Production Optimization Strategy: System Improvement on Rotary Blow Film Machine to Improve Product Quality

Strategi Optimalisasi Produksi: Perbaikan Sistem pada Mesin Blow Film Rotari untuk Meningkatkan Kualitas Produk

Muhammad Haris Firmansyah[1], Prantasi Harmi Tjahjanti[2]
mharisfirmansyah9@gmail.com[1],prantasiharmi@umsida.ac.id[2]
[1,2] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstract*. Cooling Rotary is an important component of the Blow Film machine that functions to cool the plastic film after the extrusion process. The cold air from the blower is evenly distributed to ensure the quality, thickness, and characteristics of the plastic film produced. However, there are some common problems that can interfere with the performance of the machine, namely incompletely melted plastic and bumpy plastic surfaces.*
The problem of incompletely melted plastic is caused by improper temperature setting of the heating zone, damage to the heater or thermocouple, and wear on the screw. In addition, substandard material quality, such as incorrect Melt Flow Index (MFI) or high moisture content, also affects the final result. Solutions include recalibrating the temperature in each heating zone, replacing defective components, and ensuring material quality through strict quality control. Meanwhile, wavy plastic surfaces usually result from unstable cooling air distribution, unbalanced nip roller pressure, or inappropriate process parameters such as take-up speed and blow-up ratio. Uneven cooling system or damage to the air ring and nip roller are the main causes. To resolve this, steps such as adjusting the air ring, periodically cleaning the rollers, and optimizing process parameters need to be taken. Repairs are made by shutting down the machine, closing the water valve, removing and cleaning the problem components, and ensuring tight connections using tools such as pipe wrenches, seal tape, and rust cleaning fluid. To prevent similar problems, preventive maintenance should be performed regularly, including calibration of process parameters, cleaning of critical components, and operator training. A systematic approach and consistent prevention are essential to maintain the quality of the plastic film produced
Keywords *- Production Optimization; Blow Film Machine; Preventive Maintenance*

Abstrak*. Cooling Rotary adalah komponen penting pada mesin Blow Film yang berfungsi mendinginkan film plastik setelah proses ekstrusi. Udara dingin dari blower didistribusikan secara merata untuk memastikan kualitas, ketebalan, dan karakteristik film plastik yang dihasilkan. Namun, terdapat beberapa masalah umum yang dapat mengganggu kinerja mesin, yaitu plastik yang meleleh tidak sempurna dan permukaan plastik yang bergelombang. Masalah plastik meleleh tidak sempurna disebabkan oleh pengaturan suhu zona pemanas yang tidak tepat, kerusakan pada heater atau thermocouple, serta keausan pada screw. Selain itu, kualitas material yang tidak sesuai standar, seperti Melt Flow Index (MFI) yang salah atau kandungan kelembaban tinggi, turut memengaruhi hasil akhir. Solusi yang dapat dilakukan meliputi kalibrasi ulang suhu di setiap zona pemanas, mengganti komponen yang rusak, serta memastikan kualitas material melalui pengendalian mutu yang ketat. Sementara itu, permukaan plastik bergelombang biasanya terjadi akibat distribusi udara pendingin yang tidak stabil, tekanan nip roller yang tidak seimbang, atau parameter proses yang tidak sesuai seperti take-up speed dan blow-up ratio. Sistem pendinginan yang tidak merata atau kerusakan pada air ring dan nip roller menjadi penyebab utama. Untuk mengatasi hal ini, langkah-langkah seperti penyesuaian air ring, pembersihan roller secara berkala, dan pengoptimalan parameter proses perlu dilakukan.Perbaikan dilakukan dengan mematikan mesin, menutup valve air, melepas dan membersihkan komponen yang bermasalah, serta memastikan sambungan kembali rapat menggunakan alat seperti kunci pipa, seal tape, dan cairan pembersih karat. Untuk mencegah masalah serupa, maintenance preventif harus dilakukan secara rutin, termasuk kalibrasi parameter proses, pembersihan komponen kritis, dan pelatihan operator. Pendekatan sistematis dan pencegahan yang konsisten sangat penting untuk menjaga kualitas film plastik yang dihasilkan.*
Kata Kunci *- Optimalisasi Produksi;* Mesin Blow Film*;* Pemeliharaan Preventif

ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

I PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan serbaguna yang dapat dibentuk dan dicetak, menjadikannya pilihan populer untuk berbagai macam barang[1] Plastik yang biasanya disintesis menggunakan sumber daya fosil yang tidak terbarukan merupakan material yang sangat sering digunakan dalam kehidupan modern[2]. Plastik yang disintesis dari sumber daya fosil telah menjadi bagian integral dari kehidupan modern karena sifatnya yang tahan lama, ringan, dan biaya produksi yang relatif murah. Material ini digunakan secara luas dalam berbagai sektor, mulai dari kemasan makanan, peralatan rumah tangga, komponen elektronik, hingga industri otomotif. Proses produksi merupakan kegiatan menciptakan atau meningkatkan kegunaan suatu produk atau jasa sehingga lebih sesuai dengan kebutuhan manusia, dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku, dan modal[3]. Saat ini Mesin pembungkusan yang ada kebiasaannya digunakan di industri besar untuk proses pengeluaran yang komersial maka ia tidak sesuai digunakan untuk golongan perindustrian yang kecil dan sederhana[4].*Cooling* Rotari atau sistem pendingin berputar merupakan komponen vital dalam mesin Blow Film yang berfungsi untuk mendinginkan film plastik setelah proses ekstrusi. dimana proses ini merupakan proses permesinan dimana bahan baku akan dipanaskan dengan suhu tertentu sampai mendapatkan titik leleh yang diinginkan, kemudian material tersebut akan melalui proses ekstruksi. Sistem ini terdiri dari serangkaian kipas (*blower*) yang berputar mengelilingi gelembung plastik (*bubble*) yang baru keluar dari die head. merupakan mesin yang kritis dalam proses produksi yang akan mempengaruhi produktivitas secara keseluruhan[5]. Proses pendinginan ini sangat krusial karena mempengaruhi kualitas, ketebalan, dan karakteristik fisik dari film plastik yang dihasilkan.Cara kerja *Cooling* Rotari dimulai saat material plastik yang telah dipanaskan keluar dari die dalam bentuk gelembung vertikal. Udara dingin dari blower yang berputar akan mengenai permukaan gelembung plastik secara merata, menyebabkan proses pendinginan yang uniform. Kecepatan rotasi dan tekanan udara harus diatur dengan presisi untuk mendapatkan hasil optimal. Ketidakseimbangan dalam proses pendinginan dapat menyebabkan berbagai defect seperti ketebalan tidak merata, wrinkle, atau gelembung yang tidak stabil. Sistem Cooling Rotari modern dilengkapi dengan kontrol kecepatan yang dapat disesuaikan dengan jenis material dan ketebalan film yang diproduksi. Komponen utamanya meliputi motor penggerak, shaft, bearing, blower unit, dan sistem transmisi yang menghubungkan motor dengan rotating ring. Semua komponen ini harus bekerja dalam sinkronisasi yang tepat untuk menghasilkan film plastik berkualitas tinggi. *Maintenance* rutin pada Cooling Rotari menjadi sangat penting mengingat perannya yang vital. Beberapa masalah umum yang sering terjadi antara lain bearing yang aus, ketidakseimbangan putaran, masalah pada motor penggerak, atau distribusi udara yang tidak merata.

