

Perhitungan Ketebalan Dan Sisa Umur LP Drum HRSG 1.1 PLTGU Muara Karang

Jasmid Edy

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
Email : jasmidedy@yahoo.com

Indah Handayasari

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
Email : ind_hdys@yahoo.com

M. Nasirudin

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Abstract

In the world of power generation are intimately associated with the boiler and HRSG (heat recovery steam generator), the equipment is functioning as modifiers of water into steam that drives the turbine so that it can turn a generator and produce electricity. HRSG section are instrumental in changing the water into steam is the drum, the drum has a high pressure and temperature so that the equipment must always be inspected every overhaul. Inspection, among others pengukuran drum wall thickness on using Ultrasonic Thickness Testing, this inspection aims to determine the condition of the drum. From the results of these inspections at some point find there is some corrosion on the walls. Then calculated the minimum thickness of the drums and the rest of his life estimates using Standard ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

Keywords: Drum, pressure, temperature, corrosion, remaining life, thickness.

1. PENDAHULUAN

Pada *Heat Recovery Steam generator* adalah komponen PLTGU yang merubah air menjadi uap, untuk merubah uap adalah dengan memanfaatkan gas sisa pembakaran dari turbin gas, gas sisa pembakaran turbin gas diolah oleh bagian-bagian HRSG yaitu ; *economizer, evaporator, steam drum, superheater* selanjutnya uap tersebut digunakan untuk memutar turbin uap.

Selama proses operasi berlangsung dibutuhkan air sebagai media pemutar turbin, dikarenakan air terkandung senyawa-senyawa penyebab korosi seperti Silika dan klor, senyawa-senyawa tersebut menyebabkan komponen *LP Drum* pada HRSG mengalami beberapa permasalahan seperti penipisan dikarenakan korosi, sehingga bila tidak dikendalikan menyebabkan kebocoran.

Untuk itu diperlukan kendali terhadap laju korosi sehingga dapat mengatasi komponen *LP Drum* dari kerusakan yang berakibat fatal. Pengendalian ini berupa perhitungan ketebalan dan sisa umur pada *LP Drum* berdasarkan hasil

pengukuran ketebalan dan laju korosi, beserta pengendalian air pengisi *Drum*.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 HRSG

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) berfungsi untuk memanaskan air dengan menggunakan panas gas buang dari turbin gas sehingga dihasilkan uap dengan tekanan dan temperatur tertentu yang konstan. HRSG merupakan penghubung antara PLTG (siklus Brayton) dengan PLTU (siklus Rankine).

Ditinjau dari sumber panasnya, HRSG dibagi menjadi dua, yaitu unfired dan fired (auxiliary burner atau supplementary burner). HRSG unfired adalah HRSG yang seluruh sumber panasnya diperoleh dari gas buang (exhaust gas) turbin gas. Sedangkan HRSG supplementary burner adalah HRSG yang dilengkapi dengan peralatan pembakaran bahan bakar (burner) sehingga sumber panas nya dapat diperoleh dari gas buang turbin gas dan atau dari pembakaran bahan bakar. Tetapi pada umumnya HRSG yang terpasang tidak dilengkapi dengan burner karena penerapan HRSG pada PLTGU tujuan utamanya

adalah memanfaatkan panas gas buang dari PLTG yang masih tinggi temperaturnya untuk menghasilkan uap yang akan memutar turbin uap. Dengan cara ini diperoleh peningkatan efisiensi termal yang besar. HRSG juga disebut Waste Heat Recovery Boiler (WHRB).

2.2 Steam Drum

Steam Drum adalah salah satu komponen pada boiler pipa air yang berfungsi sebagai reservoir campuran air dan uap air, dan juga berfungsi untuk memisahkan uap air dengan air pada proses pembentukan uap jenuh.

2.3 Perhitungan Drum Boiler

Dalam merancang sebuah boiler tekanan tinggi dengan menggunakan ASME I yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Tekanan dan Temperatur

Yaitu tekanan kerja yang akan digunakan serta temperatur kerja yang akan digunakan. Pada saat drum tersebut beroperasi.

