



PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN HEAT TREATMENT BERBASIS ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (EFD) di PT XYZ

¹Anis Nur Aini, ²Reza Ade Irmansyah, ³Waldoni Pramudita, ⁴Diki Taufik Hidayat, ⁵Kharida Rif'at Al Khumaidi, ⁶Achlis Haidar Rafi, ⁷Ferida Yuamita
Universitas Teknologi Yogyakarta

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

Korespondensi penulis: rezairmansyah13@gmail.com

Abstract. As a company engaged in fastener products, PT XYZ always prioritizes product quality. Through its training center, the company provides training for new employees, existing employees, and factory visitors who want to better understand the fastener product manufacturing process. Production machines, especially heat treatment machines, operate on a large scale, making it impossible to use them directly for basic training. The purpose of this study is to improve learning effectiveness by creating miniatures as an ergonomic learning medium for heat treatment. The EFD (Ergonomic Function Deployment) method is a user-centered design product development method that combines the principles of QFD (Quality Function Deployment) and ergonomics. Based on the results of the study, the highest priority scale was found in the attributes of miniatures that were able to represent heat treatment machines close to real conditions and display the sequence of processes in accordance with actual conditions. The success of the heat treatment learning media design was achieved by the achievement of the learning objectives, namely that users were able to understand the heat treatment process flow comprehensively and were able to operate the miniatures safely and easily.

Keywords: Heat Treatment, Miniature, Learning Media, Ergonomic Function Deployment (EFD), Quality Function Deployment (QFD)

Abstrak. PT XYZ sebagai perusahaan yang bergerak di bidang fastener products selalu menempatkan kualitas produk sebagai prioritas utama. Dengan melalui fasilitas training center sebagai sarana pelatihan bagi pekerja baru, pekerja lama, dan visitor pabrik yang ingin lebih memahami proses industri fastener products. Mesin produksi terutama mesin heat treatment beroperasi dalam skala besar sehingga tidak memungkinkan untuk dijadikan sebagai pelatihan dasar secara langsung. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan melalui pembuatan miniatur sebagai media pembelajaran heat treatment yang ergonomis. Metode EFD (Ergonomic Function Deployment), yaitu metode pengembangan produk berbasis kebutuhan pengguna (user-centered design) dengan menggabungkan prinsip QFD (Quality Function Deployment) dan ergonomi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh skala prioritas tertinggi terdapat pada atribut miniatur yang mampu merepresentasikan mesin heat treatment mendekati kondisi nyata dan menampilkan urutan proses yang sesuai kondisi aktual. Keberhasilan rancangan media belajar heat treatment dengan tercapainya tujuan pembelajaran yaitu pengguna mampu memahami alur proses heat treatment secara menyeluruh dan mampu mengoperasikan miniatur dengan aman dan mudah.

Kata Kunci: Heat Treatment, Miniatur, Media Pembelajaran, Ergonomic Function Deployment (EFD), Quality Function Deployment (QFD)

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia menuntut peningkatan kualitas sumber daya manusia yang tidak hanya terampil secara teknis, tetapi juga memiliki pemahaman yang baik terhadap proses kerja, khususnya pada proses yang memiliki tingkat risiko tinggi seperti heat treatment. Proses heat treatment merupakan salah satu

proses penting dalam manufaktur logam yang bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik material, namun di sisi lain memiliki potensi bahaya yang tinggi apabila tidak dipahami dan dijalankan dengan prosedur yang benar. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang efektif, aman, dan mudah dipahami untuk mendukung proses transfer pengetahuan kepada pekerja maupun peserta pelatihan.

Media pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan penjelasan lisan atau dokumen tertulis sering kali kurang optimal dalam menggambarkan proses kerja yang kompleks dan berisiko. Minimnya visualisasi dan simulasi dapat menyebabkan kesalahan pemahaman, yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun kesalahan operasional. Penggunaan media pembelajaran berbasis miniatur, manual book, dan video dinilai mampu meningkatkan pemahaman pengguna karena memberikan representasi visual dan sistematis terhadap proses heat treatment secara lebih nyata dan terstruktur.