penelitian ini berfokus pada upaya perbaikan dan optimalisasi sistem Cooling Rotari pada mesin Blow Film, yang merupakan komponen penting untuk memastikan kualitas film plastik yang dihasilkan. Beberapa masalah utama yang diidentifikasi meliputi kebocoran air pada drat roll cooling rotary, distribusi udara pendingin yang tidak merata, serta kerusakan pada komponen seperti bearing dan motor penggerak. Kebocoran pada drat roll menyebabkan air menetes ke area mesin, yang tidak hanya mengganggu proses pendinginan tetapi juga meningkatkan risiko korosi dan membuat area kerja menjadi tidak aman. Selain itu, ketidakseimbangan putaran dan distribusi udara yang tidak optimal dapat mengakibatkan mengganggu produktivitas kerja[6], defect pada film plastik, seperti ketebalan yang tidak merata dan wrinkle. Oleh karena itu, diperlukan langkah sistematis untuk menganalisis penyebab utama kerusakan dan merancang prosedur perbaikan serta pemeliharaan yang efektif guna memastikan kinerja Cooling Rotari tetap optimal dan mendukung kelancaran produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengembangkan solusi terhadap permasalahan pada sistem Cooling Rotari mesin Blow Film, khususnya terkait kebocoran air pada drat roll, ketidakseimbangan putaran, serta distribusi udara yang tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prosedur perbaikan yang efektif, mulai dari pengetapan ulang drat, pemasangan pipa yang lebih rapat, hingga pemeriksaan dan pemeliharaan komponen utama seperti bearing, blower, dan motor penggerak. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja sistem pendingin dengan memastikan setiap komponen bekerja secara sinkron dan efisien. Dengan perbaikan dan pemeliharaan yang tepat, diharapkan sistem Cooling Rotari mampu mendukung proses produksi film plastik yang berkualitas tinggi, meminimalkan defect, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi kerja di area produksi. Produktifitas merupakan perbandingan antara output (berupa barang atau jasa yang diproduksi) dengan input (bahan/sumber daya yang dipakai guna menghasilkan output)[7].

II METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif, yaitu metode yang lebih menekankan analisis atau deskripsi. Lokasi penelitian di PT. XYZ Sidoarjo. Data-data yang diperoleh dari penelitian tersebut diambil dari literasi jurnal dan artikel secara online, observasi dan wawancara. Waktu penelitian dilakukan selama 30 hari dimulai dari tanggal 23 september sampai 19 oktober 2024. Lama pengerjaan pembuatan artikel ini selama kurang lebih satu minggu. Cara pengolahan data yang dilakukan dengan membaca dari beberapa jurnal, artikel, website online, observasi dan wawancara yang selanjutnya dapat disusun menjadi suatu ide pokok pikiran. Dalam pengumpulan data ini diungkapkan dalam bentuk hipotesis yang merupakan jawaban sementara terhadap pertanyaan dari peneliti, Pengumpulan data ini,

1. Metode dalam Perbaikan Cooling Rotari Mesin Blow Film dan penanganan kebocoran pada drat roll
   Permasalahan :

ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

- Kebocoran air pada drat roll cooling rotary
- Air menetes ke bawah mesin
- Pipa keni tidak bisa masuk dengan sempurna

Dampak nya.Kinerja pendinginan terganggu,Area kerja basah/licin, Resiko korosi pada komponen mesin berikut alat dan bahan dalam permasalahan diatas:

- Kunci pipa
- Tap drat
- Kunci pas
- Peralatan cleaning
- Sealtape
- Kain lap Cairan pembersih karat

Prosedur perbaikan, setelah menyiapkan alat dan bahan tahapan yang dimulai dengan[8].

