

---

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TROLI KAPASITAS 240 KG GUNA MEMPERSINGKAT WAKTU PENCUCIAN, PELAPISAN, DAN DISTIBUSI *PART WEDGES* TYPE D6 PADA PT. UMA

Oktavianus Ardhian Nugroho<sup>1\*</sup>, Y.B. Adyapaka Apatya<sup>2</sup>, Dimas Bagus Dwiyantoro<sup>3</sup>, Phillips Dede Kurniawan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI

Jl. Kampus Hijau No. 3 Kawasan Jababeka Education Park, Jl. Raya Lemahabang, Simpangan, Kec. Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17520

[ardhianatmi@gmail.com](mailto:ardhianatmi@gmail.com)<sup>1</sup>

### Abstrak

PT. Ultimax Mitra Agung Indonesia (PT. UMA) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *quality control*. Proses pengendalian mutu produk yang menjadi bagian penting dalam sistem produksi perusahaan ini. Salah satu produk yang dibuat dan dijaga kualitasnya adalah *part wedges* tipe D6. Proses pencucian dan pelapisan *wedges type D6* harus wajib dilakukan sebelum part mulai di *assembly*. Selama ini proses yang dilakukan masih secara manual. Proses distribusi box menjadi yang paling krusial karena masing-masing box memiliki berat 30 kg/box dan proses ini dilakukan secara berulang. Hal ini berpotensi menimbulkan kelelahan fisik dan risiko cendera selain itu PT UMA menganggap proses ini tidak efektif dan efisien. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sebuah troli berkapasitas 240 kg yang mampu membawa enam box *wedges*. Proses pencucian dengan solar dan pelapisan dengan oli, yang sebelumnya dilakukan manual di bak pencuci sekarang bisa dilakukan di atas troli. Dengan troli hasil rancangan tidak hanya mempercepat proses pencucian dan pelapisan, tetapi juga mempermudah tahapan selanjutnya, yaitu proses distribusi *wedges* ke area *assembly*. Mekanisme penuangan *wedges* pada troli dibuat menggunakan sistem katrol sehingga memudahkan pengeluaran *wedges* dari box secara efektif. Selain itu, untuk *safety* troli ini dilengkapi dengan absorber sebagai sistem peredam. Dari hasil rancangan dan pengujian menunjukkan bahwa troli berfungsi dengan baik, kokoh menahan beban, dan mampu meningkatkan ke-efektifitasan para operator bekerja, di mana sebelumnya proses ini membutuhkan waktu 40 menit 34 detik / 240 kg berubah menjadi 21 m 8 detik / 240 kg. Selain troli didesain dengan bentuk mengikuti prinsip ergonomi sehingga tingkat keselamatan dan kenyamanan operator meningkat.

**Kata kunci :** troli, *wedges* D6, pencucian, pelapisan, distribusi, keselamatan kerja, ergonomi.

### Abstract

PT. Ultimax Mitra Agung Indonesia (PT. UMA) is a company engaged in the field of *quality control*. The product *quality control* process is an important part of the company's production system. One of the products manufactured and maintained for quality is the D6 type *wedges*. The washing and coating process for D6 type *wedges* must be carried out before the parts are assembled. So far, the process has been carried out manually. The box distribution process is the most crucial because each box weighs 30 kg and this process is repeated multiple times. This has the potential to cause physical fatigue and risk of injury. In addition, PT UMA considers this process to be ineffective and inefficient. Therefore, the purpose of this study is to design and create a trolley with a capacity of 240 kg capable of carrying six boxes of *wedges*. The washing process with diesel and coating with oil, which was previously carried out manually in a washing tank, can now be done on the trolley. With the designed trolley, the process not only speeds up washing and coating but also facilitates the next stage, namely the distribution of *wedges* to the assembly area. The mechanism for pouring *wedges* onto the trolley is made using a pulley system, making it easier to remove *wedges* from the boxes effectively. In addition, for safety, this trolley is equipped with an absorber as a damping system. The results of the design and testing showed that the trolley functions well, is sturdy in bearing loads, and can increase the effectiveness of operators' work, where previously this process took 40 minutes 34 seconds / 240 kg, it has changed to 21 minutes 8 seconds / 240 kg.

Furthermore, the trolley is designed in a shape that follows ergonomic principles, improving both the safety and comfort of the operator.

**Key words :** weld points, king cross and taguchi methods.

## PENDAHULUAN

Secara umum pada dunia industri modern, efektivitas dan efisiensi operasional menjadi faktor utama dalam meningkatkan produktivitas. PT. Ultimix Mitra Agung Indonesia (PT. UMA) adalah perusahaan manufaktur yang memiliki hasil produksi seperti wedges pada konstruksi jembatan. Dalam Perusahaan ini hasil produksi mereka akan dikelola pada *warehouse* untuk nantinya masuk ke tahap berikutnya. Oleh karena itu, untuk mendukung aktivitas di dalam *warehouse*, penggunaan alat bantu kerja dibutuhkan untuk berfungsi meringankan beban kerja operator, mempercepat proses logistik, serta mengurangi risiko kelelahan fisik dan cedera. Cedera seperti nyeri punggung, cedera otot, sampai penyakit kronis lainnya yang dapat memengaruhi produktivitas dan mengurangi tingkat keselamatan kerja operator di PT. UMA. Oleh karena hal tersebut PT. UMA dalam proses pengelolaan *warehouse*nya membutuhkan alat bantu agar part hasil produksi dapat dengan efektif dikelola untuk proses berikutnya.

