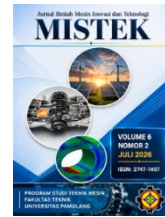




JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK

MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



PERANCANGAN SISTEM TRANSMISI PADA PROTOTYPE MESIN EKSTRUSI PLASTIK SKALA KECIL

Mufadhol Albin¹, Irwan Aranda²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No. 18B,
Pamulang Barat, Tangerang Selatan, Banten
Email: mufadholaalbin@gmail.com¹, dosen01281@unpam.ac.id²

Masuk : 01 April 2026

Direvisi : 06 Mei 2026

Disetujui : 28 Mei 2026

Abstrak: Peningkatan jumlah limbah plastik menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang serius karena plastik sulit terurai secara alami dan dapat mencemari lingkungan dalam jangka waktu yang lama. Salah satu solusi untuk mengurangi limbah plastik adalah melalui proses daur ulang menggunakan mesin ekstrusi plastik. Namun, mesin ekstrusi yang tersedia di pasaran umumnya berharga mahal dan ditujukan untuk industri berskala besar sehingga kurang sesuai untuk skala kecil atau UMKM. Penelitian ini bertujuan merancang sistem transmisi pada prototype mesin ekstrusi plastik yang efisien, sederhana, dan mampu menghasilkan torsi besar dengan putaran rendah. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan desain menggunakan AutoCAD, serta perhitungan parameter transmisi berupa daya motor, torsi, rasio transmisi, putaran output, dimensi poros kopling, dan analisis keamanan poros. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor berdaya 125 W (0,125 kW) dengan putaran 2900 rpm menghasilkan torsi awal sebesar 0,412 Nm. Setelah melalui sistem transmisi roda gigi dengan rasio gearbox 1:40 dan efisiensi 90%, diperoleh putaran output sebesar 72,5 rpm dan torsi output akhir sebesar 14,84 Nm. Hasil analisis keamanan poros kopling tetap (flange coupling) berdiameter 15 mm menunjukkan tegangan geser kerja sebesar 22,39 MPa, masih berada di bawah tegangan geser izin sebesar 40 MPa, sehingga poros dinyatakan aman digunakan. Sistem transmisi roda gigi yang dirancang terbukti mampu meningkatkan torsi secara signifikan dan menghasilkan putaran yang stabil untuk mendukung proses ekstrusi plastik pada skala kecil.

Kata kunci: sistem transmisi; mesin ekstrusi plastik; roda gigi; torsi; flange coupling.

Abstract: The growing volume of plastic waste has become one of the most serious environmental problems, since plastic is difficult to decompose naturally and can pollute the environment for a long period of time. One solution to reduce plastic waste is recycling through the use of plastic extrusion machines. However, commercially available extrusion machines are generally expensive and designed for large-scale industry, making them unsuitable for small-scale or micro, small, and medium enterprises (MSMEs). This study aims to design a transmission system for a plastic extrusion machine prototype that is efficient, simple, and capable of producing high torque at low rotational speed. The research method includes a literature study, design using AutoCAD, and calculation of transmission parameters such as motor power, torque, transmission ratio, output speed, coupling shaft dimensions, and shaft safety analysis. The results show that a 125 W (0.125 kW) motor at 2900 rpm produces an initial torque of 0.412 Nm. After passing through a gear transmission system with a 1:40 gearbox ratio and 90% efficiency, the output speed obtained is 72.5 rpm with a final output torque of 14.84 Nm. The safety analysis of a 15 mm diameter flange coupling shaft shows a working shear stress of 22.39 MPa, which remains below the allowable shear stress of 40 MPa, indicating that the shaft is safe to use. The designed gear transmission system is proven to significantly increase torque and produce stable rotation to support the plastic extrusion process at a small scale.

Keywords: transmission system; plastic extrusion machine; gear; torque; flange coupling.

PENDAHULUAN

Pencemaran plastik merupakan salah satu tantangan lingkungan paling serius di abad ke-21. Diperkirakan lebih dari 11 juta ton plastik mencemari laut setiap tahunnya, dan angka ini dapat meningkat tiga kali lipat pada tahun 2040 jika tidak ada intervensi signifikan. Plastik memiliki sifat yang sangat sulit terurai sehingga dapat bertahan ratusan tahun di alam, bahkan mikroplastik hasil degradasinya berpotensi masuk ke dalam tubuh manusia melalui konsumsi ikan dan air. Oleh sebab itu, upaya pengelolaan limbah plastik secara berkelanjutan menjadi sangat penting, salah satunya melalui penerapan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan kembali dan daur ulang material[1].

