

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Desain Fungsional

Pada pendekatan ini rancangan reaktor dan kondenser yang dibuat terdapat kegunaanya masing-masing. Reaktor pirolisis merupakan tempat penampungan bahan baku yang akan diproses. Di dalamnya terjadi reaksi penguapan sejumlah komponen yang disebabkan pemanasan dari luar. Pemanasan ini dilakukan di dalam ruang bakar yang terdapat di bagian bawah reaktor. Dari ruang bakar juga terhubung pipa cerobong yang menembus bagian atas reaktor. Hal ini dimaksudkan agar gas panas hasil pembakaran di dalam ruang bakar juga dimanfaatkan untuk memanaskan biomassa yang ada di bagian atas reaktor.

Tabung penampung tar dibuat untuk menampung tar yang dihasilkan dari proses pirolisis. Kondenser yang dibuat dari pipa tembaga didinginkan dengan media pendingin air yang akan mengkondensasi asap yang dihasilkan dari proses pirolisis sehingga didapatkan produk berupa asap cair. Disamping itu pompa juga dipasang untuk memompakan air sehingga proses kondensasi berjalan dengan efektif.

3.2 Pendekatan Struktural

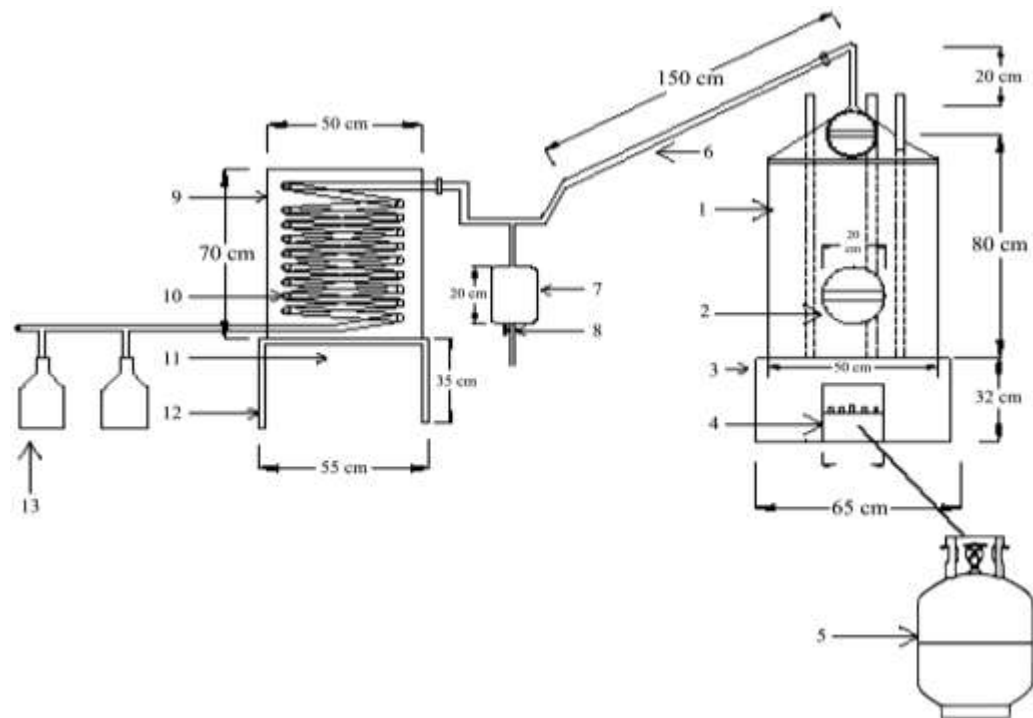
Reaktor pirolisis dengan ukuran tinggi 80 cm, diameter 50 cm terdiri dari berbagai komponen pendukung dengan ukuran masing-masing. Tempat masuk umpan (*inlet*) diposisikan di bagian puncak (*top*) reaktor pirolisis dengan diameter ± 20 cm. Sedangkan tempat pengambilan arang berada di tengah reaktor juga dengan diameter ± 20 cm. Di bagian tengah reaktor diletakkan pula termometer dengan kemampuan ukur sampai dengan 1000°C. Pada reaktor digunakan isolasi berupa *glass wool* dan seng/aluminium. Antara bagian silinder dengan tutup reaktor disambung menggunakan *flange*, hal ini bertujuan agar mempermudah jika sewaktu-waktu bagian dalam reaktor ingin dibersihkan atau dibongkar. *Flange* tersebut dikunci dengan 6 buah sokdrat. Pada reaktor dibuat pula 3 pipa yang bertujuan untuk mengalirkan panas dari ruang bakar sehingga panas tersebar

