



PAPER – OPEN ACCESS

Perencanaan Proses Manufaktur dan Perancangan Ulang Part Ripple Plate Pada Pembuatan Prototype Alfa Mesin Pemecah Inti Kelapa Sawit Skala Mikro

Author : Abdurrafi Nabil Azzam, dan Niken Parwati
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2673
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](#).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perencanaan Proses Manufaktur dan Perancangan Ulang *Part Ripple Plate* Pada Pembuatan *Prototype* Alfa Mesin Pemecah Inti Kelapa Sawit Skala Mikro

Abdurrafi Nabil Azzam¹, Niken Parwati²

Kby. Baru, Kota Jakarta Selatan, 12110, Indonesia

nabil.abdurrafi.08@gmail.com

Abstrak

Kelapa sawit merupakan komoditas unggulan Indonesia dengan nilai tambah tinggi pada bagian inti bijinya. Namun, keterbatasan akses teknologi menyebabkan petani kecil dan pelaku industri kecil menengah (IKM) belum optimal dalam memanfaatkannya. Untuk menjawab tantangan ini, dikembangkanlah mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro yang lebih terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang ripple plate komponen penting dalam proses pemecahan inti serta menyusun proses manufaktur sistematis melalui Bill of Materials (BOM), Assembly Chart, Operation Process Chart (OPC), dan Precedence Diagram. Hasilnya, desain ripple plate baru berbentuk silinder dengan tonjolan spiral berbahan baja karbon terbukti lebih ekonomis tanpa mengurangi fungsi pemecahan. Perencanaan manufaktur juga menghasilkan proses produksi yang efisien, dengan waktu siklus total 541 menit. Rancangan ini diharapkan mampu mendukung penyebaran mesin skala mikro yang terjangkau bagi IKM dan petani kelapa sawit di Indonesia.

Kata Kunci: kelapa sawit; mesin pemecah inti; *ripple plate*; perancangan ulang; proses manufaktur

Abstract

Oil palm is Indonesia's leading commodity with high added value in the kernel. However, limited access to technology means that farmers and small and medium industry (SME) players have not been able to utilize it optimally. To answer this challenge, a more affordable micro-scale palm kernel crushing machine was developed. This research aims to redesign the ripple plate—an important component in the palm kernel crushing process-and develop a systematic manufacturing process through Bill of Materials (BOM), Assembly Chart, Operation Process Chart (OPC), and Precedence Diagram. As a result, a new cylindrical ripple plate design with spiral protrusions made of carbon steel proved to be more economical without compromising the cracking function. This manufacturing design also resulted in an efficient production process, with a total cycle time of 541 minutes. This design is expected to support the deployment of affordable micro-scale machines for SMEs and oil palm farmers in Indonesia.

Keywords: palm oil; kernel crushing machine; *ripple plate*, redesign, manufacturing process

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan nasional melalui ekspor dan penyerapan tenaga kerja. Dalam proses pengolahannya, bagian inti biji kelapa sawit memiliki nilai ekonomi tinggi karena dapat diolah menjadi minyak inti sawit (Palm Kernel Oil/PKO) yang digunakan sebagai bahan baku berbagai produk industri. Nilai jual PKO yang relatif tinggi membuka peluang

peningkatan pendapatan bagi petani. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar petani kecil tidak memanfaatkan inti biji kelapa sawit, bahkan membuangnya, karena keterbatasan akses terhadap teknologi pemrosesan, khususnya mesin pemecah inti yang sesuai untuk skala usaha kecil atau rumah tangga.

Saat ini, mesin pemecah inti kelapa sawit yang tersedia di pasaran umumnya ditujukan untuk industri berskala besar dengan kapasitas dan harga yang tidak terjangkau bagi petani atau pelaku industri kecil dan menengah (IKM). Kondisi ini menciptakan kesenjangan teknologi yang berdampak pada rendahnya pemanfaatan nilai tambah dari hasil panen kelapa sawit di tingkat akar rumput. Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, dikembangkanlah sebuah mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro dengan kapasitas 500 kg/jam dalam bentuk prototype alfa. Pengembangan pada tahap ini difokuskan pada pembuatan rancangan awal dan uji fungsional dasar dari sistem mesin. Salah satu aspek penting dalam pengembangan ini adalah perencanaan proses manufaktur yang mencakup penyusunan Bill of Materials (BOM), Assembly Chart, Operation Process Chart (OPC), dan Precedence Diagram untuk memastikan alur produksi yang sistematis, efisien, dan dapat diadopsi dalam skala lebih luas pada tahap selanjutnya.

Selain itu, salah satu komponen krusial dari mesin ini adalah ripple plate, yaitu bagian yang berfungsi dalam proses pemecahan cangkang inti. Komponen ini memiliki pengaruh langsung terhadap efektivitas pemisahan dan efisiensi kerja mesin. Namun, biaya produksinya yang relatif tinggi menjadi tantangan tersendiri, terutama dalam konteks pengembangan mesin berbiaya rendah. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang ripple plate dengan pendekatan efisiensi biaya tanpa mengorbankan performa fungsionalnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun rancangan awal proses manufaktur serta melakukan perancangan ulang komponen ripple plate pada prototype alfa mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan tahap lanjut menuju produk final yang lebih matang, ekonomis, dan sesuai dengan kebutuhan pelaku industri kecil dan petani kelapa sawit di Indonesia.

