# DESAIN KONSEPTUAL MESIN POSITIONER PENGELASAN PIPA VERTIKAL MENGGUNAKAN PENDEKATAN ULRICH

**Rizal Indrawan[1*)], Rizki Okta Nugraha[1)], Fipka Bisono[1)], Tri Andi Setiawan[1)], Dhika Aditya Purnomo[1)], Ridhani Anita Fajardini[1)], Harya Adi Mulya[1)]**

[1]Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: rizal11307@ppns.ac.id

***Abstract***

*Manual vertical pipe welding presents significant challenges in maintaining consistent penetration and welding speed, which often results in reduced joint quality. This study aims to design a turntable machine specifically for vertical pipe welding to improve work efficiency and ergonomics. The methodology employed is the design method by Karl T. Ulrich, which includes the stages of identifying customer needs, establishing target specifications, developing concepts, and selecting the best concept. Through the process of functional decomposition and selection matrix evaluation, a rotary table concept was selected that meets the functional, manufacturing, and economic selection criteria. The results of the design concept selection indicate that it possesses optimal functional value, manufacturing process value that is relatively easy to implement, and good economic value. The application of this concept is expected to facilitate welders in achieving consistent welding results and minimizing welding defects caused by human fatigue. This design concept provides a practical technical solution for small to medium-scale manufacturing industries.*

***Keywords:*** *Rotating Table, Vertical Pipe Welding, Ulrich Method, Machine Design, Efficiency.*

## PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan teknik penyambungan logam krusial dalam manufaktur dan konstruksi perpipaan. Namun, pengelasan pipa vertikal (posisi 2G atau 5G) secara manual menghadirkan tantangan teknis besar. *Welder* dituntut memiliki stabilitas tangan dan kecepatan yang konsisten agar kawah las tidak jatuh akibat gravitasi serta penetrasi tetap merata. Ketidakstabilan manual sering memicu cacat las seperti *undercut*, porositas, atau penetrasi tidak seragam. Selain itu, keterbatasan ergonomi memaksa *welder* berada dalam posisi tidak nyaman yang memicu kelelah fisik (*fatigue*). Harizal, Hasrin, & Hanif. (2020)

Untuk mengatasi masalah tersebut, pengembangan mesin meja putar memerlukan pendekatan sistematis. Penelitian ini menerapkan metode perancangan Karl T. Ulrich yang mengintegrasikan aspek fungsional, kemudahan manufaktur, dan efisiensi ekonomis secara terstruktur. Metode Ulrich dipilih karena akurat dalam menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis kuantitatif. Dibandingkan metode lain seperti VDI

2221 atau Pahl & Beitz, metode Ulrich menawarkan matriks seleksi konsep (*screening* dan *scoring*) yang lebih aplikatif, objektif, dan mempercepat iterasi perancangan produk. Kusuma, A., & Firmansyah, H. (2022).

## METODE PENELITIAN

Kajian Produk Existing

Di tahap ini, penulis akan mempelajari dan mengkaji berbagai alat yang sudah pernah dibuat untuk mengankat dan meletakkan sebuah barang. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari produk saat ini yang ada dipasaran.

Pembuatan Konsep Desain

Konsep adalah sebuah uraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk dan biasanya diberi dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk – produk serta pertimbangan ekonomis proyek. Pada tahapan penyusunan konsep ini, kebutuhan pasar target mulai dilakukan identifikasi, alternatif konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi yang nantinya satu atau lebih konsep akan dipilih untuk dikembangkan lagi daan percobaan yang lebih jauh. Proses penyusunan konsep harus memperhatikan tujuan awal yang sudah ditetapkan.

Penilaian Konsep

Penilaian konsep adalah lanjutan dari langkah penyaringan konsep. Bentuk matrik dari penilaian konsep hampir sama dengan matrik penyaringan konsep, yang membedakan adalah terletak pada kriteria yang akan diberi bobot penilaian sesuai dengan besarnya kepentingan dari tiap kriteria. Untuk langkah-langkah dalam penilain konsep sendiri sama dengan langkah-langkah penyaringan konsep.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kajian Produk *Existing*

Produk *Existing* yang digunakan adalah *jig* meja putar manual yang digunakan di bengkel pipa saat ini. Produk *existing* digunakan untuk produk pembanding antara rencana produk yang akan dibuat. Produk *existing* ini belum dilengkapi fitur putar otomatis sehingga membuat pekerjaan yang dilakukan saat ini kurang efektif.