merata mulai dari *bottom* hingga *top* reaktor. Untuk ruang pembakaran didesain dengan dimensi panjang 65 cm, lebar 65 cm dan tinggi 32 cm, diisolasi menggunakan asbes dan *glass wool*. Sumber panas pembakaran berasal dari kompor gas yang diletakkan di dalam ruang pembakaran tersebut. Di ruang pembakaran juga dipasang termometer dengan kemampuan ukur sampai dengan 1000°C.

Agar diperoleh asap cair, maka di bagian *top* reaktor dibuat saluran berupa pipa besi ½ inci yang berfungsi untuk mengalirkan asap hasil proses pirolisis dari dalam reaktor menuju ke kondenser. Pada pipa ini, dipasang 2 *flange* yakni di bagian pangkal dan ujung pipa untuk mempermudah keperluan perawatan dan perbaikan. Untuk memisahkan asap dari campuran tar, maka di dekat ujung pipa (dekat kondenser) didesain sedemikian rupa sehingga tar akan terpisah dengan sendirinya menggunakan prinsip gravitasi dan beda massa jenisnya, asap akan naik lagi dan masuk kondenser sedangkan tar tertampung di tabung penampung tar berbahan besi dengan tinggi 20 cm dan diberi valve di bagian bawahnya.

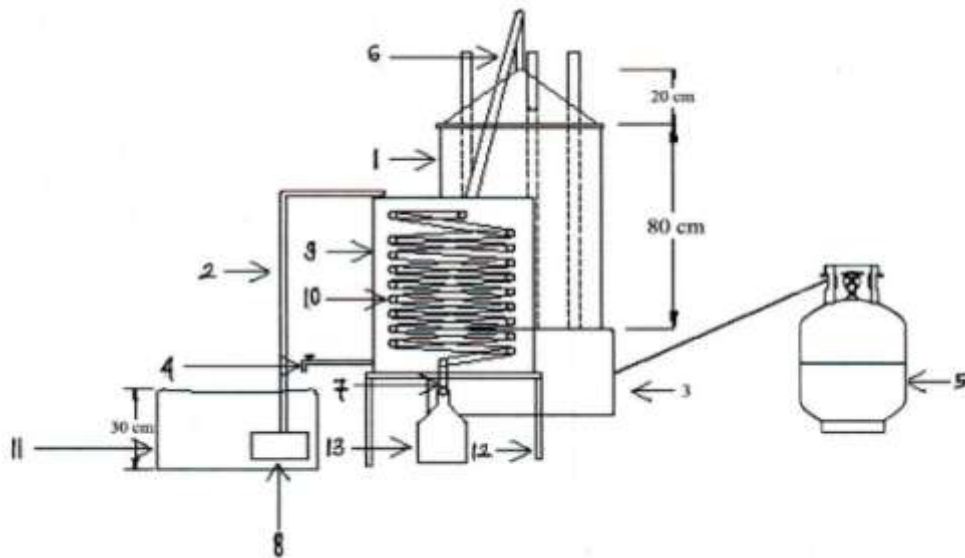
Bagian kondenser didesain dengan tinggi tabung luar 70 cm, diameter 50 cm. Di bagian dalamnya digunakan pipa tembaga sepanjang 15 m yang telah dibuat melingkar sebanyak 12 putaran. Hal ini dimaksudkan agar asap berada cukup lama di dalam kondenser, sehingga diharapkan asap cair terkondensasi sempurna. Air pendingin di dalam kondenser akan disirkulasikan menggunakan pompa, dengan menempatkan bak penampung air di belakang kondenser. Di luar tabung kondenser, aliran pipa tadi mendekati ujung. Di bagian ujung pipa dibuat 2 tempat untuk menampung asap cair hasil kondensasi dari kondenser.

