

PENGEMBANGAN PRODUK WASTAFEL PORTABLE SECARA MANUAL DENGAN METODE *DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY (DFMA)*

Moh Emil Nazarudin Fauzi ¹⁾, Akmal Suryadi ²⁾

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

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
e-mail: emil.nazarudin@gmail.com¹⁾, akmal.ti@upnjatim.ac.id²⁾

ABSTRAK

Menciptakan sebuah produk wajib melalui tahap pengembangan dan perancangan. Pada tahap ini seluruh komponen produk, biaya produksi, desain dan waktu perakitan diperhitungkan. Melalui desain dan evaluasi produk yang berkelanjutan, dimungkinkan untuk mengatasi tingkat kinerja perakitan produk dan kesulitan dalam proses perakitan, serta waktu dan biaya perakitan. Wastafel portabel secara manual merupakan konsep produk dimana alat yang dirancang lebih efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan higienitas daripada wastafel pada umumnya. Pada tahap pengembangan wastafel secara manual peneliti menambah fungsi dari sebuah wastafel yang semula proses keluarnya air dengan memutar kran dan dikembangkan dengan menambahkan pedal untuk menekan keluarnya air kran tersebut yang bernilai jualnya lebih tinggi sehingga memanfaatkan barang yang tidak terpakai bisa menghemat biaya agar produk lebih ekonomis dan lebih efisien. Perancangan dan pengembangan produk ini menggunakan metode Design for manufacturing and Assembly (DFMA). Metode DFMA merupakan metode yang digunakan untuk menentukan desain produk dengan waktu dan biaya yang terbaik. Secara umum, metode ini juga dapat digunakan dalam pengembangan untuk meningkatkan kualitas dan mengukur peningkatan desain produk wastafel. juga menggunakan pedal untuk mempermudah pengguna untuk mengoperasikan. Diharapkan wastafel termasuk dikembangkan efisiensi desain lebih tinggi daripada desain wastafel dengan harapan dapat memberikan alternatif desain produk dalam mencapai produk berkualitas dan biaya produksi rendah.

Kata kunci : DFMA, Pengembangan produk, Perancangan.

ABSTRACT

Creating a product is mandatory through the development and design stages. At this stage all product components, production costs, design and assembly time are taken into account. Through continuous product design and evaluation, it is possible to overcome the performance levels of the product assembly and the difficulties in the assembly process, as well as assembly times and costs. The manual portable wastafel is a product concept where the tool is designed to be more effective and efficient so that it can improve hygiene than a sink in general. In the development stage of the sink manually, the researcher added the function of a sink, which was originally a process of watering out by turning the faucet and was developed by adding a pedal to suppress the discharge of the tap water, which has a higher selling value so that the use of unused items can save costs so that the product is more economical and more efficient. The design and development of this product uses the Design for manufacturing and Assembly (DFMA) method. The DFMA method is a method used to determine the product design with the best time and cost. In general, this method can also be used in development to improve quality and measure the design improvement of sink products. also use a pedal to make it easier for users to operate. It is expected that the sink includes a higher design efficiency developed than a sink design in the hope that it can provide an alternative product design in achieving quality products and low production costs.

Keywords: DFMA, product development, design.

I. PENDAHULUAN

Langkah awal dalam proses pembuatan suatu produk adalah proses desain. Sebagian besar biaya produksi ditentukan selama proses desain. Jumlah suku cadang yang digunakan dan sistem perakitan akan sangat mempengaruhi biaya perakitan dan waktu perakitan. Melalui desain dan evaluasi produk yang berkelanjutan, dimungkinkan untuk mengatasi tingkat kinerja perakitan produk dan kesulitan dalam proses perakitan, serta waktu dan biaya perakitan. Setiap produk memiliki komponennya masing-masing. Diantaranya, bagian pertama adalah bentuk dasar, ukuran dan tujuan. Bagian kedua adalah spesifikasi produk yang meliputi harga, bahan kemasan, kualitas, nama, dan jenis. Selain itu, bagian ketiga adalah dukungan produk.

Dalam penelitian ini, akan dibuat design wastafel portabel manual digunakan metode *design for manufacturing and assembly* (DFMA). Wastafel portable secara manual merupakan sebuah alat yang dirancang untuk lebih efisien, praktis dan higienis sehingga dalam membersihkan tangan agar terhindar dari kuman bahaya seperti corona. Adapun gagasan dan ide untuk pengembangan dan inovasi sebuah wastafel karena agar dapat mempermudah, serta lebih efisien dan nyaman digunakan oleh pengguna dan wastafel ini ditujukan terhadap suatu pemukiman desa rengel kabupaten tuban yang tidak ada instalasi air (PDAM) atau mesin pompa air.

