

Evaluasi Kinerja Jalur Perpipaian Sistem Pemadam Kebakaran dengan Media Pemadam Api Jenis *Gas Clean Agent Halocarbon HCFC Blend A* pada Ruang Mesin Kapal

Nada Fitria Hisanah^{1*}, R. Dimas Endro Witjonarko², Ekky Nur Budiyanto³

Program Studi D4 Teknik Perpipaian, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: nadahisanah@student.ppns.ac.id^{1*}; dimasend@ppns.ac.id²; ekky@ppns.ac.id³;

Abstract – The engine room is one of the most critical compartment that have significant level of risk. There are so many equipment, device, and environment considered have potential caused of fire. Those of the potential component could rise probability of fire. Therefore safety operation on engine room should become as a main aspect for the engine room operation. Considered on environment issue, fire suppression medium Halocarbon HCFC Blend A (AF11E) would become as prospective fire suppression medium on the future. Application of the HCFC medium has been applied to extinguish fire on industrial control panel room (factory, plant). Other applications is on traffic control room in the airport. The application of the medium is not common on ship engine room. This research discusses the performance evaluation of fire suppression system piping using the fire suppression medium Halocarbon HCFC Blend A in the ship engine room. The pipe sizes used are 4-inch discharge pipe, 3-inch main pipe, 2-inch separator pipe, and 1-inch branch pipe. The number of outlet nozzles used was 49, the required extinguishing agent supply amount was 1126.916 kg for 70 kg bottle contents, and 15 extinguishing agent cylinders were required.

Keywords: Clean Agent, Discharge Nozzle, Engine Room

Nomenclature

C	Agent design concentration (vol %)
m	Mass flow rate (kg/s)
Q	Volumetric flow rate (m ³ /s)
s	Specific volume (m ³ /kg)
T	Temperature (°C)
t	Time for flooding (s)
V	Volume of the protected hazard (m ³)
W	Quantity of clean agent (kg)

1. PENDAHULUAN

Ruang mesin merupakan salah satu bagian penting dari kapal untuk kelancaran operasional selama berlayar maupun pada saat bersandar dan bongkar muat. Dimana ruang mesin ini terdapat pada kapal yang memiliki kapabilitas pelayaran hingga internasional, dengan biro klasifikasi yang digunakan adalah *Lloyd Register*.

Mengingat pentingnya keberadaan *equipment* yang terdapat pada ruang mesin, maka perlu memperhatikan keamanan dan kelancaran operasional dengan mempertimbangkan dan mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan yang menghambat jalannya operasional pada ruang mesin. Salah satu hal yang perlu dipertimbangkan yaitu upaya pencegahan terhadap terjadinya bahaya kebakaran yang terjadi akibat kebocoran atau tetesan bahan bakar yang dapat mengancam dan menimbulkan bahaya kebakaran di ruang mesin. Sesuai dengan [7] yang menyatakan bahwa “kamar mesin kapal dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran tetap (*Fix Fire Extinguishing System*)”. Hal ini juga dijelaskan pada [4], bahwa setiap kapal harus dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran untuk mencegah terjadinya kebakaran, termasuk ruang mesin kapal.

Dalam penelitian ini, dilakukan evaluasi kinerja jalur perpipaian sistem pemadam kebakaran untuk ruang mesin kapal dengan media pemadam api jenis *Gas Clean Agent Halocarbon HCFC Blend A*. Pemilihan media pemadam jenis ini sangatlah tepat, karena media ini mampu memadamkan api secara efektif jika dibandingkan dengan media pemadam lain. Jenis media ini memiliki *discharge time* selama 10 detik [6]. Proses dari penelitian ini meliputi evaluasi dari desain jalur perpipaian, penentuan kapasitas dan kebutuhan media pemadam, perhitungan *flow rate flooding system*, serta penentuan jumlah *discharge nozzle* yang dibutuhkan. Kode dan standar yang digunakan sebagai acuan penelitian ini yaitu *Lloyd Register* dan *NFPA (National Fire Protection Association)*.

2. METODOLOGI

2.1 Discharge Nozzle

Dalam penentuan jumlah *discharge nozzle* yang digunakan, maka perlu mencari luas ruangan yang dilindungi dan area perlindungan pancaran *discharge nozzle* yang digunakan dengan Persamaan (1)

$$\text{Jumlah Nozzle} = \frac{\text{Luas area yang dilindungi}}{\text{Pancaran nozzle}} \quad (1)$$

2.2 Design Concentration

Minimum design concentration ditentukan oleh [6] sebagai konsentrasi pemadaman atau konsentrasi agent yang diperlukan untuk memadamkan api. Berikut ketentuan *Minimum design concentration* menurut [6] :

- Minimum design concentration* untuk class A adalah *Minimum Extinguishing Concentration (MEC)* class A x 1.2 *safety factor*.
- Minimum design concentration* untuk class B adalah *MEC class B* x 1.3 *safety factor*.

