

PENGEMBANGAN PRODUK ALAT PENGEMAS PADI KERING DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Moh Rizki Firdaus,¹⁾, Akmal Suryadi²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail :rizkikencong24@gmail.com¹⁾, akmal.suryadi65@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Tanaman padi tersebar luas di seluruh dunia dan tumbuh di hampir semua bagian dunia yang memiliki cukup air dan suhu udara cukup hangat. Hampir setengah dari penduduk dunia terutama dari negara berkembang termasuk Indonesia sebagian besar menjadikan padi sebagai makanan pokok. Alat pengemas padi kering secara mekanik merupakan sebuah alat yang dirancang untuk lebih memudahkan pekerjaan petani yang sedang melakukan pengemasan padi kering. Caranya padi dikumpulkan menjadi satu disalah satu sisi lahan penjemuran, lalu petani mengambil padi dengan piring dan memasukkannya ke dalam karung. Dari cara tradisional tersebut terdapat banyak kelemahan dan banyak resiko yang ditimbulkan seperti resiko cedera, waktu yang relatif lama, dan hanya orang yang tenaganya kuat yang bisa mengoperasikannya. Dari keluhan tersebut perlu dibuat sebuah alat bantu yang inovatif untuk memasukkan padi kering ke dalam karung secara mekanik karena agar dapat mempermudah para petani dalam proses pengemasan padi. Berdasarkan penjabaran diatas didapatkan tujuan untuk membuat atau mengembangkan produk alat pengemas padi kering yang lebih praktis, efisien, dan mempunyai kapasitas lebih besar. Alat pengemas padi kering secara mekanik ini menggunakan metode design for assembly (DFA). Metode DFA merupakan pendekatan yang digunakan dalam menentukan rancangan produk dengan waktu dan biaya yang optimum. Berdasarkan hasil pengembangan produk alat pengemas padi kering secara manual inovasi yang relatif murah dari produk sebelumnya dengan selisih Rp. 310.900,00. Dari segi produktivitas produk inovasi mengalami peningkatan dibuktikan dengan rata-rata waktu proses kerja memasukkan gabah ke dalam karung mengalami penurunan sebesar 49,15%.

Kata Kunci : *Alat Pengemas Padi Kering, Pengembangan Produk,, Design For Assembly*

ABSTRACT

Rice plants are widespread throughout the world and grow in almost all parts of the world that have sufficient water and warm temperatures. Almost half of the world's population, especially from developing countries including Indonesia, mostly make rice as a staple food. The mechanical dry rice packaging device is a tool designed to make the work of farmers who are doing dry rice packaging easier. The way the rice is collected is on one side of the drying area, then the farmer takes the rice with a plate and puts it in a sack. From this traditional method, there are many weaknesses and many risks, such as the risk of injury, a relatively long time, and only people with strong energy can operate it. From these complaints, it is necessary to make an innovative tool to enter dry rice into sacks mechanically because in order to make it easier for farmers in the rice packaging process. Based on the description above, the aim is to make or develop dry rice packaging equipment products that are more practical, efficient, and have a larger capacity. This mechanical dry rice packaging device uses the design for assembly (DFA) method. DFA method is an approach used in determining product design with optimum time and cost. Based on the results of product development of manual dry rice packaging equipment, an innovation that is relatively cheap from the previous product with a difference of Rp. 310,900,000. In terms of productivity, innovation products have increased as evidenced by the average work process time of loading grain into sacks, which has decreased by 49.15%.

Keywords : *Dry Rice Packaging Tool, Product Development,, Design For Assembly*

I. PENDAHULUAN

Tanaman padi tersebar luas di seluruh dunia dan tumbuh di hampir semua bagian dunia yang memiliki cukup air dan suhu udara cukup hangat. Hampir setengah dari penduduk dunia terutama dari negara berkembang termasuk Indonesia sebagian besar menjadikan padi sebagai makanan pokok yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan pangan setiap harinya. Pengumpulan gabah yang dilakukan petani Indonesia masih terbilang tradisional dan kurang efisien, hal ini disebabkan karena kurangnya inovasi dan pengetahuan mengenai teknologi. Pada dasarnya proses desain merupakan langkah awal dari proses manufaktur. Seberapa besar biaya produksi ditentukan dalam proses desain dan perancangan. Jumlah komponen dan sistem perakitan yang digunakan sangat berpengaruh terhadap biaya perakitan dan lama waktu perakitan. Dengan melakukan desain produk dan evaluasi secara berkesinambungan, tingkat performa perakitan produk dan kesulitan pada proses perakitan dengan waktu dan biaya perakitan dapat diatasi. Setiap produk memiliki komponen – komponen penyusunnya. Antara lain dari bagian pertama merupakan dasar bentuk, ukuran dan tujuannya. Pada bagian kedua terdapat spesifikasi dari produk itu antara lain harga, bahan, kualitas, nama, jenis.

