

Analisis Alat Bantu Angkat (*Crane*) Berbentuk “n” Menggunakan Motorik Elektrik *Hoist Reel* Kapasitas 800 Kg

Friska Ayu Fitrianti Sugiono, Atikah Ayu Janitra*, Hartono, Wahyu Isti Nugroho, Slamet Priyoatmojo

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50275

Telp. +6224 7473417, 7499585, 7499586, Fax. +6224 7472396

*E-mail: atikahayujanitra@polines.ac.id

Diajukan: 27-03-2023; Diterima: 08-08-2023; Diterbitkan: 21-08-2023

Abstrak

PT Mekar Armada Jaya Tambun adalah perusahaan pada bidang *stamping and tool*. Proses produksi pencetakan dari lembaran material hingga menjadi *part* menggunakan mesin *press tool* dengan beberapa bentuk *part* berbeda dibutuhkan *dies* atau cetakan *part* dengan berbagai bentuk, dalam pemindahan *dies* ke mesin *press tool* pasti dibutuhkan alat angkat benda (*crane*). *Crane* juga digunakan untuk bongkar pasang perawatan *dies*, padatnya produksi serta keperluan dalam pengangkatan *dies* dibutuhkan tidak hanya satu *crane*, di PT. MAJ sendiri hanya memiliki satu *crane* dengan kapasitas 25 ton di setiap *line*, *crane* tersebut belum efisien dikarenakan tidak bisa menjangkau semua tempat. Maka dari kendala yang ada, dilakukan penelitian berupa alat yang dapat mengangkat *small dies* dengan nama *portable crane* dengan kapasitas angkat maksimal 800 kg. Tujuan penelitian yakni agar diperoleh alat yang dapat membantu proses pengangkatan *dies* lebih mudah dan sederhana. Alat ini dioperasikan secara elektrik menggunakan *hoist reel* dan sangat mudah digunakan, alat ini juga dapat dibongkar pasang. Perencanaan *crane hoist portable* ditujukan pada komponen utama meliputi: mesin pengangkat, rangka yang bisa di *adjust* serta ketahanan dalam mobilisasi. Analisis dilakukan untuk menguji kinerja alat, diperoleh peningkatan beban yang diangkat dari 3 percobaan pengangkatan beban yang telah dilakukan, masing-masing dapat mengangkat beban senilai 544,64; 679,64; 819,64 [kg].

Kata kunci: *Dies; Crane; Hoist Portable*

Abstract

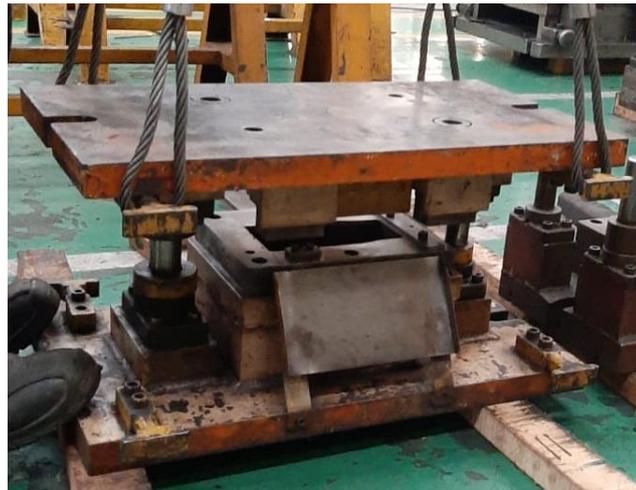
PT Mekar Armada Jaya Tambun is a company in the field of *stamping and tools*. The production process of printing from sheet material to become parts using a *press tool* machine with several different part shapes requires *dies* or printed parts with various shapes. In transferring *dies* to a *press tool* machine, a *crane* is definitely needed. *Cranes* are also used for disassembly and die maintenance. Production density and the need for lifting *dies* require not only one *crane*; PT. MAJ itself only has one *crane* with a capacity of 25 tons on each line. The *crane* is not efficient because it cannot reach all places. So from the existing constraints, research was carried out in the form of a device that can lift small objects called a *portable crane* with a maximum lifting capacity of 800 kg. The research objective is to obtain a tool that can make the process of lifting *dies* easier and simpler. This tool is operated electrically using a *hoist reel* and is very easy to use. It can also be disassembled. The planning of a *portable crane hoist* is aimed at the main components, including the lifting machine, adjustable frame, and resilience in mobilization. The analysis was carried out to test the performance of the tool. An increase in the load lifted from the 3 weight lifting experiments that had been carried out showed that each of them could lift a load of 544.64, 679.64, and 819.64 [kg].

