

## **Pembuatan Mesin Internal Mikser Biji Plastik Kapasitas 50 g/h**

### ***Manufacturing of a 50 g/h Capacity Internal Mixer Machine for Plastic Ore***

**Jepriadi Purba, Iswandi, & Bobby Umroh**

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan memvalidasi kinerja Mesin IMBP yang telah dibuat, serta memastikan bahwa mesin tersebut mampu beroperasi dengan baik dan menjalankan fungsi komponennya sesuai yang diharapkan. Selain itu, tujuan penelitian ini juga mencakup pencapaian hasil pengolahan yang diinginkan sebanyak 50 gram/jam biji plastik, serta menyusun proses pembuatan Mesin IMBP secara sistematis mulai dari pembuatan kerangka besi, rumah gear, end plate, barrel, hooper, penutup, paking, poros mata pisau, mata pisau, poros pengikat, hingga proses finishing. Metode penelitian yang digunakan meliputi metode observasi lapangan, studi literature, metode pengujian dan pengukuran, serta metode analisis. Metode observasi lapangan digunakan untuk mengamati dan memperoleh data dari mesin yang sedang beroperasi di lapangan. Studi literature dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait teori dan praktik terkait mesin IMBP. Metode pengujian dan pengukuran dilakukan untuk menguji kinerja mesin dan mengumpulkan data terkait hasil pengolahan yang dicapai. Selanjutnya, metode analisis digunakan untuk membandingkan data yang diperoleh dengan spesifikasi yang diinginkan, sehingga dapat memvalidasi apakah mesin telah mencapai target yang diinginkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin ini berhasil menghasilkan Mesin IMBP sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Mesin ini terbukti dapat berfungsi dengan baik dalam mengolah bahan-bahan plastik dan karbon. Dengan adanya hasil penelitian ini, diharapkan mesin ini dapat memberikan kontribusi positif dalam proses pengolahan limbah plastik dan pengurangan limbah karbon.

**Kata Kunci:** Mesin Internal Mikser; Biji Plastik; Pembuatan; Pengolahan Bahan Plastik; Kinerja Mesin IMBP

#### **Abstract**

*This research aims to test and validate the performance of the IMBP Machine that has been created, ensuring that the machine can operate effectively and perform its components' functions as expected. Additionally, the objectives of this study include achieving the desired processing results of 50 grams per hour of plastic seeds and systematically developing the process of manufacturing the IMBP Machine, starting from the construction of the iron frame, gear housing, end plate, barrel, hopper, cover, packing, knife shaft, blades, binding shaft, and finishing process. The research methodology employed encompasses field observation, literature review, testing and measurement methods, as well as analytical methods. Field observation is utilized to observe and gather data from machines operating in the field. Literature review is conducted to obtain information related to the theory and practices of the IMBP Machine. Testing and measurement methods are employed to evaluate machine performance and collect data regarding the achieved processing outcomes. Furthermore, the analytical method is used to compare the obtained data with the desired specifications, thus validating whether the machine has achieved the intended targets. The research findings demonstrate that this machine successfully produces the IMBP Machine according to the desired specifications. It is proven to function effectively in processing plastic and carbon materials. With the results of this research, it is expected that this machine can contribute positively to plastic waste processing and carbon waste reduction processes.*

**Keywords:** Internal Mixer Machine; Plastic Granules; Manufacturing; Plastic Material Processing; IMBP Machine Performance.

**How to Cite:** Jepriadi Purba, Iswandi, & Bobby Umroh. (2023). Pembuatan Mesin Internal Mikser Biji Plastik Kapasitas 50 g/h. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin dan Industri (JITMI)*, 2(1) 2023: 41-50,

## PENDAHULUAN

Mesin Internal Mikser biji plastik (IMBP) adalah sebuah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengolah dan mencampurkan biji plastik dengan bahan tambahan lainnya dalam proses produksi (Zuo et al., 2021). Mesin ini memiliki rongga kerja yang berisi dua atau lebih rotor yang berputar dengan kecepatan tinggi. Saat berputar, rotor ini mengaduk biji plastik dengan bahan tambahan seperti pewarna, pengisi, dan bahan pengubah lainnya. Proses pencampuran menggunakan mesin ini bertujuan untuk mendistribusikan bahan tambahan dengan merata ke dalam biji plastik, sehingga menghasilkan campuran homogen yang siap untuk diproses lebih lanjut menjadi produk plastik (Kumar et al., 2021). Mesin Internal Mikser biji plastik umumnya digunakan dalam industri pengolahan plastik, seperti pembuatan produk karet, ban, pipa plastik, dan berbagai produk plastik lainnya.