Alat pengemas padi kering secara mekanik merupakan sebuah alat yang dirancang untuk lebih memudahkan pekerjaan petani yang sedang melakukan pengemasan padi kering. Pengumpulan padi kering yang dilakukan petani masih terbilang tradisional menggunakan alat bantu berupa piring atau alat lain. Caranya padi dikumpulkan menjadi satu disalah satu sisi lahan penjemuran, lalu petani mengambil padi dengan piring dan memasukkannya ke dalam karung. Kapasitas karung 25 kg. Sikap tubuh dari pekerja saat memasukkan padi ke dalam karung umumnya dari posisi jongkok sampai berdiri. Dari cara tradisional tersebut terdapat banyak kelemahan dan banyak resiko yang ditimbulkan seperti resiko cedera, waktu yang relatif lama, dan hanya orang yang tenaganya kuat yang bisa mengoperasikannya. Dari keluhan tersebut perlu dibuat sebuah alat bantu yang inovatif untuk memasukkan padi kering ke dalam karung secara mekanik karena agar dapat mempermudah para petani dalam proses pengemasan padi. Dan harga alat ini lebih murah karena alat pengemas padi kering ini ditujukan terhadap semua kalangan petani. Selain itu pada tahap pengembangan pengemas padi kering secara mekanik peneliti menambah modifikasi pada bagian tuas yang semula manual menjadi hidrolik sehingga akan mempermudah petani saat pengemasan padi. Pemanfaatan bahan logam seng sebagai wadah penyekup agar produk lebih ekonomis.

Alat pengemas padi kering secara mekanik ini menggunakan metode design for assembly (DFA). Metode DFA merupakan pendekatan yang digunakan dalam menentukan rancangan produk dengan waktu dan biaya yang optimum. Metode ini juga dapat digunakan dalam perancangan dalam meningkatkan kualitas dan mengukur perbaikan desain dari produk alat penyekup padi. Tujuan dari DFA ini adalah untuk menentukan produk yang benar-benar dapat menghilangkan biaya yang sebenarnya tidak diperlukan atau komponen yang tidak memiliki nilai tambah dalam memproduksi produk berdasarkan pada fungsi. Dimana nilai ekspektasi tertinggi dapat diperoleh dengan memberikan fungsi yang maksimum dan biaya yang serendah mungkin. Serta, DFA juga digunakan untuk mempelajari proses dan produk pesaing dari sisi desain, kualitas, pemilihan material, komponen, proses produksi dan kemudian mengevaluasi perakitan dan atau kesulitan manufaktur dalam upaya merancang produk unggulan berdasarkan hasil dari analisis rinci.

Sementara itu untuk masalah tampilan alat pengemas padi kering ini masih menarik dilihat dan nyaman untuk digunakan oleh semua petani. Alat ini cukup praktis untuk digunakan karena hanya butuh satu orang untuk melakukan pengemasan padi kering kedalam karung, tidak memerlukan orang lain untuk memegang karung untuk memasukkan padinya. Dan karena terdapat alat mekanis berupa kempa hidrolik pada tuas maka akan membuat beban kerja orang yang sedang melakukan pengangkutan gabah kedalam

wadah akan semakin ringan. Diharapkan alat pengemas padi kering secara mekanik yang telah dikembangkan memiliki biaya/harga lebih relatif murah dari pada produk penyekup padi awal dengan harapan dapat memberikan alternatif produk dalam mencapai produk berkualitas dan biaya produksi rendah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Perancangan dan Pengembangan Produk*

Desain produk adalah bidang ilmiah yang dari waktu ke waktu dimasukkan ke dalam semua aspek kehidupan manusia. Cakupan desain produk sangat luas dan mencakup semua aspek yang mungkin dapat diselesaikan oleh profesi/kompetensi ini. Namun untuk perkembangan internasional, terdapat bidang pekerjaan yang terdiri dari desain produk, desain grafis, dan desain interior. Area desain yang dimaksud adalah area desain di bidang seni rupa. Berdasarkan pembagian area desain, desain produk merupakan salah satu area desain yang ada (Veranika, 2019).

Desain produk dapat didefinisikan sebagai menghasilkan ide, mengembangkan konsep, menguji dan melaksanakan manufaktur (benda fisik) atau layanan. Desain produk merupakan terjemahan dari desain industri. Beberapa ahli menerjemahkan desain industri dengan desain produk. Merintis desain produk dan kunci sukses sebuah produk yang menembus pasar sebagai dasar tawar menawar pemasaran (Nasiti, 2014). Merancang sebuah produk berarti membaca pasar, keinginan pasar, daya jual, mentalitas pasar dan banyak aspek lain yang pada akhirnya diterjemahkan dan diterapkan dalam desain sebuah produk. Kelangsungan hidup suatu produk dalam siklus pasar ditentukan oleh bagaimana sebuah desain dapat beradaptasi dengan perubahan apapun di pasar, sehingga kemampuan ini menjadi nilai keberhasilan bagi produk itu sendiri di masa yang akan datang (Emon, 2020).

B. *Inovasi*

Inovasi adalah usaha mempertahankan produk untuk selalu diminati konsumen dengan ide kreatif dan inovatif pada produk yang dikembangkan dengan tujuan konsumen meminati dan bertahan dengan produk yang dimiliki (Priadythama et al., 2017). Inovasi menjadi tolak ukur perusahaan dapat dikatakan bertahan dan memiliki kemampuan yang kompetitif. Sebuah perubahan atau ide besar dengan berbagai data yang saling berhubungan dan mempengaruhi masukan dan luaran juga dapat dikatakan sebuah inovasi (Poejiadi, 2019) Dari definisi tersebut inovasi produk dan inovasi proses dapat inovasi adalah suatu ide, hal-hal yang praktis, metode, cara, barang-barang buatan manusia, yang diamati atau dirasakan sebagai suatu yang baru bagi seseorang atau kelompok orang (masyarakat) (Sutirna, 2018).