Keywords: *Dies; Crane; Hoist Portable*

1. Pendahuluan

Perusahaan manufaktur tentu membutuhkan alat angkat benda berat untuk memindahkan barang dari satu posisi ke posisi yang lain. Berbagai alat bantu yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan benda-benda berat juga semakin berkembang, *crane* yang saat ini telah berkembang menjadi berbagai jenis. *Crane* bekerja dengan mengangkat material yang akan dipindahkan dengan memindahkan secara horisontal, kemudian menurunkan material ditempat yang diinginkan[1]. Alat bantu angkat (*crane*) memiliki bentuk dan kemampuan angkat yang besar dan mampu berputar hingga 360° dan jangkauan lengan yang mencapai puluhan meter[2].

Pembuatan *portable crane* berbentuk “n” dengan elektrik *hoist* ini dilatar belakangi oleh tidak adanya alat bantu dalam proses bongkar pasang *small dies* di *dojo press tool* PT. Mekar Armada Jaya. Berdasarkan *crane* yang telah ada di PT. Mekar Armada Jaya dapat dilihat pada Gambar 1, *crane* tersebut mengalami kesulitan untuk membantu proses bongkar pasang *dies* dikarenakan ukuran *crane* yang terlalu besar untuk *dies* yang akan diangkat, mengakibatkan operator cukup kesulitan saat membongkar maupun memasang *small dies*. Dari permasalahan yang ada, maka dilakukan penelitian berupa alat *crane* berbentuk “n” menggunakan elektrik *hoist* berkapasitas angkat 800 kg. *Crane* ini mampu untuk membongkar dan memasang *dies* dengan mudah karena ukuran yang sudah sesuai untuk *dies* sehingga tidak menyulitkan operator dalam pengoperasiannya[3].



Gambar 1. *Small Dies* 500 Kg

Adanya alat bantu angkat (*crane*) yang banyak digunakan di perusahaan manufaktur selama ini memiliki ukuran yang relatif besar sehingga mengalami kesulitan dalam membantu proses bongkar pasang *dies* dan juga menyulitkan operator untuk membongkar maupun memasang *small dies* [4]. Oleh sebab itu dibutuhkan *crane* yang berukuran kecil dan *portable* sehingga memudahkan operator dalam membongkar maupun memasang *small dies*. Crane terdapat beberapa jenis, diantaranya ialah overhead crane, overhead crane berdasarkan jenis Gerakan salah satunya adalah Gerakan hoist crane, yakni Gerakan naik dan turun untuk mengangkat dan menurunkan muatan.



Gambar 2. *Hoist Crane* dan *Electric Hoist Reels*

Hoist Crane adalah salah satu dari jenis pesawat angkat yang banyak dipakai sebagai alat pengangkat dan pengangkut pada daerah-daerah industri, pelabuhan, pabrik maupun bengkel [6]. Pesawat angkat ini dilengkapi roda dan lintasan rel agar dapat bergerak maju dan mundur sebagai penunjang proses kerjanya[7]. *Hoist crane* biasa digunakan untuk pengangkatan dan pengangkutan muatan di dalam ruangan. Letak *hoist crane* ini berada di atas, dekat dengan atap ruangan[8]. Berbeda dengan jenis pesawat angkat yang digunakan di daerah terbuka yang struktur rangka memiliki penopang yang berdiri tegak di tanah, pesawat angkat jenis ini penopangnya adalah sisi kiri dan sisi kanan dari bangunan itu sendiri[9]. Salah satu jenis *crane* yang digunakan adalah portable crane berbentuk “n” dengan elektrik *hoist*[5]. Pemilihan *hoist crane* berbentuk “n” karena kegunaannya sesuai dengan kebutuhan yakni sebagai alat bantu memindahkan *small dies*. Pemilihan beban angkat *crane* 800 kg dikarenakan *small dies* yang berada di PT. Mekar Armada Jaya adalah *small dies* dengan berat kurang lebih 500 kg. Sehingga dengan pencanaan beban angkat crane 800 kg akan mampu mengangkat *dies* dengan bobot 500 kg.