1.1. Studi Pustaka

1.1.1 Mesin Pemecah Inti Kelapa Sawit

Mesin ripple mill merupakan alat utama dalam proses pemecahan inti sawit (*palm kernel*) dari cangkangnya setelah buah sawit diproses menjadi minyak sawit mentah (*CPO*). Ripple mill bekerja dengan prinsip tumbukan dan gesekan untuk memisahkan biji inti dari tempurung yang mengelilinginya. Dalam proses ini, efisiensi pemecahan sangat penting karena akan mempengaruhi hasil akhir dari *Palm Kernel Oil (PKO)*. PKO merupakan hasil ekstraksi dari inti sawit yang telah dipisahkan, dan kualitas serta kuantitasnya sangat tergantung pada keberhasilan proses pemecahan di ripple mill. Oleh karena itu, perancangan ulang komponen mesin, seperti *ripple plate*, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemecahan, mengurangi kehilangan inti, serta menekan biaya produksi agar produk lebih kompetitif di pasaran [1].

1.1.2 Proses Manufaktur

Proses manufaktur merupakan serangkaian kegiatan yang terorganisir dan sistematis yang bertujuan untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi melalui penggunaan mesin, tenaga kerja, peralatan, serta metode produksi tertentu. Dalam praktiknya, manufaktur tidak hanya terbatas pada proses produksi fisik di lantai pabrik, melainkan juga mencakup berbagai aspek pendukung lainnya yang saling berkaitan. Proses ini dimulai dari tahap perancangan produk, pemilihan jenis material yang tepat, perencanaan proses produksi, hingga pengendalian kualitas produk. Seluruh tahapan tersebut harus terintegrasi secara harmonis dalam suatu sistem produksi modern agar dapat mencapai efisiensi, efektivitas, serta kualitas produk yang optimal. Seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar, sistem manufaktur saat ini juga dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perubahan, menerapkan prinsip keberlanjutan, dan memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan daya saing industri [2].

1.1.3 Bill Of Material

Bill of Materials (BoM) merupakan dokumen penting dalam sistem manufaktur yang berfungsi sebagai daftar terstruktur dari seluruh bahan mentah, komponen, sub-komponen, dan rakitan yang dibutuhkan untuk membuat satu unit produk akhir. BoM tidak hanya mencantumkan daftar komponen, tetapi juga informasi terkait jumlah, urutan perakitan, serta struktur hierarkis dari setiap bagian. Peran utama BoM adalah untuk mendukung perencanaan produksi dan pengadaan, mengontrol inventaris, meningkatkan efisiensi proses produksi, dan menyelaraskan koordinasi antar departemen dalam perusahaan. Terdapat beberapa jenis BoM yang umum digunakan dalam industri, antara lain Single-Level BoM untuk produk sederhana, Multi-Level BoM untuk produk kompleks, Modular BoM yang mengelompokkan komponen berdasarkan modul tertentu, serta Configurable BoM yang fleksibel untuk produk kustomisasi [3].

1.1.4 Assembly Chart

Assembly chart digunakan untuk merepresentasikan proses penyusunan struktur diskret dari elemen-elemen visual berdasarkan informasi dari bahasa alami. *Assembly chart* ini berbentuk struktur pohon di mana daun-daunnya merepresentasikan objek visual yang terdeteksi, sementara simpul-simpul internal menunjukkan hubungan atau komposisi antara objek-objek tersebut. Penyusunan struktur ini mengikuti seperangkat aturan atau assembly rules yang menggambarkan bagaimana objek dapat digabungkan secara semantik dan fungsional. Melalui pendekatan hirarkis, assembly chart memungkinkan pemodelan hubungan yang kompleks antar elemen visual secara bertahap, dari objek dasar hingga struktur yang lebih bermakna. Dalam arsitektur model KERN, *assembly chart* berfungsi sebagai komponen inti yang menyatukan informasi visual dan linguistik untuk membentuk representasi struktur reasoning eksplisit yang mendukung pemahaman dan penalaran. Representasi ini tidak hanya meningkatkan akurasi dalam menjawab pertanyaan berbasis gambar, tetapi juga memberikan interpretabilitas yang lebih baik terhadap proses berpikir mesin karena struktur reasoning-nya dapat ditelusuri secara langsung [4].

1.1.5 Operation Process Chart

Operation Process Chart (OPC), atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Peta Proses Operasi, adalah representasi grafis yang menggambarkan urutan langkah-langkah dalam suatu proses produksi. Diagram ini menggunakan simbol-simbol standar untuk menunjukkan aktivitas seperti operasi, inspeksi, transportasi, penundaan, dan penyimpanan. Tujuan utama dari OPC adalah untuk menganalisis dan memperbaiki efisiensi proses kerja dengan mengidentifikasi dan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah [5]. Penentuan waktu standar bagi operator membantu pencapaian target produksi yang realistik dan pengendalian kualitas hasil kerja. Dengan OPC, proses produksi dapat dioptimalkan sehingga mampu meningkatkan output harian, mengurangi waktu tunggu pesanan, dan memastikan penggunaan tenaga kerja serta sumber daya dilakukan secara efisien dan tepat sasaran [6].

1.1.6 Precedence Diagram

Penjadwalan proyek konstruksi merupakan langkah krusial untuk memastikan proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran. Salah satu metode penjadwalan yang efektif adalah *Precedence Diagram Method (PDM)*, yaitu metode jaringan kerja yang menggambarkan hubungan antar aktivitas dalam bentuk node (kotak) yang saling terhubung dengan panah sebagai representasi ketergantungan. PDM memungkinkan identifikasi urutan logis pekerjaan melalui berbagai jenis hubungan seperti Finish to Start, Start to Start, Finish to Finish, dan Start to Finish [7].