Dapat disimpulkan bahwa inovasi baik proses maupun produk merupakan suatu perubahan positif pada data terkait dan berhubungan untuk meningkatkan atau memperbaiki sumber daya yang ada, seperti meningkatkan nilai sebuah produk, menciptakan sebuah penemuan baru dan memiliki perbedaan dengan kompetitor. Pemanfaatan suatu bahan menjadi sumber daya dan menggabungkan berbagai jenis sumber daya menjadi suatu konfigurasi baru yang lebih produktif, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan tetap memperhitungkan kepastian untung-rugi dan proses waktu melaksanakannya, dalam rangka meraih keunggulan produk.

Dalam menghadapi teknologi yang berubah dengan cepat dan selera persaingan, perusahaan tidak dapat hanya mengandalkan produk yang ada untuk pertumbuhan atau keuntungan. Industri yang berharap dapat mempertahankan kinerja pasar dan keuntungan dapat terus berinovasi. Inovasi produk mencakup berbagai aktivitas pengembangan produk, peningkatan produk, pengembangan yang sama sekali baru, dan peningkatan yang meningkatkan penawaran perusahaan atau jumlah lini produk. Inovasi produk tidak bisa disamakan dengan penemuan. Sebuah inovasi didefinisikan sebagai ide, produk atau teknologi yang telah dikembangkan dan dipasarkan kepada pelanggan dan dianggap

sebagai sesuatu yang baru. Kita bisa menyebutnya proses mengidentifikasi, menciptakan, dan memberikan nilai pada produk atau manfaat baru yang sebelumnya tidak ditawarkan di pasar. Dengan produk baru atau yang disebut produk asli, peningkatan produk, modifikasi produk, dan merek baru dari perusahaan berkembang melalui upaya penelitian dan pengembangan mereka sendiri (Kotler et al., 2018). Inovasi bisa positif atau negatif. Inovasi positif didefinisikan sebagai proses mengubah sesuatu yang telah dicoba dan diuji dengan memperkenalkan sesuatu yang baru yang menambah nilai bagi pembeli potensial. Inovasi merupakan suatu penemuan baru yang berbeda dari yang sebelumnya berupa hasil pemikiran dan ide yang dapat dikembangkan juga diimplementasikan agar dirasakan manfaatnya (Hutagalung et al., 2018). Inovasi diartikan juga sebagai kemampuan menerapkan kreativitas dalam rangka memecahkan persoalan dan peluang untuk meningkatkan dan memperkaya kehidupan (Handayani et al., 2017).

C. Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni yang bertujuan untuk menyeimbangkan alat, metode, dan lingkungan kerja dengan kapasitas dan batasan manusia untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, dan efisien guna mencapai produktivitas yang setinggi-tingginya. Ergonomi berperan dalam kesehatan dan keselamatan kerja, misalnya dalam desain peralatan kerja untuk mengurangi ketidaknyamanan dan kelelahan muskuloskeletal. Dalam ergonomi, tuntutan tugas harus diimbangi dengan kemampuan bekerja sedemikian rupa sehingga tercapai prestasi kerja yang tinggi, tugas yang terlalu rendah (low load) atau terlalu tinggi (overload) menimbulkan stres (Saufik, 2017).

Sikap kerja adalah sikap tubuh manusia saat berinteraksi dengan alat/peralatan kerja. Sikap kerja yang baik adalah sikap kerja yang memungkinkan pekerja melakukan pekerjaannya dengan efektif dan dengan usaha otot seminimal mungkin. Menurut Bridger (2017) sikap kerja yang dilakukan pekerja dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Karakteristik pekerja (subjek) meliputi umur, jenis kelamin, antropometri, berat badan, kesegaran jasmani, pergerakan sendi, penglihatan dan ketangkasan.
- b. Tuntutan jenis pekerjaan (task) meliputi posisi tubuh, siklus waktu kerja, periode istirahat, urutan – urutan pekerjaan.
- c. Rancangan luasan kerja (work space) meliputi ukuran peralatan yang digunakan, ukuran bahan yang dikerjakan, rancangan peralatan, ukuran luasan kerja.
- d. Lingkungan kerja (environment) meliputi intensitas penerangan, suhu lingkungan, kelembaban udara, kecepatan udara, kebisingan, debu, dan vibrasi.

Posisi dan sikap kerja para pekerja saat melakukan aktivitas di tempat kerja berpengaruh terhadap respon fisiologis pekerja tersebut. Sikap kerja yang tidak alamiah/fisiologis merupakan penyebab munculnya berbagai gangguan pada sistem muskuloskeletal.