Seperti yang sudah diketahui troli adalah salah satu solusi untuk memudahkan proses pemindahan part agar lebih efisien dan efektif, dengan troli masalah Kesehatan terutama pada pekerja dapat dikurangi. Dengan begitu perusahaan dan pekerja tidak perlu khawatir masalah *safety* ketika bekerja. Penelitian tentang rancangan troli sebelumnya pernah di buat oleh Sokhibi [1] dalam penelitiannya perancangan troli untuk aktivitas pengangkutan beras di penggilingan padi, dengan data antropedi pekerja berhasil membuat sebuah troli pengangkut beras yang nyaman dan aman. Kekurangan dari alat yang dibuat adalah troli yang dibuat tidak diperuntukkan untuk beban yang tinggi dan hanya menurunkan beban pada lengan saja.

Penelitian lain oleh Maria S A [2] misalnya dalam penelitiannya berjudul perancangan troli galon berbasis *ergonomic function deployment* berhasil membuat troli untuk mengantar galon air melewati anak tangga. Dari hasil rancangannya penggunaan metode EFD pada troli nilai produktivitas jumlah pengantaran galon meningkat 67,54 %, tetapi dalam bentuk perancangannya mekanisme penurunan galon masih manual dan bisa menimbulkan cedera pada pekerja. Penelitian lain tentang pembuatan troli dibuat oleh

Aulina A N [3] pada rancangan trolinya masih berupa troli yang mempertimbangkan *antropometri* dan prinsip *ergonomic*, tetapi evaluasi material, kemudahan operasi alat, dan kapasitas masih rendah. Penelitian tentang modifikasi troli untuk spesifikasi kebutuhan pernah dilakukan oleh Doni R [4] dalam rancangannya troli yang dibuat dimodifikasi dengan *wireless camera* yang dapat ditampilkan pada *smartphone* dan *goggles* sehingga pergerakan troli bisa di atur dari jarak jauh sehingga mengurangi risiko cedera dari penggunaannya. Kekurangan dari troli jenis ini masih pada maksimal beban yang dikenakan dan sistem ini terlalu mahal untuk diterapkan di industri.

Pada penelitian ini PT. UMA membutuhkan sebuah troli yang bisa mendukung proses produksi mereka menjadi lebih efektif. Part yang dipindahkan adalah *wedges* tipe D6. *Wedges* [4] Ada banyak *styles* jangkar dan *wedges* (baji) yang berbeda untuk berbagai aplikasi dan rentang beban. Beberapa *wedges* dibagi menjadi tiga bagian, sementara yang lain dibagi menjadi dua bagian. Pengaturan *wedges* dan angkor yang digunakan bergantung pada penerapan sistem. Biasanya keduanya dipakai untuk proses sistem penjangkaran [5, 6] atau *anchorage* di mana *wedges* yang berfungsi mengunci tendon baja ketika ditarik, gambar 1 menunjukkan sistem *anchorage*.



Gambar 1. Sistem *anchorage* [4]

Untuk *wedges* sendiri biasanya terdiri dari tiga bagian yang dirancang untuk mencengkeram tendon secara mekanis, memastikan gaya prategang tetap terjaga. Sistem ini telah digunakan secara luas dalam konstruksi jembatan prategang. Gambar 2 menunjukkan bentuk *wedges* tipe D6 yang diproduksi oleh PT. UMA.



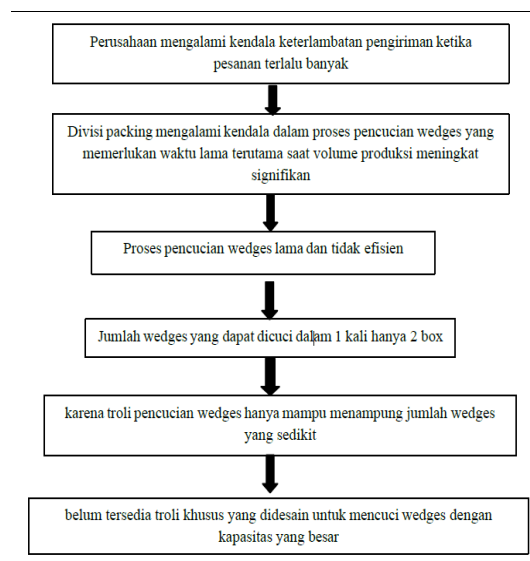
Gambar 2. Bentuk wedges

Proses pemindahan *part wedges* dari gudang menuju proses *assembly* membutuhkan beberapa tahapan. Troli yang dibuat juga tidak hanya memiliki kaidah prinsip ergonomis yang benar, tetapi juga dilengkapi proses pencucian, pembersihan, dan pengiriman part. Oleh karena itu, troli yang dibuat harus dilengkapi dengan mekanisme pengangkutan dan penuangan part secara cepat dan aman. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat troli pencucian *wedges* dilengkapi dengan crane pengangkat box *wedges* untuk mendukung proses produksi di lingkungan *warehouse* PT. UMA. Alat ini dirancang agar mampu meminimalkan keterlibatan tenaga manusia secara langsung dalam mengangkat beban berat sehingga dapat mengurangi risiko cedera otot dan tulang akibat aktivitas manual handling yang berlebihan. Troli yang dirancang dan dibuat berdimensi ukuran panjang 1110 mm, tinggi 1650 mm, lebar 720 mm. Selain itu, berat maksimal troli ini sebesar 240 kg.