2. Material dan metodologi

2.1 Metode penelitian

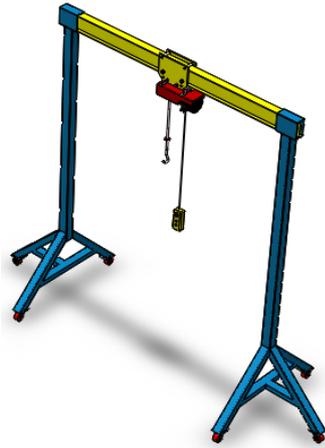
Adapun penelitian ini diawali dengan pengumpulan data tentang alat bantu angkat (*crane*) yang kemudian dijadikan sebagai teori dasar dalam proses perancangan alat. Selain itu juga dilakukan studi lapangan untuk memperoleh data pengamatan secara langsung pada penggunaan *crane* untuk pemindahan *small dies* di PT MAJ. Dari data yang telah terkumpul kemudian dibuat desain yang sesuai dengan kebutuhan di PT MAJ, berikutnya dilakukan perhitungan untuk mempermudah proses pembuatan komponen *crane*.

2.2 Rancang Bangun dan Bahan yang Digunakan

Desain konstruksi pada mesin *crane* kapasitas angkat 800 kg dengan didominasi besi baja UNP sebagai penyangga dan besi baja IWF sebagai penopang, besi baja UNP sebagai bahan penyangga pada desain di las rangkap dua, sedangkan besi IWF dipilih sebagai penopang untuk kebutuhan pembuatan sliding pada motorik *hoist reel* pada crane[10]. Kelebihan dari desain kerangka crane yang dibuat terletak pada kaki penyangga yang bisa digeser dengan sistem rel [11].

Adapun komponen mesin *crane* tersebut terdiri dari elektrik *hoist reel* seperti pada Gambar 3 yang dapat membantu pekerjaan di industri manufaktur menjadi lebih mudah karena dapat mengangkat barang berat yang tidak bisa diangkat secara langsung. Elektrik *hoist reel* yang digunakan mampu mengangkat barang yang beratnya mencapai 800 kg apabila menggunakan *double hook*, sedangkan apabila menggunakan *single hook* hanya mencapai kekuatan angkat 400 kg. Alat ini sering digunakan di industri, pabrik, dan bengkel[12].

Komponen berikutnya adalah kerangka *crane* yang berfungsi sebagai penghubung komponen-komponen alat bantu angkat (*crane*)[13]. Pemasangan roda pada *crane* akan mengurangi gaya gesek sehingga energi yang dikeluarkan untuk memindahkan alat lebih sedikit [14]. Roda yang digunakan pada crane ini berukuran 4 inch sebanyak 6 buah. Komponen lain adalah pemilihan material yang digunakan dalam pembuatan rangka *crane*. Dari seluruh komponen tersebut kemudian disusun sehingga menjadi satu alat bantu angkat *crane* yang sesuai dengan kebutuhan. Hal ini sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat bantu angkat (*crane*) berbentuk “n” menggunakan motorik elektrik *hoist reel* kapasitas 800 kg[8].



Gambar 3. Gambar Alat

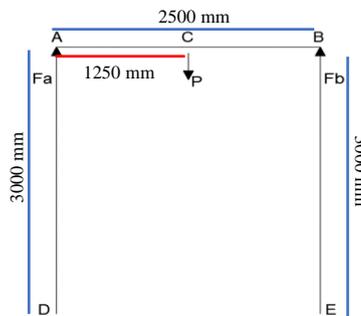
Keterangan :

1. Motorik Elektrik *Hoist Reel*
2. Besi IWF 150 sebagai penopang
3. *Trolley Crane*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Gaya pada Kerangka

Perhitungan Diagram Benda Bebas Kerangka Posisi Beban di Tengah Penampang



Keterangan:

P (Massa Beban) = 835 [kg]

W (Berat Beban) = 8191,35 [N]

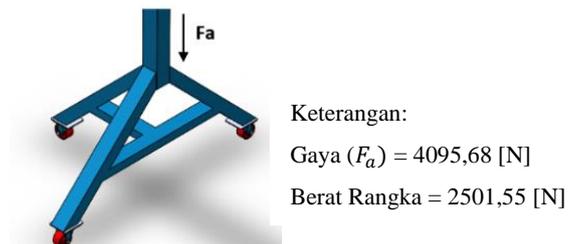
Gambar 4. Posisi beban di tengah penampang