Gambar 1. Produk *Existing*

Berdasarkan spesifikasi produk *Existing*, diperlukan analisa untuk mengetahui kelebihan dan kekurangannya jika diaplikasikan untuk pengelasan pipa vertikal. Kelebihan dan kekurangan produk *existing* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1

Kelebihan dan Kekurangan produk existing

| No | Kelebihan | Kekurangan |
|---|---|---|
| 1 | Konstruksi Sangat Kokoh Dan Stabil (*Rigid*) | Tidak Memiliki Mekanisme Pencekam (*Clamping System*) |
| 2 | Biaya Pembuatan Dan Perawatan Sangat Rendah | Pengoperasian Masih Manual (Belum Otomatis/*Motorized*) |
| 3 | Meningkatkan Ergonomi Dasar Pekerjaan | Ketinggian Dan Sudut Meja Bersifat Statis (*Non-Adjustable*) |
| 4 | Kemudahan Akses 360 Derajat | Mobilitas Dan Portabilitas Rendah |

**Penyusunan Daftar Kebutuhan**

Daftar kebutuhan dibuat berdasarkan hasil wawancara terhadap tenaga kerja di bengkel pipa. Hasil dari wawancara digunakan dasar penyusunan konsep mesin meja putar pengelasan pipa sebagai kebutuhan spesifikasi dari tenaga kerja di bengkel. Berikut adalah daftar kebutuhan yang digunakan sebagai referensi pada perancangan mesin meja putar untuk pengelasan pipa posisi vertikal (studi kasus galangan kapal) ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

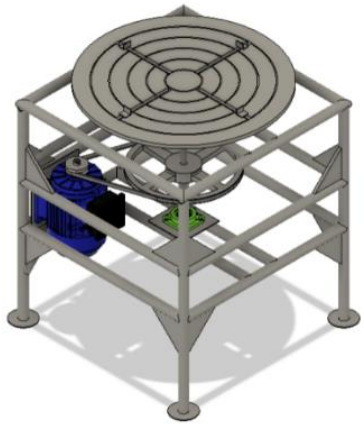
Tabel 2

Tabel Daftar Kebutuhan

| Daftar Kebutuhan | | | |
|---|---|---|---|
| Aspek | S/H | Uraian Kebutuhan | Penanggung Jawab |
| Perawatan | S | Mudah perawatannya | Tim Desain dan Manufaktur |
| Kuat dan Aman | S | Kerangka yang kuat | Tim Desain dan Manufaktur |
| Manufaktur | S<br>H | Dapat dimanufaktur dan dirakit Bahan mudah didapat | Tim Desain dan Manufaktur |
| Pengoperasian | S | Mudah dioperasikan | Tim Desain dan Manufaktur |
| Model | S<br>S | *Fork* dapat menjangkau barang dan plat pada meja *cutting laser*<br>Tinggi *hand stacker* < tinggi pintu ruang *cutting laser* | Tim Desain dan Manufaktur |

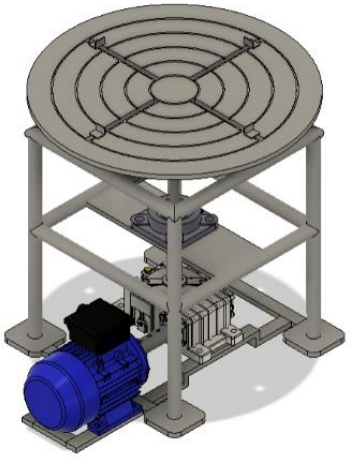
**Pembuatan Konsep Desain**

Setelah membuat daftar kebutuhan dan menentukan spesifikasi, selanjutnya dibuat konsep desain. Konsep desain dibuat berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Pada tahap ini dibuat lebih dari 1 konsep desain untuk selanjutnya akan dibandingkan dengan konsep desain yang lain.



