

# **PENGEMBANGAN PRODUK PENJEMUR PAKAIAN PORTABLE ANTI HUJAN DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA) DAN PAHL AND BEITZ**

**Muhammad Dwi Agus Saputra <sup>1)</sup>, Akmal Suryadi <sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Industri

<sup>3)</sup>Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur  
e-mail: iputcuputra@gmail.com <sup>1)</sup>, akmal.ti@upnjatim.ac.id <sup>2)</sup>

## **ABSTRAK**

*Produk yang baik merupakan produk yang bisa dibuat berdasarkan permasalahan yang terjadi dikalangan masyarakat dengan berbagai macam tujuan seperti keamanan, kenyamanan dan kegunaan sehingga membuat produk tersebut bernilai lebih. Teknologi banyak membantu peneliti untuk mendesain dan mengembangkan suatu produk, hal ini bisa dibuktikan dengan banyaknya inovasi dan penemuan yang sederhana hingga yang rumit. Penelitian ini sebelumnya juga didasari dari hasil wawancara beberapa warga Medokanayu yang menginginkan produk penjemur pakaian portable anti hujan yang dapat membantu mempermudah pengeringan pakaian, yang sebelumnya warga tidak memilikinya atau sesuatu hal baru bagi warga. Penjemur pakaian portable anti hujan ini dirancang menggunakan metode design for assembly (DFA) dan Pahl And Beitz. Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk penjemur pakaian portable anti hujan yang nantinya bisa digunakan sebagai pilihan lain untuk desain pengembangan produk penjemur anti hujan.*

**Kata Kunci:** Pengembangan Produk, DFA, Pahl and Beitz

*A good product is a product that can be made based on the problems that occur among the community with various purposes such as safety, convenience and usability so as to make the product more valuable. Technology helps researchers a lot to design and develop a product, this can be proven by the many innovations and inventions that are simple to complex. This previous research was also based on the results of interviews with several residents of Medokanayu who wanted a portable anti-rain drying product that could help speed up drying, which previously did not have it or something new for the residents. This rain-proof portable clothes dryer was designed using the Design for Assembly (DFA) and Pahl And Beitz methods. The result of this research is to develop a portable anti-rain drying product which later can be used as another option for the design of the development of anti-rain drying products.*

**Keywords:** Product Development, DFA, Pahl and Beitz

## I. PENDAHULUAN

Teknologi yang semakin berkembang pada saat ini secara langsung mempengaruhi semua aspek dalam kehidupan manusia tidak terkecuali pada produk maupun layanan jasa yang ditawarkan (Firdaus dan Hamdu, 2020). Produk dan jasa yang ditawarkan pada era digital saat ini juga telah memanfaatkan perkembangan yang terjadi. Semakin dapat memenuhi kebutuhan dari konsumennya maka semakin baik dan semakin berkualitas suatu produk maupun jasa tersebut (Abdillah, 2020), dengan berbagai macam tujuan seperti keamanan, kenyamanan (Widagdo, 2019), keindahan (Atmono, 2021), serta ergonomis (Agnes et al., 2020) dan (Sinaga et al., 2021). Inovasi terkait desain produk mulai dari produk yang sederhana hingga produk dengan tingkat kerumitan tinggi telah sangat terbantu dengan teknologi yang ada saat ini (Wibowo dan Purnomo, 2017).

Penelitian ini sebelumnya juga didasari dari hasil wawancara beberapa warga Medokanayu Kota Surabaya yang menginginkan produk penjemur pakaian *portable* anti hujan yang dapat membantu mempermudah pengeringan pakaian, yang sebelumnya warga tidak memilikinya atau sesuatu hal baru bagi warga. Dan juga dikarenakan warga belum mempunyai mesin cuci serta pengeringnya.

Penjemur pakaian *portable* anti hujan ini dirancang menggunakan metode *design for assembly* (DFA) dan *Pahl And Beitz*. Pendekatan DFA sering dipakai dalam desain produk dengan tujuan meminimasi biaya dan waktu pembuatan (Ardianto dan Suryadi, 2021). Dengan metode ini diharapkan hasil perancangan produk yang baru, komponen-komponen yang kurang memberikan manfaat pada produk tersebut dapat dihilangkan. Sehingga dapat pula mengurangi proses yang dibutuhkan serta memperpendek waktu pembuatan. Metode ini dapat digunakan dalam perancangan dalam meningkatkan kualitas dan perbaikan usulan desain dari produk penjemur pakaian *portable* anti hujan. Sedangkan *Pahl and Beitz* adalah metode yang sering digunakan dalam perancangan produk yang didalamnya terdapat beberapa tahapan yang harus diikuti (Putra dan Suryadi, 2021).

