

BAB III

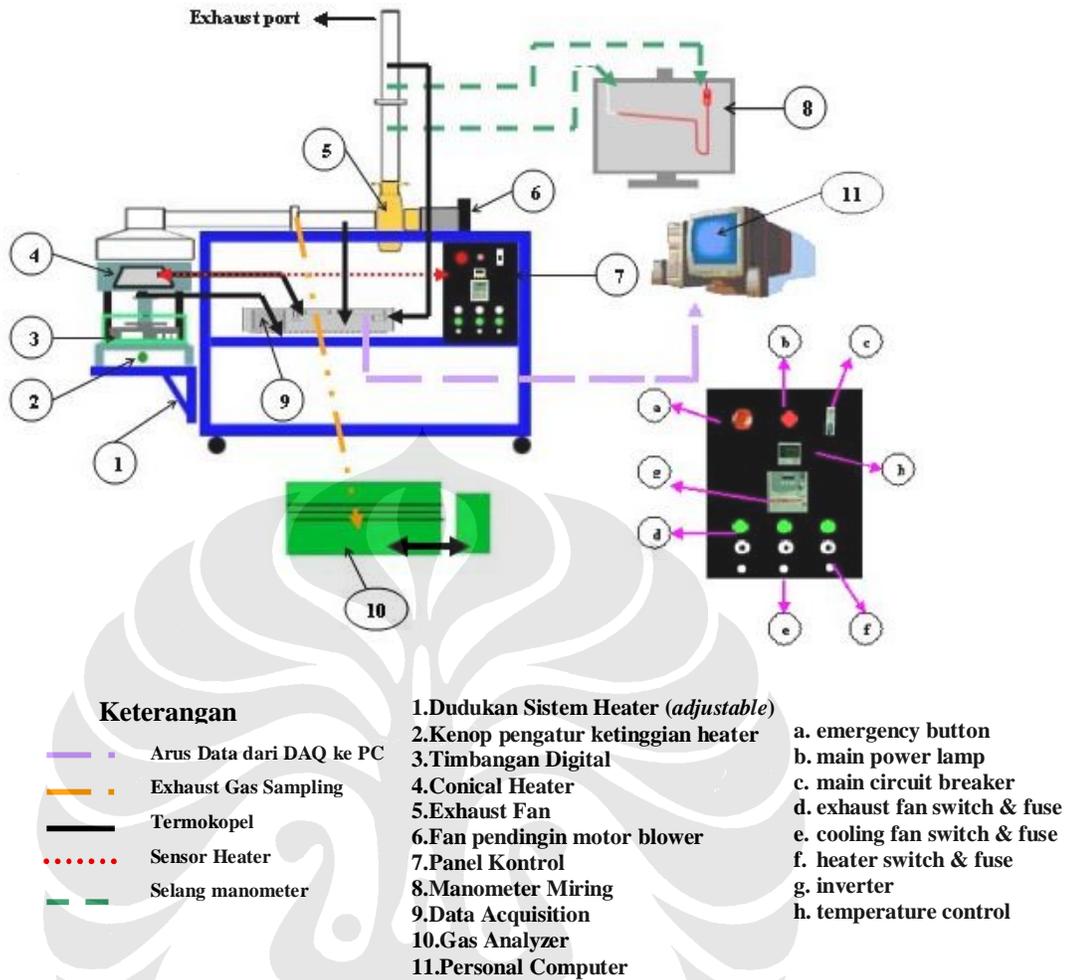
EKSPERIMENTAL

III.1. PERALATAN EKSPERIMENTAL

Pada penelitian ini penulis menggunakan alat yang bernama kalorimeter api (*cone calorimeter*). Alat ini merupakan alat uji berskala laboratorium yang dimiliki oleh Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia. Alat tersebut dirancang untuk mengukur berbagai karakteristik atau sifat bakar material bangunan seperti waktu penyalaan, laju penurunan massa, laju produksi kalor, kpnstrasi gas buang.