Salah satu teknologi utama dalam daur ulang plastik adalah proses ekstrusi, yaitu teknik termoplastik yang memanfaatkan panas dan tekanan untuk melembekkan plastik kemudian membentuknya menjadi produk baru seperti filamen printer 3D, pot bunga, hingga paving block. Meskipun potensinya besar, mesin ekstrusi yang tersedia di pasaran umumnya dirancang untuk kebutuhan industri berskala besar dengan biaya investasi tinggi, sehingga sulit diterapkan pada skala rumah tangga maupun UMKM [2].

Salah satu komponen penting dalam mesin ekstrusi adalah sistem transmisi, yang berfungsi menyalurkan daya dari motor penggerak ke screw agar mampu mencairkan dan mendorong plastik menuju cetakan. Desain sistem transmisi prototype mesin ekstrusi plastik digambar menggunakan software AutoCAD dan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu motor penggerak, kopling tetap (flange coupling), dan gearbox, yang selanjutnya dihubungkan langsung ke screw extruder. Sistem transmisi yang dipilih adalah kombinasi roda gigi (gear) karena memiliki efisiensi tinggi serta mampu mentransmisikan torsi besar yang dibutuhkan dalam proses ekstrusi plastik [3].

Pemilihan jenis transmisi yang tepat, baik roda gigi, rantai, maupun sabuk, akan sangat menentukan efisiensi kerja mesin secara keseluruhan[4]. Perhitungan daya, rasio transmisi, dan torsi harus dilakukan secara cermat agar sistem dapat bekerja stabil, mengingat kesalahan pada aspek ini dapat menurunkan performa dan memperpendek umur pakai mesin[5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem transmisi pada prototype mesin ekstrusi plastik skala kecil, dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomis, ergonomis, dan keberlanjutan, sehingga dapat diterapkan secara mandiri oleh masyarakat maupun pelaku UMKM sebagai solusi pengolahan limbah plastik yang terjangkau.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem transmisi yang efisien untuk mentransfer daya secara optimal dari motor penggerak ke screw extruder, serta parameter teknis apa saja seperti torsi, rasio putaran, dan kopling tetap (flange coupling) yang perlu diperhitungkan agar sistem bekerja stabil. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang sistem transmisi yang efisien untuk mesin ekstrusi plastik serta melakukan perhitungan dan analisis teknis terhadap parameter transmisi agar sistem yang dirancang berfungsi stabil, aman, dan sesuai untuk digunakan dalam lingkungan rumah tangga.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan perhitungan teknis (design and engineering calculation) yang diawali dengan studi literatur, dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan, desain sistem transmisi menggunakan software AutoCAD, pengumpulan parameter teknis, serta analisis data hasil perhitungan untuk menilai kelayakan operasional sistem. Tahapan penelitian secara umum digambarkan pada diagram alir yang meliputi studi literatur, persiapan alat dan bahan, desain alat uji,

Mufadhol Albin, Irwan Aranda, Perancangan Sistem Transmisi Pada Prototype Mesin Ekstrusi Plastik Skala Kecil

penentuan parameter sistem transmisi, pengumpulan data, analisis data, hingga penarikan kesimpulan dan saran.

Penelitian dilaksanakan di Institute of Engineering, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No. 18B, Pamulang Barat, Kecamatan Pamulang, Tangerang Selatan, Banten. Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan meliputi roda gigi (gear), motor penggerak (dynamo), sistem pelumasan, serta mur, baut, dan pengunci. Proses pengujian yang direncanakan meliputi pemeriksaan awal komponen, uji putar tanpa beban (no-load test), dan uji beban (load test), dengan parameter yang diamati berupa torsi masukan, torsi keluaran, kecepatan putar (rpm), dan kinerja kopling tetap (flange coupling).

Perhitungan parameter transmisi dilakukan menggunakan beberapa persamaan dasar teknik mesin. Torsi dihitung berdasarkan daya dan putaran motor menggunakan Persamaan (1):

$$T = 9550 \times P / n$$

dengan T adalah torsi (Nm), P adalah daya motor (kW), dan n adalah putaran motor (rpm). Torsi output setelah memperhitungkan efisiensi transmisi dihitung dengan Persamaan (2): $T_{\text{out}} = T \times \eta$, dengan η merupakan efisiensi transmisi. Putaran output ditentukan melalui rasio gearbox (i) menggunakan Persamaan (3): $n_2 = n_1 / i$, sedangkan torsi akhir setelah reduksi gigi dihitung dengan Persamaan (4): $T_2 = T_{\text{out}} \times i$.