Pada tahap pengembangan wastafel secara manual peneliti menambah fungsi dari sebuah wastafel yang semula proses keluarnya air dengan memutar kran dan dikembangkan dengan menambahkan pedal untuk menekan keluarnya air kran tersebut yang bernilai jualnya lebih tinggi sehingga memanfaatkan barang yang tidak terpakai bisa menghemat biaya agar produk lebih ekonomis dan lebih efisien. Sementara itu untuk masalah tampilan wastafel secara manual ini juga masih enak dilihat dan nyaman digunakan karena alat menggunakan drum air dan cara mengoperasikan alat menggunakan pedal sehingga dalam mengontrol suatu kecepatan keluar air bisa juga menggunakan pedal untuk mempermudah pengguna untuk mengoperasikan.

Metode DFMA merupakan metode yang digunakan untuk menentukan desain produk dengan waktu dan biaya yang terbaik (Nainggolan et al., 2020). Secara umum, metode ini juga dapat digunakan dalam pengembangan untuk meningkatkan kualitas dan mengukur peningkatan desain produk wastafel. Tujuan DFMA adalah untuk mendefinisikan suatu desain produk dimana komponen atau sub komponen yang tidak memiliki nilai tambah berdasarkan fungsi yang dibutuhkan oleh konsumen dapat dihilangkan (Fadjar et al., 2019). DFMA juga digunakan untuk mempelajari desain, kualitas, pemilihan material, komponen, dan proses produksi dari proses dan produk pesaing, kemudian mengevaluasi kesulitan perakitan dan atau manufaktur untuk Mendesain produk berdasarkan hasil analisis terperinci (Lubis, 2018).

Metode DFMA telah banyak digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya diantaranya Razak et al. (2018), Farahin et al. (2019), dan Safaa et al. (2019) yang menggunakan metode ini untuk menganalisis performansi dari suatu produk serta Mesa et al. (2018), Xin et al. (2019), dan Butt dan Jedi (2020) yang menggunakan metode ini untuk meredesain suatu produk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengembangan Produk

Pengembangan produk pada dasarnya merupakan upaya untuk terus menerus menciptakan produk baru dan menyempurnakan atau memodifikasi produk lama agar selalu dapat memenuhi kebutuhan pasar dan selera konsumen. Pengembangan produk merupakan suatu aktivitas lintas disiplin yang melibatkan hampir Sebagian besar fungsi

dalam perusahaan (Purnomo dan Purnomo, 2017). Aktivitas pengembangan produk merupakan aktivitas yang berkelanjutan. Oleh karena itu, dalam melakukan pengembangan produk diperlukan tenaga kerja yang dituntut untuk selalu berinovasi. Inovasi disinibertujuan untuk menambah kualitas dari produk yang sudah ada (Octavia dan Ratnaningsih, 2017).

Menurut Alma dalam Lisdawam dan Mawardi (2017) terdapat beberapa tujuan dari pengembangan produk diantaranya:

- 1) Memenuhi kebutuhan konsumen yang tidak puas
- 2) Meningkatkan omset penjualan
- 3) Memenangkan permainan
- 4) Memanfaatkan sumber daya produksi
- 5) Tingkatkan penjualan dengan menggunakan bahan yang tetap sama
- 6) Gunakan sisa bahan
- 7) Mencegah konsumen jenuh terhadap suatu produk
- 8) Untuk mempermudah pengemasan produk

B. Inovasi

Definisi mengenai pengertian inovasi produk menurut Hurley and Hult dalam Kusumo dalam Heryanti (2020) mendefinisikan inovasi sebagai mekanisme perusahaan yang berusaha beradaptasi terhadap lingkungan yang dinamis sehingga perusahaan dituntut untuk menciptakan ide-ide baru, ide-ide baru, dapat menyediakan produk yang inovatif sehingga kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi.

Fontana dalam Kharisma (2017) Mendefinisikan inovasi produk sebagai proses memperkenalkan produk atau sistem baru yang akan membawa kesuksesan ekonomi bagi perusahaan dan kesuksesan sosial kepada konsumen dan komunitas atau lingkungan yang lebih luas. Dari teori diatas dapat disimpulkan bahwa inovasi produk merupakan salah satu faktor penting bagi keberhasilan suatu perusahaan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan melalui inovasi produk. Karena kunci sukses produk adalah produk dapat beradaptasi dengan perubahan.