Gambar 3.1 Kalorimeter api

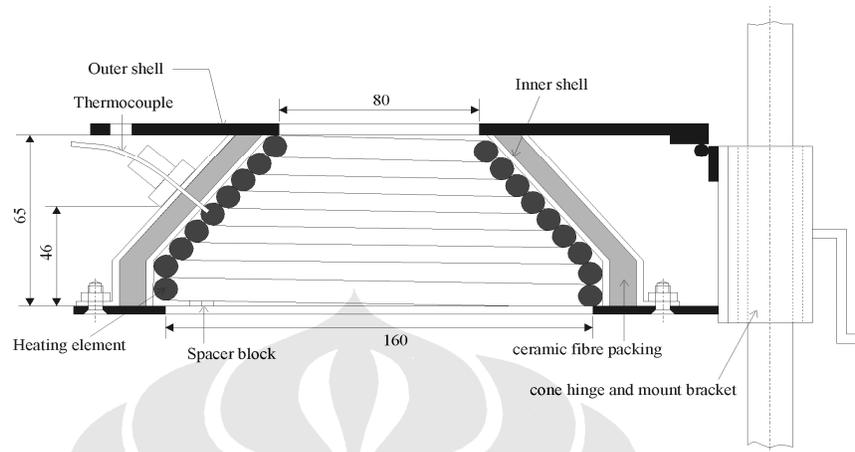


Gambar 3.2 Skema kalorimeter api beserta komponennya

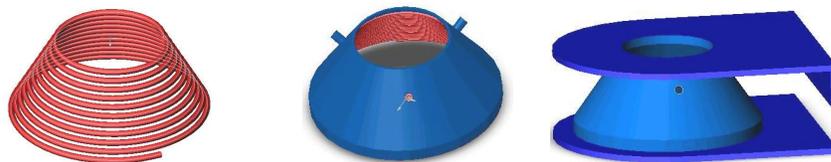
Komponen – komponen yang terdapat pada peralatan tersebut diatas adalah sebagai berikut :

1. *Conical heater*; adalah pemanas udara berbentuk kerucut yang terpotong. Proses pembuatan dari sistem *conical heater* ini telah dipaparkan dengan jelas oleh Fahrudin [2004] dalam tugas akhirnya ” Pengujian Sifat Bakar Material Terhadap Radiasi Panas ”. *Conical heater* yang digunakan pada kalorimeter api berdaya 4000W/220V dengan temperature maksimum 600° C. Temperature heater diatur oleh kontrol temperature (PID). Adapun tipe dari temperature control yang digunakan adalah jenis digital Autonics TZ4ST – 14R. Bagian lain yang juga terdapat pada sistem *Conical heater* ini adalah *solid-state relay* . Alat tersebut berfungsi sebagai sebuah semi

konduktor yang dapat digunakan untuk menggantikan elektromekanikal biasa, dengan kelebihan dapat dinyalakan dan dimatikan dengan cepat.



Daya	: 4000W
Tegangan	: 220V
Dimensi	: diameter atas 80mm, diameter bawah 160mm, tinggi 65mm
Bahan selimut (cover)	: Stainless Steel 0,4 mm
Isolator	: pita Asbes



Gambar 3.3 Conical heater

2. Termokopel tipe – k; alat ini digunakan untuk mengukur temperature pada sampel yang sedang diuji. Dimana termokopel dihubungkan dengan sistem *data collection* dengan tipe ADAM 4250 dan ADAM 4018.
3. Timbangan elektronik; adalah alat yang berfungsi untuk mengukur penurunan massa sampel, selama proses pembakaran berlangsung.
4. Saluran *ducting* (gas buang); komponen yang berfungsi sebagai media pengatur pembuangan gas buang yang dihasilkan oleh sampel pada saat percobaan berlangsung.
5. Pemegang sampel; alat yang berfungsi untuk memegang sampel uji selama eksperimen berlangsung.
6. *Data collection*; perangkat data akuisisi yang digunakan adalah ADAM 4250 dan ADAM 4018M, yang berfungsi mencatat data – data dari sensor termokopel pada *heater*, sampel, dan *ducting*.
7. Saluran Pengambilan sampel gas yang terhubung dengan gas analyzer, Quintox – KM 9106.

