



PERANCANGAN TRIPOD *HIGH PRESSURE WATER JET* BERBASIS *DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY* (DFMA) UNTUK PROSES *TANK CLEANING* PT. SEISO

Muhammad Maulana

Universitas Teknologi Yogyakarta

Suseno

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55164

Korespondensi penulis: mmaulana3@gmail.com

Abstrak. PT. Suci Energi Solusi Indonesia (SEISO) is an industrial tank cleaning service company that utilizes High Pressure Water Jet (HPWJ) equipment in its operations. Based on field observations, HPWJ is still operated manually by directly holding the nozzle, which poses high occupational safety risks, increases operator fatigue, and reduces work efficiency. This study aims to design a supporting tripod for HPWJ by applying the Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) method to improve occupational safety and assembly efficiency. The DFMA method was employed to evaluate the design based on the number of components, assembly time, and assembly cost. Data were collected through field observations, assembly time measurements, and component identification. The results indicate that the proposed tripod design simplifies the product structure by reducing the number of components, shortening assembly time, and improving assembly efficiency compared to the initial condition. In addition, the tripod minimizes direct operator exposure to high-pressure water jets, thereby supporting occupational safety and ergonomic aspects. Therefore, the application of the DFMA method is proven to be effective in producing a safe, efficient, and economical supporting tool for the tank cleaning process at PT SEISO.

Keywords: Design for Manufacturing and Assembly, High Pressure Water Jet, Tripod, Assembly Efficiency, Occupational Safety

Abstrak. PT. Suci Energi Solusi Indonesia (SEISO) merupakan perusahaan jasa pembersihan tangki industri (tank cleaning) yang menggunakan High Pressure Water Jet (HPWJ) dalam proses operasionalnya. Berdasarkan kondisi lapangan, penggunaan HPWJ masih dilakukan secara manual dengan cara operator memegang langsung nozzle, sehingga menimbulkan risiko keselamatan kerja yang tinggi, kelelahan operator, serta rendahnya efisiensi kerja. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu berupa tripod penopang HPWJ dengan menerapkan metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) guna meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi perakitan. Metode DFMA digunakan untuk mengevaluasi desain berdasarkan jumlah komponen, waktu perakitan, dan biaya perakitan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran waktu perakitan, serta identifikasi komponen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain tripod usulan mampu menyederhanakan struktur produk dengan mengurangi jumlah komponen, mempercepat waktu perakitan, serta meningkatkan efisiensi perakitan dibandingkan kondisi awal. Selain itu, penggunaan tripod mampu mengurangi paparan langsung operator terhadap semburan air bertekanan tinggi, sehingga mendukung aspek keselamatan dan ergonomi kerja. Dengan demikian, penerapan metode DFMA terbukti efektif dalam menghasilkan desain alat bantu kerja yang aman, efisien, dan ekonomis untuk proses tank cleaning di PT SEISO.

Kata Kunci: Design for Manufacturing and Assembly, Efisiensi Perakitan, High Pressure Water Jet, Tripod, Keselamatan Kerja

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

PT. SEISO merupakan perusahaan jasa pembersihan tangki industri (*tank cleaning*) yang memiliki tingkat risiko kerja tinggi. Proses pembersihan dilakukan di ruang terbatas (*confined*

space) dan menggunakan High Pressure Water Jet (HPWJ) dengan tekanan air sangat tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya, sekitar 50% risiko yang teridentifikasi berada pada kategori tinggi, khususnya pada aktivitas penggunaan HPWJ. Operator masih harus memegang langsung nozzle HPWJ, sehingga berpotensi mengalami cedera serius akibat paparan semburan air bertekanan tinggi.

Untuk mengurangi risiko tersebut, diperlukan inovasi berupa alat bantu yang dapat meminimalkan paparan langsung operator terhadap sumber bahaya. Salah satu solusi yang diusulkan adalah perancangan tripod penopang HPWJ yang berfungsi menopang dan mengarahkan nozzle tanpa harus dipegang langsung oleh operator, sehingga risiko cedera dan beban kerja dapat diminimalkan.

Perancangan alat bantu ini menggunakan metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA). Menurut Harahap *et al.* (2024), DFMA merupakan gabungan antara *Design for Manufacture* dan *Design for Assembly* yang berfokus pada kemudahan manufaktur dan perakitan. Selain itu, Noveldi *et al.* (2023) menyatakan bahwa penerapan DFMA mampu menyederhanakan desain, mengurangi jumlah komponen dan tahapan perakitan, serta menekan waktu dan biaya produksi. Oleh karena itu, metode DFMA dinilai tepat untuk diterapkan dalam perancangan tripod penopang HPWJ guna meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi manufaktur.