3.2.1 Desain Alat Pirolisis



Skala 1: 10

Gambar 1. Tampak Depan Alat Pirolisis



Skala 1:10 cm

Gambar 2. Tampak Samping Alat Pirolisis

Keterangan:

1. Reaktor pirolisis
2. Lubang pengeluaran arang
3. Ruang pembakaran/furnace
4. Tabung elpiji
5. Tabung kondenser
6. Pipa kondensat
7. Pipa pompa
8. Kran air
9. Pipa keluaran kondensat
10. Wadah penampung kondensat
11. Tiang penyangga kondenser
12. Pompa
13. Bak penampung air

3.2.2 Pembuatan Alat Pirolisis

Bahan yang Digunakan

- 1) Pipa 0.5 – 40 : 1 meter
- 2) *Flange* : 3 buah
- 3) Besi siku 5x5 cm : 8 buah
- 4) Roda : 6 buah
- 5) Bak penampung : 1 buah
- 6) Pipa tembaga : 15 m
- 7) Valve : 4 buah
- 8) Isolatif : 10 buah
- 9) Glass wool : 1 roll
- 10) Seng alumunium : 10 meter
- 11) Termometer 1000 °C : 1 buah
- 12) Batu tahan api : 25 buah
- 13) Plat kerangka : 2 buah
- 14) Pompa : 1 buah
- 15) Tabung LPG 3kg : 1 buah
- 16) Kompor gas : 1 buah
- 17) Flowmeter : 1 buah
- 18) Cat : 1 kaleng
- 19) Baut : 10 buah
- 20) Selang : 10 meter

Alat yang Digunakan

- 1) Meteran
- 2) Mesin Las
- 3) Bor Listrik
- 4) Gergaji Besi

1. Pembuatan Reaktor Pirolisis dan Kondenser

a. Tahap Persiapan

- 1) Menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat reaktor pirolisis.
- 2) Membuat tempat dudukan reaktor dengan memotong dan mengelas besi siku 5 x 5 cm.
- 3) Memasang roda dan pengecetan pada dudukan reaktor agar tidak terjadi karat.

b. Tahap Pembuatan Reaktor Pirolisis

- 1) Menutup bagian bawah pipa untuk reaktor pirolisis dengan plat baja dengan cara mengelasnya.
- 2) Melubangi bagian samping reaktor untuk menjadi sebagai keluaran arang hasil pirolisis.
- 3) Mengelas bagian atas reaktor dengan plat yang sudah dibentuk seperti kerucut.
- 4) Melubangi bagian sisi kerucut reaktor untuk sebagai input dari bahan baku.
- 5) Membuat tutup dari input reaktor dan output arang dengan plat baja.
- 6) Membuat lubang di ujung kerucut reaktor yang akan disambungkan ke pipa yang menuju ke kondenser.
- 7) Mengisolasi sekeliling reaktor dengan glass wool dan plat besi
- 8) Menambahkan alat termometer dan pipa-pipa yang menembus reaktor dari ruang bakar.

c. Tahap Pembuatan Ruang Bakar

- 1) Membuat ruang bakar menggunakan batu tahan api kemudian diisolasi dengan semen.
- 2) Sebelum itu meletakkan kompor didalam ruang bakar sebagai burner dan dihubungkan pada tabung elpiji yang berisi gas bahan bakar, pada selangnya dipasangkan alat flow meter untuk mengukur konsumsi bahan bakar.
- 3) Bagian atas ruang bakar diberi lubang sebesar diameter dari reaktor pirolisis.
- 4) Memasang termometer yang akan mengukur temperatur pada ruang bakar.

d. Tahap Pembuatan Tabung Penampung Tar

- 1) Membuat tabung penampung tar dengan menggunakan pipa yang atas dan bawahnya ditutup dengan plat besi dan dilas.

b) Kemudian bagian atas diberi lubang dan disambungkan dengan pipa yang berhubungan dengan reaktor pirolisis dan kondenser.

c) Lalu bagian bawah juga dilubangi dan disambungkan pipa, kemudian pada pipa tersebut diberikan valve sebagai tempat keluaran tar.

e. Tahap Pembuatan Kondenser

- 1) Membuat pipa tembaga membentuk seperti sebuah spiral dengan ukuran diameter spiral kurang dari ukuran pipa tempat pertukaran panas berlangsung. Pipa tembaga ini biasa disebut tube.
- 2) Tutup bagian bawah kondenser dengan plat besi dengan cara dilas.
- 3) Masukkan tube kedalam pipa kondenser.
- 4) Membuat aliran keluar air pendingin dengan cara melubangi bagian bawah kondenser dan memajang selang yang menuju ke bak penampung air.
- 5) Pasang pompa yang mensuplai air yang akan menuju ke dalam kondenser.
- 6) Buat juga keluaran asap cair yang melalui pipa tembaga yang akan menghubungkannya di tempat penampungan asap cair.