D. Design For and Assembly

Berbicara masalah komponen dan material, produk yang baik dan mewah pada saat ini relatif banyak mengandung komponen dan subassembly. Banyaknya komponen yang harus dirakit ini mengakibatkan 80% biaya manufaktur tergantung dari fase awal design, karena design awal akan menentukan material, mesin yang digunakan serta tenaga kerja yang dibutuhkan. *Design For Assembly* (DFA) adalah proses pengembangan dari desain produk yang digunakan untuk mempermudah dan menekan waktu perakitan, tetapi tetap fokus pada fungsi produk itu sendiri dan memperhatikan faktor keselamatan kinerjanya. Metode *Design For Assembly* bertujuan untuk mempermudah proses perakitan sehingga waktu yang dihasilkan dalam proses tersebut menjadi lebih efisien (Putra et al., 2021). *Design for assembly* (DFA) adalah sebuah paradigma design dimana engineer menggunakan beberapa metode seperti analisa, estimasi, perencanaan, dan simulasi untuk menghitung semua kemungkinan yang terjadi selama proses perakitan kemudian me-

nyesuaikan bentuk komponen agar mudah dan cepat dirakit sehingga meminimalkan waktu perakitan yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya produk, mengatakan bahwa dengan DFA maka akan diperoleh:

- Kemudahan dalam proses perakitan komponen
- Meminimalkan komponen yang digunakan
- Mempermudah dan memperpendek proses perakitan

Meminimalkan kesalahan dalam perakitan yang berakibat memperpanjang proses pembuatan produk. Sedangkan *Design For Manufacturing* (DFM) dapat dikatakan sebagai batasan yang berkaitan dengan fase awal perancangan produk. Pada fase ini engineer dapat memilih material, teknologi yang berbeda serta estimasi biaya yang mungkin terjadi. Rencana rancangan produk yang ada kemudian dianalisa dan dikaji sehingga kesalahan dapat diperbaiki sedini mungkin berdasarkan umpan balik yang didapat. Konsep dasar DFA atau *design for assembly* adalah menganalisa dan memecahkan masalah manufaktur dan perakitan komponen pada fase awal perancangan, sehingga kemungkinan beberapa aspek yang berdampak pada hasil akhir keluaran produk dapat diantisipasi sedini mungkin. Dengan begitu waktu dapat dihemat dan biaya produksi dapat ditekan (Batan, 2018).

Langkah – langkah yang digunakan dalam pengaplikasian prinsip DFA selama proses perancangan adalah tahapan pertama diawali dengan konsep desain, setelah mempunyai gambaran konsep desain awal dilanjutkan pada penentuan struktur produk. Tahap kedua dilakukan analisa DFA bertujuan untuk menentukan nilai efisiensi assembling, mempermudah dan meminimalkan biaya perakitan sebagai saran untuk penyerdehanaan struktur produk. Tahap ketiga melakukan seleksi material dengan mengestimasi biaya manufaktur, mengurangi biaya komponen dan mengurangi biaya assembly bertujuan untuk mendapatkan material dan proses yang lebih ekonomis. Tahap keempat pemilihan desain konsep terbaik dapat dilihat dari peningkatan masing – masing dalam aspek perakitan maupun manufakturnya. Tahap kelima dilakukan analisa DFM untuk mereduksi sekecil

DFA merupakan suatu pendekatan dalam design produk yang bertujuan untuk meminimasi jumlah part penyusun suatu produk dengan tujuan dapat mengurangi aktivitas assembly sehingga biaya manufaktur dapat ditekan (Murali et al., 2017). Metode ini telah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya dan terbukti dapat meminimalkan total biaya manufaktur dari suatu produk. Penelitian sebelumnya yang telah menggunakan metode DFA diantaranya Tjaja dan Astomo (2017) yang menggunakan metode DFA untuk mengusulkan perbaikan produk smart light.

E. Efisiensi Perakitan dan Analisa Biaya Bagian (Material)

Utuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi dari perakitan suatu produk Secara umum, operasi terakhir seperti painting, polishing, finish, machining, dan lain-lain harus dihindari. Toleransi yang berlebihan, penyelesaian permukaan, dan seterusnya mengakibatkan biaya produksi yang diperlukan lebih tinggi. Untuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi perakitan dari suatu produk assembling dapat dihitung dengan rumusan (Fajar, 2017). Dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$E = NM. ta/TM \quad (1)$$

Dimana:

E = Desain Efisiensi (DFA indeks)

NM = Jumlah part minimum secara teoritis

Ta = Waktu perakitan dasar tiap part (rata – rata diambil 3 detik)

TM = Jumlah waktu perakitan seluruh part (Nainggolan et al., 2020).

Pada dasarnya, analisis DFA bertujuan untuk mengurangi jumlah bagian produk sedemikian rupa sehingga mudah dirakit dan akibatnya mengurangi biaya perakitan. Namun, dengan mengurangi jumlah suku cadang produk, hasil DFA juga dapat mengurangi biaya pembuatan suku cadang produk yang dibutuhkan. Pada titik ini, tim harus memiliki bill of material (BOM) kasar. Selama fase desain di tingkat sistem, tim juga harus dapat menggambarkan produk sehingga dapat dilihat bagaimana produk akan terstruktur dan dievaluasi. Biasanya langkah-langkah atau alur proses yang diperlukan untuk membuat Operation Process Chart (OPC) (Widodo, 2019).

F. Lambang-Lambang Yang Digunakan Pada OPC

Dalam setiap peta proses kegiatan dalam bentuk lambang atau simbol yang telah dibakukan sebagai berikut:

1. Operasi (Lingkaran)

Yaitu suatu kegiatan operasi yang terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawinya. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam suatu proses yang biasanya terjadi di suatu mesin atau stasiun kerja.