## METODE PENELITIAN

Dalam proses perancangan dan pembuatan alat ini proses identifikasi masalah dilakukan di PT UMA, dengan menggunakan metode 5 why analisis [7, 8]. Metode ini digunakan untuk membuat bak troli penampung *wedges* yang menampung 6 box disertai dengan mekanisme pengangkatan beban, pencucian, distribusi, dan penuangan *wedges*. Pembuatan troli dilatar belakangi PT UMA yang ingin mengutamakan safety point pada proses pengangkutan benda *wedges* disertai dengan kemudahan mencuci dan melumasi *Wedges*. Bentuk *flowchart 5 Whys Analysis*, untuk mengidentifikasi masalah ditunjukkan pada gambar 3. Gambar 3 menunjukkan permasalahan utama yang pada PT UMA hasil simulasi di bengkel menunjukkan proses pencucian *wedges* masih kurang maksimal karena pertama kapasitas pencucian hanya di angka 90 kg atau 3 box dalam

satu kali pencucian, selain itu proses total yang muncul dari simulasi menunjukkan waktu total 40 menit 34 detik untuk 1 kali proses.



Gambar 3. Flowchart 5 Whys Analysis

## Proses Observasi dan Identifikasi Lapangan

Dari hasil identifikasi di PT UMA dengan menggunakan metode 5 why analisis diketahui bahwa proses pengiriman dari Gudang ke meja *assembly* memakan waktu yang lama, selain itu operator membutuhkan waktu dan energi yang banyak karena mereka harus mengulang kegiatan yang sama secara manual dan berulang-ulang. Pada gambar 4 a menunjukkan sistem pengangkutan manual dan gambar 4 b menunjukkan sistem penuangan manual.



Gambar 4. a. Pengangkutan box manual dan b. Penuangan box manual

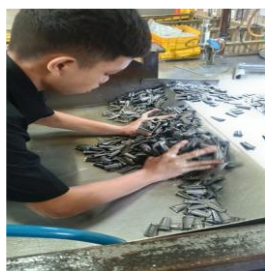
Proses manual yang sebelumnya dilakukan di PT UMA mempunyai waktu total 40 menit 34 detik. Proses tersebut dibagi menjadi 3 tahap, tahapan-tahapan tersebut, berikut tahapan tahapan pengukuran waktu menggunakan alat ukur stopwatch: Pertama proses distribusi dan penuangan manual ke bak cuci, proses ini dilakukan dengan mengikuti berat total bak penampung 90 kg.

Jika total wedges yang dicuci harus 240 kg, maka total waktu menjadi 3 kali lipatnya menjadi 4 menit 10 detik. Sebagai catatan proses awal ini bak pencuci dan posisi wedges baru hanya berjarak 1 meter sehingga waktu penuangan dan distribusi menjadi cepat. Tetapi kemudian karena banyak kejadian tergelincir di daerah bak, maka posisi bak pencuci dipindahkan sejauh 24 meter dari meja *assy*. Kedua proses berikutnya adalah proses pencucian sebelum wedges distribusi ke meja *assy*, sebelumnya wedges harus dicuci dan dilapisi oli terlebih dahulu sebelum dipindahkan ke meja *assembly*. Proses pencucian dilakukan, karena wedges masih membawa lapisan bawaan dari proses sebelumnya sehingga harus dibersihkan terlebih dahulu karena ber-racun. Proses pengisian menggunakan pompa berkapasitas 10 liter per menit. Gambar 5 menunjukkan proses pencucian wedges dengan media cairan solar.



Gambar 5. Proses pencucian wedges

Pada proses ini berlangsung waktu yang dibutuhkan adalah 10 menit 8 detik. Prosesnya berupa 4 menit 28 detik pengisian dan pembuangan cairan solar, dan 5 menit 40 detik untuk oli. Karena kapasitas bak 90 kg, maka proses pencucian ini dilakukan sebanyak 3 kali sehingga waktu pencucian dan pelumasan total menjadi 30 menit 24 detik. Proses pelumasan dengan oli bertujuan untuk meningkatkan ketahanan karat. Ketiga setelah proses pencucian dan pelumasan selanjutnya adalah mendistribusikan wedges ke meja *assy*. Pada proses ini wedges dituangkan ke meja secara manual. Proses menuangkan wedges kedalam meja *assy*, dilakukan dengan cara mendorong wedges ke meja.