Mesin IMBP bekerja dengan mekanisme yang cermat dan efisien untuk mencampurkan biji plastik dengan bahan tambahan lainnya. Proses kerja mesin ini melibatkan beberapa tahapan penting yang dilakukan di dalam rongga kerja mesin (Ma'arif & Kardiman, 2022). Pertama, bahan plastik biji dimasukkan ke dalam rongga kerja mesin. Rongga kerja ini dilengkapi dengan dua rotor yang terletak secara berlawanan satu sama lain. Rotor ini memiliki desain khusus dengan pisau-pisau penggiling yang tajam. Kedua, saat mesin dihidupkan, rotor mulai berputar dengan kecepatan tinggi dalam arah yang berlawanan. Gerakan rotasi ini menghasilkan gaya gesekan dan tekanan yang kuat pada biji plastik dan bahan tambahan di dalam rongga kerja. Ketiga, saat biji plastik bergerak di antara rotor, pisau-pisau penggiling pada rotor memotong dan menghancurkan biji plastik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Hal ini membantu dalam penyebaran bahan tambahan secara merata ke dalam biji plastik. Keempat, proses pencampuran dan pengadukan berlangsung saat biji plastik dan bahan tambahan terus bergerak dan terpapar oleh gesekan dan tekanan dari rotor. Hal ini memungkinkan bahan tambahan seperti pewarna, pengisi, dan bahan pengubah lainnya untuk tercampur secara homogen dengan biji plastik. Kelima, setelah proses pencampuran selesai, campuran homogen yang dihasilkan dapat dikeluarkan dari mesin melalui lubang pembuangan yang ada. Campuran ini siap untuk diproses lebih lanjut dalam produksi plastik, seperti ekstrusi atau cetakan (F. A. Hidayat et al., 2022). Mekanisme kerja mesin Internal Mikser biji plastik ini memastikan pencampuran yang efisien dan homogen antara biji plastik dan bahan tambahan. Dengan menggunakan prinsip rotasi dan penggilingan, mesin ini dapat menghasilkan campuran yang merata dan konsisten, memenuhi tuntutan produksi dalam industri pengolahan plastik.

Dalam pengadaan mesin IMBP, terdapat beberapa permasalahan utama yang ditemukan. Salah satu permasalahan utama adalah memastikan kualitas dan keandalan mesin. Mesin internal mikser yang baik harus terbuat dari bahan berkualitas tinggi dan dirancang dengan standar yang ketat untuk menjamin kinerja yang baik dan umur panjang (Wypych, 2012). Penting untuk memilih mesin internal mikser dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan produksi. Memahami persyaratan produksi yang akurat dan memilih mesin dengan kapasitas yang tepat akan memastikan efisiensi operasional dan kinerja optimal. Mesin internal mikser harus kompatibel dengan jenis biji plastik yang akan diolah dan bahan tambahan yang akan digunakan. Berbagai jenis plastik memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda, sehingga mesin harus dapat mengolah biji plastik dengan baik dan mencapai pencampuran yang homogen dengan bahan tambahan. Permasalahan lain yang sering muncul adalah pengaturan suhu dan kecepatan yang sesuai (Cheremisinoff, 2001). Suhu dan kecepatan yang tepat memainkan peran penting dalam mencapai pencampuran yang optimal dan menghindari masalah seperti *overheat* atau pencampuran yang tidak merata. Memiliki layanan purna jual yang baik sangat penting dalam pengadaan mesin internal mikser. Mesin membutuhkan perawatan rutin dan perbaikan jika terjadi kerusakan. Memastikan ketersediaan suku cadang dan dukungan teknis yang baik adalah faktor penting untuk menjaga mesin dalam kondisi yang baik dan menghindari *downtime* yang tidak diinginkan.

Biaya investasi beberapa mesin IMBP yang telah beredar dipasaran juga masih terbilang cukup tinggi. Sebuah survey menyebutkan bahwa harga mesin IMBP merek Banbury Mixer dapat berkisar antara 50 juta hingga 300 juta Rupiah, tergantung pada ukuran, merek, dan fitur tambahan yang dimiliki. Harga mesin Kneader biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan mesin Banbury Mixer. Harga mesin IMBP merek Kneader dapat berkisar antara 100 juta hingga 500 juta Rupiah, tergantung pada kapasitas dan fitur-fitur yang ada. Harga mesin IMBP merek Dispersion

Mixer dapat bervariasi mulai dari 50 juta hingga 200 juta Rupiah, tergantung pada kapasitas dan merek yang dipilih (Alibaba, 2023). Dengan demikian, perlu dirancang dan bangun mesin IMBP yang lebih murah dan terjangkau oleh pengusaha kecil dan menengah.

