



**PERBEDAAN EFISIENSI VARIASI BERAT PASIR DAN TEKANAN UDARA DALAM  
TABUNG ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR) SEBAGAI  
PEMADAM KEBAKARAN KELAS B**

**SKRIPSI**

Oleh

**Fadhlullah Hardiyansyah**

**NIM 122110101166**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PERBEDAAN EFISIENSI VARIASI BERAT PASIR DAN TEKANAN UDARA DALAM  
TABUNG ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR) SEBAGAI  
PEMADAM KEBAKARAN KELAS B**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat  
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

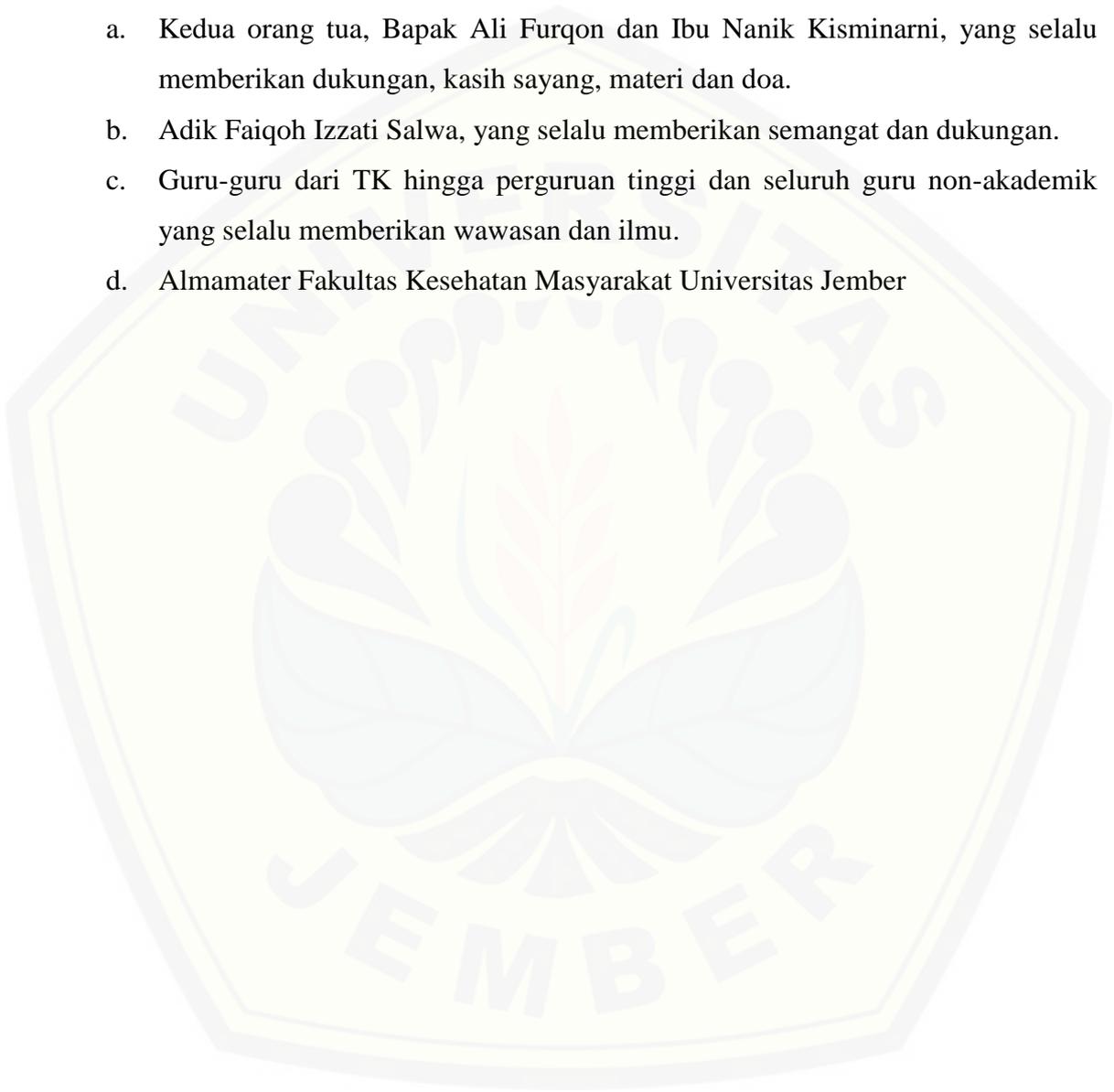
**Fadhlullah Hardiyansyah  
NIM 122110101166**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

**PERSEMBAHAN**

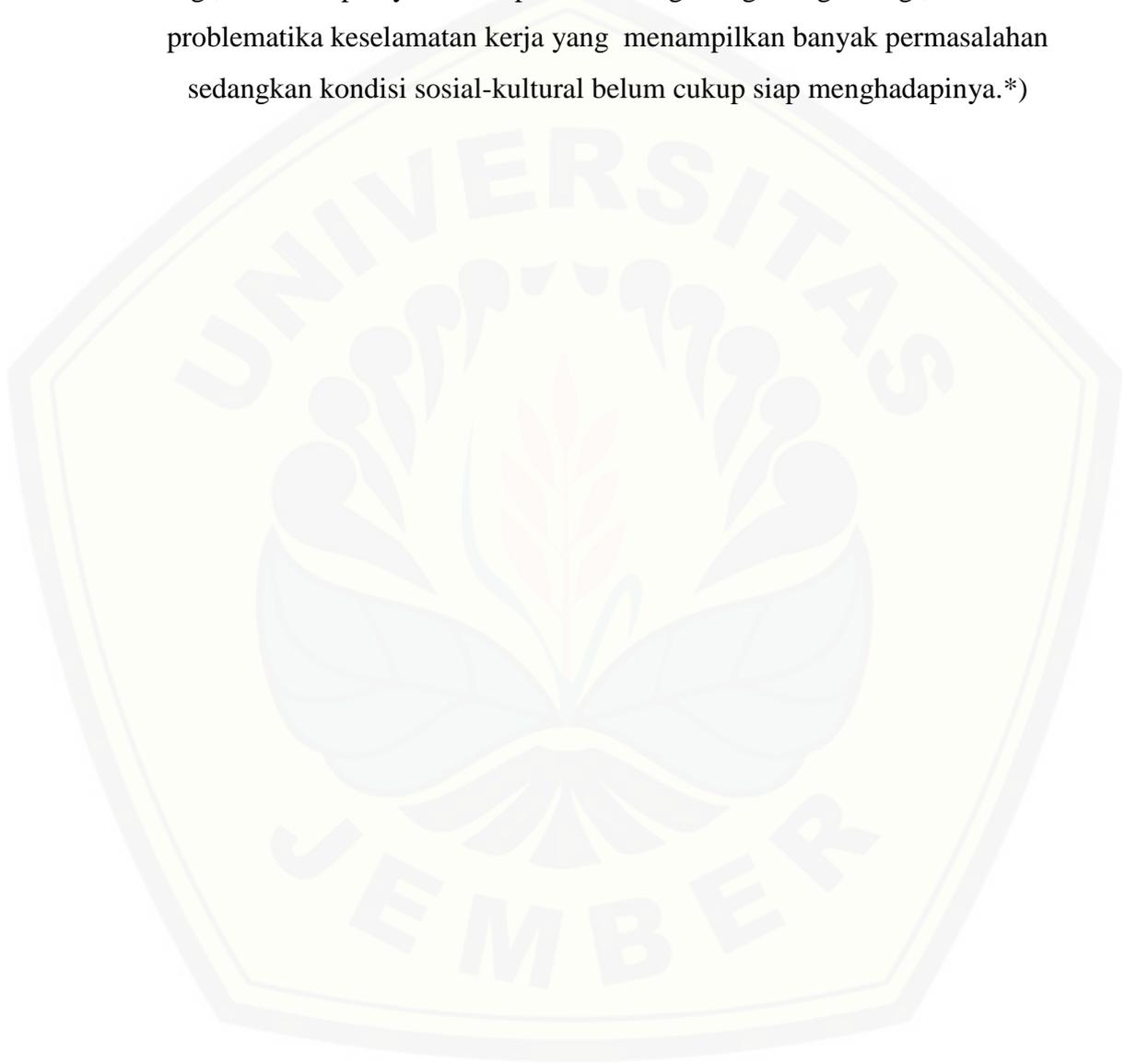
Skripsi ini saya persembahkan dengan rasa hormat dan penghargaan setinggi-tingginya untuk:

- a. Kedua orang tua, Bapak Ali Furqon dan Ibu Nanik Kisminarni, yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, materi dan doa.
- b. Adik Faiqoh Izzati Salwa, yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
- c. Guru-guru dari TK hingga perguruan tinggi dan seluruh guru non-akademik yang selalu memberikan wawasan dan ilmu.
- d. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember



## MOTTO

Didalam masyarakat yang sedang membangun salah satu aspek pembangunan dibidang ekonomi dan sosial, maka keselamatan kerja harus lebih terampil kedepan lagi, karena cepatnya menerapkan teknologi dengan segala segi, termasuk problematika keselamatan kerja yang menampilkan banyak permasalahan sedangkan kondisi sosial-kultural belum cukup siap menghadapinya.\*)



---

\*) Suma'mur. 1989. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT. Toko Gunung Agun

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhlullah Hardiyansyah

NIM : 122110101166

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Perbedaan Efisiensi Variasi Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan prinsip ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta saya bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 09 April 2017

Yang menyatakan,

Fadhlullah Hardiyansyah

NIM 122110101166

**PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**PERBEDAAN EFISIENSI VARIASI BERAT PASIR DAN TEKANAN UDARA DALAM  
TABUNG ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR) SEBAGAI  
PEMADAM KEBAKARAN KELAS B**

Oleh

Fadhlullah Hardiyansyah  
NIM 122110101166

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi., S.KM., M.Kes.  
Dosen Pembimbing Anggota : dr. Ragil Ismi Hartanti., M.Sc.

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul *Perbedaan Efisiensi Variasi Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 19 April 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

**Tim Penguji**

Ketua

Sekretaris

Dr. Thohirun, M.S., M.A.  
NIP. 19600219 198603 1 002

Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes.  
NIP. 19850515 201012 2 003

Anggota I

Yudo Arri Wicaksono, S.Sos., MM.  
NIP 19770214 201101 1 002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Jember

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes.  
NIP. 19800516 200312 2 002

## RINGKASAN

**Perbedaan Efisiensi Variasi Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B;** Fadhlullah Hardiansyah; 122110101166; 2017; 112 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.

Kebakaran adalah suatu fenomena yang paling sering disebabkan oleh kelalaian manusia, bermula dari api kecil hingga menjadi besar jika disekelilingnya terdapat bahan yang mudah terbakar. Kebakaran dapat merugikan banyak pihak, apabila dalam penanganan kebakaran tidak dikendalikan secara tepat dan cepat. Salah satu sektor usaha yang masih kurang kesiapan terhadap pencegahan dan pengendalian kebakaran adalah sektor usaha informal bengkel dengan skala dan modal kecil yang banyak terdapat bahan-bahan minyak yang mudah terbakar. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara oleh peneliti di 10 bengkel umum dan *tune up* di wilayah Lumajang membuktikan bahwa dari ke-10 bengkel tersebut, pemilik tidak pernah menyediakan APAR modern dengan media *chemical powder*, gas halon dan CO<sub>2</sub>. Pada penelitian ini yaitu menguji perbedaan efisiensi variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain penelitian pra-eksperimen dengan rancangan penelitian *posttest only desain* dan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Variabel bebas penelitian adalah berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan variabel terikat adalah kecepatan padam api. Penelitian ini menggunakan variasi berat pasir efisien 1 dan 1,5 kg dan tekanan udara dalam tabung APAR yang efisien yaitu 15 bar dan 18,5 bar dalam kapasitas tabung APAR 2 kg. Variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) kapasitas 2 kg dibagi menjadi 4 kelompok. Kelompok X<sub>1</sub> (1 kg, 15 bar), kelompok X<sub>2</sub> (1,5 kg, 15 bar), kelompok X<sub>3</sub> (1 kg, 18,5 bar) dan kelompok X<sub>4</sub> (1,5 kg, 18,5 bar).

Penelitian ini menggunakan lingkungan dan karakteristik media yang homogen. Lingkungan homogen dalam penelitian ini adalah kecepatan angin pada area penelitian dengan rata-rata 0 m/s dan kondisi temperatur pada area penelitian rata-rata 31<sup>0</sup>C. Sedangkan karakteristik media pasir yang homogen seperti menggunakan pasir dengan kadar air  $\leq 5\%$  dan menggunakan ukuran partikel pasir terkecil adalah 0,177 mm. Hasil Penelitian menunjukkan, rata-rata kecepatan padam kelompok X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub> adalah 9,52 detik, 6,76 detik, 4,51 detik, dan 3,19 detik. Uji statistika menggunakan *One-way anova* menunjukkan bahwa Nilai F hitung kecepatan padam pada tiap kelompok adalah 0,000. Hal ini menunjukkan probabilitasnya lebih kecil daripada 0,05. Artinya terdapat perbedaan antara variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung APAR terhadap kecepatan padam kebakaran kelas B. Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah Kelompok yang efisien dalam memadamkan kebakaran kelas B adalah kelompok X<sub>4</sub> dengan variasi berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) 18,5 bar.

**SUMMARY**

**Variation Differences Efficiency of the Sand's weight and the Air Pressure in Fire Extinguisher (APAR) as a B-class Fire Brigade;** Fadhlullah Hardiansyah; 122110101166; 2017; 112 pages; Departement of Environmental Health and Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, University of Jember.

Wildfire is one of phenomena which is frequently caused by human's negligence. At the first, it stems from a small fire up to a big one when there are flammable materials which can trigger a larger fire in the surroundings. Wildfire will be detrimental for many parties, if it is not accurately and quickly controlled. One sector which is still lacking of readiness towards wildfire's prevention and handling is informal sector, workshop which has many materials flammable oils. Based on the observation and interview's result of ten (10) general workshops and tune up in Lumajang, the result reveals that all ten workshops never have a modern mild fire extinguisher (APAR) with chemical powder media, halon gas and CO<sub>2</sub>. This research aims was to examining the variation differences efficiency of the sand's weight and the air pressure in fire extinguisher (APAR) as a b-class fire brigade. This research applied experimental research which was designed with pre-experimental research which was simultaneously fitted with post-test only design and completely random design (RAL). The variable independent is sand's weight and the air pressure in fire extinguisher and the dependent variable is the speed of fire extinguished. This research used the variation differences of the sand weight 1 kg and 1.5 kg and the air pressure in the mild fire extinguisher (APAR) which was efficient was 15 bar and 18.5 bar in APAR's tube capacity 2 kg. Variation of the sand weight and air pressure variation in the APAR's tube capacity 2 kg was divided into four groups; X<sub>1</sub> group (1 kg, 15 bar), X<sub>2</sub> group (1,5 kg, 15 bar), X<sub>3</sub> group (1 kg, 18,5 bar) and X<sub>4</sub> group (1,5 kg, 18,5 bar). This research used environment and characteristic of the media which homogeneous. The environment homogeneous at this research is wind speed in the area of research with an average 0 m/s and temperature condition at this research with an average 31<sup>0</sup>C. While

characteristic of the homogeneous sand's media is used of the sand's with water content  $\leq 5\%$  and used the smallest sand particles is 0,177 mm. The results of this research showed that the average speed of  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  group was 9.52 seconds, 6.76 seconds, 4.51 seconds, and 3.21 seconds. A statistical test using One-way anova revealed that the value of F count speed of outages in each group was 0,000. It indicated the probability was smaller than 0.05 which meant that there was a distinction between the variation of sand weight and the air pressure in the APAR's tube towards speed outages of B-class wildfire. The conclusion of this research The efficiency group in extinguishing class B wildfire's is  $X_4$  group with sand's weight 1.5 kg and the air pressure in the Fire Extinguisher (APAR) 18.5 bar.

## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Perbedaan Efisiensi Variasi Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung APAR sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B*, yang merupakan salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Isa Ma'rufi., S.KM., M.Kes dan Ibu dr. Ragil Ismi Hartanti., M.Sc, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini. Terima kasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember
3. Bapak Dr. Thohirun, M.S., M.A., selaku Ketua Penguji.
4. Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes., selaku Sekertaris Penguji.
5. Bapak Yudo Arri Wicaksono, Sos., MM., selaku Anggota Penguji
6. Orang tua peneliti Bapak Ali Furqon, S.Sos., M.Pd.i dan Ibu Nanik Kisminarni, S.E., serta adik saya Faiqoh Izzati Salwa.
7. Semua guru TK RA Muslimat NU Kunir, MI-Al Ghozali Lumajang, SMPN 1 Lumajang, SMAN 1 Tempeh, serta dosen dan staf Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
8. Teman srigala PHBS 2012, Agung, Hilmi, Iqbal, Viki, Asrori, Adit Septa, Rizal Vara, Joyo, Artma, Herdian, Rio, Rere, Iwan, Hery, Arizky, Gesang, Bhakti, Fery, Jodi, Bhakti, Robi, Thomi, Handika dan masih banyak lagi rekan-rekan yang tidak bisa disebutkan penulis, terima kasih atas motivasi yang di berikan selama ini.

