

PERANCANGAN HIDRAN DI GUDANG PENYIMPANAN AMPAS TEBU PABRIK GULA BERDASARKAN NFPA 1

Diky Abdullah¹⁾, Moch. Luqman Ashari²⁾, Fitri Hardiyanti³⁾

¹Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

³Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS,
Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

³Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS,
Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111

Email: diky.k3ppns@gmail.com

Abstract

Sugar factory often experience fires in storage of bagasse as a production residue. Fires occurred 4 times with a loss of 200 million and stopped after 1.5 hours. In the National Fire Protection Association (NFPA) has been regulated of fire protection, namely in NFPA 1 chapter 34 about general storage. According to NFPA 1, hydrant fire protection refers to NFPA 14. The storage warehouse for sugar cane bagasse with a length of 40 m and a width of 20 m requires the transfer of 1 hydrant pillar with a pump power of 4,844 Kw. With a major head loss of 3.138842552 m and a minor head loss = 6.296601589 m.

Keywords : *bagasse, NFPA 1 , hydrant, fire protection*

Abstrak

Pabrik gula sering mengalami kebakaran dalam penyimpanan ampas tebu sebagai residu produksinya. Kebakaran terjadi 4 kali dengan kerugian 200 juta dan 1,5 jam berhenti. Dalam *National Fire Protection Association* (NFPA) telah diatur proteksi kebakaran yaitu pada NFPA 1 bab 34 mengenai penyimpanan umum. Menurut NFPA 1, proteksi kebakaran hidran mengacu pada NFPA 14. Gudang penyimpanan ampas tebu pabrik gula dengan ukuran panjang 40 m dan lebar 20 m memerlukan perpindahan 1 pilar hidran dengan daya pompa 4,844 Kw. Dengan *head loss* mayor 3.138842552 m dan *head loss* minor = 6.296601589 m.

Kata kunci : *ampas tebu, NFPA 1, hidran, proteksi kebakaran.*

PENDAHULUAN

Penyimpanan ampas tebu di gudang pabrik gula sering kali mengalami kebakaran. Pada tanggal 27 Agustus 2017 terjadi kebakaran gudang ampas tebu yang mengakibatkan berhenti giling selama 1.5 jam, kerugian sekitar 200 juta, dan nama baik pabrik gula terganggu (laporan kejadian, 2017). Selain itu pada tanggal 13 April 2017 menurut (ANTARANEWS, 2017), tanggal 28 Januari 2015, dan tanggal 2 Februari 2015 (PTPN10, 2015) juga terjadi kebakaran di gudang ampas tebu. Banyaknya kejadian kebakaran tersebut karena kondisi gudang ampas tebu tidak diperhatikan, proteksi kebakaran kurang.

National Fire Protection Association 1 (NFPA 1) merupakan standar untuk *fire code*. NFPA 1 ini digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan ini karena di Indonesia belum ada peraturan mengenai limbah padat, terutama ampas tebu dan sejenisnya (NFPA 1, 2018). Maka dari itu, pada penelitian ini akan membahas perancangan proteksi kebakaran berdasarkan NFPA 1 di gudang penyimpanan ampas tebu pabrik gula yaitu perancangan hidran.

METODOLOGI PENELITIAN

Gudang penyimpanan ampas tebu pabrik gula yang akan dibahas pada penelitian ini dijuluki gudang sarno dengan panjang 40, lebar 20 m, maka luasnya 800 m². Penelitian ini mengambil data primer berupa pengamatan langsung pada gudang penyimpanan ampas tebu dan wawancara ke berbagai pihak terkait sesuai dengan hasil kriteria *expertjudgement*. Kemudian dilakukan pembahasan dengan NFPA 1. Menurut NFPA 1, bahwa perancangan hidran mengacu pada NFPA 14 (NFPA 1, 2018). Setelah itu dilakukan perancangan peletakkan hidran menggunakan autoCAD pada gudang penyimpanan ampas tebu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Api merupakan proses oksidasi yang menghasilkan panas dan cahaya, namun kebakaran merupakan api yang tidak terkontrol dan tidak dikehendaki yang dapat menimbulkan kerugian harta benda maupun jiwa (Ashari, 2017). Gudang penyimpanan ampas tebu memerlukan perancangan hidran sebagai langkah kuratif ketika terjadi kebakaran, dikarenakan ampas tebu merupakan tipe bahan yang mudah terbakar kelas 1. Penentuan perancangan hidran berdasarkan NFPA 1 mengacu pada NFPA 14.