KAJIAN TEORI

A. Metode Design for Manufacturing and Assembly

Metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) merupakan pendekatan sistematis dalam perancangan produk yang mengintegrasikan aspek kemudahan pembuatan (*manufacturing*) dan kemudahan perakitan (*assembly*). DFMA berperan penting dalam mengoptimalkan desain agar produk dapat diproduksi dengan jumlah komponen minimal, waktu perakitan singkat, dan biaya yang lebih efisien tanpa mengorbankan fungsi maupun kualitas. Dalam konteks perancangan *tripod High Pressure Water Jet* (HPWJ), penerapan DFMA membantu menghasilkan rancangan alat bantu yang kuat, stabil, serta mudah dirakit di lapangan oleh operator.

Menurut Kurniawan & Subekti (2021), Metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA) merupakan salah satu teknik perancangan yang mempertimbangkan dua aspek utama, yaitu kemudahan proses pembuatan (*manufacture*) dan kemudahan proses perakitan (*assembly*) sejak tahap awal perancangan produk. Pendekatan ini digunakan untuk menyatukan antara fungsi desain dan kemampuan manufaktur agar produk yang dihasilkan memiliki tingkat efisiensi tinggi, baik dari sisi struktur maupun biaya produksi.

B. Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)

Menurut Boothroyd dan Dewhurst (2002), metode *Design for Assembly Manufacturing* (DFMA) digunakan untuk menilai efisiensi perakitan suatu produk dengan membandingkan antara jumlah komponen aktual dengan jumlah komponen minimum teoritis yang dibutuhkan. Beberapa indikator utama dalam penilaian DFMA antara lain:

1. Jumlah Komponen Aktual (Na)
Jumlah total komponen yang digunakan dalam produk pada desain awal.
2. Jumlah Komponen Minimum Teoritis (Nm)

Jumlah komponen minimum yang diperlukan agar produk tetap dapat berfungsi. Nilai ini ditentukan berdasarkan analisis fungsi setiap komponen.

3. Waktu Perakitan Aktual (T_a)

Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit seluruh komponen produk.

4. Efisiensi Perakitan (E_a)

Efisiensi perakitan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E_a = \frac{N_m \times t_{min}}{T_a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

1) E_a = Efisiensi perakitan (%)

2) N_m = Jumlah komponen minimum teoritis

3) t_{min} = Waktu ideal untuk merakit satu komponen (biasanya 3 detik menurut Boothroyd & Dewhurst)

4) T_a = Waktu total perakitan aktual

5. Biaya Perakitan (C_a)

Dapat dihitung menggunakan pendekatan waktu kerja operator:

$$C_a = T_a \times R \quad (2)$$

Keterangan:

1) C_a = Biaya perakitan

2) T_a = Total waktu perakitan (detik atau menit)

3) R = Tarif upah tenaga kerja per satuan waktu

C. *High Pressure Water Jet*

High Pressure Water Jet (HPWJ) adalah metode pembersihan menggunakan air bertekanan tinggi yang mampu menghilangkan kotoran, kerak, dan residu dalam permukaan tangki atau peralatan industri lainnya. Teknologi ini banyak digunakan dalam industri karena efektivitasnya yang tinggi dan tidak merusak permukaan material.

Menurut Syah & Permata (2022), menyatakan bahwa sistem pompa jet banyak digunakan dalam aplikasi rumah tangga maupun industri karena kemampuannya untuk menyedot air dari kedalaman tinggi dan menghasilkan semburan yang kuat. Mereka juga menekankan pentingnya peran tekanan tinggi dalam meningkatkan efektivitas pembersihan, terutama dalam mengangkat kerak membandel dari permukaan keras seperti logam atau dinding tangki.