Produk penjemur pakaian telah banyak dikembangkan sebelumnya antara lain Darusman et al. (2018), Ginanjar (2018), serta Yolanda (2021) yang mendesain produk yang jemuran berbasis Arduino uno. Arduino uno sendiri merupakan sejenis mikrokontroler yang menggabungkan bahasa C++ dan Java (Pindrayana et al., 2019). Sedangkan Oktawiani et al. (2018) mendesain produk yang sama menggunakan raspberry pi berbasis android.

Sensor cahaya belum ditemukan pada produk yang saat ini telah ada. Akibatnya sangat dikhawatirkan apabila cuaca tiba-tiba hujan dan lupa untuk mengangkat jemuran dan penjemur telat dalam menutup akan mengakibatkan pakaian basah. Dan hal tersebut dirasa kurang praktis dalam menjemur pakaian. Dalam pengembangan produk ini, penekanannya terdapat pada sensor cahaya yang ditambahkan pada produk yang menyebabkan jemuran otomatis akan menutup untuk melindungi pakaian dari hujan, keunggulan lainnya yaitu dalam keadaan sebelum hujan atau cuaca mendung penjemur akan menutup terlebih dahulu sebelum turunnya hujan. Selain itu tanpa perlu khawatir pakaian kehujanan saat ditinggal pergi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Pengembangan

Desain produk dapat diartikan sebagai penggambaran suatu produk ke dalam suatu desain sehingga dapat terlihat dengan jelas dan dapat diilustrasikan dengan benar kepada penggunaannya. Keberhasilan suatu produk dapat terlihat dari seberapa Tangguh pproduk tersebut dapat bertahan terhadap perubahan yang terjadi di pasar terkait dengan produk competitor maupun perubahan lingkungan di kemudian hari (Priadythama, 2017).

Sedangkan kata pengembangan atau *innovation* berasal dari kata *to innovate* sesuatu yang baru yang belum pernah ada sebelumnya (Priadythama, 2017).. Inovasi dapat pula

diterjemahkan sebagai suatu penemuan namn berbeda dengan *discovery*. *Discovery* bermakna penemuan sesuatu namun sesuatu yang ditemukan tersebut sebenarnya sudah ada hanya saja belum banyak diketahui orang. Namun penemuan pada konteks inovasi lebih bersifat hasil dari karya dan karsa manusia.

Penemuan ini menggugah Tycho Brahe melakukan pengamatan lebih teliti terhadap gerakan planet. Data pengamatan kemudian membuat Johannes Kepler akhirnya mampu merumuskan hukum-hukum gerak planet yang tepat. Penemuan ketiga tokoh tersebut merupakan "*discovery*". Sedangkan invent yang dalam kamus didefinisikan sebagai menciptakan sesuatu yang baru yang tidak pernah ada sebelumnya.

Kata kunci lainnya dalam pengertian Pengembangan adalah baru. (Kartajaya, 2016), menjabarkan bahwa kata baru diartikan sebagai apa saja yang belum dipahami, diterima atau dilaksanakan oleh si penerima pembaharuan, meskipun mungkin bukan baru lagi bagi orang lain. Akan tetapi, yang lebih penting dari sifatnya yang baru adalah sifat kualitatif yang berbeda dari sebelumnya. Kualitatif berarti bahwa Pengembangan itu memungkinkan adanya reorganisasi atau pengaturan kembali dalam bidang yang mendapat pengembangan.

### *B. Inovasi Produk*

Selera pasar yang mengalami perubahan tidak terkendali dikarenakan factor teknologi maupun persaingan yang terjadi memaksa perusahaan untuk juga mengikuti perkembangan yang ada dalam rangka untuk mempertahankan kesuksesannya. Perkembangan disini dapat terjadi pada produk maupun layanan yang ditawarkan kepada konsumennya. Sustainable produk innovation atau inovasi produk yang berkelanjutan merupakan satu-satunya strategi yang harus diambil untuk dapat mempertahankan bahkan memperluas pangsa pasarnya (Lutfansa dan Suryadi, 2020).