- Matikan mesin blow film
- Tutup valve air
- Siapkan peralatan
- Pastikan area kerja aman
- Lepas selang air
- Buka pipa keni dengan kunci pipa
- Bersihkan area drat dari kotoran
- Lepas selang air
- Buka pipa keni dengan kunci pipa
- Bersihkan area drat dari kotoran
- Lepas selang air
- Buka pipa keni dengan kunci pipa
- Bersihkan area drat dari kotoran
- Lepas selang air
- Buka pipa keni dengan kunci pipa
- Bersihkan area drat dari kotoran
- Pastikan tidak ada kebocoran
- Cek kinerja pendinginan
- Bersihkan area kerja



Gambar 1 mesin Cooling Rotari Blow Film



ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

Gambar 2 perbaikan mesin Cooling Rotari Blow Film

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian ini di fokuskan pada identifikasi perbaikan mesin Cooling Rotari Blow Film faktor-faktor yang menyebabkan Kerusakan pada mesin . Kemajuan dunia industri yang semakin berkembang, mengakibatkan beragamnya hasil produk yang dihasilkan. Pentingnya kualitas sebuah produk yang baik sesuai dengan standarisasi atau keinginan konsumen dibutuhkan pengendalian kualitas yang tepat dalam sebuah produksi untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan[9]. Hasil identifikasi cacat produk dan faktor penyebab kecacatan produk Pembuatan Kemasan sebagai berikut:

a. Plastik meleleh tidak sempurna

Faktor yang menyebabkan hasil kurang dari speksifikasi antara lain:

Ketika menghadapi masalah plastik yang meleleh tidak sempurna pada mesin blow film, hal ini dapat dilihat dari beberapa indikator seperti permukaan plastik yang tidak rata, tekstur yang kasar, munculnya gelembung udara, warna tidak merata, ketebalan yang tidak konsisten, dan plastik yang mudah putus. Masalah ini memerlukan penanganan sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab dan melakukan perbaikan yang tepat. Faktor utama yang perlu diperiksa adalah pengaturan suhu (temperature setting). Setiap zona pemanas pada mesin blow film harus dikalibrasi dengan tepat, mulai dari hopper zone, feed zone, compression zone, hingga metering zone dan die zone. Ketidaktepatan suhu dapat disebabkan oleh heater yang tidak berfungsi, thermocouple yang rusak, atau distribusi panas yang tidak merata. Solusinya adalah dengan melakukan pengecekan dan kalibrasi ulang suhu pada setiap zona, mengganti heater yang rusak, atau mengkalibrasi thermocouple yang bermasalah. Masalah pada screw juga dapat menjadi penyebab plastik meleleh tidak sempurna. Hal ini bisa terjadi karena kecepatan screw yang tidak tepat, back pressure yang tidak sesuai, atau keausan pada screw. Untuk mengatasinya, perlu dilakukan optimasi parameter screw seperti mengatur kecepatan yang tepat, menyesuaikan back pressure, dan melakukan pemeriksaan keausan pada screw. Maintenance rutin pada screw seperti pembersihan dan pengecekan alignment juga sangat penting.

b. Permukaan plastik tidak rata/bergelombang

Faktor yang menyebabkan hasil kurang dari speksifikasi antara lain:

Sistem pendinginan yang tidak stabil merupakan salah satu penyebab utama. Ketika distribusi udara pendingin tidak merata atau tekanan udara dari air ring tidak konsisten, hal ini akan mengakibatkan pendinginan yang tidak seragam pada bubble film. Solusinya adalah dengan melakukan penyesuaian pada air ring, memastikan jarak air ring terhadap die head optimal, dan mengatur tekanan udara pendingin dengan tepat. Pengecekan dan pembersihan air ring secara berkala juga penting untuk memastikan aliran udara yang merata. Masalah pada nip roller juga dapat menyebabkan permukaan film tidak rata. Hal ini bisa terjadi karena tekanan nip roller yang tidak seimbang, permukaan roller yang kotor atau rusak, atau alignment yang tidak tepat. Untuk mengatasinya, perlu dilakukan pengecekan dan penyetelan tekanan nip roller secara merata, pembersihan permukaan roller secara rutin, dan memastikan alignment roller tepat. Jika ditemukan kerusakan pada permukaan roller, maka perlu dilakukan penggantian atau perbaikan.