Gambar 6. Proses pencucian wedges

Gambar 6 menunjukkan proses pencucian manual yang dilakukan operator di PT UMA. Dari gambar 6 menunjukkan kerap kali operator menggunakan tangan secara langsung yang menyebabkan tangan terluka karena tersayat dengan ulir wedges. Proses penuangan dilakukan selama 2 menit. Karena kapasitas dari meja *assy* sebesar 240 Kg, maka alur dari proses ini mengalami pengulangan sebanyak 3 kali dengan total wedges 240 Kg, maka didapat waktu total 6 menit. Sebelumnya pembuatan tabel parameter [9] dilakukan untuk merangkum parameter ketidak efektifan proses. Tabel 1 menunjukkan hasil penghitungan pengukuran waktu pencucian, pelapisan, dan distribusi wedges menggunakan alat ukur stopwatch.

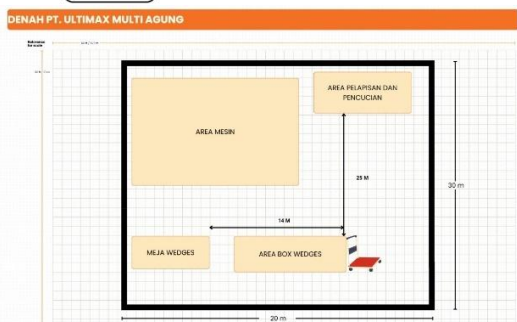
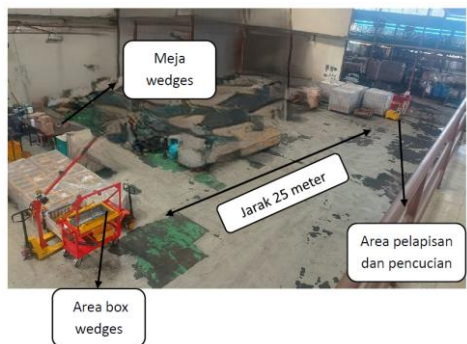
Tabel 1. Tabel parameter dan waktu proses manual

No	Parameter Proses	Waktu Proses
1	Pengangkatan + distribusi wedges	4 menit 10 detik
2	Pencucian dan pelumasan wedges	30 menit 24 detik
3	Waktu jalan + Penuangan wedges	6 menit
Total estimasi waktu		40 menit 34 detik

Selain itu, karena kapasitas bak manual terbatas dan jika dibiarkan hal ini akan masalah jika permintaan wedges meningkat dan proses di atas akan menjadi *bottleneck* [10] terhadap proses produksi di PT UMA.

### Desain Troli Cleaner

Tahapan perancangan dibuat sesuai dengan kekurangan yang muncul di tabel 1, maka proses desain didasarkan pada kekurangan yang sudah diketahui. Perancangan troli dilakukan karena posisi area box wedges ke bak pencuci yang berubah menjadi 24 meter, hal ini disebabkan karena banya operator yang tergelincir. Bentuk desain troli dibuat menjadi 3 variasi bentuk, variasi ini menyesuaikan permintaan dari pihak PT UMA di mana kapasitas yang tadinya 90 kg menjadi 240 kg sekali jalan, selain itu kemudahan penuangan di menaikkan juga diperhatikan. Hal lain yang diperhatikan adalah troli harus bisa mendistribusikan wedges dari meja wedges ke area pencucian dan terakhir ke meja *assy* dengan cepat. Gambar 7 menunjukkan area pabrik PT UMA, pada gambar 7 ditunjukkan jarak yang harus ditempuh sejauh 25 meter + 25 meter + 14 meter, maka totalnya adalah 64 meter.



Gambar 7. Denah area *box wedges* dan pencucian serta pelapisan *wedges*

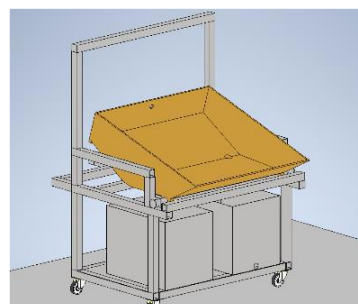
Maka dari itu troli yang dirancanglah sebuah troli yang memiliki kemampuan mencuci dan membawa *wedges*. Desain dibuat menggunakan tools matrix morfologi untuk menghasilkan variasi desain [11-14]. Tabel 2 menunjukkan bentuk tabel matrix morfologi dari setiap variasi desain.

Tabel 2. Tabel matrix morfologi

NO	Sub Fungsi	Alternatif A	Alternatif B
1	Bentuk Bak penampung	 Pelat besi	 Drum bekas
2	Sistem angkat	 Manual	 Katrol
3	Posisi Bak penampung oli dan solar	 Langsung pada rangka	 Terpisah
4	Posisi Poros	Di ujung Bak penampung	Di tengah bak penampung

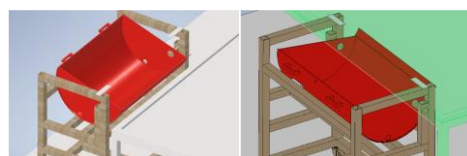
Dari tabel 2 didapatkan 3 variasi desain, desain pertama dengan variasi 1A-2B-3A-4B ditunjukkan pada gambar 1, di mana mempunyai kelebihan praktis karena bak oli dan solar sudah berada dalam troli, mekanisme penuangan masih manual dengan cara mengangkat menggunakan

katrol dan menggunakan poros di tengah sehingga bearing menciptakan efek jungkat jungkit sehingga part *wedges* dapat turun menggunakan gaya gravitasi. Kekurangannya biaya mahal di pembuatan bak penampung dan beban terlalu berat karena minyak dan oli berada pada 1 troli.



