

BAB III

DESAIN DAN FABRIKASI

III. 1 DESAIN

Objektifitas dari perancangan ini adalah: 1) modifikasi sistim *feeding* bahan bakar yang lebih optimal. Sebelumnya, setiap kali penambahan bahan bakar solid (batubara), terjadi kebocoran gas melalui *feeding door* reaktor yang keluar cukup banyak, 2) memperbaiki kualitas *flame* dari gas *burner* yang bersifat fluktuatif. Perancangan yang termasuk dalam hasil penelitian ini adalah *feeding door* yang terdiri dari dua katup berskala lab (alat uji), *gas holding tank* dengan spesifikasi standar drum/tong minyak biasa, modifikasi *cyclone*, modifikasi *burner* dengan penambahan konis dan *assembly*, serta penambahan pipa sebagai jalur distribusi gas produser. Alat-alat tersebut nantinya akan diintegrasikan dengan instalasi *gasifier* laboratorium. Diagram alir desain dan perancangan terdapat pada lampiran 2.

III. 2 EVALUASI INSTALASI SISTEM GASIFIKASI

Berdasarkan pengalaman pengujian yang telah dilakukan terdapat masalah pada setiap bagian sistem gasifikasi yang diidentifikasi sebagai berikut:

1) Sistem Umpan (Feeding Door)

Pada sistem umpan desain yang sebelumnya (*existing*), terjadi kebocoran gas pada saat melakukan penambahan bahan bakar. Bahkan pada saat *gasifier* beroperasi saja tanpa ada penambahan bahan bakar pun tetap terjadi kebocoran, meskipun dalam kejadian yang ini jumlah gas yang keluar tidak sebanyak ketika dilakukan penambahan bahan bakar.



Gambar 3.1 *Feeding Door* dan Kebocoran yang Terjadi

Kebocoran ini menyebabkan ignisi awal dan selanjutnya sulit, adapun bila berhasil muncul *flame* maka tidak stabil. Hal ini dilatarbelakangi gas produser yang seharusnya menjadi bahan bakar keluar dari *gasifier*. Akhirnya, tampilan fisik asap pun lama serta boros bahan bakar untuk terlihat pekat, sebagai indikasi kaya gas produser.

Dari segi perawatan, desain existing tidak dapat di *split up*, sehingga sulit untuk dilakukan pembersihan tar yang sudah menjadi kerak pada bagian dalam sistem *feeding*. Alasan tersebut menjadi alasan penyebab terjadinya kebocoran, karena membuat pintu penahan gas dan bahan bakar tidak dapat menutup dengan sempurna.

Konstruksi pintu penahan gas dan bahan bakar sistem *feeding door* saat ini berbentuk pintu dengan poros engsel untuk buka tutupnya. Sehingga dalam waktu yang lama ketika terjadi pergerakan pada dinding dan porosnya, mengakibatkan mekanisme buka tutupnya menjadi tidak kedap. Sehingga gas dapat melewati celah pada pintu yang sudah tidak menutup dengan kedap tersebut.

Selain itu, minimnya unsur *safety* bagi operator, karena sewaktu dilakukan pengisian bahan bakar, operator berhadapan dengan gas yang memiliki temperatur cukup tinggi, sekitar 100 s/d 250 °C, juga kontaminasi gas beracun (CO) yang sangat membahayakan jiwa operator.

2) *Burner* Dengan Kualitas *Flame* yang Fluktuatif



Gambar 3.2 Citra Api dari *Burner*

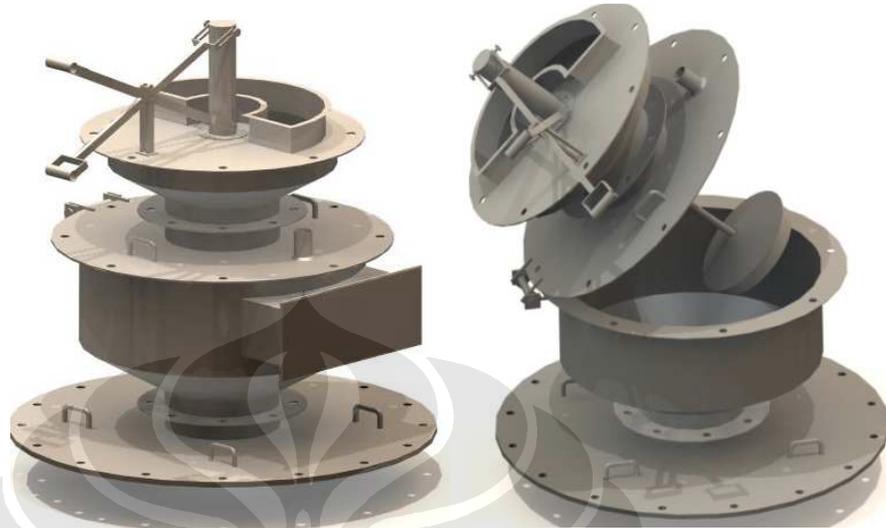
Kualitas *flame* yang dihasilkan bersifat *diskontinue*. Hal ini diakibatkan karena suplai gas produser yang dihasilkan dari reaktor sangat berfluktuatif. Selain itu profil nyala api dari *flame* yang dihasilkan juga tidak beraturan. Dimana salah satu penyebabnya ujung *burner* tidak dilengkapi dengan konis.