Precedence Diagram Method (PDM) adalah salah satu metode penjadwalan proyek yang menggunakan pendekatan berbasis jaringan (*network-based scheduling*). Metode ini menyajikan hubungan antar kegiatan dalam bentuk diagram yang menunjukkan urutan (precedence) serta ketergantungan antar kegiatan. PDM digunakan

untuk menyusun jadwal proyek yang lebih efisien. Diagram yang dihasilkan memperlihatkan alur kegiatan dari awal hingga akhir proyek dengan menunjukkan aktivitas-aktivitas yang saling bergantung [8].

1.1.7 Perancangan Ulang

Perancangan ulang (*re-design* atau *re-engineering*) merupakan suatu pendekatan strategis dalam bidang rekayasa produk yang berfokus pada proses mengubah, menyesuaikan, atau meningkatkan desain produk yang telah ada guna mencapai kinerja yang lebih optimal, baik dari segi teknis, fungsional, maupun lingkungan. Dalam konteks ekonomi sirkular, perancangan ulang bertujuan untuk menciptakan produk yang lebih berkelanjutan dengan mempertimbangkan seluruh siklus hidupnya. Hal ini mencakup upaya memperpanjang masa pakai produk melalui peningkatan daya tahan dan kualitas, mempermudah proses perawatan dan perbaikan, serta memungkinkan pembongkaran produk secara efisien untuk memfasilitasi penggunaan kembali atau daur ulang komponen dan material. Dengan demikian, strategi perancangan ulang tidak hanya berkontribusi terhadap efisiensi sumber daya dan pengurangan limbah, tetapi juga mendukung tercapainya model produksi dan konsumsi yang lebih bertanggung jawab di era industri yang semakin menekankan aspek keberlanjutan [9].

Tujuan utama dari proses *redesign* adalah menghasilkan prototipe yang portabel, efisien, ramah lingkungan, dan mudah diperbaiki, sesuai dengan kebutuhan pengguna skala kecil seperti komunitas. Proses ini tidak sekadar memperkecil ukuran, tetapi melibatkan penyesuaian desain struktural, sistem kerja, dan pemilihan komponen agar tetap memenuhi standar kinerja. *Re-engineering* pada produk ini bertujuan untuk menciptakan nilai tambah yang relevan dengan konteks penggunaan baru tanpa mengorbankan fungsi utama alat tersebut [10].

1.2. Metodologi Penelitian

Diagram ini menggambarkan tahapan sistematis penelitian, dimulai dari observasi lapangan, identifikasi masalah, hingga perencanaan proses manufaktur yang mencakup pembuatan *Bill of Materials (BOM)*, *Operation Process Chart (OPC)*, *Assembly Chart*, dan *Precedence Diagram*. Selanjutnya dilakukan implementasi pada pembuatan prototype dan perancangan ulang ripple plate sebagai bagian dari upaya peningkatan efisiensi dan penurunan biaya produksi mesin.

2. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini, akan diuraikan hasil dari perencanaan proses manufaktur dan perancangan ulang part ripple plate pada mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro. Analisis yang dilakukan mencakup evaluasi terhadap setiap tahapan dalam proses pembuatan mesin, mulai dari pembuatan *Bill of Materials (BOM)*, *Assembly Chart*, *Operation Process Chart (OPC)*, hingga *Precedence Diagram*. Selain itu, hasil dari perancangan ulang ripple plate juga akan dibahas secara mendalam untuk menilai sejauh mana perubahan desain dapat menurunkan biaya produksi sambil tetap menjaga kinerja mesin.

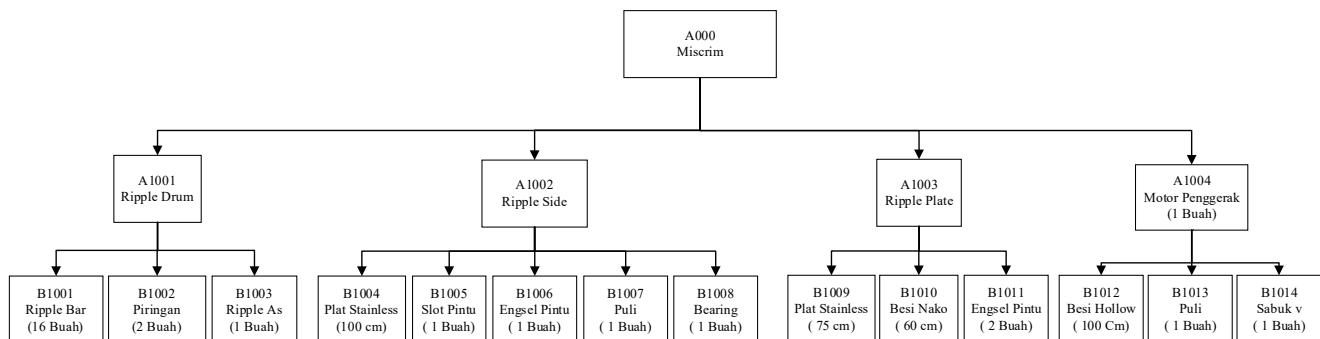


Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1 Bill of Material

Bill of Materials (BOM) untuk mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro, yang meliputi *Single Level BOM* dan *Multi Level BOM*. *Single Level BOM* akan menggambarkan daftar komponen utama yang diperlukan untuk merakit mesin secara keseluruhan, sedangkan *Multi Level BOM* akan memetakan hubungan hierarkis antara komponen dan sub-komponen yang membentuk mesin tersebut. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua elemen yang diperlukan dalam proses manufaktur teridentifikasi dengan jelas, serta membantu dalam perencanaan pengadaan material dan pengelolaan stok secara efisien. Pembahasan ini akan menguraikan bagaimana struktur BOM yang disusun dapat mendukung proses produksi yang lebih terorganisir dan hemat biaya.