Inovasi produk meliputi berbagai kegiatan pengembangan produk - perbaikan produk, pengembangan yang seluruhnya baru, dan perluasan yang meningkatkan jangkauan atau jumlah lini produk yang dapat ditawarkan perusahaan. Inovasi produk tidak dapat disamakan dengan penemuan. Sebuah inovasi didefinisikan sebagai suatu ide, produk atau bagian dari teknologi yang telah dikembangkan dan dipasarkan untuk pelanggan yang dirasa sebagai sesuatu yang baru. Kita mungkin menyebutnya sebagai proses identifikasi, menciptakan dan memberikan nilai-produk baru atau manfaat yang tidak ditawarkan sebelumnya di pasar.

Dengan produk baru atau yang dimaksud dengan produk asli, perbaikan produk, memodifikasi produk dan merek baru dari perusahaan yang berkembang melalui penelitian sendiri dan upaya pengembangan. Menurut Nainggolan et al. (2020) Inovasi dapat berakhir dua yaitu ke arah positif dan sebaliknya. Inovasi dapat dikatakan positif jika hasil produk maupun jasa yang ditawarkan memberikan *added value* terhadap produk yang saat ini telah ada yang membuat konsumen berbondong-bondong ingin merasakan manfaatnya. Sementara itu. Inovasi ke arah negatif menimbulkan kekecewaan konsumen yang menggunakan produk maupun jasa tersebut.

### *C. Metode DFA*

80 persen dari biaya manufaktur dipengaruhi oleh desain awal dari suatu produk. Semakin banyak komponen sub assembly dari produk, maka semakin banyak membutuhkan tenaga dalam proses perakitannya. Oleh karena itu, desain yang berkualitas mestinya sudah mempertimbangkan terkait material dari produk yang akan dibuat serta apa saja yang diperlukan dalam proses perakitannya (Nainggolan et al., 2020).

Konsep *design for manufacture and assembly* (DFMA) merupakan gabungan antara desain untuk keperluan proses manufaktur dengan design untuk keperluan proses perakitannya Ulrich dan Eppinger dalam Nazarudin dan Suryadi (2021). Konsep tersebut

tercetuskan karena besarnya biaya perakitan dari suatu produk padahal sebenarnya biaya tersebut dapat ditekan dengan melakukan design produk yang memudahkan dalam proses perakitannya.

*Design for assembly* (DFA) merupakan paradigma desain yang mana memanfaatkan kegiatan analisa, estimasi, perencanaan, dan simulasi dengan tujuan untuk mempermudah suatu proses perakitan produk sehingga secara otomatis dapat mengurangi kerja bagian perakitan serta dapat mengurangi ongkos perakitan dengan cara menyesuaikan bentuk komponen yang hendak dirakit.

#### *D. Metode Pahl & Beitz*

Dalam tahapan desain informasi terkait apa saja yang harus ada dalam desain serta kendala yang dihadapi (Winata dan Suryadi, 2020). *Pahl dan Beitz* mengembangkan suatu pendekatan yang sistematis terhadap perilaku desain mekanik. Solusi yang sistematis serta terstruktur perlu dicari melalui berbagai kemungkinan yang mungkin dilakukan (Widaningrum et al., 2018).

### III. METODE PENELITIAN

Tahapan dari penelitian yang dilakukan dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. *Start*
2. *Survey Lapangan*  
Berlokasi di Medokanayu, Kec. Rungkut, Surabaya. Waktu yang dibutuhkan dari penelitian ini mulai Agustus tahun 2021 hingga seluruh data yang dibutuhkan didapatkan.
3. *Studi Pustaka*  
Bagian ini bertujuan untuk menambah wawasan peneliti terhadap permasalahan yang dihadapi serta metode yang nantinya akan digunakan untuk mengatasi permasalahan yang timbul
4. *Perumusan Masalah*  
Masalah yang coba dipecahkan dalam penelitian ini adalah bagaimana mendesain penjemur *portable* anti hujan menggunakan metode DFA.
5. *Tujuan Penelitian*  
Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti dengan membuat produk inovasi penjemur *portable* anti hujan dengan *Design For Assembly* (DFA) dipaparkan pada bagian ini.
6. *Pengindifikasian Variabel*  
Variabel yang nantinya berpengaruh terhadap perancangan produk Penjemur pakaian *portable* anti hujan harus diidentifikasi pada bagian ini.
7. *Desain Produk Awal*  
Pada bagian ini dibutuhkan gambar produk awal dan harga/biaya produk awal.
8. *Penghimpunan data produk inovasi*  
Perlu dilakukan penghimpunan data apa saja yang diperlukan pada pembuatan produk yang akan dikembangkan.
9. *Pembuatan dan analisis DFA*  
Pada produk sebelum dan sesudah dilakukan inovasi perlu dilakukan analisis *design for assembly* pada kedua desainnya.
10. *Nilai Efisiensi Produk*  
Efisiensi perakitan produk perlu dicari untuk dapat mengetahui seberapa efektif proses perakitan yang dilakukan.
11. *Total Overhead dan Biaya Ongkos Upah Kerja*  
Biaya dari pembuatan suatu produk selain dari biaya material terdapat pula biaya lainnya seperti tenaga kerja serta *overhead*