2. Perangkaian Alat

- 1) Memasang reaktor pirolisis pada bagian atas ruang bakar.
- 2) Menyambungkan pipa keluaran asap dengan pipa yang menuju ketempat penampungan tar dan ke kondenser.
- 3) Menyambungkan selang LPG menuju kompor yang terdapat pada ruang bakar.
- 4) Menyambungkan pompa dengan pipa yang menuju bagian input air pendingin pada bagian atas kondenser.

3.3 Penelitian Rancang Bangun Alat

3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya selama 3 bulan, dari bulan April sampai bulan Juni 2014.

3.3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1) Bahan yang digunakan

- a. Tempurung Kelapa : 10 kg
- b. Gas LPG : 12 Kg
- c. Air : 20 liter

2) Alat yang digunakan

- a. Reaktor Pirolisis
- b. Kondenser
- c. Kompor gas
- d. Thermometer
- e. Thermogrand
- f. Pompa
- g. Bomb calorimeter
- h. TGA-701

3.3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Dalam penelitian rancang bangun alat pirolisis, alat ini beroperasi pada temperatur pirolisis yaitu 250°C, dengan variabel yang akan diambil terdiri dari variabel tetap dan variabel tidak tetap, variabel tetap yaitu waktu pirolisis dan jumlah bahan baku biomassa yang digunakan sedangkan variabel tidak tetap yaitu laju alir bahan bakar, temperatur furnace, temperatur flue gas dan temperatur dinding dalam dan dinding luar furnace.

3.3.4 Pengamatan

Penelitian ini diawali dengan menyiapkan tempurung kelapa sebagai bahan baku yang telah diperkecil ukurannya dengan range 1 cm sampai 5 cm, kemudian menimbang berat tempurung kelapa yang akan dijadikan bahan baku pada proses pirolisis dengan waktu selama 4 jam dengan variasi laju alir bahan bakar. Pengamatan pada saat penelitian berlangsung terdiri dari banyaknya bahan bakar yang digunakan, temperatur furnace, temperatur flue gas dan temperatur dinding dalam dan luar furnace.

3.3.5 Prosedur Percobaan

a. Percobaan Pirolisis

- 1) Memasukkan bahan baku kedalam reaktor pirolisis.
- 2) Menyalakan kompor dan membuka aliran bahan bakar (elpiji).
- 3) Mengecek tempetarur reaktor dan temperatur ruang bakar.
- 4) Membuka valve yang menuju ke kondenser.
- 5) Menyalakan pompa dan membuka air pendingin keluaran kondenser.
- 6) Melakukan proses pirolisis selama 3 jam
- 7) Mematikan kompor dan mengambil arang dan asap cair yang dihasilkan.
- 8) Setelah reaktor dingin, mengambil arang hasil pirolisis.
- 9) Menguji kualitas produk hasil pirolisis yang telah dilakukan
- 10) Mengulangi percobaan dengan waktu pirolisis yang berbeda.

b. Pengujian Nilai Kalor Arang Menggunakan Bomb Calorimeter

1) Persiapan alat

1. Mengisi Rinse Tank sampai garis batas yang ada di dalam tabung atau ± 16 L. Apabila pada saat analisis muncul peringatan RINSE TANK MAYBE LOW LEVEL, maka yang harus dilakukan adalah mengisi Rinse Tank dan melanjutkan untuk me-reset.
2. Mengisi Water Tank yang terletak di belakang instrumen dengan cara mengangkat ke atas tutup berwarna merah, mengisi sebanyak ± 2 L.
3. Membuka/set reglator oksigen (450 psi) dan nitrogen (80 psi), dengan cara memutarnya ke arah kanan untuk membuka dan ke kiri untuk menutupnya.
4. Menekan POWER ON yang di belakang instrumen, maka alat akan booting $\pm 2 - 3$ menit hingga tampil menu utama atau main menu.
5. Menekan tombol calorimeter operation.
6. Menekan tombol HEATER AND PUMP, menunggu hingga START dan START PRETEST muncul.
7. Selanjutnya menekan START PRETEST untuk melakukan pengecekan gas dan air, menunggu selama ± 10 menit sampai selesai.