III.2. PROSEDUR PRA - PENGUJIAN

Sebelum melakukan pengujian perlu adanya prosedur pra-persiapan pengujian baik dari segi teknis maupun nonteknis. Prosedur pra-pengujian merupakan suatu standar sebagai acuan untuk melaksanakan pengujian berikutnya secara baik dan teratur. Hal ini menjadi sangat penting dalam upaya untuk menghindari dan meminimalisir kemungkinan – kemungkinan yang tidak diinginkan. Dalam melakukan pengujian digunakan acuan berupa standart ASTM, terkkait dengan prosedur persiapan pengujian yang aman dan benar. Hal – hal yang tidak terdapat dalam ASTM, ditambahkan penulis terkait dengan persiapan pengujian yang dilakukan dengan tanpa mengurangi esensi dari prosedur pra-pengujian yang aman dan benar.

Prosedur pra-pengujian dibuat dengan melalui beberapa pertimbangan, seperti: aspek keselamatan (*safety*); setting alat uji, dan persiapan sampel yang digunakan dalam pengujian. Ketiga bagian prosedur pra-pengujian tersebut akan dijelaskan sebagai berikut dibawah ini.

III.2.I PERALATAN KEAMANAN (*SAFETY EQUIPMENT*)

Aspek keselamatan merupakan pertimbangan utama dalam prosedur pengujian dan dijabarkan dalam prosedur tersebut sebagai tindakan-tindakan yang harus dilakukan ketika terjadi hal-hal berbahaya. Selain penjabaran tersebut, di dalam prosedur disebutkan pula resiko-resiko bagi operator yang mungkin terjadi pada saat pengujian, sehingga operator memiliki kesadaran untuk mematuhi prosedur dan menggunakan alat-alat perlindungan demi keselamatannya. Adapun alat-alat perlindungan yang dipakai pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Sarung tangan yang terbuat dari material tahan panas (dalam pengujian digunakan sarung tangan asbes)
- Alat Pemadam Api Ringan (APAR) tipe *dry powder* mengingat banyaknya peralatan listrik yang dipakai dalam pengujian
- Tidak menghubungkan kabel Kalorimeter Api, kabel komputer, kabel *Data collector*, kabel *load cell* pada satu terminal listrik, hal ini untuk menghindari adanya kelebihan beban arus yang menyebabkan terminal listrik terbakar dan terjadi konsleting listrik.
- Sekring-sekring pengaman peralatan listrik
- *Test-pen* untuk memeriksa kebocoran arus listrik
- Stiker-stiker tanda peringatan bahaya
- Safety shoes, hal ini berguna untuk melindungi diri seandainya terjadi kebocoran arus listrik
- *Safety duck*, alat ini berfungsi sebagai media *exhaust fan*, seandainya terlalu banyak asap yang terdapat didalam ruangan percobaan.
- Kaca mata, alat ini bisa digunakan untuk melindungi mata agar tidak sakit jika asap yang dihasilkan sangat banyak.

Peralatan tersebut diatas harus benar – benar dipastikan dapat berfungsi secara optimal, sehingga dapat berguna sesuai dengan fungsi dan perannya masing – masing.

III.3. PERSIAPAN DAN SETTING ALAT UJI

Pada dasarnya persiapan alat uji merupakan proses pemasangan seluruh alat-alat ukur yang digunakan selama pengujian dan pemastian alat-alat ukur tersebut terpasang dengan baik serta dapat digunakan. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama tahap persiapan ini, antara lain: pemasangan semua kabel termokopel pada *data acquisition* (ADAM); pemasangan timbangan digital pada tempatnya; pemasangan system *gas analyzer*; pemasangan selang dari orifis ke manometer miring; dan pemastian semua alat ukur tersebut bekerja dengan baik.