Tabel I berikut merupakan Tabel *design for assembly* yang didapatkan dengan menggunakan data waktu merakit setiap part serta jumlah part produk yang dirakit.

TABEL I  
DFA BAGIAN PEMASANGAN KOMPONEN

No	Perakitan Masing-masing Komponen	Jumlah Teoritis (NM)	Waktu (Detik)
1.	Penyambungan alumunium hollow pada kerangka bawah	2	1200
2.	Penyambungan alumunium hollow kerangka tegak samping kanan	2	1100
3.	Menyambungkan alumunium hollow Pada kerangka tegak samping kiri	2	1150
4.	Menyambungkan alumunium hollow kerangka atas	6	503
5.	Pemasangan alumunium hollow kerangak atap	4	655
6.	Pemasangan engsel pada kerangka	4	654
7.	Penyambungan kerangka atap pada kerangka atas	2	260
8.	Pemasang <i>roller</i> penutup atap	1	252
9.	Pemasangan sensor hujan	1	226

Melalui Tabel I tersebut, dapat terlihat bahwasanya pada 16 komponen yang dirakit membutuhkan 33 proses pada produk penjemur pakaian *portable* anti hujan membutuhkan total durasi waktu sebesar 8182 detik atau sekitar 136,4 menit.

#### B) Efisiensi Perakitan

Persamaan berikut dipakai untuk menghitung efisiensi perakitan produk.

$$E = \frac{3xNM}{TM} \quad (1)$$

$$E = \frac{3x33}{136,4}$$

$$E = 0,7258$$

Dimana :