Dalam perancangan media pembelajaran, aspek ergonomi menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Media yang tidak ergonomis dapat menimbulkan ketidaknyamanan, kelelahan, bahkan menurunkan efektivitas pembelajaran. Ergonomi berperan dalam memastikan kesesuaian antara media pembelajaran dengan kemampuan, keterbatasan, serta kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, pendekatan ergonomi diperlukan agar media pembelajaran yang dirancang benar-benar berorientasi pada pengguna (user-centered).

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan pengembangan dari metode Quality Function Deployment (QFD) yang mengintegrasikan kebutuhan ergonomi pengguna ke dalam proses perancangan produk atau sistem. Metode EFD memungkinkan penerjemahan kebutuhan pengguna ke dalam karakteristik teknis secara sistematis melalui House of Ergonomics (HoE). Pendekatan ini dinilai efektif dalam menghasilkan rancangan yang tidak hanya fungsional, tetapi juga aman, nyaman, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

PT XYZ sebagai perusahaan manufaktur yang menerapkan proses heat treatment membutuhkan media pembelajaran yang mampu mendukung kegiatan pelatihan dan pembelajaran internal secara optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran proses heat treatment berupa miniatur, manual book, dan video dengan pendekatan Ergonomic Function Deployment (EFD). Diharapkan hasil penelitian ini dapat menghasilkan media pembelajaran yang ergonomis, informatif, dan aplikatif, serta dapat meningkatkan pemahaman pengguna terhadap proses heat treatment secara aman dan efektif.

KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini didasarkan pada pendekatan ergonomi dalam perancangan media pembelajaran proses heat treatment dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD). Metode ini dipilih karena mampu menerjemahkan kebutuhan dan karakteristik pengguna secara sistematis ke dalam spesifikasi teknis rancangan melalui matriks House of Ergonomics (HoE). Penerapan EFD memungkinkan integrasi aspek keselamatan, kenyamanan, dan kemudahan penggunaan sejak tahap awal perancangan, sehingga media pembelajaran yang dihasilkan tidak hanya informatif secara teknis, tetapi juga ergonomis dan berorientasi pada pengguna. Landasan teoritis yang digunakan dalam

penelitian ini mencakup konsep media pembelajaran industri, prinsip ergonomi, serta mekanisme EFD dan HoE sebagai kerangka analisis utama dalam menghasilkan rancangan media pembelajaran heat treatment yang aplikatif untuk diterapkan di PT XYZ.

Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau materi pembelajaran secara sistematis guna meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kompetensi pengguna. Dalam konteks industri manufaktur, media pembelajaran berperan penting dalam menjelaskan proses kerja yang bersifat kompleks dan memiliki risiko tinggi, seperti proses heat treatment. Media pembelajaran yang efektif harus mampu menyajikan informasi secara jelas, mudah dipahami, serta mendukung proses belajar yang aman dan berkelanjutan.

Penggunaan media pembelajaran berbasis visual, seperti miniatur, manual book, dan video, dinilai lebih efektif dibandingkan metode konvensional karena mampu memberikan gambaran nyata terhadap alur proses kerja. Media tersebut memungkinkan pengguna untuk memahami tahapan proses, fungsi peralatan, serta potensi bahaya tanpa harus berinteraksi langsung dengan mesin atau lingkungan kerja yang berisiko. Dengan demikian, media pembelajaran dapat menjadi alat pendukung yang strategis dalam kegiatan pelatihan dan edukasi di lingkungan industri.

Ergonomi

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari kesesuaian antara manusia, sistem kerja, dan lingkungan kerja dengan tujuan meningkatkan keselamatan, kenyamanan, serta efektivitas kerja. Penerapan ergonomi tidak hanya terbatas pada perancangan alat dan lingkungan kerja, tetapi juga pada perancangan media pembelajaran. Media pembelajaran yang dirancang tanpa mempertimbangkan aspek ergonomi berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan, kelelahan, serta menurunkan efektivitas proses belajar.

Dalam perancangan media pembelajaran industri, aspek ergonomi mencakup kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, kenyamanan visual, serta kesesuaian ukuran dan bentuk media dengan karakteristik pengguna. Dengan menerapkan prinsip ergonomi, media pembelajaran diharapkan mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih optimal dan berorientasi pada pengguna (*user-centered design*).

Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan metode pengembangan desain yang mengintegrasikan kebutuhan ergonomi pengguna ke dalam karakteristik teknis produk atau sistem. EFD merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment (QFD)* yang menekankan aspek ergonomi sebagai prioritas utama dalam proses perancangan. Metode ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk atau sistem yang dirancang tidak hanya memenuhi fungsi teknis, tetapi juga aman, nyaman, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Pendekatan EFD dilakukan melalui identifikasi kebutuhan pengguna (*voice of customer*), kemudian diterjemahkan ke dalam respon teknis menggunakan matriks *House of Ergonomics* (HoE). Proses ini memungkinkan perancang untuk menentukan prioritas teknis berdasarkan tingkat kepentingan kebutuhan pengguna, sehingga hasil rancangan dapat lebih tepat sasaran dan aplikatif.

House of Ergonomics (HoE)

House of Ergonomics (HoE) merupakan matriks utama dalam metode EFD yang berfungsi untuk menghubungkan kebutuhan pengguna dengan karakteristik teknis rancangan. Struktur HoE terdiri dari beberapa elemen utama, antara lain kebutuhan pengguna, karakteristik teknis, hubungan antar keduanya, serta tingkat prioritas pengembangan. Melalui HoE, kebutuhan ergonomi pengguna dapat dianalisis secara sistematis dan kuantitatif.

Penggunaan HoE dalam perancangan media pembelajaran memungkinkan perancang untuk mengevaluasi sejauh mana karakteristik teknis yang diusulkan mampu memenuhi kebutuhan pengguna. Dengan demikian, HoE menjadi alat bantu yang efektif dalam menghasilkan rancangan media pembelajaran yang ergonomis, fungsional, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas media pembelajaran heat treatment yang dirancang untuk diterapkan di PT XYZ.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian perancangan (*design-based research*) yang bertujuan menghasilkan media pembelajaran proses *heat treatment* yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Objek penelitian adalah kegiatan pembelajaran dan pelatihan proses heat treatment di PT XYZ. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ergonomic Function Deployment* (EFD), yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna ke dalam karakteristik teknis media pembelajaran secara sistematis.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan berdasarkan kerangka metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan dan harapan pengguna terhadap media pembelajaran proses heat treatment. Identifikasi ini dilakukan melalui observasi dan kuesioner untuk memperoleh *voice of user* yang berkaitan dengan aspek keselamatan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, kejelasan informasi, dan efektivitas pembelajaran.

2. Penyusunan *House of Ergonomics* (HoE)

Kebutuhan pengguna yang telah diperoleh kemudian diterjemahkan ke dalam karakteristik teknis media pembelajaran menggunakan matriks *House of Ergonomics* (HoE). Pada tahap ini dilakukan penilaian tingkat kepentingan kebutuhan pengguna, hubungan antara kebutuhan pengguna dengan karakteristik

teknis, serta penentuan prioritas teknis yang menjadi dasar perancangan media pembelajaran.

3. Perancangan Media Pembelajaran

Berdasarkan hasil analisis HoE, dilakukan perancangan media pembelajaran berupa miniatur proses heat treatment, manual book, dan video pembelajaran. Perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan spesifikasi teknis yang telah diprioritaskan agar media yang dihasilkan memenuhi aspek ergonomi dan kebutuhan pengguna.

4. Evaluasi Rancangan

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kesesuaian rancangan media pembelajaran terhadap kebutuhan pengguna. Evaluasi dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil rancangan dengan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi pada tahap awal, guna memastikan bahwa media pembelajaran yang dirancang telah memenuhi tujuan penelitian.