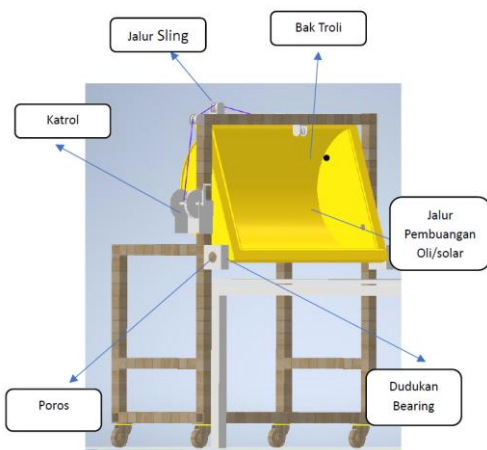
Gambar 8. Variasi troli 1

Variasi kedua 1B-2A-3B-4A merupakan penyempurnaan dari variasi 1 di mana bak penampung yang digunakan dibuat dari bahan tong oli bekas yang dipotong menjadi 2 bagian dan ditumpuk, hal ini menyebabkan biaya pembuatannya menjadi lebih murah dan proses pembuatan menjadi lebih cepat. Posisi bak oli dan solar sudah tidak berada pada troli sehingga membuat menjadi lebih ringan dari variasi 1. Kekuangannya ternyata besar torsi yang muncul ketika proses penuangan dengan cara manual terlalu berat sehingga perlu alat tambahan agar mempermudah. Gambar 9 menunjukkan bentuk variasi 2 dengan bak yang menggunakan bahan bekas sebagai bak penampung.



Gambar 9. Variasi troli 2

Variasi ketiga 1B-2B-3B-4A merupakan penyempurnaan dan modifikasi dari variasi 2 di mana bentuk bak penampung masih sama, tetapi mekanisme penuangan dibuat menggunakan sistem katrol. Dengan menggunakan sistem katrol, maka proses penuangan menjadi lebih mudah. Gambar 10 menunjukkan bentuk variasi 3 yang sudah dilengkapi dengan sistem katrol.



Gambar 10. Variasi troli 3

Variasi 3 pada gambar 10 menjadi variasi final, Bentuk yang sudah dibuat ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Bentuk variasi 3 yang sudah dibuat

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian dilakukan dengan tes kemampuan mesin. Tes ini dilakukan terhadap troli variasi 3. Jenis tes dipakai kualitas untuk mengetahui kemampuan mesin dalam memenuhi permintaan dari PT UMA. Pengujian yang dilakukan meliputi 1. pengujian fisik, meliputi berat alat, ukuran/ dimensi alat, 2. pengujian fungsional, meliputi pengecekan fungsi pencucian dan fungsi penuangan, 3. Pengujian ketahanan, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan troli yang sudah dibuat, 4. Pengujian performa meliputi waktu pemakaian dan kondisi fisik operator [14].

**Pengujian Fisik Troli**

Hasil pengujian fisik variasi 3 dilakukan untuk menentukan bentuk dimensi dan berat. Dengan memodifikasi bagian seperti bak

penampung dan pemilihan rangka maka berat dari troli dapat dikurangi. Tabel 3 menunjukkan *properties* fisik variasi 1 hasil rancangan. Dari tabel 3 menunjukkan berat troli tanpa beban harus dibuat tidak melebihi 250 kg sesuai harapan *costumer* dalam hal ini PT UMA.

Tabel 3. Tabel *properties* fisik troli variasi 3

No	Properties Fisik Troli	Satuan
1	Dimensi	1,1 x 1,65 x 0,72 meter
2	Kapasitas total	110 Liter
3	Tanpa beban	214 Kg
4	Dengan beban wedges + 240 Kg	454 Kg

Dimensi pada tabel 3 tidak menggunakan *safety factor* karena rangka yang digunakan SNI 7394 yang memiliki ukuran 5 x 5 cm dan tebal 4 mm dengan tegangan luluh 345 Mpa sehingga nilainya dianggap memiliki *safety faktor* yang tinggi.

**Pengujian Fungsional Troli**

Hasil pengujian fungsi troli dapat dipakai dengan baik dan lancar. Ada 2 buah alat bantu yang dibuat untuk melengkapi kinerja dari troli, yang pertama adalah *crane* pengangkat dan kedua adalah stasiun pencucian yang berisi oli dan solar. Gambar 12 menunjukkan bentuk dan hasil jadi dari *crane* pengangkat. Dan gambar 13 menunjukkan stasiun pencuci yang berisi bak penampung dilengkapi pompa untuk oli dan solar.