9. Teman-teman PBL kelompok 10, Ariski, Dyas, Hilmi, Shinta, Quratul, Laila, Wahyu, Fitria, Rina, Iil, Ulfa, Diah, terima kasih atas pengalaman belajar pengabdian masyarakat.
10. Teman-teman peminatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja 2012, UKM MAPAKESMA, Kelompok magang PT. Bumi Suksesindo, dan teman-teman FKM 2012, terima kasih atas dukungan dan motivasinya.
11. Semua orang yang membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Skripsi ini telah saya susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan terdapat adanya kekurangan. Pada kesempatan ini saya menerima kritik dan saran demi kebaikan skripsi ini. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, 09 April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2. Tujuan Khusus.....	5
<b>1.4. Manfaat Penelitian</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Bagi Peneliti .....	5
1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.....	6
1.4.3 Bagi Dinas Ketenagakerjaan Lumajang .....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Teori Api</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Kebakaran</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Klasifikasi Kebakaran.....	9
2.2.2 Penyebab Kebakaran .....	9
2.2.3 Bahaya dan Dampak Kebakaran .....	10
2.2.4 Pencegahan Kebakaran.....	11

<b>2.3 Kebakaran Kelas B .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Sistem Manajemen Kebakaran.....</b>	<b>12</b>
2.4.1 Kebijakan Manajemen .....	12
2.4.2 Organisasi dan Prosedur.....	12
2.4.3 Identifikasi dan Analisis Kebakaran.....	13
2.4.4 Latihan Darurat Kebakaran .....	14
2.4.5 Pendidikan Pekerja .....	14
2.4.6 Sistem Proteksi Kebakaran .....	15
2.4.7 Inspeksi Kebakaran .....	18
2.4.8 Tanggap Darurat.....	18
2.4.9 Penyelidikan dan Pelaporan .....	19
2.4.10 Audit Kebakaran.....	19
<b>2.5 Teori Pemadaman Api .....</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Prosedur Pemadaman APAR.....</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Media Pemadam.....</b>	<b>21</b>
<b>2.8 Premium .....</b>	<b>23</b>
<b>2.9 Penentuan Kadar Air Pasir .....</b>	<b>23</b>
<b>2.10 Ayakan Sieve Analysis .....</b>	<b>24</b>
<b>2.11 Kerangka Teori.....</b>	<b>25</b>
<b>2.12. Kerangka Konsep.....</b>	<b>26</b>
<b>2.13 Hipotesis Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Tempat Penelitian.....	31
3.2.2 Waktu Penelitian .....	31
<b>3.3 Obyek Penelitian .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....</b>	<b>32</b>
3.4.1 Variabel Penelitian.....	32
3.4.2 Definisi Operasional .....	32
<b>3.5 Data dan Sumber Data.....</b>	<b>33</b>

<b>3.6</b>	<b>Alat dan Instrumen Penelitian .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7</b>	<b>Prosedur Penelitian .....</b>	<b>36</b>
<b>3.8</b>	<b>Pengolahan dan Analisis Data .....</b>	<b>40</b>
	3.8.1 Pengolahan Data .....	40
	3.8.2 Analisis Data .....	41
<b>3.9</b>	<b>Alur Penelitian .....</b>	<b>42</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Penelitian .....</b>	<b>43</b>
	4.1.1 Hasil Analisis Kadar Air Pasir sebagai Media APAR .....	43
	4.1.2 Hasil Penentuan Partikel Kecil Pasir sebagai Media APAR .....	44
	4.1.3 Hasil Keadaan Suhu pada Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B .....	47
	4.1.4 Hasil Kecepatan Angin pada Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B .....	47
	4.1.5 Hasil Perbedaan berat pasir dan tekanan udara dalam tabung APAR sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B Per-satuan Waktu .....	48
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan .....</b>	<b>51</b>
	4.2.1 Kadar Air pada Pasir sebagai Media APAR .....	51
	4.2.2 Penentuan Partikel Terkecil Pasir sebagai Media APAR .....	54
	4.2.3 Suhu atau Temperatur pada Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B .....	55
	4.2.4 Kecepatan Angin pada Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B .....	55
	4.2.5 Perbedaan Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung APAR .....	56
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>		<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>68</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 3.1 Tata Letak RAL Penelitian .....	31
Tabel 3.2 Definisi Operasional .....	33
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengamatan dan Perhitungan Pengovenan Kadar Air Pasir	43
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengamatan dan Perhitungan Partikel Pasir.....	44
Tabel 4. 3 Kondisi Rata-Rata Suhu Tiap Kelompok di Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B.....	47
Tabel 4. 4 Kondisi Rata-Rata Kecepatan Angin di Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B Tiap Replikasi.....	48
Tabel 4. 5 Studi Pendahuluan Variasi Berat Pasir dan Tekanan Udara dalam Tabung APAR.....	49
Tabel 4. 6 Hasil Rata-rata Kecepatan Padam Tiap Kelompok .....	50
Tabel 4. 7 Uji Normalitas pada Tiap Kelompok .....	50

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2. 1 Segitiga Api.....	7
Gambar 2. 2 <i>Tetrahedron of Fire</i> .....	8
Gambar 2. 3 Kerangka Teori.....	25
Gambar 2. 4 Kerangka Konsep .....	26
Gambar 3. 1 Rancangan Konsep Penelitian <i>Posttest Only Design</i> .....	29
Gambar 3. 2 Ilustrasi Wadah Penampung Kebakaran.....	39
Gambar 3. 3 Ilustrasi Eksperimen.....	40

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Dokumen Perizinan Penelitian .....	68
B. Tabel Rancangan Acak Lengkap .....	69
C. Hasil Uji Statistik Normalitas dan <i>One-way Anova</i> .....	71
D. Lembar Uji Eksperimen .....	74
E. Gambar APAR Kapasitas 2 kg dengan Media Pasir .....	77
F. Gambar Cara dan Posisi Sudut Penyemprotan .....	78
G. Gambar Instalasi Pengisian Tabung APAR Kapasitas 2 Kg.....	79
H. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian .....	79
I. Dokumentasi Pengambilan Pasir dari Sungai Mujur Pasirian .....	83
J. Dokumentasi Prosedur Analisis Kadar Air .....	84
K. Dokumentasi Pengeringan Pasir secara Manual .....	85
L. Dokumentasi Prosedur <i>Sieve Analysis</i> dengan Saringan ASTM Laboratorium.....	85
M. Dokumentasi Prosedur <i>Sieve Analysis</i> dengan Saringan ASTM seri 80 Mesh.....	86
N. Dokumentasi Prosedur Pengisian Tabung Powder Kosong dengan Pasir	87
O. Dokumentasi Prosedur Pemadaman Kebakaran Kelas B dengan Bahan Bakar 0,5 liter.....	89
P. Dokumentasi Alat Keamanan di Dinas Pemadaman Kebakaran Lumajang.....	91

**DAFTAR SINGKATAN**

ILO	: <i>International Labour Organisation</i>
K3	: Keselamatan dan Kesehatan Kerja
UMKM	: Usaha Mikro, Kecil dan Menengah
UKM	: Usaha Kecil dan Menengah
KEP	: Keputusan
MEN	: Menteri
RI	: Republik Indonesia
KEPMENAKER	: Keputusan Menteri Tenaga Kerja
APAR	: Alat Pemadam Api Ringan
CNN	: <i>Cable News Network</i>
CO <sub>2</sub>	: Karbon Dioksida
NFPA	: <i>National Fire Protection Association</i>
CO	: Karbon Monoksida
SO <sub>2</sub>	: Sulfur Dioksida
LMK	: Lembaga Masalah Kelistrikan
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
APAT	: Alat Pemadam Api Tradisional
LPG	: <i>Liquified Petroleum Gas</i>
OH	: Hidroksida
O	: Oksigen
E	: Energi
PMK	: Pemadam Kebakaran
ASTM	: <i>American Society for Testing</i>
BV	: Kerapatan Massa Jenis

**DAFTAR NOTASI**

$^{\circ}$	= Derajat
$\%$	= Persentase
$\leq$	= Kurang dari sama dengan
$\geq$	= Lebih dari sama dengan
$<$	= Kurang dari
$>$	= Lebih dari
$*)$	= Kutipan
$\pm$	= Kurang lebih
$P$	= Perlakuan
$\alpha$	= Taraf signifikansi

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebakaran adalah suatu fenomena yang tidak pernah diduga sebelumnya, bermula dari api kecil dan dapat menjadi besar jika disekelilingnya terdapat bahan cair, padat dan gas yang mudah terbakar (*flammable*). Klasifikasi kebakaran di Indonesia mengacu kepada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 01/Men/1980 yang terdiri dari 4 kelas yaitu kebakaran kelas A (kertas, kayu, karet, maupun plastik), kelas B (premium, pertalite, pertamax, minyak tanah, tar, oli, thinner), kelas C (listrik), dan kelas D (logam). Kebakaran sangat perlu dilakukan pengendalian secepatnya agar tidak merugikan banyak pihak (Ramli, 2010:1-4). Namun penanganan kebakaran di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, baik yang bersifat kebijakan, kinerja institusi, peraturan perundang-undangan, mekanisme operasional maupun kelengkapan pranaanya. Dapat dikatakan, bahwa aspek proteksi kebakaran belum dianggap sebagai salah satu *basic need*. Akibatnya, kejadian kebakaran sering berakibat fatal dan berulang (Suprpto, 2007:104-117). Kebakaran merupakan bencana yang lebih banyak disebabkan oleh kelalaian manusia (*human error*) dengan dampak kerugian harta benda, *stagnansi* atau terhentinya usaha, terhambatnya perekonomian bahkan kehilangan korban jiwa (Setiani, 2015:55).

Salah satu sektor usaha yang masih kurang kesiapan terhadap pencegahan dan pengendalian kebakaran adalah sektor usaha informal. Sebagian besar sektor tersebut dalam kegiatannya kurang menjunjung tinggi aspek K3 jika dibandingkan dengan sektor formal, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: tidak adanya kepedulian pemilik usaha terhadap aspek K3 serta keterbatasan pemantauan dari pemerintah mengenai pentingnya aspek K3 dalam kegiatan usahanya, dikarenakan dari pemilik usaha informal tidak mendaftarkan izin mendirikan usaha ke Dinas Tenaga Kerja setempat. Menurut ketua asosiasi UMKM Indonesia (M. Ikhsan), salah satu sektor usaha informal yang mempunyai peluang bisnis yang menjanjikan adalah sektor usaha bengkel. Meskipun

mempunyai peluang bisnis yang bagus, namun dari pemilik masih belum mempunyai kesadaran akan pentingnya penyediaan proteksi kebakaran. Karena pada sektor tersebut berpotensi menimbulkan terjadinya suatu kebakaran. Hal tersebut dipengaruhi oleh terdapatnya bahan-bahan kimia yang mudah seperti bahan bakar premium, pertamax, pertalite, pelumas dan *oil* yang tidak disimpan pada ruangan khusus dan terisolasi dari kontak penyalaan api dan sinar matahari langsung. Kebakaran pada sektor usaha bengkel masuk pada klasifikasi jenis kebakaran kelas B, karena termasuk jenis bahan minyak seperti premium, pertamax, pertalite, oli dan *thinner*. Pada lampiran Kepmenaker RI No.186/MEN/1999 tentang unit penanggulangan kebakaran di tempat kerja, bengkel diklasifikasikan sebagai tempat kerja yang berpotensi terjadi kebakaran kategori sedang II. Artinya apabila usaha bengkel terjadi kebakaran, maka bahan bakar akan melepaskan panas dengan kategori sedang sehingga api yang menjalar juga termasuk kategori sedang.

Kejadian kebakaran kelas B sering terjadi di masyarakat khususnya sektor informal bengkel dengan skala dan modal kecil. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara oleh peneliti di 10 bengkel umum dan *tune up* di wilayah Lumajang. Hasil wawancara dan observasi dari 10 bengkel, terdapat 4 bengkel yang pernah mengalami kebakaran dengan kejadian seperti: pada saat pengelasan tidak mengetahui adanya premium yang tercecer di lantai, akibatnya terjadi penyulutan api las hingga menyebabkan kebakaran, kemudian membuang putung rokok yang masih menyala ditempat penyimpanan bahan-bahan *thinner* yang dapat dengan mudah putung rokok yang menyala menyambar bahan tersebut hingga menyebabkan kebakaran. Berdasarkan hasil wawancara memang para pemilik bengkel lebih banyak menggunakan bahan bakar premium untuk aktivitas pembersihan mesin, karburator, dll. Karena bila dibandingkan harga pertalite dan pertamax harga premium lebih terjangkau. Selain pemilik yang menggunakan premium, kebanyakan sepeda motor dan mobil yg berada pada bengkel skala kecil/modal kecil tersebut berbahan bakar premium yang juga kadang-kadang terjadi kebocoran pada karburator dan tangki bensin.

Kebanyakan pemilik bengkel dari segi pemadaman kebakaran menggunakan media air. Pemadaman dengan media tersebut kurang tepat dilakukan di area bengkel karena berpotensi mengenai alat-alat kelistrikan yang dapat menyebabkan korsleting, rusaknya peralatan dan membahayakan pemadam karena dapat menjadi penghantar arus listrik. Alat-alat kelistrikan yang rentan korsleting dan rusak apabila terkena air, antara lain: kompresor, gerinda, genset, mesin las listrik, bor listrik, alat pemotong besi, dll. Selain itu, dari 10 bengkel dan yang telah diobservasi dan wawancara dengan pemilik bengkel mengatakan bahwa tidak pernah menyediakan sistem proteksi APAR berbentuk tabung dengan media *chemical powder*, gas halon dan juga karbon dioksida di tempat kerjanya. Hal tersebut dipengaruhi oleh terjangkaunya bahan-bahan APAR serta keterbatasan pengetahuan mengenai tempat *refill* media pemadam modern, sehingga dari pemilik tidak mampu menjangkau dan menyediakan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian kebakaran.

Ditinjau dari segi harga bahan APAR dari salah satu distributor resmi PT. Global Mitra Proteksindo yang merupakan rekomendasi dari Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi DKI Jakarta seperti: *refill* bahan *chemical powder* dengan berat 1-2 kg kisaran Rp. 80.000 – 120.000, *refill* bahan CO<sub>2</sub> dengan berat 1-2 kg kisaran harga Rp. 80.000 – 100.000, sedangkan bahan *foam* dengan volume 6 liter kisaran harga Rp. 110.000. Harga baru APAR dengan kapasitas 2 kg dengan media *chemical powder* Rp. 300.000.

Maka dari itu, diperlunya pemadaman alternatif kebakaran yaitu dengan menggunakan media tradisional yang sumber dan penggunaannya tidak terbatas, harganya terjangkau, serta mudah didapat seperti media pasir. Dari segi harga, media pasir lebih terjangkau dari pada bahan-bahan seperti *chemical powder*, CO<sub>2</sub> dan *foam*. Pada tahun 2017 harga pasir sungai dijual per-m<sup>3</sup> dengan harga Rp. 175.000 – 180.000. Selain media pasir dalam alternatif pemadaman ini dibantu dengan penyediaan tabung APAR bekas 2 kg dengan media *chemical powder* yang harganya terjangkau kisaran Rp. 100.000 – 120.000 .

Sedangkan dari segi efek bahaya lingkungan dan kesehatan yang ditimbulkan, media pasir lebih ramah lingkungan dan lebih aman bagi kesehatan

serta tidak menimbulkan asap berlebihan yang dapat mengganggu pernafasan jika dibandingkan dengan *chemical powder* dengan bahan utama *natrium bikarbonat* yang serbuknya memicu asap yang terlalu besar dan pekat bila digunakan sebagai pemadam kebakaran dan dapat mengiritasi mata, kulit, saluran nafas, serta dapat menyebabkan efek yang merugikan pada ginjal (BPOM RI, 2012). Bila dibandingkan dengan alat pemadam dengan media air, yang mempunyai sifat sebagai penghantar kuat apabila kontak dengan listrik sehingga berbahaya apabila diaplikasikan pada tempat yang memiliki banyak peralatan kelistrikan dan berpotensi menimbulkan korsleting atau rusaknya peralatan.

Indonesia adalah negeri yang kaya akan sumber daya alam, negeri dimana tumbuhan tumbuh subur dan bahan tambang melimpah ruah seperti emas, batu bara, timah, minyak, nikel, besi dan pasir. Salah satu kekayaan alam negeri ini adalah pasir Lumajang yang mempunyai potensi cadangan pasir besi paling luas di Indonesia. Demikian menurut survei beberapa investor yang datang (Pemkab Lumajang, 2016). Pasir merupakan sumber daya mineral yang digolongkan bahan bukan logam yang banyak tersebar di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Pasir pada umumnya digunakan sebagai campuran semen untuk bahan bangunan. Tetapi selain digunakan sebagai campuran semen, sejak lama pasir juga dipakai sebagai pemadam api secara tradisional, hanya saja hingga saat ini media pasir belum dikembangkan menjadi pemadam api seperti APAR berbentuk tabung yang telah terdaftar di BPBD Pusat DKI Jakarta.

Pada penelitian perintis, Faisal (2011) telah melakukan uji efektivitas pasir sebagai pemadam kebakaran kelas B yang meneliti bobot pasir dan jarak pancaran sebagai variabel independen terhadap variabel dependen yaitu kecepatan padam kebakaran api ringan kelas B. Didapatkan berat pasir yang bisa memadamkan api sebesar 15 kg dengan jarak 0,5 meter dengan kecepatan padam 25,23 detik dan 17 kg dengan jarak 1 meter dengan kecepatan padam 29,04 detik. Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut pasir yang digunakan terlalu besar dalam pemadaman api. Maka dari itu, pada penelitian ini akan mengkaji efisiensi variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, maka akan dilakukan penelitian mengenai perbedaan efisiensi variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B dengan rumusan masalah sebagai berikut “Apakah ada perbedaan efisiensi variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis perbedaan efisiensi variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B.

### 1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kadar air pasir yang digunakan sebagai pemadam kebakaran kelas B pada volume bahan bakar premium 0,5 liter.
- b. Mengetahui ukuran partikel pasir yang digunakan sebagai pemadam kebakaran kelas B pada volume bahan bakar premium 0,5 liter.
- c. Mengetahui suhu atau temperatur pada lokasi pemadaman pemadam kebakaran kelas B pada volume bahan bakar premium 0,5 liter.
- d. Mengetahui kecepatan angin pada lokasi pemadaman kebakaran kelas B pada volume bahan bakar premium 0,5 liter.
- e. Menganalisis perbedaan kecepatan padam kelompok  $X_1$ , kelompok  $X_2$ , kelompok  $X_3$ , dan kelompok  $X_4$ .

## 1.4. Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Bagi Peneliti

- a. Menambah pengetahuan tentang penggunaan pemadam kebakaran modern dengan media pasir.
- b. Sebagai acuan dalam melakukan intervensi mengenai pentingnya keselamatan kerja sektor usaha informal khususnya usaha bengkel dalam sektor kecil atau modal kecil demi menjunjung tinggi aspek K3 khususnya dalam hal

menyediakan sistem proteksi aktif untuk pencegahan dan sebagai pengendalian kebakaran dengan menggunakan media pasir.

#### 1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Sebagai tambahan literatur sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan mengenai perbedaan variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebagai pemadam kebakaran kelas B.

#### 1.4.3 Bagi Dinas Ketenagakerjaan Lumajang

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai acuan sebagai intervensi dan sosialisasi terhadap sektor usaha informal khususnya bengkel di kawasan Lumajang mengenai pemadam kebakaran alternatif yang harganya terjangkau dan sangat mudah diaplikasikan untuk sektor bengkel. Serta penelitian ini diharapkan dapat sebagai acuan dalam pengembangan APAR berbentuk tabung dengan media pasir yang dapat dijual dengan harga terjangkau sehingga seluruh sektor usaha skala kecil atau modal kecil dapat melakukan suatu upaya penyediaan APAR dalam pemenuhan sistem proteksi kebakaran kelas B di tempat kerja.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Api

Definisi dari api menurut *National Fire Protection Association* (NFPA) adalah suatu massa zat yang sedang berpijar yang dihasilkan dalam proses kimia oksidasi yang berlangsung dengan cepat dan disertai pelepasan energi dan panas. Timbulnya api disebabkan oleh adanya sumber panas yang berasal dari berbagai bentuk energi yang dapat menjadi sumber penyulutan. Contoh sumber panas yang dapat berperan menjadi sumber penyulutan hingga terbentuk api, antara lain: listrik statis, reaksi kimia, gesekan, pemadatan, api terbuka, pembakaran spontan, petir dan sinar matahari.