Bahan komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih komponen yang berbeda secara fisik dan/atau kimia yang digabungkan secara bersama-sama (Yuhazri et al., 2020). Komponen utama dalam bahan komposit biasanya adalah matriks dan penguat. Matriks adalah material yang berfungsi sebagai media pengikat untuk mempertahankan letak dan memberikan kekuatan struktural pada penguat. Penguat, di sisi lain, memberikan kekuatan, kekakuan, dan sifat mekanik tambahan pada bahan komposit (Mohd Radzuan et al., 2021; Zulfikar, 2020). Bahan komposit polimer adalah jenis bahan komposit yang terdiri dari matriks polimer yang mengikat dan mempertahankan letak penguat dalam struktur komposit (Alamsyah et al., 2022; Iswandi et al., 2019). Matriks polimer dapat berupa bahan polimer termoplastik atau termoset, sedangkan penguatnya dapat berupa serat, partikel, atau bahan penguat lainnya. Bahan komposit polimer memiliki kombinasi sifat-sifat polimer dan penguat, yang memberikan kekuatan, kekakuan, dan sifat mekanik tambahan pada material tersebut (Derlini & Zulfikar, 2022). Matriks polimer dalam bahan komposit polimer berfungsi sebagai medium pengikat yang melindungi penguat, mendistribusikan beban, dan memberikan stabilitas struktural. Polimer termoplastik seperti polietilena, polipropilena, atau polivinil klorida (PVC) digunakan sebagai matriks dalam bahan komposit yang dapat dilelehkan dan dibentuk ulang dengan pemanasan. Polimer termoset seperti epoksi, poliester tak jenuh, atau fenolik digunakan sebagai matriks dalam bahan komposit yang mengeras secara permanen setelah pemanasan atau pengerasan (Zulfikar et al., 2021).

Bahan plastik adalah material yang terbuat dari polimer, yaitu molekul-molekul panjang yang terbentuk dari rantai berulang unit monomer (Amirhafizan et al., 2023). Plastik dikenal dengan sifatnya yang mudah dibentuk dan dapat mempertahankan bentuk yang telah diberikan setelah melalui proses pembentukan. Bahan plastik memiliki sifat-sifat yang bervariasi tergantung pada jenis polimer dan komposisinya (Iswandi et al., 2016; Zulfikar et al., 2022). Plastik umumnya terbuat dari bahan baku minyak bumi yang mengalami proses pengolahan kimia. Beberapa jenis polimer plastik yang umum digunakan meliputi polietilena (PE), polipropilena (PP), polivinil klorida (PVC), polistirena (PS), polietilena tereftalat (PET), dan banyak lagi. Setiap jenis plastik memiliki sifat mekanik, termal, dan kimia yang berbeda, sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi (N. Hidayat, 2022; Iswandi et al., 2011).

Bijih plastik mengacu pada material plastik yang belum melalui proses pemrosesan atau daur ulang dan masih berbentuk polimer mentah. Istilah "bijih plastik" digunakan secara analogi dengan bijih logam dalam industri pertambangan, yang menggambarkan bahan mentah sebelum diolah menjadi produk akhir (Siregar et al., 2022). Bijih plastik dapat berupa polimer murni atau campuran polimer yang berasal dari berbagai sumber, seperti limbah industri, limbah konsumen, atau sisa produksi. Bahan plastik dalam bentuk bijih biasanya dalam bentuk serpihan, pellet, serbuk, atau balok yang belum diolah lebih lanjut. Penggunaan bijih plastik melibatkan proses pengolahan tambahan seperti pencampuran, peleburan, pemurnian, dan pembentukan untuk menghasilkan produk plastik yang siap digunakan. Proses ini melibatkan pemanasan, penyesuaian komposisi, dan pengaturan suhu untuk mendapatkan sifat mekanik, fisik, dan kimia yang diinginkan (Rasyid et al., 2022).

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan pengembangan mesin IMBP. Han dkk (2022) telah melakukan studi pengaruh keausan rotor pada mesin IMBP terhadap efek pencampuran dan kualitas pencampuran lem dengan mengembangkan model simulasi dinamis menggunakan metode elemen diskrit untuk memodelkan keausan rotor secara akurat. Hasilnya menunjukkan bahwa keausan rotor memiliki dampak signifikan pada efek pencampuran dan kualitas pencampuran lem. Semakin signifikan ausnya rotor, semakin besar celah antara rusuk rotor dan dinding ruang pencampuran. Hal ini mengakibatkan penurunan efek penggilingan rotor terhadap karet dan dispersi yang tidak merata dari bahan pengisi dalam karet (Han et al., 2022). Marinho dkk (2019) telah melakukan studi tentang koefisien perpindahan panas pada mesin IMBP dan membandingkannya dengan ekstruder sekrup tunggal dan ekstruder sekrup kembar korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien perpindahan panas pada mesin IMBP lebih tinggi daripada pada ekstruder sekrup tunggal umum dan serupa dengan nilai yang ditemukan pada ekstruder sekrup kembar korelasi. Data menunjukkan bahwa koefisien

