

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENGUJIAN**

Setiap melakukan penelitian dan pengujian harus melalui beberapa tahapan-tahapan yang ditujukan agar hasil penelitian dan pengujian tersebut sesuai dengan standar yang ada. Caranya adalah dengan menerapkan prosedur yang sama dan konsisten, sehingga didapatkan hasil yang dapat dipercaya dan valid. Dalam melakukan penelitian dan pengujian karakteristik dari water mist dibutuhkan beberapa komponen yang harus dipersiapkan, yaitu *pool fire*, rangkaian water mist, alat ukur dan alat pencatat data tambahan.

#### **3.1 TAHAP PERSIAPAN**

Pada saat akan melakukan penelitian dan pengujian harus terlebih dahulu melakukan persiapan baik teknis maupun non-teknis. Tujuannya adalah agar proses pengambilan data dapat berjalan dengan baik (sesuai dengan standar dan prosedur yang ada) dan untuk menghindari hal-hal merugikan yang tidak diinginkan. Tahap persiapan terdiri dari persiapan peralatan keamanan (*safety tools*), persiapan peralatan uji dan persiapan sample.

##### **3.1.1 Peralatan Keamanan**

Pada saat melakukan pekerjaan apapun, keamanan dan keselamatan dalam bekerja merupakan hal yang penting, termasuk pada saat penelitian dan pengujian di dalam laboratorium. Sebelum melakukan penelitian dan pengujian maka diperlukan pengkajian resiko dan bahaya apa saja yang mungkin terjadi pada saat pengujian tersebut dilakukan. Bahaya dapat berasal dari alat uji maupun kondisi yang diakibatkan oleh alat uji. Dalam penelitian dan pengujian water mist ini (setelah dilakukan pengkajian) terdapat beberapa bahaya dan resiko yang mungkin terjadi, yaitu :

1. Nyala api (*pool fire*) : Besar nyala dari pool fire tergantung dari diameter pool itu sendiri. Semakin besar diameter pool maka akan semakin besar api

2. yang dihasilkan. Sehingga sebelum dilakukan pengujian di dalam laboratorium, penyalaan untuk pool fire berdiameter besar dapat dilakukan terlebih dahulu di luar ruangan untuk mengetahui besar nyala api yang akan diuji.
3. Rangkaian Listrik : Di dalam ruangan laboratorium terdapat beberapa rangkaian listrik seperti stop kontak, saklar, kabel-kabel, dll. Semua hal itu dapat menimbulkan bahaya apabila tidak diatur dan ditata dengan rapi. Kemungkinan bahaya apabila ada kabel yang terkelupas, terjadi hubungan pendek, dll. Oleh karena itu sebelum pengujian rangkaian listrik harus diperhatikan dan jangan sampai membahayakan.
4. Tabung-tabung Oksigen, Nitrogen : Dalam laboratorium terdapat beberapa tabung oksigen, nitrogen yang dapat menimbulkan bahaya apabila salah dalam memakai dan menanganinya. Seperti tabung oksigen harus dijauhkan dari sumber api agar tidak terjadi ledakan atau penyalaan.
5. Akumulasi Asap : Hasil pembakaran pool fire banyak menimbulkan asap hasil pembakaran. Asap tersebut mengandung zat-zat yang berbahaya seperti CO & CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu sebelum dilakukan pengujian, aliran udara keluar harus benar-benar telah dipersiapkan, seperti pembukaan jendela, pintu, exhaust fan, dll.
6. Bahan Bakar : Dalam pengujian pool fire dipergunakan bahan bakar jenis alkohol, bensin (gasoline), dan minyak tanah yang sangat mudah menguap dan terbakar. Sehingga saat pengujian dan penyimpanan harus benar-benar dijauhkan dari sumber api dan panas.

Untuk mencegah hal terburuk terjadi diperlukan beberapa alat pengaman sesuai dengan risiko yang ada. Beberapa peralatan tersebut yaitu :

- Alat Pemadam Api Ringan (APAR) tipe *dry blower*. Alat pemadam ini harus dicek dan diperiksa apakah masih layak pakai dan belum kadaluarsa.
- Sarung tangan tahan panas, untuk menjaga keamanan tangan dari temperatur tinggi saat pengujian berlangsung.