#### a. *Triangle of Fire* (Segitiga Api)

Proses pembakaran terjadi karena adanya sumber panas (api) sebagai penyulut, bahan bakar yang tersedia dan adanya oksigen dalam waktu yang bersamaan seperti terlihat pada gambar 2.1 segitiga api. Sebuah konsep sederhana untuk mencegah terjadinya proses pembakaran adalah dengan cara menghilangkan atau meniadakan salah satu dari komponen segitiga api tersebut. Hal yang dapat dilakukan yaitu menghilangkan atau mengurangi sumber panas (api) dan menghilangkan atau mengurangi akumulasi bahan bakar (Adinugroho, 2005:40).

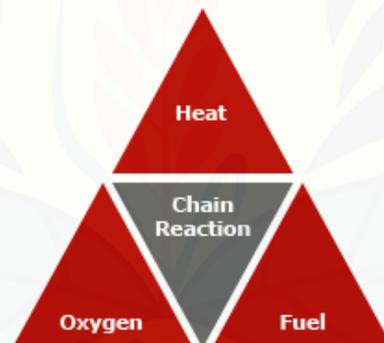


Gambar 2. 1 Segitiga Api

Sumber : (RamLi, 2010)

b. *Tetrahedron of Fire* (Piramida Bidang Empat)

Seiring dengan pengembangan keilmuan model *fire triagle* tersebut yang terus dikembangkan oleh W.H. Haessler (1997) menjadi teori *fire tetrahedron* dengan menambahkan elemen reaksi kimia. Pengembangan teori ini didasarkan bahwa dalam panas pembakaran yang normal, reaksi kimia yang terjadi menghasilkan beberapa zat CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, asap dan gas. Hasil yang lain dari reaksi ini adalah adanya radikal-radikal bebas dari atom oksigen dan hidrogen dalam bentuk hidroksil. Bila ada dua hidroksil, akan bereaksi menjadi H<sub>2</sub>O dan radikal bebas O<sub>2</sub> dengan reaksi  $2OH \rightarrow H_2O + O$  radikal. O radikal ini yang selanjutnya akan berfungsi lagi sebagai umpan pada proses pembakaran, sehingga disebut reaksi pembakaran berantai atau *chain reaction of combustion*. Adapun gambar piramida bidang empat api adalah sebagai berikut (Goetsch, 2005).



Gambar 2. 2 *Tetrahedron of Fire*

Sumber: (Goetsch, 2005)

## 2.2 Kebakaran

Kebakaran adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan dan kadang kala tidak dapat dikendalikan, sebagai hasil pembakaran suatu bahan dalam udara dan mengeluarkan energi panas dan nyala api (Nedved, 234:1991). Sedangkan menurut (Ramli, 2010) kebakaran adalah api yang tidak terkendali artinya di luar kemampuan dan keinginan manusia yang pada umumnya merugikan. Jadi Kebakaran adalah bentuk nyala api yang sudah tidak terkendali dan dapat

menyebabkan banyak kerugian yang tidak diharapkan, kerugian itu bisa berupa kerugian harta benda maupun kehilangan korban jiwa.

### 2.2.1 Klasifikasi Kebakaran

Dalam memudahkan mengatur pilihan peralatan pemadam kebakaran, sejumlah negara mengklasifikasikan beberapa kelas kebakaran api, yaitu kebakaran api kelas A, kebakaran api kelas B, kebakaran api kelas C dan kebakaran api kelas D (Sumardjo, 2009:589-590).

- a. Api kelas A adalah api yang berasal dari terbakarnya bahan padat berkarbon seperti, kertas, tekstil dan kayu
- b. Api kelas B adalah api yang berasal dari terbakarnya bahan cair yang mudah menyala, seperti dietileter, minyak tanah, premium, petroleum eter dan beberapa pelarut organik yang lain.
- c. Api kelas C adalah api berasal dari arus listrik yang korsleting.
- d. Api kelas D adalah api dari terbakarnya bahan logam.

### 2.2.2 Penyebab Kebakaran

Kebakaran disebabkan oleh sumber-sumber yang membuat adanya nyala api sehingga membuat suatu keadaan terbakar. Sumber-sumber penyebab nyala api tersebut antara lain (Anizar, 2009:24-26):

#### a. Instalasi dan peralatan listrik

Hal ini karena perlengkapan listrik yang digunakan tidak sesuai dengan prosedur yang benar dan standar yang telah ditetapkan oleh LMK (Lembaga Masalah Kelistrikan) dan PLN, antara lain: rendahnya kualitas peralatan listrik serta instalasi kabel yang tidak sesuai prosedur yang ditetapkan LMK dan PLN.

#### b. Merokok

Secara tidak langsung merokok sembarangan tanpa memperhatikan suatu lokasi yang terdapat penyimpanan bahan-bahan mudah terbakar juga berpotensi menyebabkan potensi kebakaran.

c. Bahan yang mudah menguap dan meledak

Bahan-bahan kimia seperti kalium klorat, natrium nitrat, campuran belerang, karbon dan kalium klorat bila tidak dilakukan upaya penyimpanan dengan baik dapat mengakibatkan bahan-bahan tersebut mudah menguap dan terbakar.

d. Peralatan yang memancarkan api

Peralatan pemancar api seperti alat las mempunyai potensi terjadinya kebakaran apabila dalam penggunaannya tidak menerapkan sistem isolasi terhadap bahan-bahan yang dapat mudah terbakar.

### 2.2.3 Bahaya dan Dampak Kebakaran

Kebakaran mengandung berbagai potensi bahaya baik bagi manusia, harta benda maupun lingkungan. Bahaya utama dari suatu kebakaran adalah sebagai berikut (Ramli, 2010:22):

- a. Terbakar api secara langsung, misalnya karena terjebak didalam area kebakaran. Panas yang tinggi akan mengakibatkan luka bakar, bahkan korban dapat hangus.
- b. Terjebak karena asap yang ditimbulkan kebakaran. Kematian dalam kebakaran paling banyak ditimbulkan karena asap. Kematian akibat asap dapat disebabkan dua faktor yaitu, pertama karena kekurangan oksigen dan kedua karena terhirup gas beracun. Pada saat kebakaran terjadi, asap yang terbentuk akan mengeliminasi oksigen dari ruangan sehingga ruangan menjadi kekurangan oksigen. Kondisi ini mengakibatkan korban akan kekurangan oksigen dan asap masuk ke dalam paru-paru. Disamping itu, asap kebakaran juga mengandung berbagai jenis zat beracun berdasarkan jenis bahan yang terbakar.
- c. Kejatuhan benda akibat runtuhnya konstruksi dan ledakan gas yang terkena paparan panas. Bahaya ini mengancam keselamatan penghuni, bahkan petugas pemadam kebakaran yang memasuki suatu bangunan juga dapat terbakar apabila kurang berhati-hati dalam pengendaliannya.

#### 2.2.4 Pencegahan Kebakaran

Pencegahan kebakaran bertujuan untuk meningkatkan kesadaran semua pihak mengenai bahaya kebakaran, melakukan langkah-langkah preventif untuk menghindari atau menekan risiko bahaya kebakaran. Untuk itu perusahaan atau sektor usaha harus melakukan upaya-upaya pencegahan kebakaran dengan cara sistematis antara lain:

- a. Pengendalian sumber api, misal melalui sistem izin kerja, dimana semua pekerjaan yang menggunakan sumber api atau dapat menimbulkan api harus memperoleh izin kerja panas (*hot work permit*).
- b. Pengendalian sumber bahan bakar, misal melakukan upaya sistem proteksi kebakaran di tempat penyimpanan bahan bakar, gudang penimbunan bahan kimia dan pada saat proses penggunaan dan pengangkutan (Ramli, 2010:155).

### 2.3 Kebakaran Kelas B

Kebakaran kelas B, yaitu kebakaran yang mengenai bahan bakar cair yang mudah terbakar (*flammable*), contohnya kerosine, solar, premium, dan minyak goreng. Setiap bahan bakar mempunyai titik nyala (*flash point*), titik bakar (*fire point*) dan *auto ignition*. Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah dimana suatu zat yaitu bahan bakar cukup mengeluarkan dan menyala (terbakar sekejap) bila dikenai sumber panas yang cukup. Sedangkan titik bakar (*fire point*) adalah suhu terendah dimana suatu bahan bakar cukup mengeluarkan uap dan terbakar (menyala terus-menerus) bila diberi sumber panas. Suatu bahan akan terbakar apabila telah mencapai titik bakar (Riswiyanto, 2009). Pada penelitian laboratorium kebakaran ITS menyatakan bahwa *fire point* bahan bakar premium dapat diketahui setelah pembakaran 5 detik. Sedangkan *auto ignition* adalah suhu penyalaan sendiri dimana suatu bahan bakar dapat menyala sendiri tanpa adanya sumber panas dari luar.

## 2.4 Sistem Manajemen Kebakaran

Sistem manajemen kebakaran adalah upaya terpadu untuk mengelola risiko bahaya kebakaran mulai dari perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan tindak lanjutnya. Sistem manajemen kebakaran antara lain (Ramli, 2010:140):

### 2.4.1 Kebijakan Manajemen

Kebijakan manajemen terhadap pelaksanaan K3 dimulai dari manajemen puncak dan tim manajemen. Terdapat 4 (empat) tipe organisasi yang membedakan perhatiannya terhadap pelaksanaan K3, yaitu (Somad, 2013:8):

- a. Tipe pertama yaitu bersikap acuh tak acuh terhadap aspek K3 dan tidak peduli pada pemenuhan ketentuan regulasi K3 yang sudah dikeluarkan pemerintah.
- b. Tipe kedua yaitu bersikap mengabaikan bahaya di tempat kerja dan mengabaikan peraturan perundangan yang berlaku. Pada tahap ini perusahaan berkeinginan menerapkan aspek K3 namun belum mengerti tentang apa saja yang dibutuhkan dalam pemenuhan aspek K3 dan tidak terdapatnya sumber daya untuk menjalankan pemenuhan tersebut.
- c. Tipe ketiga pada tahap ini perusahaan sudah memahami dan berkomitmen mengenai aspek K3 dan telah mengimplementasikan sistem manajemen yang baik serta praktik kerja aman serta mencoba untuk meningkatkan kinerja pekerjanya, namun dalam pelaksanaannya belum berjalan dengan baik.
- d. Tipe keempat perusahaan memiliki komitmen keterlibatan yang tinggi dan telah mencapai kinerja K3 yang tinggi. Perusahaan mampu menjalankan pemenuhannya aspek K3 berdasarkan peraturan perundangan dan mampu mempraktikkan dengan baik, memiliki sistem yang baik, serta melibatkan semua pekerja dan seluruh unsur perusahaan atau usaha yang terkait dengan pekerjaan untuk meningkatkan kinerja aspek K3.

### 2.4.2 Organisasi dan Prosedur

Upaya pencegahan dan pengendalian kebakaran harus dikelola dan dikoordinir dengan baik, dengan melibatkan banyak pihak dari berbagai fungsi. Oleh sebab itu, untuk mendukung hal tersebut diperlukan sebuah organisasi (Ramli, 2010:142). Organisasi yang dimaksudkan dalam Kepmenaker

No.Kep.186/MEN/1999 adalah unit penanggulangan kebakaran. Dimana unit penanggulangan kebakaran ialah unit kerja yang dibentuk dan ditugasi untuk menangani masalah penanggulangan kebakaran di tempat kerja yang meliputi kegiatan administrasi, identifikasi sumber-sumber bahaya, pemeriksaan, pemeliharaan dan perbaikan sistem proteksi kebakaran. Unit penanggulangan kebakaran tersebut terdiri dari petugas peran kebakaran, regu penanggulangan kebakaran, koordinator unit penanggulangan kebakaran, dan ahli K3 spesialis penanggulangan kebakaran

#### 2.4.3 Identifikasi dan Analisis Kebakaran

Dalam upaya penanggulangan kebakaran, langkah pertama adalah melakukan identifikasi apa saja potensi bahaya kebakaran yang ada dalam sebuah usaha. Dengan mengetahui masalah apa yang akan dihadapi maka program pencegahan dan penanggulangan kebakaran akan berjalan dengan efektif. Bahaya kebakaran dapat bersumber dari proses produksi, material atau bahan yang digunakan, kegiatan kerja yang dijalankan dalam perusahaan serta instalasi yang mengandung potensi risiko bahaya kebakaran (Ramli, 2010:143).

##### a. Sumber Kebakaran

Mengidentifikasi sumber kebakaran dapat dilakukan melalui pendekatan segitiga api, yaitu bahan bakar, panas, dan sumber oksigen.

- 1) Identifikasi sumber bahan bakar yang ada dalam kegiatan, misalnya minyak, bahan kimia, kertas, timbunan kayu, plastik, kemasan, dan lainnya.
- 2) Identifikasi sumber panas, misalnya instalasi listrik, dapur, percikan api dari kegiatan teknik seperti bengkel, pengelasan, dan lain lain.
- 3) Sumber oksigen yang dapat menjadi pemicu kebakaran, misalnya terdapat bahan pengoksidasi yang ada di lingkungan kerja.

##### b. Proses Produksi

Proses produksi juga mengandung potensi kebakaran. Potensi-potensi kebakaran datang dari fasilitas-fasilitas produksi yang biasanya menggunakan peralatan dengan menggunakan tekanan dan sumber panas tinggi sehingga berpotensi mengakibatkan kebakaran. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya

bahwa pada proses produksi potensi kebakaran timbul dari penggunaan bahan baku, peralatan kerja, instalasi listrik, dan bahan bakar.

#### 2.4.4 Latihan Darurat Kebakaran

Tujuan utama dari perencanaan darurat adalah untuk mencegah atau meminimalkan cedera dan kehilangan nyawa. Rencanakan suatu penanganan kedaruratan dengan baik sesuai dengan hasil analisis kondisi yang ada di lapangan, serta perencanaan yang telah dibuat harus dilakukan pada seluruh pekerja perusahaan secara periodik. Hasil dari aktivitas latihan darurat yang ingin dicapai yaitu pekerja dapat meninggalkan perusahaan setelah ada tanda kedaruratan (pengumuman, alarm) tanpa mengalami kebingungan dan segera menuju lokasi atau titik berkumpul. Latihan darurat kebakaran juga dapat digunakan dalam evaluasi kesiapan sistem proteksi kebakaran dan peralatan pemadam kebakaran serta peran aktif manajemen dalam pencegahan kebakaran (Rijanto, 2011: 64). Keuntungan yang didapatkan dari proses latihan darurat antara lain (Sahab, 1997:209):

- 1) Berusaha tidak panik pada saat bencana kebakaran yang sesungguhnya.
- 2) Waktu reaksi terhadap kejadian bencana kebakaran lebih cepat dan tim dapat bekerja secara sistematis, sehingga jumlah korban dan kerugian dapat ditekan.
- 3) Dapat diketahui hambatan yang akan ditemui pada keadaan darurat yang sebenarnya dan dapat dicarikan jalan keluar dan solusinya.

#### 2.4.5 Pendidikan Pekerja

Pendidikan bagi pekerja dapat diartikan sebagai penjelasan atau pelatihan mengenai penggunaan alat pemadam kebakaran yang memiliki tujuan agar setelah mendapatkan pelatihan orang tersebut dapat terlatih dalam pengoperasian alat pemadam kebakaran dan juga dapat mengendalikan kebakaran api ringan sehingga api dapat terkontrol dan dipadamkan. Suatu alat pemadam api hanya berfungsi 40% jika digunakan oleh orang yang tidak terlatih dan belum pernah menggunakan alat pemadam api sebelumnya. Sedangkan pada orang terlatih dan telah mendapatkan pendidikan serta penjelasan dan praktik penggunaan alat pemadam api, berfungsi 2,5 kali lipat dibandingkan orang yang tidak terlatih atau

belum pernah menggunakan alat pemadam api sebelumnya (Rijanto, 2011: 65). Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan terhadap pekerja sangat dibutuhkan. Cara yang cukup tepat melakukan pendidikan pada pekerja yaitu melalui peragaan atau praktik yang dilakukan secara berkala oleh perusahaan atau industri dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran. Peragaan yang diberikan pada pekerja berupa cara pemadaman api menggunakan alat pemadam api tradisional (APAT) yang dapat berupa karung goni basah dan pasir, hidran serta menggunakan alat pemadam api ringan (APAR) dengan media air, busa (foam), tepung kering bahan kimia (*dry chemical*), dan media gas.

#### 2.4.6 Sistem Proteksi Kebakaran

Sistem proteksi kebakaran pada suatu bangunan dibagi 2, yaitu sistem proteksi aktif dan sistem proteksi pasif. Sistem proteksi pasif meliputi kemampuan stabilitas struktur dan elemennya, material konstruksi yang tahan api, kompartemenisasi dan pemisahan, serta untuk membatasi kecepatan menjalarnya api dan asap kebakaran. Sementara sistem proteksi digunakan dalam mendeteksi dan memadamkan kebakaran, pengendalian asap, dan sarana penyelamatan kebakaran (Sabaruddin, 2013:65).

##### a. Sarana Proteksi Pasif

Banyak jenis sarana proteksi pasif yang dirancang untuk proteksi kebakaran antara lain (Ramli, 2010:117):

##### 1) Penghalang (barrier)

Struktur bangunan yang berfungsi sebagai penghalang atau penghambat penjalaran api dari suatu bagian bangunan ke bagian lain. Penghalang dapat di desain dalam bentuk tembok atau partisi dengan material tahan api.

##### 2) Jarak Aman

Pengaturan jarak antar bangunan sangat membantu dalam mengurangi penjalaran api. Bangunan yang berdekatan akan mudah terkena kebakaran dari bangunan sebelahnya. Standar jarak aman sangat penting dalam merancang suatu fasilitas, dengan tujuan untuk mengurangi dampak penjalaran kebakaran dan bahaya peledakan jika suatu unit atau peralatan terbakar.

### 3) Pelindung Tahan Api

Penjalaran atau kebakaran dapat dikurangi dengan memberi pelindung tahan api untuk peralatan atau sarana tertentu. Bahan bangunan juga menentukan ketahanan terhadap kebakaran.