Definisi mengenai pengertian inovasi produk menurut Myers dan Marquis dalam Kotler dalam Suyaman et al. (2021) menyatakan bahwa inovasi produk merupakan gabungan dari berbagai proses yang saling mempengaruhi. Oleh karena itu, inovasi bukanlah konsep baru, konsep penemuan baru, atau pengembangan pasar baru, tetapi inovasi adalah gambaran dari semua proses ini. Charles, et al. Dalam Khomilah (2020) menyatakan bahwa inovasi merupakan bagian dari kerangka kerja yang mengaitkan semua aspek budaya perusahaan dengan kemampuan berinovasi dan meningkatkan kinerja perusahaan melalui keputusan pembelian konsumen. Kotabe dalam Tamamudin dalam Shaleh (2017) mengemukakan bahwa semakin tinggi tingkat inovasi produk yang dibuat suatu perusahaan maka semakin tinggi pula kinerja perusahaan melalui peningkatan keputusan pembelian. Dalam persaingan global, perusahaan harus dapat memodifikasi produknya untuk memberikan nilai tambah pada produk yang dihasilkannya, serta harus dapat memenuhi kebutuhan dan selera konsumen.

C. Pengertian Design for manufacture and Assembly (DFMA)

Biaya produksi memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap total biaya yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Jika membahas terkait komponen dan bahan, produk sangat mewah berisi relatif lebih banyak komponen dan sub-rakitan. Karena desain akan memutuskan bahan, mesin yang digunakan, dan butuh tenaga kerja, jumlah komponen yang akan dirakit menghasilkan 80% biaya pembuatan tergantung pada tahap desain awal.

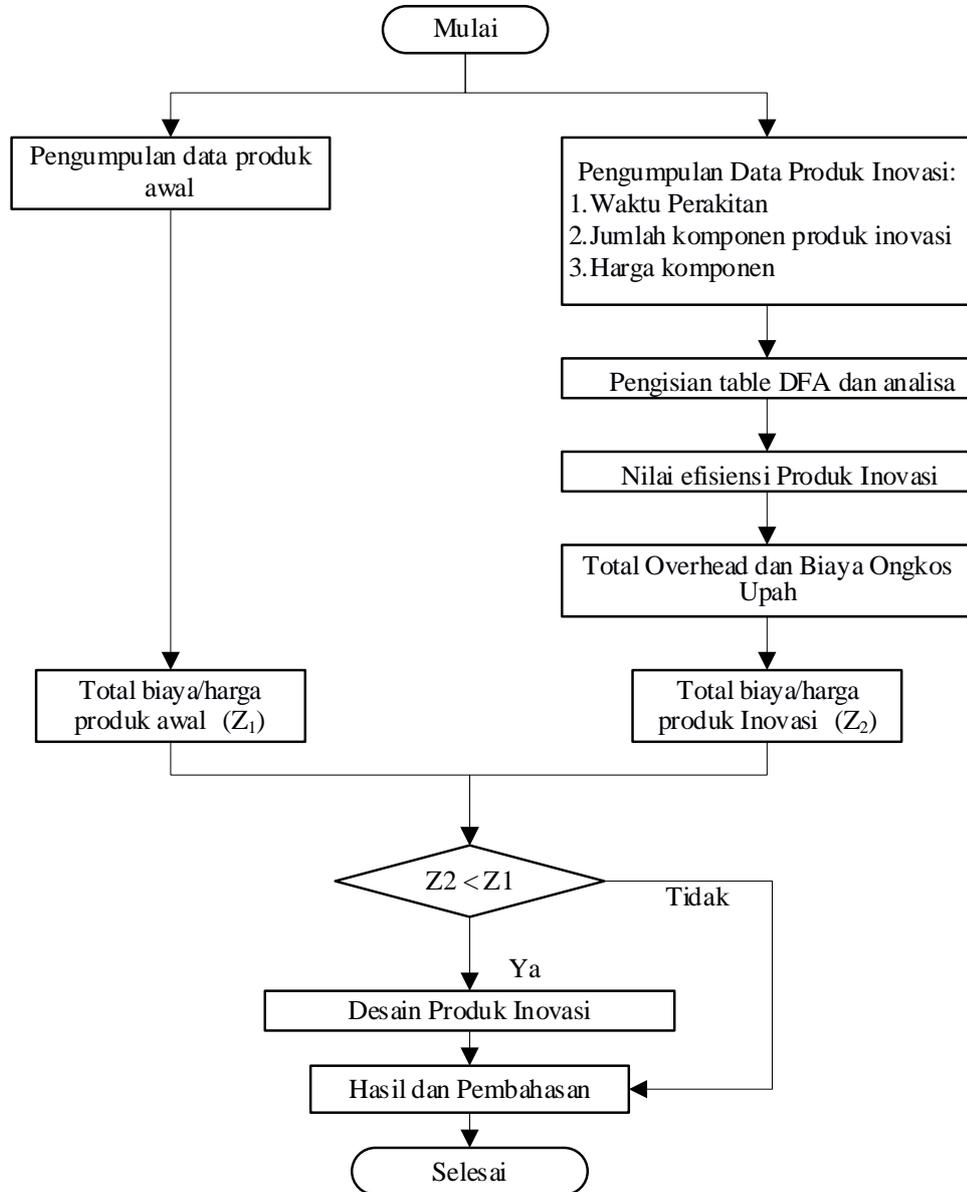
Karena mahal biaya perakitan komponen, tren persentase perakitan perusahaan manufaktur dan kepentingannya tahap awal design suatu produk maka lahirlah konsep *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA). DFMA merupakan gabungan dari dua istilah dalam manufaktur yaitu *design for manufacture* (DFM) dengan *design for assembly* (DFA) (Yuan et al., 2018). DFA adalah bagian dari DFM yang bertujuan untuk meminimasi biaya perakitan suatu produk (Fatima et al., 2018). Menurut Ulrich dan Eppinger, *Design for assembly* (DFA) merupakan paradigma desain yang banyak diadopsi oleh para insinyur yang didalamnya digunakan beberapa metode (seperti analisis, estimasi, perencanaan, dan simulasi) untuk menghitung semua kemungkinan yang mungkin terjadi selama proses perakitan, dan kemudian sesuaikan bentuk komponennya untuk merakitnya dengan cepat dan mudah untuk meminimalkan perakitan tepat waktu gilirannya dapat mengurangi biaya produk (Ngatilah et al. 2018).