Gambar 12. Bentuk Crane



Gambar 13. Stasiun pencuci berisi box oli dan crane

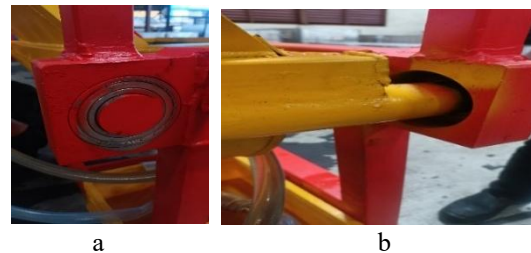
Stasiun oli dan solar menggunakan pompa sehingga mempercepat waktu pencucian wedges. Tabel 4 menunjukkan hasil tes fungsional troli, apakah troli berfungsi dengan baik atau tidak. Tes yang dilakukan adalah 1. Tes fungsi pengangkut 240 kg, 2. Tes pencucian wedges, 3. Tes penuangan 240 kg wedges ke meja assy dengan mekanisme katrol.

Tabel 4. Hasil tes fungsional troli

Tipe pengujian	Hasil Fungsional	Keterangan
Pemberian beban 240 Kg	Berhasil	Tidak ada rangka yang bengkok dan roda penyangga tetap aman
Pencucian pertama dengan solar	Berhasil	Solar yang masuk kedalam bak dan keluar kedalam bak dengan lancar dan tidak bocor
Pencucian ke 2 dengan oli	Berhasil	Oli dapat merendam seluruh bagian wedges yang bervolume 110 liter
Penuangan	Berhasil	Sistem katrol bekerja dengan baik.

### Pengujian Ketahanan Troli

Untuk meningkatkan ketahanan troli maka Pemilihan material rangka troli adalah hal penting yang perlu diperhatikan, karena dengan memilih material yang tepat alat atau benda yang dibuat mampu digunakan dengan baik. Beberapa bagian dari troli dipilih secara khusus seperti : Pertama poros penyangga hasil penghitungan diameter minimal menggunakan persamaan diameter minimal poros dengan momen lentur di 595608 Nm dan momen torsi 636669 Nm didapat besar diameter minimal poros menggunakan material 40 Cr sebesar 17.9 mm. sedangkan diameter pada desain sebesar 50 mm. Dimensi poros yang dibuat memiliki diameter 50 mm dengan panjang 1110 mm. Dimensi poros cukup untuk menahan beban total dari bak saat kondisi kosong maupun bak saat berisikan wedges. Gambar 14 menunjukkan gambar poros dan bearing yang dipakai untuk rancangan troli ini. Untuk bearing bearing yang dipakai menggunakan seri 6210 ZZ [15] bearing ini sudah banyak tersedia di PT.UMA. bearing ini mampu menahan maksimal beban di 23,2 kN. Jika dilihat sekilas dari beban kerjanya. Berat poros disertai bak dan beban dikisaran 255 kgf. Sehingga untuk penghitungan masa pakai bantalan pada beban kerja 23,2 kN tidak dilakukan karena dianggap sudah *over construction*.



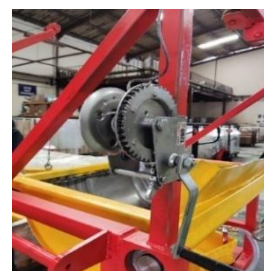
Gambar 14. Bentuk bearing dan poros dari troli.

Kedua adalah pemilihan roda dimana roda yang dipakai pada troli dipikih roda dengan diameter 6 inci, dilengkapi dengan 2 rem dan kapasitas 150 kg per roda. Dari pemilihan roda dipastikan akan tahan lama karena setiap roda hanya dikenakan beban 113 kg. dan yang ketiga adalah mekanisme katrol, dari hasil pengukuran didapatkan bahwa beban yang muncul pada ujung bak yang dipasang handel katrol adalah sebesar 13 kg tanpa beban dan 155,56 kg dengan beban wedges total 240 Kg. dikarenakan tidak adanya percepatan pada waktu penuangan maka gaya yang dibutuhkan Adalah 155,56 kgf. Selanjutnya Gambar 15 menunjukkan proses pengukuran tanpa beban wedges dan menunjukkan besar beban 13 kg atau 13 kgf.



Gambar 14. Proses pengukuran beban tarik bak

Untuk beban 155,56 kgf maka spesifikasi katrol yang dipakai sebagai berikut: berat katrol 3000 Gram, berbahan *galvanized* Anti-Karat dan ringan, kapasitas *pull* / tarik sebesar 540 kgf, memiliki gear ratio 4 :1, *handle length* sepanjang 225 mm, dan ukuran *cable* 4,2 mm di diameter dan 10 m di panjang. Gambar 16 menunjukkan sistem katrol yang dipakai di troli.



Gambar 16. Sistem Katrol Pada Troli

Dengan beban 155,56 kgf di ujung pengkait katrol maka dengan rasio 4:1 besar beban yang dirasakan ketika memutar katrol hanya sekitar 38,89 kgf. Dari semua part yang dibuat menggunakan spesifikasi yang tinggi sehingga dipastikan troli memiliki ketahanan yang tinggi.