Tabel 1. Perhitungan Diagram Benda Bebas:

Keterangan	Perhitungan
Momen di titik A	$\sum MA = 0 \quad (1)$ $(W \times AC) - (F_b \times AB) = 0$ $(8191,35 \times 1250) - (F_b \times 2500) = 0$ $F_b = 4096,68 \text{ N}$
Gaya pada sumbu x	$\sum F_x = 0 \quad (2)$
Gaya pada sumbu y	$\sum F_y = 0 \quad (3)$ $F_a + F_b - W = 0$ $F_a = 4095,68 \text{ N}$

3.2 Perhitungan Beban yang Ditahan Kaki Kerangka saat Posisi Beban di Tengah Penampang

Untuk perhitungan beban yang ditahan kaki kerangka saat posisi beban di tengah penampang pada kaki AD seperti pada gambar 5 yaitu:



Gambar 5. Gaya pada kaki AD

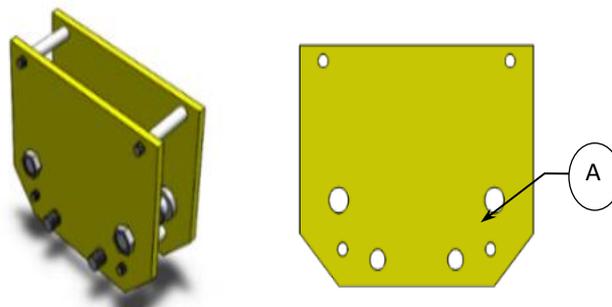
Beban yang ditahan berasal dari beban pada saat mengangkat material (F_b) dan setengah dari berat rangka *crane*.

$$\text{Beban pada kaki} = F_a + \frac{\text{Beban rangka}}{2} = 5346,45 \text{ N} \quad (4)$$

Jadi, beban yang diterima tiap kaki adalah $\frac{5346,45}{3} = 1782,15 \text{ N}$

Untuk beban yang diterima pada kaki BE sama dengan beban yang diterima kaki AD karena pada saat mengangkat beban posisi *trolley* berada di tengah penampang

3.3 Perhitungan Kekuatan AS pada *Trolley crane*



Gambar 6. *Trolley Crane*

Trolley Crane dibuat dari material ST37 dengan gaya yang bekerja sebesar 7848 N dan tegangan geser sebesar 230 MPa maka dapat diketahui nilai AS Pada Lubang A sebesar:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (5)$$

$$A = 34,12 \text{ mm}^2$$

Nilai A digunakan dalam perhitungan untuk menentukan nilai diameter:

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad (6)$$

$$D = 6,6 \text{ mm}$$

3.4 Perhitungan pada Motor Listrik

Alat ini dioperasikan dengan bantuan motorik elektrik *hoist reel* yang menggunakan tali *sling/wire rope hoist*. Jenis *hoist crane* ini menggunakan *chain* atau *wire rope* yang dipasang pada sebuah *drum* serta dilengkapi dengan *chain guide/rope guide* [15]. Pada bagian *drum* tersebut terhubung dengan *gear box* dan elektrik motor sehingga bisa berputar untuk menurunkan atau menaikkan beban. Daya yang dibutuhkan motor listrik, terlebih dahulu perlu ditentukan nilai torsi yang dibebankan pada alat tersebut. Diketahui gaya sebesar 7848 N dengan diameter 20 mm,