Sedangkan *design for manufacture* (DFM) dapat dikatakan sebagai batasan yang berkaitan dengan fase awal dari perancangan suatu produk. Pada tahap ini, insinyur dapat memilih bahan, teknologi, dan memperkirakan kemungkinan biaya yang timbul. Kemudian, rencana desain produk yang ada dianalisa dan direview sehingga kesalahan dapat diperbaiki secepatnya berdasarkan umpan balik yang diterima.

Konsep dasar DFMA atau *design for manufacture and assembly* adalah melakukan analisa dan pemecahkan masalah yang timbul dalam proses manufaktur dan proses perakitan komponen pada fase awal perancangan, sehingga risiko kerusakan produk yang mungkin terjadi pada produk akhir dapat secepat mungkin diantisipasi. Dengan demikian waktu dan biaya produksi dapat ditekan semaksimal mungkin.

III. METODE PENELITIAN

Dalam perancangan dan pengembangan produk wastafel ini dilaksanakan melalui langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Berikut ini adalah penjelasan dari flowchart penelitian pada Gambar 1 diatas:

1. Pengumpulan Data. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data produk awal dan produk inovasi
2. Pada produk inovasi selanjutnya dilakukan:
 - a) Proses pengisian serta Analisa table DFA
 - b) Penghitungan efisiensi dari produk inovasi
 - c) Penghitungan total biaya overhead serta biaya upah
3. Penghitungan total biaya per unit dari produk awal dan produk inovasi
4. Dilakukan pemilihan produk dengan total biaya terendah (Jika yang terpilih adalah produk inovasi maka dilakukan pendesainan terhadap produk inovasi)
5. Proses analisis dan penarikan kesimpulan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Gambar dibawah merupakan rancangan produk wastafel secara semi otomatis yang memiliki ukuran tinggi 105 cm x 44 cm x 80 cm wastafel secara semi otomatis ini menggunakan instalasi air (PDAM) atau mesin pompa yang memerlukan listrik terlalu banyak harga yang dipatok untuk wastafel sebesar adalah Rp. 645.000,00.



Gambar 2. Gambar Produk Awal

B. Pengolahan Data

1. Data Produk Inovasi

a. Waktu Perakitan Produk

Untuk perakitan satu produk dibutuhkan pengisian tabel seperti tabel 4.4 yang berisi proses perakitan dan jumlah waktu perakitan.

TABEL I
WAKTU PERAKITAN SATU PRODUK

No	Perakitan Masing-masing Komponen	Waktu (Menit)	Waktu (Detik)
1.	Perakitan Besi Kotak untuk menjadi kerangka	30	1800
2.	Pemasangan Drum pada kerangka	5	300
3.	Pemasangan Wastafel pada kerangka	7	420
4.	Pemasangan Kran air dan tempat sabun pada Kerangka	4	240
5.	Pemasangan Pedal pada kerangka	10	600
6.	Pemasangan Selang pada wastafel	3	180
7.	Perakitan pembuangan air pada kerangka	6	360
8.	Pengecatan pada kerangka	30	1800
Total		95	5700