2. Material

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Berlawanan dengan mekanika, kekuatan bahan berkaitan dengan hubungan antara gaya luar yang bekerja dan pengaruhnya terhadap gaya dalam benda. Dalam Menentukan Material untuk Drum ASME sudah menyusun tinggal menggunakannya saja.

3. Ketebalan

Untuk menentukan tebal minimal dinding dengan menggunakan rumus ASME I untuk pipa, drum dan shell dan header :

$$t = \frac{PD}{2SE + 2yP} + C$$

Dimana :

t = Ketebalan minimum Drum Boiler (mm)

P = Tekanan Maksimum Kerja (Mpa)

D = Diameter Luar Drum (mm)

S = Kekuatan stres maksimum material (Psi)

E = Efisiensi Pengelasan

y = Koefisien Suhu

C = penambahan minimal untuk stabilitas (mm)

4. Ligament

Ligament adalah jarak plat antar lubang pipa api pada tubesheet. Pengaturan pengaplikasian ligament untuk bukaan silinder bertekanan (cylindrical-pressure) disesuaikan dengan pola yang akan digunakan. Desain Ligament menggunakan pola jarak yang sama pada setiap baris. Efisiensi ligament ditentukan dengan menggunakan rumus :

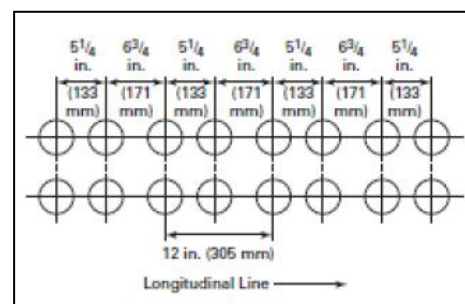
$$E = \frac{p - d}{p}$$

Dimana :

E = Efisiensi *ligament*

p = Jarak antar lubang (Inchi)

d = diameter lubang pipa api (Inchi)



Gambar 1. Ligament

3. METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini digunakan metode seskreptif dimana metode ini memiliki tujuan untuk melakukan perbaikan dan analisis terhadap kegagalan fungsi LP Drum HRSG 1.1 Muara Karang.

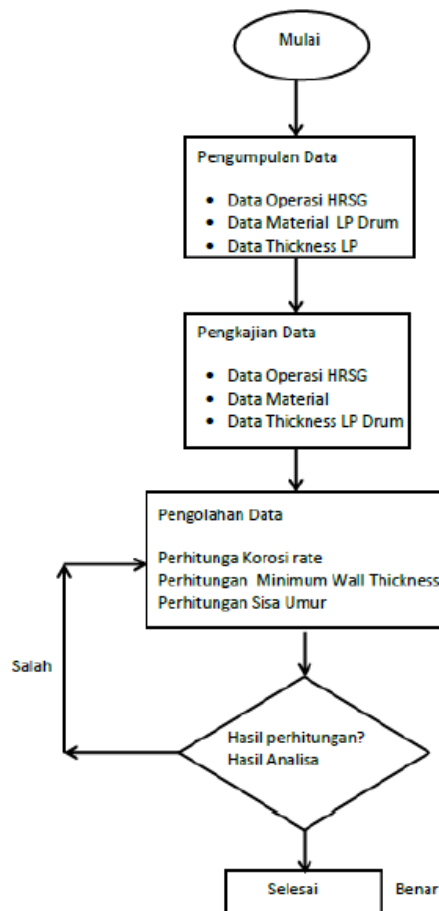
3.1 Teknik Pengumpulan Data

Agar tujuan telah diuraikan sebelumnya dapat tercapai dengan baik, maka diperlukan data yang akurat sebagai dasar penelitian. Data untuk dasar penelitian ini penulis dapat dengan cara sebagai berikut :

1. Studi Lapangan
2. Studi Literatur
3. Wawancara

3.2 Kerangka Pemecahan Masalah

Untuk mempermudah melakukan penelitian maka dibuat kerangka pemecahan masalah sebagai berikut :