Selain persiapan alat uji, diperlukan juga suatu proses setting alat uji. Setting alat uji merupakan proses pengaturan parameter-parameter yang akan digunakan dalam pengujian, seperti: orientasi heater, orientasi dudukan sampel, jarak heater ke sampel, laju aliran blower, pengecekan pemantik untuk memicu pembakaran, serta parameter-parameter lainnya. Proses ini nantinya akan menentukan konsistensi dan validitas atas pengujian yang dilakukan. Untuk pengujian kali ini beberapa hal yang harus dilakukan sebelum proses pengambilan data dilakukan :

- Pastikan bahwa *cone calorimeter*, *exhaust blower*, *gas analyzer*, *load cell*, dan *manometer miring* dalam keadaan normal dan siap digunakan.
- Pastikan program DAQ yang akan digunakan dalam kondisi normal dan terlebih dahulu dikalibrasi.
- Setting exhaust fan pada frekuensi 13,3 Hz. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *flow rate* sesuai dengan standart yang telah ditetapkan dalam ASTM, yaitu sebesar 0,024 m³/s.
- Pastikan pemantik (*igniter*) dalam kondisi siap pakai dan peletakan pemantik berjarak 1 cm diatas permukaan sampel.
- Setting alarm pada *gas analyzer* untuk menunjukkan kadar CO (batas pada 400 ppm).
- Tidak menghubungkan kabel kalorimeter api, kabel komputer , serta kabel gas analyzer pada satu stop kontak untuk menghindari kelebihan beban yang dapat menyebabkan kebakaran.

Dalam pengujian ini dilakukan variasi temperature heater (temperature 600° C dan 500° C) terhadap sampel kayu lapis. Untuk memudahkan setting alat uji (*heater*), maka dalam menyalakan heater harus dimulai dengan temperatur yang kecil terlebih dahulu, yaitu dengan menaikkan temperatur heater pada kelipatan 50° C. Dengan

demikian akan dicapai temperature heater yang kita inginkan dengan cepat dan stabil. Berikut beberapa parameter pengujian yang harus dilakukan :

- Temperatur Heater $500^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ dan $600^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Jarak antara heater dan sampel menggunakan dua variasi, yaitu : 3cm dan 5cm.
- Frekuensi motor blower 13,3 Hz.
- Orientasi kayu terhadap heater dilakukan dalam tiga variasi, yaitu : vertikal, miring 45° , dan horizontal dengan radiasi dari arah bawah sampel.
- Pemakaian pemantik untuk memicu pembakaran sampel kayu
- Posisi dudukan sampel selalu tegak lurus terhadap arah radiasi yang diberikan.
- Pemakaian gas analyzer untuk mengetahui kadar oksigen dan temperature gas buang hasil pembakaran.