b. Jumlah Komponen Produk Inovasi

TABEL II
KOMPONEN WASTAFEL

NO	Jenis/ Material	Jumlah (Unit)	Keterangan
1.	Drum Air	1	P: 70mm, L:49mm, 150 liter
2.	Kran Air	1	Bahan Plastik App 1.2cm/0.47in
3.	Selang	1	PVC karet P: 1 Meter
4.	Besi Kotak	6	Tebal: 1'' Ø3,8 mm, P: 1 Meter
5.	Sulur Rem	2	Berdiameter 1,5 / 1,6mm
6.	Wastafel	1	Panjang 80 cm
7.	Pedal	2	Panjang 40 cm
8.	Cat	1	1200 gram Warna Hitam

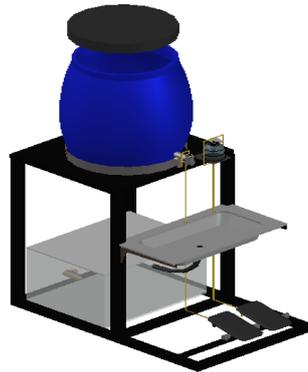
Tabel II diatas menunjukkan terdapat 7 komponen penyusun Wastafel yaitu material drum air yang mempunyai 1 unit dengan keterangan p: 70cm, l: 49cm, 159liter, kran air yang mempunyai 1 unit dengan keterangan bahan Plastik App 1.2cm/0.47in, selang yang mempunyai 1 unit dengan keterangan PVC karet P: 1 Meter, material besi kotak yang mempunyai 6 unit dengan keterangan Tebal: 1'' Ø3,8 mm, P: 1 Meter, material sulur rem yang mempunyai 2 unit dengan keterangan dimensi 1,5 , material pengoper gear yang mempunyai 1 unit dengan keterangan 10 speed, material sprocket yang mempunyai 1 unit dengan keterangan Speed: 7, Size: 14t-28t, Berat: 435 gram, material crank yang mempunyai 1 unit dengan keterangan length: 170mm, chain wheel: 50/34 T, material operan gigi yang mempunyai 1 unit dengan keterangan panjang kanan: 192 cm, kiri 150cm, material bearing yang mempunyai 1 unit dengan keterangan MR52ZZ 2x5x2.5mm, material sadel yang mempunyai 1 unit dengan keterangan lebar: 19cm, panjang 27cm, tebal 7cm, material pulsator yang mempunyai 1 unit dengan keterangan Diameter: 33 cm, tinggi:2.2 cm, cat besi 1200 gram warna hitam dan material kran yang mempunyai 1 unit dengan keterangan App 1.2cm/0.47in.

c. Harga Komponen Alat

TABEL III
RINCIAN HARGA PEMBUATAN WASTAFEL PORTABLE

No	Nama Material dan Komponen Alat	Biaya (Rp) (Dalam Ribuan)
1.	Drum Air	50
2.	Kran	5
3.	Selang	10
4.	Besi Kotak	50
5.	Wastafel Stainless	90
6.	Sulur Rem	10
7.	Pedal	30
8.	Cat Besi	25
Total		270
9.	Biaya Upah Kerja	200
10.	Biaya Overhead	100
Total Biaya Komponen + Biaya Upah Kerja + Overhead dll		570

Diatas adalah tabel rincian harga pembuatan wastafel manual yang ada beberapa nama material dan komponen alat yaitu drum air, kran, selang, besi kotak, pedal, pengoper gear, sprocket, crank, wastafel stainless, sulur rem, pedal, biaya upah kerja dan overhead dan lain-lain hingga dalam keseluruhan rincian harga komponen yang dibutuhkan untuk produk perancangan yang mempunyai harga Rp. 570.000,00.



Gambar 3. Gambar Produk Inovasi

2. Metode DFMA

Metode DFMA digunakan untuk pengembangan produk ini dengan tujuan mendapatkan produk akhir yang lebih baik dari produk yang sudah ada.

a. Pengisian dan Analisis Tabel DFMA

Berdasarkan data waktu perakitan tiap part (Tabel 2) dan jumlah komponen bahan baku penyusun (Tabel 3) maka dapat di isi tabel DFMA (*Design for manufacture Assembly*) sebagai berikut :

TABEL IV
TABEL DESIGN FOR MANUFACTURE ASSEMBLY

No	Operasi	Jumlah Teoritis (NM)	Waktu (Detik)
1.	Perakitan Besi Kotak untuk menjadi kerangka	10	1000
2.	Pemasangan Drum pada kerangka	1	300
3.	Pemasangan Wastafel pada kerangka	1	420
4.	Pemasangan Kran air dan tempat sabun pada Kerangka	1	240
5.	Pemasangan Pedal pada kerangka	2	600
6.	Pemasangan Selang pada wastafel	1	180
7.	Perakitan pembuangan air pada kerangka	3	360
8.	Proses Pengecatan pada Kerangka	1	1800
Total (TM)		20	5700