Gambar 2 menunjukkan Gambar *Single Level BOM* ini memberikan gambaran sederhana tentang komponen-komponen yang dibutuhkan untuk merakit sebuah mesin. Mesin ini terdiri dari empat komponen utama, yaitu *Ripple*



Gambar 2. Single Level BOM

Drum, *Ripple Side*, *Ripple Plate*, dan *Motor Penggerak*. BOM ini berfungsi sebagai daftar belanja untuk pembuatan mesin. Dengan adanya BOM ini, kita dapat mengetahui dengan pasti komponen apa saja yang diperlukan, jumlahnya, dan kode identifikasi masing-masing komponen. Informasi ini sangat berguna dalam proses pengadaan bahan baku, perencanaan produksi, dan pengendalian persediaan.

Tabel 1. Multi Level BOM

Part Number	Nama Part	Jumlah	Satuan Jumlah
A000	Ripple Mill	1	Buah
A1001	Ripple Drum	1	Buah
B1001	Ripple As	1	Buah
B1002	Piringan	2	Buah
B1003	Ripple Bar	16	Buah
A1002	Ripple Side	1	Buah
B1004	Plat Stainless 100 cm	4	Buah
B1005	Slot Pintu	1	Buah
B1006	Engsel Pintu	1	Buah
B1007	Puli	1	Buah
B1008	Bearing	1	Buah
A1003	Ripple Plate	1	Buah
B1009	Plat Stainless 75 cm	2	Buah
B1010	Besi Nako 12 cm	12	Buah
B1011	Engsel Pintu	2	Buah
A1004	Motor Penggerak	1	Buah
B1012	Besi Hollow 100 cm	3	Buah

Part Number	Nama Part	Jumlah	Satuan Jumlah
B1013	Puli	1	Buah
B1014	Sabuk V	1	Buah

Tabel 1 menunjukkan gambar Multi-Level BOM ini merupakan daftar rinci komponen yang dibutuhkan untuk merakit mesin *Ripple Mill*. Tabel ini menunjukkan hubungan antara komponen utama mesin dengan komponen penyusunnya secara berlapis-lapis. Setiap baris dalam tabel mewakili satu komponen, lengkap dengan kode komponen, nama komponen, jumlah yang dibutuhkan, dan satuannya. Kode komponen yang diawali dengan huruf "A" umumnya merupakan komponen utama, sedangkan yang diawali dengan huruf "B" adalah komponen penyusun. Multi-Level BOM ini adalah peta jalan untuk merakit mesin Ripple Mill. Dengan menggunakan BOM ini, proses produksi dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.

Dengan menggunakan *Multi Level BOM*, perencanaan dapat dengan cepat mengetahui semua komponen yang dibutuhkan, sementara *Single Level BOM* memberikan pemahaman tentang hubungan antar komponen dan alur perakitan yang lebih detail, yang sangat penting untuk pengaturan produksi yang efisien dan terorganisir.

