

Desain Perancangan Alat *Holder Nozzle* Pemadam Kebakaran dengan Metode QFD untuk Menurunkan Resiko Kerja

Mindar Agus Prasetyo, Annas Affandi, M. Sagaf, Sukarno Budi Utomo

Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

mindar.prasetyo@gmail.com, afandiannas@gmail.com, msagaf@unissula.ac.id

sukarno@unissula.ac.id

ABSTRACT

PT ABC is a fuel distribution company operating 24 hours a day, including product receiving and storage activities in tanks across three shifts. A past fire incident at the company highlighted the importance of reliable firefighting equipment. As a solution, a holder nozzle was developed, designed to maintain the nozzle's balance within the firefighting system. This research aims to reduce the ergonomic risks for firefighters and evaluate the effectiveness of the holder nozzle design. The method used involves ergonomic analysis of the nozzle's use during firefighting operations with the cooling technique. The holder nozzle is made of mild steel (Mild Steel/MS), consisting of three main components: a stand hydrant, a pipe stand, and a shaft. Additionally, a flexible joint was added to the discharge pipe to reduce vibration transmission. The results show that the holder nozzle successfully improved firefighting performance by reducing response time, expanding coverage area, and decreasing firefighters' physical fatigue. The implementation of the flexible joint also proved effective in reducing equipment damage risks caused by vibration.

Keywords: Ergonomic risk, flexible joint, firefighting, fuel distribution, holder nozzle, mild steel, operational safety, vibration.

ABSTRAK

PT ABC adalah perusahaan distribusi migas yang beroperasi 24 jam, termasuk kegiatan penerimaan dan penimbunan produk di tangki dalam tiga *shift*. Insiden kebakaran yang pernah terjadi di perusahaan ini menekankan pentingnya peralatan pemadam kebakaran yang andal. Sebagai solusi, dikembangkan *holder nozzle*, alat yang dirancang untuk menjaga keseimbangan *nozzle* pada sistem pemadam kebakaran. Penelitian ini bertujuan mengurangi risiko ergonomi petugas pemadam kebakaran serta mengevaluasi efektivitas desain *holder nozzle*. Metode yang digunakan melibatkan analisis ergonomi pada penggunaan *nozzle* saat pemadaman dengan teknik *cooling*. Desain *holder nozzle* terbuat dari baja ringan (*Mild Steel/MS*), yang terdiri dari tiga komponen utama: *stand hydrant*, *pipe stand*, dan *shaft*. Selain itu, ditambahkan *flexible joint* pada pipa *discharge* untuk mengurangi rambatan getaran. Hasil menunjukkan bahwa *holder nozzle* ini berhasil meningkatkan kinerja pemadaman dengan mengurangi waktu respons, memperluas area cakupan, serta mengurangi kelelahan fisik petugas. Implementasi *flexible joint* juga terbukti efektif dalam menurunkan risiko kerusakan peralatan akibat vibrasi.

Kata kunci: Baja ringan, distribusi migas, *flexible joint*, *holder nozzle*, keselamatan operasional, pemadam kebakaran, risiko ergonomi, vibrasi.

PENDAHULUAN

Kebakaran adalah kejadian bencana yang melibatkan nyala api, baik kecil maupun besar, di tempat yang tidak diinginkan, dan dapat mengancam keselamatan manusia, harta benda, dan lingkungan, terutama dengan kemajuan pembangunan yang pesat. Bahaya kebakaran muncul dari potensi ancaman yang dapat menyebabkan kerugian, mengharuskan perhatian dan tindakan preventif yang lebih serius (Kementerian PUPR, 2022). Kebakaran disebabkan oleh reaksi kimia cepat yang melibatkan tiga unsur utama: panas, udara, dan bahan bakar, yang dapat digambarkan melalui konsep segitiga api. Kebakaran terjadi ketika ketiga elemen tersebut hadir secara bersamaan, sedangkan keberadaan satu atau dua elemen saja hanya menghasilkan pijar (ILO, 2018). Menurut *National Fire Protection Association*, kebakaran merupakan hasil dari proses oksidasi yang mengakibatkan kerugian harta benda, cedera, atau kematian (NFPA, 2021). Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26 tahun 2008, kebakaran dimulai saat suatu bahan mengalami peningkatan suhu dan bereaksi dengan oksigen, yang menghasilkan panas dan api, dari tahap awal hingga penyebaran, serta pembentukan asap dan gas.