Pada Tabel DFMA diatas didapatkan bahwa terdapat delapan macam operasi pada pembuatan wastafel portable dengan total 20 operasi. Adapun total waktu yang diperlukan untuk keseluruhan operasi sebesar 5700 detik atau 95 menit.

b. Efisiensi Perakitan Produk Inovasi

Mengacu pada hasil perhitungan efisiensi yang telah dilakukan, didapatkan efisiensi operasi pembuatan wastafel hasil inovasi yaitu sebesar 0,631 atau 63,1 %.

c. Biaya Operasi

TABEL V
KOMPONEN BIAAYA OPERASI

No	Jenis Biaya	Jumlah (Ribu Rupiah)
1.	OverHead (Listrik, air, dan lai-lain)	200
2.	Upah Kerja	100
Total		300

Berdasarkan data tersebut didapatkan bahwa total biaya operasi pembuatan produk wastafel inovasi sebesar tiga ratus ribu rupiah dengan rincian overhead sebesar dua ratus ribu dan tenaga kerja sebesar seratus ribu rupiah.

3. Peta Proses Operasi

Peta Proses operasi atau yang lebih dikenal dengan *Operation process chart* (OPC) berfungsi sebagai peta kerja yang digunakan untuk menjelaskan langkah-langkah proses sejak dari awal sampai menjadi produk jadi. Berikut peta kerja pembuatan alat pencuci pakaian secara manual.

Diagram skematik proses perakitan wastafel Portabel yang terdiri dari 6 komponen, 15 operasi, 3 inspeksi dan 1 penyimpanan. Pada gambar OPC, Anda dapat melihat bahwa ada 6 bagian dalam perakitan pada rangka wastafel, yang terdiri dari 4 operasi dan 1 pemeriksaan dengan total waktu 30 menit. Setelah itu di lanjut ke perakitan pedal sabun dan kran perlu dipasang ke rangka wastafel, proses ini membutuhkan 5 operasi dan 1 pemeriksaan, dan total waktu 10 menit. Setelah proses selanjutnya yaitu *assembly* 2 yang memerlukan waktu 7 menit, lanjutkan ke *assembly* 3 dengan waktu 5 menit. Dilanjut ke proses *Assembly* 4, proses ini membutuhkan waktu 4 menit dan, dan lanjutkan ke langkah *Assembly* 5 total waktu 3 menit, dan kemudian lanjutkan ke proses perakitan pembuangan air waktu 6 menit, Setelah proses ini, dilakukan proses Proses pengecatan dan finishing dengan waktu pengerjaan selama 28 menit serta diakhiri ke proses pemeriksaan dengan waktu 2 menit serta menuju ke penyimpanan. Selama proses pemetaan, total waktu operasi perakitan wastafel portabel adalah 95 menit.