E = Efisiensi Perakitan

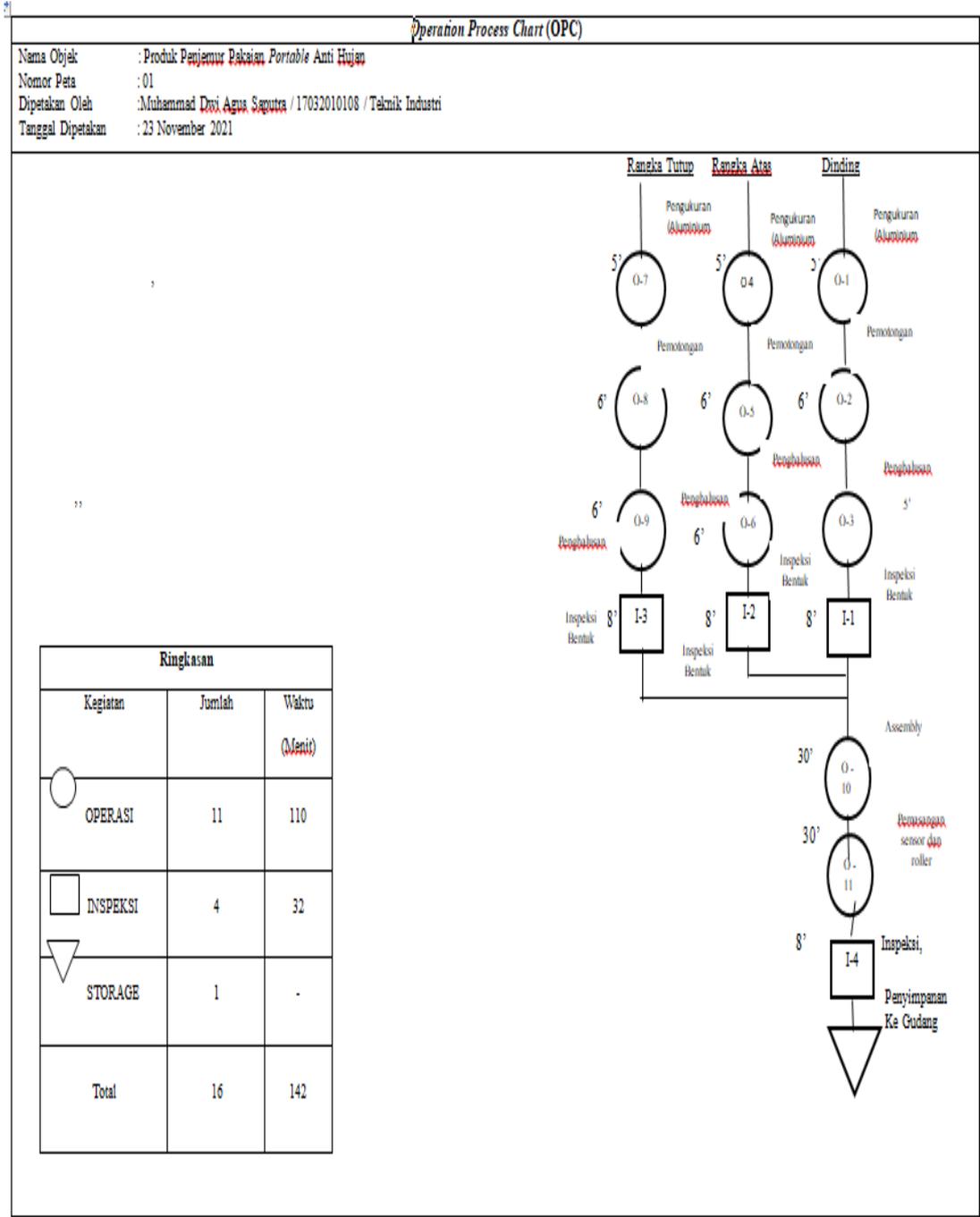
NM = Minimum part secara teoritis

TM = Actual time dalam proses perakitan

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa efisiensi dari perakitan produk ini adalah 0,7258. Yang berarti bahwa dengan jumlah proses sebanyak 33 proses serta waktu perakitan sebesar 136,4 menit memiliki efisiensi 72,58 %.

#### C) OPC

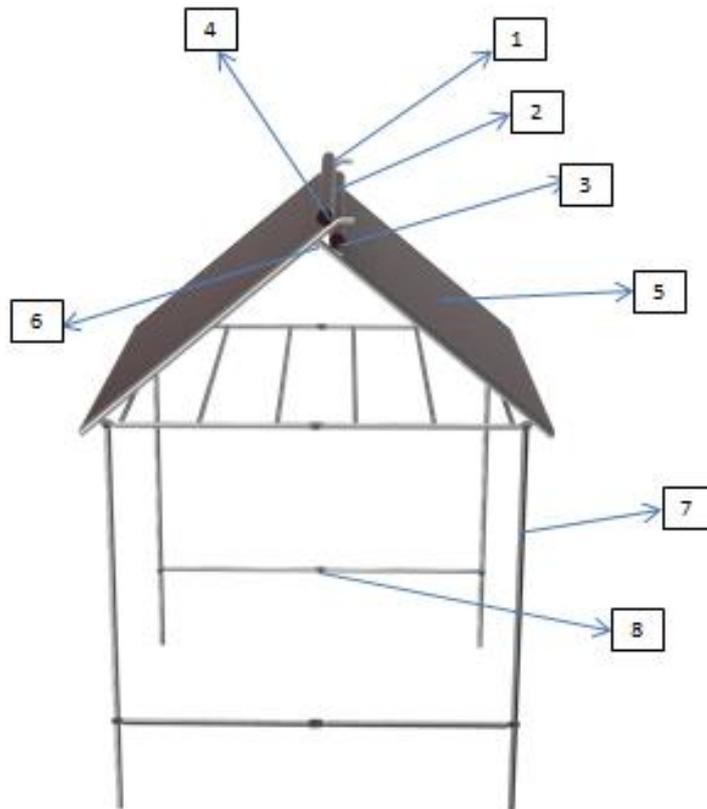
Berikut peta kerja dari produk penjemur pakaian *portable* anti hujan. OPC berguna sebagai acuan bagi pembuat untuk dapat membuat produk sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dengan durasi waktu yang tetap terjaga.



