

ANALISIS POSTUR KERJA dan *RE-DESIGN* ALAT BANTU *OUTBOARD ENGINE* PADA LABORATORIUM TRAINING *CENTRE REPARASI MESIN KAPAL*

Haidar Natsir Amrullah¹, R. Dimas Endro Witjonarko¹, Benedicta Dian Alfanda¹,
Abdul Gafur¹, George Endri Kusuma¹

¹ Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur, Indonesia 60111

Email: haidar.natsir@ppns.ac.id

Abstrak

Teaching Factory merupakan konsep pembelajaran yang dicanangkan PPNS yang mengacu pada standard dan prosedur yang berlaku di industri. Konsep pembelajaran *Teaching Factory* tersebut dilaksanakan dengan model *Dual System* yaitu model pembelajaran dengan melibatkan mitra industri sebagai instruktur dan fasilitator dalam praktek yang dilakukan di PPNS. Teknik Permesinan Kapal merupakan salah satu program studi yang ada di PPNS, dengan fokus bidang keahliannya adalah pada permesinan dan sistem dalam kapal. Untuk menunjang dan meningkatkan keahlian mahasiswa Teknik Permesinan Kapal, PPNS akan menyediakan Laboratorium khusus untuk *outboard engine* sehingga mahasiswa dapat mempelajari secara langsung. Permasalahan utama yang ada pada laboratorium *outboard engine* PPNS adalah pada aspek ergonomi. Alat bantu untuk praktikum reparasi *outboard engine* memiliki dimensi yang tidak sesuai dengan antropometri tubuh operator sehingga memiliki risiko keluhan otot skeletal. Penelitian ini dimulai dengan pengukuran skor RULA untuk pekerjaan reparasi *Outboard Engine*. Hasil skor RULA digunakan sebagai acuan penentuan dimensi alat bantu pekerjaan reparasi *Outboard Engine* dengan memperhatikan konsep antropometri dalam perancangan fasilitas kerja. Hasil *re-design* alat bantu kemudian diterapkan dan dilakukan perhitungan skor RULA setelah *re-design* sebagai perbandingan kondisi postur kerja sebelum dan sesudah dilakukan *re-design*. Postur kerja awkward pada operator memberikan beban berlebih dan berpotensi terjadi gangguan WMSDs. Hal ini ditunjukkan dari hasil skor RULA pada pekerjaan reparasi mesin sebesar 5 untuk bagian *head* mesin dan 6 untuk bagian *blade*. *Redesign* alat bantu *outboard engine* memungkinkan operator untuk bekerja dengan postur yang lebih ergonomis dengan menghilangkan gerakan jangkauan lengan terlalu tinggi dan membungkuk. Terbukti dari hasil skor RULA setelah perbaikan turun sebesar 3 untuk bagian *head* mesin dan 2 untuk bagian *blade*.

Kata Kunci: *Ergonomi, Outboard Engine, Postur Kerja, RULA*

Abstract

Teaching Factory is a learning concept launched by PPNS which refers to the standards and procedures applicable in the industry. The Teaching Factory learning concept is implemented with the Dual System model, which is a learning model involving industrial partners as instructors and facilitators in the practices carried out at PPNS. Ship Engineering Engineering is one of the study programs in PPNS, with the focus of its area of expertise is on machinery and systems in ships. To support and improve the expertise of Ship Engineering students, PPNS will provide a special laboratory for the outboard engine so that students can learn directly. The main problem that exists in the PPNS engine outboard laboratory is in the ergonomic aspect. The tool for outboard engine repair practicum has dimensions that do not match the anthropometry of the operator's body so it has a risk of skeletal muscle complaints. This study begins with the measurement of the RULA score for the Outboard Engine repair work. The results of the RULA score are used as a reference for determining the dimensions of the Outboard Engine repair work aid by paying attention to the anthropometric concept in the design of work facilities. The results of the re-design of the tools are then applied and the RULA score is calculated after the redesign as a comparison of the working posture conditions before and after the re-design. The awkward working posture for the operator gives excessive loads and the potential for WMSDs interference. This is shown from the results of the RULA score on engine repair work of 5 for the engine head and 6 for the blade. The redesign of the engine outboard aid allows the operator to work in a more ergonomic posture by eliminating overstressed arm motion and bending. Evidenced by the results of the RULA score after repairs decreased by 3 for the engine head and 2 for the blade.