PT. ABC adalah perusahaan distribusi migas yang menyediakan bahan bakar minyak, gas, dan minyak pelumas, dengan beberapa departemen, termasuk Pemasaran *Retail* dan *Health Safety Security and Environmental (HSSE)*. Departemen HSSE bertanggung jawab untuk memonitor dan mengevaluasi kebijakan serta program keselamatan, termasuk pemadam kebakaran, guna menciptakan lingkungan operasi yang aman dan berwawasan lingkungan sesuai regulasi. Perusahaan beroperasi 24 jam dalam penerimaan dan penimbunan produk, namun pernah mengalami insiden kecelakaan, termasuk kebakaran.

Tabel 1. Data Insiden di PT ABC

Tahun	Bulan												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2022	7	5	8	5	4	3	7	4	4	8	6	6	67
2023	8	6	8	6	7	5	6	3	8	5	3		65

Sumber: Statistik Insiden PT ABC Regional Jawa Bagian Tengah, 2022

PT ABC menyadari pentingnya alat pemadam kebakaran untuk melindungi properti dan nyawa manusia dari ancaman kebakaran, dengan *nozzle* sebagai komponen utama. *Nozzle* pemadam kebakaran adalah perangkat penting yang terbuat dari kuningan atau aluminium, berfungsi untuk menyemburkan air dengan tekanan dalam bentuk pancaran atau *spray* (Sutrisno, 2021). Peranannya sangat krusial dalam sistem pemadam kebakaran, karena mengatur dan mengarahkan aliran bahan pemadam ke titik api. Pemilihan *nozzle* yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemadaman dan mengurangi risiko kerusakan (Setiawan & Ilham, 2022). *Nozzle* berfungsi untuk mengontrol arah dan tekanan air dari sistem pipa *fire hydrant*, membantu tim pemadam dalam situasi berisiko tinggi (Tayib, 2024). Selain mengarahkan aliran fluida, *nozzle* juga meningkatkan kecepatan air saat diberi tekanan yang sesuai dan dipasang pada ujung selang (Nurvira, 2023). Meskipun

nozzle sudah menjadi standar dalam peralatan pemadam kebakaran, perkembangan teknologi dan pengetahuan baru mendorong perlunya inovasi terus-menerus. Holder *nozzle* adalah perangkat yang dirancang untuk menyangga dan menjaga kestabilan *nozzle* injektor, berfungsi sebagai penghubung antara injektor dan pipa bertekanan tinggi. Desainnya sangat penting untuk memastikan keamanan dan stabilitas *nozzle* selama penggunaan, dengan mempertimbangkan karakteristik fisik dan lingkungan operasional (Ramadhana, 2022). Bahan konstruksi *holder*, seperti logam (baja, aluminium, besi) atau material non-logam (plastik, kayu), mempengaruhi kekuatan, keandalan, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan (Chandrasekaran & Srivastava, 2022). Proses pembuatan *holder* melibatkan langkah-langkah seperti pemotongan, pembentukan, dan perakitan yang harus dilakukan secara hati-hati untuk menjamin kestabilan dan keamanan penggunaannya.

Nozzle pemadam memiliki peran penting dalam pemadaman kebakaran dan pendinginan aset sekitar dari paparan panas, sehingga diperlukan alat untuk memegang *nozzle* tersebut. Pengoperasian dan *monitoring* yang dilakukan oleh regu pemadam selama 65 menit dapat berdampak negatif pada ergonomi dan konsentrasi mereka. Oleh karena itu, alat pemegang *nozzle* diperlukan untuk mengurangi beban kerja regu pemadam. Analisis dan simulasi pada pendinginan tangki timbun menunjukkan bahwa durasi operasi regu pemadam mencapai 65 menit dengan nilai REBA sekitar 9. Untuk mengurangi waktu dan meningkatkan ergonomi, alat pemegang *nozzle* dibutuhkan, terutama karena terdapat rambatan vibrasi dari pompa melalui sistem pipa.