III. 3 Modifikasi Alat Laboratorium

Berangkat dari pengalaman masalah yang terjadi pada sistem feeding existing atau sebelum modifikasi, secara umum ada dua aspek yang harus diperhatikan dalam proses desain dan perancangan yang dilakukan berikutnya. Pertama adalah alat yang dimodifikasi dapat beroperasi sesuai fungsi kerja yang diharapkan, dalam hal ini tidak terjadi kebocoran. Kedua alat tersebut mudah di *split up*, agar memudahkan dari segi perawatan untuk dilakukan pembersihan tar ketika selesai pengoperasian, sehingga umur dari sistem gasifikasi lebih lama.

Berikut adalah desain baru dari modifikasi dari masing–masing alat sistem gasifikasi.

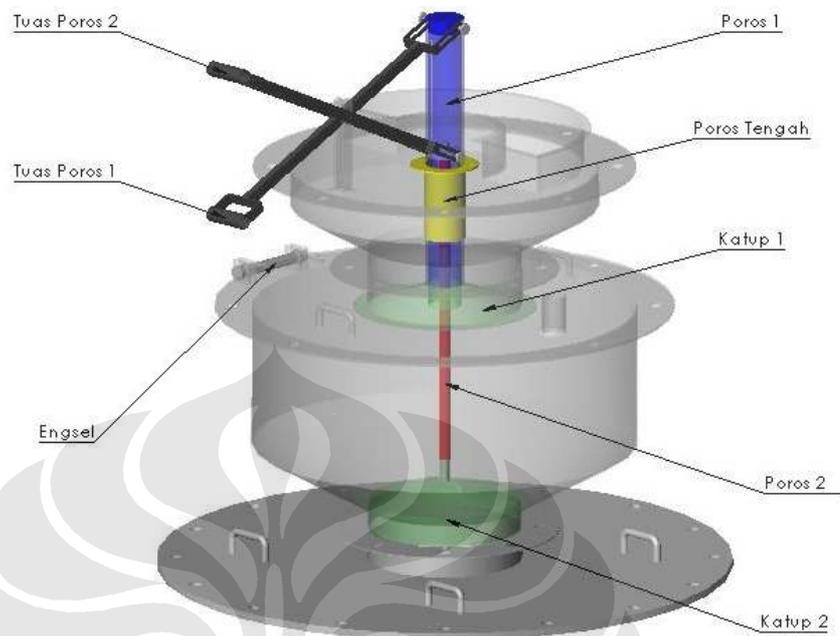
III.3.1 Modifikasi Sistem *Feeding*



Gambar 3.3 Konsep Baru *Feeding Door*

Konsep desain yang diterapkan pada sistem *feeding gasifier* yang akan dibuat ini menggunakan 2 pintu yang berbentuk katup, yang bergerak membuka menutup secara vertikal, dengan mekanisme pegas di atasnya. Dengan menggunakan pegas maka katup dapat menekan dengan kuat, sehingga katup dapat menutup dengan rapat. Untuk membuat lebih kedap, digunakan *packing* jenis kawat dengan ketebalan hingga 1 cm. Kemudian untuk mencegah agar tar tidak melekat pada poros, maka masing-masing poros dilengkapi dengan selubung. Dan untuk keperluan perawatan, *casing* sistem *feeding* ini di bagi menjadi beberapa modul sehingga mudah untuk di *split up* untuk pembersihan tar, ketika pengoperasian alat.