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan sisa umur LP Drum

Hasil perhitungan laju penipisan berdasarkan data yang diambil dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Dinding

Titik Pengujian	Tebal (mm)
A	17.61
B	17.77
C	17.7
D	17.79
E	17.69
F	17.73
G*	13.89
H*	15.88
I*	14.28
J	18.2
K*	13.07
L*	11.38
M*	12.9
N	16.89
O*	13.94
P*	14.53

4.2. Material pada LP Drum

Material yang digunakan pada LP Drum disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Komposisi Kimia ST 41

Grade	A ST 41
C (%)	0,20
Mn (%)	0.80
S (%)	0,015
N (%)	0,012
Cu (%)	0,30
Nb (%)	0,02
Ti (%)	0,30
Si (%)	0,40
P (%)	0,025
Al (%)	0,020
Cr (%)	0,30
Mo (%)	0,08
Ni (%)	0,30
Vi (%)	0,02

Tabel 3. Komposisi Mekanik ST 41

Grade	A ST 41
Yield strength Mpa(min)	215
Tensile Strength MPa	420
Elongation % (min)	22

Dikarenakan dalam standart ASME belum memasukan material ST 41 maka kita mencari material yang equivalen dengan material tersebut yaitu SA-515 grade 60 dengan spesifikasi.

Tabel 4. Komposisi Kimia SA 515

Grade	SA515 grade 60
C (%)	0.24
Mn (%)	0.98
P (%)	0.035
S (%)	0.035
Si (%)	0.45

Tabel 5. Komposisi Mekanik SA 515

Grade	SA515 grade 60
Yield Mpa	220
Tensile Mpa	415
Elongation Min %	21

Dilihat dari komposisi kiminya dan mekanikalnya hampir sama 2 material ini dinyatakan identik.

4.3. Perhitungan Tebal Minimal Dinding

Dalam menentukan tebal minimal dinding dengan menggunakan formula ASME BPV I yaitu :

$$t = \frac{PD}{2SE + 2\sqrt{P}} + C$$

Dimana :

t = Ketebalan minimum Drum Boiler (mm)

P = Tekanan Maksimum Kerja (Mpa)

D = Diameter Luar Drum (mm)

S = Kekuatan stres maksimum material (Psi)

E = Efisiensi Pengelasan

y = Koefisien Suhu

C = penambahan minimal untuk stabilitas (mm)

Untuk mencari S pada ASME IID Diketahui S pada material tersebut pada 160 C adalah sebesar 118, Untuk Mencari E/Efisiensi pengelasan pada LP Drum dikarenakan tidak terdapat Ligament maka menggunakan E = 1, Mencari y pada material SA 515 melihat pada ASME I LP Drum temperaturnya adalah termasuk dalam kategori ferritic dibawah 480 maka menggunakan koefisien 0,4. Mencari C yaitu penambahan minimal sebagai stabilitas pada ASME I, Penambahan C untuk menjaga stabilitas pada drum dengan tebal kurang dari 19 mm adalah sebesar 1,65 mm.

Didapat data sebagai berikut :

p = 0,7 Mpa

d = 2400 mm

E = 1

s = 118

y = 0.4

C = 1,65 mm

$$t = \frac{PD}{2SE + 2yP} + C$$

$$t = \frac{0,7 \times 2400}{2 \times 118 \times 1 + 2 \times 0,4 \times 0,7} + 1,65$$

$$t = \frac{1680}{236 + 0,56} + 1,65$$

$$t = \frac{1680}{236,56} + 1,65$$

$$t = 7,1 + 1,65$$

$$t = 8,75 \text{ mm}$$

diketahui bahwa tebal minimal untuk LP drum adalah 8,75 mm untuk menjaga stabilitas Drum dari pengaruh tekanan dan temperatur.