2. Pemeriksaan (Persegi Panjang)

Yaitu suatu kegiatan pemeriksaan terhadap benda kerja atau peralatan, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Lambang ini digunakan untuk melakukan pemeriksaan terhadap suatu objek tertentu agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

3. Transportasi (Panah Kearah Kanan)

Suatu kegiatan transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang buka merupakan bagian dari suatu operasi. Contoh pekerjaannya yaitu memindahkan bahan, memindahkan benda kerja dari satu mesin ke mesin lainnya, dan lain – lain.

4. Menunggu (Huruf D)

Proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa – apa selain menunggu. Contoh pekerjaannya yaitu benda kerja menunggu untuk diproses, bahan menunggu untuk diangkat, dan sebagainya.

5. Penyimpanan

Proses menyimpan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Contoh pekerjaannya yaitu bahan baku disimpan dalam gudang, barang jadi disimpan digudang, dan sebagainya.

6. Aktifitas Gabungan

Kegiatan ini terjadi apabila antara aktifitas operasi dan pemeriksaan dilakukan bersama atau dilakukan pada suatu tempat kerja. (Adhi, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan adalah *Design For Assembly* (DFA). Metode DFA merupakan pendekatan yang digunakan dalam menentukan rancangan produk dengan waktu dan biaya yang optimum. Metode ini juga dapat digunakan dalam perancangan dalam meningkatkan kualitas dan mengukur perbaikan desain dari produk alat penyekup padi. Berikut adalah langkah-langkah pengerjaan (Priadythama et al., 2017):

- a. Penjabaran Gambar Produk Desain Awal
- b. Analisa Tabel DFA Produk Awal
- c. Menghitung Efisiensi Perakitan Produk Awal
- d. Penentuan Komponen dan Material Alat Beserta Harganya
- e. Penjabaran Gambar Produk Inovasi
- g. Pembuatan *Operation Process Chart* (OPC)
- h. Pengisian dan Analisa Tabel DFA Produk Inovasi
- i. Menghitung Efisiensi Perakitan Produk Inovasi

j. Perbandingan Produk Awal dan Produk Inovasi

Analisa DFA merupakan suatu proses untuk memperbaiki desain produk agar biaya perakitannya lebih rendah dan lebih mudah untuk dirakit. Analisa DFA berisi tentang spesifikasi bagian-bagian produk, jumlah bagian-bagian produk, serta waktu perakitan tiap part. Istilah *design for assembly* (DFA) berarti desain suatu produk untuk mendapatkan kemudahan dalam perakitannya. Tujuan utama DFA, yaitu:

1. Menyederhanakan perakitan produk untuk mendapatkan biaya optimal.
2. Mendesain atau mengembangkan produk yang berkualitas tinggi.
3. Menganalisa komponen dalam masalah perakitan dari saat dini dalam proses desain.

Tujuan diatas merupakan tujuan atribut DFA, adapun yang termasuk pada atribut ini adalah:

1. *Part consolidation*, yaitu kemampuan suatu proses untuk menggabungkan fungsi dari beberapa komponen pada suatu komponen.
2. *Alignment features*, yaitu suatu proses untuk menciptakan fitur yang sekiranya dapat membuat jalur keselarasan untuk memfasilitasi perakitan.
3. *Integral fasteners*, yaitu keefektifan biaya dan cakupan dari elemen pengencang yang dapat didesain pada suatu komponen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penjabaran Gambar Produk Desain Awal

Gambar dibawah merupakan produk mesin pengemas padi kering manual dengan ukuran tinggi 170 cm, lebar 60 cm, dan panjang 90 cm alat pengemas padi kering manual tersebut untuk pengemasan karung yang mempunyai kapasitas isi 25 kg. Dengan alat tersebut produktivitas meningkat melalui rata-rata waktu proses kerja memasukkan gabah ke dalam karung mengalami penurunan sebesar 15,24%, dari 69,75 detik/karung menjadi 59,12 detik/karung hingga produktivitas dengan alat tersebut sebesar 15,24%, dengan alat tersebut sekali tuang ke karung dapat mempunya kapasitas maksimal 7 kg. Dan harga yang dipatok untuk alat pengemas padi kering manual adalah sebesar Rp 1.540.900.



Gambar 1. Produk Awal

2. Analisa Tabel DFA Produk Awal

TABEL I
DFA BAGIAN PEMASANGAN KOMPONEN AWAL

No	Perakitan Masing-Masing Komponen	Jumlah Teoritis (NM)	Waktu (Menit)
1	Penyambungan besi hollow pada alas tempat karung	4	20
2	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak	2	8,92
3	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak samping kanan	2	8,7
4	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak samping kiri	2	8,38
5	Penyambungan besi hollow pada kerangka troli atas	2	8,55
6	Pemasangan besi hollow pada pegangan troli	2	8,3
7	Penyambungan besi hollow pada kerangka jungkat jungkit	6	24,12
8	Penyambungan wadah penampung gabah samping kanan	1	4,33
9	Penyambungan wadah penampung gabah samping kiri	1	4,2

10	Penyambungan wadah penampung gabah atas	1	3,6
11	Penyambungan penyekrup gabah bagian depan	1	4,47
12	Pemasangan wadah penampung gabah pada besi jungkat jungkit	1	3,83
13	Pemasangan wadah penampung gabah dan jungkat jungkit pada kerangka troli	1	3,58
14	Pemasangan roda pada kerangka bawah troli	26,08	
15	Pemasangan papan kayu pada alat	1	4,75
16	Pemasangan pengait karung pada troli	4	8,12
	Total (TM)	33	129,93

(Sumber: Data Primer diolah)

Pada tabel DFA dapat diketahui jumlah bagian total yang ada pada proses pemasangan semua komponen adalah 16 bagian dengan total 33 proses. Dari tabel tersebut didapati total keseluruhan material atau bagian komponen sebanyak 16 komponen dan total waktu perakitan dalam pembuatan alat pengemas padi kering 129,93 menit.