perpindahan panas pada mesin IMBP tidak bergantung pada kapasitas, jenis rotor yang digunakan, suhu proses, dan jenis polimer murni yang diproses. Namun, koefisien tersebut bergantung pada kecepatan nominal rotor dan polimer untuk campuran polimer yang tidak kompatibel dan komposit matriks polimer (Marinho et al., 2019). Cheng (2010) telah melakukan studi tentang penggunaan teknologi ultrasonik dalam proses peleburan dan pencampuran dalam mesin IMBP secara real-time, non-intrusif, dan non-destruktif. Hasilnya menunjukkan bahwa teknologi ultrasonik dapat digunakan secara efektif untuk memantau proses peleburan dan pencampuran dalam mesin IMBP. Melalui tanda-tanda ultrasonik seperti amplitudo pantulan dan transmisi, serta pengamatan visual, proses peleburan LDPE dan pencampuran LDPE cair dengan serbuk CaCO<sub>3</sub> dapat diamati secara real-time (Cheng, 2010).

Tujuan penelitian ini ialah untuk menguji dan memvalidasi kinerja mesin IMBP yang telah dibuat apakah mampu beroperasi dengan baik dan menjalankan fungsi komponennya sesuai yang diharapkan, untuk mencapai hasil pengolahan yang diinginkan yaitu sebanyak 50 gram/jam biji plastik, dan untuk menyusun proses pembuatan Mesin IMBP secara sistematis mulai dari pembuatan kerangka besi, rumah gear, end plate, barrel, hooper, penutup, paking, poros mata pisau, mata pisau, poros pengikat, dan proses finishing.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Star Umroh Engineering, Medan, Indonesia selama 4 bulan. Peralatan yang dipergunakan antara lain Mesin las. Mesin Las merupakan perangkat yang mampu menggabungkan material besi menjadi satu kesatuan yang utuh, sehingga dapat membentuk bentuk yang diinginkan atau diperlukan. Prinsip kerjanya adalah dengan cara memanaskan atau menyambungkan dua atau lebih bagian logam menggunakan energi panas. Dalam proses pembuatan mesin internal mixer, digunakan mesin Las Lakoni Basic dengan voltase 220V/50Hz dan daya listrik sebesar 450 Watt. Mesin Bor adalah perangkat yang dapat digunakan untuk menghasilkan lubang, alur, perluasan, dan penghalusan dengan tingkat kepresisian dan akurasi yang tinggi. Proses pengerjaan ini melibatkan penggunaan mesin bor tangan RYU dengan daya sebesar 600 Watt untuk melakukan pengerjaan pada plat yang memerlukan lubang. Mesin gerinda adalah mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah, memotong, atau menggerus benda kerja sesuai dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Prinsip kerjanya melibatkan putaran batu gerinda yang bersentuhan dengan benda kerja untuk melakukan pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan. Mesin gerinda tangan dengan daya listrik 600 Watt digunakan untuk memotong besi plat dan plat siku. Mesin milling adalah mesin perkakas yang menggunakan pisau berputar dan pergerakan benda kerja untuk menghasilkan bidang datar. Proses milling merupakan proses permesinan yang menghasilkan bentuk bidang datar melalui pergerakan meja mesin, dengan pengurangan material benda kerja terjadi melalui kontak antara cutter yang berputar pada poros dan benda kerja yang tercekam pada meja mesin. Proses bubut adalah proses produksi yang melibatkan pengurangan diameter benda kerja melalui berbagai mesin. Pengerjaan pada mesin bubut dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu pemotongan kasar dan pemotongan halus. Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang paling umum digunakan dalam produksi permesinan dan menghasilkan berbagai komponen sesuai kebutuhan peralatan permesinan. Pada mesin pencacah material komposit, mesin bubut digunakan untuk membentuk poros mata pisau dan melakukan pemotongan pada mesin pencacah polimer komposit berbahan dasar besi. Poros ini berfungsi sebagai poros utama pada mata pisau.

Untuk membuat rangka, prosesnya dimulai dengan menentukan desain dan dimensi yang akan dibuat terlebih dahulu, dengan tinggi 100cm dan lebar 30cm. Gambar desain rangka dapat ditemukan pada gambar 1. Bagian end plate merupakan lapisan awal dari ruang pengolahan di mana mata pisau atau rotor juga terlihat dengan lebih jelas. Terdapat 2 lobang di tengah yang merupakan lubang untuk mata pisau, sementara 2 lobang di sisi kanan dan kiri merupakan lubang poros pengikat. Proses pembuatan wadah atau ruang pengolahan dengan diameter 5 dilengkapi dengan poros di sisi kanan dan kiri untuk membantu dalam proses pelepasan wadah dari gearbox. Proses pembuatan tutup wadah bertujuan untuk mencegah masuknya benda-benda yang tidak diinginkan dan ikut terolah ke dalam ruang pengolahan. Tutup juga dilengkapi dengan poros di sisi kanan dan kiri untuk memudahkan saat melepasnya dari wadah atau ruang pengolahan.