Jumlah hidran yang diperlukan untuk pabrik gula di gudang sarno didapatkan dengan menghitung menggunakan Persamaan 1:
$$\text{pilar hidran} = \frac{800 \text{ m}^2}{3,14 \times 30 \text{ m} \times 30 \text{ m}} = 0,28 \text{ hidran} \quad (1)$$

Pada perhitungan dapat diketahui bahwa jumlah pilar hidran yang dibutuhkan adalah 1 hidran. Setelah ditempatkan, ternyata perancangan hidran tetap 1 hidran untuk gudang ampas tebu seluas 800 m².

Perhitungan Head Loss

Data yang digunakan untuk menghitung *Head Loss* adalah sebagai berikut:

1. Q = 500 gpm = 1893 L/menit = 0.03155 m³/s dengan lama pancaran 30 menit. Hal itu dipilih atas pertimbangan jenis *standpipe* kelas III dan keefektifan kebakaran (NFPA 14,2016).

2. Luas Penampang = A, luas penampang didapat dengan rumus luas penampang pipa yaitu $\frac{1}{4}\pi D^2$ dengan diameter dalam pipa masing-masing yaitu 8" = 0,2027 m, 6" = 0,1541 m, 4" = 0,1023 m. Hal itu telah dikonversi bergantung pada Tabel 1.

$$\text{Pipa } 8'' = \frac{1}{4}\pi D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,2027 \text{ m})^2 = 0,032254 \text{ m}^2$$

Maka didapat nilai luas penampang sebagai berikut:

$$\text{Pipa } 8'' = 0,032254 \text{ m}^2$$

$$\text{Pipa } 6'' = 0,018641 \text{ m}^2$$

$$\text{Pipa } 4'' = 0,008215 \text{ m}^2$$

Tabel 1 Diameter Dalam Pipa Standar Jenis *Carbon Steel, Alloy Steel dan Stainless Steel*

Standard Sizes for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Pipe			
Nominal Pipe Size (in.)	Inside Diameter (in.)	Nominal Pipe Size (in.)	Inside Diameter (in.)
$\frac{1}{8}$	0.269	$2\frac{1}{2}$	2.469
$\frac{1}{4}$	0.364	3	3.068
$\frac{3}{8}$	0.493	4	4.026
$\frac{1}{2}$	0.622	5	5.047
$\frac{3}{4}$	0.824	6	6.065
1	1.049	8	7.981
$1\frac{1}{2}$	1.610	10	10.020
2	2.067	12	12.000

Source: Data from Reference [11].

Sumber Pritchard & leylegian, Tahun 2011

3. Kecepatan

Kecepatan aliran masing masing pipa dapat dihitung dengan Persamaan 2 yaitu :

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2), \text{ maka dapat dihitung } V_{8''} = \frac{0,03155 \text{ m}^3/\text{s}}{0,032254 \text{ m}^2} = 0,9766375 \text{ m/s}$$

$$V_{8''} = 0,9766375 \text{ m/s}$$

$$V_{6''} = 1,6898012 \text{ m/s}$$

$$V_{4''} = 3,8343313 \text{ m/s}$$

4. Viskositas

Berdasarkan Gambar 1 sifat-sifat air pada tekanan di bawah 1 atm, maka air pada suhu normal 30° C memiliki nilai $\mu = 0,00000801 \text{ m}^2/\text{s}$.

Temperatur (°C)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematik (m ² /s)	Tekanan uap jenuh (kgf/cm ²)
0	0,9998	1,792 × 10 ⁻⁶	0,00623
5	1,0000	1,520	0,00889
10	0,9998	1,307	0,01251
20	0,9983	1,004	0,02383
30	0,9957	0,801	0,04325
40	0,9923	0,658	0,07520
50	0,9880	0,554	0,12578
60	0,9832	0,475	0,20313
70	0,9777	0,413	0,3178
80	0,9716	0,365	0,4829
90	0,9652	0,326	0,7149
100	0,9581	0,295	1,0332
120	0,9431	0,244	2,0246
140	0,9261	0,211	3,685
160	0,9073	0,186	6,303
180	0,8869	0,168	10,224
200	0,8647	0,155	15,855
220	0,8403	0,150	23,656
240	0,814	0,136	34,138
260	0,784	0,131	47,869
280	0,751	0,128	65,468
300	0,712	0,127	87,621