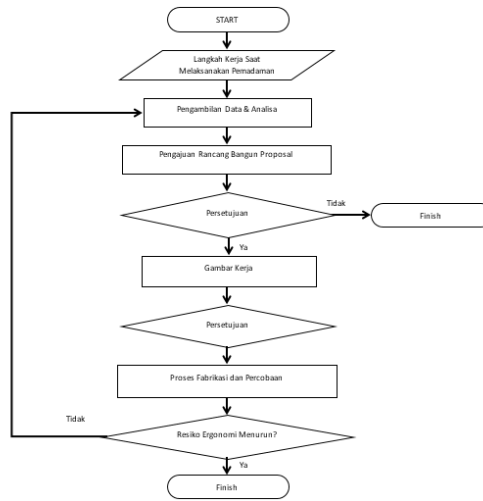
Dalam penelitian ini, permasalahan yang akan diuraikan berfokus pada dua aspek utama terkait penggunaan *nozzle* pemadam oleh petugas pemadam kebakaran, yaitu: bagaimana cara menurunkan nilai risiko ergonomi yang dihadapi oleh petugas saat menggunakan *nozzle* tersebut? Serta bagaimana efektivitas desain *holder nozzle* pemadam kebakaran dalam menurunkan risiko ergonomi untuk petugas pemadam? Sehingga proyek perancangan ini memiliki tujuan, yaitu: menurunkan nilai risiko ergonomi dari penggunaan *nozzle* pemadam oleh petugas pemadam kebakaran serta menilai efektivitas desain *holder nozzle* dalam mengurangi risiko ergonomi bagi petugas tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam proyek perancangan ini meliputi empat tahap utama. Pertama, dilakukan pengambilan dan analisis data dari regu pemadam kebakaran untuk memahami kebutuhan mereka. Selanjutnya, proposal proyek perancangan diajukan untuk mendapatkan persetujuan. Setelah itu, desain alat *holder nozzle* pemadam dikembangkan berdasarkan hasil analisis. Kemudian, dilakukan pengambilan data setelah desain selesai untuk mengevaluasi efektivitas alat dalam penggunaannya.

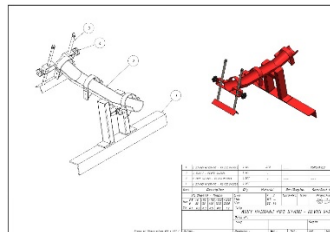
Ruang lingkup proyek perancangan ini berlokasi di PT ABC, Semarang, Jawa Tengah, dan fokus pada pengurangan risiko ergonomi bagi regu pemadam kebakaran

saat menggunakan *nozzle* pemadam. Tujuannya adalah meningkatkan keselamatan dan kenyamanan petugas pemadam. Berikut merupakan *flowchart* dari penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Desain konseptual merupakan tahap awal dalam perancangan yang membentuk ide-ide dasar dan struktur utama suatu produk. Dalam pembuatan *holder nozzle* pemadam kebakaran di PT ABC, desain ini mempertimbangkan efektivitas, keamanan, dan kemudahan penggunaan dalam situasi darurat, serta pengukuran dimensi yang tepat untuk aksesibilitas *nozzle*.



Gambar 2. Permohonan Desain Holder Nozzle Pemadam

Proses perancangan dimulai dengan merancang *holder* sesuai kebutuhan spesifik dan spesifikasi teknis, dengan prioritas pada pemilihan material yang kuat dan tahan terhadap panas serta korosi. Material yang dipilih adalah baja ringan (MS) karena ketahanannya, dan *holder* terdiri dari tiga komponen utama: *stand hydrant*, *pipe stand*, dan *shaft*.

Tabel 2. Material yang Dibutuhkan

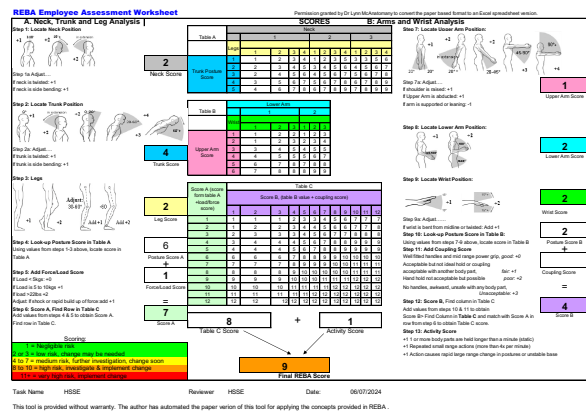
No	Deskripsi	Satuan	Keterangan
1	<i>Stand hydrant</i>	1 Pcs	Dimensi Panjang 600 mm, lebar 60 mm dan tinggi 285 mm
2	<i>Pipe stand</i>	1 Pcs	Dimensi Panjang 290 mm, lebar 145 mm dan tinggi 150 mm .

3	<i>Shaft</i>	8 Pcs	Dimensi Panjang 185 mm, lebar 60 mm dan tinggi 150 mm
---	--------------	-------	---

Desain perancangan alat *holder nozzle* pemadam adalah mengurangi resiko regu pemadam kebakaran dari resiko tinggi menjadi resiko rendah dengan perhitungan memakai REBA dan tervalidasi oleh personil ahli HIMU (Higiene Industri Muda).