#### b. Sarana Proteksi Aktif

Menurut Kepmen PU No.10/KPTS/2000, sarana proteksi kebakaran aktif adalah sistem perlindungan terhadap kebakaran yang mempergunakan peralatan yang dapat bekerja secara otomatis maupun manual, digunakan oleh penghuni atau petugas pemadam kebakaran dalam melaksanakan operasi pemadaman.

Adapun yang termasuk ke dalam sistem proteksi aktif adalah APAR, alarm, *sprinkler*, detektor dan hidran (Irianto, 2014:125-126).

#### 1) APAR (Alat Pemadam Api Ringan)

Merupakan pemadam api yang dikemas dalam bentuk tabung yang mempunyai warna merah, kuning, atau hijau “ngejreng” agar mudah dikenali pada area gelap dan kondisi dengan jangkauan terbatas. Warna tabung disesuaikan dengan isi bahan pemadam yang dikandungnya. Serta ukuran berat yang masih wajar untuk dijinjing dalam gerak cepat. Isi tabung APAR dapat berupa gas, busa, atau powder atau tepung pemadam api.

##### a) Pemadam api berbahan gas

Pemadam api berbahan gas didalam APAR mengandung CO<sub>2</sub>, nitrogen, Argon atau gas olahan yang bertujuan untuk menurunkan konsentrasi oksigen disekitar titik nyala api. Gas pemadam api tidak berbahaya bagi keselamatan jika cara pemakaiannya benar, yaitu digunakan dalam ruang tertutup.

##### b) Pemadam api berbahan busa

Pemadam api berbahan busa ditujukan untuk memadamkan kobaran api pada genangan minyak yang terbakar dan memutus rantai koneksi antara permukaan minyak dengan oksigen di atasnya sehingga api menjadi padam.

##### c) Pemadam api berbahan tepung

Berfungsi untuk menutup permukaan bahan yang terbakar dari kontak dengan oksigen sehingga api menjadi padam.

## 2) Alarm Kebakaran

Menurut NFPA, alarm kebakaran adalah komponen dari sistem yang memberikan isyarat atau tanda adanya suatu kebakaran. Sistem alarm kebakaran terdapat 2 jenis sistem, yaitu:

- a) Sistem alarm kebakaran manual, yang memungkinkan seorang menyatakan tanda bahaya segera secara menekan tombol dengan tangan.
- b) Sistem otomatis, yang menemukan kebakaran dan memberikan tanda secara sendiri tanpa dikendalikan orang. Dengan kata lain sistem ini langsung terhubung dengan alat detektor yang ada

## 3) *Sprinkler*

Sistem *sprinkler* terdiri dari rangkaian pipa yang dilengkapi dengan ujung penyemprot (*discharge nozzle*) yang kecil (*sprinkler head*) dan ditempatkan dalam suatu bangunan jika terjadi kebakaran maka panas dari api akan melelehkan sambungan solder atau memecahkan *bulb*, kemudian kepala *sprinkler* akan mengeluarkan air (Ramli, 2010:97).

## 4) Detektor Kebakaran

Detektor kebakaran adalah alat yang mendeteksi sinar inframerah, ultraviolet atau radiasi yang terlihat dari sebuah nyala api. Sistem deteksi dan alarm kebakaran meliputi: detektor panas, detektor asap, detektor gas kebakaran, dan detektor nyala api. Detektor kebakaran harus memenuhi ketentuan sebagai berikut (Pergub DKI Jakarta, 2015):

- a) Harus selalu dalam kondisi baik dan siap pakai
- b) Sistem deteksi harus selalu dalam kondisi beroperasi (*powered-on*)
- c) Sistem deteksi harus dapat mendeteksi, memberikan notifikasi dan terhubung dengan peralatan keselamatan lainnya
- d) Sistem deteksi harus memiliki supervisi otomatis terhadap gangguan yang diakibatkan oleh hubungan pendek (*short-circuit*) dan hubungan terbuka
- e) Sistem deteksi harus dipasang sesuai dengan klasifikasi potensi bahaya kebakaran pada ruangan yang dilindungi.

### 5) Hidran

Sistem distribusi air pemadam kebakaran yang menggunakan sistem suplai air. Air diambil dari *ground tank* atau *reservoir* menggunakan pompa (*fire main pump, diesel fire pump dan jockey pump*) dan dialirkan melalui (*hydran pipe*) atau (*hydran pipe*) sampai ke *sprinkler*. Instalasi pipa terhubung dengan *pressure tank* yang dilengkapi dengan *pressure switch* yang berfungsi untuk mengoperasikan pompa pemadam kebakaran secara otomatis dan diatur sesuai dengan tekanan standar instalasi pipa gedung. *Hydran pipe* dibagi menjadi dua instalasi pipa yaitu pipa *hydran* (warna merah) dan pipa *sprinkler*. (Kementerian Perhubungan Udara, 2013).

#### 2.4.7 Inspeksi Kebakaran

Tujuan inspeksi adalah untuk mendeteksi secara dini kesiapan, kelengkapan, pematuhan dan kondisi sarana, cara kerja, lingkungan dan prosedur yang berkaitan dengan kebakaran. Semua alat pemadam api, harus diperiksa dan diinspeksi secara berkala misalnya setiap 6 bulan. Kondisi tempat kerja seperti tanggap darurat, petunjuk jalan evakuasi, pompa pemadam dan fasilitas lainnya juga perlu diinspeksi secara berkala agar selalu tersedia saat diperlukan (Ramli, 2010:154).

#### 2.4.8 Tanggap Darurat

Tanggap darurat adalah tindakan segera untuk mengatasi kebakaran yang terjadi dengan mengerahkan sumber daya yang tersedia, sebelum bantuan dari luar datang. Untuk menghadapi suatu kebakaran, perlu disusun organisasi tanggap darurat yang melibatkan semua unsur yang terkait dengan operasi atau kegiatan (Ramli, 2010:157).

Timbulnya kerugian baik fisik maupun non fisik, terutama korban jiwa sering kali disebabkan oleh ketidaktanggapan dalam menghadapi bencana kebakaran, baik secara individu maupun kelompok guna meminimalkan hal tersebut diperlukan sebuah sistem yang efektif, efisien, terukur dan tepat sasaran. Sistem tersebut adalah sistem tanggap darurat kebakaran yang berfungsi sebagai

pedoman tindakan dalam menghadapi bencana bagi setiap individu dan kelompok (Priambodo,2009:15).

#### 2.4.9 Penyelidikan dan Pelaporan

Setiap kejadian kebakaran harus diselidiki dan dilaporkan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Penyelidikan kebakaran sangat diperlukan dengan tujuan untuk mengetahui apa penyebab kebakaran sehingga dapat diambil langkah pencegahan yang tepat. Tanpa mengetahui penyebab kebakaran, tidak dapat melakukan tindakan pencegahan dan perbaikan, sehingga hal tersebut menjadi factor utama kebakaran berikutnya terulang lagi (Ramli, 2010:157).

#### 2.4.10 Audit Kebakaran

Elemen terakhir dalam sistem manajemen kebakaran adalah melakukan audit kebakaran. Berbeda dengan inspeksi, audit bertujuan untuk melihat dan mengevaluasi kesesuaian sistem manajemen kebakaran dengan ketentuan atau standar yang berlaku. Dari audit akan diketahui apa kelebihan dan kekurangan dalam manajemen kebakaran sehingga dapat diambil langkah perbaikan yang tepat.

### 2.5 Teori Pemadaman Api

Sasaran utama dari upaya pencegahan kebakaran adalah untuk mematikan atau memadamkan kebakaran jika terjadi. Prinsip dari pemadaman kebakaran adalah memutus mata rantai segitiga api. Memadamkan kebakaran atau mematikan api dapat dilakukan dengan beberapa teknik atau pendekatan yaitu (Ramli, 2010:53-54):

#### a. Mendinginkan api (*cooling*)

Teknik pendinginan adalah teknik memadamkan kebakaran dengan cara mendinginkan atau menurunkan temperatur uap atau gas yang terbakar sampai ke bawah temperatur nyalanya. Jika panas tidak memadai, maka suatu bahan tidak akan mudah mudah terbakar. Cara yang paling banyak dilakukan oleh petugas

pemadam kebakaran adalah dengan menggunakan pemancar air ke lokasi atau titik kebakaran sehingga api secara perlahan akan berkurang dan mati.

b. Pembatasan oksigen

Sesuai dengan teori segitiga api, kebakaran dapat dihentikan dengan menghilangkan atau mengurangi suplai oksigen. Dengan membatasi atau mengurangi oksigen membuat api dapat padam. Teknik kebakaran ini disebut *smothering*. Salah satu contoh ialah memadamkan minyak yang terbakar di penggorengan atau kual dengan jalan menutup kual tersebut dengan bahan pemisah. Pembatasan ini merupakan cara yang paling mudah untuk memadamkan api.

c. Penghilangan bahan bakar

Penghilangan bahan bakar untuk memadamkan api lebih efektif akan tetapi tidak selalu dapat dilakukan karena dalam praktiknya mungkin sulit, sebagai contoh: memindahkan bahan bakar yaitu dengan menutup atau membuka katup aliran bahan bakar, memompakan minyak ke tempat lain, memindahkan bahan-bahan yang mudah terbakar. Teknik ini juga dapat dilakukan misalnya dengan menyemprot bahan yang terbakar dengan busa sehingga suplai bahan bakar untuk kelangsungan bahan bakar berkurang sehingga dapat mudah padam. Kebakaran juga dapat dipadamkan dengan menjauhkan bahan yang terbakar ke tempat yang lebih aman.

d. Memutus reaksi berantai

Cara yang terakhir untuk memadamkan api adalah dengan mencegah terjadinya reaksi rantai di dalam proses pembakaran. Para ahli menemukan bahwa reaksi rantai bisa menghasilkan nyala api. Pada beberapa zat kimia mempunyai sifat memecah sehingga terjadi reaksi atom-atom yang dibutuhkan oleh nyala untuk tetap terbakar. Reaksi tersebut yaitu:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{E}$ .

## 2.6 Prosedur Pemadaman APAR

Pemadaman dengan menggunakan APAR terbagi menjadi 4 langkah, antara lain (Sungkono, 2010):

a. Periksa jenis APAR yang akan digunakan

Mengetahui penyebab kebakaran merupakan langkah utama dalam menentukan jenis APAR yang akan digunakan dalam pemadaman. Hal ini bertujuan agar pemadaman tersebut dapat efektif dan efisien.

b. Periksa tekanan udara dalam tabung APAR

Angkat APAR lalu periksa tekanan udara dengan melihat indikator tekanan pada leher APAR, jika jarum masih menunjuk pada area berwarna hijau berarti tekanan APAR masih optimal dan aman digunakan. Tekanan udara berfungsi sebagai gaya pemancar media dari pemadaman APAR berbentuk tabung.

c. Tarik dan lepas pin pengunci tuas APAR pada tabung pemadam

d. Semprotkan area kebakaran dengan berada pada jarak aman dan posisi penyemprotan yang efektif. Jarak aman bagi seseorang dalam penyemprotan APAR adalah 1 meter. Sedangkan posisi penyemprotan yang paling efektif adalah dengan menyemprot bahan APAR pada dasar penyalaan api.

## 2.7 Media Pemadam

Media pemadam sangat beragam baik jenis maupun aplikasinya. Namun secara umum, media pemadam dapat dikelompokkan menurut jenisnya sebagai berikut (Ramli, 2010:57-78):

a. Media Pemadaman Bentuk Padat

1) Pasir dan Tanah

Cara tradisional memadamkan api adalah menggunakan pasir. Bahan ini cukup efektif untuk memadamkan kebakaran api kelas B, tetapi hanya berupa tumpahan atau ceceran minyak dalam jumlah kecil. Tujuan utama penggunaan pasir adalah untuk membatasi menjalarnya kebakaran. Pasir juga dapat berfungsi untuk menutupi permukaan bahan yang terbakar sehingga dapat memisahkan udara dari bahan bakar. Bahan ini mudah didapat dan murah. Pasir adalah mineral endapan (sedimen) yang memiliki ukuran butir 0,074-0,075 mm dengan ukuran

kasar (3-5 mm) dan halus (<1 mm). Berdasarkan lokasi endapannya, kemungkinan terjadi perbedaan karakter fisik kandungan mineral pasir seperti Fe, Ti, Mg, dan Si (Bowles, 1983:58). Ada beberapa jenis pasir yang berada di Indonesia antara lain sebagai berikut (Mistra, 2006: 106-107).

- a. Pasir gunung, yang diambil dari gunung, seperti pasir hasil letusan gunung yang terkenal karena bersih atau bebas dari campuran tanah.
- b. Pasir sungai, yang berasal dari penyedotan atau penggalian di tengah kali saat surut. Kandungan lumpur pada pasir ini cukup banyak.
- c. Pasir putih (pasir silika), yang banyak di temukan di daerah pantai yang memiliki warna putih bersih dan kemerahan. Pasir ini tidak mengandung lumpur.

## 2) Tepung kimia kering

Media pemadam ini berupa campuran berbentuk bubuk yang terdiri dari berbagai unsur atau senyawa kimia berbentuk padat atau butiran halus seperti tepung. Sifat atau mekanisme pemadaman dengan menggunakan tepung kimia kering ini adalah prinsip pemisahan (*smothering*), pendinginan dan pemutusan reaksi penyalaan.

### b. Media Pemadaman Bentuk Cair

#### 1) Air

Air merupakan pemadaman tradisional dan dikenal luas di tengah masyarakat umum. Mekanisme pemadaman api dengan menggunakan media air adalah pendinginan yang dapat berfungsi menyerap panas dari api. Jika di semprotkan ke pusat kebakaran, suhu air akan meningkat sehingga wujudnya berubah menjadi uap air yang menyerap panas dari sekitarnya. Selain itu media air juga berperan dalam sistem penyelimutan dimana air yang terkena panas kebakaran berubah menjadi uap dengan mengembang dengan cepat memenuhi ruang udara sekitar daerah kebakaran.

#### 2) Busa (*foam*)

Busa secara fisik mirip dengan buih sabun yang berisi gelembung udara yang ringan sehingga mudah mengapung di atas permukaan cairan. Dari bentuk fisik busa tersebut, maka busa sangat efektif untuk memadamkan kebakaran kelas A

dan kelas B, terutama bila permukaan yang terbakar luas, sehingga sulit bagi pemadam lain untuk bisa menutup permukaan yang terbakar tersebut.

#### c. Media Pemadaman Bentuk Gas

##### 1) Karbon Dioksida

Bahan pemadam jenis Karbon Dioksida sudah dikenal sejak lama untuk memadamkan kebakaran, khususnya untuk kebakaran gas dan peralatan listrik. Jenis CO<sub>2</sub> yang digunakan biasanya dalam bentuk cair di dalam bertekanan sekitar 80 atm. Ketika digunakan atau disemprotkan, cairan CO<sub>2</sub> akan berubah menjadi gas yang berperan memadamkan api. Mekanisme kerja gas CO<sub>2</sub> yaitu dengan sistem penyelimutan (*smothering*) dan pendinginan (*cooling*).

##### 2) Halon

Bahan ini mirip CO<sub>2</sub>, karena disimpan dalam bentuk cair dan akan berubah menjadi uap atau gas jika disemprotkan ke api. Keunggulannya adalah memadamkan api dengan cara memutuskan rantai reaksi api. Seperti halnya dengan CO<sub>2</sub>, Halon juga tergolong media pemadam yang bersih dan daya pemadamannya sangat tinggi dibandingkan dengan media pemadam yang lain.

## 2.8 Premium

Premium merupakan bahan bahan cair yang mudah menguap, berupa suatu campuran hidrokarbon-hidrokarbon. Didapatkan dengan jalan: penyulingan bertingkat daripada minyak bumi, dengan proses pemecahan (*cracking*) fraksi-fraksi berat minyak bumi, gas bumi dan juga secara sintetik dengan jalan polimerisasi atau alkalisasi hidrokarbon-hidrokarbon kecil. Dipakai terutama untuk kendaraan-kendaraan bermotor. Untuk Indonesia bensin dipasaran mempunyai angka oktan tujuh puluh tiga. Angka oktan bensin dapat ditinggikan dengan penambahan dalam penambahan dalam jumlah kecil, zat T.E.L. (tetra-ethyl-lead), Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub> (Shadily, 1977:148).

## 2.9 Penentuan Kadar Air Pasir

Air merupakan sumber daya alam yang berlimpah di muka bumi, menutupi sekitar 71% dari permukaan bumi. Selain berlimpah keberadaannya di muka

bumi, airpun memiliki karakteristik yang khas, menurut Effendi (2007:22-23), karakteristik tersebut adalah air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Suatu cairan dikatakan memiliki tegangan permukaan yang tinggi jika tekanan antar molekul cairan tersebut tinggi. Tegangan permukaan yang tinggi menyebabkan air memiliki sifat membasahi suatu bahan secara baik (*higher wetting ability*).

Kadar air pasir dinyatakan sebagai perbandingan antara massa dan berat air yang ada dalam contoh sebelum pengeringan dan massa atau berat contoh setelah dikeringkan sampai mencapai massa atau berat yang tetap pada 105° C selama 1 jam. Metode gravimetri adalah metode yang paling sederhana secara konseptual dalam menentukan kadar air tanah. Pada prinsipnya mencakup pengukuran kehilangan air dengan menimbang contoh tanah dan pasir sebelum dan sesudah dikeringkan pada suhu 105 °C dalam oven. Hasilnya dinyatakan dalam persentase kadar air pasir, yang dapat diekspresikan dalam persentase terhadap berat kering, berat basah atau terhadap volume.