$$\tau = F \times \frac{D}{2} \quad (7)$$

$$\tau = 78480 \text{ Nmm} = 78,48 \text{ Nm}$$

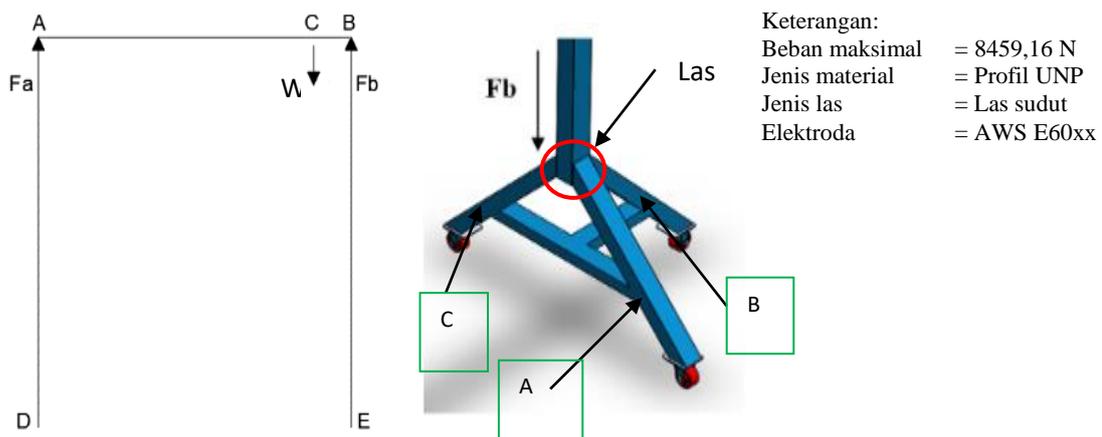
Diketahui N sebesar 30 rpm dengan $\tau = 78,48 \text{ Nm}$ maka daya yang dibutuhkan pada motor listrik sebesar:

$$P = \frac{T \times 2\pi N}{60} \quad (8)$$

$$P = 246,55 \text{ watt}$$

Jadi daya yang dibutuhkan sebesar 246,55 watt dan daya motor yang digunakan 1800 watt.

3.5 Perhitungan Kekuatan Las Pada Sambungan Kaki

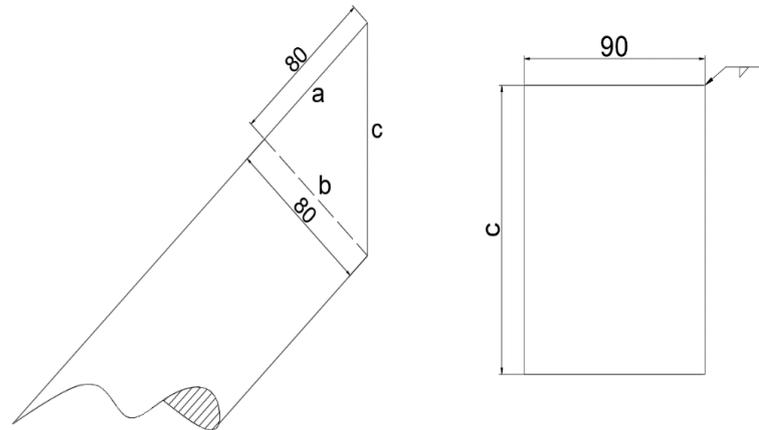


Gambar 7. Diagram benda bebas dan lokasi pengelasan

Perhitungan kekuatan las pada Gambar. 7 dilakukan pengambilan sampel pada bagian sambungan kaki, hal tersebut dilakukan karena beban tumpuan terbesar las ada di sambungan kaki. Untuk posisi *trolley* kami mengambil pada saat di tepi, karena pada saat posisi tersebutlah gaya yang ditahan salah satu kaki terbesar.

Mencari Panjang las (l):

Kaki A



Gambar 8. Posisi pengelasan

Panjang las pada kaki A sama dengan kaki C.

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$80^2 + 80^2 = c^2$$

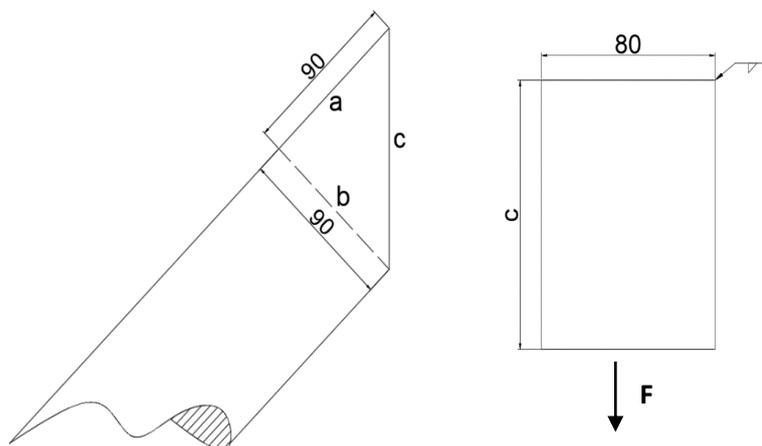
$$c = 113,14 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang las pada kaki A (l)} = 2 \times (p + l_b)$$

$$= 2 \times (113,14 + 90)$$

$$= 406,28 \text{ mm}$$

Kaki B



Gambar 9. Posisi pengelasan

Mencari panjang c :