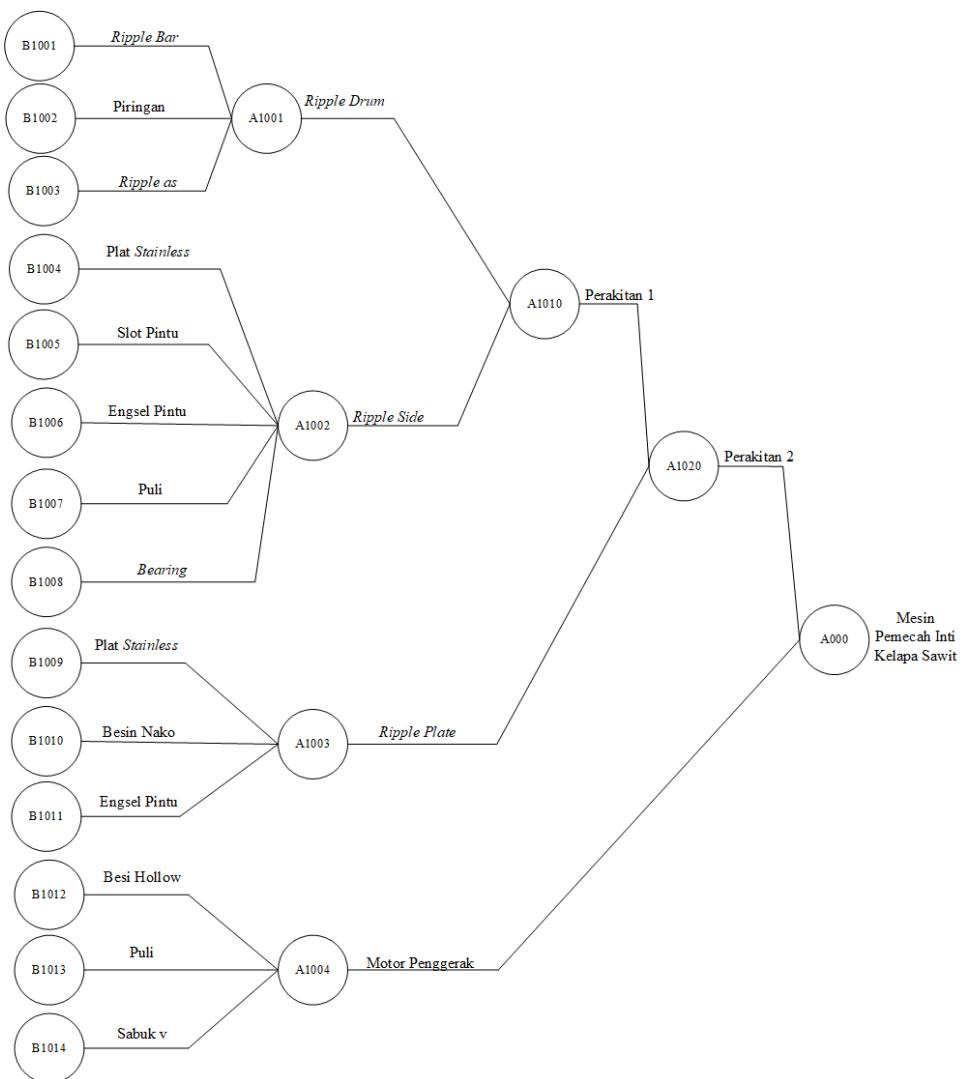
2.2 Assembly Chart

Assembly Chart merupakan representasi visual yang menunjukkan urutan dan hubungan antara berbagai komponen yang akan dirakit untuk membentuk mesin secara keseluruhan. Pembahasan ini akan menjelaskan setiap tahapan dalam proses perakitan, mulai dari komponen dasar hingga unit yang lebih kompleks, serta bagaimana urutan tersebut memastikan efisiensi dalam proses manufaktur.

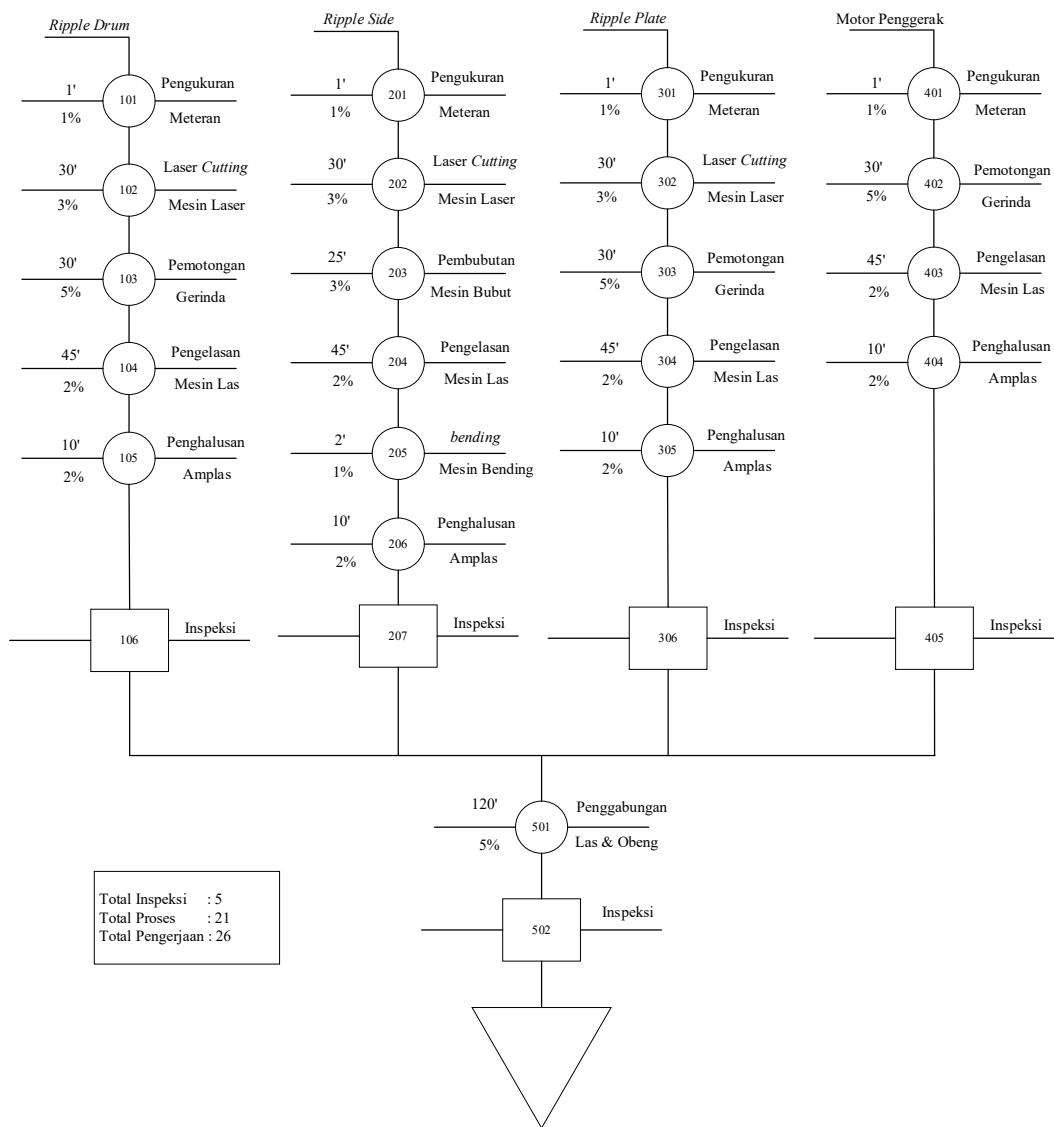
Assembly chart yang ditampilkan dalam gambar merupakan diagram visual yang menunjukkan urutan dan hubungan antar komponen dalam proses perakitan prototype alfa mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro. Diagram ini mengilustrasikan tahapan perakitan dari level part yang paling dasar hingga membentuk *sub-assembly* dan akhirnya menjadi produk akhir yang siap digunakan.

4.3 Operation Process Chart

OPC merupakan alat yang digunakan untuk memetakan dan menganalisis urutan operasi serta inspeksi dalam proses produksi. Pembahasan ini akan menjelaskan secara rinci setiap langkah operasional, mulai dari persiapan bahan hingga perakitan akhir, serta bagaimana setiap operasi tersebut berkontribusi terhadap keseluruhan proses produksi. Analisis OPC ini bertujuan untuk mengidentifikasi langkah-langkah kritis yang memerlukan perhatian khusus dan memastikan bahwa seluruh proses dapat berjalan secara efisien, konsisten, dan bebas dari pemborosan.



Gambar 3. Assembly Chart



Gambar 4. Operation Process Chart

Gambar 4 menunjukkan langkah-langkah produksi untuk empat komponen utama sebuah mesin, yaitu Ripple Drum, Ripple Side, Ripple Plate, dan Motor Penggerak. Setiap komponen melalui serangkaian proses mulai dari pengukuran dimensi, pemotongan menggunakan laser cutting, hingga pengelasan dan finishing. Angka-angka yang tertera menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses dalam satuan menit, dengan total waktu 541 menit atau 9 jam 1 menit.

2.4 Precendence Diagram

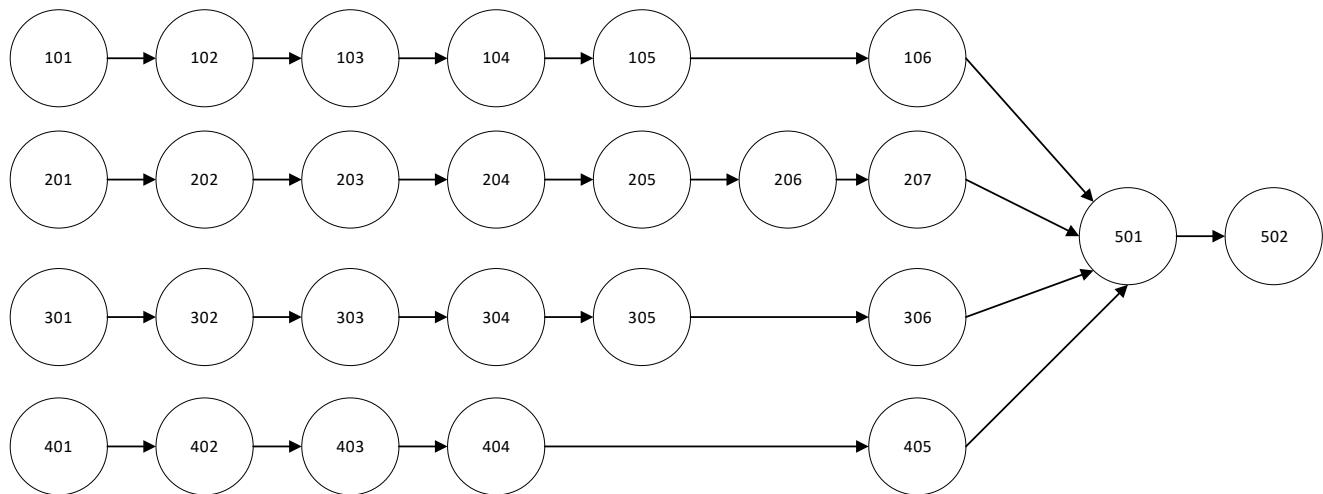
Precedence Diagram digunakan untuk menggambarkan urutan dan keterkaitan antar aktivitas dalam proses produksi, serta membantu dalam identifikasi jalur kritis yang menentukan durasi keseluruhan produksi. Pembahasan ini akan menguraikan bagaimana setiap langkah produksi dihubungkan satu sama lain, menunjukkan mana saja aktivitas yang dapat dilakukan secara paralel dan mana yang harus dilakukan secara berurutan. Dengan menganalisis

Precedence Diagram ini, diharapkan dapat diidentifikasi potensi bottleneck dalam proses produksi serta peluang untuk meningkatkan efisiensi waktu dan sumber daya.

Tabel 2 Tabel Precedence Diagram

Stasiun Kerja	Predecessors
101	-
102	101
103	102
104	103
105	104
106	105
201	-
202	201
203	202
204	203
205	204
206	205
207	206
301	-
302	301
303	302
304	303
305	304
306	305
401	-
402	401
403	402
404	403
405	404
501	105, 206, 305, 404
502	501

Tabel 2 Menunjukkan tabel *precedence diagram* ini menggambarkan urutan pelaksanaan suatu pekerjaan atau proses, dalam hal ini berdasarkan nomor stasiun kerja yang telah ditentukan sebelumnya (berdasarkan OPC). Nomor stasiun kerja ini menunjukkan tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam proses produksi. Kolom "Stasiun Kerja" menunjukkan identitas unik dari setiap tahapan dalam proses produksi. Misalnya, stasiun kerja 101 adalah tahapan pertama, stasiun kerja 102 adalah tahapan kedua, dan seterusnya. Kolom "Predecessors" menunjukkan tahapan mana saja yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum tahapan saat ini dapat dimulai. Misalnya, stasiun kerja 102 memiliki predecessor 101, artinya tahapan 102 tidak dapat dimulai sebelum tahapan 101 selesai.



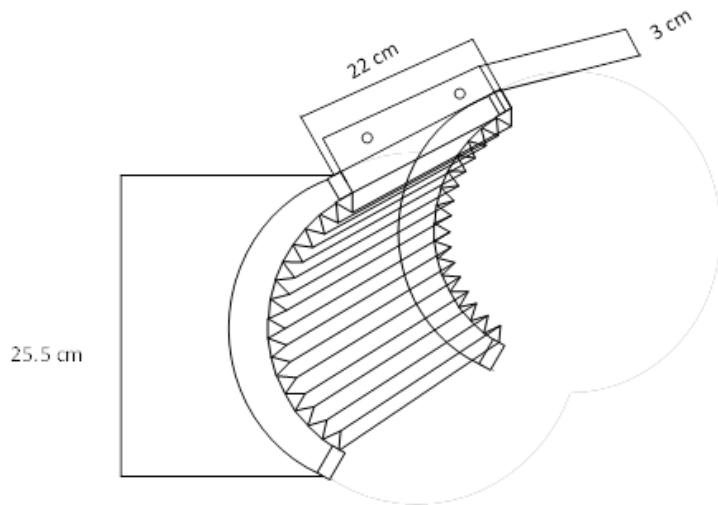
Gambar 5. Precedence Diagram

Gambar 5 menunjukkan Diagram precedence ini menggambarkan urutan atau alur dari suatu proses produksi. Setiap lingkaran pada diagram merepresentasikan sebuah tahapan atau stasiun kerja dalam proses produksi, dan anak panah menunjukkan hubungan ketergantungan antara satu tahapan dengan tahapan lainnya. Angka di dalam lingkaran adalah kode unik untuk setiap stasiun kerja.

4.5 Perancangan Ulang Part Ripple Plate

Perancangan ulang ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas dan kinerja komponen. Pembahasan akan mencakup analisis perubahan desain, pemilihan material yang lebih ekonomis. Selain itu, akan dibahas dampak dari perancangan ulang ini terhadap keseluruhan biaya produksi mesin dan potensi penghematan yang dapat dicapai. Hasil dari perancangan ulang ini diharapkan tidak hanya membuat mesin lebih kompetitif di pasaran, tetapi juga tetap memberikan performa optimal dalam proses pemecahan inti kelapa sawit.

Produksi part mesin pemecah inti kelapa sawit cenderung lebih mahal karena sebagian besar mesin pemecah inti kelapa sawit yang tersedia saat ini dirancang untuk skala pabrik yang besar, dengan volume produksi yang tinggi dan komponen yang lebih kompleks. Akibatnya, ketika part-part tersebut harus diproduksi untuk mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro, biaya produksinya tetap tinggi karena skala ekonomi yang tidak menguntungkan dan teknologi manufaktur yang masih disesuaikan untuk kapasitas besar. Mengingat tingginya biaya material dan proses pembuatan untuk skala mikro ini, maka diperlukan perancangan ulang khusus untuk part ripple plate. Perancangan ulang ini bertujuan untuk meminimalkan biaya produksi dengan mengoptimalkan desain part, memilih material yang lebih ekonomis, dan menyederhanakan proses manufaktur, sehingga mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro dapat diproduksi dengan biaya yang lebih rendah namun tetap menjaga kualitas dan efisiensinya.



Gambar 6. Rancangan Ripple Plate

Gambar tersebut merupakan hasil rancangan ulang dari part ripple plate yang dirancang khusus untuk mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro. Dalam perancangan ulang ini, ukuran ripple drum telah disesuaikan agar mampu memantulkan inti kelapa sawit dengan optimal ke arah ripple plate, sehingga proses pemisahan inti dari cangkang dapat berlangsung dengan efisien. Ripple plate yang digunakan pada desain ini terbuat dari besi nako dengan panjang 12 cm, dipasang sebanyak 24 buah pada dua ripple plate, yang dirancang untuk memastikan kekuatan dan ketahanan dalam menahan lontaran inti kelapa sawit. Secara rinci, biaya untuk setiap material yang digunakan adalah besi nako seharga Rp 95.000, engsel seharga Rp 5.000, dan plat besi seharga Rp 250.000, sehingga total biaya untuk pembuatan satu ripple plate adalah Rp 350.000. Biaya ini jauh lebih murah dibandingkan dengan part ripple plate skala pabrik, yang harganya bisa mencapai jutaan rupiah. Oleh karena itu, perancangan ulang ini tidak hanya berhasil menekan biaya produksi secara signifikan, tetapi juga tetap menjaga kualitas dan fungsionalitas yang diperlukan untuk operasional mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro.