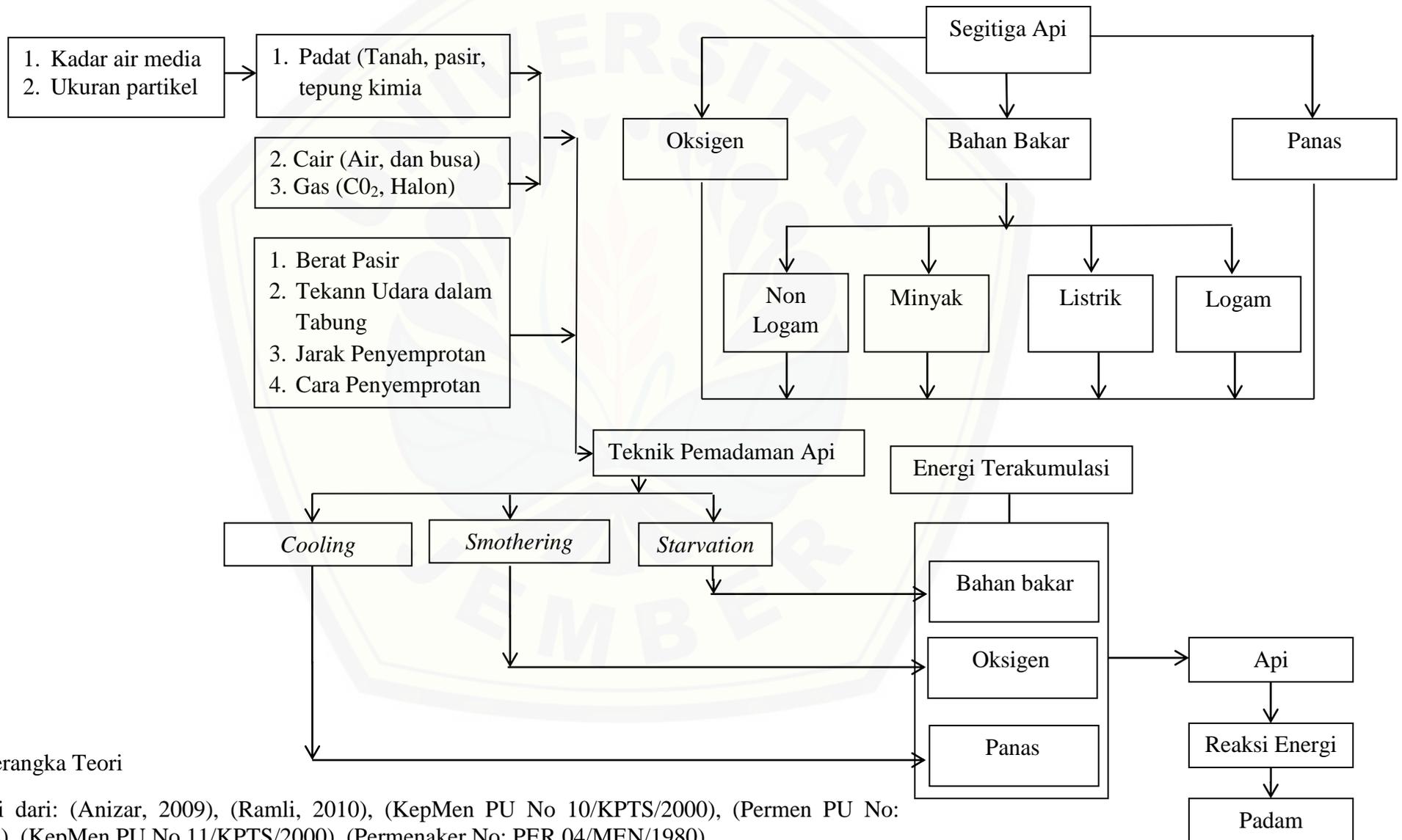
Masing-masing dari persentase berat ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Abdurachman et al, 131-133):

$$\frac{\text{Bobot pasir sebelum dipanaskan} - \text{bobot pasir setelah dipanaskan}}{\text{bobot pasir belum dipanaskan}} \times 100\%$$

## 2.10 Ayakan Sieve Analysis

Metode ayakan ini mulai dipergunakan pada tahun 1704 (Krumbein, 1932). Dalam analisa ayakan diperlukan butiran-butiran batuan sedimen yang benar-benar lepas, sehingga dapat menentukan gradasi atau pembagian ukuran butir tanah (*grain size distribution*) dari suatu sampel pasir dengan menggunakan suatu saringan. Alat yang digunakan berupa Enam buah saringan type ASTM, masing-masing No.10, 18, 35, 60, 80, 100 (Das,1993:17-24).

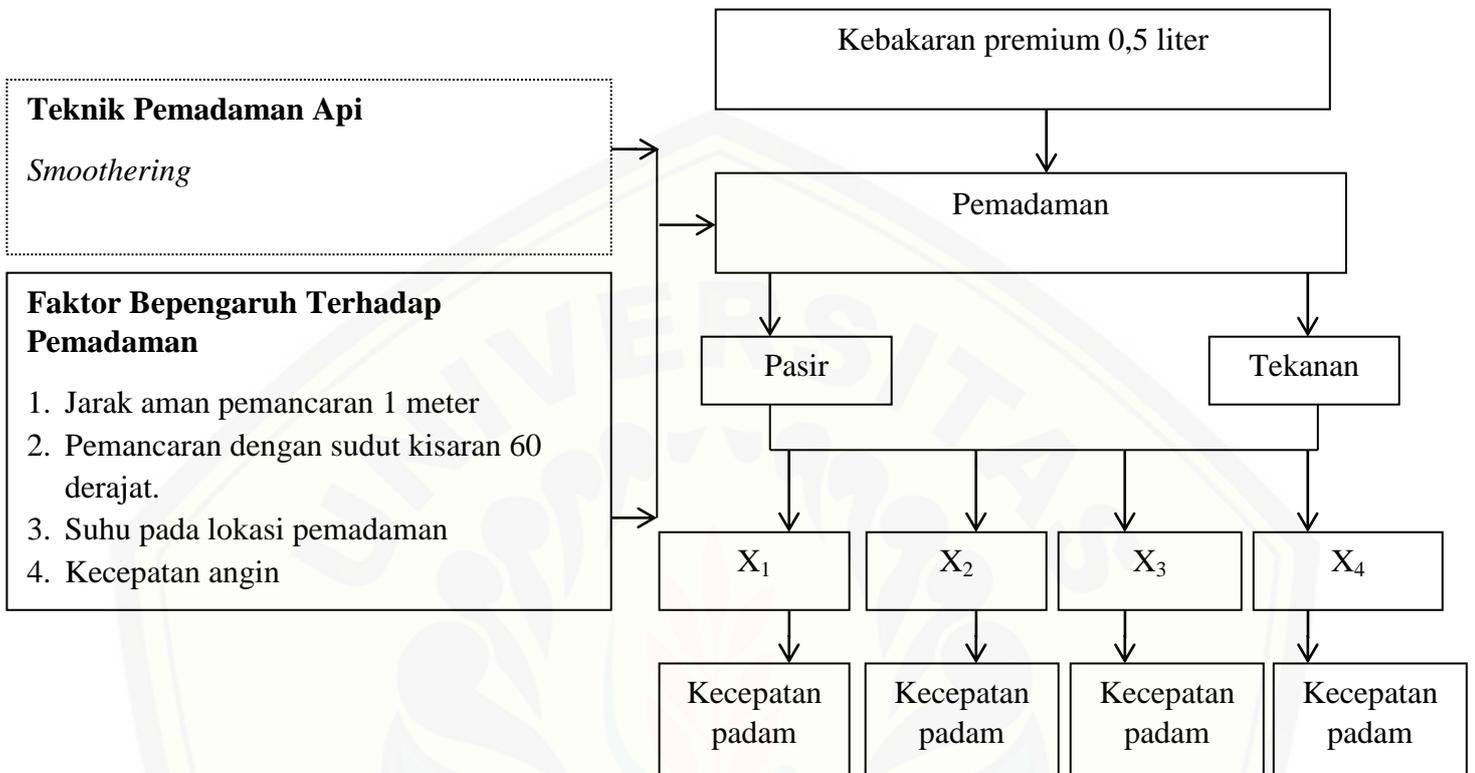
2.11 Kerangka Teori



Gambar 2. 3 Kerangka Teori

Modifikasi teori dari: (Anizar, 2009), (Ramli, 2010), (KepMen PU No 10/KPTS/2000), (Permen PU No: 26/PRT/M/2008), (KepMen PU No 11/KPTS/2000), (Permenaker No: PER 04/MEN/1980).

## 2.12. Kerangka Konsep



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep

### Keterangan:

Kelompok X<sub>1</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar

Kelompok X<sub>2</sub>: Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar

Kelompok X<sub>3</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar

Kelompok X<sub>4</sub> : Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar

Konsep pemadaman api pada gambar 2.4 diatas di mulai dengan menciptakan sumber penyalaan api dengan bahan bakar 0,5 liter premium di dalam sebuah wadah tertentu yang akan dipadamkan. Pemadaman kebakaran ini dilakukan dengan menggunakan media pasir yang telah mengalami perlakuan.

Teknik pemadaman kebakaran menggunakan teknik *smothering*. Karena cara kerja pasir dalam memadamkan hanya secara fisika yaitu mampu menutup dan memutus akses oksigen pada area yang terbakar (Faisal, 2011:41). Selain itu dalam upaya pemadaman juga memperhatikan jarak aman penyemprotan dengan menggunakan APAR *portable*. Menurut Sungkono (2010), jarak aman dalam memadamkan kebakara dengan menggunakan APAR *portable* adalah 1 meter.

Cara penyemprotan APAR *portable* harus memperhatikan sudut pancaran. Kondisi kebakaran tanpa adanya penampang atau wadah lebih efisien menggunakan sudut pancaran kisaran 30°. Sedangkan kondisi kebakaran menggunakan penampang kebakaran lebih efisien menggunakan sudut kisaran 60°.

Pada pemadaman kebakaran kelas B ini juga memperhatikan suhu pada area dilakukannya pemadaman kebakaran kelas B dengan bahan bakar tertentu. Karena suhu rendah lebih mudah dilakukan pemadaman kebakaran, dibandingkan melakukan pemadaman kebakaran pada saat suhu tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan sifat bahan bakar yang mudah menguap dan sulit dipadamkan pada suhu tinggi (Faisal, 2011).

Pada saat pemadaman juga perlu memperhatikan kecepatan angin. Pemadaman kebakaran yang baik itu dilakukan pada saat kecepatan angin rendah atau bahkan tidak ada angin (Pergub Sumsel, 2007).

Media pasir harus memiliki tekstur halus yang sebelumnya dilakukan metode pengayakan (*sieve analysis*) dengan ayakan standar ASTM untuk menentukan partikel pasir terkecil. Karena semakin halus ukuran butir pasir maka kerapatan massa jenis pasir semakin tinggi sehingga sangat cocok dilakukan teknik pemadaman *smothering* (Foth, 1994)

Selain itu, media pasir yang digunakan harus mempunyai kadar air rendah  $\leq 5\%$ . Hal tersebut berhubungan dengan karakteristik air yang mempunyai tegangan permukaan yang tinggi yang mampu membasai suatu bahan dengan baik. Ketika pasir berakumulasi dengan air menyebabkan massa pasir semakin bertambah, terjadi penyumbatan pada *nozzle* APAR sehingga menyebabkan pemancaran tidak maksimal.

### 2.13 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tinjauan pustaka, kerangka teori dan kerangka konsep maka hipotesis penelitian ini adalah ada perbedaan kecepatan padam kebakaran kelas B dengan bahan bakar premium 0,5 liter pada kelompok X<sub>1</sub>, kelompok X<sub>2</sub>, kelompok X<sub>3</sub>, dan kelompok X<sub>4</sub>.



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental dengan desain penelitian pra-eksperimental dengan rancangan penelitian *posttest only desain* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada rancangan penelitian peneliti bebas melakukan atau modifikasi terhadap suatu hal X untuk menghasilkan hal Y, oleh karena itu hal X disebut variabel bebas, sedangkan hal Y disebut variabel terikat karena keberadaanya terikat oleh adanya variabel bebas tersebut (Riyanto, 2011:30). Dikatakan pra-experimental *design*, karena desain ini belum merupakan eksperimen sungguh-sungguh. Hal ini disebabkan karena masih terdapat variabel luar yang ikut berpengaruh terhadap terbentuknya variabel terikat (dependen). Hal ini bisa saja terjadi karena tidak adanya variabel kontrol dan sampel tidak dipilih secara acak (random).



Eksperimen

Hasil

Gambar 3. 1 Rancangan Konsep Penelitian *Posttest Only Design*

Keterangan:

- $X_1$  = Berat pasir 1 kg dan tekanan udara dalam tabung APAR 15 bar
- $X_2$  = Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara dalam tabung APAR 15 bar
- $X_3$  = Berat pasir 1 kg dan tekanan udara dalam tabung APAR 18,5 bar
- $X_4$  = Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara dalam tabung APAR 18,5 bar
- $O_1$  = Hasil kecepatan padam kelompok pertama
- $O_2$  = Hasil kecepatan padam kelompok kedua

O<sub>3</sub> = Hasil kecepatan padam kelompok ketiga

O<sub>4</sub> = Hasil kecepatan padam kelompok keempat

Sebelum dilakukan uji eksperimen, terlebih dahulu dilakukan studi pendahuluan untuk mengetahui berat pasir efisien dalam tabung APAR 2 kg dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang efisien dan aman pada *pressure gauge*. Hasil dari studi pendahuluan berat pasir berdasarkan konstruksi dari pipa penyedot pada tabung APAR yaitu konstruksi pipa penyedot dalam tabung APAR tidak berfungsi secara maksimal jika medianya  $\leq 0,5$  kg. Sedangkan tekanan udara dalam tabung APAR yang efisien dan aman digunakan adalah 15 dan 18,5 bar.

Penelitian dilakukan menggunakan RAL non factorial yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 kali replikasi untuk masing-masing perlakuan. Replikasi ini berfungsi untuk menghasilkan suatu estimasi tentang galat dan menghasilkan pengaruh perlakuan-perlakuan yang lebih tepat terhadap hasil percobaan. Jumlah replikasi ditentukan berdasarkan perhitungan menurut Kemas (2014:9-10) dengan rumus:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

dimana:

t = jumlah perlakuan

r = jumlah replikasi

Dalam eksperimen ini, peneliti melakukan replikasi perlakuan sebanyak 6 kali terhadap kelompok uji.

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$3r-3 = 15$$

$$3r = 18$$

$$r = 6$$

Setelah ditetapkan jumlah perlakuan dan replikasi, maka untuk menentukan RAL dibuat tabel sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Tata letak RAL penelitian

1 (X <sub>4</sub> )	2 (X <sub>3</sub> )	3 (X <sub>2</sub> )	4 (X <sub>4</sub> )	5 (X <sub>1</sub> )	6 (X <sub>1</sub> )
7 (X <sub>3</sub> )	8 (X <sub>2</sub> )	9 (X <sub>2</sub> )	10 (X <sub>2</sub> )	11 (X <sub>4</sub> )	12 (X <sub>3</sub> )
13 (X <sub>1</sub> )	14 (X <sub>4</sub> )	15 (X <sub>3</sub> )	16 (X <sub>3</sub> )	17 (X <sub>2</sub> )	18 (X <sub>4</sub> )
19 (X <sub>1</sub> )	20 (X <sub>3</sub> )	21 (X <sub>4</sub> )	22 (X <sub>1</sub> )	23 (X <sub>2</sub> )	24 (X <sub>4</sub> )

Keterangan:

1-24 : Urutan percobaan

X<sub>1</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar

X<sub>2</sub> : Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar

X<sub>3</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar

X<sub>4</sub> : Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPT Pemadam Kebakaran Lumajang. Tujuan pengujian pemadaman api menggunakan tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dengan media pasir di UPT Pemadam Kebakaran Lumajang supaya lebih aman dan apabila terjadi suatu kebakaran yang tidak terkontrol dapat ditangani dengan tepat dan cepat dengan sarana dan prasarana keselamatan yang dimiliki UPT Pemadam Kebakaran Lumajang. Sedangkan untuk mengetahui ukuran butir pasir dan menentukan kadar air dalam pasir dilakukan di laboratorium *Biosains* Politeknik Negeri Jember.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penyusunan tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan September 2016 sampai bulan April 2017, dimulai hingga penyusunan proposal hingga pelaksanaan sidang skripsi.

### 3.3 Obyek Penelitian

Obyek yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis pasir sungai yang diambil dari sungai Mujur di Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang. Penggunaan kriteria inklusi dimaksudkan untuk mengendalikan faktor pemicu, meningkatkan akurasi pengukuran atau pengamatan variabel, atau memudahkan pengumpulan data. Kriteria inklusi digunakan untuk menentukan dapat tidaknya kriteria sampel sekaligus membatasi hal yang akan diteliti (Oktavia, 2015:46-47). Kriteria Inklusi: Obyek penelitian yang dapat mewakili eksperimen ini adalah pasir yang mempunyai kadar air dengan nilai presentase  $\leq 5\%$

### 3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel adalah ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota satu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok yang lain (Notoatmodjo, 2010:103). Variabel pada penelitian ini ada 2 macam yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

##### a. Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang mempengaruhi atau sebab dari variabel terikat (Notoatmodjo, 2012:104). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah berat pasir dan tekanan udara dalam tabung APAR.

##### b. Variabel Terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang tergantung atas variabel lain (Notoatmodjo, 2012:104). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kecepatan padam api.

#### 3.4.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan variabel yang dimaksud, atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Notoatmodjo, 2012:112). Adapun definisi operasional dalam penelitian penelitian ini adalah:

**Tabel 3. 2 Definisi Operasional**

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Alat Ukur	Skala
<b>Variabel Dependen</b>					
1.	Kecepatan padam	Waktu yang dibutuhkan dalam memadamkan kebakaran kelas B pada level <i>fire point</i> dengan volume bahan premium bakar 0,5 liter	Detik	<i>Stopwatch</i>	Rasio
<b>Variabel Independen</b>					
2	Berat Pasir	Massa pasir yang dibutuhkan untuk memadamkan kebakaran kelas B dengan volume bahan premium bakar 0,5 liter	Kg	Timbangan dapur	Rasio
3	Tekanan Udara dalam Tabung APAR	Besar tekanan udara di dalam tabung APAR yang berperan sebagai gaya pemancar media pasir dalam memadamkan kebakaran kelas B dengan bahan bakar premium 0,5 liter.	Bar	<i>Pressure regulator</i> pada tabung APAR	Rasio

### 3.5 Data dan Sumber Data

Data merupakan kumpulan huruf atau kata, kalimat atau angka yang dikumpulkan melalui proses pengumpulan data. Data merupakan sifat atau karakteristik dari sesuatu yang diteliti (Sugiyono, 2012:137). Data yang dikumpulkan adalah data hasil eksperimen berupa waktu padam api dengan variasi berat pasir dan variasi tekanan udara dalam tabung.

### 3.6 Alat dan Instrumen Penelitian

#### a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

##### 1) Tabung APAR kosong

Tabung ini biasanya digunakan dalam pemadaman kebakaran dengan media *dry chemical powder*, karbon dioksida, *foam*, dan air. Konstruksi

tabung dengan media *dry chemical powder*, karbon dioksida, *foam* dan air sangat berbeda. Dari keempat konstruksi tabung dengan media tersebut, konstruksi tabung yang sesuai jika digantikan dengan media pasir adalah konstruksi tabung dengan *chemical powder*. Karena dilihat dari karakteristik media *chemical powder* dan pasir yaitu sama kering dan sama halus apabila pasir telah dilakukan *sieve analysis* dan pengeringan. Tabung ini dilengkapi dengan *nozzle* sebagai alat untuk menyebarkan pancaran media pasir, *pressure gauge* untuk melihat tekanan udara dalam tabung dan *handle* sebagai titik kendali dalam memancarkan media dari tabung, serta *tube* yang memanjang hingga dasar permukaan tabung sebagai pipa penyedot media pasir.