Keywords: Ergonomics, Outboard Engine, Work Posture, RULA

1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) adalah salah satu sekolah vokasi yang berfokus pada bidang perkapalan yang ada di Surabaya. Teknik Permesinan Kapal adalah salah satu jurusan di PPNS, dengan fokus bidang keahlian lulusan adalah bidang

permesinan dan sistem dalam kapal. Saat ini, PPNS menerapkan sebuah konsep pembelajaran *Teaching Factory*, yaitu konsep pembelajaran yang mengacu pada *standard* dan prosedur yang berlaku di industri. Konsep pembelajaran *Teaching Factory* tersebut akan dilaksanakan dengan model *Dual System* yaitu model pembelajaran dengan melibatkan mitra

industri sebagai instruktur dan fasilitator dalam praktek yang dilakukan di PPNS. Untuk menunjang konsep pembelajaran *Teaching Factory* dengan metode *Dual System* khususnya bagi jurusan Teknik Permesinan Kapal, PPNS menyediakan sebuah laboratorium untuk *training outboard engine* dengan menggandeng industri sebagai mitra (instruktur dan fasilitator). Sehingga diharapkan mahasiswa mendapat bekal yang cukup sebelum terjun ke industri dengan adanya *training outboard engine* yang memang telah sesuai dengan standard industri. Pentingnya peran mitra industri yang dilibatkan dalam proses pembelajaran, diharapkan mampu menciptakan suasana pembelajaran yang berbeda dan dapat memberikan gambaran secara nyata kepada mahasiswa tentang kondisi di industri.

Laboratorium *outboard engine* yang disediakan oleh PPNS menjadi laboratorium yang terintegrasi dengan laboratorium reparasi mesin dan laboratorium simulator denah kamar mesin. Permasalahan utama yang ada pada laboratorium *outboard engine* PPNS adalah pada aspek ergonomi. Alat bantu untuk praktikum reparasi *outboard engine* memiliki dimensi yang tidak sesuai dengan antropometri tubuh operator sehingga memiliki risiko keluhan otot skeletal mengingat aktivitas praktikum dilakukan dalam jangka waktu 4 jam pelajaran.

Keluhan otot skeletal biasa disebut sebagai penyakit Work Related Skeletal Disorders (WMSDs). WMSDs adalah gangguan atau cedera yang terjadi pada otot, saraf, tendon, sendi, cartilage, dan spinal discus yang bersifat microtraumatic yang terakumulasi di tubuh karena tempat kerja atau postur kerja yang tidak sesuai dengan prinsip biomekanika [2]. Biomekanika merupakan cabang dari keilmuan ergonomi. Biomekanika menjelaskan beban yang dibawa pekerja dan meminimumkannya sehingga dapat mencegah keluhan otot skeletal [9]. Biomekanika juga mengukur kekuatan fisik yang dimiliki pekerja secara mekanis pada saat melakukan aktivitas dan cara kerja serta

fasilitas dan peralatan dirancang agar sesuai dengan kemampuan tubuh manusia ketika melakukan pekerjaan [11].

Salah satu metode yang tepat untuk mengevaluasi postur kerja adalah Rapid Upper Limb Assessment (RULA). RULA dikembangkan oleh Dr. Lynn Mc Attamney dan Dr. Nigel Corlett yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (University's Nottingham Institute of Occupational Ergonomics). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jurnal aplikasi ergonomi pada tahun 1993. RULA diperuntukkan dan dipakai pada bidang ergonomi dengan bidang cakupan yang luas [3]. RULA telah banyak diaplikasikan di berbagai jenis pekerjaan [1]; [3]; [4]; [5]; [7]; [8].