HASIL DAN PEMBAHASAN

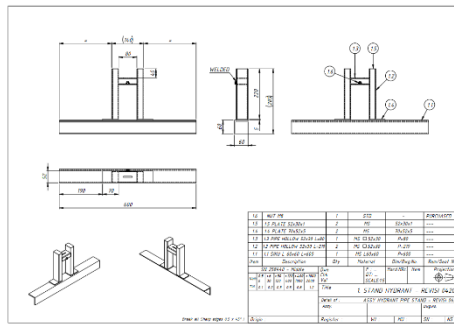
Langkah awal dilakukan pengukuran ergonomi dengan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) untuk pelaksanaan pemasangan *nozzle* secara manual dengan regu pemadam. Kemudian didapatkan hasil, sebagai berikut:



Gambar 3. Perhitungan REBA Sebelum Adanya Alat

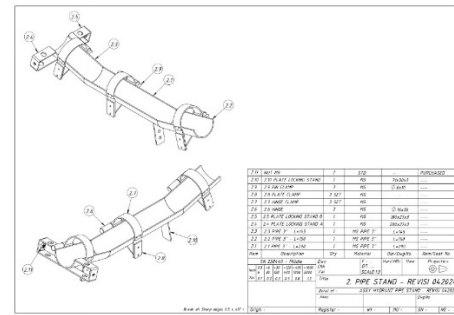
Pengukuran di lapangan menunjukkan skor REBA 9 untuk petugas pemadam kebakaran yang menggunakan *nozzle* pemadam, yang termasuk dalam kategori risiko tinggi.

Kemudian dilakukan perancangan desain *holder nozzle* pemadam kebakaran yang mengintegrasikan kebutuhan pelanggan dengan respons teknis, menggunakan material baja ringan (*Mild Steel/MS*) yang tahan korosi dan kuat. Terdiri dari tiga komponen utama: *stand hydrant*, *pipe stand*, dan *shaft*. Desain ini meningkatkan kinerja pemadaman, mempercepat waktu respons, memperluas area cakupan, dan mengurangi kelelahan fisik, sehingga memastikan kesiapan PT ABC dalam menghadapi situasi darurat kebakaran.



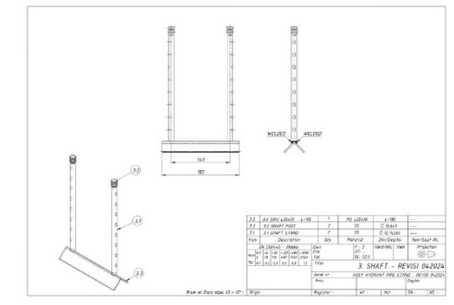
Gambar 4. Desain Stand Hydrant

Stand Hydrant adalah komponen dalam sistem pemadam kebakaran yang mendukung dan memberikan akses mudah ke *nozzle* pemadam. Ditempatkan secara strategis, *Stand Hydrant* memastikan akses cepat alat pemadam kebakaran saat keadaan darurat.



Gambar 5. Desain Pipe Stand

Pipe Stand adalah struktur penopang yang mendukung dan menstabilkan pipa dalam sistem pemadam kebakaran. Terbuat dari baja ringan (*Mild Steel*), *Pipe Stand* memastikan pipa tetap stabil dan aman, dilengkapi dengan pipa utama, pelat pengunci, engsel, klem, serta mur dan baut.



menahan tekanan dan beban, dengan fokus pada presisi dan stabilitas agar aliran fluida tetap konsisten.

Setelah melakukan perancangan desain, dilanjutkan dengan proses fabrikasi.

Tabel 3. Pelaksanaan Fabrikasi

No.	Pekerjaan	Hari Ke I	Hari Ke 2	Hari Ke 3	Hari Ke 4	Hari Ke 5	Keterangan
1	Persiapan						
2	Pabrikasi dan Pemotongan bahan						
3	Rangkai alat bantu						
4	Uji coba dan pengecoran						

Proses hari pertama yaitu persiapan peralatan dan material yang dibutuhkan, kemudian melakukan pabrikasi dan pemotongan bahan.

Tabel 4. Alat dan Material yang Dipersiapkan

Peralatan				
No	Nama	Jumlah	Satuan	Keterangan
1	Mesin Gerinda Potong	1	Set	
2	Mesin Gerinda halus	1	Set	
3	Las Listrik/Arc Welding	1	Set	
4	Kunci pas Hexagon	1	Set	
Material				
1.	<i>Cutting Wheel</i>	3	Pcs	
2.	<i>Grinding Wheel</i>	3	Pcs	
3.	Busur Las	2	Dooz	
4.	Pipa	4	Pcs	
5.	Besi <i>Plate</i>	1	Set	
6.	Mur Baut	20	Pcs	

Tahap ketiga melibatkan perakitan komponen alat bantu sesuai desain yang telah ditentukan. Tahap keempat adalah melakukan uji coba dan pengecatan di lokasi kerja, termasuk pengujian tekanan air pada *nozzle*.