Catatan: 1 atm = 101,3 kPa 1 kgf/cm² = 98,1 kPa

Gambar 1 Sifat – Sifat Air Pada Tekanan Dibawah 1atm

Sumber: Sularso, 2000

5. Bilangan Reynold

Bilangan Reynold (Re) dapat dihitung dengan Persamaan 3 yaitu:

$$Re = \frac{V \times D}{\mu} \quad (3) \text{ , dimana untuk masing-masing pipa dapat dihitung :}$$

$$Re_{8''} = \frac{0,9766375 \frac{m}{s} \times 0,202717 \text{ m}}{0,000000801 \text{ m}^2/s} = 247146,595$$

$$Re_{6''} = \frac{1,6898012 \frac{m}{s} \times 0,154051 \text{ m}}{0,000000801 \text{ m}^2/s} = 325091,595$$

$$Re_{4''} = \frac{3,8343313 \frac{m}{s} \times 0,10226 \text{ m}}{0,000000801 \text{ m}^2/s} = 489702,981$$

6. Friction Factor

Setelah bilangan reynold dihitung, dapat diketahui bahwa aliran merupakan aliran turbulen karena $Re > 2300$,

sehingga *friction factor* dapat dihitung dengan Persamaan 4 yaitu: $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{e/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right]$ (4)

$$\text{yaitu: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{0,000046/0,202717}{3,7} + \frac{2,51}{247146,595 \sqrt{f}} \right]$$

Perhitungan f ini menggunakan *what-if analysis goal seek* atau dicoba pada kedua sisi, jadi di dapat nilai = 0.01415097. Berikut ini adalah nilai *friction factor* masing-masing pipa:

$$f_{8''} = 0.01415097$$

$$f_{6''} = 0.016828969$$

$$f_{4''} = 0.017356104$$

7. Head Loss Mayor

$$\text{Head Loss mayor dihitung dengan Persamaan 5 yaitu : } H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

Maka dapat dilakukan perhitungan *head loss* mayor pipa *suction*:

$$H_{L8''} = 0,01415097 \frac{20 \text{ m}}{0,202717 \text{ m}} \frac{(0,9766375 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9,80665 \text{ m/s}^2} = 0,06790137 \text{ m}$$

Sehingga total H_L pipa *suction* adalah 0,0679013 m.

Perhitungan *head loss* mayor pipa *discharge* pada hidran pilar :

$$H_{L8''} = 0,01415097 \frac{5,5 \text{ m}}{0,202717 \text{ m}} \frac{(0,9766375 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9,80665 \text{ m/s}^2} = 0,018672879 \text{ m}$$

$$H_{L6''} = 0,016828969 \frac{20 \text{ m}}{0,154051 \text{ m}} \frac{(1,6898012 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9,80665 \text{ m/s}^2} = 0,3179841 \text{ m}$$

$$H_{L4''} = 0,017356104 \frac{21,5 \text{ m}}{0,10226 \text{ m}} \frac{(3,8343313 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9,80665 \text{ m/s}^2} = 2,734284164 \text{ m}$$

Sehingga total H_L pipa *discharge* adalah 3,070941173 m.

8. Head Loss Minor

Pada perancangan hidran didapat beberapa *fitting* baik dalam *suction* maupun *discharge*, ditunjukkan pada Tabel 2 dan peletakannya dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2
 Tabel Fitting Hidran

Fitting suction	jumlah	k (Le/D)
check valve 8"	1	600,0000
SB 8"	1	30,0000
Fitting discharge	jumlah	k (Le/D)
SB 8"	4	30,0000
check valve 8"	1	600,0000
gate valve 8"	4	8,0000
BT 8"	1	60,0000
SC 8" - 6"	1	0,10000
SB 6"	1	30,0000
SC 6" - 4"	1	0,1500
globe valve 4"	1	340,0000
SB 4"	2	30,0000

Sumber: Hasil perhitungan kebutuhan *fitting* perancangan hidran, Tahun 2018

Head loss minor masing-masing *fitting* dapat dihitung dengan Persamaan 6 yaitu: $H_{lm} = \frac{L_s}{D} f \frac{v^2}{2g}$