3. Menghitung Efisiensi Perakitan Produk Awal

Berikut perhitungan tingkat efisiensi dari perakitan produk awal dengan mengacu pada persamaan nomor (1) dapat dihitung nilainya sebagai berikut:

$$E = (3 \times NM) / TM$$

$$E = (3 \times 33) / 129,93$$

$$E = 0,7619$$

Dari perhitungan efisiensi perakitan, desain produk mempunyai efisiensi perakitan sebesar 0,7619 atau 76,19%.

4. Penentuan Komponen dan Material Alat Beserta Harganya

TABEL II
NAMA, JUMLAH DAN HARGA DARI KOMPONEN DAN MATERIAL ALAT

No	Nama Material dan Komponen Alat	Jumlah (Unit)	Keterangan	Harga / Biaya
1	Besi Hollow	3	Tebal: 1'' Ø3,8 mm, P: 5 Meter	Rp. 280.000,00
2	Schock Hidrolik	2	P: 25 F: 275 N	Rp. 250.000,00
3	Plat Stainless	2	1,2m x 2,4m tebal 0,2 mm	Rp. 150.000,00
4	Papan Kayu	1	60 cm x 60 cm Tebal 0,2mm	Rp. 20.000,00
5	Roda	2	6" D: 15 cm	Rp. 160.000,00
6	Bearing	2	MR52ZZ 2x5x2.5mm	Rp. 20.000,00
Total				Rp. 880.000,00
Biaya Upah Kerja				Rp. 200.000,00
Overhead				Rp. 150.000,00
Total Biaya Keseluruhan				Rp. 1.230.000,00

(Sumber: Data Primer diolah)

Tabel diatas adalah tabel komponen dan jumlah komponen penunjang (penyusun) yang dibutuhkan untuk merakit suatu produk desain. Dan memiliki total komponen 6 komponen yaitu material Besi hollow yang berjumlah 1 unit dengan keterangan Tebal : 1'' Ø3,8 mm, P : 5 Meter, material Shock hidrolik yang mempunyai 2 unit dengan keterangan P : 25 cm, F : 275 N, material Plat Stainless yang mempunyai 2 unit dengan keterangan tebal 0,2 mm, P : 1,2 m, L : 2,4 m, material papan kayu yang mempunyai 1 unit dengan keterangan tebal 0,2 mm, P : 60 cm, L : 60 cm, material roda yang mempunyai 2 unit dengan keterangan dimensi 6 inch dan diameter keseluruhan 15 cm, dan material bearing yang mempunyai 2 unit dengan keterangan MR52ZZ 2x5x2.5mm. Diatas adalah tabel rincian harga pembuatan alat pengemas padi kering yang ada beberapa nama material dan komponen alat yaitu besi hollow, shock hidrolik, plat stainless, papan kayu, roda, bearing biaya upah kerja dan overhead dll hingga dalam keseluruhan rincian harga komponen yang dibutuhkan untuk produk perancangan yang mempunyai harga Rp. 1.230.000,00.

5. Penjabaran Gambar Produk Inovasi

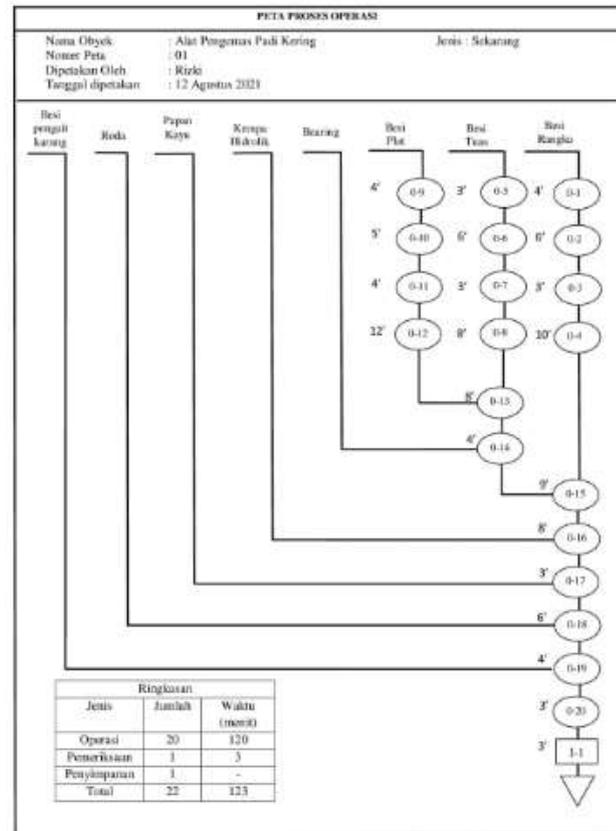
Dalam proses produk inovasi ini peneliti membuat pengembangan alat pengemas padi kering secara manual yang lebih efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien untuk pengguna. Sehingga siklus dalam sekali pengemasan padi kering dapat dalam waktu kurang dari 59 detik pada kapasitas karung 25 kg padi kering. Pada pemakaian alat pengemas padi kering ini dapat menurunkan kelelahan otot yang berdampak pada peningkatan kualitas kesehatan pekerja dan peningkatan produktivitas pekerja melalui penurunan waktu proses kerja. Ada beberapa komponen pendukung dalam pengoperasian ada shock hidrolik untuk meringankan wadah pengemas padi saat di dorong ke atas serta roda agar lebih ringan ketika melakukan pengumpulan padi kering di lantai sehingga pengguna bisa nyaman dalam menggunakan alat tersebut.