Gambar 1. Desain Rangka Alat

Hasil pengujian operasional mesin IMBP meliputi 14 item pemeriksaan yang disusun dan diperlihatkan pada tabel xx. Hasil pemeriksaan ini disebut juga dengan uji kinerja mesin IMBP. Hasil yang diperoleh akan memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai kinerja mesin tersebut.

Tabel 1. Bagian-bagian performa kinerja mesin IMBP

No.	Komponen Mesin IMBP
1	Dinamo/motor listrik
2	Gearbox
3	Tali pulley
4	Gear utama
5	Gear pengubah arah
6	End plate
7	Barrel
8	Plat penutup
9	Kondisi mata pisau
10	Poros mata pisau
11	Heater
12	Thermostat
13	Kinerja dinamo, tali pulley dan gearbox
14	Operasional Keseluruhan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pembuatan rangka besi mesin imbp ini menggunakan bahan baku siku jenis besi st 37 dengan ukuran tinggi 600 mm, lebar 300 mm, panjang 500 mm dengan ketebalan 2.5 mm dengan ukuran panjang berbeda beda. Bentuk kerangka besi yang dihasilkan diperlihatkan pada gambar 2. Sesuai dengan desain rangka mesin yang telah dirancang, maka pemotongan besi siku dan plat menggunakan mesin gerinda tangan 500 watt serta proses penyambungan menggunakan proses pengelasan dengan las stik elektroda 500 watt kawat las RD260 (SambunganTetap). Pada proses pembuatan dudukan gearbox menggunakan 2 buah besi siku yang di jadikan dudukan gearbox dengan ukuran 300 mm dengan ketebalan 2,5 mm, metode penyambungan yang digunakan adalah metode sambungan tetap dengan proses pengelasan las elektroda 500 watt kawat las RD260 dan metode tidak tetap yaitu menggunakan

baut dan mur. Dudukan gearbox diperlihatkan pada gambar 3. Pada proses pembuatan *end plate*, digunakan plat *stainless steel* 304 dengan ketebalan 10 mm dan panjang 190 mm. Metode penyambungan yang digunakan adalah metode tidak tetap. Komponen ini memiliki 4 lubang dengan diameter 10 mm. Dua lubang di sisi paling pinggir berfungsi sebagai lubang poros untuk mengikat komponen lain seperti *end plate* dan *barrel*, sedangkan dua lubang di tengah berfungsi sebagai penampang rotor/mata pisau. Alat yang digunakan untuk membentuk lubang tersebut adalah mesin bor duduk. Bentuk *end plate* diperlihatkan pada gambar 4. Pada proses pembuatan penutup, menggunakan plat *stainless steel* 304 dengan ketebalan 10 mm dan panjang 190 mm. Metode penyambungan yang digunakan adalah metode tidak tetap. Komponen ini memiliki 2 lubang dengan diameter 10 mm. Dua lubang di sisi paling pinggir berfungsi sebagai lubang poros untuk mengikat komponen lain seperti *end plate* dan *barrel*. Alat yang digunakan untuk membentuk lubang tersebut adalah mesin bor duduk. Selain itu, di bagian luar penutup terdapat 2 pegangan yang berfungsi sebagai media untuk melepas/memisahkan penutup dari *barrel* yang terbuat dari *stainless steel*. Bentuk plat penutup diperlihatkan pada gambar 5. Hopper merupakan media untuk memasukkan bahan yang akan diolah. Hopper terdiri dari dua bagian, yaitu badan dan corong. Keduanya menggunakan bahan plat *stainless steel* 304. Ketebalan corong adalah 2 mm, dengan diameter lubang corong sebesar 50 mm dan tinggi corong 90 mm. Sedangkan badan hopper memiliki lebar 70 mm, panjang 100 mm, dan tinggi 40 mm. Corong dan badan hopper disambung menggunakan metode tetap, yaitu dengan pengelasan. Hopper terhubung langsung dengan wadah/*barrel* menggunakan metode penyambungan tidak tetap. Digunakan pengikat berupa engsel kecil sehingga hopper dapat dilepas dan disambungkan kembali dengan mudah ke *barrel*. Bentuk hopper diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 2. Rangka mesin IMBP



Gambar 3. Dudukan gearbox



Gambar 4. Bentuk end plate



Gambar 5. Plat penutup



Gambar 6. Hopper



Gambar 7. Barrel

Barrel merupakan wadah atau tempat pengolahan bahan utama, yaitu biji polimer dan karbon aktif. Barrel ini terbuat dari bahan stainless steel 304. Spesifikasi barrel meliputi panjang 190 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm. Proses pengolahan dilakukan dengan menggunakan mata pisau/rotor yang terletak di bagian tengah barrel. Setiap wadah memiliki dua rotor dengan diameter 50 mm. Barrel juga dilengkapi dengan dua lubang kecil di sisi bawah sebagai tempat untuk heater dan thermostat. Terdapat pula dua lubang di sisi kiri dan kanan barrel untuk poros pengikat barrel. Di bagian atas barrel, terdapat engsel kecil yang berfungsi sebagai pengikat hopper. Selain itu, di bagian luar kanan dan kiri barrel terdapat gagang dengan panjang 85 mm dan diameter 20 mm. Gagang tersebut digunakan sebagai media untuk membantu melepas barrel dari enplate. Bentuk barrel diperlihatkan pada gambar 7.