(6) *Le/D* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel K Valve dan Fitting

Jenis sambungan	Equivalen Length, Le /D
Katup (terbuka)	
Katup gerbang (<i>gate valve</i>)	8
Katup globe (<i>globe valve</i>)	340
Katup sudut (<i>angle valve</i>)	150
Katup bola (<i>ball valve</i>)	3
Katup pengendali : jenis <i>globe</i>	600
: jenis sudut	55
<i>Foot valve</i> dengan saringan : <i>poppet disk</i>	420
: <i>hinged disk</i>	75
Belokan standar (<i>standard elbow</i>) : 90 ⁰	30
: 45 ⁰	16
<i>Return bend, close pattern</i>	50
<i>Standar Tee : flow through run</i>	20
: <i>flow through branch</i>	60

Sumber : Pritchard & Leylegian, Tahun 2011

Dari Persamaan 6 dan Tabel 3 dapat dihitung *head loss minor* tiap *fitting*. *Head loss minor* pipa suction

didapat nilai :

check valve 8" 0,412908285

SB 8" 0,020645414

Sehingga total H_{Lm} pipa *suction* adalah 0.433553699 m.

Head loss minor pipa discharge didapat nilai :

SB 8"	0,082581657
check valve 8"	0,412908285
gate valve 8"	0,022021775
BT 8"	0,041290828
SC 8" - 6"	0,004863133
SB 6"	0,073502032
SC 6" - 4"	0,021837948
globe valve 4"	4,423435897
SB 4"	0,780606335

Sehingga total H_{Lm} pipa discharge adalah 5,86304789 m.

Selanjutnya adalah menghitung head loss total antara pipa suction dan discharge menggunakan Persamaan 7 yaitu:

$$H = H_{L \text{ suction}} + H_{mL \text{ suction}} + H_{L \text{ discharge}} + H_{mL \text{ discharge}} \quad (7)$$

$$H = 0,0679013 \text{ m} + 0,433553699 \text{ m} + 3,070941173 \text{ m} + 5,86304789 \text{ m} = 9,435444141 \text{ m}$$

Dimana total head loss mayor = 3.138842552 m. Total head loss minor = 6.296601589 m.

Kebutuhan Pompa

Untuk menghitung daya pompa yang dibutuhkan dalam perancangan sistem hidran ini, maka diperlukan menghitung head pump (Hp) terlebih dahulu. Berikut ini merupakan perhitungan head pump menggunakan Persamaan 8 yaitu:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 + H_p - H = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2 \quad (8)$$

$$\text{Maka dapat disimpulkan: } H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + (h_2 - h_1) + H$$

$$H_p = \frac{1210000 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} - 0}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + \frac{(3,8343313 \text{ m/s})^2 - (0,9766375 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + (0 - (-20\text{m}))$$

$$+ 9,435444141 \text{ m}$$

$$H_p = \frac{1210000 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}}{9806,65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}} + \frac{14,702 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} - 0,954 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{19,613 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 20 \text{ m} + 9,435444141 \text{ m}$$

$$H_p = 123,386 \text{ m} + \frac{13,748 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{19,613 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 29,435444141 \text{ m}$$

$$H_p = 123,386 \text{ m} + 0,701 \text{ m} + 29,435444141 \text{ m. } H_p = 153,522 \text{ m}$$

Setelah diketahui head pump maka dilakukan perhitungan daya pompa menggunakan Persamaan 9 yaitu:

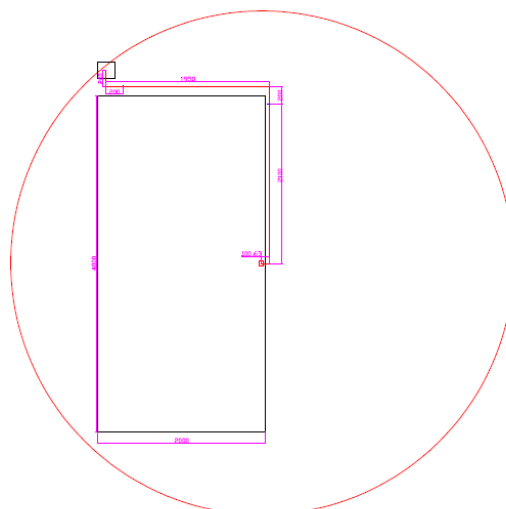
$$\dot{w} = Q \cdot H_p \cdot \rho \quad (9)$$

$$\dot{w} = 0,03155 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 153,522 \text{ m} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