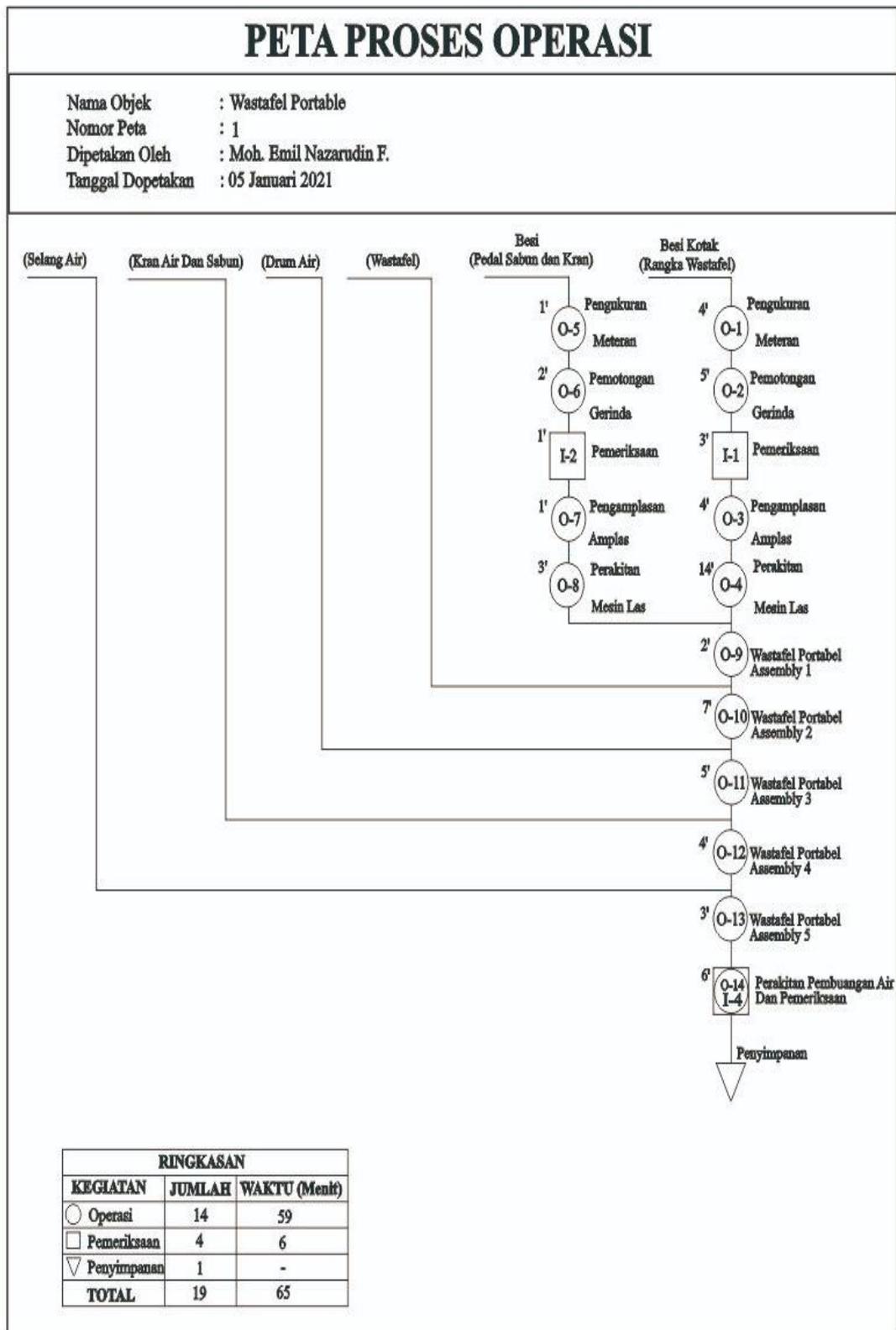
C. Pembahasan

Berdasarkan perhitungan total biaya/harga, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

TABEL VI. TABEL PERBANDINGAN

No	Produk	Harga/biaya Produk
1.	Awal	Rp. .645.000,00
2.	Inovasi	Rp. 570.000,00

Menurut Tabel VI diatas, selisih antara produk awal dengan produk inovasi sebesar tujuh puluh lima ribu rupiah atau 11,628% dan desain perancangan diterima karena efisiensi penggunaan dirasa lebih mudah dari pada rancangan awal. Berdasarkan hasil Analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa produk hasil inovasi lebih unggul dikarenakan nyaman untuk dibuat olahraga karena bermanfaat pada kesehatan, dan juga pada wastafel portable ini bisa menarik yang terbilang banyak dari pada produk awal yang menggunakan mesin air pompa, selain itu pemakaian alat ini bisa mengurangi pemakaian listrik karena bekerja secara manual, Berdasarkan perhitungan diatas, maka produk produk pengembangan memenuhi untuk metode DFMA. 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 alternative untuk digunakan.



Gambar 4. Operation Process Chart Wastafel Portable

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, hasil

pengembangan produk wastafel portable inovasi terbukti memiliki harga yang relatif lebih murah dari produk sebelumnya dengan harga produk awal Rp. 645.000,00 dan produk inovasi adalah Rp. 570.000,00 dengan selisih harga Rp. 75.000,00 atau 11,628%. Dalam pengembangan produk sebelumnya produk tersebut memerlukan listrik untuk pompa air dan tidak portable, maka pada produk pengembangan bisa digunakan diluar ruangan dan hemat biaya listrik serta bisa dinaik turunkan wastafelnya. Sedangkan dalam hal waktu pembuatan, total waktu yang diperlukan pada proses produksi produk inovasi yaitu 65 menit dengan rincian antara lain 59 menit dihabiskan untuk waktu operasi, serta 6 menit sisanya dihabiskan pada proses inspeksi atau pemeriksaan.