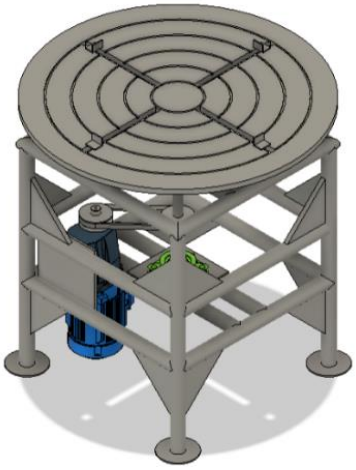
Gambar 2. Konsep Desain 1

Pada konsep desain 1 mesin meja putar untuk pengelasan pipa posisi vertikal memiliki dimensi dengan panjang 700 mm, lebar 700 mm, dan tinggi 700 mm. Pada konsep desain 1 ini menggunakan daya penggerak dari dinamo listrik arus ac yang ditransmisikan oleh 2 *pulley* dan *v-belt*. Sistem rasio antara 2 *pulley* dan *v-belt* sebagai sistem transmisi untuk mencapai rpm yang dibutuhkan.



Gambar 3. Konsep Desain 2

Pada konsep desain 2 mesin meja putar untuk pengelasan pipa posisi vertikal memiliki dimensi dengan panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 600 mm. Konsep desain 2 ini menggunakan dinamo listrik arus ac dengan menggunakan sistem transmisi *gearbox reducer WPO 70* dengan rasio 1: 50 untuk mencapai putaran 30 RPM dengan menggunakan sambungan kopling untuk menghubungkan poros *gearbox* dan poros meja.



Gambar 4. Konsep Desain 3

Konsep desain 3 mesin meja putar untuk pengelasan pipa posisi vertikal memiliki dimensi dengan panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 600 mm. Pada konsep desain 3 menggunakan dinamo *flange* listrik arus ac dengan piringan untuk *gearbox helical* dengan rasio 1: 50 untuk mencapai putaran sebesar 30 RPM dengan menggunakan sambungan kopling untuk menghubungkan poros *gearbox* dan poros meja.

**Penilaian Konsep Desain**

Pemilihan konsep desain bertujuan unutk menilai dan memilih konsep desain terbaik berdasarkan alternatif konsep produk yang telah dibuat. Pemilihan konsep desain

dipilih berdasarkan tabel daftar kebutuhan yang ditentukan yaitu dari aspek fungsi, manufaktur, dan ekonomis. Ketiga kriteria pemilihan tersebut menjadi dasar penilaian untuk pemilihan konsep desain. Aspek-aspek tersebut dipilih berdasarkan kebutuhan industri untuk mempresentasikan faktor-faktor operasional mesin meja putar untuk pengelasan pipa posisi vertikal berdasarkan fungsi teknis, pemeliharaan terhadap operasional mesin, dan efisiensi pembuatan produk.

**Fungsi**

Kriteria pertama yang digunakan sebagai aspek penilaian untuk pemilihan konsep desain adalag fungsi operasional dari konsep-konsep yang telah dibuat. Fungsi operasional ditentukan sebagai kriteria karena memungkinkan keandalan mesin meja putar untuk pipa posisi vertikal dapat beroperasi dengan maksimal. Penilaian berdasarkan fungsi operasional mesin dapat dilihat pada Tabel 3. berikut

Tabel 3. Penilaian kriteria

| No | Kriteria Penilaian | Konsep Desain 1 | Konsep Desain 2 | Konsep Desain 3 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Operasi Mesin | 2 | 2 | 2 |
| 2 | Cekam Meja | 2 | 2 | 2 |
| 3 | Transmisi Mesin | 2 | 3 | 3 |
| 4 | Risiko Selip | 2 | 3 | 3 |
| Total Skor | | 8 | 10 | 10 |

Berdasarkan penilaian dari Tabel 3. Berdasarkan kriteria dari keandalan dan keamanan dari masing-masing konsep. Konsep 1 memiliki skor yang lebih rendah yaitu 8 poin dan konsep 2 dan 3 mendapatkan skor yang sama yaitu masing-masing mendapatkan 10 poin.