HASIL

Relationship Matrix

Baris #	Atribut (Customer Needs)	Kolom #																											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1	Minimalkan yang menggunakan 90% dengan semua alat dan semua proses manufaktur HT secara otomatis.	●	●	●																									
2	Video dan manual book yang ukuran 100% dengan semua manufaktur.	△			●	●																						○	
3	Video dan manual book mudah digunakan pribadi dengan biaya yang sederhana.			△			●	●																					○
4	Thumbnail off terhadap berama harga rendah dan panel dapat dalam ruang 150-160 cm.									●	●	●															○		
5	Apa mudah belajar yang produksinya tidak mahal, ukuran video baik, dengan panel sangat nyaman optimal 1 meter.											●	●	●															
6	Adanya nilai peragaan bahaya pada manufaktur dan panel.																●										○		
7	Manual manufaktur dan P/C, ppa, ppa, dan ppa dengan mudah sehingga kuat aman, manufaktur tidak menggunakan panel, dan tpa tidak mahal.																	●	●		△								
8	Apa manufaktur anti slip dan terpa kebidannya.																	△			●	●							
9	Kontras warna tinggi pada panel kontrol dan manufaktur.										○											●	●						
10	Label nama proses pada manufaktur sangat mudah panel ppa, ppa, ppa.											△					●					●	●						
11	Manual book dan video yang menarik semua proses real time HT.	○			△	●	○	△																				●	○
12	Manufaktur dapat diproseskan tanpa menggunakan pribadi bisa digunakan semua manufaktur.											○															●	●	
13	Proses HT dapat diproseskan secara sangat <10 menit setelah satu kali dimonitor manufaktur.		△						●																		●	○	
14	Mampu mengoperasikan manufaktur dalam satu kali produksi sendiri, mudah video dan manual book.				△	●	△	△																				●	
15	Video dan manual book dapat diakses kapan saja dengan semua link atau QR Code yang diberikan di sisi manufaktur.																						△					○	●

Gambar 1. Relationship Matrix

Hasil Perhitungan House of Ergonomics (HoE)



Gambar 3. Hasil Miniatur Panel HT



Gambar 4. Hasil Miniatur Mesin HT

Hasil penyusunan *House of Ergonomics* (HOE) memberikan gambaran yang sistematis mengenai penentuan prioritas dalam perancangan miniatur mesin *Heat Treatment* dengan berfokus pada kebutuhan pengguna. Pada rumah pertama HOE, kebutuhan pengguna diidentifikasi dan diurutkan berdasarkan tingkat kepentingannya, di mana aspek kesesuaian miniatur dengan kondisi mesin sebenarnya, kejelasan alur proses, serta kemudahan pemahaman tahapan kerja menjadi prioritas utama. Kebutuhan tersebut menunjukkan bahwa pengguna menekankan pentingnya representasi proses yang akurat dan kejelasan informasi sebagai fungsi utama miniatur, sementara aspek pendukung visual dan informasi tambahan diposisikan sebagai pelengkap. Kebutuhan pengguna ini kemudian diterjemahkan ke dalam respon teknis pada rumah kedua HOE, yang mencakup penentuan alur proses *Heat Treatment* yang lengkap dan berurutan, pemilihan material yang aman dan tidak menghantarkan panas, serta penyediaan media visual yang efektif untuk mendukung pemahaman proses. Respon teknis lainnya tetap diperhitungkan, namun memiliki prioritas lebih rendah karena berfungsi sebagai pendukung pembelajaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perancangan media pembelajaran heat treatment berbasis metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) ditentukan berdasarkan kebutuhan pengguna yang diklasifikasikan ke dalam aspek ergonomi ENASE, yaitu efektivitas, kenyamanan, keselamatan, kesehatan, dan efisiensi. Variabel perancangan mencakup kesesuaian miniatur dengan mesin heat treatment sebenarnya, kejelasan dan ketepatan urutan proses, kemudahan memahami video serta manual book, keamanan penggunaan, dan efisiensi pengoperasian. Seluruh variabel tersebut diperoleh melalui kuesioner, observasi, dan wawancara, kemudian diterjemahkan menjadi spesifikasi teknis menggunakan pendekatan EFD.

Skala prioritas perancangan ditentukan melalui planning matrix yang mengombinasikan tingkat kepentingan, kepuasan pengguna, target pencapaian, improvement ratio, dan sales point. Hasil analisis menunjukkan bahwa prioritas utama terletak pada kemampuan miniatur dalam merepresentasikan kondisi mesin heat treatment yang nyata dan menampilkan alur proses yang sesuai dengan kondisi aktual. Prioritas berikutnya meliputi pemilihan material yang aman dan ergonomis, keselarasan antara miniatur, video, dan *manual book*, serta kemudahan pengoperasian panel dan kejelasan informasi visual, sementara atribut lainnya berfungsi sebagai pendukung efektivitas pembelajaran.