2) **Persiapan sampel**

1. Membuka *cover* dengan menarik besi *cover*, kemudian mengangkat Bomb Head dari Bucket dengan cara memutarkannya ke kiri (berlawanan arah jarum jam). Meletakkan Bomb Head pada Head Support Stand, setelah itu memasang Cotton Wire (benang).
2. Meletakkan cawan, menekan TARE pada neraca. Menimbang sampel. Untuk sampel dengan nilai kalor tinggi (contohnya minyak) beratnya 0,4 – 0,7 gr.
3. Mengambil cawan dari neraca, memasang pada Bomb Head. Cotton wire harus menyentuh sampel.
4. Memasukkan Bomb Head ke dalam Bucket Calorimeter, memutar searah jarum jam untuk menguncinya.
5. Menutup *cover* calorimeter.

3) **Pengoperasian alat**

1. Memilih Operating Mode : DETERMINATION atau STANDARDIZATION
Determination → untuk pengukuran sampel.
Standarsization → untuk kalibrasi Bomb.
2. Menekan START
3. Memasukkan ID sampel/nama sampel
4. Memasukkan ID bomb/bomb yang digunakan
5. Memasukkan berat sampel
6. Menunggu hingga proses analisis selesai, 10 – 15 menit
7. Hasil akan tampil pada LCD atau dapat *diprint out*
8. Membuka *cover*, mengeluarkan *Bomb Head* dengan cara memutarkannya berlawanan arah jarum jam. Membersihkan *Bomb Cylinder* dan *Bomb Head* dengan kain kering atau tisu
9. Untuk mematikan, menekan OFF Heater and Pump, kemudian menekan Power OFF, menunggu hingga tampil SAFE TO TURN OFF. Setelah itu mematikan power yang berada di belakang instrumen.

c. Analisis Proksimat Arang Menggunakan Instrumen TGA-701

1) Menyalakan Instrumen

Memastikan gas (oksigen, nitrogen dan udara tekan) sudah terpasang dengan benar ke instrumen. Setting pada regulator tabung gas:

Oksigen..... 35 psi (2.4 bar)

Nitrogen..... 35 psi (2.4 bar)

Udara Tekan..... 45 psi (3.1 bar)

1. Menyalakan Analyzer (switch power terletak di panel bagian kanan Analyzer)
2. Menyalakan komputer dan printer
3. Icon TGA-701 pada layar desktop komputer diklik ganda untuk mengaktifkan software

2) Analisis Sampel

1. Pada menu utama diklik F5 Analyze pada toolbar, jika (sebelumnya data sampel belum dimasukkan, maka akan ditampilkan menu Sample Login. Dari sini bisa dimasukkan data sampel seperti pada prosedur 3).
2. Furnace segera terbuka dan sejumlah cawan kosong yang akan digunakan untuk analisis ditempatkan pada lubang Carousel, ditambah satu cawan kosong (sebagai referensi) pada posisi home yang bertanda lubang kecil. Tombol Actuator (pada panel depan Analyzer) ditekan, furnace akan menutup dan sistem akan menginisialisasi dan menimbang semua cawan
3. Setelah selesai, Furnace akan membuka kembali dan Carousel akan menuju ke posisi cawan yang pertama, sistem siap untuk menimbang sampel.
4. Sampel sebanyak 1 skop dimasukkan ke dalam cawan pertama, tepat di depan instrumen (1 skop ~ 1 gr).
5. Tombol Actuator ditekan, Carousel akan berputar dan berhenti pada posisi cawan berikutnya.
6. Langkah d – e diulangi sampai semua cawan terisi sampel.
7. Setelah pengisian cawan yang terakhir, penekanan tombol Actuator akan memulai analisis secara otomatis.

Catatan: Untuk langkah analisis zat terbang diperlukan tutup cawan, jika sampai pada langkah ini, maka Furnace akan membuka dan mempersilahkan

operator memasang tutup cawan. Memasang cawan atau tutupnya selalu menggunakan crucible tong. Begitu pula jika langkah ini selesai maka operator harus mengambil tutup cawan. Gunakan sarung tangan yang disertakan untuk menghindari panas atau kontak dengan furnace.