Gambar 2. OPC Penjemur Pakaian Portable Anti Hujan

*D) Gambar Produk Pengembangan*

Berikut ini adalah gambar produk pada penelitian ini. Selain sensor air, pada bagian atas juga ditambahkan sensor cahaya sehingga Ketika terjadi mendung sebelum hujan turun sensor akan menerima rangsangan sehingga dapat diteruskan yang pada akhirnya membuat roller penutup bekerja. Namun ada kalanya hujan terjadi tanpa didahului adanya mendung. Sehingga pada alat ini terdapat juga sensor air untuk mengantisipasi permasalahan tersebut.



Gambar 3. Produk Pengembangan

Keterangan :

1. Sensor Air
2. Sensor Cahaya
3. Motor Penggerak
4. Motor Penggerak
5. Roller Penutup
6. Switch
7. Kerangka Alumunium Hollow
8. Engsel

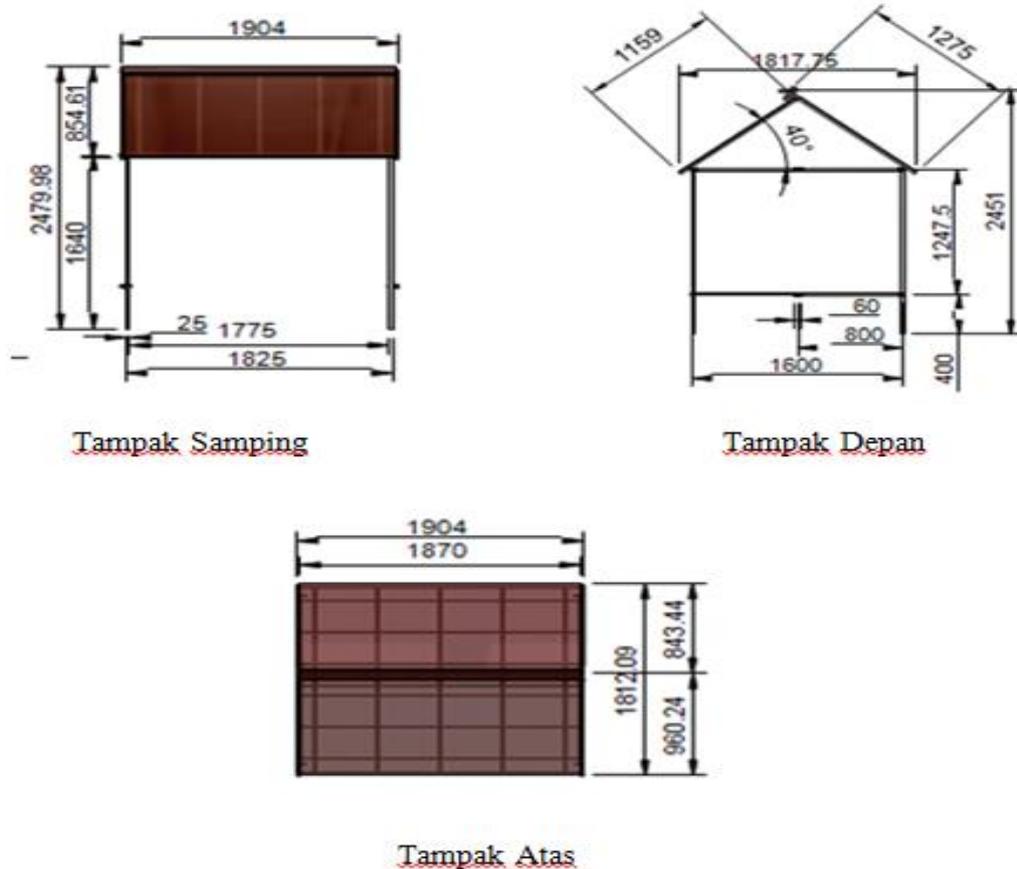
*E) Komponen harga*

Adapun harga komponen alat pengemas padi kering pada Tabel II berikut dapat digunakan sebagai acuan untuk dapat mengetahui biaya material dari produk yang didesain.