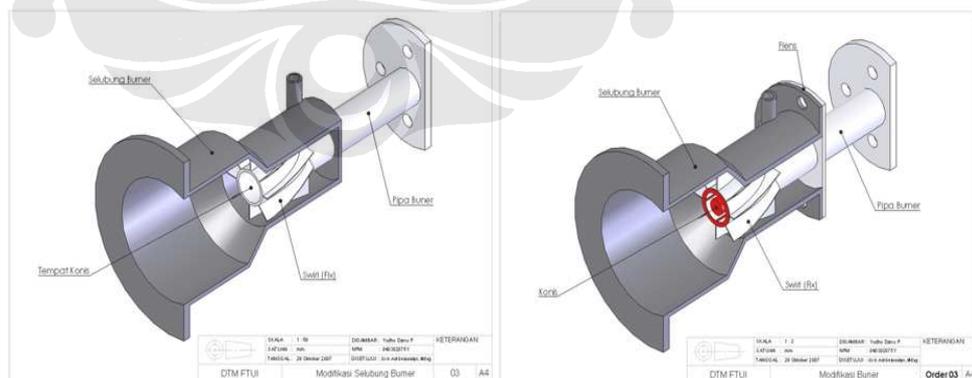
Untuk mendukung unsur *safety*, adanya dua katup dapat memberikan jeda waktu bagi operator untuk memasukkan batubara dalam *feeding door*. Saat pelepasan batubara ke dalam *bed* pada reaktor *gasifier*, dibukalah katup dua dengan diawali penutupan katup satu. Hal ini mengakibatkan gas produser tidak keluar dari *gasifier* dan operator dapat lebih aman.



Gambar 3.4 Detail *Feeding Door*

Melihat tingginya suhu pada *gasifier* (hingga mencapai 1000°C) maka dibutuhkan material yang tidak meleleh. Alternatif material yang digunakan adalah *mild steel* dengan ketahanan tinggi. Material ini selain efisien juga mudah didapatkan.

III.3.2 Desain *Burner* dan Pembuatan Konis



Gambar 3.5 Konsep Baru *Burner* dan Konis

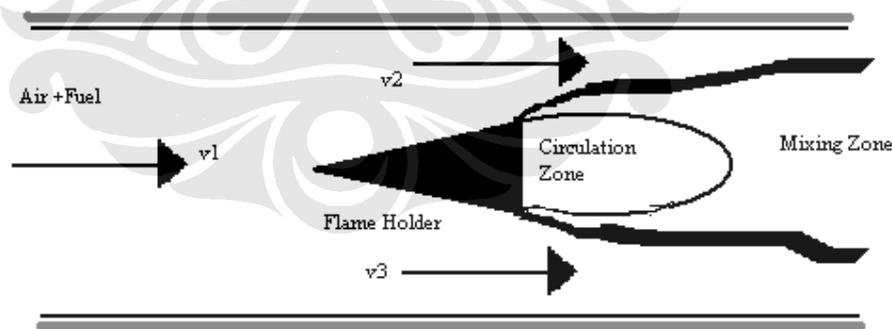
Jika melihat konstruksi desain *burner* yang lama, pada gambar dapat dilihat bahwa konstruksi secara keseluruhan tidak dapat di *split up*. Karena selubung *burner* tidak ada *flens* dan *swirl* terpasang *fix*. Selain itu konis pada ujung *burner* untuk menjaga pola aliran gas produser juga tidak ada.

Sedangkan konsep desain baru yang akan dibuat untuk modifikasi *burner* yang existing adalah dengan membagi *burner* menjadi 4 bagian, yaitu: selubung *burner*, pipa gas *burner*, *swirl* dan konis. Dengan bagian yang dapat dipisahkan seperti ini maka akan mudah di *split up* untuk perawatan juga nantinya dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut, misalnya melihat pengaruh dari penggunaan *swirl* dan konis yang berbeda terhadap *flame* yang dihasilkan.

Binardi Pradana (2003) mengungkapkan konis berguna sebagai *flame holder*. Berbentuk kerucut solid. Selain berfungsi menstabilkan nyala api, berguna juga untuk mengakselerisasi aliran gas produser ke dalam *quarl throat burner* (daerah tenggorokan) karena adanya penyempitan area. Konis dapat menciptakan daerah sirkulasi bahan bakar bila laju tinggi akibat kontur konis. Hukum kontinuitas, $Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$, dengan kondisi satu adalah *downstream* konis dan kondisi 2 *upstream* konis, maka :

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{A_1}{A_2} = v_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} = v_1 \cdot \frac{(54\text{mm})^2}{(54\text{mm}^2 - 35\text{mm}^2)} = 1,7244 \cdot v_1$$

Maka terjadi akselerasi gas produser mendekati 2 kali lipat.