3) Memasukkan Data Sampel

1. Mengklik login dari menu sampel.
2. Mengetik nama sampel atau pilih melalui menu drop-down.
3. Menuliskan nomor sampel pada atribut location, jika dikosongkan maka software akan menentukan sendiri secara otomatis.
4. Menuliskan jumlah sampel yang akan dianalisis pada atribut count.
5. Mengklik OK.
6. Mengulangi langkah b – e untuk sampel berikutnya sampai semua sampel dimasukkan.
7. Untuk mengakhiri proses ini klik cancel.

4) Mematikan Instrumen

Setelah proses analisis selesai, Furnace akan membuka. Karena temperatur masih terlalu panas, maka biarkan sistem menurunkan temperatur hingga mencapai temperatur kamar.

1. Mengklik F7 Cover untuk menutup Furnace
2. Mematikan *Analyzer*, komputer serta *printer*
3. Menutup semua tabung gas.

d. Analisis Asap Cair Menggunakan Instrumen *Gas Chromatography-2010*

1) Persiapan

1. Menghubungkan kabel power ke sumber listrik
2. Menyiapkan kebutuhan analisis (larutan baku, sampel, alat-alat gelas, tissue, microsyringe)
3. Memastikan kolom yang akan digunakan telah terpasang
4. Membuka aliran gas pembawa yang akan digunakan (He)
5. Membuka aliran gas N₂
6. Membuka aliran gas H₂
7. Menyalakan kompresor udara

8. Menyalakan GC-2010 kemudian menyalakan PC

2) Instrumentasi

1. Pada menu utama Windows, mengklik GCsolution.
2. Pada menu utama GCsolution, mengklik Analisis 1, akan muncul tampilan login
3. Pada menu Login, mengisi kolom User ID dengan Admin dan mengklik OK. Akan muncul tampilan utama Real Time Analysis
4. Pada menu utama Real Time Analysis, mengklik Instrument Parameter
5. Mengisi parameter suhu dan laju alir gas pembawa sesuai kondisi analisis
6. Klik tab bar Column
7. Mengisi parameter suhu kolom, waktu kesetimbangan, dll sesuai kondisi analisis
8. Mengklik *tab bar* DFID1 akan muncul tampilannya dan mengisi suhu detector
9. Mengklik *tab bar* General akan muncul tampilan.
10. Memberi tanda \surd pada kolom Auto Flame On dan Reignite
11. Menyimpan parameter yang telah diatur dalam suatu nama file tertentu dengan cara mengklik File, Save method file as, tulis nama file, klik Save.
12. Mengklik Download Parameter untuk mengirim parameter ke GC
13. Mengklik System On untuk mengaktifkan GC
14. Memperhatikan tampilan Instrument Monitor, menunggu hingga semua parameter tercapai (akan muncul status Ready di layar)
15. Menunggu \pm 15 menit, memperhatikan baseline. Untuk mengenolkan baseline klik Zero Adjust. Untuk mengatur tampilan sesuai yang diinginkan klik Zoom in, atau Zoom Out. Melakukan uji baseline dengan mengklik Slope Test, tunggu beberapa saat hingga muncul nilai slope test. Jika nilai slope telah sesuai dengan kriteria, analisis bisa segera dilanjutkan

3) Injeksi Larutan Baku

1. Pada menu Real Time Analysis, klik Single Run, klik Sample Login
2. Mengisi parameter untuk sampel yang akan diinjeksikan (terutama kolom Data File). Untuk mencetak laporan secara otomatis, beri tanda ✓ pada kolom Auto Increment untuk penamaan pengulangan secara otomatis. Klik OK
3. Mengklik Start hingga muncul tampilan status Ready (Stand by).
4. Menginjeksikan sejumlah larutan sample dengan menggunakan microsyringe ke injection port, lalu tekan tombol START pada GC-2010.
5. Analisis akan segera berlangsung sesuai waktu analisis yang telah diset. Jika telah diset sebelumnya, laporan akan langsung tercetak.

Untuk mengukur sampel selanjutnya, ulangi dari langkah No.1.