2) Kompresor

Mesin yang digunakan untuk mentransfer udara dalam tabung APAR.

3) Cop transfer udara tabung

Alat ini digunakan untuk transfer udara dari kompresor ke tabung APAR dengan media pasir.

4) Karung

Wadah Pengumpul sementara yang digunakan dalam pengambilan pasir di sungai Mujur Kecamatan Pasirian Kabupaten Jember.

5) Wadah ukur 500 ml

Wadah untuk menakar volume bahan bakar premium 0,5 liter di setiap perlakuan dan pengulangan 24 kali dalam memadamkan kebakaran kelas B.

6) *Stopwatch*

Alat untuk mencatat kecepatan padam api pada saat pemadaman kebakaran kelas B dalam satuan detik.

7) Meteran gulung

Alat untuk mengukur jarak aman penyemprotan dengan jarak 1 meter antara ujung *nozzle* dengan sumber penyalaan

- 8) Wadah penampung penyalan  
Wadah penampung dari plat besi dengan ukuran 40x40x10 cm sesuai pengujian bahan bakar kelas B di BPBD DKI Jakarta
- 9) Ayakan (*sieve analysis*)  
Alat yang digunakan untuk mempelajari ilmu dan teknologi partikel kecil dan dipakai untuk mengetahui partikel pasir terkecil yang akan diteliti.
- 10) Oven digital  
Alat yang digunakan untuk menentukan kadar air dalam pasir.
- 11) Termometer digital ruang  
Alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau mengukur perubahan suhu pada lokasi eksperimen.
- 12) Anemometer digital  
Sebuah alat untuk mengukur kecepatan angin yang terdapat pada lokasi eksperimen.
- 13) Neraca Analitik dengan Ketelitian 0,01 g  
Jenis neraca yang dirancang untuk mengukur massa kecil yang digunakan dalam penentuan ukuran partikel pasir dan penentuan kadar air dalam pasir.
- 14) Timbangan Dapur  
Alat yang di rancang untuk mengukur massa dengan satuan kg. Digunakan dalam penimbangan berat media yang akan di perlakukan dalam tabung APAR.
- 15) Pelumas  
Alat untuk untuk membasahi tuas *nozzle* agar lancar pada saat penutupan kembali tuas *nozzle* pada tabung APAR.
- 16) Sikat pembersih  
Alat untuk membersihkan tuas *nozzle* dari pasir
- 17) Wadah pasir  
Tempat untuk menyimpan pasir yang telah diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh ASTM.

18) Korek api

Suatu alat untuk menciptakan sumber penyalan

b. Bahan

1) Pasir

Pasir dalam penelitian ini diambil dari galian sungai mujur yang terletak di kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang dengan banyak pengambilan 2 karung.

2) Penelitian ini menggunakan sampel 0,5 liter premium karena pemakaian premium tahun 2016 oleh kendaraan bermotor di Indonesia masih mendominasi dengan total penjualan premium sekitar 63,4 % dari pada pertalite 20,5% dan pertamax yang mencapai 15,8% (Gentur, 2016).

### 3.7 Prosedur Penelitian

a. Waktu Pemadaman Kebakaran Kelas B

Pemadaman api dilakukan pada pukul 12.00-14.00, karena pada pukul tersebut kondisi suhunya mencapai maksimal.

b. Karakteristik Pemadam

Seorang yang melakukan pemadaman kebakaran kelas B tidak di sarankan untuk bergantian, hal tersebut dimaksudkan agar dalam cara penyemprotan pemadamannya tetap konstan dengan cara penyemprotan yang sama yaitu menyapu pada sudut kisaran  $60^0$  serta meminimalisir terjadinya bias.

c. Persiapan Peralatan Keselamatan

Dalam eksperimen ini dilakukan di UPT pemadam kebakaran Lumajang yang sudah tersedia sistem proteksi aktif seperti beberapa APAR dan mobil hidran. Sedangkan perlindungan APD bagi pemadam yang digunakan pada saat pengujian dengan menggunakan *safety shoes*.

d. Penentuan Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B

Lokasi pemadaman kebakaran kelas B terletak di halaman UPT Pemadam Kebakaran Lumajang.

e. Penentuan Kadar Air dalam Media Pasir

Pengambilan pasir di galian pasir sungai Mujur Kecamatan Pasirian Kabupaten Lumajang sebanyak 2 karung. Pasir diambil dan kemudian dilakukan pengukuran kadar air dalam pasir dengan menggunakan metode gravimetri. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengukuran kadar air dalam pasir dengan menggunakan metode gravimetri yang dilakukan di laboratorium *biosains* Politeknik Negeri Jember, antara lain:

- 1) Siapkan oven listrik sebagai suatu tempat memanaskan pasir.
- 2) Siapkan pasir yang akan di oven sebanyak 200 gram dengan menggunakan timbangan dapur dan lakukan pengovenan selama 1 jam.
- 3) Timbang pasir setelah di oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$
- 4) Hitung kadar air dalam pasir dengan rumus:

$$\frac{\text{Bobot pasir sebelum di oven} - \text{bobot pasir setelah di oven}}{\text{bobot sebelum dipanaskan}} \times 100\%$$

- 5) Jika kadar air dan pasir persentasenya  $> 5\%$  maka jemur seluruh pasir yang berada pada karung pada terik sinar matahari. Penjemuran dilakukan dengan cara meratakan pasir pada suatu wadah plastik besar yang kering.
- 6) Jika kadar air dalam pasir persentasenya  $\leq 5\%$ , simpan pasir tersebut di tempat yang terpajan terik sinar matahari dan pastikan wadah yang dipakai untuk pengumpulan pasir tersebut kering.

f. Penentuan Ukuran Partikel sebagai Media pada Tabung APAR

Pengambilan sampel pasir 200 gram untuk dilakukan *sieve analysis* di laboratorium *biosains* Politeknik Negeri Jember. Dalam menentukan ukuran partikel pasir terkecil dilakukan dengan menggunakan ayakan standar ASTM yang memiliki no seri ayakan: 4 mesh, 10 mesh, 18 mesh, 35 mesh, 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Berikut adalah langkah kerjanya (Braja, 1993:17-24):

- 1) Instalasi 6 seri ayakan ASTM
- 2) Instalasi ayakan paling atas ke bawah dimulai dengan ayakan dengan no seri terkecil hingga no seri paling besar.

- 3) Letakan sampel pasir 200 gram pada ayakan paling atas
- 4) Lakukan pengayakan selama 10 menit
- 5) Timbang berat tertahan dan berat lolos pada masing-masing ayakan.

g. Pengisian Tabung APAR dengan Media Pasir.

Pengisian tabung APAR dengan suatu media dapat dilakukan dengan beberapa langkah yang di rekomendasikan oleh NFPA berikut ini:

- 1) Buka *handle* pada tabung APAR dan tidak disarankan dalam membuka *handle* tersebut memakai peralatan yang dapat merusak *handle*, seperti menggunakan tang dan engkol. Dalam membuka *handle*, dianjurkan membukanya dengan memutar *handle* secara kencang ke arah kiri.
- 2) Bersihkan *handle* dan tabung dengan memberikan tekanan angin kencang pada kompresor. Pembersian ini bertujuan agar *handle* APAR yang tersumbat partikel dapat berfungsi kembali secara maksimal.
- 3) Pengisian media pasir dengan perlakuan berat 1 kg dan 1,5 kg.
- 4) Tutup rapat kembali *handle nozzle* yang berisi media pasir

h. Pengisian Udara dalam Tabung APAR

Pengisian udara dalam tabung APAR bertujuan untuk memberikan tekanan dan gaya dorong agar pasir dapat memancar dan mampu memadamkan kebakaran kelas B. Pengisian tekanan udara dalam tabung APAR dilakukan dengan perlakuan 15 bar dan 18,5 bar. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengisian tekanan udara dalam tabung, antara lain (NFPA):

- 1) Buka aliran udara dalam kompresor
- 2) Buka aliran udara dalam tabung APAR, dengan cara menekan *handle* untuk udara masuk, dan melepas *handle* untuk menutup udara keluar.
- 3) Dalam pengisian perhatikan *pressure gauge* pada tabung kompresor dan APAR

i. Persiapan Wadah Penampung Kebakaran

Menyiapkan plat besi dengan bentuk persegi dan dengan ukuran 40x40x10 cm sebagai wadah penampung kebakaran.



Gambar 3. 2 Ilustrasi Wadah Penampung Kebakaran

j. Pengukuran Jarak Pancaran

- 1) Meyiapkan meteran gulung, lalu ukur titik terluar dari wadah penampung kebakaran dengan jarak *nozzle* alat penyemprot pasir sejauh 1 meter.
- 2) Berikan tanda pada pengukuran tersebut sebagai acuan jarak *nozzle* dalam penyemprotan.

k. Pengukuran Suhu atau Temperatur di Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B

Pengukuran suhu dengan termometer digital dimulai pada pukul 12.00–14.00, dengan mengambil beberapa rata-rata pengukuran dengan waktu per detik pada perlakuan dan replikasinya, hingga kebakaran premium dengan volume 0,5 liter dapat di padamkan.

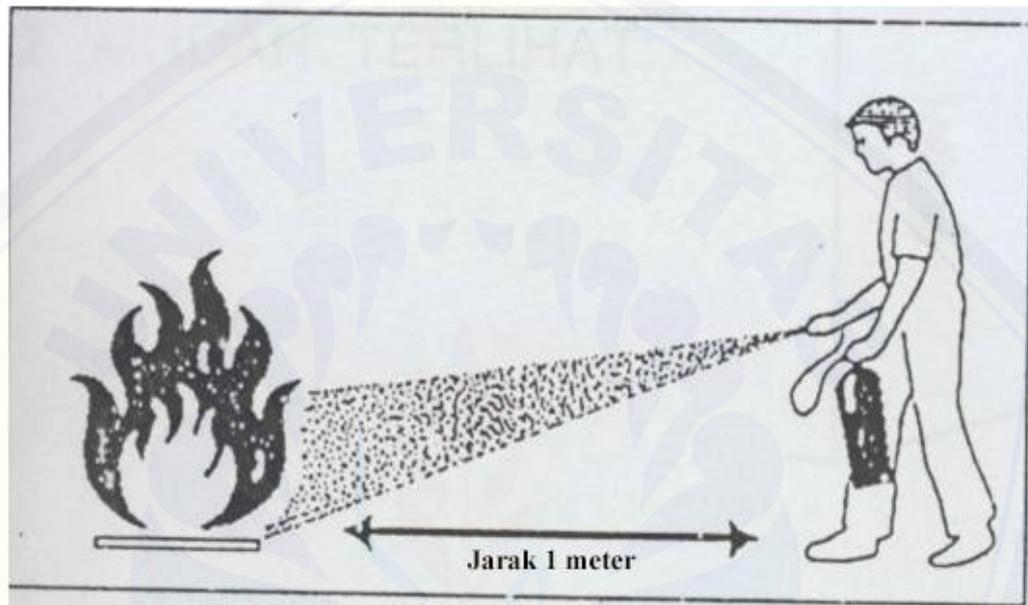
l. Pengukuran Angin di Lokasi Pemadaman Kebakaran Kelas B

Pengukuran angin dengan anemometer digital dimulai pada pukul 12.00–14.00, dengan mengambil beberapa rata-rata pengukuran dengan waktu per detik pada 4 perlakuan dan replikasinya, hingga kebakaran premium dengan volume 0,5 liter dapat di padamkan.

m. Instalasi Alat, Bahan dan Pemadaman Kebakaran Kelas B

- 1) Siapkan premium 0,5 liter dan tuangkan pada wadah penampung kebakaran dan lakukan penyalaan dengan korek api.
- 2) Buka tuas pengaman pada tabung APAR
- 3) Arahkan *nozzle* hingga membentuk sudut kisaran  $60^{\circ}$
- 4) Tekan *handle* pada tabung APAR secara penuh, setelah jeda 5 detik dari suatu penyalaan api untuk mendapatkan kebakaran pada level *fire point*.
- 5) Semprotkan secara merata dan menyapu dengan arah kanan dan kiri pada bak penampung bahan bakar dengan premium 0,5 liter.

- 6) Catat suhu di lokasi pemadaman dengan menggunakan thermometer digital
- 7) Catat kecepatan angin dengan menggunakan anemometer digital
- 8) Catat kecepatan padam dengan menggunakan *stopwatch*.
- 9) Dalam penelitian ini setiap kelompok uji direplikasi atau diulang sebanyak 6 kali hingga menghasilkan 24 kali perlakuan



Gambar 3. 3 Ilustrasi Eksperimen

### 3.8 Pengolahan dan Analisis Data

#### 3.8.1 Pengolahan Data

Data mentah yang telah dikumpulkan peneliti kemudian dianalisis agar memberikan arti yang berguna dalam memecahkan masalah penelitian ini (Nasir, 2003:405). Langkah dalam pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### a. Pemeriksaan data (*Editing*)

Editing adalah kegiatan yang dilaksanakan oleh peneliti sebelum melakukan pengolahan data. Data yang dikumpulkan dari hasil eksperimen harus diperiksa kembali apabila terdapat hal-hal yang salah atau masih meragukan atau

menyimpang dari rencana dan tujuan yang ditetapkan. Apabila terdapat data yang kurang lengkap maka dapat dilakukan eksperimen ulang.

b. Entri Data

Data hasil eksperimen (6 kali replikasi) di rata-rata, hasil rata-rata eksperimen merupakan data yang mewakili hasil eksperimen tiap seri uji. Dan kemudian dimasukkan kedalam *software* statistik pada komputer.

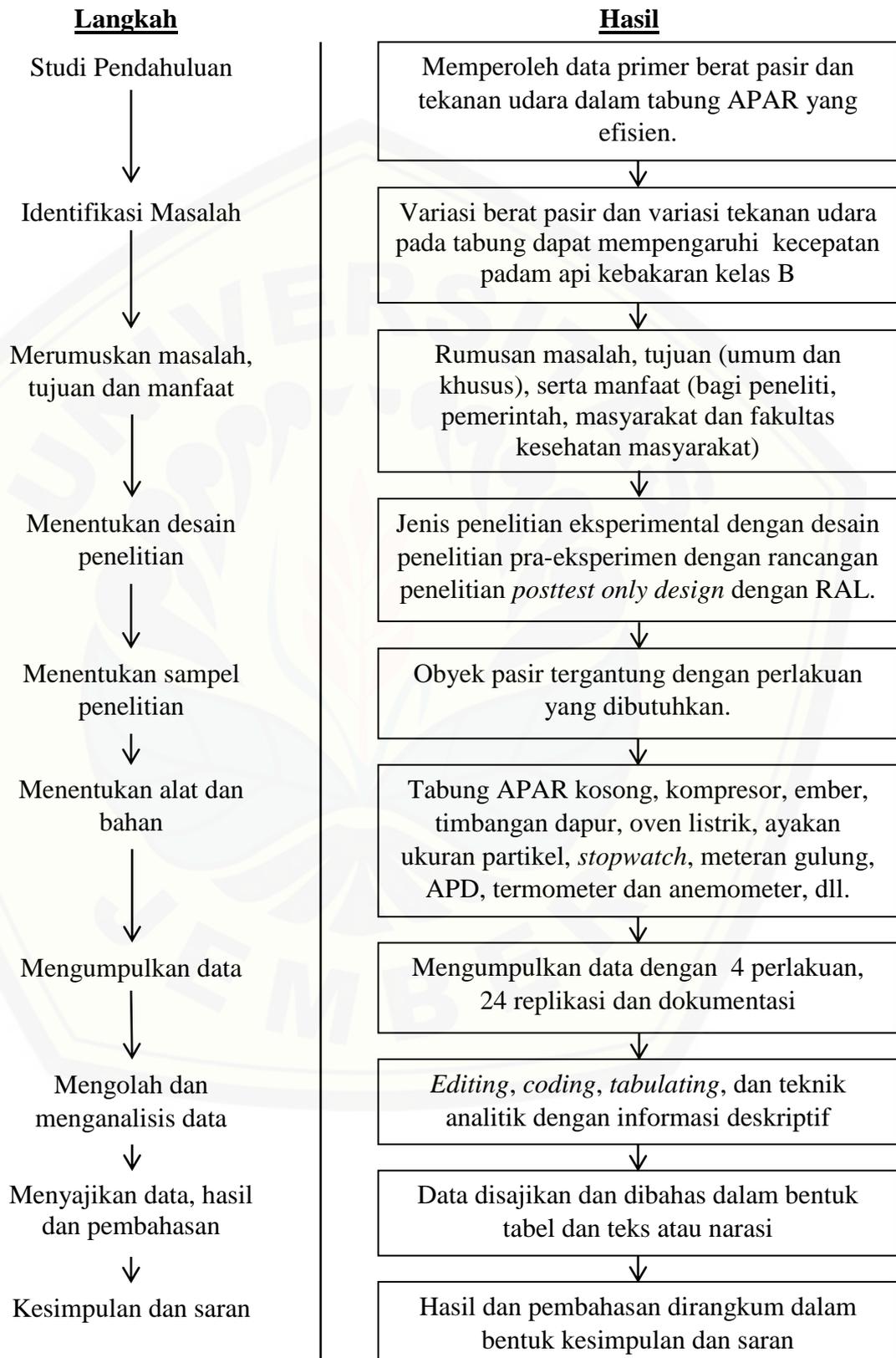
c. Tabulasi (*Tabulating*)

Tabulating adalah kegiatan memasukan data pada tabel tertentu dan mengatur angka-angka serta menghitungnya. Kegiatan ini dilakukan dengan cara memasukan data yang diperoleh ke dalam tabel-tabel yang sesuai dengan variabel yang diteliti. Data diproses dengan *software* statistika pada komputer.

### 3.8.2 Analisis Data

Data ini akan dianalisis menggunakan uji statistik yaitu uji *One Way-Anova* (Anova satu jalur). Teknik ini bertujuan untuk membandingkan lebih dari dua rata-rata. Menurut Sugiyono (2007), pengambilan keputusan dengan cara membandingkan harga F hitung dengan F tabel dengan derajat kebebasan pembilan ( $m-1$ ) dan dengan penyebut ( $N-1$ ). Bila harga F hitung lebih kecil atau sama dengan harga F tabel maka  $H_0$  diterima, dan  $H_a$  ditolak, sebaliknya bila  $F_h > F_1$  maka  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak. Kemudian dilakukan uji Post Hoc untuk mengetahui perbedaan yang ada antara kelompok-kelompok perlakuan.