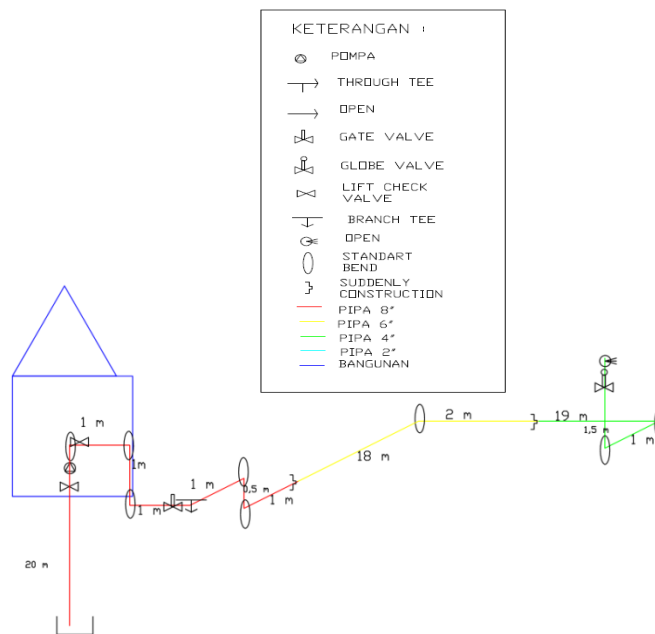
$$\dot{w} = 4843,6191 \text{ watt}$$

$\dot{w} = 4,844 \text{ Kw}$. Berdasarkan perhitungan di atas maka daya pompa yang dibutuhkan adalah sebesar 4,844 KW pompa elektrik dan 1 pompa jockey, dan sebagai cadangan ada pompa diesel.

Berikut ini adalah lay out peletakan hidran di gudang penyimpanan ampas pabrik gula pada Gambar 2.



Gambar 2 Lay out Peletakan Hidran Gudang
Sumber: Pengolahan data, 2018



Gambar 3 peletakan fitting dan friction perancangan hidran
Sumber: Pengolahan data, 2018

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa gudang penyimpanan ampas tebu di pabrik gula dengan ukuran panjang 40 m dan lebar 20 m memerlukan 1 pilar hidran sebagai proteksi kebakaran berdasarkan NFPA 1. Perancangan hidran dengan *head loss* total 9.435444141 m, *head pump* sebesar 153,522 m dan daya pompa sebesar 4,844 Kw.

DAFTAR PUSTAKA

- ANTARANEWS. 2017. Kebakaran Melanda Pabrik Gula -----.[online] (Updated 13 April 2017). <URL: <https://www.antaraneews.com/>>. [akses 18 Januari 2018].
- Ashari, M.L., d.k.k., 2017. Edukasi Masyarakat dalam Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran pada Kawasan Pesisir. Seminar Master 2017 PPNS, ISSN:2548-1509|2548-6527, Page 165-172. PPNS:Surabaya.
- Laporan kejadian. 2017. Kebakaran Ampas di Pabrik Gula.
- NFPA1. 2018. *Fire Code*. [online] (Updated 1 Januari 2018). <https://www.nfpa.org>. [akses 10 Januari 2018].
- NFPA14. 2016. *Standard for The Installation Pipe and Hose System*. [online] (Updated 1 Januari 2018). <https://www.nfpa.org>. [akses 15 Januari 2018].
- Pritchard, P. J., dan Leylegian, J. C., 2011. *Introduction to Fluid Mechanics*. Edisi ke-Delapan. USA: Macmillan Company.
- PTPN10. 2015. Tiga Kali Terbakar, PG ----- Gandeng Pihak Kepolisian. [online] (Updated 6 Pebruari 2015). <URL: <http://ptpn10.co.id/>>. [akses 15 Januari 2018].
- Sularso, Ir. dan Prof. Dr. Haruo Tahara., 2000. *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Edisi ke-Tujuh. Jakarta: PT Pradnya Paramita.