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\text{Panjang las pada kaki B (l)} = 2 \times (p + l_b)$$

$$= 2 \times (127,28 + 80)$$

$$90^2 + 90^2 = c^2 \qquad \qquad \qquad = 2 \times (207,28)$$

$$c = 127,28 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad = 414,56 \text{ mm}$$

Maka panjang total las

$$= \text{kaki A} + \text{kaki B} + \text{kaki C}$$

$$= 406,28 + 414,56 + 406,28$$

$$= 1227,12 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan proses perancangan, dilanjutkan dengan pengoprasian, kemudian dilakukan proses pengujian mesin. Pengujian pertama menggunakan beban angkat 544,64 kg, dalam pengujian pertama ini menggunakan karung yang berisi pasir dimana tiap karungnya memiliki beban kurang lebih 133 kg seperti yang terdapat pada lampiran 17, ditambah berat kayu palet sebesar 10 kg. Didapatkan hasil penimbangan tiap satu karung pasir, apabila melakukan pengujian angkat sebanyak 4 karung maka berat yang diangkat sebesar $(133,66 \text{ kg} \times 4) + 10 \text{ kg} = 544,64 \text{ kg}$. Pengujian *crane* menggunakan benda uji sebesar 544,64 kg berhasil, rangka dan motor elektrik hoist reel tidak mengalami masalah ketika dilakukan pengangkatan beban, pada saat posisi benda diangkat dilakukan juga pengujian terhadap kekuatan *trolley crane* dan *body crane*, pada saat *crane* digerakan untuk menguji ketahanan *trolley crane* dan roda, alhasil tidak ada masalah pada pengujian pertama.

Pengujian kedua menggunakan beban angkat 679,64 kg, dalam pengujian kedua ini beban ditambah sebesar 135 kg. Pengujian kedua *crane* mengangkat beban 4 karung dengan dinaiki 2 orang di atasnya, ditambah berat palet kayu. Total beban yang diangkat: $(133,66 \text{ kg} \times 4) + (70 + 65) \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 679,64 \text{ kg}$. Pengujian *crane* menggunakan benda uji sebesar 679,64 [kg] berhasil, rangka dan motor elektrik *hoist reel* tidak mengalami masalah, pada posisi benda diangkat dilakukan juga pengujian terhadap kekuatan *trolley crane* dan *body crane*, pada saat *crane* digerakan untuk menguji ketahanan *trolley crane* dan roda, alhasil tidak ada masalah pada pengujian kedua.

Pengujian ketiga menggunakan beban angkat 819,64 kg, dalam pengujian ketiga ini beban ditambah sebesar 140 kg dari beban pengujian kedua. Pengujian ketiga *crane* mengangkat beban 4 karung di atasnya dinaiki 4 orang, ditambah berat palet kayu. Total beban yang diangkat: $(133,66 \text{ kg} \times 4) + (90 + 70 + 65 + 50) \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 819,64 \text{ kg}$. Pengujian *crane* menggunakan benda uji sebesar 819,64 kg berhasil, rangka dan motor elektrik hoist reel tidak mengalami masalah, pada posisi benda diangkat dilakukan juga pengujian terhadap kekuatan *trolley crane* dan *body crane*, pada saat *crane* digerakan untuk menguji ketahanan *trolley crane* dan roda, alhasil tidak ada masalah di pengujian ketiga. Diperoleh peningkatan beban yang diangkat dari 3 percobaan pengangkatan beban yang telah dilakukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Total Beban yang Diangkat

Pengujian Ke-	Total Beban [kg]
1	544,64
2	679,64
3	819,64

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan mesin tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa telah dilakukan penelitian berupa alat bantu angkat (crane) berbentuk “n” menggunakan motorik elektrik hoist reel memiliki spesifikasi panjang maksimal (3556 [mm]); lebar (1246 [mm]); tinggi (3000 [mm]); tenaga penggerak (motor listrik 1 phase); daya motor (1800 [watt]); kapasitas angkat maksimal (800 [kg]); tinggi angkat maksimal (2,5 [meter]). Panjang dari crane dapat disesuaikan dengan cara menggeser kaki penyangga sesuai kebutuhan. Hal tersebut dilakukan untuk menyesuaikan panjang crane dengan kondisi lingkungan yang ada. Pada kaki crane diberi 6 buah roda hidup dimana 2 diantaranya roda pengunci dengan tujuan mempermudah mobilitas dan rangka crane itu sendiri dapat dibongkar pasang agar pada saat dipindahkan menggunakan kendaraan lebih mudah karena tidak memakan tempat. Dilanjutkan dengan analisis kinerja, diperoleh bahwa peningkatan beban yang diangkat dari 3 percobaan pengangkatan beban yang telah dilakukan, masing-masing dapat mengangkat beban senilai 544,64; 679,64; 819,64 [kg].