Rumah gear berfungsi sebagai tempat dua buah gear pengubah arah. Selain itu, rumah gear juga berfungsi sebagai media untuk menyambung gearbox dengan menggunakan metode sambungan tidak tetap (baut dan mur), serta sebagai pengikat enplate, barrel, dan penutup. Rumah gear ini terbuat dari plat baja ringan dengan lebar 230 mm dan ketebalan 5 mm. Pada sisi kanan dan kiri rumah gear terdapat lengkungan untuk menyambungkan kedua plat tersebut. Desain rumah gear ini berbentuk kotak dengan sisi atas dan bawah terbuka tanpa penutup, sehingga proses putaran gear dapat terlihat langsung. Metode yang digunakan dalam pembuatan rumah gear ini adalah metode sambungan tidak tetap (baut dan mur). Bentuk rumah gear diperlihatkan pada gambar 8.

Poros mata pisau berfungsi sebagai tempat mata pisau ditempatkan selama proses pengolahan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan poros mata pisau adalah stainless steel tipe 304. Poros ini memiliki diameter 10 mm dan panjang 185 mm. Pada ujung poros terdapat dua gigi berdiameter 35 mm, dengan total 14 gigi. Salah satu gigi berputar sesuai dengan putaran yang diberikan oleh gearbox, sementara gigi lainnya berfungsi sebagai pengubah arah agar mata pisau berputar sesuai dengan prosedur yang diinginkan, yaitu berlawanan arah. Bentuk poros mata pisau diperlihatkan pada gambar 9. Mata pisau pada mesin internal mixer ini berjumlah dua buah yang terbuat dari stainless steel tipe 304. Setiap mata pisau memiliki panjang 80 mm dengan diameter 30 mm. Setiap mata pisau ini terdiri dari empat daun, sehingga setiap mata pisau memiliki dua daun. Proses pembuatan daun ini menggunakan mesin bubut, dengan ketebalan daun mata pisau sebesar 8 mm dan panjang daun 40 mm. Bentuk mata pisau diperlihatkan pada gambar 10. Packing ini berfungsi sebagai salah satu bagian penting pada barrel yang diletakkan di sisi tepi barrel untuk mencegah keluarnya bahan utama selama proses pengolahan. Packing ini terbuat dari bahan stainless steel 304 dengan ukuran lebar 200 mm, tinggi 110 mm, dan ketebalan 1 mm. Packing ini juga memiliki lubang pengikat yang sama seperti barrel, endplate, dan penutup, dengan diameter lubang yang sama. Bentuk packing diperlihatkan pada gambar 11.



Gambar 8. Rumah gear



Gambar 9. Poros mata pisau

Proses finishing bertujuan sebagai salah satu proses tahap akhir dari suatu pembuatan benda. Tahap pelapisan permukaan rangka berfungsi sebagai salah satu untuk menghindari terjadinya korosi pada rangka besi mesin ini, selain itu fungsi lainnya untuk memperindah bagian luar pada rangka tersebut, warna yang digunakan yaitu warna biru. Tahap penempelan akrilik berfungsi sebagai media untuk tempat thermostat, dan tombol On/Off mesin tersebut. Akrilik di tempel di 3 bagian rangka yaitu pada sisi kiri, sisi kanan, dan sisi depan rangka. Tahap pembuatan roda berfungsi untuk mempermudah kita dalam memindahkan mesin ini ke tempat yang kita inginkan. Tahap pemasangan Heater berfungsi apabila ada daya listrik, daya listrik tersebut yang akan diatur oleh thermostart, maka dari itu kita akan menyambungkan heater ke bagian thermostart.