Dimensi poros kopling tetap (flange coupling) dihitung menggunakan Persamaan (5) berdasarkan torsi dan tegangan geser izin material:

$$d = \sqrt[3]{16T / \pi\tau}$$

dengan d adalah diameter poros (mm), T adalah torsi (Nmm), dan τ adalah tegangan geser izin (MPa). Diameter hub kopling dihitung dengan $D_h = 2d$, dan panjang hub kopling dengan $L = 1,5d$. Keamanan poros dievaluasi dengan membandingkan tegangan geser kerja ($\tau = 16T / \pi d^3$) terhadap tegangan geser izin material, sehingga diperoleh faktor keamanan sistem transmisi yang dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Torsi dan Rasio Transmisi

Perhitungan menggunakan motor berdaya 125 W (0,125 kW) dengan putaran 2900 rpm dan efisiensi transmisi 90% menghasilkan torsi awal motor sebesar 0,412 Nm. Setelah memperhitungkan efisiensi transmisi, diperoleh torsi efektif sebesar 0,371 Nm. Dengan rasio gearbox 1:40, putaran output yang dihasilkan adalah 72,5 rpm, sedangkan torsi output akhir setelah reduksi gear meningkat menjadi 14,84 Nm. Rekapitulasi hasil perhitungan torsi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Perhitungan Torsi

No	Jenis Torsi	Simbol	Nilai	Satuan
1	Torsi motor awal	T1	0,412	Nm
2	Torsi efektif (setelah efisiensi)	T2	0,371	Nm
3	Torsi output (setelah reduksi 1:40)	T3	14,84	Nm
4	Torsi kerja ke screw	T4	14,84	Nm
5	Torsi maksimum izin poros	T	19,89	Nm
6	Faktor keamanan torsi	SF	1,34	-

Peningkatan torsi dari 0,412 Nm menjadi 14,84 Nm menunjukkan bahwa sistem reduksi roda gigi bekerja sesuai prinsip dasar transmisi, yaitu penurunan kecepatan putar akan meningkatkan torsi

Mufadhol Albin, Irwan Aranda, Perancangan Sistem Transmisi Pada Prototype Mesin Ekstrusi Plastik Skala Kecil

secara proporsional (Shigley, 2015). Nilai torsi output tersebut masih berada di bawah torsi maksimum izin poros sebesar 19,89 Nm, dengan faktor keamanan 1,34, sehingga sistem transmisi dinyatakan aman digunakan pada prototype mesin ekstrusi plastik.

Perhitungan Kopling Tetap (Flange Coupling)

Kopling tetap digunakan untuk menghubungkan poros motor dengan poros gearbox agar putaran dan torsi dapat diteruskan secara stabil tanpa slip. Berdasarkan torsi output sebesar 14,84 Nm dan tegangan geser izin material 40 MPa, diperoleh diameter poros kopling teoritis sebesar 12,36 mm yang kemudian dibulatkan ke ukuran standar menjadi 15 mm. Diameter hub kopling dihitung sebesar 30 mm dan panjang hub kopling sebesar 25 mm. Hasil perhitungan kopling tetap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kopling Tetap dan Keamanan Poros

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Torsi output	14,84 Nm	Torsi setelah reduksi gearbox
2	Diameter poros	15 mm	Dibulatkan dari 12,36 mm
3	Diameter hub kopling	30 mm	$D_h = 2d$
4	Panjang hub kopling	25 mm	$L = 1,5d$
5	Tegangan geser kerja	22,39 MPa	Di bawah tegangan izin
6	Tegangan geser izin	40 MPa	Batas toleransi material
7	Kondisi poros	Aman	$SF = 1,34$

Hasil perhitungan menunjukkan tegangan geser kerja sebesar 22,39 MPa, masih berada jauh di bawah tegangan geser izin material sebesar 40 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa poros kopling mampu menerima beban puntir yang terjadi selama proses transmisi tanpa mengalami kegagalan. Penggunaan flange coupling pada sistem ini dipilih karena konstruksinya sederhana, mampu mentransmisikan torsi besar secara stabil, tidak terjadi slip, dan mudah dalam perawatan, meskipun kekurangannya adalah tidak dapat mengatasi ketidaksejajaran poros yang terlalu besar sehingga pemasangan harus dilakukan dengan presisi.