Parameter proses yang tidak tepat seperti take-up speed dan blow up ratio yang tidak sesuai dapat mengakibatkan ketegangan film yang tidak merata, yang akhirnya menyebabkan permukaan bergelombang. Solusinya adalah dengan melakukan optimasi parameter proses, termasuk menyesuaikan take-up speed dengan output rate, mengatur blow up ratio yang optimal, dan memastikan tension control berfungsi dengan baik. Pengaturan ini harus disesuaikan dengan jenis material dan spesifikasi produk yang diinginkan. Faktor material juga dapat berkontribusi pada masalah ini. Material yang memiliki MFI (Melt Flow Index) tidak sesuai, terkontaminasi, atau memiliki kandungan moisture yang tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam proses ekstrusi yang berujung pada permukaan film yang tidak rata. Penting untuk melakukan quality control material yang ketat, termasuk pre-drying material sebelum proses, memastikan material bebas dari kontaminasi, dan menggunakan material dengan spesifikasi yang sesuai. Maintenance preventif memegang peranan penting dalam mencegah masalah permukaan film tidak rata. Hal ini mencakup pembersihan rutin komponen-komponen kritis seperti air ring dan nip roller, pengecekan alignment secara berkala, kalibrasi parameter proses, dan pelatihan operator untuk memahami cara mengoptimalkan proses dan mengenali gejala awal masalah. Dokumentasi parameter optimal dan prosedur troubleshooting juga penting untuk referensi cepat ketika masalah terjadi. Sebelum terjadi penurunan kualitas produk perusahaan melakukan pencegaah dengan menerapkan pengendalian kualitas. Disamping itu, perlu dilakukan perbaikan sistem maupun metode produksi dari segi manusia ataupun mesin untuk meningkatkan kualitas[10].

IV SIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi perbaikan mesin Cooling Rotari Blow Film, terdapat dua masalah utama yang sering terjadi yaitu plastik meleleh tidak sempurna dan permukaan plastik tidak rata/bergelombang. Untuk masalah plastik meleleh tidak sempurna, penyebab utamanya adalah pengaturan suhu yang tidak tepat pada zona pemanas (hopper zone, feed zone, compression zone, metering zone, dan die zone), masalah pada screw (kecepatan tidak tepat, back pressure tidak sesuai, keausan), dan kualitas material yang tidak sesuai standar. Sementara untuk masalah permukaan plastik tidak rata/bergelombang, penyebab utamanya adalah sistem pendinginan yang tidak stabil, masalah

ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

pada air ring dan nip roller, parameter proses yang tidak tepat (take-up speed dan blow up ratio), serta faktor material yang tidak sesuai spesifikasi. Solusi untuk kedua masalah tersebut memerlukan pendekatan sistematis meliputi maintenance preventif, kalibrasi parameter proses secara rutin, quality control material yang ketat, dan pelatihan operator yang memadai untuk memastikan kualitas produk yang konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima Kasih kepada pihak yang turut serta dalam kelancaran penelitian serta pembuatan artikel ini, terutama kepada PT. XYZ Sidoarjo yang telah memberikan ijin tempat untuk melakukan analisa dan kepada pihak pembimbing yang telah membantu menyempurnakan penelitian ini. Penulis Juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan Artikel PKL. Dengan bimbingan dari dosen-dosen, saya bisa menyelesaikan Artikel PKL dengan baik.

REFERENSI

[1] K. Pei Yee, Y. Tze Mi, M. Zakaria, and K. Chee Hwang, “Evaluation of Virgin and Recycled LDPE Plastic Bags Manufactured using Film Blowing Machine MALAYSIA 2 No 22, Jalan Kota Murni, Taman Perindustrian Kota Murni, Off Jalan Minyak Beku, 83000 Batu Pahat, Johor, MALAYSIA *Corresponding Author Designation,” *Prog. Eng. Appl. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 756–768, 2022, [Online]. Available: https://doi.org/10.30880/peat.2022.03.01.075

[2] R. Findiani, O. Novareza, and M. A. Choiron, “IMPROVEMENT OF rHDPE PLASTIC QUALITY USING SIX SIGMA AND TAGUCHI METHODS,” *J. Eng. Manag. Ind. Syst.*, vol. 7, no. 2, pp. 77–89, 2019, doi: 10.21776/ub.jemis.2019.007.02.3.