**Manufaktur**

Kriteria selanjutnya yang digunakan dalam penilaian pemilihan konsep desain adalah kemudahan proses manufaktur mesin. Kemudahan dalam proses manufaktur dijadikan pertimbangan penting dalam memilih konsep yang paling efektif. Aspek yang digunakan untuk menilai proses manufaktur pada penilaian konsep desain adalah proses fabrikasi. Penilaian dari kriteria proses manufaktur untuk mendapatkan konsep desain paling efektif pada saat proses pembuatan produk dapat dilihat pada Tabel 4. Berikut

Tabel 4

Penilaian Proses manufaktur

| No | Proses Manufaktur | Konsep Desain 1 | | Konsep Desain 2 | | Konsep Desain 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Proses | Skor | Proses | Skor | Proses | Skor |
| 1. | Proses Pemotongan (*Cutting*) | Cukup Sulit-Cukup Lama | 2 | Mudah-Cepat | 3 | Mudah-Cepat | 3 |
| 2. | Proses Penyetelan (*Fitting*) | Sulit-Sangat Lama | 1 | Cukup Sulit-Lama | 2 | Cukup Sulit-Lama | 2 |
| 3. | Proses Pengelasan (*Welding*) | Cukup Sulit-Lama | 2 | Cukup Sulit-Lama | 2 | Cukup Sulit-Lama | 2 |
| Skor | | 5 | | 7 | | 7 | |

Berdasarkan penilaian proses pada aspek manufaktur dari masing-masing konsep. Konsep 1 mendapat nilai paling rendah dengan hanya memperoleh skor 5 poin. Konsep 2 dan konsep 3 mendapat nilai tertinggi dengan skor masing-masing 7 poin

**Ekonomis**

Kriteria terakhir yang digunakan dalam penilaian pemilihan konsep desain adalah aspek ekonomis. Aspek ekonomis menjadi kriteria penting dalam pemilihan konsep desain untuk memilih produk paling efisien dari ketiga konsep yang telah dibuat. Berikut adalah skema penilaian pemilihan konsep berdasarkan aspek ekonomis dari ketiga konsep desain dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5

Penilaian Efisiensi

| No | Aspek Ekonomis | Konsep Desain 1 | | Konsep Desain 2 | | Konsep Desain 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Proses | Skor | Proses | Skor | Proses | Skor |
| 1. | Pipa Diameter 25mm | Cukup Mahal | 2 | Murah | 3 | Murah | 3 |
| 2. | Plat Bar Tebal 12mm | Cukup Mahal | 2 | Cukup Mahal | 2 | Cukup Mahal | 2 |
| 3. | Harga Dinamo dan Transmisi | Murah | 3 | Cukup Mahal | 2 | Sangat Mahal | 1 |
| 4. | Jumlah Komponen Keseluruhan | Cukup Efisien | 2 | Cukup Efisien | 2 | Cukup Efisien | 2 |
| Skor | | 9 | | 9 | | 8 | |

Berdasarkan penilaian dari aspek ekonomis berdasarkan efisiensi pembuatan didapatkan konsep 3 mendapat nilai paling rendah dengan skor 8 poin. Konsep 1 dan konsep 2 mendapat nilai tertinggi dengan skor 9 poin.

**Pemilihian Konsep Desain**

Setelah melakukan uraian penetapan bobot pada setiap kriteria seleksi maka dapat dilakukan pemilihan konsep desain yang telah ditentukan nilai matriksnya dengan keterangan nilai atau rate matriks penilaian yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6
Matriks Penilaian Konsep

| | | Konsep 1 | | Konsep 2 | | Konsep 3 | | Konsep Referensi | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kriteria Seleksi | Bobot | Rate | Skor | Rate | Skor | Rate | Skor | Rate | Skor |
| Fungsi | 40% | 4 | 1,6 | 5 | 2 | 5 | 2 | 3 | 1,2 |
| Manufaktur | 30% | 3 | 0,9 | 4 | 1,2 | 5 | 1,2 | 3 | 0,9 |
| Ekonomis | 30% | 2 | 0,6 | 2 | 0,6 | 1 | 0,3 | 3 | 0,9 |
| Nilai Absolut | | | 3,1 | | 3,8 | | 3,5 | | 3 |
| Nilai Relatif | | 13,4 | 23,13 | | 28,27 | | 26,12 | | 22,39 |