RINCIAN HARGA KOMPONEN		
No	Material	Harga (dalam ribuan rupiah)
1.	Alumunium <i>hollow</i>	280
2.	Engsel	50
3.	Sensor Hujan	150
4.	Sensor Cahaya	150
5.	Arduino R3	150
6.	Motor Penggerak	40
7.	<i>Switch</i>	30
8.	<i>Roller</i>	200
<b>Total</b>		1.050

*F) Metode Pahl & Beitz*

Dari hasil wawancara penelitian rangka yang di buat menggunakan material alumunium karena material yang ringan, tahan lama dan mudah diproses. Konsep perancangan ini juga produk yang ringan dibawa dan mudah diletakkan di tempat sesuai kebutuhan, maka dengan itu digunakan lah engsel pada produk penjemur ini. Dengan dilengkapi sensor air hujan dan sensor cahaya untuk mendeteksi hujan. Dan atap penjemjur menggunakan bahan anti air. Desain rangka dibuat seminimalis mungkin atau senyaman mungkin agar mudah dibuat serta mudah dipindahkan. Desain yang minimalis dapat memberikan nilai tambah dari sisi estetika atau keindahan.



Gambar 4. Kerangka Produk

Spesifikasi Produk :

- Berat (Kg) : 15
- Dimensi P x L x T (m<sup>3</sup>) : 180 x 160 x 200
- Material : Alumunium *hollow*
- Fungsi : Menejmjur pakaian yang telah dicuci

Spesifikasi bahan pada Tabel III juga perlu dicantumkan untuk memastikan seberapa handal produk inovasi tersebut terhadap produk yang sudah ada dilihat dari kualitas komponen yang digunakan. Produk dengan spesifikasi komponen yang bagus akan awet dalam penggunaannya sehingga dapat meningkatkan kepuasan bagi penggunanya.

TABEL III  
SPESIFIKASI BAHAN DAN KOMPONEN PRODUK

No	Nama Material dan Komponen Alat	Spesifikasi
1.	Alumunium <i>hollow</i>	keteebalan 1" 3,8 mm Panjang : 5m
2.	Engsel	Panjang 5 cm
3.	Sensor Hujan	Dimensi 3,2 x 1,4
4.	Sensor Cahaya	AC 220 V
5.	Arduino R3	ATmega 328
6.	Motor Penggerak	AC, 12 mm
7.	<i>Switch</i>	P : 10 cm x L : 5 4cm
8.	<i>Roller</i>	180cm x 160 cm

#### G)Biaya lainnya

TABEL IV  
BIAYA *OVERHEAD* DAN ONGKOS KERJA

No	Jenis Biaya	Jumlah
Overhead :		
1.	-Listrik	Rp. 200.000,00
	-Air	
2.	Upah Kerja	Rp. 150.000,00
	Total	Rp. 350.000,00

Dari tabel diatas dapat diketahui biaya overhead yang meliputi biaya listrik, air, dan komponen pendukung lainnya sebesar Rp. 200.000,00. Dan juga biaya ongkos/upah kerja sebesar Rp 150.000,00. Total biaya *overhead* dan ongkos kerja pembuatan produk penjemur pakaian *portable* anti hujan yaitu sebesar Rp 350.000,00. Total biaya tersebut dapat tergolong murah bila mempertimbangkan manfaat yang didapatkan dengan adanya peroduk tersebut.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengembangan produk penjemur pakaian *portable* anti hujan inovasi didapatkan harga/biaya pengembangan yaitu Rp. 1.400.000,00 yang terdiri dari biaya komponen, biaya tenaga kerja bagian perakitan, serta biaya-biaya overhead yang timbul dalam proses perakitan produk penjemur pakaian anti hujan dengan dilengkapi sensor cahaya dan sensor hujan. Dalam tabel DFA diatas dapat diketahui durasi waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk ini adalah 8182 detik setara dengan 136,4 menit yang waktu tersebut digunakan untuk mengerjakan tiga puluh tiga proses perakitan yang dilakukan pada enam belas macam komponen pembentuk produk inovasi yang diusulkan dalam penelitian ini. Sementara untuk desain menghasilkan efisiensi perakitan sebesar 0,7258 atau 72,58 %.

Produk yang baru dikembangkan ini memiliki keunggulan dalam hal desain saat digunakan, selain dengan adanya sensor air untuk dapat mendeteksi terjadinya hujan yang tiba-tiba tanpa didahului terjadinya mendung, pada produk penjemur pakaian *portable* anti hujan ini dilengkapi dengan sensor cahaya untuk dapat mengantisipasi adanya hujan deras yang didahului mendung sehingga membuat kondisi cucian menjadi aman dan terhindar dari hujan.

Saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mendesain produk penjemur pakaian anti hujan dan anti badai. Sehingga jika terjadi badai jemuran akan tetap aman. Menungkinkan pengguna untuk dapat meninggalkan jemurannya dirumah tanpa harus mengawatirkan kemungkinan-kemungkinan buruk yang dapat terjadi selanjutnya yaitu terkait hujan dan badai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agnes, F., Widyastuti, P. A., & Judianto, O. (2020). Pengembangan Ergonomi Bentuk Desain Seterika. In *Prociding SENADA (Seminar Nasional Desain Dan Arsitektur)*,(3) (pp. 492-498).
- Ardianto, A., & Suryadi, A. (2021). Pengembangan Produk Mesin Pencuci Telur Bebek Secara Semi Otomatis Dengan Metode Design For Manufacture And Assembly (DFMA). *Juminten*, 2(2), 13-24.
- Atmono, Y. F. S. (2021). Desain Halte Bis Surabaya Dengan Tema Ikonik. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri dan Arsitektur*, 9(2), 12-12.
- Darusman, A. D., Dahlan, M., & Hilyana, F. S. (2018). Rancang Bangun Prototype Alat Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(1), 513-518.
- Firdaus, S., & Hamdu, G. (2020). Pengembangan mobile learning video pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) di sekolah dasar. *JINOTEP (Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran): Kajian dan Riset Dalam Teknologi Pembelajaran*, 7(2), 66-75.
- GINANJAR, A. H. (2018). Rancang Bangun Prototipe Penjemur Pakaian Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3. *Prosiding Semnastek*.
- Kartajaya. (2016). *Pengembangan Produk*. Jakarta: In Media.
- Lutfansa, P., & Suryadi, A. (2020). Alat Penanam Benih Jagung Dengan Metode Design For Assembly (DFA). *Juminten*, 1(6), 122-132.
- Nainggolan, E. L., Suryadi, A., & Tranggono, T. (2020). Pengembangan Produk Alat Pencuci Pakaian Secara Manual Dengan Metode Design For Assembly (DFA). *Juminten*, 1(5), 156-167.
- Nazarudin, M. E., & Suryadi, A. (2021). Pengembangan Produk Wastafel Portable Secara Manual Dengan Metode Design For Manufacture And Assembly (DFMA). *Juminten*, 2(2), 36-47.
- Oktawiani, P. I., Putra, I. K. G. D., & Wibawa, K. S. (2018). Sistem penjemur pakaian otomatis menggunakan raspberry pi berbasis android. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 225-233.
- Pahl, G. and Beitz W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media.
- Pindrayana, K., Borman, R. I., Prasetyo, B., & Samsugi, S. (2018). Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).
- Putra, Y. R. H., & Suryadi, A. (2021). Perancangan mesin pengayak daun kering bahan baku pupuk organik di CV. Global bumi putra dengan pendekatan metode Pahl and Beitz. *Juminten*, 2(4), 85-96.
- Priadythama, I., Susmartini, S., & Nugroho, A. W. (2017). Penerapan DFMA untuk Low Cost High Customization Product. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 16(1).
- Sinaga, H. H., Siboro, B. A. H., & Marbun, C. E. (2021). Desain Meja dan Kursi Tutorial Laboratorium Desain Produk dan Inovasi Menggunakan Metode 12 Prinsip Ergonomi dan Pendekatan Antropometri. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(1), 34-45.
- Wibowo, S. A., & Purnomo, H. (2017). Desain Produk Jemuran Anti Hujan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Sinergi*, 21(2), 141-148.
- Winata, E. K., & Suryadi, A. (2020). Perancangan Kursi Tunggu Yang Ergonomis Untuk Lansia Dengan Metode Pahl And Beitz Pada Klinik Xyz Sidoarjo. *Juminten*, 1(6), 61-72.

- Widagdo, J. (2019). Penciptaan kursi teras gaya modern dengan kombinasi bahan kayu dan stainless. *Suluh: Jurnal Seni Desain Budaya*, 2(2), 81-89.
- Widaningrum, W., Gumilar, A., & Ramadhan, F. (2018). Perancangan Konseptual Mesin Pengayak Bahan Baku Tegel Limbah Tempurung Kelapa. *Al-Jazari: Journal Mechanical Engineering*, 3(2), 46-51.