, H., Zhang, Z., Zhang, X., & Luo, M. (2023). Design of Expert PID-based Temperature Control System for Extrusion Machine. *2023 International Annual Conference on Complex Systems and Intelligent Science (CSIS-IAC)*, 641–646. <https://doi.org/10.1109/CSIS-IAC60628.2023.10363988>
- Meng, J., Sun, W., Pan, Q. F., & Ruan, M. X. (2024). Research and Application of Improved Particle Swarm Fuzzy PID Algorithm Based on Self- Disturbance Rejection in Temperature Control System of Plastic Extruder. *IEEE Access*, 12, 41620–41630. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3377467>
- Mulyana, I. S. (2020). Analisis Pengaruh Temperatur Pada Barell Terhadap Hasil Extrusi Dengan Material Daur Ulang Kulit Kabel Pvc. *UG Journal*, 14, 2013–2015. <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/download/4991/2310>
- Nugraha, Y. T., Richardo, T., Dony, F., & Irwanto, M. (2022). Analisis Potensi Energi Sampah Sebagai Energi Alternatif Terbarukan Di Kota Medan. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.30596/rele.v5i1.10783>
- Sugiyanto, D., Chan, Y., & Taopik, A. (2023). Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Terhadap Hasil Cetakan Polypropylene Menggunakan Mesin Injection Molding Vertikal. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 8(2), 131–141. <https://doi.org/10.21009/jkem.8.2.7>
- Yuzan, M. G. (2021). Pengaruh Perpindahan Panas Tabung Barrel Pada Mesin Extruder Plastik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1(3), 1–8.
- Zahedi, A. R., Labbafi, S., Ghaffarinezhad, A., & Habibi, K. (2021). Design, construction and performance of a quintuple renewable hybrid system of wind/geothermal/biomass/solar/hydro plus fuel cell. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(9), 6206–6224. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.188>