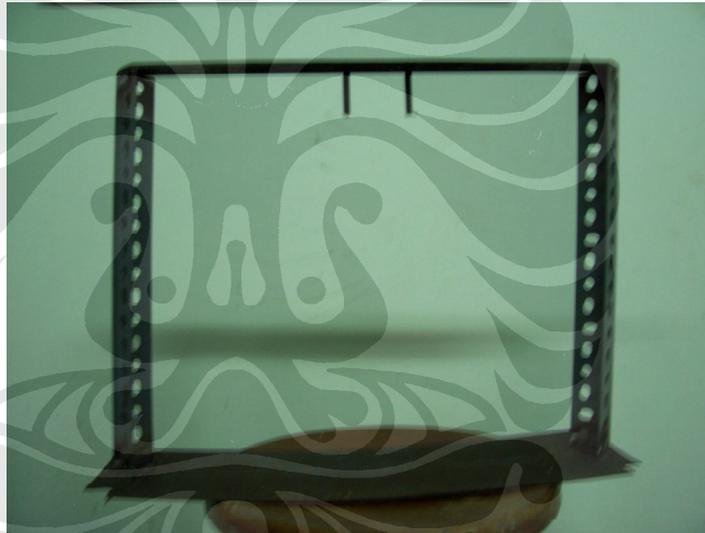
Proses persiapan dan setting kalorimeter api hendaknya dilakukan ± 1 jam sebelum pengujian. Waktu proses selama itu bertujuan untuk memastikan agar sistem berfungsi baik, dalam kondisi stabil dan parameter-parameter pengujian telah diatur dengan baik. Selain itu, lamanya proses ini juga memberi waktu untuk kalibrasi gas analyzer, dan mempersiapkan *software* visiDAQ. Dalam eksperimen dilakukan beberapa orientasi arah sampel, sehingga diperlukan persiapan pemasangan alat uji dalam hal ini heater dan pemegang sampel. Berikut gambar heater dan pemegang sampel dalam ketiga orientasi tersebut.



(a)



(b)

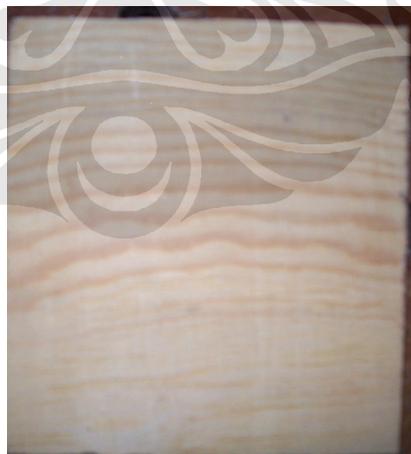


(c)

Gambar 3.4(a) Posisi heater untuk posisi vertikal, (b) Posisi heater untuk arah miring, (c) Pemegang sampel untuk arah horizontal dengan heater dari bawah yang dilengkapi dua baut sebagai pemegang kayu.

III.4. PERSIAPAN SAMPEL

Tahap persiapan sampel meliputi segala kegiatan yang berkaitan secara langsung dengan sampel, baik berupa: penyediaan sampel, karakteristik sampel, orientasi sampel, perlakuan (*treatment*) khusus yang perlu dilakukan, penyimpanan dan lain-lain. Sampel disediakan dalam jumlah cukup dan berasal dari sumber yang sama. Hal ini dilakukan untuk memastikan keseragaman sampel dari jenis yang sama dan menghindari perbedaan karakteristik sampel yang akan diuji. Dalam pengujian ini sampel yang digunakan adalah kayu lapis (*plywood*) dengan bahan dasar kayu jati belanda. Sampel yang didapatkan dalam bentuk lembaran dengan ketebalan yang sama yaitu 10 cm. Kemudian kayu tersebut dipotong dengan gergaji dengan dimensi masing – masing 10cm x 10cm. dalam pengukuran menggunakan empat termokopel yang diletakkan dua dipermukaan serta dua lainnya didalam kayu (ditanam), sehingga sebelum diuji kayu perlu dibor dengan mata bor 1 mm dengan kedalaman sekitar 25 mm pada ketebalan 5mm pada kedua sisi yang berhadapan. Untuk pengujian dengan arah horizontal radiasi dari bawah perlu dilakukan pengeboran tambahan sebanyak dua lubang dengan jarak masing – masing 25mm dari center kayu yang gunanya untuk menempelkan sampel kayu dengan baut saat dibakar. Dalam pemotongannya tidak perlu memperhatikan arah serat, karena kayu lapis tidak mempunyai serat dan mempunyai permukaan yang sama.



Gambar 3.5 Sampel kayu lapis (*plywood*)

Sampel yang akan digunakan pada pengujian dicatat terlebih dahulu massanya, kemudian diberi kode pada setiap sampel untuk mempermudah dalam

organisasi data dan orientasi lain yang mungkin akan mempengaruhi hasil pengujian. Pelaksanaan *treatment* pada sampel dilakukan beberapa hari sebelum pengujian sehingga saat pengujian dilaksanakan, sampel telah benar-benar siap untuk diuji. Pada permukaan atau tepi sampel dilakukan *treatment* berupa penghalusan / pengamplasan permukaan sampel (bila diperlukan). Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya sifat baur permukaan yang akan menyebabkan *radiative loss heat flux* atau rugi radiasi fluks kalor berupa baur yang dihasilkan oleh permukaan sampel yang tidak rata. *Treatment* ini dilakukan jauh hari sebelum melakukan pengujian. Setelah sampel diampelas, kemudian sampel dibungkus dengan aluminium foil. Tempat penyimpanan sampel tersebut harus kedap udara pada temperatur ruangan 25 ± 3 °C, 1 atm dengan *relative humidity* (RH) $50 \pm 5\%$. *Treatment* ini untuk mencegah terjadinya perubahan karakteristik sampel, seperti moisture content, karena pengujian sampel tidak dilakukan dalam waktu dan hari yang sama selama periode pengujian.

III.5. PENGUJIAN

Tahap pengujian sebenarnya merupakan proses pengambilan data-data dari pembakaran suatu sampel, baik itu berupa massa sampel dan waktu penyalaan serta kamera untuk melihat fenomena-fenomena yang terjadi. Parameter-parameter di atas diambil datanya oleh masing-masing jenis alat ukur.

Proses pengambilan data ini dilakukan setiap 10 detik yang bisa dilihat dimonitor komputer saat mengukur temperature dengan DAQ atau juga bisa bersamaan dengan sinyal bunyi dari Quintox *Control Gas Analyzer* yang telah diatur pada interval waktu yang sama. Data seluruh temperatur dari setiap termokopel langsung dibaca *software* VisiDAQ melalui *data acquisition* ADAM, sedangkan data konsentrasi gas buang terbaca pada *logger gas analyzer*. Sebagian data lainnya (massa) dicatat secara manual dengan acuan waktu pencatatan berupa bunyi sinyal *gas analyzer* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, waktu penyalaan bisa diukur dengan melihat waktu dimonitor komputer ataupun dengan stopwatch kemudian dicatat manual.

Data yang diambil pada penelitian ini hanyalah data penurunan massa untuk setiap orientasi posisi sampel. Data yang pertama diambil adalah sampel dengan orientasi vertikal, yang kedua adalah sampel dengan orientasi miring 45° , dan yang ketiga adalah sampel dengan orientasi horizontal dengan arah radiasi dari bawah.

Selain variasi orientasi posisi sampel juga divariasikan jarak sampel dengan heater, yaitu pada jarak 3cm dan 5cm.

III.6. PASCA PENGUJIAN

Pasca pengujian mencakup seluruh kegiatan yang dilakukan setelah pengujian selesai, baik berupa proses persiapan alat untuk pengujian kembali, maupun proses penonaktifan seluruh komponen pada kalorimeter api. Apabila akan dilakukan pengujian kembali dengan parameter setting yang sama, maka kadar CO pada *gas analyzer* harus menunjukkan angka di bawah 10 ppm terlebih dahulu, agar pengujian berikutnya dapat dilakukan pada kondisi mendekati udara normal kembali.

Apabila pengujian tidak ingin dilakukan kembali, proses penonaktifan komponen dapat dilaksanakan terlebih dahulu dengan menyetel heater ke suhu 50°C dan mematakannya. Kemudian disusul dengan penonaktifan *gas analyzer*, *exhaust fan*, dan fan pendingin. Kemudian mencabut semua kabel dari stop kontak dan mematikan saklar utama untuk menghindari terjadinya hal – hal yang tidak diinginkan.