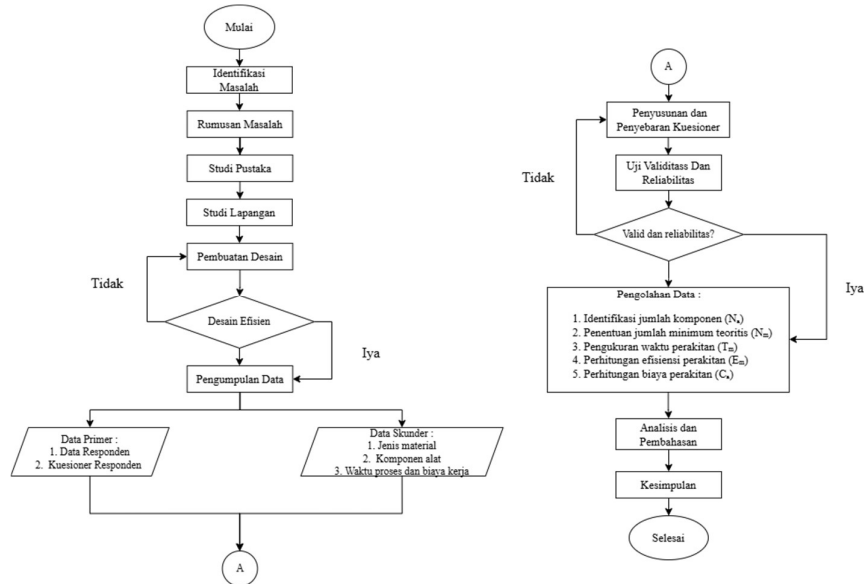
D. *Ergonomi dan Keselamatan Kerja*

Ergonomi dan keselamatan kerja merupakan aspek penting dalam merancang alat yang digunakan oleh manusia secara langsung, terutama dalam lingkungan kerja yang berisiko tinggi seperti industri tank cleaning. Perancangan tripod HPWJ harus mempertimbangkan postur kerja operator, kemudahan pengoperasian, serta potensi bahaya akibat tekanan tinggi dan lingkungan kerja terbatas.

Menurut Firmansyah *et al.*, (2023), sebagian besar kecelakaan kerja disebabkan oleh kelalaian manusia, sementara sisanya berasal dari kondisi lingkungan kerja yang tidak aman, seperti penerangan yang buruk, lantai licin, atau desain alat yang tidak ergonomis. Mereka menjelaskan bahwa penerapan prinsip ergonomi menjadi aspek penting dalam mendukung pelaksanaan K3 yang efektif. Ergonomi berperan dalam

menyesuaikan sistem kerja dengan karakteristik fisik dan mental manusia, sehingga mampu mencegah kelelahan berlebih, meningkatkan kenyamanan kerja, serta mengurangi risiko musculoskeletal disorders (MSDs).

METODE PENELITIAN



Gambar1. 1 Diagram Alir

Penelitian ini disusun secara sistematis untuk memastikan proses perancangan tripod High Pressure Water Jet (HPWJ) berjalan terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian, dengan pendekatan Design for Manufacturing and Assembly (DFMA). Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi dan perumusan masalah melalui studi pustaka dan studi lapangan. Selanjutnya dilakukan perancangan desain produk tripod yang mempertimbangkan aspek fungsi, kemudahan perakitan, dan efisiensi desain.

Desain yang dihasilkan kemudian dievaluasi berdasarkan prinsip DFMA. Pengumpulan data dilakukan melalui data primer berupa kuesioner responden serta data sekunder yang meliputi material, komponen, waktu proses, dan biaya kerja. Data kuesioner diuji validitas dan reliabilitasnya untuk memastikan keakuratan instrumen penelitian.

Pengolahan data dilakukan menggunakan metode DFMA dengan menghitung jumlah komponen aktual dan minimum, waktu perakitan, efisiensi perakitan, serta biaya perakitan. Hasil pengolahan data selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat efisiensi perakitan dan mengidentifikasi peluang perbaikan desain. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan menunjukkan bahwa tripod HPWJ hasil usulan memiliki struktur yang lebih sederhana dibandingkan penggunaan manual tanpa alat bantu. Jumlah komponen dapat dikurangi melalui penggabungan fungsi beberapa bagian, sehingga mempermudah proses perakitan. Pengukuran waktu perakitan menunjukkan adanya penurunan waktu dibandingkan desain awal, yang berdampak langsung pada peningkatan efisiensi perakitan.