Daftar Pustaka

- [1] P. Hartono, “Studi Analisis Penggunaan Alat Berat (Crane) Sebagai Alat Angkat,” *Teknik Perkapalan*, vol. 4, pp. 39–52, 2016.
- [2] Y. Kadang, “Rancang Bangun Alat Angkat (Crane) dengan Kapasitas Maksimum 150 Kg,” *J Chem Inf Model*, vol. 4, no. 1, pp. 34–43, 2013.
- [3] A. H. W. Putro, “Studi Analisis Penggunaan Alat Berat (Crane) Sebagai Alat Angkat Untuk Instalasi Vessel LP Dan HP Separator Proyek PLTP Rantau Dedap.,” *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 20, no. 2, p. 223, 2022, doi: 10.12962/j2579-891x.v20i2.12191.
- [4] I. Golovin, A. Maksakov, M. Shysh, and S. Palis, “Discrepancy-based control for positioning of large gantry crane,” *Mech Syst Signal Process*, vol. 163, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ymsp.2021.108199.
- [5] M. S. Zanjani and S. Mobayen, “Event-triggered global sliding mode controller design for anti-sway control of offshore container cranes,” *Ocean Engineering*, vol. 268, no. July 2022, p. 113472, 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.113472.
- [6] J. Vaughan, J. Yoo, N. Knight, and W. Singhose, “Multi-input shaping control for multi-hoist cranes,” in *2013 American Control Conference*, 2013, pp. 3449–3454. doi: 10.1109/ACC.2013.6580364.
- [7] W. Jiang, L. Ding, and C. Zhou, “Digital twin: Stability analysis for tower crane hoisting safety with a scale model,” *Autom Constr*, vol. 138, no. April 2021, p. 104257, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104257.
- [8] H. Wu, B. Zhong, H. Li, H. L. Chi, and Y. Wang, “On-site safety inspection of tower cranes: A blockchain-enabled conceptual framework,” *Saf Sci*, vol. 153, no. October 2021, p. 105815, 2022, doi: 10.1016/j.ssci.2022.105815.
- [9] P. Zhang, S. Zhang, Y. Wei, C. Le, and H. Ding, “Hydrodynamic characteristics of the crane vessel-three-bucket jacket foundation coupling hoisting system during the process of lowering,” *Ocean Engineering*, vol. 250, no. August 2021, p. 111034, 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.111034.
- [10] L. Hrabovský, D. Čepica, and K. Frydřýšek, “Detection of mechanical stress in the steel structure of a bridge crane,” *Theoretical and Applied Mechanics Letters*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.1016/j.taml.2021.100299.
- [11] E. Maleki, W. Singhose, J. Hawke, and J. Vaughan, “DYNAMIC RESPONSE OF A DUAL-HOIST BRIDGE CRANE,” 2013. doi: 10.0/Linux-x86_64.

- [12] C. H. Choi, "Modeling and analysis technique of the hoisting system in the monorail crane," *Fusion Engineering and Design*, vol. 182, no. August, p. 113240, 2022, doi: 10.1016/j.fusengdes.2022.113240.
- [13] H. Sadeghi, X. Zhang, and S. R. Mohandes, "Developing an ensemble risk analysis framework for improving the safety of tower crane operations under coupled Fuzzy-based environment," *Saf Sci*, vol. 158, no. October 2022, p. 105957, 2023, doi: 10.1016/j.ssci.2022.105957.
- [14] L. Ramli, Z. Mohamed, A. M. Abdullahi, H. I. Jaafar, and I. M. Lazim, "Control strategies for crane systems: A comprehensive review," *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 95. Academic Press, pp. 1–23, Oct. 01, 2017. doi: 10.1016/j.ymsp.2017.03.015.
- [15] V. L. Kodkin, A. S. Anikin, and A. A. Baldenkov, "The parametric control in the electric hoist drive of the tower crane," in *Proceedings - 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 269–273. doi: 10.1109/ICIEAM51226.2021.9446461.