Penelitian ini mengaplikasikan metode RULA untuk menganalisis postur kerja reparasi *outboard engine* di laboratorium reparasi mesin kapal PPNS. Hasil analisis digunakan sebagai dasar *re-design* alat bantu kerja dengan memperhatikan prinsip antropometri tubuh. *Design* alat bantu yang dibuat diterapkan dan dibandingkan skor RULA sebelum dan sesudah perbaikan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder sebagai berikut:

- a. Data primer: Data primer adalah data yang berasal dari pengamatan langsung pada objek penelitian di lapangan yaitu kondisi aktual atau nyata dari laboratorium *outboard engine*, meliputi pengamatan langsung postur kerja operator saat melakukan pekerjaan reparasi *outboard engine*. Data yang digunakan berupa potret postur kerja operator saat melakukan pekerjaan reparasi bagian *head* mesin dan *blade* sebagai pekerjaan yang sering dilakukan.
- b. Data sekunder: Data sekunder adalah data yang didapatkan dari literatur yang terkait dengan objek penelitian. Selain itu juga data dari institusi terkait dengan SOP pekerjaan.

Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dengan pengukuran skor RULA untuk pekerjaan reparasi *outboard engine*. Hasil skor RULA digunakan sebagai acuan penentuan dimensi alat bantu pekerjaan reparasi *outboard engine* dengan memperhatikan konsep athropometri dalam perancangan fasilitas kerja. Hasil *re-design* alat bantu kemudian diterapkan dan dilakukan perhitungan skor RULA setelah *re-design* sebagai perbandingan kondisi postur kerja sebelum dan sesudah dilakukan *re-design*. Perhitungan skor RULA dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Membagi pengamatan postur tubuh menjadi dua grup, grup A memperlihatkan postur tubuh bagian lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), dan grup B terdiri dari Leher (*neck*), punggung (*trunk*), dan kaki (*leg*). Selain itu juga ada pengukuran beban dan skor aktivitas.
- b. Menilai setiap postur kerja operator menggunakan lembar kerja RULA (Gambar 1) ke dalam skor A dan B.
- c. Menentukan skor akhir RULA dari hasil kombinasi perhitungan skor A dan skor B.
- d. Menentukan action level dari postur kerja operator.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dilakukan pada pekerjaan reparasi *outboard engine* di laboratorium reparasi mesin kapal yang meliputi dua aktivitas, yakni reparasi bagian *head* mesin dan *blade*.

3.1 Hasil perhitungan skor RULA existing

Aktivitas reparasi bagian *head* mesin dilakukan dengan posisi berdiri dengan postur *awkward*. Postur kerja yang terbentuk menunjukkan bagian lengan atas dan bawah yang menjangkau terluar tinggi yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan postur kerja tersebut, Skor grup A untuk posisi lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan tangan (*wrist*), dan putaran pergelangan tangan (*wrist twist*) berturut turut adalah +4, +2, +2, dan +2 sehingga berdasarkan table A menghasilkan skor 4 (tanpa penambahan nilai posisi otot dan beban). Sedangkan skor grup B untuk posisi posisi leher (*neck*), batang tubuh (*trunk*), dan kaki (*leg*) berturut turut adalah +4, +1, dan +1 sehingga berdasarkan tabel B menghasilkan skor 5 (tanpa penambahan nilai posisi otot dan beban). Skor tabel A dan B kemudian dilihat perpotongannya pada Tabel C yang menghasilkan skor 5.