Keberhasilan rancangan ditunjukkan oleh tercapainya tujuan pembelajaran, yaitu pengguna mampu memahami alur proses *heat treatment* secara menyeluruh tanpa harus mengamati mesin asli yang berisiko. Selain itu, pengguna dapat mengoperasikan miniatur dengan aman dan mudah, memahami materi dalam waktu relatif singkat, serta mengurangi ketergantungan operator baru terhadap operator senior. Dengan demikian, media pembelajaran heat treatment berbasis EFD yang dihasilkan dinilai ergonomis, efektif, aman, dan layak digunakan sebagai sarana pendukung pelatihan di training center PT XYZ.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya mengkaji dampak penggunaan media pembelajaran secara lebih mendalam terhadap peningkatan kompetensi operator melalui analisis waktu belajar, tingkat kesalahan operasional, perbandingan skill matrix sebelum dan sesudah implementasi, serta penerapan metode tambahan seperti *usability testing*. Selain itu, bagi PT XYZ, media pembelajaran berupa miniatur, video, dan *manual book* hasil penelitian ini disarankan untuk diimplementasikan secara konsisten di Training Center sebagai sarana pelatihan operator baru maupun visitor, disertai evaluasi berkala untuk menilai efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi operator.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraini, M. septi and Setiawan, H. 2022. Perancangan Troli Galon Berbasis Ergonomic Function Deployment (EFD).
- Anshori, H. 2020. Perancangan Mesin Potong Akrilik Yang Ergonomis Dan Ekonomis Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD).
- Ansyar Bora, M., Prasetyo, W. and Studi Manajemen Rekayasa, P. 2023. Implementasi Ergonomic Function Deployment (Efd) Pada Perancangan Alat Bantu Pembuka Lempengan Komstir Sepeda Motor. *Sigma Teknika* 6(2), pp. 267–277.
- El Ahmady, F.R., Martini, S. and Kusnayat, A. 2020. Penerapan Metode Ergonomic Function Deployment Dalam Perancangan Alat Bantu Untuk Menurunkan Balok Kayu.
- Lin, Y.H. and Hasan, A.D. 2023. The CFD simulation of E1619 propeller open-water tests validated by the EFD in the NCKU towing tank. *Journal of Mechanics* 39, pp. 416–430. doi: 10.1093/jom/ufad034.
- Rizqiyah, W. and Ferida Yuamita. 2022. Perancangan Produk Pemetong Adonan Kerupuk dengan Metode Ergonomi Function Deployment (EFD). *Jurnal Riset Teknik Industri*, pp. 91–98. doi: 10.29313/jrti.v2i2.1084.
- Safira, E., Nofirza, Anwardi, Harpito, Rizki, M. and Nazaruddin. 2022. *Evaluation of Human Factors in Redesigning Library Bookshelves for The Blind Using The Ergonomic Function Deployment (EFD) Method*.
- Sunarsih, Nanda, M.I., Purnamasari, D., Baidowi, A. and Syarif, I.S. 2023. Verification and validation of ITTC benchmark ship CFD performance towards development of CFD and EFD combined methods. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. doi: 10.1088/1755-1315/1198/1/012027.
- Suzuki, K., Iwashita, H., Kashiwagi, M., Wakahara, M., Iida, T. and Minoura, M. 2024. An innovative EFD using FBG pressure sensors for ship seakeeping. *Journal of Marine Science and Technology (Japan)* 29(2), pp. 289–314. doi: 10.1007/s00773-024-00986-5.
- Wicaksono, B.W., Puteri, R.A., Nelfiyanti, N. and Setiawan, A. 2024. Perancangan Meja Kerja Pada Area Dismantle Dalam Meminimalisir Keluhan MsDs Di PT. XYZ Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri* 11(2), pp. 271–280. doi: 10.24853/jisi.11.2.271-280.