[3] K. Dadan Ma’arif, “Proses Produksi Pengolahan Plastik Polyethlene Di Pt. Plastik Karawang Flexindo,” *Sigmat – J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 01, pp. 1–11, 2022.

[4] N. U. R. Wafa, N. Binti, N. Hazwani, B. Roslee, N. Ilyana, and B. Abdul, “PROJEK 2 PENULISAN LAPORAN AKHIR : DOUBLE SEALER MACHINE JABATAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL (PEMBUNGKUSAN),” 2022.

[5] H. Z. Ibad, E. Mas’idah, and N. Khoiriyah, “Analisa Perwatan Mesin Blow Film HD14 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II (Studi Kasus CV. Panca Gemilang),” *J. Ilm. Sultan Agung; Vol 2, No 2 Sept. 2023; 530-548 ; J. Ilm. Penelit. Mahasiswa; Vol 2, No 2 Sept. 2023; 530-548 ; 2963-2730*, 2023, [Online]. Available: http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/JIMU/article/view/33610

[6] P. H. Tjahjanti, A. Akbar, R. Firdaus, A. S. Wicaksono, M. A. Fajar, and A. Dananjoyo, “Pembuatan peralatan two in one (hand sanitizer dan hand dryer otomatis),” *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.24853/sintek.16.1.1-5.

[7] Iswanto and A. Akbar, *Buku Ajar Manajemen Operasi*. 2021. [Online]. Available: https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/1285

[8] R. Y. Pradhana and E. Widodo, “Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan PVC Pada Pompa Rotari Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air,” *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 2, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.846.

[9] N. S. Saputra, M. Muchlisinalahuddin, and A. Armila, “Rancang Bangun Mesin Pencetak Bakso,” *J. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 115–120, 2022, doi: 10.30630/jtm.15.2.859.

[10] E. Y. Arifianto and R. N. Briliana, “Identifikasi Penyebab dan Analisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Geomembrane Pabrik Plastik Menggunakan Pendekatan FMEA,” *Semin. Nas. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 66–72, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.69.

[11] Y. Demay and J. F. Agassant, “The polymer film casting process—An overview,” International Polymer Processing, vol. 36, no. 3, p. 264, 2021, doi: 10.1515/ipp-2020-4061.

[12] E. C. Boz Noyan, F. Rehle, and A. Boldizar, “Rheological and functional properties of mechanically recycled post-consumer rigid polyethylene packaging waste,” Materials, vol. 17, no. 8, Art. no. 1855, 2024, doi: 10.3390/ma17081855.

ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

[13] J. Langwieser, P. Naderi, and J. Fischer, “Systematic characterization and property enhancement of recycled PE flexible film packaging,” Polymers, vol. 17, no. 18, Art. no. 2475, 2025, doi: 10.3390/polym17182475.
[14] A. Tor-Świątek and A. Jakimińska, “Influence of the modification with polymer microspheres on the structural, mechanical and post-processing properties of extruded thin-walled LDPE films,” Scientific Reports, vol. 15, Art. no. 41281, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-25192-0.
[15] I. Pelgrims, A. Verberckmoes, I. Efimov, P. H. M. Van Steenberge, D. R. D’hooge, and M. Edeleva, “Structural defects and processing limitations for polymer film blowing applications: A comprehensive review of conventional and emerging sustainable technologies,” Polymers, vol. 17, no. 24, Art. no. 3314, 2025, doi: 10.3390/polym17243314.

ISSN 2722-067 2(online), https ://pssh.umsida.ac.id.Published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Copyright (c) 2026 Author (s).This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CCBY)
To view a copy of this license,visit https//creativecommons.org/licenses/by/4.0/.