A. Arm and Wrist Analysis
 Step 1: Locate Upper Arm Position: +1, +2, +3, +4
 Step 2: Adjust: If shoulder is raised: +1, If upper arm is abducted: +1, If arm is supported or person is leaning: -1
 Step 3: Locate Lower Arm Position: +1, +2, +3, +4
 Step 4: Adjust: If either arm is working across middle or out to side of body: Add +1
 Step 5: Locate Wrist Position: +1, +2, +3, +4
 Step 6: Adjust: If wrist is bent from midline: Add +1
 Step 7: Wrist Twist: If wrist is twisted in mid-range: +1, If wrist is on or near end of range: +2
 Step 8: Look-up Posture Score in Table A: Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.
 Step 9: Add Muscle Use Score: If posture mainly static (i.e. hold 10 minutes): Or if action repeated occurs 4x per minute: +1
 Step 10: Add Force/Load Score: If load = 4-8 lbs. (intermittent): +0, If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1, If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2, If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3
 Step 11: Find Row in Table C: Add values from steps 7-9 to obtain Wrist & Arm Score. Find row in Table C.
Table A: Wrist Score
 Upper Arm: 1, 2, 3, 4
 Lower Arm: 1, 2, 3, 4
 Wrist Twist: 1, 2, 3, 4
 Wrist: 1, 2, 3, 4
Table B: Neck, Trunk and Leg Analysis
 Neck: 1, 2, 3, 4
 Trunk: 1, 2, 3, 4
 Leg: 1, 2, 3, 4
Table C: Neck, Trunk, Leg Score
 Neck: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
 Trunk: 1, 2, 3, 4, 5, 6
 Leg: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Scoring: (Final score from Table C)
 1-2 = acceptable posture
 3-4 = further investigation, change may be needed
 5-6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

Gambar 1. Lembar Kerja RULA



Gambar 2. Postur Aktivitas Reparasi bagian Head Mesin (Existing)

Berdasarkan kriteria skor RULA, angka 5 menunjukkan postur kerja yang dianalisis termasuk memiliki risiko keluhan otot dan harus diperbaiki secepatnya.

Aktivitas reparasi kedua, yakni bagian *blade* juga dilakukan dengan postur *awkward* terutama bagian punggung yang harus membungkuk karena posisi *blade* terlalu rendah seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Postur Aktivitas Reparasi bagian *Balde* Mesin (*Existing*)

Berdasarkan postur kerja tersebut terlihat bahwa sudut yang terbentuk terutama pada bagian batang tubuh (*trunk*) sangat besar menjauhi garis normal sebesar 92° . Posisi tersebut mengakibatkan besarnya skor RULA terutama yang didapatkan dari skor bagian B sebesar 7. Dengan skor A menunjukkan skor 3 maka skor RULA menjadi 6 yang dilihat dari perpotongan pada tabel C. Skor 6 mengindikasikan postur kerja yang tidak ergonomis dan harus segera dilakukan perbaikan.

3.2 Perancangan Alat Bantu

Hasil *assessment* RULA menunjukkan pekerjaan reparasi mesin baik pada bagian *head* mesin maupun *blade* memiliki skor yang tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa postur kerja yang terbentuk tidak ergonomis dan berisiko mengalami keluhan otot skeletal. Berdasarkan hasil tersebut, perlu dilakukan *re-design* alat bantu *outboard engine* yang memungkinkan operator bekerja dengan posisi yang lebih ergonomis, sehingga alat bantu didesign dengan mekanisme *adjustable* dapat diputar sehingga *outboard engine* dapat diposisikan vertical maupun horizontal dengan sudut putar dapat disesuaikan sehingga ketinggian bagian *head* mesin maupun *blade* sesuai dengan antropometri tubuh operator. *Re-design* ini memungkinkan posisi pekerjaan lebih ergonomis dan dapat mengurangi risiko keluhan otot skeletal.