Gambar 2. Gambar Produk Inovasi

6. Pembuatan Operation Process Chart (OPC)

Operation process chart (OPC) yang berfungsi sebagai peta kerja yang menggambarkan langkah-langkah proses sejak dari awal sampai menjadi produk jadi. Berikut peta kerja pembuatan alat pengemas padi kering secara manual:



Gambar 3. Operation Process Chart (OPC)

Penjelasan operationprocess chart (OPC) pada alat pengemas padi kering, sebagai berikut:

1. Pengukuran besi rangka.
2. Pemotongan sesuai ukuran.
3. Perhalusan permukaan.
4. Penyambungan besi rangka.
5. Pengukuran besi tuas.
6. Pemotongan sesuai ukuran.
7. Perhalusan permukaan.
8. Penyambungan besi tuas.
9. Pengukuran besi plat.
10. Pemotongan sesuai ukuran.
11. Perhalusan permukaan.
12. Penyambungan besi plat.
13. Penyambungan besi plat ke besi tuas.
14. Pemasangan bearing ke besi tuas.
15. Pemasangan besi tuas ke besi rangka.
16. Pemasangan kempa hidrolik ke besi rangka.
17. Pemasangan papan kayu ke besi rangka.
18. Pemasangan roda.
19. Pemasangan pengait karung ke besi rangka.
20. Finishing.

Pada OPC rangka alat pengemas padi kering diatas terdapat 20 operasi dan 1 inspeksi dan 1 penyimpanan dengan waktu total 123,6 menit atau 2,06 jam.

7. Pengisian dan Analisa Tabel DFA Produk Inovasi

TABEL III
DFA BAGIAN PEMASANGAN KOMPONEN AWAL

No	Perakitan Masing-Masing Komponen	Jumlah Teoritis (NM)	Waktu (Menit)
1	Penyambungan besi hollow pada alas tempat karung	4	20
2	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak	2	8,92
3	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak samping kanan	2	8,7
4	Penyambungan besi hollow pada kerangka tegak samping kiri	2	8,38
5	Penyambungan besi hollow pada kerangka troli atas	2	7,58
6	Pemasangan besi hollow pada pegangan troli	2	7,6
7	Penyambungan besi hollow pada kerangka jungkat jungkit	1	4,34
8	Penyambungan wadah penampung gabah samping kanan	1	4,2
9	Penyambungan wadah penampung gabah samping kiri	1	3,6
10	Penyambungan wadah penampung gabah atas	1	4,47
11	Penyambungan penyekrup gabah bagian depan	4	11,63
12	Pemasangan wadah penampung gabah pada besi jungkat jungkit	1	3,58
13	Pemasangan wadah penampung gabah dan jungkat jungkit pada kerangka troli	2	8,2
14	Pemasangan roda pada kerangka bawah troli	1	4,75
15	Pemasangan papan kayu pada alat	1	6,42
16	Pemasangan pengait karung pada troli	4	11,23
	Total (TM)	31	123,6

(Sumber: Data Primer diolah)

Pada tabel DFA dapat diketahui jumlah bagian total yang ada pada proses pemasangan semua komponen adalah 16 bagian dengan total 31 proses. Dari tabel tersebut didapati total keseluruhan material atau bagian komponen sebanyak 16 komponen dan total waktu perakitan dalam pembuatan alat pengemas padi kering 123,6 menit.

8. Menghitung Efisiensi Perakitan Produk Inovasi

Berikut perhitungan tingkat efisiensi dari perakitan produk inovasi dengan mengacu pada persamaan nomor (1) dapat dihitung nilainya sebagai berikut:

$$E = (3 \times NM) / TM$$

$$E = (3 \times 31) / 123,6$$

$$E = 0,7524$$

Dari perhitungan efisiensi perakitan desain produk mempunyai efisiensi perakitan sebesar 0,7524. Artinya proses pembuatan desain produk dengan jumlah 31 part dan dengan waktu total perakitan sekitar 123,6 menit menghasilkan efisiensi perakitan sebesar 0,7524 atau 75,24 %.