Gambar 7. Uji Coba Alat

Setelah dilakukan pengujian alat maka dilakukan pengujian *performance* untuk mengetahui kegunaan dari alat tersebut untuk menurunkan resiko *ergonomic* pada alat tersebut.

REBA Employee Assessment Worksheet

SCORES

Task Name: HSEE Reviewer: HSEE Date: 01/08/2024

Final REBA Score: 3

Gambar 8. Perhitungan REBA Setelah Adanya Alat

Setelah penerapan alat *holder nozzle*, perhitungan REBA menunjukkan penurunan menjadi 3, yang mengindikasikan risiko ergonomi yang rendah bagi petugas pemadam kebakaran saat menggunakan *nozzle*.

Perancangan *holder nozzle* pemadam kebakaran tidak hanya dapat diukur secara finansial, tetapi juga memberikan manfaat signifikan yang meliputi peningkatan keandalan peralatan *nozzle* pemadam, pengurangan risiko cedera atau fatalitas bagi regu pemadam dengan menghilangkan peran mereka dalam memegang *nozzle*, serta peningkatan citra perusahaan dan kenyamanan bagi tim pemadam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat *holder nozzle* pemadam kebakaran berhasil menurunkan nilai ergonomi REBA dari 9 (tinggi) menjadi 3 (rendah) dengan menghilangkan peran regu pemadam dalam memegang *nozzle*. *Holder nozzle* tersebut juga telah terdaftar hak cipta dengan nomor EC00202481895. Manfaat yang diperoleh dari inovasi ini mencakup peningkatan keandalan *nozzle* pemadam, pengurangan risiko cedera atau kematian bagi regu

pemadam, serta peningkatan citra perusahaan dan kenyamanan kerja. Diperlukan analisis lebih lanjut mengenai kegunaan alat ini di industri lain selain PT ABC untuk mengoptimalkan manfaat yang dapat diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Benson, Greg. (2020). *Fire Prevention, Detection, and Response. The Professional Protection Officer (Second Edition)*. Pp. 157-164.
- Chandrasekaran, S., & Srivastava, G. (2022). *Fire-Resistant Design of Structures*. Boca Raton: CRC Press.
- Chandrasekaran, S., & Srivastava, G. (2022). *Fire-resistant Design of Structures*. CRC Press.
- Chen, Fanbao. (2023). Improving the fire-extinguishing effect of pneumatic extinguishers with airflow-spray synergistic jet: Investigation of nozzle position and number of nozzles. *Case Studies in Thermal Engineering*, Volume 47, 103124.
- Ginting, R. (2020). Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 1003.
- Hall, S. (2023). *Fire loss in the United States During 2022*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Hasibuan, H., Purba, B., Marzuk, M., Sianturi, M. E., Armus, A., Gusty, S., ... & Jamaludin, J. (2020). *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.
- International Labour Organization (2018) *Manajemen Risiko kebakaran*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). *Pedoman Penanganan Kebakaran*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26 tahun 2008 tentang Penanganan Kebakaran (Nomor 26/2008)*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- National Fire Protection Association, 2012. *NFPA 99 - Standard for Health Care Facilities Code - Tentative Interim Amendment*. Quincy, MA: NFPA.
- Nurvira, K. A. (2023). *Sistem Pemeriksaan Alat Pemadam Kebakaran Pada Dinas Pemadam Kebakaran Dan Penyelamatan Kota Banda Aceh Dalam Perspektif Milk Al Daulah* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry).
- Setiawan, E., Ilham, M. M., & Pramesri, Y. S. (2023). *Rancang Bangun Nozzle Sprayer Pada Mesin Rotary Drum Filter 3M* (Doctoral dissertation, Universitas Nusantara PGRI Kediri).

Sutrisno, H. H. S., Setyadi, P., Luthfiana, R., Sinta, A., Alfiani, K., & Ismail, A. (2021, December). PELATIHAN PENANGGULANGAN KEBAKARAN BAGI KOMUNITAS PRAMUKA NU DKI JAKARTA. In *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 2, pp. SNPPM2021ST-117).

TAYIB, M. I. A., & TAYIB, M. I. A. (2024). *ANALISIS OPTIMALISASI KESIAPAN PENGGUNAAN ALAT-ALAT PEMADAM KEBAKARAN DI MV. MUARA MAS* (Doctoral dissertation, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar).