

PEMETAAN LOKASI KEBAKARAN BERDASARKAN PRINSIP SEGITIGA API PADA INDUSTRI TEXTILE

Kelvin, Pram Eliyah Yuliana, dan Sri Rahayu

Teknik Industri

Sekolah Tinggi Teknik Surabaya

kelvin@stts.edu, pram@stts.edu, dan rahayu@stts.edu

ABSTRAK

Industri textile merupakan industri yang rentan terhadap terjadinya kebakaran karena bahan baku dari industri tersebut adalah kapas yang kemudian diolah menjadi benang bahkan kain. Apalagi saat ini industri textile menggunakan mesin otomatis yang beroperasi hingga 24 jam dengan sumber energi utama adalah listrik. Untuk menghindari terjadinya kebakaran, maka perlu dilakukan pemetaan lokasi kebakaran dengan menggunakan prinsip segitiga api. Karena penyebab kebakaran pada industri textile adalah terutama berasal dari bahan bakar yang berasal dari bahan baku (benang, plastik, aluminium, kertas, oil treatment), sumber panas (listrik) dan Oksigen. Area produksi yang ada akan dibagi terlebih dahulu berdasarkan kemungkinan titik nyala api kemudian dibandingkan dengan standard selisih titik nyala pada bahan yang digunakan dan dilakukan pembobotan untuk mengetahui prioritas lokasi kebakaran pada area tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada departemen *spinning multifold*, maka 5 (lima) lokasi kebakaran tertinggi adalah area A, B, G, F dan K.

Kata kunci: *Segitiga Api, Bahan Baku, Sumber Panas, Oksigen, Titik Nyala Api*

ABSTRACT

Textile industry is an industry that is susceptible to fires because the raw material of the industry is cotton which is processed into yarn and even fabric. Moreover, the textile industry is currently using automated machines that operate up to 24 hours with the main energy source is electricity. To prevent fire, it is necessary to map the location of the fire by using triangle of fire principles. Because the cause of the fire in the textile industry is mainly from fuel derived from raw material (yarn, plastic, aluminum, paper, oil treatment), the heat source (electricity) and Oxygen. Existing production area will be divided in advance based on the possibility of point flame is then compared with a standard flash point difference in the materials used and weighted to determine the priority of the fire in the area. Based on research conducted in the spinning department multifold, then 5 (five) is the highest fire location areas A, B, G, F and K.

Keywords: Triangle of Fire, Raw Material, Heat Source, Oxygen, Flash Point

I. PENDAHULUAN

Kebakaran adalah suatu kejadian yang sangat tidak diharapkan oleh semua pihak karena kebakaran bukan hanya menyebabkan kerugian material tetapi juga kerugian nonmaterial. Kebakaran dapat terjadi setiap saat. Penyebab kebakaran di area industri pada dasarnya disebabkan oleh beberapa hal diantaranya faktor manusia bisa berupa kelalaian, faktor teknis bisa berupa konsleting listrik dan faktor alam berupa petir ataupun bencana alam. Menurut kepala area komite nasional untuk keselamatan listrik (Konsuil) batam, Burhanuddin Nur (2013) bahwa kebakaran itu disebabkan karena penggunaan ekstension atau daya yang berlebihan sehingga memicu terjadinya arus pendek. Selain itu, bisa juga karena kualitas kabel yang rendah dan tidak memenuhi standar serta harus mengecek kelayakan instalasi listrik setiap 10 tahun untuk mencegah terjadinya arus pendek.

Perusahaan textile adalah salah satu perusahaan yang rentan sekali mengalami kebakaran. Bahan baku yang digunakan dalam perusahaan textile berupa benang single, kertas, plastik, kayu, aluminium dan oil treatment. Energi yang digunakan adalah listrik untuk penggerak mesin, lampu dan AC. Untuk mencegah/mengurangi terjadinya kebakaran maka perlu diketahui tentang bahan baku yang menyebabkan kebakaran dan area mana yang memiliki resiko kebakaran serta arah atau jalur rambat api ke area lainnya.

II. PENYEBAB KEAKARAN DAN PEMETAAN LOKASI KEBAKARAN

2.1 Triangle of Fire (Segitiga Api)

Menurut *National Fire Protection Association* (NFPA, 1992) adalah suatu peristiwa oksidasi yang melibatkan tiga unsur yaitu bahan bakar, oksigen dan sumber energi atau sumber panas yang mengakibatkan timbulnya kerugian harta benda, cedera bahkan kematian. Sedangkan menurut PerMen PU No.26/PRT/M/2008 bahaya kebakaran adalah bahaya yang diakibatkan oleh adanya ancaman potensial dan derajat terkena pancaran api sejak awal kebakaran hingga penjalaran api yang menimbulkan asap dan gas. Suatu kebakaran dapat terjadi karena adanya tiga unsur yaitu bahan bakar (*fuel*), oksigen dan sumber panas (*ignisi*). Panas sangat penting untuk nyala api tetapi jika api telah timbul dengan sendirinya maka menimbulkan panas untuk tetap menyala (ILO, 1992).

Soehatman Ramli menjelaskan bahwa api tidak terjadi begitu saja tetapi merupakan suatu proses kimiawi antara uap bahan bakar dengan oksigen dan bantuan panas. Teori ini dikenal dengan segitiga api (*fire triangle*). Menurut teori ini kebakaran terjadi karena adanya tiga faktor yang menjadi unsur api yaitu:

1. Bahan bakar (*Fuel*), yaitu unsur bahan bakar baik padat, cair dan gas yang dapat terbakar yang bercampur dengan oksigen dari udara.
2. Sumber panas (*Heat*), yaitu menjadi pemicu kebakaran dengan energi yang cukup untuk menyalakan campuran antara bahan bakar dan oksigen dari udara.
3. Oksigen, terkandung dalam udara. Tanpa adanya udara atau oksigen, maka proses kebakaran tidak dapat terjadi.

Kebakaran dapat terjadi jika ketiga unsur api tersebut saling bereaksi satu dengan yang lainnya. Tanpa adanya salah satu unsur tersebut, api tidak dapat terjadi.



Gambar 1. Triangle of Fire

1. Bahan bakar, terdiri dari:
 - a. Bahan bakar padat (contoh: serat, kayu, plastik, kertas, partikel logam, dll)
 - b. Bahan bakar cair (contoh: solar, bensin, minyak tanah, tiner, dll)
 - c. Bahan bakar gas (contoh: *hydrogen, propane*, dll)
2. Sumber panas atau *ignisi*, selain berasal dari mesin dapat pula berasal dari (Dinas Kebakaran DKI Jakarta, 1994):
 - a. Api terbuka (*Open Flame*)
 - b. Sinar matahari (*Sun Light*)
 - c. Energi mekanik
 - d. Kompresi (*Compression*)
 - e. Listrik (*Electric*)
 - f. Panas berpindah (*Heat Transfer*)
3. Oksigen, kadar oksigen yang terdapat di udara bebas sebesar 21%.

Sifat mudah terbakarnya suatu benda atau bahan biasanya dinyatakan dengan titik nyala (*flash point*).

 - a. Titik nyala (*Flashpoint*)

Yaitu temperature terendah dari suatu bahan untuk dapat diubah bentuk menjadi uap, dan akan menyala bila tersentuh api (menyala sekejap). Makin rendah titik nyala suatu bahan, maka bahan tersebut akan makin mudah terbakar dan sebaliknya.
 - b. *Fire Point* (Titik Bakar)

Adalah suhu terendah dimana cairan bahan bakar memberikan cukup uap yang bercampur dengan udara membentuk campuran dapat terbakar yang akan terbakar terus-menerus setelah diberikan nyala api (pembakaran yang kontinyu). Titik bakar biasanya beberapa derajat lebih tinggi diatas titik nyala.
 - c. Suhu Penyalaan Sendiri (*Auto Ignition Temperatur*)

Titik penyalaan spontan / otomatis atau *Auto Ignation Temperature* atau *Spontaneous Combustion* adalah suhu dimana uap yang diberikan oleh bahan bakar telah bercampur dengan udara dapat terbakar dengan sendirinya tanpa adanya sumber panas dari luar.
 - d. *Flammable Condition*

Adalah campuran bahan bakar dan udara pada ratio perbandingan yang mudah terbakar. Suatu gas/uap bahan bakar dalam campurannya dengan udara akan dapat terbakar (pada flammable rangenya) yaitu pada daerah bisa terbakar.

2.2 Penyebab Terjadinya Kebakaran

Sedangkan menurut Depnaker, 1978 penyebab terjadinya kebakaran bersumber pada tiga faktor, yaitu faktor manusia, teknis dan alam, antarlain:

1. Faktor manusia sebagai faktor penyebab kebakaran, antara lain:

a. Faktor pekerja

- Tidak mau atau kurang mengetahui prinsip dasar pencegahan kebakaran.
- Menempatkan barang atau menyusun barang yang mudah terbakar tanpa menghiraukan norma-norma pencegahan kebakaran.
- Pemakaian tenaga listrik yang berlebihan.
- Kurang memiliki rasa tanggung jawab atau adanya unsur kesengajaan.

b. Faktor pengelola

- Sikap pengelola yang tidak memperhatikan keselamatan kerja. Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pekerja.
- Sistem dan prosedur kerja yang tidak diterapkan dengan baik terutama dalam kegiatan penentuan bahaya dan penerangan bahaya.
- Tidak adanya standar atau kode yang dapat diandalkan.

c. Faktor teknis

- Melalui proses fisik atau mekanis seperti timbulnya panas akibat kenaikan suhu atau timbulnya api terbuka.
- Melalui proses kimia yaitu terjadinya suatu pengangkutan, penyimpanan, penanganan barang atau bahan kimia berbahaya tanpa memperhatikan petunjuk yang telah ada.
- Melalui tenaga listrik karena hubungan arus pendek sehingga menimbulkan panas atau bunga api dan dapat menyalakan atau membakar komponen lain.

d. Faktor Alam

Petir adalah salah satu penyebab adanya kebakaran hutan dan juga perumahan yang dilalui oleh lahar panas.

2.2.1 Klasifikasi Sumber Api

Adapun klasifikasi api menurut sumbernya (Goetsch, 2005):

- Api kelas A: berasal dari benda padat seperti kayu, kapas, plastik, kertas, kain, dll.
- Api kelas B: berasal dari benda gas dan cair.
- Api kelas C: berasal dari listrik (arus pendek).
- Api kelas D: berasal dari logam yang mudah terbakar misalnya: magnesium, aluminium, dll.
- Kategori lainnya merupakan oksidasi yang berasal dari tempat-tempat penampungan seperti: hydrogen peroksida, asam nitrit, dll.

2.2.2 Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran menurut keputusan menteri tenaga kerja RI No.KEP-186/MEN/1999, dikategorikan menjadi:

a. Bahaya kebakaran berat

Jenis kebakaran berat adalah jenis hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar tinggi, penyimpanan cairan yang mudah terbakar, serat atau bahan lain yang apabila terbakar apinya cepat membesar dan melepaskan panas tinggi sehingga menjalarnya api menjadi cepat. Contohnya: pabrik kimia dengan kemudahan

terbakar tinggi, pabrik kembang api, pabrik korek api, pabrik bahan peledak, pemintalan benang dan kain, dll.

b. Bahaya kebakaran sedang

1. Bahaya kebakaran sedang I adalah jenis hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar tinggi tidak lebih dari 2,5m. Apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang, sehingga menjalarnya api menjadi sedang. Contohnya: pabrik minuman, pabrik permata, pabrik gelas, pabrik roti, dll.
2. Bahaya kebakaran sedang II adalah jenis hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 4m dan apabila terjadi kebakaran sedang, sehingga menjalarnya api menjadi sedang. Contohnya: penggilingan padi, pabrik tembakau, pabrik textile, perakitan motor, pabrik kimia, pertokoan (<50 karyawan), dll.
3. Kebakaran sedang III adalah jenis hunian yang memiliki jumlah dan kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi sehingga menjalarnya api menjadi cepat. Contohnya: pabrik permadani, pabrik lilin, pabrik plastik, pabrik pesawat terbang, pertokoan (>50 karyawan), dll.

c. Bahaya kebakaran ringan

Bahaya kebakaran ringan adalah jenis hunian yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar rendah. Apabila terjadi kebakaran melepaskan panas rendah sehingga menjalarnya api menjadi lambat. Contohnya: tempat ibadah, gedung/perkantoran, perhotelan, rumah sakit, dll.

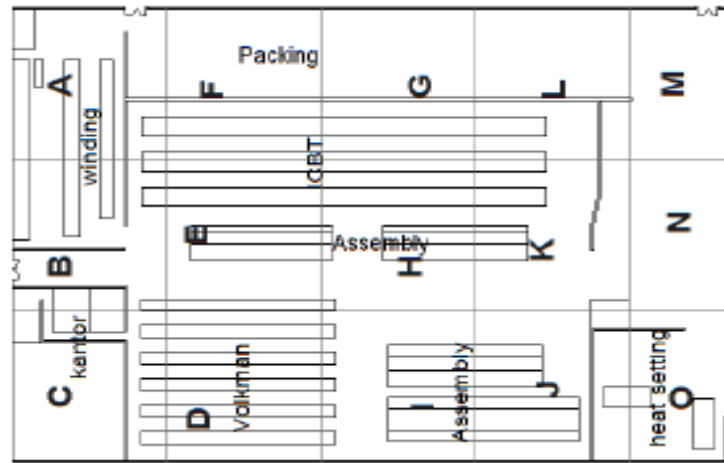
III. PEMETAAN LOKASI KEBAKARAN

Pada saat ingin melakukan pemetaan lokasi kebakaran pada industri textile, maka harus memperoleh data pada semua departmen yang ada pada industri ini. Salah satunya adalah departmen *Spinning Multifold* (pemintalan benang rangkap lebih dari dua) adalah sebagai berikut:

- Data volume bahan bakar.
- Data volume sumber panas.
- Data mesin yang digunakan.
- Data lokasi/ luasan perusahaan.
- Data titik nyala (*flash point*) setiap bahan bakar.

Data tersebut merupakan data primer maupun sekunder yang didapatkan dari pengamatan langsung pada perusahaan serta melalui wawancara langsung dengan pihak yang terkait serta data masa lalu yang ada diperusahaan. Departemen *spinning multifold* yang menjadi obyek penelitian disini adalah salah satu departmen perusahaan textile di wilayah Surabaya yang memiliki luas 68,5 x 38,44 m. Pada pengukurannya dibagi menjadi 15 area dengan luasan 13,70 x 12,81 m tiap area.

A = Area 1	D = Area 4	G = Area 7	J = Area 10	M = Area 13
B = Area 2	E = Area 5	H = Area 8	K = Area 11	N = Area 14
C = Area 3	F = Area 6	I = Area 9	L = Area 12	O = Area 15



Gambar 2. Layout Pembagian Area Departemen *Spinning Multifold*

Pada pengukuran tiap-tiap area dibagi menjadi beberapa penyebab sumber api antara lain: bahan bakar, mesin produksi dan energi. Berikut ini merupakan data hasil pengukuran departemen *spinning multifold*.

Tabel 1. Data Pengukuran Bahan Bakar Tiap Area

Area	Bahan bakar	X1	X2	\bar{X}
Area 1	Benang	19,896	18,82	19,358
	kayu	16,234	21,75	18,992
	Plastik	13,5	13,5	13,5
	Kertas	11,608	11,3	11,454
	Oil treatment	3,888	3,6	3,744
	Sampah benang	0,25	0,25	0,25
Area 2	Benang	24,553	30,645	27,599
	Kertas	19	19	19
	Plastik	3,724	3,724	3,724
	Aluminium	0,147	0,147	0,147
	Kardus	4,415	4,5	4,4575
	Oil treatment	3,071	3,071	3,071
Area 3	Benang	0,664	0,664	0,664
	Kertas	6	6	6
Area 4	Benang	0,548	0,548	0,548
Area 5	Kertas	0,092	0,092	0,092
	Benang	21,476	21,476	21,476
Area 6	Benang	138,644	120,87	129,757
	Kertas	12,832	12,832	12,832
	Kayu	6	6	6
Area 7	Benang	164,252	166,529	165,3905
	Kertas	16,796	16,796	16,796
Area 8	Benang	50,982	56,832	53,907
	Plastik	1,17	0,78	0,975
Area 9	Benang	13,006	15,98	14,493
Area 10	Benang	5,204	7,11	6,157
Area 11	Benang	258,033	270,09	264,0615
	Kertas	6,577	6,577	6,577
	plastik	1,17	1,2	1,185
Area 12	Benang	106,207	115,849	111,028
Area 13	Kertas	12,739	12,739	12,739
	Plastik	1,849	2	1,9245
	benang	48,986	45,99	47,488
Area 14	Benang	29,03	31,6	30,315
Area 15	Benang	51,48	48,006	49,743
	Kertas	5,6	5,6	5,6

Pengukuran dilakukan tiap area, volume dari masing-masing bahan bakar diperoleh dari hasil pengukuran luasan terbesar. Selain bahan bakar dan mesin produksi tiap-tiap area juga memiliki energi yang merupakan faktor penyebab kebakaran, Pengukuran energi dilakukan dengan instalasi listrik pada area (setiap area memiliki/terdapat instalasi listrik) dan energi mekaniknya merupakan kecepatan putar pada mesin yaitu 2000 Rpm.

Data tersebut akan dibobotkan dengan menggunakan standard selisih titik nyala antar bahan bakar yang dibuat terlebih dahulu berdasarkan pengamatan yang dilakukan. Data standard selisih titik nyala adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Standard Selisih Titik Nyala Pada Bahan

Nilai	Rentang
1	0
2	1-50
3	51-100
4	101-150
5	151-200
6	201-250
7	251-300
8	301-350
9	>351

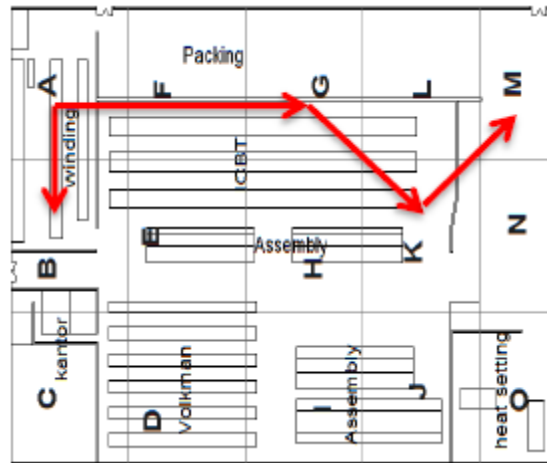
Dari standard tersebut maka diperoleh perbandingan titik nyala tiap-tiap bahan bakar adalah: titik nyala bahan cair oil treatment 4 kali lebih besar dibandingkan bahan benang, 2 kali lebih besar dibandingkan bahan kertas, 3 kali lebih besar dibandingkan plastik, 3 kali lebih besar dibandingkan bahan kayu, dan 9 kali lebih besar dibandingkan bahan aluminium. Titik nyala bahan kertas 5 kali lebih besar dibandingkan bahan benang, 4 kali lebih besar dibandingkan bahan plastik, 2 kali lebih besar dibandingkan bahan kayu dan 8 kali lebih besar dibandingkan bahan aluminium, titik nyala bahan plastik 3 kali lebih besar dibandingkan bahan benang, 2 kali lebih besar dibandingkan bahan kayu dan 7 kali lebih besar dibandingkan bahan aluminium. Sedangkan titik nyala bahan plastik 3 kali lebih besar dibandingkan bahan benang dan 6 kali lebih besar dibandingkan bahan aluminium. Tetapi titik nyala bahan benang 5 kali lebih besar dari bahan aluminium.