### 3.9 Alur Penelitian



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Kadar air pasir yang digunakan harus memiliki kadar air pasir rendah yaitu  $\leq 5$  %. Pada penelitian menggunakan kadar air dalam pasir 1,39%. Tujuannya agar dalam pemancaran pemadaman kebakaran lebih maksimal dan tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle* APAR.
2. Ukuran butir pasir yang digunakan dalam pemadaman kebakaran kelas B dengan media pasir harus memiliki tekstur yang halus. Ukuran butir pasir halus pada penelitian ini 0,177 mm. Karena pada media pasir yang halus mampu memadamkan dengan cara teknik *smothering* serta tidak terdapat kerikil yang berbahaya menimbulkan suatu percikan bahan bakar pada saat dilakukan pemadaman kebakaran dengan media pasir.
3. Pada saat melakukan pemadaman perlu memperhatikan suhu lingkungan, karena suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan bahan bakar mudah menguap dan sulit dipadamkan. Suhu lingkungan pada penelitian ini  $\pm 31$  °C.
4. Kecepatan angin yang tinggi membuat pemadaman kebakaran dengan menggunakan APAR portabel tidak terkontrol.
5. Ada perbedaan yang signifikan antara keempat kelompok uji kelompok  $X_1$  kelompok  $X_2$ , kelompok  $X_3$ , kelompok  $X_4$  terhadap kecepatan padam kebakaran kelas B dengan bahan bakar premium volume 0,5 liter. Dengan demikian terdapat perbedaan efisiensi antara variasi berat pasir dan tekanan udara dalam tabung APAR terhadap kecepatan padam kebakaran. Dan yang paling efisien dalam memadamkan kebakaran kelas B adalah kelompok  $X_4$  dengan variasi berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara dalam tabung Alat Pemadam Api Ringan (APAR) sebesar 18,5 bar.

## 5.2 Saran

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai acuan sebagai intervensi dan sosialisasi pemerintah terhadap sektor usaha informal khususnya bengkel di kawasan Lumajang mengenai pemadam kebakaran alternatif yang harganya terjangkau dan sangat mudah diaplikasikan untuk sektor bengkel.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai acuan dalam pengembangan APAR berbentuk tabung dengan media pasir yang dapat dijual dengan harga terjangkau sehingga seluruh sektor usaha skala kecil atau modal kecil dapat melakukan suatu upaya penyediaan APAR dalam pemenuhan sistem proteksi kebakaran kelas B di tempat kerja.
3. Pada penelitian selanjutnya perlu di uji coba suatu campuran kimia dengan pasir agar pemadamanya lebih efisien sehingga dapat digunakan dalam memadamkan kebakaran jenis kelas A, C dan D.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, Umi, Ishak. 2006. *Penetapan Kadar Air Tanah dengan Metode Gravimetrik*. Bogor: Departemen Pertanian.
- Adinugroho., et al. 2005. *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut*. Bogor: Wetlands International.
- Akmal, I. 2009. *Seri Rumah ide: Kaca dan Fiberglass*. Jakarta: Gramedia.
- Anizar, 2009. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Arifiani, R. (2016, 3 februari). *Kuliner dan Bengkel Jadi Peluang Bisnis Menjanjikan Tahun 2016*. {serial online}. <http://www.seputarukm.com/kuliner-dan-bengkel-jadi-peluang-bisnis-menjanjikan-di-tahun-2016/>. {diakses pada tanggal 17 September 2016}.
- Badan Penanggulangan Obat dan makanan Republik Indonesia. 2012. *Sentra Informasi Keracunan Nasional*. {serial online}. Jakarta: BPOM RI <http://ik.pom.go.id/v2012/katalog/Sodium%20Bikarbonat.pdf> {diakses pada tanggal 21 September 2016}
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Survei Sektor Informal Tahun 2014*. {seial online} Jakarta. [https://sirusa.bps.go.id/webadmin/kuesioner/2014\\_195\\_ques\\_SSI-1.pdf](https://sirusa.bps.go.id/webadmin/kuesioner/2014_195_ques_SSI-1.pdf). diakses pada tanggal 21 September 2016}
- Das, Braja M. 1993. *Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*. Jakarta: Erlangga.
- Effendi, H. 2007. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Dayadan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Faisal, R. 2011. *Uji Efektifitas Pasir Sebagai Pemadam API Kelas B*. {serial online}. Universitas Diponegoro Semarang. Semarang: Skripsi. Universitas Diponegoro. <http://eprints.undip.ac.id/28938/>. (diakses pada 13 September 2016)
- Foth, D. H., 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gentur P. (2016, 9 September. *Konsumsi Premium Pertamina Tergerus BBM Non Subsidi*. CNN Indonesia. {serial online}. <http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/02160909143916-85-157276/konsumsi-premium-pertamina-tergerus-bbm-non-subsidi/>. {diakses pada tanggal September 15 2016}.

- Goetsch, David L. 2005. *Occupational Health and Safety*. Canadian: Pearson Education Canada
- Gubernur DKI Jakarta. 2015. *Persyaratan Teknis dan Tata Cara Pemasangan Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran*. {serial online}. Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. <http://ciptakarya.pu.go.id/pbl/asset/>. {diakses pada 14 september 2016}.
- Gubernur Provinsi Sumatra. 2007. *Prosedur Tetap Operasional Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Provinsi Sumatera Selatan*. {serial online}. Sumatera Selatan. <http://www.fire.uni-freiburg.de/seasia/projects/ssfmp/Fire%20Prevention%20and%20Suppression/Basic%20Information%20and%20Statistics/Protap%20Dalkarhutlah%20SUMSEL%202007.pdf>. {diakses pada tanggal 23 September 2016}.
- Hamdi, I. (2016, 14 Februari). *Gara-gara puntung rokok bengkel terbakar*. {serial online}, 14 Februari 2016. <https://m.tempo.co/read/news/2016/02/14/214744789/gara-gara-puntung-rokok-bengkel-motor-terbakar>. {diakses pada tanggal 14 September 2016}.
- ILO, 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana Untuk Produktivitas*. ISBN. Jakarta. International Labour Organization. [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms\\_237650.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-jakarta/documents/publication/wcms_237650.pdf). (September 21, 2016)
- Irianto, M. 2014. *Managemen Data Center*. Bandung: ISBN.
- Izzati, Ardhyani, Alfi, Mujiartono. 2015 *Laporan Parktikum Teknik Pembakaran Flash dan Fire Point*. {serial online}. Surabaya: Institut Sepuluh November Surabaya <https://www.scribd.com/doc/295291939/Laporan-Praktikum-Teknik-Pembakaran-Flash-Fire-Point>. {diakses pada tanggal 23 September 2016}.
- J.E. Bowles, 1983. *Physical and Geotechnical Properties of Soil 2nd*. Mc. Graw Hill, Inc., New York.
- Kemas, Ali H. 2014. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. Jakarta. Rajawali Pers.
- Kementerian Pekerjaan Umum RI. *Kepmen PU No.10/KPTS/2000 Tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*. {serial online}. Dinas Pekerjaan Umum. [http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/kepmen/kepmen\\_10\\_2000.pdf](http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/kepmen/kepmen_10_2000.pdf). {diakses pada tanggal 13 September 2016}.
- Kementerian Pekerjaan Umum RI. *Kepmen PU No.11/KPTS/2000 Tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran di Perkantoran dan Bangunan*. {serial online}. Dinas Pekerjaan Umum.

[http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/kepmen/kepmen\\_11\\_2000.pdf](http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/kepmen/kepmen_11_2000.pdf).  
{diakses pada tanggal 13 September 2016}.

Kementerian Pekerjaan Umum RI. *Permen PU No.26/PRT/M/2008 Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan*. {serial online}. Dinas Pekerjaan Umum. <http://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/peraturan-menteri-pekerjaan-umum-nomor-26-prt-m-2008-tentang-persyaratan-teknis-sistem-proteksi-kebakaran-pada-bangunan-gedung-dan-lingkungan.pdf>. {diakses pada tanggal 13 September 2016}.

Kementerian Perhubungan Udara. 2013. *Kriteria Penempatan Peralatan dan Utilitas Bandar Udara*. {serial online}. Jakarta. <http://hubud.dephub.go.id/?id/skep/download/187>. {diakses pada tanggal 16 September 2016}.

Kementerian Transmigrasi dan Ketenagakerjaan.1980. *Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Konstruksi Bangunan No 1*. Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. [http://pnk3.com/files/perpu/588478 Permenakertrans %201%2080%20ttg%20K3%20pada%20Konstruksi%20Bangunan.pdf](http://pnk3.com/files/perpu/588478_Permenakertrans%201%2080%20ttg%20K3%20pada%20Konstruksi%20Bangunan.pdf). (diakses pada tanggal 21 September 2016).

Kepmenaker RI. 1999. *Kepmenaker No.KEP-186/MEN/1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja*. {serial online}.[http://pnk3.com/files/perpu/687634Kepmenaker%20186%201999%20ttg%20Unit%20Penanggulangan %20Kebakaran%20di%20Tempat %20Kerja.pdf](http://pnk3.com/files/perpu/687634Kepmenaker%20186%201999%20ttg%20Unit%20Penanggulangan%20Kebakaran%20di%20Tempat%20Kerja.pdf). {diakses pada tanggal 14 September 2016}.

Masruroh, H. 2012. *Hubungan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dengan Suhu dan Kelembapan dalam Kajian Iklim Mikro di Kota Malang*.{serial online. Jurnal: Universitas Negeri Malang. <http://jurnal-online.um.ac.id/data/artikel/artikelAAB854200FE4D0214566D2C428CC8D5D.pdf> . {diakses pada tanggal 23 September 2016}.

Mistra. 2006. *Panduan Membangun Rumah*. Depok: Penebar Swadaya.

Nasir, M. 2003. *Metodologi Penelitian*. Cetakan Keempat. Jakarta: Penerbit Ghalia Indonesia.

National Fire Protection Association (NFPA). 2012. *Standard For Portable Fire Extinguisher*.

National Fire Protection Association. 2000. *Fire Prevention Code*. One Batterymarch Park, Quincy, Massachusetts.

Nedved, M, Imam, Soemanto, K. 1991. *Fundamentals of Chemical Safety And Major Hazard Control*.. United Nation: International Labour Organisation.

- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. 2012. *Promosi kesehatan dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nursalam. (2008). *Konsep Dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan Edisi 2*. Jakarta: Salemba Medika
- Oktavia, N. 2015. *Sistematika Penulisan Karya Ilmiah* Ed.1. Yogyakarta: Deepublish.
- Pemerintah Kabupaten Lumajang. 2016. *Potensi Pertambangan*. Lumajang: Pemkab Lumajang.
- Poerwadi, Meidiana, Agustida, Indahyanti. 2012. *Isolator Tahan Panas dari pasir silika*. {serial online}. Malang: Universitas Brawijaya. <http://lppm.ub.ac.id/wp-content/uploads/2014/06/Bambang-poerwadi.pdf>. {diakses pada tanggal 1 Januari 2017}.
- Priambodo, A. 2009. *Panduan Praktis Menghadapi Bencana*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ramli, S. 2010. *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Republik Indonesia. 1970. *Undang-Undang No 1 Tentang Keselamatan Kerja*. {serial online}. Sekretaris Negara. [http://hukum.unsrat.ac.id/uu/uu\\_1\\_70.htm](http://hukum.unsrat.ac.id/uu/uu_1_70.htm). {diakses pada tanggal 24 September 2016}.
- Rijanto, B. 2011. *Pedoman Pencegahan Kecelakaan di Industri*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Riswiyanto S. 2009. *Kimia Bahan Berbahaya (Klasifikasi dan Sistem Labeling Bahan Kimia Berbahaya)*. Departemen Kimia FMIPA-UI.
- Riyanto, A. 2011. *Aplikasi Metodologi Penelitian Kesehatan*. Yogyakarta : Nuha Medika.
- Rozali, A.B. 1996. *Mendirikan Bengkel Mini*. Jakarta: Puspa Swara.
- RPJMD Lumajang. 2016. *Gambaran Umum Kondisi Daerah Kabupaten Lumajang*. {serial online} Pemkab Lumajang. [http://lumajangkab.go.id/rpjmd2015/3.%20Bab-2%20\(Kondisi%20Daerah %20Lumajang\).pdf](http://lumajangkab.go.id/rpjmd2015/3.%20Bab-2%20(Kondisi%20Daerah%20Lumajang).pdf). {diakses pada tanggal 23 September 2016}.
- S&H Industries.1995. *Abrasive Blasting*. {serial online} Cleveland, Ohio. <http://www.shindustries.com/Resources.aspx?ArticleID=1&ArticleTitle=Ab>

rasive%20Blasting:%20Is%20it%20the%20same%20as%20sand%20blastin  
g. {diakses pada tanggal 21 Desember 2016}.

Sabaruddin, A. 2013. *Persyaratan Teknis Bangunan*. Jakarta: Penebar Swadaya Group

Sahab, S. 1997. *Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT Bina Sumber Daya Manusia.

Sastoasmoro, Ismail. 2014. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*. Jakarta: CV Agung Seto.

Setiani ,Y. 2015. *Pengendalian Bahaya Kebakaran Melalui Optimalisasi Tata Kelola Lahan Kawasan Perumahan di Wilayah Perkotaan*. {serial online} Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru: Skripsi. <http://doc/313767451/007-YuliaSetiani-55-60>. {diakses pada tanggal 23 September 2016}.

Setyarini, H, Sulisty E. 2011. *Optimalisasi Sandsblasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja Aisi*. {seri online}. Jurnal. Malang: Fakultas Teknik Mesin. Universitas Brawijaya. <http://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/download/125/122>. {diakses pada tanggal 23 September 2016}

Shadily, H. 1977. *Ensiklopedi Umum*. Yogyakarta: Kansisius

Somad, I. 2013. *Teknik Efektik Dalam Membudayakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Dian Rakyat.

Sugiyono. 2007. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B*. Bandung: Alfabeta.

Sumardjo, D. 2009. *Pengantar Kimia*. Cetakan I. Jakarta: Kedokteran EGC.

Sungkono, B. 2010. *K3 Penanggulangan Kebakaran*. Jember: Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi.

Suprpto. 2007. *Sistem Proteksi Kebakaran Pasif Kaitannya dengan Aspek Keselamatan Jiwa*. {serial online}. Surabaya: Jurnal Permukiman. Vol. 2(2). <http://www.pu.go.id/uploads/services/infopublik20131119123054.pdf> {diakses pada tanggal 23 September 2016}.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Dokumen Perizinan Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN LUMAJANG**  
**BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK**

Jalan : Arif Rahman Hakim No. 1 Telp./Fax. (0334) 881586 e-mail : kesbangpol@lumajang.go.id  
**LUMAJANG - 67313**

---

**SURAT PEMBERITAHUAN UNTUK MELAKUKAN PENELITIAN/SURVEY/KKN/PKL/KEGIATAN**  
Nomor : 072/1722/427.63/2016

**Dasar** : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 ;  
2. Peraturan Daerah Kabupaten Lumajang Nomor 20 Tahun 2007 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Lumajang.

**Menimbang** : Surat Universitas Jember Nomor: 4444/UN.25.1.12/SP/2016 tanggal 29 November 2016 perihal permohonan Permohonan Ijin Tempat Penelitian FADHLULLAH FARDIANSYAH

**Atas nama Bupati Lumajang, memberikan rekomendasi kepada :**

1. Nama : FADHLULLAH FARDIANSYAH
2. Alamat : Jl. Kunir Kidul Kab. Lumajang
3. Pekerjaan/Jabatan : Mahasiswa
4. Instansi/NIM : Universitas Jember
5. Kebangsaan : Indonesia

**Untuk melakukan Penelitian/Survey/KKN/PKL/Kegiatan :**

1. Judul Proposal : Perbedaan Berat Pasir dan Tekanan Udara Dalam Tabung APAR Sebagai Pemadam Kebakaran Kelas B
2. Tujuan : Penelitian
3. Bidang Penelitian : -
4. Penanggung jawab: Dr. Farida Wahyu Ningtiyas, M.Kes.
5. Anggota/Peserta : 2
6. Waktu Penelitian : 6 Desember 2016 sd 31 Desember 2016
7. Lokasi Penelitian : Dinas Pekerjaan Umum Kab. Lumajang (PMK)

**Dengan ketentuan** : 1. Berkewajiban menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib di daerah setempat/lokasi penelitian/survey/KKN/PKL/Kegiatan ;  
2. Pelaksanaan penelitian/survey/KKN/PKL/Kegiatan agar tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan keamanan dan ketertiban di daerah/lokasi setempat;  
3. Wajib melaporkan hasil penelitian/survey/KKN/PKL/Kegiatan dan sejenisnya kepada Bupati Lumajang melalui Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kab. Lumajang setelah melaksanakan penelitian/survey/KKN/PKL/Kegiatan ;  
4. Surat Pemberitahuan ini akan dicabut dan dinyatakan tidak syah/tidak berlaku lagi apabila ternyata pemegang Surat Pemberitahuan ini tidak mematuhi ketentuan tersebut di atas.

Lumajang, 7 Desember 2016

**Tembusan Yth. :**

1. Bpk. Bupati Lumajang (sebagai laporan).
2. Sdr. Ka. Polres Lumajang.
3. Sdr. Ka. BAPPEDA Kab. Lumajang.
4. Sdr. Ka. Dinas Pekerjaan Umum Kab. Lumajang
5. Sdr. Ka. Universitas Jember
6. Yang Bersangkutan



**BAMBANG BUDI KAMULYAN, SH**  
Pembina Tk. I  
NIP. 19581219 198003 1 011

## Lampiran B. Tabel Rancangan Acak Lengkap

### a. Tabel Angka Random

**Tabel angka random**

927415	956121	168117	169280	326569	266541
926937	515107	014658	159944	821115	317592
867169	388342	832261	993050	639410	698969
867169	542747	032683	131188	926198	371071
512500	843384	085361	398488	774767	383387
062454	423050	670884	840940	845839	979662
806702	881309	772977	367506	729830	457758
837815	163631	622143	938278	231305	219737
926839	453853	767825	284716	916182	467113
854813	731620	978100	589512	147694	389180
851595	452454	262448	688990	461777	647847
449357	556695	806050	123754	722070	935916
169116	586865	756231	469281	258737	989450
139470	358095	528858	660128	342072	581203
433775	761861	107191	515960	759056	150336
221922	232624	398839	495004	881970	792001
740207	078048	854928	875559	246288	000144
525873	755998	866034	444933	785944	018016
734815	499711	254256	616625	243045	251938
773112	463857	781983	078184	380752	492245
638951	982155	747821	773030	594005	526828
868888	769341	477611	628714	250645	853454
611034	167642	761316	589251	330456	681722
379290	955292	664549	565401	320855	215201
411257	411484	068629	050150	106933	900095
407167	435509	578642	268724	366564	511815
895893	438644	330273	590506	820439	976891
986683	830515	284065	813310	554920	111395
335421	814351	508062	663801	365001	924418
927660	793888	507773	975109	625175	552278
957559	263000	471608	888683	146821	034687
694904	499959	950969	085327	352611	335924
863016	494926	871064	665892	076333	990558
876958	865769	882966	236535	541645	819783
619813	221175	370697	566925	705564	472934
476626	646911	337167	965652	195448	116729
578292	863854	145858	206557	430943	591126
286553	981699	232269	819656	867825	890737
819064	712344	033613	457019	478176	342104
383035	043025	201591	127424	771948	762990

Sumber : (Sastoasmoro, 2014)

### Keterangan:



: Daerah penempatan ujung pensil secara acak yg ditetapkan secara vertikal kebawah

## b. Tabel Peringkat Bilangan Acak

No	Bilangan Acak	Peringkat	Perlakuan
1.	840	22	X <sub>1</sub>
2.	367	6	X <sub>1</sub>
3.	938	24	X <sub>1</sub>
4.	284	5	X <sub>1</sub>
5.	589	13	X <sub>1</sub>
6.	688	19	X <sub>1</sub>
7.	123	3	X <sub>2</sub>
8.	469	8	X <sub>2</sub>
9.	660	17	X <sub>2</sub>
10.	515	10	X <sub>2</sub>
11.	495	9	X <sub>2</sub>
12.	875	23	X <sub>2</sub>
13.	444	7	X <sub>3</sub>
14.	616	15	X <sub>3</sub>
15.	78	2	X <sub>3</sub>
16.	773	20	X <sub>3</sub>
17.	628	16	X <sub>3</sub>
18.	589	12	X <sub>3</sub>
19.	565	11	X <sub>4</sub>
20.	50	1	X <sub>4</sub>
21.	268	4	X <sub>4</sub>
22.	590	14	X <sub>4</sub>
23.	813	21	X <sub>4</sub>
24.	663	18	X <sub>4</sub>

**Keterangan:**

- a. Kelompok X<sub>1</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar
- b. Kelompok X<sub>2</sub>: Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 15 bar
- c. Kelompok X<sub>3</sub> : Berat pasir 1 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar
- d. Kelompok X<sub>4</sub> : Berat pasir 1,5 kg dan tekanan udara tabung APAR 18,5 bar

Lampiran C. Hasil Uji Statistik Normalitas dan *One-way anova*1. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan Pertama ( $X_1$ )**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		6
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.3526667
	Std. Deviation	.36926955
Most Extreme Differences	Absolute	.290
	Positive	.290
	Negative	-.132
Kolmogorov-Smirnov Z		.711
Asymp. Sig. (2-tailed)		.693

a. Test distribution is Normal.

2. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan Kedua ( $X_2$ )**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		6
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	-.3030000
	Std. Deviation	.40653003
Most Extreme Differences	Absolute	.260
	Positive	.192
	Negative	-.260
Kolmogorov-Smirnov Z		.636
Asymp. Sig. (2-tailed)		.813

a. Test distribution is Normal.

3. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan Ketiga ( $X_3$ )

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		6
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	-.4520000
	Std. Deviation	.34852068
Most Extreme Differences	Absolute	.291
	Positive	.291
	Negative	-.208
Kolmogorov-Smirnov Z		.714
Asymp. Sig. (2-tailed)		.688

a. Test distribution is Normal.

4. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan Keempat ( $X_4$ )

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Unstandardized Residual
N		6
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.4023333
	Std. Deviation	.39571033
Most Extreme Differences	Absolute	.327
	Positive	.222
	Negative	-.327
Kolmogorov-Smirnov Z		.800
Asymp. Sig. (2-tailed)		.543

a. Test distribution is Normal.

5. Tes Homogenitas

waktu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.415	3	20	.744

6. Uji *One way Anova*

waktu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	135.920	3	45.307	312.633	.000
Within Groups	2.898	20	.145		
Total	138.819	23			



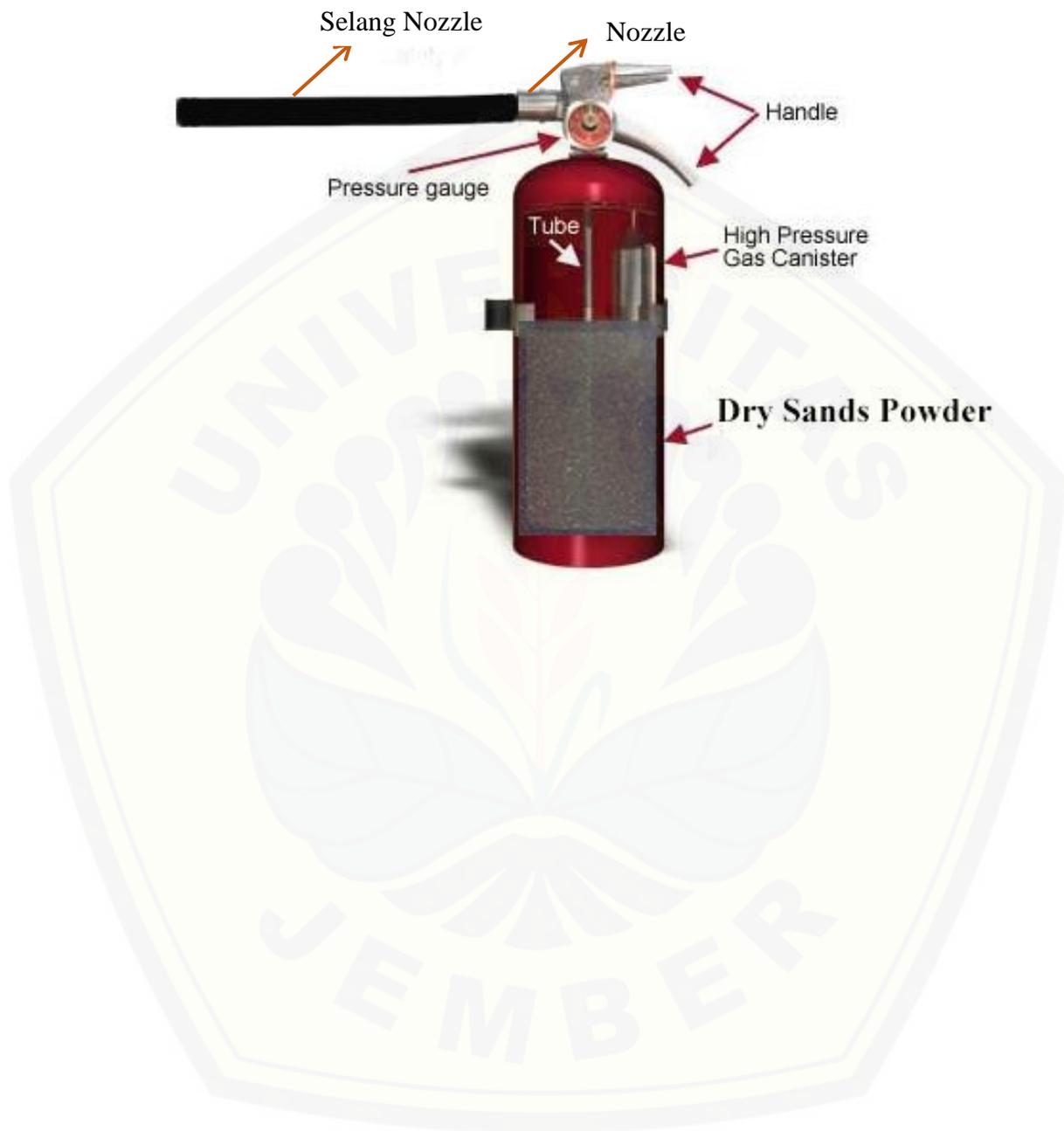
Lampiran D Lembar Hasil Uji Eksperimen (Berdasarkan RAL)

No	Volume Bahan Bakar	Luas Penampang	Jarak Penyemprotan	Suhu	Keadaan Angin	Cara Penyemprotan	Berat Pasir	Tekanan Udara dalam Tabung	Kecepatan Padam
1	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,5 °C	0 m/s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	3.05 detik
2	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,2 °C	0 m/s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	18,5 bar	4.55 detik
3	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,5 °C	0 m/s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5	15 bar	7.05 detik
4	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,7 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	3.43 detik
5	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,2 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	10.19 detik
6	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	9.09 detik
7	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	18,5 bar	4.23 detik
8	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	15 bar	6.23 detik
9	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,2 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	15 bar	6.56 detik

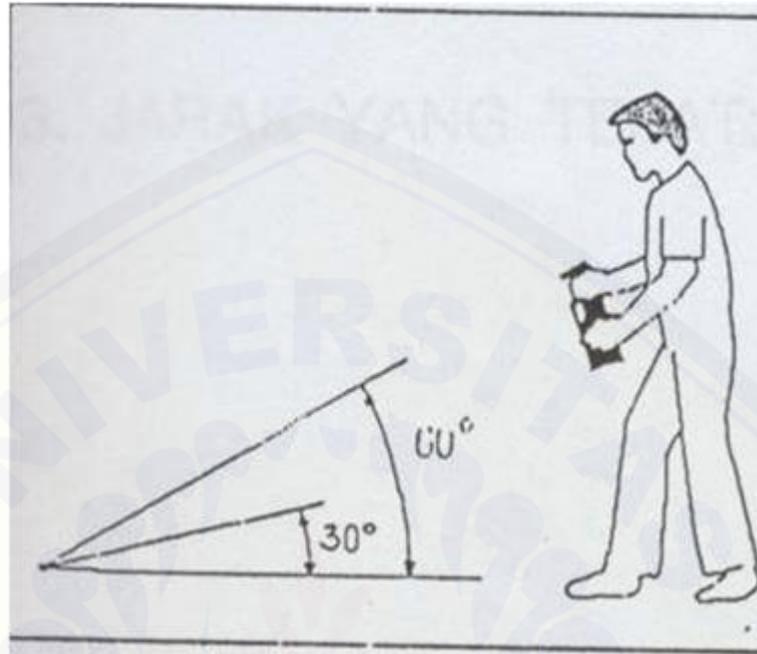
10	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,7 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	15 bar	7.14 detik
11	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	2.52 detik
12	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,1 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	18,5 bar	4.43 detik
13	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,5 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	9.52 detik
14	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,7 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	3.57 detik
15	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	18,5 bar	5.19 detik
16	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,8 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	18,5 bar	4.32 detik
17	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,5 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	15 bar	7.17 detik
18	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,3 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	3.13 detik
19	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,2 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	9.44 detik
20	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,4 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan	1 kg	18,5 bar	4.36 detik

						dengan sudut 60 <sup>0</sup>			
21	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,2 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	18,5 bar	3.45 detik
22	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,7 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	9.56 detik
23	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,5 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1,5 kg	15 bar	6.43 detik
24	0,5 liter premium	40x40x10 cm	1 meter	31,3 °C	0 m./s	Nozzel mengarah ke sumber penyalaan dengan sudut 60 <sup>0</sup>	1 kg	15 bar	9.32 detik

Lampiran E. Gambar APAR Kapasitas 2 kg dengan Media Pasir

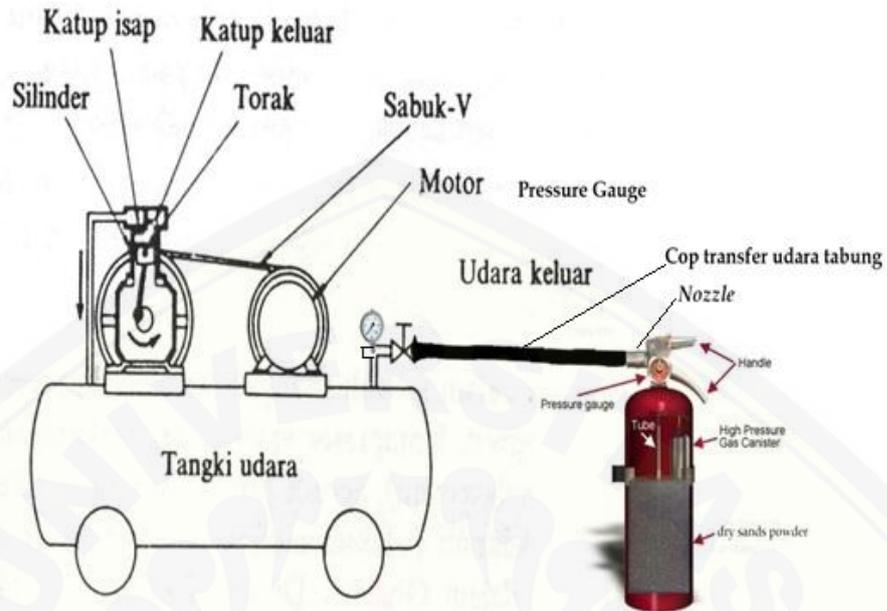


## Lampiran F. Gambar Cara dan Posisi Sudut Penyemprotan

**Keterangan:**

Pemadaman kebakaran bahan bakar premium dengan bahan bakar 0,5 liter menggunakan sudut penyemprotan kisaran  $60^{\circ}$

Lampiran G. Gambar Instalasi Pengisian Tabung APAR kapasitas 2 Kg



Lampiran H. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat



Gambar 1. Tabung APAR kosong 2 Kg



Gambar 2. Selang nozzle



Gambar 3. Cop udara tabung



Gambar 4. Kompresor



Gambar 5. Wadah pasir



Gambar 6. Timbangan dapur



Gambar 6. Corong



Gambar 7. Sikat pembersih



Gambar 8. Ayakan Sieve Analysis



Gambar 9. Karung



Gambar 10. Oven Laboratorium



Gambar 11. Stopwatch



Gambar 12. Anemometer digital



Gambar 13. Termometer digital



Gambar 14. Wadah ukur premium



Gambar 15. Timbangan analitik



Gambar 16. Kamera digital



Gambar 17. Alat tulis



Gambar 18. Korek api



Gambar 19. *Safety shoes*



Gambar 20 Pelumas



Gambar 21. Sekrup pasir



Gambar 22. Wadah penampung kebakaran



Gambar 23. Wadah premium



Gambar 24. Meteran gulung



Gambar 25 Lakban



Gambar 26. Sendok Lab

a. Bahan



Gambar 1. Pasir



Gambar 2. Premium

Lampiran I. Dokumentasi Pengambilan Pasir dari Sungai Mujur Pasirian



Gambar 1. Menyiapkan 2 buah karung



Gambar 2. Pengambilan pasir



Gambar 3 . Tutup rapat karung



Gambar 4 . Pengangkutan pasir

Lampiran J. Dokumentasi Prosedur Analisis Kadar Air



Gambar 1. Menimbang pasir ± 5 gram



Gambar 2. Memasukan sampel pasir pada oven



Gambar 3. Mengatur suhu pemanasan 105 °C pada oven digital (setelah itu, tunggu proses pemanasan hingga 1 jam)



Gambar 4. Mematikan oven, dan mengambil sampel pasir



Gambar 5. Hasil kadar air pasir sebelum dikeringkan



Gambar 6. Hasil kadar air pasir setelah dikeringkan manual selama 3 hari

## Lampiran K. Dokumentasi Pengeringan Pasir secara Manual



Gambar 1. Menaruh alas pengeringan



Gambar 2. Meratakan pasir pada alas pengeringan



Gambar 3. Pengeringan manual berlangsung selama 3 hari

Lampiran L. Dokumentasi Prosedur *Sieve Analysis* dengan Saringan ASTM Laboratorium

Gambar 1. Menimbang sampel pasir hingga 200 gram



Gambar 2. Susunan seri saringan ASTM dari atas ke bawah harus di susun mulai dari diameter besar – kecil



Gambar 3. Memasukkan 200 gram pasir pada susunan saringan ASTM



Gambar 4. Kocok dengan arah kanan-kiri secara berulang selama 10 menit



Gambar 5. Menganalisis tiap pasir yang tertahan dan lolos pada tiap seri saringan



Gambar 6. Pada seri ke 80 mesh pasir banyak yang lolos, dan seri di bawahnya 80 mesh yang lolos sebesar 0 gram.

Lampiran M. Dokumentasi Prosedur *Sieve Analysis* dengan Saringan ASTM seri 80 mesh



Gambar 1. Menyiapkan saringan seri 80 mesh



Gambar 2. Menyiapkan pasir yang telah dikeringkan secara manual selama 3 hari.



Gambar 3. Mengavak Pasir



Gambar 4. Hasil Ayakan

Lampiran N. Dokumentasi Prosedur Pengisian Tabung Powder Kosong dengan Pasir



Gambar 1. Membuka tuas *nozzle*



Gambar 2. Menimbang berat pasir yang akan di masukan kedalam tabung APAR kosong



Gambar 3. Masukan corong pada lubang tabung APAR



Gambar 4. Memasukkan pasir yang telah ditimbang pada tabung APAR



Gambar 5. Membersihkan drat dengan sikat



Gambar 6. Memberikan pelumas pada drat di tabung APAR



Gambar 7. Tutup kembali secara rapat tuas *nozzle*



Gambar 8. Memasang cob transfer udara pada tabung APAR dan pada kompresor



Gambar 9. Memperhatikan pressure gauge Tabung APAR pada saat pengisian



Gambar 10. Me pasang selang *nozzle* pada tabung APAR



Gambar 9. Tabung APAR sudah siap di gunakan dalam memadamkan kebakaran kelas B dengan bahan bakar premium 0,5 liter

Lampiran O. Dokumentasi Prosedur Pemadaman Kebakaran Kelas B dengan bahan Bakar 0,5 liter



Gambar 1. Mengukur jarak penyemprotan dan wadah penampung kebakaran



Gambar 2. Menakar premium dengan volume 0,5 liter dengan menggunakan wadah ukur



Gambar 3. Menyiramkan premium yang telah ditakar pada wadah penampung



Gambar 4. Mengukur temperatur lokasi pemadaman



Gambar 5. Mengukur kecepatan angin pada lokasi pemadaman



Gambar 6. Menyalakan premium dengan korek api



Gambar 7. Tunggu hingga 5 detik agar bahan bakar mencapai *fire point*



Gambar 8. Setelah terbakar 5 detik, lalu menyemprotkan APAR dengan media pasir pada penampang yang terbakar.



Gambar 9. Matikan *stopwatch* dan catat hasil *stopwatch*



Gambar 10. Hasil kecepatan padam

Lampiran P. Dokumentasi Alat Keamanan di Dinas Pemadaman Kebakaran  
Lumajang



Gambar 1. APAR



Gambar 2. Hidran