- c) *Minimum design concentration* untuk class C adalah MEC class A x 1.35 *safety factor*.

2.3 Specific Volume

Berdasarkan [6] untuk menghitung *specific volume* media pemadam pemadam api jenis *Gas Clean Agent Halocarbon HCFC Blend A* dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$s = 0.2413 + 0.00088t \quad (2)$$

2.4 Total Flooding Quantity

Berdasarkan [6] untuk menghitung jumlah *halocarbon clean agent* yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$W = \frac{V}{s} \left(\frac{c}{100-c} \right) \quad (3)$$

Untuk menentukan perkiraan jumlah tabung yang dibutuhkan, dapat dihitung dengan Persamaan (4), yaitu dengan membagi jumlah *clean agent* untuk keseluruhan sistem dengan kapasitas tabung aktual dan kemudian dibulatkan ke atas bilangan bulat berikutnya [2].

$$\text{Jumlah tabung} = \frac{\text{Quantity of clean agent (kg)}}{\text{Kapasitas tabung (kg)}} \quad (4)$$

2.5 Flow Rate Flooding System

Pada [6] disebutkan bahwa untuk *halocarbon clean agent, discharge time* yang diperlukan untuk mencapai 95% *minimum design concentration* dengan 20% *safety factor* adalah tidak lebih dari 10 detik. Untuk menentukan *flow rate* maka dilakukan dengan membagi berat media pemadam yang mengalir di pipa dengan *maximum discharge time* yaitu 10 detik. Untuk menghitung *flow rate flooding system* digunakan Persamaan (5).

$$Q = \frac{W}{t} \quad (5)$$

2.6 Sistem Perpipaan

Untuk perpipaan *gaseous fire extinguishing system* yang sesuai dengan [4], setiap pipa dari sistem pemadam kebakaran dengan media gas ini harus terbuat dari baja galvanis atau baja tahan korosi. Untuk *minimum thickness steel pipe untuk gas fire extinguishing system* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Minimum thickness for steel pipe for gas fire extinguishing system*

External diameter D, in mm	Minimum thickness, in mm	
	From bottles to distribution station	From distribution station to nozzles
21,3 - 26,9	3,2	2,6
30 - 48,3	4	3,2
51 - 60,3	4,5	3,6
63,5 - 76,1	5	3,6
82,5 - 88,9	5,6	4
101,6	6,3	4
108 - 114,3	7,1	4,5
127	8	4,5
133 - 139,7	8	5
152,4 - 168,3	8,8	5,6

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Sistem dan Media Pemadam

Pada ruang mesin kapal ini terdapat *equipment* yang sangat vital bagi operasional kapal seperti mesin induk (*main engine*), mesin generator (*Auxiliary Engine*), pompa, dan sebagainya yang memiliki kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran akibat kebocoran atau tetesan bahan bakar. Penentuan sistem dan media pemadam ini diatur oleh *Lloyd Register* dan NFPA 2001 “*Standard Clean Agent Fire Extinguishing system*”. Pada desain ini digunakan *Fixed Gas Fire Extinguishing System* karena area yang dilindungi memiliki potensi kelas kebakaran B, yaitu kebakaran yang disebabkan oleh bahan bakar cair dan gas yang mudah terbakar. Dalam desain ini media pemadam yang dipilih adalah *clean agent* dengan jenis *gas clean agent halocarbon HCFC Blend A*.

3.2 Penentuan Jumlah Discharge Nozzle yang Diperlukan

Perhitungan menggunakan Persamaan (1) dengan luas area engine room yang dilindungi adalah 495 m² dan luas area partial deck yang dilindungi adalah 406.656 m² dengan spesifikasi jarak pancaran *nozzle* sebesar 18.29 m, maka total jumlah *discharge nozzle* yang dibutuhkan adalah sejumlah 49 buah *discharge nozzle*.

3.3 Penentuan Kebutuhan Media Pemadam

- Design Concentration

Minimum design concentration untuk *clean agent* berdasarkan NFPA 2001, *minimum design concentration* untuk class B adalah MEC Class B x 1,3 *safety factor* dan tabel *Minimum Extinguishant Concentration HCFC Blend A* untuk MEC class B adalah 9.9, maka diperoleh nilai *Design Concentration Class B* sebesar 13.