**Pengujian Performa Troli**

Hasil pengujian performa troli meliputi sistem ergonomic troli, *safety*, dan waktu pemakaian. Untuk sistem ergonomic desain 1. Tinggi tuas katrol berada pada kisaran 110 cm dari permukaan lantai. Tingi rata-rata operator 165 cm Gambar 17 menunjukkan posisi operator ketika menggunakan troli.



Gambar 17. Posisi postur tubuh operator saat memegang troli.

Pada gambar 17 dan 18 untuk operator berdiri tinggi badan 165 cm, ketinggian 110 cm untuk pegangan/tuas biasanya berada di sekitar tinggi sikut-bahu bawah bagi banyak orang dengan tinggi tersebut. Artinya: pegangan 110 cm cenderung agak tinggi dibandingkan posisi pegangan yang ideal untuk dorong/ tarik yang nyaman (yang biasanya sekitar tinggi pinggang sedikit di bawah atau sejajar sikut tergantung tugas). Maka tinggi tuas 110 cm bisa diterima untuk operator 165 cm, tetapi bukan posisi optimal untuk semua individu akan lebih cocok untuk operator yang lebih tinggi dari 170 cm.



Gambar 18. Posisi operator menggunakan tuas katrol.

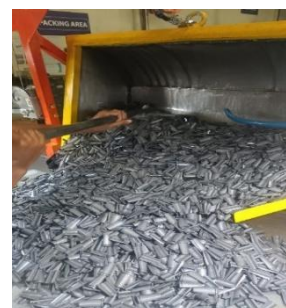
Untuk perhatian terkait dengan keselamatan [16-18] *safety* menggunakan pada

bagian bawah bak antara bak dan rak troli dipasang absorber khusus yang berfungsi sebagai peredam benturan. Selain melindungi struktur troli, meredam suara, dan melindungi operator dengan mencegah potensi terjepit. Gambar 19 menunjukkan bentuk dan posisi absorber yang dipasang pada troli.



Gambar 19. Posisi absorber pada troli.

Desain bak penampung memiliki sudut kemiringan dan dioeraskan menggunakan katrol, sehingga operator dapat mengakses bagian dalam bak untuk mencuci atau menuang wedges tanpa harus membungkuk dalam-dalam. Posisi ini sudah sesuai dengan prinsip ergonomi kerja berdiri, yakni kemiringan maksimum 90° untuk akses kerja. Selain itu resiko cedera tangan dapat dikurangi. Gambar 20 menunjukkan proses penuangan wedges dari troli.



Gambar 20. Proses penuangan wedges dari troli.

Untuk penghitungan waktu penggunaan troli ini terhitung lebih mudah daripada proses manual sebelumnya. Proses manual sebelumnya memerlukan waktu 40 menit 34 detik sedangkan dengan menggunakan troli terbaru waktu prosesnya menjadi 21 m 8 detik. Tabel 5 menunjukkan perbandingan kecepatan proses cara manual dan dengan troli pencuci yang baru.

Tabel 5. Hasil tes performa troli

Keterangan	Manual	Waktu	Troli Terbaru	Waktu
Pengangkatan	Manual	4 m 10 detik	Crane	5 menit
Jumlah Box	3 box	-	8 box	-
Kapasitas	90 kg	-	240 kg	-

Keterangan	Manual	Waktu	Troli Terbaru	Waktu
Pencucian 80 lt solar + 240 kg	-	13 m 24 detik	110 lt	4 m 28 detik
Pencucian 80 lt oli + 240 kg	-	17 m	110 lt	5 m 40 detik
Perjalanan	24 m	0	64 meter	5 m
Penuangan	Manual	6 m	Sistem Katrol	1 m
Total Waktu		40 m 34 detik		21 m 8 detik