Gambar 7. Hasil Ripple Plate yang sudah dibuat

Gambar tersebut menampilkan ripple plate yang telah dibuat berdasarkan rancangan yang direncanakan. Proses pembuatan ripple plate ini dimulai dengan tahap pengukuran yang teliti, di mana plat besi dilengkungkan agar

sesuai dengan dimensi ripple drum. Penyesuaian ini dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa jarak antara ripple drum dan ripple plate cukup dekat, sehingga inti kelapa sawit yang terpental dari ripple drum dapat dengan efektif dipecah ketika terkena ripple plate. Setelah tahap pengukuran dan pelengkungan selesai, proses berikutnya adalah pengelasan besi nako pada ripple plate yang telah dilengkungkan. Besi nako dengan panjang 12 cm ini dipasang sebanyak 12 buah pada satu ripple plate, bertujuan untuk memperkuat struktur dan memastikan fungsionalitasnya dalam proses pemecahan inti kelapa sawit. Setelah pengelasan selesai, ripple plate dipasangi engsel yang menghubungkannya dengan bagian mesin, memungkinkan ripple plate untuk dibuka dan ditutup dengan mudah. Fungsi utama dari ripple plate ini adalah untuk memecah cangkang kelapa sawit yang terpental dari ripple drum, sehingga intinya dapat dipisahkan dengan lebih efisien. Dengan desain yang terperinci dan proses pembuatan yang teliti, ripple plate ini berperan penting dalam meningkatkan efektivitas mesin pemecah inti kelapa sawit.



Gambar 8. Perakitan Ripple Plate

Gambar 8 ini menunjukkan hasil perakitan awal bagian inti dari sistem pemecah, yakni ripple plate yang telah terintegrasi dengan ripple drum dan ripple side. Ripple plate berfungsi sebagai elemen utama dalam proses pemecahan cangkang biji kelapa sawit, sementara ripple drum berperan sebagai penahan gerak rotasi dan media tumbukan inti, serta ripple side berfungsi sebagai penyangga dan pengarah posisi kerja. Penyusunan dan perakitan ketiga komponen ini dilakukan dengan mempertimbangkan kekokohan struktur, presisi posisi antarpant, serta kemudahan dalam perawatan dan bongkar-pasang, sehingga mendukung uji fungsi awal dari prototype alfa mesin pemecah inti kelapa sawit. Perakitan ini juga menjadi dasar evaluasi desain untuk perbaikan performa dan efisiensi manufaktur pada tahap pengembangan berikutnya.

3. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap keempat alat bantu dan perancangan ulang part ripple plate, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Operational Process Chart memungkinkan identifikasi dan penghilangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, serta optimalisasi urutan aktivitas untuk merancang proses manufaktur yang lebih efisien. Analisis waktu siklus menunjukkan total waktu penggerjaan selama 541 menit atau 9 jam 1 menit. Penggunaan BOM yang akurat memastikan ketersediaan bahan baku tepat waktu dan menghindari pemborosan, serta memungkinkan perhitungan biaya produksi yang tepat. Assembly Chart membantu merancang layout penggerjaan yang efektif,

meminimalkan jarak tempuh material, dan mengurangi waktu setup mesin. Precedence Diagram memungkinkan untuk mempercepat proses produksi dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Desain ulang ripple plate berhasil dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsional dan efisiensi biaya, di mana desain baru yang lebih ekonomis diperoleh melalui perubahan bentuk dan pengurangan jumlah bahan tanpa mengurangi fungsi utamanya dalam memecah inti kelapa sawit. Desain akhir dipilih dari hasil evaluasi terhadap beberapa alternatif, dengan bentuk silinder dan tonjolan spiral yang terbuat dari baja karbon, sehingga mampu mengefektifkan proses pemecahan inti sekaligus menekan biaya produksi. Hasil perencanaan ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan prototype alfa mesin pemecah inti kelapa sawit skala mikro yang lebih terjangkau, dan berpotensi untuk diterapkan oleh pelaku industri kecil dan menengah (IKM) dalam pengolahan kelapa sawit.

References

- [1] Mahyunis, A. Gaol, and H. R. Lestari, "Analisa Hasil Cracked Mixture Pada Alat Pemecah Biji (Ripple Mill) Kelapa Sawit Kapasitas 250 Kg/Jam," 2015.
- [2] I. Khoirul Anaam, T. Hidayat, R. Yuga Pranata, H. Abdillah, and A. Yhuto Wibisono Putra, "Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri," Jun. 2022.
- [3] L. Narasimha, R. Mudunuri, and V. M. Aragani, "Bill of Materials Management: Ensuring Production Efficiency," Jul. 2024. [Online]. Available: www.ijisae.org
- [4] W. Kern and T. Bauernhansl, "Types and usage of assembly priority charts in a modular assembly system," in *24th International Conference on Production Research, ICPR 2017*, DEStech Publications, 2017, pp. 411–416.
- [5] T. J. Hanjaya and N. Susanto, "Usulan Perbaikan Tata Letak Area Proses Warping Dengan Metode Konvensional Berbasis 5s (Studi Kasus: Pt Dunia Setia Sandang Asli Tekstil 4)," 2024.
- [6] W. Dwi Permana *et al.*, "Perancangan Operation Process Chart Dan Pengukuran Waktu Baku Dengan Metode Stopwatch Time," 2022.
- [7] K. Anok *et al.*, "Analisis Kegiatan-Kegiatan Kritis Dengan Precedence Diagram Method (Pdm) Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Nusa Penida," vol. 2, no. 2, 2022.
- [8] W. Sumarno, I. Sanjaya, and Maskur A, "Pengaruh Penggunaan Precedence Diagram Method (Pdm) Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Proyek Jalan," *MESTRO JURNAL ILMIAH*, pp. 47–54, Feb. 2023.
- [9] J. Butt and S. Jedi, "Redesign of an in-market conveyor system for manufacturing cost reduction and design efficiency using dfma methodology," *Designs (Basel)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–57, Mar. 2020,
- [10] A. Masruri, Z. Saleh, Z. Satria, M. Hastarina,) Prodi, and T. Industri, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Skala Laboratorium Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD)," 2021.