- Specific Volume

Perhitungan *specific volume* menggunakan Persamaan (2), didapatkan nilai *specific vapour* sebesar 0,2722 m³/kg pada temperature 35°C.

Untuk menentukan kebutuhan pasokan media pemadam *clean agent* dapat ditentukan dengan Persamaan (3), maka diperoleh kebutuhan pasokan media pemadam sebesar 1126,916 kg. Kemudian untuk menentukan jumlah tabung yang digunakan dapat ditentukan dengan Persamaan (4), maka didapatkan hasil sebanyak 15 tabung *clean agent* dengan ukuran 75kg.

3.4 Flowrate Flooding System

Disebutkan bahwa untuk *clean agent halocarbon, discharge time* yang diperlukan untuk mencapai 95% *minimum design concentration* dengan 20% *safety factor* adalah tidak lebih dari 10 detik. Untuk

menentukan *flowrate*, maka digunakan Persamaan (5). Sehingga didapatkan nilai *flowrate flooding system* yaitu sebesar 112.6916 kg/s.

3.5 Desain Jalur Perpipaan

Pada perancangn ini, material pipa yang digunakan adalah pipa baja galvanis. Untuk diameter pipa yang digunakan yaitu untuk pipa utama digunakan diameter sebesar 3 inch atau 80 mm, untuk pipa *discharge* digunakan diameter sebesar 4 inch atau 100 mm, untuk pipa pembagi digunakan diameter sebesar 2 inch atau 50 mm, dan untuk pipa cabang diameter sebesar 1 inch atau 25 mm. *Routing* jalur perpipaan dilakukan untuk menentukan penempatan lokasi jalur perpipaan yang akan digunakan untuk menyalurkan fluida pemasok kebutuhan system pemadam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat evaluasi pada desain jalur perpipaan sistem pemadam kebakaran dengan media pemadam api *jenis clean agent halocarbon HCFC Blend A* dengan pemilihan material pipa yang digunakan adalah pipa baja galvanis dengan ukuran pipa yang digunakan adalah 4 inch untuk pipa *discharge*, 3 inch untuk pipa utama, 2 inch untuk pipa pembagi, dan 1 inch untuk pipa cabang. Serta jumlah *discharge nozzle* yang dibutuhkan sebanyak 49 buah dan kebutuhan pasokan media pemadam yang dibutuhkan sebesar 1126,916 kg, dengan jumlah tabung yang dibutuhkan sebanyak 15 tabung berkapasitas 75 kg. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai *flowrate flooding system* yaitu sebesar 112,6916 kg/s dengan *maximum discharge time* selama 10 detik.

5. SARAN

Adapun saran yang didapatkan berdasarakan kesimpulan dan hasil pembahasan pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *pressure drop* pada sistem perpipaannya.
2. Perlu dilakukan evaluasi perancangan sistem pemadam kebakaran dengan penggunaan media pemadam jenis *gas clean agent HCFC Blend A* pada area lain di kapal seperti *navigation room*, *pump room* dan *steering gear room*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, A., Ismail, K., & Taryana. (2020). Rancangan *Clean Agent Fire Supression System* di Ruang Panel Chiller Terminal 1

Bandar Udara International Juanda dengan Luas Ruangan 29, 43 Meter. Jurnal Ilmiah Aviastri Biru Vol. 13 No. 1.

- [2] *Ansul Sapphire Engineered Manual*. (2010). *Ansul Sapphire Engineered Manual Clean Agent System Design, Installation, Recharge and Maintenance Manual*
- [3] ISO 14520-6. (2016). Gaseous fire-extinguishing systems-Physical properties and system design, Part 6 : *HCFC Blend A extinguishant. International Standard*.
- [4] *Lloyds Register*. (2018). *Rules and Regulations for the Classification of Naval Ships*.
- [5] Margariyan, E., Julianto, E., & Budiyanoto, E. N. (2021). Perancangan Jalur Perpipaan *Fire Fighting System Jenis Hydrant dan Sprinkler pada Storage Tank*.
- [6] NFPA 2001. (2018). *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing System. National Fire Protection Association*.
- [7] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 12 PM Tahun 2022. (2022). Kelaiklautan Kapal Kecepatan Tinggi Berbendera Indonesia. MENTERI PERHUBUNGAN.
- [8] Suswantoro, A., Ashari, M., & Dhani, M. (2018). Analisa Resiko dan Perancangan FM-200 *Fire Supression System* pada Ruang Substation-C (Studi Kasus : Perusahaan Minyak dan Gas Bumi). *Proceeding 2nd Conference on Safety Engineering and Its Application*, 233-238.