Efisiensi perakitan dihitung menggunakan persamaan:

$$E = \frac{Nm \cdot tm}{ta} \times 100\%$$

$$E = \frac{25 \times 3}{121,6} \times 100\%$$

$$E = 0,616 \times 100\%$$

$$E = 61,6\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai efisiensi perakitan berada pada kategori efisien, yang menandakan bahwa desain tripod telah memenuhi prinsip DFMA. Selain aspek efisiensi, penggunaan tripod juga memberikan manfaat signifikan dari sisi keselamatan kerja, karena operator tidak lagi terpapar langsung semburan air bertekanan tinggi.

Tabel 1. 1 Bbiaya Perakitan

Material	Spesifikasi	Harga
Hollow	3x3	Rp. 80.000
Hollow	2x2	Rp. 65.000
Plat	2mm	Rp. 23.000
Plat	5mm	Rp. 35.000
Pipa	18mm	Rp. 37.000
Baut Dan Mur	M8 Dan M6	Rp. 20.000
Bearing	6024	Rp. 47.000
Total		Rp. 307.000

(Sumber: Olah Data, 2025)

Rincian biaya perakitan yang terdiri dari kebutuhan material utama dalam pembuatan tripod High Pressure Water Jet. Total biaya material yang diperlukan untuk proses perakitan sebesar Rp 307.000. Biaya tersebut mencerminkan kebutuhan material struktural dan mekanis yang berfungsi sebagai penopang utama serta penghubung antar komponen pada tripod. Pemilihan material disesuaikan dengan kebutuhan kekuatan, kestabilan, dan kemudahan proses manufaktur agar mendukung prinsip Design for Manufacturing and Assembly.

Tabel 1. 2 Biaya *Overhead*

BOP	Biaya
Listrik	Rp. 250.000
Kawat Las	Rp. 70.000
Mata Gerinda	Rp. 65.000
Upah Kerja	Rp. 600.000
Total	Rp. 985.000

(Sumber: Olah Data, 2025)

Biaya overhead meliputi penggunaan listrik, kawat las, mata gerinda, serta upah kerja. Total biaya overhead yang dibutuhkan sebesar Rp 985.000, di mana komponen biaya terbesar berasal dari upah kerja. Hal ini menunjukkan bahwa proses perakitan masih didominasi oleh aktivitas manual, sehingga efisiensi waktu dan penyederhanaan proses perakitan menjadi faktor penting untuk menekan biaya produksi. Dengan penerapan metode DFMA, biaya overhead diharapkan dapat diminimalkan melalui pengurangan waktu perakitan dan penyederhanaan struktur produk.



Gambar1. 2 Tripod High Pressure Water Jet

KESIMPULAN

Penerapan metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) pada perancangan tripod High Pressure Water Jet menghasilkan desain yang lebih sederhana dan mudah dirakit. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa efisiensi perakitan mencapai 61%, yang termasuk dalam kategori efisien, sehingga desain usulan telah memenuhi prinsip DFMA dalam meminimalkan waktu dan kompleksitas perakitan sekaligus meningkatkan keselamatan kerja operator.

Analisis biaya perakitan menunjukkan bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan tripod sebesar Rp 1.292.000, yang terdiri dari biaya material sebesar Rp 307.000 dan biaya overhead sebesar Rp 985.000. Biaya overhead yang relatif besar menunjukkan dominasi aktivitas manual dalam proses perakitan, sehingga penerapan DFMA berpotensi menurunkan biaya tersebut melalui pengurangan waktu perakitan dan penyederhanaan desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, R., Kurnia, H., Nugroho, I., Kenedy, J., & Safi, A. (2023). *Perancangan Ergonomi Dalam Keselamatan Dan Kesehatan Kerja: Kajian Literature Review*. 4(1), 87–96.
- Gading, A., & Harahap, A. (2024). *Perancangan Ulang Mixer dengan Metode Design for Manufacturing and Assembly*. 07, 411–417. <https://doi.org/10.32734/ee.v7i1.2215>
- Kurniawan, P. B., & Subekti, S. (2021). *Redesign Cutting Machine Melalui Metode Pendekatan Design for Manufacturing and Assembly (Dfma)*.
- Noveldi, A., Ashari, F., & Chandra Pratama, R. (2023). Design of Ergonomic Adjustable Welding Work Facilities Using the DFMA Method. *Journal of Information System*, 1(3), 60–80. <http://gemapublisher.com/index.php/jiste>
- Syah, F. F., & Permata, E. (2022). *Perbaikan Dan Pemeliharaan Motor Listrik Penggerak Water Jet Pump Di Area Waste Heat Recovery System Pt Cemindo Gemilang*.