Gambar 3.6 Konis/*Flame Holder* Bentuk Kerucut Pada *Burner* Turbin Gas [22]

Dalam pengujian menggunakan *swirl burner* dengan *swirler vane* 50° dan menggunakan *swirl* numer geometris $0,48 \leq Sg \leq 1,65$ [23].

III.3.3 Penambahan Drum Penampung

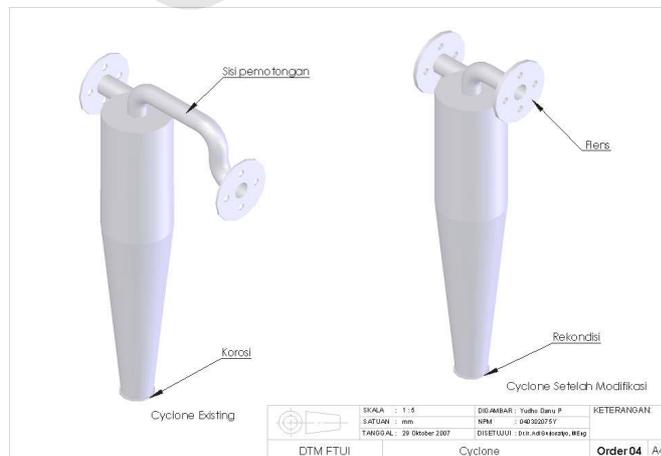


Gambar 3.7 Drum Penampung Gas produser

Pada sistem *gasifier* sebelumnya, kualitas *flame* yang dihasilkan bersifat fluktuatif. Untuk itu gas hasil proses gasifikasi dari reaktor perlu ditampung terlebih dahulu sebelum dibakar di *Gas Burner*. Pemasangan Drum pada instalasi Gasifikasi inilah bertujuan untuk menampung gas hasil proses gasifikasi dari reaktor, agar suplai gas yang mengalir ke *burner* menjadi lebih stabil dari yang sebelumnya. Sehingga kualitas *flamena* juga menjadi lebih stabil dan kontinu.

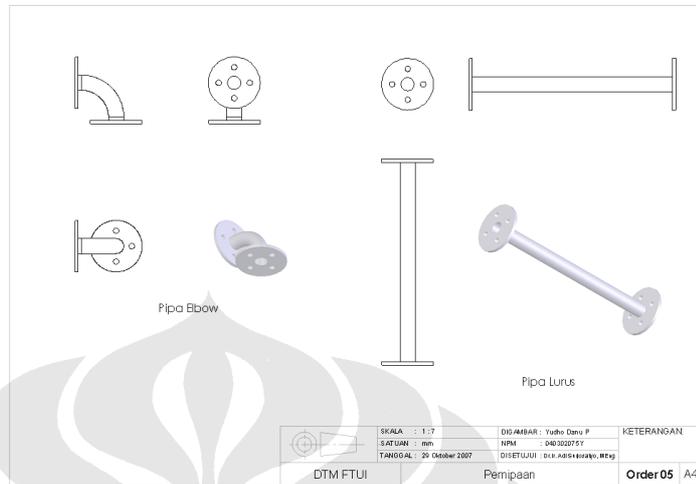
III.3.4 Modifikasi *Cyclone*

Cyclone akan dipotong dan pada bagian tersebut dipasangkan *flens*. Dan bagian bawah yang telah berkarat akan direkondisi. Berikut adalah perubahan desain yang existing dan yang termodifikasi.



Gambar 3.8 Tampilan *Cyclone*

III.3.5 Pembuatan Pipa Saluran



Gambar 3.9 Saluran Pipa

Karena terjadi perubahan konfigurasi dari instalasi existing, maka sistem pemipaannya juga dilakukan penyesuaian. Baik bentuk dan ukurannya.

III. 4 FABRIKASI

Fabrikasi dilakukan di bengkel STT-PLN Tangerang. Waktu pengerjaan sekitar 3 minggu. Proses manufaktur yang terlibat antara lain

1. *Cutting* (pemotongan bahan baku),
2. *Turning* (pembubutan komponen)
3. *Drilling* (pengeboran lubang-lubang baut dan lainnya)
4. *Welding* (penyambungan komponen dengan las listrik elektroda),
5. *Grinding* (penghalusan permukaan komponen), dan
6. *Painting* (pengecatan)

Berikut adalah gambar dari perkembangan dari fabrikasi yang sedang berlangsung saat ini.