Rekapitulasi Hasil Perancangan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Sistem Transmisi

No	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1	Daya motor	P	0,125	kW
2	Putaran motor	n_1	2900	rpm
3	Efisiensi transmisi	η	0,9	-
4	Torsi motor	T	0,412	Nm
5	Torsi efektif	T	0,371	Nm
6	Rasio transmisi	i	1:40	-
7	Putaran output	n_2	72,5	rpm
8	Torsi output akhir	T_2	14,84	Nm
9	Diameter poros kopling	d	15	mm
10	Diameter hub kopling	D_h	30	mm

Mufadhol Albin, Irwan Aranda, Perancangan Sistem Transmisi Pada Prototype Mesin Ekstrusi Plastik Skala Kecil

No	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
11	Panjang hub kopling	L	25	mm
12	Tegangan geser kerja	τ	22,39	MPa
13	Tegangan geser izin	τ	40	MPa
14	Kondisi poros	-	Aman	-

Berdasarkan Tabel 3, sistem transmisi yang dirancang mampu menurunkan putaran motor dari 2900 rpm menjadi 72,5 rpm melalui rasio transmisi 1:40, yang secara bersamaan meningkatkan torsi dari 0,371 Nm menjadi 14,84 Nm. Peningkatan torsi ini sangat diperlukan dalam proses ekstrusi plastik karena material yang telah dipanaskan memiliki hambatan viskositas tinggi, sehingga torsi besar diperlukan agar screw dapat bekerja stabil dalam mendorong lelehan material menuju nozzle.

Pembahasan

Penggunaan sistem transmisi roda gigi dengan rasio 1:40 memberikan beberapa keuntungan, yaitu peningkatan torsi yang signifikan, putaran screw yang stabil, tidak terjadinya slip antar poros, serta kesesuaian untuk beban ekstrusi yang berlangsung secara berkelanjutan. Meskipun demikian, sistem ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti kebutuhan pelumasan rutin, biaya pembuatan yang relatif lebih tinggi dibandingkan sistem sabuk-pulley, serta potensi keausan pada gearbox akibat menerima beban yang lebih besar seiring waktu pemakaian.

Hasil ini diketahui bahwa sistem transmisi belt-pulley memiliki keterbatasan dalam hal torsi dan rentan mengalami slip pada pemakaian jangka panjang, sehingga merekomendasikan sistem roda gigi sebagai alternatif yang lebih stabil[6]. Hal ini juga diperkuat bahwa sistem roda gigi mampu mentransfer daya secara lebih stabil dibandingkan sistem transmisi konvensional[7], serta pada mesin crusher plastik HDPE yang melaporkan peningkatan efisiensi energi hingga 20% dengan penggunaan sistem roda gigi dibandingkan sistem belt-pulley. Secara keseluruhan, hasil perancangan pada penelitian ini memperkuat temuan-temuan tersebut bahwa sistem transmisi roda gigi lebih sesuai diterapkan pada mesin ekstrusi plastik skala kecil dibandingkan sistem transmisi sabuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan sistem transmisi pada prototype mesin ekstrusi plastik, dapat disimpulkan bahwa torsi motor sebesar 0,412 Nm berhasil ditingkatkan menjadi 14,84 Nm melalui sistem reduksi roda gigi dengan rasio 1:40, sehingga mampu membantu screw extruder mendorong material plastik leleh menuju nozzle secara stabil. Hasil analisis kopling tetap (flange coupling) menunjukkan bahwa poros berdiameter 15 mm masih berada dalam batas aman terhadap beban puntir, dengan tegangan geser kerja sebesar 22,39 MPa yang lebih kecil dibandingkan tegangan geser izin material sebesar 40 MPa. Secara keseluruhan, sistem transmisi roda gigi yang dirancang terbukti sesuai digunakan pada prototype mesin ekstrusi plastik skala kecil karena mampu menghasilkan putaran rendah dan torsi tinggi secara stabil dan efisien.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian langsung pada prototype terhadap berbagai jenis plastik daur ulang, penambahan sistem kontrol kecepatan motor DC agar putaran screw dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses, penggunaan material gear dengan kualitas lebih baik untuk meningkatkan umur pakai, serta analisis lanjutan menggunakan simulasi elemen hingga (FEA) untuk mengetahui distribusi tegangan pada poros, gear, dan kopling secara lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhao, X., Wang, J., Leung, K. M. Y., & Wu, F. (2022). Color: An important but overlooked factor for plastic photoaging and microplastic formation. *Environmental Science & Technology*, 56(13), 9161–9163.
- [2] Singh, N., et al. (2021). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409–422.
- [3] Hilman Sholih, H., Kristanto, B. M., & Domodite, A. (2023). Perancangan transmisi roda gigi screw extruder. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 4(1), 108–118.
- [4] Norton, R. L. (2016). *Machine design: An integrated approach*. Pearson Education.
- [5] Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2014). *Mechanical engineering design*. McGraw-Hill.
- [6] Dewantara, A., & Rinaldi, F. (2021). Rancang bangun mesin extruder plastik daur ulang tipe single screw skala rumah tangga. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 9(2), 107–114.
- [7] Pramudi, G., & Rohman, F. N. (2025). Rancang bangun sistem transmisi poros pisau penghancur pada mesin crusher plastik High Density Polyethylene (HDPE). *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 20(1).