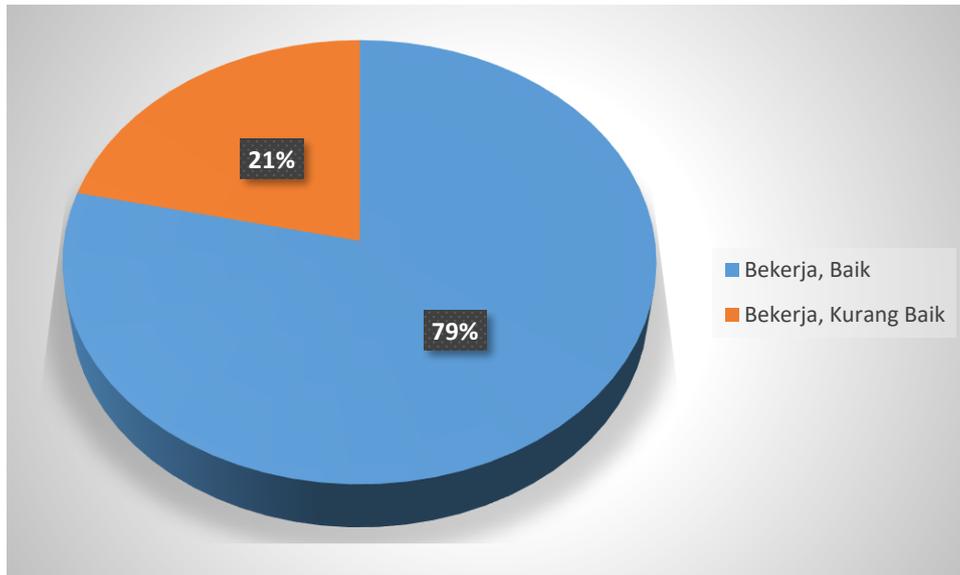


Gambar 10. Mata pisau



Gambar 11. Packing

Hasil pengujian kinerja mesin IMBP ditampilkan dalam Gambar 12. Berdasarkan hasil pengujian kinerja mesin, semua komponen berfungsi dengan baik. Namun, terdapat beberapa komponen yang menunjukkan kinerja yang kurang optimal akibat perbedaan antara hasil produksi dan ukuran desain. Salah satu komponen yang bekerja kurang baik adalah lubang poros mata pisau pada endplate yang agak longgar saat proses pengolahan berlangsung (item no.6). Selain itu, ukuran daun mata pisau yang dihasilkan terlalu tebal, mengurangi ketebalan produk yang dihasilkan (item no.9). Selanjutnya, panjang poros mata pisau tidak konsisten dan sedikit bengkok, menyebabkan ketidakstabilan putaran (item no.10). Meskipun demikian, komponen-komponen lain pada mesin IMBP berfungsi dengan baik dan menghasilkan campuran biji plastik dan karbon yang sesuai dengan kapasitas desain.



Gambar 12. Grafik hasil unjuk kerja mesin IMBP

## SIMPULAN

Pembuatan Mesin IMBP ini melibatkan serangkaian tahapan yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat. Dalam pengujian yang dilakukan, alat ini terbukti dapat beroperasi dengan baik. Komponen-komponen yang ada pada mesin ini berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, sehingga menghasilkan pengolahan sebanyak 50 gram bahan, terdiri dari 25 gram karbon dan 25 gram biji plastik. Proses pembuatan Mesin IMBP dimulai dengan pembuatan kerangka besi sebagai fondasi utama mesin ini. Selanjutnya, dilakukan pembuatan rumah gear yang berfungsi sebagai tempat untuk dua gear pengubah arah. End plate juga dibuat sebagai lapisan awal ruang pengolahan, yang memungkinkan mata pisau atau rotor terlihat dengan jelas. Barrel, sebagai wadah utama, dibuat dengan bahan stainless steel dan dilengkapi dengan lubang-lubang penting seperti lubang heater dan thermostart. Selain itu, hooper juga dibuat sebagai media untuk memasukkan bahan yang akan diolah, terdiri dari badan dan corong dengan ketebalan tertentu. Penutup juga dirancang dengan tujuan mencegah masuknya benda asing ke dalam ruang pengolahan. Paking, yang diletakkan di sisi barrel, memiliki peran penting dalam mencegah kebocoran bahan. Selanjutnya, poros mata pisau dibuat sebagai tempat penempatan mata pisau selama proses pengolahan. Mata pisau sendiri dibuat menggunakan bahan stainless steel dengan ukuran dan jumlah daun yang tepat. Proses pembuatan juga melibatkan pembuatan poros pengikat sebagai penghubung antara komponen-komponen seperti end plate, barrel, dan penutup. Terakhir, proses finishing dilakukan untuk memberikan sentuhan akhir pada mesin ini. Keseluruhan proses pembuatan Mesin IMBP melibatkan berbagai tahapan dan pembuatan komponen yang membutuhkan keahlian dan ketelitian. Namun, hasil akhirnya membuktikan bahwa mesin ini dapat berfungsi dengan baik dalam mengolah bahan-bahan plastik dan karbon. Dengan adanya mesin ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam proses daur ulang bahan plastik dan pengurangan limbah karbon di lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, D., Zulfikar, A. J., Yusuf, M., & Siahaan, R. (2022). Optimasi kekuatan tekan beton kolom silinder diperkuat selubung komposit laminat jute dengan metode anova compressive strength optimization of cylindrical column concrete reinforced jute laminated composite wrap with anova method. *Jcebt*, 6(1), 30–36. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt>
- Alibaba. (2023). Industrial Machine Mixer. Alibaba.Com. <https://bit.ly/3Xdjaok>
- Amirhafizan, M., Yuhazri, M., Umarfaruq, H., Lau, S., Kamarul, A., & Zulfikar, A. (2023). Laminated Jute and Glass Fibre Reinforced Composite for Repairing Concrete Through Wrapping Technique. *International Journal of Integrated Engineering*, 15(1), 1–8.