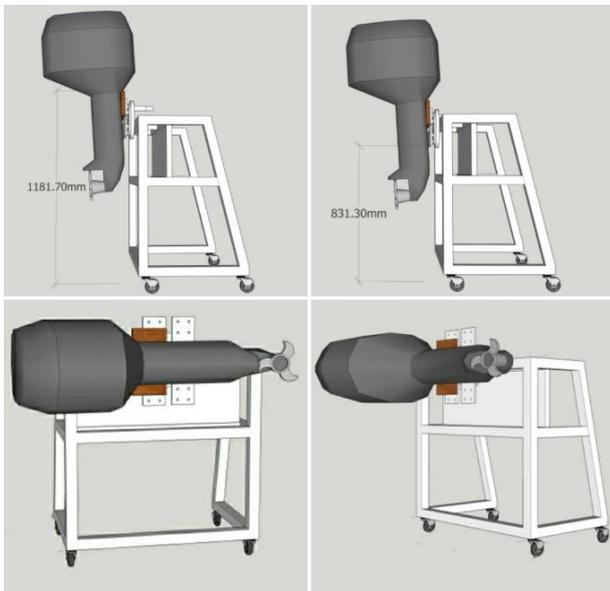
Berdasarkan Permen 5 Tahun 2018 [5], Pekerjaan posisi berdiri yang memerlukan ketelitian, untuk mengurangi pembebanan static pada otot bagian belakang, maka tinggi landasan kerja yang direkomendasikan adalah 5-10 sentimeter di atas tinggi siku berdiri. Berdasarkan konsep antropometri, dimensi ketinggian pengecam yang direkomendasikan adalah sebagai berikut.

- a. Tinggi maksimal:
 - Dimensi tubuh terpengaruh: tinggi siku berdiri
 - Persentil yang sesuai: 95%
 - Dimensi ragam maksimal sesuai table antropometri: 118.17cm
- b. Tinggi minimal:
 - Dimensi tubuh terpengaruh: tinggi siku berdiri
 - Persentil yang sesuai: 5%
 - Dimensi sesuai table antropometri: 73.13 cm
 - Dimensi ragam dengan penambahan: $73.13\text{cm} + 10\text{cm} = 83.13\text{ cm}$

Maka ketinggian pengecam dapat diatur dengan ketinggian maksimal 118.17cm dan

minimal 83.13 cm. Hasil perancangan alat bantu dapat dilihat pada Gambar 4.

Posisi pada pekerjaan reparasi bagian *head* mesin yang semula *awkward* akibat lengan menjangkau terlalu tinggi dengan skor RULA 5 turun menjadi 3 dengan postur lengan yang lebih ergonomis karena posisi *head* mesin dapat diturunkan. Posisi pada pekerjaan reparasi bagian *blade* juga mengalami perbaikan postur kerja dari semula harus membungkuk karena posisi *blade* berada di bawah dengan skor RULA 6.



Gambar 4. Desain alat bantu *outboard engine*

Berdasarkan skor RULA hasil perbaikan alat bantu *outboard engine* yang telah diaplikasikan dapat disimpulkan bahwa perbaikan yang dilakukan telah efektif dalam menurunkan risiko keluhan otot pada operator reparasi *outboard engine* yang ditandai dengan penurunan skor RULA. Secara terperinci perbandingan skor RULA sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Perbaikan alat bantu dengan mekanisme pengaturan ketinggian menjadikan pekerjaan dapat dilakukan dengan posisi berdiri tegak karena posisi ketinggian *blade* dapat diatur sesuai tinggi siku operator. Perbaikan yang dilakukan menghasilkan skor RULA 2.

Tabel 1. Perbandingan Skor RULA Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Pekerjaan	Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
	Servis head mesin	Servis bagian blade	Servis head mesin	Servis bagian blade
Perhitungan Rapid Upper Limb Assessment (RULA)				
Posisi lengan atas	4	2	2	1
Posisi lengan bawah	2	2	2	2
Posisi pergelangan tangan	2	1	2	1
Tekukan pergelangan tangan	2	2	2	2
Skor tabel A	4	3	3	2
Penambahan nilai posisi otot	0	0	0	0
Penambahan nilai beban	0	0	0	0
Total nilai A	4	3	3	2
Posisi leher	4	4	2	2
Posisi tubuh	1	4	1	1
Posisi kaki	1	1	1	1
Skor tabel B	5	7	2	2
Penambahan nilai posisi otot	0	0	0	0
Penambahan nilai beban	0	0	0	0
Total nilai B	5	7	2	2
Skor tabel C	5	6	3	2
TOTAL SKOR RULA	5	6	3	2