Kemudian dari data tersebut akan dievaluasi secara keseluruhan antara data pengukuran bahan bakar tiap area dengan standard selisih titik nyala pada bahan yang telah dibuat sebelumnya. Hasil evaluasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Evaluasi Akhir Titik Nyala Api

	Benang	Kertas	Plastik	Kayu	Aluminium	Oil Treatment	Nilai Akhir	Prioritas
A	0,03	0,094	0,334	0,33	0,063	0,166	17,3525	Area 1
B	0,036	0,193	0,111	0,133	0,125	0,152	14,9811	Area 2
C	0,021	0,068	0,035	0,035	0,063	0,052	5,1343	Area 7
D	0,018	0,021	0,035	0,035	0,063	0,052	3,3975	Area 15
E	0,035	0,026	0,035	0,035	0,063	0,052	3,7007	Area 11
F	0,111	0,133	0,034	0,11	0,063	0,052	9,0607	Area 4
G	0,147	0,166	0,035	0,035	0,063	0,052	9,6059	Area 3
H	0,058	0,018	0,042	0,035	0,063	0,052	3,6777	Area 12
I	0,027	0,019	0,039	0,035	0,063	0,052	3,4488	Area 13
J	0,024	0,019	0,039	0,035	0,063	0,052	3,4275	Area 14
K	0,258	0,057	0,053	0,035	0,063	0,052	6,6873	Area 6
L	0,094	0,019	0,046	0,035	0,063	0,052	4,0302	Area 9
M	0,048	0,096	0,061	0,035	0,063	0,052	6,7406	Area 5
N	0,04	0,018	0,051	0,043	0,063	0,052	3,785	Area 10
O	0,052	0,052	0,048	0,035	0,063	0,052	4,9667	Area 8

Berikut ini adalah gambar penyebaran titik api departemen *spinning multifold* pada perusahaan textile yang menjadi obyek penelitian.



Gambar 3. Penyebaran Titik Api

IV. PENUTUP

Pemetaan lokasi kebakaran pada departemen spinning multifold perusahaan textile yang menjadi obyek penelitian adalah sebagai berikut: untuk bahan benang area K memiliki resiko tertinggi, area B menjadi urutan tertinggi untuk bahan kertas dan aluminium, sedangkan area A menjadi urutan tertinggi untuk bahan plastik, kayu dan oil treatment. Urutan prioritas area departemen spinning multifold yang memiliki resiko kebakaran dengan mempertimbangkan seluruh kriteria adalah: A, B, G, F, M, K, C, O, L, N, E, H, I, J dan D.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burhanuddin Nur, *Kebakaran di Batam di Dominasi Korsleting Listrik*, Januari, 2013, <http://www.jpnn.com/read/2010/11/22/77645/index.php?mib=berita.detail&id=155012>
- [2] David L. Goetsch, *Occupational Health and Safety for Technologists, Engineers and Managers*, Prentice Hall, 5th edition, 2005.
- [3] Peraturan Daerah DKI Jakarta No.8 tahun 2008. *Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran*. 2008
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.10/KPTS/2000. *Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*.
- [5] Saaty, Thomas L. dan Michael P. Niemera. *A Framework for Making a Better Decision: How to Make More Effective Site Selection, Store Closing, and Other Real Estate Decisions*. *Research Review*, Vol.13, No.1, hal.4. 2006. http://mdm.gwu.edu/forman/Saaty_Niemira_paper
- [6] Suharto, andi. *Kebakaran dan fenomenanya*. Surabaya: Dinas tenaga kerja, transmigrasi dan pendudukan provinsi jawa timur, 2013.