Gambar 3.10 Bagian-Bagian Sistem *Feeding*



Gambar 3.11 Perakitan Sistem *Feeding*



Gambar 3.12 Fabrikasi Drum dan *Burner*

Khusus untuk fabrikasi feeding door, setidaknya terdapat tiga urutan yaitu pemilihan bahan atau material, proses persiapan bahan, dan proses manufaktur. Pemilihan bahan atau material membutuhkan bahan yang tahan panas, tapi dengan beban yang ringan. Untuk alat feeding door yang kita buat menggunakan bahan

plat besi karbon rendah. Tapi bahan tersebut mudah didapat di pasaran atau umum. Pilihan material adalah *mild steel*. Kemudian bahan yang telah dibeli disesuaikan dengan rancangan gambar yang sudah di setujui. Bahan tersebut di mal atau dipotong sesuai dengan ukuran potongan, karena pekerjaan banyak yang berkaitan dengan bahan plat besi maka potongan plat tersebut harus dipotong sesuai mal yang sudah di persiapkan dulu dari kertas karton.

Dilanjutkan dengan proses bengkel atau manufaktur. Bahan yang terdiri dari plat karbon rendah dengan ketebalan 2 mm dibuat melingkar dengan cara di roll dengan mesin roll setelah bahan sudah terbentuk melingkar maka ujung dari tiap sisi di sambung dengan cara pengelasan. Pada bagian bawah terdapat tirus plat, plat 2 mm di potong terlebih dahulu sesuai dengan mal yang sebelumnya sudah dirancang. Plat yang sudah dipotong di rol tirus dan di sambung dengan las.

Antara bagian tabung tersebut di sambung dengan menggunakan *flange* diikat dengan baut. Flange tersebut dari bahan plat besi 5 mm yang berbentuk lingkaran dengan lubang tengah 200 mm. mekanisme kerja feeding door tersebut adalah sebagai wadah atau tempat batubara yang akan di *dryer* dengan api, maka diperlukan alat untuk membuka dan menutup. Pada alat ini perancang mendisain alat buka dan tutup menggunakan katup atau payung yang berjumlah dua buah. Katup ini terbuat dari bahan besi dengan ukuran \varnothing 250 mm dan tebal 50 mm dengan proses bubut untuk membentuk bahan tersebut berbentuk tirus seperti payung atau mempunyai sudut kemiringan sehingga apabila terdapat batubara di atasnya jika katup tersebut di nuka maka batubara akan turun dengan sendirinya karena permukaan katup yang miring atau tirus.

Antara dua katup tersebut dihubungkan dengan poros yang berjumlah dua buah, poros tersebut di hubungkan dengan tangkai atau setang penggerak dari atas alat feeding door tersebut. Poros pertama terbuat dari bahan besi as dengan ukuran \varnothing 50 mm panjang 360 mm, bahan tersebut di bubut dan di buat lubang tengah dengan ukuran \varnothing 40 mm, lubang ini untuk laluan poros tengah karena poros ini untuk menggerakkan katup atas dan poros yang tengah untuk menggerakkan katup bawah dimana antara kedua poros tersebut mekanisme kerjanya berlawanan karena katup harus dibuka satu – satu tidak boleh bersamaan untuk menjamin

katup kembali ke posisi semula setelah di buka maka dipasang per tekan untuk memantulkan katup tersebut.

Untuk menjaga kebocoran gas batubara yang sudah di panaskan maka antara kedua poros tersebut diberi seal tahan panas. Tangkai penggerak katup di buat dari bahan besi dengan proses pengelasan, supaya mekanisme gerakan katup lancar maka pada ujung kedua poros tersebut dipasang bantalan atau ball bearing untuk meredam gesekan antara tangkai dengan poros.

Untuk menjaga katup setelah dibuka untuk kembali ke relnya maka dipasang brecket penguat dibagian tengah alat tersebut dengan bahah kuningan. Untuk penjelasan lebih detail dapat dilihat pada bagan dan keterangan pada lampiran 2.

Gambar berikut adalah skema dari laboratorium gasifikasi setelah fabrikasi alat seperti sistem *feeding*, *drum*, *cyclone* dan *burner* selesai.



Gambar 3.13 Skema Laboratorium Gasifikasi Setelah Modifikasi (desain dan yang sudah terpasang)