PUSTAKA

- Butt, J., & Jedi, S. (2020). Redesign of an In-Market Conveyor System for Manufacturing Cost Reduction and Design Efficiency Using DFMA Methodology. *Designs*, 4(1), 6.
- Fadjar, A. N., Hafizh, R. N., Hidayat, A., Irfandy, R., & Annas, M. S. (2019, October). Analisa DFMA dan FMEA pada Produk Rak Buku Lipat. In *Seminar Nasional Teknik Mesin* (Vol. 9, No. 1, pp. 1075-1079).
- Fatima, S. B. A., Effendi, M. S. M., & Rosli, M. F. (2018, November). *Design for manufacturing and assembly: A review on integration with design sustainability*. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2030, No. 1, p. 020070). AIP Publishing LLC.
- Farahin, K., Farizuan, M. R., & Radhwan, H. (2019, July). Analysis performance on original Wing 2 HLK168 drone controller using DFMA approach. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2129, No. 1, p. 020160). AIP Publishing LLC.
- Heryanti, Y. (2020). INOVASI PRODUK SANDAL WANITA PRODIOR DI KAMPUNG CIPONYO KELURAHAN MANGKUBUMI KECAMATAN MANGKUBUMI KOTA TASIKMALAYA. *JAK PUBLIK (Jurnal Administrasi & Kebijakan Publik)*, 1(1).
- Kharisma, F. (2017). Pengaruh Inovasi Produk dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Toyota All New Avanza (Studi Pada Pelanggan Di Dealer Auto 2000 A. Yani). *Jurnal Ilmu Manajemen (JIM)*, 5(2).
- Khomilah, M. (2020). *Pengaruh Promosi, Atribut Toko (Store Attributes), dan Inovasi Produk Terhadap Keputusan Pembelian Ulang pada Nick Coffe di Kota Bengkulu*.
- Lisdawam, I. M., & Mawardi, I. (2017). Pengembangan Produk Funding KSPPS BMT Amanah Ummah Jawa Timur. *Jurnal Ekonomi Syariah Teori dan Terapan*, 4(11), 889-901.
- Lubis, S. Y. (2018). Redesign of laser marking table using *Design for manufacturing Assembly (DFMA)*. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 2(1), 322-331.
- Mesa, J., Maury, H., Arrieta, R., Corredor, L., & Bris, J. (2018). A novel approach to include sustainability concepts in classical DFMA methodology for sheet metal enclosure devices. *Research in Engineering Design*, 29(2), 227-244.
- 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.
- Ngatilah, Y., Pulansari, F., Ernawati, D., Pujiastuti, C., Parwati, C. I., & Prasetyo, B. (2018). *Design for manufacture and Assembly for Product Development (Case study: Emergency Lamp)*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 953, No. 1, p. 012235). IOP Publishing.
- Octavia, A., & Ratnaningsih, I. Z. (2017). Hubungan Antara Gaya Kepemimpinan Transformasional Dengan Perilaku Inovatif Karyawan Non Proses (Supporting) PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Plant Palimanan. *Empati*, 6(1), 40-44.
- Purnomo, B., & Purnomo, B. R. (2017). Pengembangan Produk dan Inovasi Produk pada Teh Hijau Cap Pohon Kurma (Studi pada PT Panguji Luhur Utama). *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, dan Entrepreneurship*, 6(2), 27-35.
- Razak, N. H., Rosli, M. F., Effendi, M. S. M., & Abdullah, M. H. (2018, November). Performance analysis on inkjet printer using DFMA approach. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2030, No. 1, p. 020140). AIP Publishing LLC.
- Safaa, Y. P., Hatmoko, J. U. D., & Purwanggono, B. (2019). Evaluation of the use of prefabricated bridge elements with *Design for manufacture and Assembly (DfMA)* criteria. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 270, p. 05006). EDP Sciences.
- Shaleh, R. (2017). Pengaruh Inovasi Produk, Gaya Hidup, Harga, Terhadap Keputusan Pembelian Minyak Rambut Stalker Pomade (Studi Kasus Pada Pembeli Minyak Rambut Stalker Pomade Di UN PGRI Kediri). *Jurnal Simki-Economic*, 1(01).
- Suyaman, D. J., Andriani, E. F., Alifiana, S., Juniar, D., & Azzahra, F. (2021). Pengaruh Inovasi Produk dan Promosi Penjualan terhadap Minat Beli Sepeda Motor Suzuki Satria F150 (Survei pada Komunitas Suzuki Satria F150 Indonesia). *Jesya (Jurnal Ekonomi dan Ekonomi Syariah)*, 4(1), 472-587

- Xin, T. J., Farizuan, R. M., Radhwan, H., Shayfull, Z., & Fathullah, M. (2019, July). Redesign of drone remote control using *design for manufacturing and assembly* (DFMA) method. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2129, No. 1, p. 020159). AIP Publishing LLC.
- Yuan, Z., Sun, C., & Wang, Y. (2018). Design for Manufacture and Assembly-oriented parametric design of prefabricated buildings. *Automation in Construction*, 88, 13-22.