Berdasarkan hasil dari perhitungan penilaian untuk pemilihan konsep desain berdasarkan tiga kriteria yang telah ditetapkan, maka diperoleh hasil bahwa konsep desain 2 mendapatkan skor tertinggi yaitu 3,8 nilai absolut dan 28,27 nilai relatif. Konsep 1 dan konsep 3 mendapatkan nilai yang lebih rendah sehingga konsep 2 dipilih sebagai alternatif yang paling layak untuk dikembangkan lebih lanjut berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

**SIMPULAN**

Dari pembahasan pada penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa Pemilihan Konsep Desain Mesin Meja Putar Pengelasan Pipa Vertikal yang menggunakan metode ulrich didapat konsep terpilihnya adalah konsep desain 2. Karena mempunyai nilai fungsi tertinggi disbanding konsep desain lain. Memiliki nilai manufaktur yang paling mudah di banding konsep lain dan nilai ekonomis yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, Y., Rahman, R., & Suryana, T. (2025). Analisa sistem transmisi pulley dan v-belt pada mesin poles prototipe. Jurnal Teknik Mesin, 5(2), 12619–12626.

Harizal, Hasrin, & Hanif. (2020). Analisa pengaruh proses GTAW dan SMAW terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material AISI 1050. Jurnal Inovasi Vokasional, 2(1), 19–25.

Hidayat, R., & Supriadi, I. (2021). Perancangan mesin pembengkok pipa semi otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi manufaktur. Jurnal Manufaktur Industri, 3(2), 45–52.

Juwanda, Saifuddin, & Marzuki. (2021). Analisa pengaruh kuat arus hasil pengelasan GMAW terhadap kekerasan material ASTM A 36. Journal of Welding Technology, 3(1), 6–11.

Kusuma, A., & Firmansyah, H. (2022). Penerapan metode Ulrich dan Eppinger dalam pengembangan produk alat bantu posisi pengelasan pipa. Jurnal Perancangan Tekno-Manufaktur, 4(1), 15–24.

Pratama, B. A., & Setiawan, E. (2023). Analisis posisi pengelasan 2G dan 5G terhadap kecacatan sambungan las pipa baja karbon. Jurnal Teknik Pengelasan dan Fabrikasi, 5(2), 88–95.

Putra, D. S., & Wijaya, M. K. (2021). Redesign jig rotary table untuk proses pengelasan komponen otomotif berbasis ergonomi. Jurnal Mekanika dan Sistem Industri, 2(3), 112–120.

Santoso, T., & Nugroho, A. (2020). Optimasi rasio gearbox reducer WPO pada perancangan meja putar otomatis untuk pengelasan pipa vertikal. Jurnal Teknologi Mesin dan Manufaktur, 8(1), 33–40.

Syarifudin, A., Arianti, E., Priohutomo, K., Yulfani, R. D., Adietya, B. A., Ilmiah, A. M., & Prasetyo, T. (2023). Comparative study of welding material elasticity with the SMAW process for 2G position between before and after using welding machine with augmented reality technology. KAPAL: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 20(1), 103–114.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT and Development Sixth Edition* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Utomo, C. W., & Yunus, Y. (2021). Pengaruh posisi pengelasan terhadap kekuatan tarik

dan tekuk pada sambungan las baja ST 41. Jurnal Teknik Mesin UNESA, 9(2), 1–4.

Wicaksono, A., & Hariyanto, A. (2022). Analisis efisiensi waktu operasional welder pada posisi pengelasan pipa dengan bantuan rotary welding positioner. Jurnal Teknologi dan Manufaktur Kapal, 10(2), 77–84.

Yuliana, R., & Farid, M. (2024). Evaluasi seleksi konsep perancangan elemen mesin menggunakan matriks penilaian metode Ulrich. Jurnal Inovasi Produk dan Rekayasa Mesin, 6(1), 29–37.