### 3.1.2 Spesifikasi & Persiapan Alat Uji

Dalam pengambilan data karakteristik water mist ini ada beberapa alat yang dipergunakan. Penggunaan alat ini untuk mendapatkan data-data yang diinginkan. Spesifikasi alat-alat yang dipergunakan beserta persiapan yang dilakukan yaitu :

#### 3.1.2.1 Wadah bahan bakar (pool fire) :

Wadah bahan bakar berfungsi sebagai tempat menampung bahan bakar yang akan digunakan dalam proses pembakaran (kebakaran). Wadah yang digunakan untuk pengujian ini memiliki diameter sebesar 5 cm dan 8 cm. Sebelum melakukan pengujian dipastikan bahwa wadah ini bersih dan tidak ada kebocoran.



**Gambar 3.1** Wadah bahan bakar  $d = 5$  &  $8$  cm

#### 3.1.2.2 Tabung Nitrogen & Regulator

Untuk menghasilkan air yang bertekanan digunakan nitrogen bertekanan sebagai tenaga pendorong. Nitrogen akan mendorong air dalam pressure vessel untuk mengalir keluar sampai ke nosel. Untuk mengatur tekanan yang dikeluarkan dari tabung, digunakan pressure regulator. Sebelum melakukan pengujian dipastikan bahwa tekanan nitrogen masih cukup dan tidak ada kebocoran. Pressure regulator juga berjalan baik dan berfungsi dengan baik.



**Gambar 3.2** Tabung nitrogen dan pressure regulator

### 3.1.2.3 Pressure Vessel

Pressure vessel adalah alat yang digunakan untuk mengkompresikan air menuju nosel. Alat ini bekerja berdasarkan volume control, yaitu jumlah volume gas nitrogen yang masuk ke ruang pressure vessel sama dengan jumlah volume air yang keluar menuju nosel. Untuk menjaga tekanan didalamnya masih dalam batas aman, digunakan pressure relief yang dapat diatur batas aman sampai tekanan tertentu. Saat memasukkan air bersih ke pressure vessel jangan sampai melewati batas yang telah ditentukan (batas pipa pressure relief). Hal yang perlu diperhatikan adalah air yang dimasukkan tidak ada kotoran yang dapat menyebabkan tersumbatnya nosel.



**Gambar 3.3** Pressure Vessel

### 3.1.2.4 Nosel

Agar dapat menghasilkan droplet air dengan ukuran yang memenuhi syarat kabut air, maka harus digunakan nosel yang sesuai dengan kebutuhan. Nosel yang akan dipakai dalam pengujian ini adalah nosel yang biasa dipakai di dalam rumah kaca (green house) untuk melembabkan dan menjaga temperatur tanaman. Nosel ini dipilih karena terutama karena alasan yang praktis, yaitu kemudahan untuk mendapatkannya, dimana nosel khusus yang digunakan untuk pemadam kebakaran yang menjadi standar di dunia tidak terdapat di pasaran Indonesia, dan harganya sangat mahal.



**Gambar 3.4** Nosel Greenhouse

Berikut ini adalah spesifikasi nosel yang akan digunakan :

Nama pasaran/merek : Mist Nozzle APO TW-1

Material : Kuningan

Diameter Orifice : 0,5 mm

Tekanan kerja : 30 - 1000 Psi

Droplet keluaran : 9,5 – 49,9  $\mu\text{m}$

Sudut spray : 80° – 85°

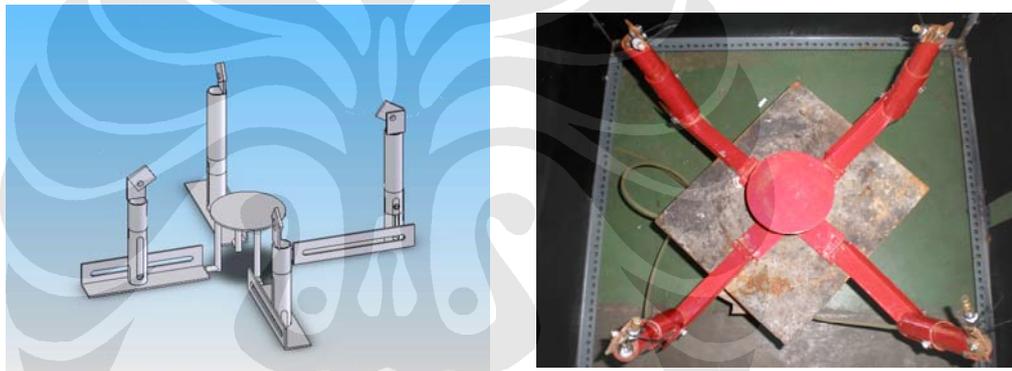
Jumlah kebutuhan air : 0,208 L/min

Persiapan nosel perlu sangat diperhatikan, karena akan mempengaruhi jalannya pengujian dan data yang didapat. Nosel yang baik harus dapat memancarkan spray secara sempurna. Tidak boleh ada tetesan air dalam nosel dan keanehan bentuk spray (tidak membuka sempurna). Apabila terjadi tetesan/kebocoran maka dilakukan perbaikan terlebih dahulu pada nosel, agar data

yang didapatkan baik. Bukaan nosel yang digunakan pada percobaan ini sebesar  $540^\circ$ .

### 3.1.2.4 Dudukan Nossel

Sesuai dengan tujuan dari pengujian kali ini, maka perlu dibuat suatu konfigurasi dudukan nosel yang baru agar dapat memenuhi syarat pengujian yang akan dilakukan. Konfigurasi yang dimaksudkan adalah nosel diletakkan membentuk persegi dengan sudut  $90^\circ$  satu dengan yang lainnya, sudut penyemprotan nosel yang dapat diubah-ubah, ketinggian dan jarak nosel yang dapat diubah-ubah terhadap permukaan pool fire. Berdasarkan syarat uji yang seperti itu maka dibuat design alat uji seperti di bawah ini :



**Gambar 3.5** Susunan konfigurasi nosel

### 3.1.2.5 Pipa/Saluran Air

Water mist sistem ini menggunakan pipa yang terbuat dari bahan stainless steel. Memiliki ukuran  $\frac{1}{4}$  inch. Pipa ini cukup baik untuk menahan tekanan tinggi, dimana setiap sambungan menggunakan ferul agar sambungan kuat dan tidak bocor.

### 3.1.2.6 Stop Valve

Stop valve berfungsi untuk membuka dan menutup aliran. Pada sistem ini stop valve diletakkan antara pressure gauge dan nosel. Alat ini berfungsi mengalirkan air yang bertekanan menuju nosel untuk dikeluarkan menjadi kabut air.

### 3.1.2.7 Check Valve

Check valve merupakan alat yang digunakan agar tidak terjadi aliran tekanan balik. Pada rancangan, alat ini dipasang antara nitrogen dan pressure vessel. Mencegah tekanan nitrogen balik ke tabung gas.

### 3.1.2.8 Pressure Gauge

Alat ini untuk mengetahui tekanan air yang mengalir menuju nosel. Dengan mengetahui tekanan ini, maka dapat dijadikan variable untuk mencari karakteristik pemadaman.



**Gambar 3.6** Pressure Gauge

### 3.1.2.9 Termokopel & Program VisiDAQ

Pada percobaan ini termokopel yang dipergunakan sebanyak dua termokopel, yang diletakkan pada posisi 5 & 10 cm diatas pool fire. Pembacaan termokopel dan pencatatan data dilakukan oleh program VisiDAQ, program ini harus dipastikan berjalan dengan baik dan dan tidak ada masalah apapun.

### 3.1.2.10 Ignitor

Untuk menyalakan api dan menginisiasi pembakaran pool fire. Ignitor berupa ignitor gas seperti yang banyak digunakan pada kompor-kompor rumah tangga.

### 3.1.2.11 Video Kamera

Dipergunakan untuk merekam secara visual kejadian per detik saat proses penyalaan, pembakaran, dan padam api. Rekaman ini dapat dipergunakan untuk melihat proses apa yang terjadi dan dapat menganalisis apa yang terjadi.

### 3.1.2.12 Stopwatch

Untuk mencatat waktu penyalaan, pembukaan mist dan waktu pemadaman api diperlukan stopwatch.

### 3.1.2.13 Busa & Tempat Busa

Untuk mendapatkan data fluks density dari water mist ini digunakan busa dan tempat busa yang berukuran 40 cm x 40 cm. Busa dibagi menjadi 11 x 11. Penggunaan alat ini juga untuk mengetahui persebaran spray yang dihasilkan nosel. Persebaran ini salah satu karakteristik water mist yang penting bagi proses pemadaman. Pengambilan data busa ini dilakukan beberapa kali, yaitu untuk tekanan 7 bar dengan tiga variasi sudut penyemprotan yaitu  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  dan tiga variasi ketinggian yaitu 0, 2 dan 4 cm di atas pool fire



**Gambar 3.7** Timbangan dan Busa

### 3.1.2.16 Timbangan

Untuk menimbang busa sebelum dikenai water mist dan sesudah dikenai water mist. Dalam menyiapkan timbangan ini yang perlu diperhatikan yaitu timbangan harus diletakkan pada bidang datar & timbangan tidak boleh terkena

aliran angin, karena kedua hal tersebut sangat mempengaruhi hasil timbangan. Timbangan ini juga digunakan untuk mengukur laju penurunan massa saat pembakaran pool fire.

### 3.2 TAHAP PERCOBAAN & PENGAMBILAN DATA

Dalam penelitian kali ini akan dilakukan percobaan pemadaman api dari bahan bakar cair (pool fire) dengan menggunakan sistem kabut air dengan empat buah nosel yang disusun berbentuk persegi, dengan arah penyemprotan membentuk sudut dari permukaan pool fire. Penelitian ini juga akan mencari karakteristik spray yang dihasilkan dari cara penyemprotan tersebut dari empat buah nosel. Variasi yang digunakan yaitu variasi sudut penyemprotan ( $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ) dan ketinggian penyemprotan (0, 2 dan 4 cm di atas permukaan pool fire) dengan tekanan penyemprotan 7 bar. Pengujian beberapa variasi ini untuk mencari kondisi operasi yang paling optimal bagi pemadaman menggunakan kabut air jika dilakukan dalam kondisi tekanan penyemprotan sebesar 7 bar dan arah penyemprotan membentuk sudut dari permukaan pool fire. Dalam melakukan pengambilan data dan pengujian, terdapat prosedur yang harus dilaksanakan agar menghasilkan data yang valid sesuai dengan yang diharapkan. Pengambilan data yang dilakukan yaitu mencari fluks density (memakai busa), mencari waktu pemadaman, temperature nyala api, laju penurunan massa dan heat release rate (HRR) untuk bahan bakar cair (pool fire).

#### 3.2.1 Prosedur Pengambilan Data *Flux Density*

Pengambilan data *fluks density* kabut air ini menggunakan busa dengan ukuran busa masing-masing 3x3 cm. Terdapat 121 buah busa yang diatur dengan ukuran 11 x 11. Data yang akan didapatkan yaitu *flux density*, laju aliran, dan pola distribusi spray untuk berbagai variasi yang telah ditetapkan. Untuk mendapatkan data tersebut dapat dijelaskan secara singkat : massa awal busa ditimbang & dicatat kemudian busa diletakkan ditengah-tengah nosel dan disemprotkan air, setelah itu massa busa ditimbang kembali dan akan didapatkan perbedaan massa

yang merupakan massa air yang diserap. Prosedur pengambilan data berdasarkan urutannya adalah :

1. Menyiapkan timbangan, diletakkan pada tempat datar dan dijauhkan dari aliran angin. Timbangan dibersihkan terlebih dahulu dan dikalibrasi dengan sample beban.
2. Menyiapkan busa, busa yang mau dipakai harus dalam keadaan setengah basah (jangan terlalu basah atau kering/keras) karena hal ini mempengaruhi banyaknya air yang dapat diserap. Busa diletakkan pada wadah sesuai dengan urutan yang telah ditetapkan.
3. Menimbang massa awal busa dan mencatatnya satu per satu.
4. Masukkan air ke dalam pressure vessel, sampai batas yang telah ditentukan. Lalu tutup dengan kencang pressure vessel tersebut.
5. Memasang nosel dan mengatur variasi sesuai dengan yang diinginkan. Kemudian membuka nosel sebesar  $540^{\circ}$ .
6. Buka tekanan dengan pressure regulator sampai tekanan yang diinginkan (7 bar).
7. Coba buka stop kran untuk mengalirkan air ke nosel, pastikan apakah nosel sudah berjalan baik (bentukan spray baik), dan tidak terjadi kebocoran. Jika bentuk spray tidak baik atau terjadi kebocoran maka harus diperbaiki terlebih dahulu.
8. Meletakkan busa dan wadahnya di antar nosel yang telah diatur variasinya. Pastikan bahwa posisi wadah telah benar-benar center.
9. Menyiapkan Stopwatch
10. Setelah semua siap maka pengambilan data dapat dilakukan, membuka stop kran (sebelum mengenai busa maka air ditampung dulu menggunakan wadah, untuk memastikan bentuk spray baik), saat wadah ditarik dan air menyemprot ke busa langsung hidupkan stopwatch selama 1 menit. Setelah 1 menit tutup stop kran dan tarik wadah busa.
11. Menimbang kembali massa busa, dan akan didapatkan perbedaan massa awal dan akhir yang merupakan massa air yang disemprotkan.

12. Sebelum melakukan pengambilan data lagi, busa sebaiknya diperas agar tidak terlalu basah (jenuh), karena akan berpengaruh pada penyerapan air selanjutnya.



**Gambar 3.8** Prosedur Pengambilan Data Fluks Density

### 3.2.2 Prosedur Pengambilan Data Tinggi Api dan Temperature Pool Fire

Setelah mendapatkan fluks density, maka dilakukan percobaan selanjutnya yaitu mendapatkan temperatur nyala dan tinggi api yang dihasilkan dari pembakaran alkohol dan bensin. Prosedur pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Menyiapkan wadah tempat bahan bakar berukuran diameter 5 cm dan 8 cm. Wadah diletakkan pada bilik hitam agar dapat melihat bentuk api lebih jelas.
2. Memasang mistar yang terbuat dari kertas karton berwarna hitam pada dinding bilik hitam sebelah belakang pool fire.
3. Memasang termokopel untuk mengukur temperatur api yang dihasilkan pada ketinggian 5 cm dan 10 cm di atas permukaan pool fire.
4. Menyiapkan program visiDAQ pada computer, untuk mengukur temperatur pada dua termokopel.
5. Menuangkan bahan bakar pada wadah yang telah disiapkan., Bahan bakar sebisa mungkin sampai batas wadah.
6. Menyiapkan kamera untuk merekam. Hidupkan kamera pada detik ke-1 penyalaan pool fire.

7. Mulai hidupkan program (rekam temperatur), diamkan sampai api mencapai suhu stabil atau bahan bakar habis.
8. Data ketinggian api didapatkan berdasarkan rekaman api yang ditangkap oleh kamera.
9. Data temperatur api didapatkan dari data yang direkam oleh program visiDAQ yang kemudian diubah menjadi data numerik.



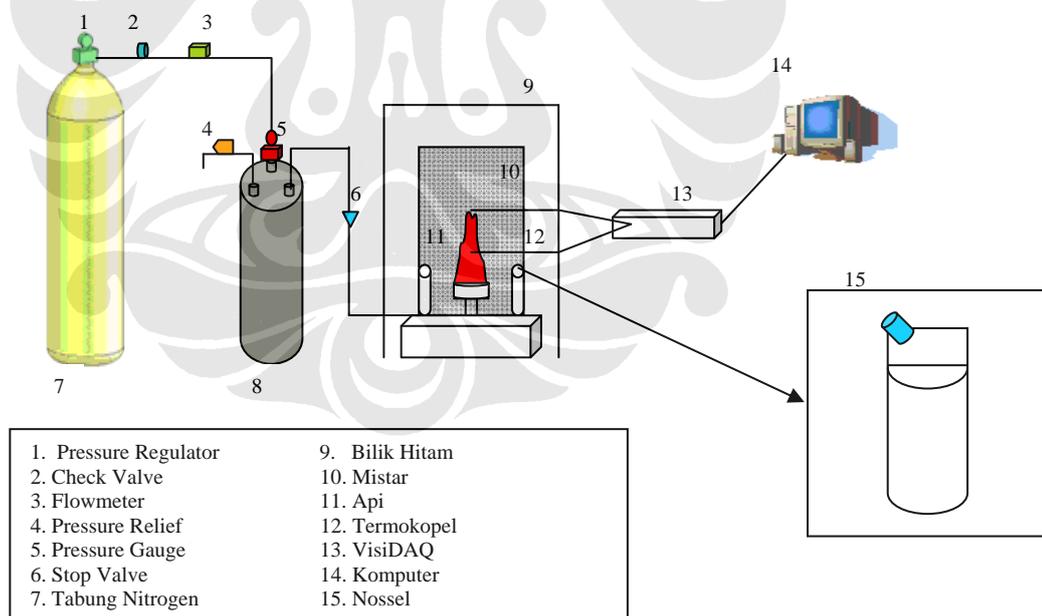
**Gambar 3.9** Pengambilan Data Ketinggian Bensin

### 3.2.3 Prosedur Pengambilan Data Waktu Pemadaman Pool Fire

Percobaan selanjutnya yang dilakukan adalah pengambilan data waktu pemadaman pool fire yang dihasilkan dari pembakaran alkohol dan bensin. Prosedur pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Masukkan air ke dalam pressure vessel sampai batas yang telah ditentukan. Tutup rapat semua baut.
2. Menyiapkan konfigurasi nosel yang telah dibuat sebelumnya dengan variasi penyemprotan sudut ( $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ) dan ketinggian (0 cm, 2 cm, 4 cm) dan diletakkan di dalam bilik hitam. Mengatur tekanan dengan pressure regulator sampai tekanan yang diinginkan (7 bar).
3. Lakukan tes semprotan kabut selama beberapa detik, untuk memastikan kabut benar-benar terbentuk sempurna.
4. Meletakkan wadah bahan bakar (diameter 5 cm dan 8 cm bergantian). Memastikan peletakan wadah bahan bakar tepat di tengah susunan nosel.

5. Memasang termokopel pada posisi 5 cm dan 10 cm di atas permukaan wadah bahan bakar.
6. Menyiapkan program visiDAQ pada computer, untuk mengukur temperatur pada kedua termokopel.
7. Menuangkan bahan bakar pada wadah yang telah disiapkan., Bahan bakar sebisa mungkin sampai batas wadah.
8. Menyiapkan kamera untuk merekam. Hidupkan kamera pada detik ke-1.
9. Mulai hidupkan program (rekam temperatur), diamkan selama 5 detik, lalu mulai bakar wadah bensin tadi. Biarkan selama 20 detik agar temperaturnya stabil.
10. Pada detik ke-25 (20 detik setelah api nyala), buka stop valve untuk memulai pemadaman. Pada saat yang bersamaan juga mulai rekam visual fenomena pemadaman dan hitung lamanya pemadaman dengan stopwatch.
11. Setelah api padam, tutup semua valve, lalu tutup pressure regulator dan tutup tabung nitrogen.



**Gambar 3.10** Skematik Pengambilan Data