9. Perbandingan Produk Awal dan Produk Inovasi

Berdasarkan analisa diatas, maka didapatkan pengembangan produk inovasi mempunyai kelebihan dalam tampilan yang menarik dan nyaman saat digunakan karena lebih ringan, dan juga pada alat pengemas padi kering ini bisa menampung gabah 15 kg yang terbilang banyak dari pada produk awal yang bisa menampung gabah 7 kg. Dan dengan produk inovasi tersebut produktivitas meningkat melalui rata-rata waktu proses kerja memasukkan gabah ke dalam karung mengalami penurunan sebesar 49,15%, dari waktu pengemasan menggunakan produk awal sebesar 59 detik/karung menjadi 30 detik/karung

hingga produktivitas dengan alat inovasi ini sebesar 49,15%. Selain itu pemakaian alat ini bisa mengurangi resiko cedera pada petani saat proses pengemasan padi kering, Berdasarkan perhitungan diatas, maka produk pengembangan memenuhi untuk metode DFA. Karena salah satu syarat dari metode ini adalah biaya/harga yang lebih murah. Dengan adanya pemilihan bahan baku komponen yang lebih mudah didapat dan lebih murah, maka desain perangan dapat menjadi alternatif untuk digunakan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan produk alat pengemas padi kering secara manual inovasi yang relatif murah dari produk sebelumnya dengan harga produk awal Rp. 1.540.900,00 dan produk inovasi ialah Rp. 1.230.000,00 dengan selisih Rp. 310.900,00. Dalam pengembangan produk ini kapasitas gabah pada produk sebelumnya dapat menampung gabah sebanyak 7 kg, maka pada produk inovasi ini mampu menampung gabah kapasitas 15 kg. Dengan alat pengemasan padi ini karung yang kapasitasnya 25 kg dapat terisi dalam waktu 30 detik. Sehingga dengan produk inovasi tersebut produktivitas meningkat melalui rata-rata waktu proses kerja memasukkan gabah ke dalam karung mengalami penurunan sebesar 49,15%, dari waktu pengemasan menggunakan produk awal sebesar 59 detik/karung menjadi 30 detik/karung hingga produktivitas dengan alat inovasi ini sebesar 49,15%.

PUSTAKA

- Adhi, N. (2017), *Desain Produk, Pengertian dan Ruang Lingkupnya*. Jakarta: Erlangga.
- Batan, I.M.L. (2018), "Peran Design For Manufacture Pada Pengembangan Dan Inovasi Teknologi Terapan". Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bridger, R.S. (2017), *Introduction to Ergonomics*. London: Taylor & Francis
- Emon L.N. (2020), "Pengembangan Produk Alat Pencuci Pakaian Secara Manual Dengan Metode Design For Assembly (DFA)". Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Vol. 01, No. 05.
- Fajar, A.S. (2017), "Desain Pengembangan Produk Wallshelf Menggunakan Integrasi QFD dan DFMA Di Ud. Xyz". Skripsi Mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Pancasakti Tega. Volume 15 No. 2.
- Handayani, T. dan Tanjung, Y. (2017), "Pengaruh Sikap Kewirausahaan Dan Proses Inovasi Terhadap Keberhasilan Usaha (Studi Kasus Pada Pada Rumah Batik Komar Di Kota Bandung)." *Jurnal Riset Bisnis dan Manajemen (JURISMA)*, Vol. 7, No. 1, 2017.
- Hutagalung. dan Hermawan, D. (2018), *Membangun Inovasi Pemerintah Daerah*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kotler, P., dan Armstrong, G. (2018), *Prinsip-Prinsip Pemasaran Edisi 12 Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Murali, G.B., Deepak, B.B.V.L., dan Biswal, B.B. (2017), A Novel Design For Assembly Approach For Modified Topology Of Industrial Products. *International Journal Of Performability Engineering*, 13(7) .1013.
- Nainggolan, E.L., Suryadi, A., dan Tranggono. (2020), Pengembangan Produk Alat Pencuci Pakaian Secara Manual Dengan Metode Design For Assembly(DFA). *JUMINTEN*,1(5), 160.
- Nasiti. (2014), Perancangan Produk. *Ghania Indonesia, Jakarta*, Chaps 2, 19.
- Poejiadi. (2019), Pengertian Inovasi. *Gransind. Bandar*, Chaps 4,17
- Priadythama,I., Susmartini, S., Nugroho, A.W. (2017), Penerapan DFMA Untuk Low Cost High Customization Product, *Jurnal Teknik Industri Vol 16, No. 1 : 1 – 8*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Putra, H.A., dan Jakaria, R.B. (2021), Analysis of Design For Assembly (DFA) in Exhaust Product Design Analisa Design For Assembly (DFA) Pada Perancangan Produk Knalpot. *Prodi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*. Volume 1 No 2.
- Saufik. (2017), Desain Pengembangan Produk Wallshelf Menggunakan Integrasi DFMA Di UD. *Xyz, Universitas Pancasila Tegal, Jawa Tengah*.
- Sutirna, H. (2018), Inovasi dan Teknologi Pembelajaran. *Yogyakarta: Deepublish*.
- Tjaja, A.I.S., dan Astomo, R.P. (2017), Usulan Perbaikan Perancangan Produk Smart Light Menggunakan Metode Design For Assembly Boothroyd-Dewhurst. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*,1(3)
- Veranika, R.M, (2014), “Aplikasi Design For Assembly (DFA) Pada Perancangan Produk Vaccine Carrier”. *Jurnal Desiminasi Teknologi Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang*. Volume 2, No. 2.
- Widodo. (2019), Perencanaan dan Pengembangan. *Salemba Teknika, Jakarta*, Chaps. 6, 14.