4.4. Perhitungan Sisa Umur

Dalam menghitung sisa umur yaitu membandingkan antara laju korosi dengan tebal minimal yang diizinkan. Dalam menghitung laju korosi pada LP Drum belum pernah dilakukan pengukuran thickness dari tahun 1993. Maka untuk menentukan laju korosi didapat dari hasil pengukuran thickness terakhir, data pengukurannya pada tabel 4.1, laju korosi dapat dihitung secara kasar dengan pengurangan tebal

awal dengan tebal yang paling tipis ; 18-11.38 = 6.62 mm dari tahun 1993-2015 untuk mencari laju korosi tiap tahun tinggal dibagi hasil pengurangan selama 22 tahun, 6.62 / 22 = 0,301 mm/tahun, Maka dapat diketahui sisa umurnya adalah 11,38-8,75 = 2,63 , 2,63/0,301 = 8,7 tahun dibulatkan menjadi 8 tahun.

4.5. Kaitan Sisa Sisa Umur Dengan Desain Awal

PLTGU Muara Karang didesain dengan usefull lifetime 30 Tahun, sisa umur LP drum 8 tahun, dan PLTGU telah beroperasi selama 22 tahun, artinya LP drum berumur 30 Tahun sesuai dengan desain awal, hal ini disebabkan dengan kondisi air umpan boiler yang selalu dijaga pada pH 9-9,5 dan oksigen dibawah 5 ppb.

4.6. Analisis dan Pemecahan Masalah

Pada saat dilakukan pengamatan pada air pada LP drum diketahui bahwa pH selalu cenderung turun dibawah 8,5 hal ini dapat memperburuk korosi pada LP Drum dikarenakan pH kurang dari 8,5 kebawah cenderung menjadi asam, oleh sebab itu laboratorium UPMKR selalu memantau penurunan pH tiap 2 jam dalam 1 hari, hal ini dilakukan untuk mencegah penurunan pH. Pengontrolan pH dilakukan dengan penambahan senyawa Amonia dan Phospat pada HP Drum. Sedangkan untuk kandungan oksigen pada HRSG bisa dikatakan bagus dikarenakan kurang dari batasan maksimalnya yaitu 5 ppb. Hal ini berguna untuk mencegah korosi pada komponen HRSG Pengontrolan oksigen ini dilakukan dengan penambahan hydrazine pada outlet condensate pump.

Penipisan pada dinding drum termasuk pada kategori baik dikarenakan laju korosinya 0,301 mm/year. Sedangkan penyebab korosi kemungkinan disebabkan oleh FAC (Flow Accelerated Corrosion), yaitu korosi yang disebabkan oleh kecepatan aliran sehingga lapisan magnetite yang telah terbentuk menjadi rusak, hal ini dikarenakan lapisan magnetite pada suhu C sangat tipis. Kemungkinan ini diperkuat Karena kondisi air pada HRSG adalah kecil oksigen sehingga lapisan magnetite dapat terbentuk. Bentuk korosi FAC adalah seperti dibawah ini yaitu terdapat bulatan kecil-kecil halus seperti kulit jeruk.

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yaitu didapat tonase tahunannya 1.098.171.093 ton/tahun > 20.000.000 ton/tahun, maka dipilih perencanaan jalan rel kelas 1. Adapun kriteria desain yaitu : Kecepatan rencana 120 km/jam, Beban gandar 18 ton, Tipe rel R.54, Bantalan beton $f_c = 500$, Penambat elastis gandatipe pandrol e-clip, Struktur balas atas dengan tebal 50 cm, Subbalas dengan tebal (d_2) 35 cm.

Daftar Pustaka

Departemen Perhubungan, 2009, *Pengembangan Data Perhubungan Darat*, Jakarta.

PJKA, 1986, *Perencanaan Konstruksi Jalan Rel* (PeraturanDinas no. 10).

PJKA, 1986, *Penjelasan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel* (Penjelasan Peraturan Dinas no.10).

RIPNAS, 2011, *Rencana Induk Perkeretaapian Nasional*.

UU, 2007, *Perkeretaapian* (UU. No. 23 Tahun 2007).