- Cheng, C.-C. (2010). Real-time diagnosis of melting and mixing processes in internal mixer by ultrasound. *Journal of Materials Processing Technology*, 210(4), 675–683.
- Cheremisinoff, N. P. (2001). INTERNAL MIXING PROCEDURES. In *Polymer Engineering* (pp. 134–151).
- Derlini, D., & Zulfikar, A. J. (2022). Penyelidikan Kegagalan pada Alat Pemisah Karet Alam Jenis LRH 410. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(3), 51–61.
- Han, D., Zhang, S., Pan, Y., & Wang, C. (2022). Simulation and experimental research on the wear of synchronous quadruple rotor of an internal mixer during the mixing process. *Engineering Failure Analysis*, 139(1), 106450.
- Hidayat, F. A., Khoryanton, A., & Putri, F. T. (2022). RANCANG BANGUN PROTOTYPE MESIN MIXER. 3rd National Conference of Industry, Engineering and Technology, 219–226.
- Hidayat, N. (2022). Analisis metode split tensile test komposit laminat jute terhadap kekuatan tarik belah beton kolom silinder. Universitas Medan Area.
- Iswandi, Sahari, J., & Sulong, A. B. (2011). Effects of different particles sizes of graphite on the engineering properties of graphites/polypropylene composites on injection molding application. *Key Engineering Materials*, 471–472, 109–114. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.471-472.109>
- Iswandi, Sahari, J., Sulong, A. B., & Husaini, T. (2016). Critical Powder Loading and Rheological Properties of Polypropylene/Graphite Composite Feedstock for Bipolar Plate Application. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(3), 687–696. <https://doi.org/10.17576/mjas-2016-2003-30>
- Iswandi, Sulong, A. B., & Husaini, T. (2019). Effects of Graphite/Polypropylene on the Electrical Conductivity of Manufactured Bipolar Plate. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 23(2), 1–7.
- Kumar, R., Kumar, M., Kumar, I., & Srivastava, D. (2021). A review on utilization of plastic waste materials in bricks manufacturing process. *Materials Today: Proceedings*, 6775–6780.
- Ma'arif, D., & Kardiman. (2022). PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN PLASTIK POLYETHYLENE DI PT. PLASTIK KARAWANG FLEXINDO. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1), 1–11.
- Marinho, V. A. D., Cesario, L. V., Costa, A. R. M., Carvalho, L. H., Almeida, T. G., & Canedo, E. L. (2019). Heat transfer coefficient in internal mixers for different polymers and processing conditions. *Chemical Engineering Research and Design*, 152(1), 466–473.
- Mohd Radzuan, N. A., Sulong, A. B., & Iswandi. (2021). Effect of multi-sized graphite filler on the mechanical properties and electrical conductivity. *Sains Malaysiana*, 50(7), 2025–2034. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5007-17>
- Rasyid, M. A., Zulfikar, A. J., & Iswandi, I. (2022). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Laminat Jute Berdasarkan Pola Kerusakan Kolom Silinder Metode Split Tensile Test Analysis. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(2), 27–34.
- Siregar, D. A., Zulfikar, A. J., Siahaan, M. Y. R., & Siregar, R. A. (2022). Analisis Kekuatan Tekan Selubung Komposit Laminat E-glass pada Beton Kolom Silinder dengan Metode Vacuum Bagging. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 5(1), 20–25.
- Wypych, G. (2012). PLASTICIZERS IN VARIOUS PROCESSING METHODS. In *Handbook of Plasticizers* (pp. 521–562).
- Yuhazri, M. Y., Zulfikar, A. J., & Ginting, A. (2020). Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures: A Review. *Materials Science and Engineering*, 13. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012135>
- Zulfikar, A. J. (2020). The Flexural Strength of Artificial Laminate Composite Boards made from Banana Stems. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 334–340.
- Zulfikar, A. J., Siahaan, M. Y. R., Irwan, A., Nasution, F. A. K., & Ritonga, D. A. A. (2022). Analisis Kekuatan Mekanik Pipa Air dari Bahan Komposit Serbuk Kulit Kerang. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 5(2), 83–93.
- Zulfikar, A. J., Siahaan, M. Y. R., & Syahputra, R. B. (2021). Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Perfoma Kecepatan Dengan Metode Anova. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(2), 83–90.
- Zuo, Z., Chen, X., Gong, S., & Xie, G. (2021). Numerical study of the mixing process of binary-density particles in a bladed mixer. *Advanced Powder Technology*, 32(5), 1502–1520.