4. KESIMPULAN

Postur kerja *awkward* pada operator memberikan beban berlebih dan berpotensi terjadi gangguan otot skeletal atau biasa disebut WMSDs. Hal ini ditunjukkan dari hasil skor RULA pada pekerjaan reparasi mesin sebesar 5 untuk bagian *head* mesin dan 6 untuk bagian *blade*. *Re-design* alat bantu *outboard engine* memungkinkan operator untuk bekerja dengan postur yang lebih ergonomis dengan menghilangkan gerakan jangkauan lengan terlalu tinggi dan membungkuk. Terbukti dari hasil skor RULA setelah perbaikan turun sebesar 3 untuk bagian *head* mesin dan 2 untuk bagian *blade*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Jurusan dan Koordinator Program Studi Teknik Permesinan Kapal PPNS yang telah memfasilitasi perancangan di laboratorium *outboard engine*. Apresiasi juga

disampaikan kepada kepala laboratorium *outboard engine* PPNS dan pranata laboratorium yang telah membantu dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A, D. K., b, S. N., & Chung, M. K. (2020). Comparison of the Ovako Working Posture Analysis System, Rapid Upper Limb Assessment, and Rapid Entire Body Assessment based on the maximum holding times . *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2020
- [2] Battini, D., Botti, L., Mora, C., & Sgarbossa, Ergonomics and human factors in waste collection: analysis and suggestions for the door todoor method. *International Federation of Automatic Control (IFAC) PapersOnLine*, 838-843, 2018
- [3] Dzikrillah, N., & Yuliani, E. N, Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Rapid

- Upper Limb Assessment (RULA) Studi Kasus PT. TJ Forge Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 3*, 150-155, 2015
- [4] Irfan Syah Aji Wijaya, A. M, Analisa Postur Kerja Dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA) pada Operator Mesin Extruder di Stasiun Kerja Extruding pada PT. XYZ. *Jurnal OPSI Vol 11*, 49-57, 2018
- [5] Ioesman, T. I., Irawan, E., & Wisnubroto, P, Analisis Postur Kerja dengan RULA Guna Penilaian Tingkat Risiko Upper Extremity Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Jurnal Ergonomi Indonesia Vol. 05* , 39-46, 2019
- [6] Pemerintah Indonesia. 2008. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No.5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Lembaran Negara RI Tahun 2008, No. 567. Sekretariat Negara. Jakarta.
- [7] Prayitno, S., & Hanum, B, Analisa Postur Kerja Dengan Metode RULA pada Operator Proses Masking Fr Dan Rr D30d Di PT SS Plant 2. *Jurnal PASTI Volume XII*, 79-92, 2016
- [8] Raya, P. K., & Paridab, R, Ergonomic analysis of construction jobs in India: A biomechanical modelling approach. *Procedia Manufacturing 3*, 4606 – 4612, 2015
- [9] Setyanto, N. W., Tama, I. P., Sari, R. A., Lukodono, R. P., & Ardianwiliandri, R, Desain Alat Pembakaran untuk Pedagang Olahan Ikan Menggunakan Analisis Pengukuran RULA (Rapid Upper Limb Assesment). *Teknoin Vol. 25*, 80-93, 2019.
- [10] Stighfaniar, K., & Mulyono, Evaluasi Postur Kerja dan Keluhan Muskuloskeletal pada Pekerja Instalasi Farmasi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, Vol. 5*, 81-90, 2016
- [11] Sukadarina, E. H., Derosa, B. M., & Ghania, J. A, Postural assessment in pen-and-paper-based observational methods and their associated health effects: a review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 1-8, 2016