## KESIMPULAN

Berdasarkan observasi di lapangan dan survei terhadap karyawan di PT Ultimax Mitra Agung (PT UMA), dapat di simpulkan bahwa fungsi dari Proyek Troli yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang di butuhkan dan juga sudah berhasil membantu operator serta mengurangi resiko cedera. Cara kerja dari Troli ini juga mudah di gunakan dan di pahami oleh operator sehingga tidak menyulitkan penggunaannya. PT UMA juga mengapresiasi troli yang dibuat karena dapat meningkatkan waktu proses pencucian dan pelapisan wedges seperti kapasistas wedges yang diolah yang sebelumnya 90 kg menjadi 240 kg, sedangkan dari sisi waktu dari sebelumnya 40 menit 34 detik menjadi 21 m 8 detik, total efisiensi waktu mencapai 47,9 %. Tingkat resiko kecelakaan kerja berkurang karenakan tidak ada lagi operator yang mengangkat box 30 kg secara manual, sehingga resiko cedera menurun, posisi box oli dan solar yang diberikan area khusus juga mengurangi cedera terpeleset. Untuk *maintenance* sangat mudah karena operator hanya perlu mengganti oli dan juga solar pencuci secara rutin setiap 10 hari. Untuk proses perbaikan dan pengembangan pada penelitian selanjutnya akan dilakukan perhitungan struktural (perhitungan manual atau FEA) untuk rangka, sambungan, dan las pada beban maksimum dengan faktor keamanan yang sesuai, selain itu Penilaian RULA & REBA dari troli hasil rancangan sehingga diharapkan troli dapat berfungsi lebih optimal, aman, dan nyaman jika digunakan dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sokhibi, M. A. Alifiana, and M. I. Ghozali, "Perancangan Troli Ergonomi pada Aktivitas Pengangkutan Beras di Penggilingan Padi," vol. 2, no. 2, p. 111, 2018.
- [2] M. S. Anggraini and H. I. Setiawan, "Perancangan Troli Galon Berbasis Ergonomic Function Deployment (EFD)," vol. 4, no. 1, pp. 20-28, 2022.
- [3] A. A. Nashida, D. A. Nuriyadi, N. S. Prameswari, I. P. Senthika, Z. N. Rahma, and R. A. Imran, "Perancangan Troli Ergonomis sebagai Alat Bantu Angkut Karung dengan Quality Function Deployment pada Penggilingan Padi Sri Rezeki di Banyumas," vol. 8, no. 1, pp. 60-69, 2024.
- [4] P. C. McAlpine, *Evaluation of the Effect of a Modified Wedge Geometry on the Behavior of Mono-Strand Post-Tensioning Anchorages*. Villanova University, 2014.
- [5] M. S. SYAFUADTUDDIN, "TINJAUAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEKERJAAN STRUKTUR BOX GIRDER BALANCE CANTILEVER DENGAN METODE FORM TRAVELER PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN OGAN TOL KAYU AGUNG PALEMBANG BETUNG," 2021.
- [6] R. F. Ardhi and O. A. Putra, "ANALISIS LOSS OF PRESTRESS PCI GIRDER AKIBAT METODE POST TENSION SINGLE STRESSING PADA PROYEK JEMBATAN DAN JALAN X KARAWANG STA 0+ 225-0+ 300," vol. 5, no. 1, pp. 93-102, 2025.
- [7] A. J. J. B. q. Card and safety, "The problem with '5 whys'," vol. 26, no. 8, pp. 671-677, 2017.
- [8] A. R. Ardiansyah, G. Anindita, M. Dhani, Health,, and E. Engineering, "Penerapan Metode Double Ishikawa dan 5 Whys Analysis Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja," vol. 3, no. 1, pp. 66-73, 2025.
- [9] C. B. K. Sampurno, O. A. Nugroho, and R. C. E. Putri, "OPTIMASI KINCIR AIR TIPE

UNDERSHOT: PENGARUH JUMLAH SUDU DAN KETINGGIAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN EKSPERIMENTAL: Bahasa Indonesia," vol. 10, no. 1, pp. 14-20, 2024.

- [10] Y. Eddy, "Penyelesaian Penyebab Bottle Neck Article SOT 2875 Pada Proses Join Collar di PT Ameya Livingstyle Indonesia," vol. 3, no. 1, pp. 51-55, 2020.
- [11] O. A. Nugroho, K. Y. Antonio, and G. J. M. J. T. M. Purwanto, "Perancangan dan Pembuatan Mesin Grinda Mantis Chip (GMC) Untuk Mengoptimalkan Proses Pengrindaan Chip Di PT. Promanufacture Indonesia," vol. 16, no. 02, pp. 154-162, 2024.
- [12] O. A. Nugroho, I. A. Putra, A. W. C. Purnomo, and Y. I. Sarjono, "Rancang Bangun Mesin Crusher Bahan Nillon A402 Untuk Proses Daur Ulang di PT. Pandrol Indonesia," vol. 7, no. 2, 2024.
- [13] A. W. C. Purnomo, O. A. Nugroho, and E. D. J. M. J. T. M. Septiawan, "Metode Matrix Morfology Untuk Perancangan Bangun Alat Perakit Knob Switch Assy Electric Park Brake Module," vol. 15, no. 01, pp. 64-73, 2023.
- [14] O. A. Nugroho, Y. A. Apatya, F. O. S. P. Tukan, and Y. Sakti, "The Robot Design Rancang Bangun Robot Pembersih Solar PV Dengan Sistem Pengendali Nirkabel," vol. 14, no. 2, pp. 181-188, 2023.
- [15] Y. Yang, H. Liu, H. Ma, P. Wang, Q. Han, and B. J. T. I. Wen, "Experimental study on vibration characteristics due to cage damage of deep groove ball bearing," vol. 185, p. 108555, 2023.
- [16] D. Ginanti, "STRUCTURE DESIGN AND STRENGTH ANALYSIS OF CHILD SEAT FOR MOTORCYCLE," vol. 7, no. 1, pp. 38-45, 2021.
- [17] J. Kivistö-Rahnasto, "Machine safety design," vol. 4, no. 1, p. 1, 2000.
- [18] E. Bluff, "Safety in machinery design and construction: Performance for substantive safety outcomes," vol. 66, pp. 27-35, 2014.