



**ANALISIS PENURUNAN KAPASITAS BOILER SUSPENSION
PREHEATER PADA WASTE HEAT RECOVERY POWER
GENERATION (WHRPG)**

SKRIPSI

Oleh:
MOCHAMMAD FARID
NIM: 21921052122



**UNIVERSITAS ISLAM MALANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
2021**

ABSTRAKSI

Mochammad Farid, 2021. Analisis Penurunan Kapasitas Boiler *Suspension Preheater* Pada *Waste Heat Recovery Power Generation (WHRPG)*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

**Pembimbing: (I) Ir. H. Margianto, MT
(II) Nur Robbi, ST., MT**

Boiler adalah suatu bejana tertutup yang berfungsi untuk memanaskan fluida berbentuk air sehingga menghasilkan uap atau air panas. Uap atau air panas dibawah tekanan kemudian dapat digunakan untuk mentransfer panas ke suatu proses. Salah satu *boiler* yang digunakan di pabrik semen PT. Semen Indonesia adalah boiler pipa air yang panasnya didapat dari sisa panas hasil pengolahan semen. produksi *steam boiler suspension* pada quarter pertama menunjukkan bahwa totalizer *steam* hanya mencapai 51% dari targetnya. Tujuan perhitungan ini adalah untuk menganalisa penurunan kapasitas *boiler suspension*.

Metode perhitungan ini menggunakan metode perhitungan neraca panas pada masing masing ruang konveksi *boiler* dengan menggabungkan perhitungan yang disediakan oleh manufaktur. Permasalahan dalam analisa penurunan kapasitas *boiler suspension preheater* ini adalah tidak adanya metering gas panas yang masuk kedalam boiler dan pada perhitungan yang disediakan oleh manufaktur *boiler* adalah perhitungan gas panas yang masuk dihitung secara teoritis dan laju gas panas yang masuk adalah gas panas total yang masuk kedalam *boiler suspension preheater*.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, telah ditemukan bahwa Pada boiler ILC terdapat penurunan laju gas panas sebesar **72% (80.342,75 Nm³/h)** dan boiler SLC sebesar **52,3% (137.849,95 Nm³/h)** sehingga menyebabkan penurunan laju kapasitas uap (*Steam Flow*) menjadi **21.793 kg/h** dari kapasitas design sebesar **29.800 kg/h**.

Kata kunci: *Boiler, Suspension preheater, Neraca panas, Laju gas panas.*

ABSTRACTION

Farid, 2021. Analysis of Capacity Reduction of Boiler Suspension Preheater in Waste Heat Recovery Power Generation (WHRPG). Thesis, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang.

**Supervisor: (I) Ir. H. Margianto, MT
(II) Nur Robbi, ST., MT**

Boiler is a closed vessel in which water is heated to produce steam or hot water. Pressurized steam or hot water can be used to transfer heat to a process. One of the boilers used in the cement factory of PT. Semen Indonesia is a water pipe boiler whose heat is obtained from the residual heat from cement processing. The production of steam boiler suspension in the first quarter shows that the flow steam only reached 51% of the target. The purpose of this calculation is to analyze the decrease in the capacity of the suspension boiler.

This calculation method uses the heat balance calculation method, in each convection boiler room by combining the calculations provided by the manufacturer. The problem in the analysis of the capacity reduction of the suspension preheater boiler is, there is no metering of hot gas flow entering the boiler and the calculations provided by the boiler manufacturer for hot gas flow is calculated theoretically. The theoretical flow rate of hot gas that enters boiler is the total flow of ILC and SLC suspension preheater boiler.

From the results of calculations carried out, it has been found that in the ILC boiler there is a decrease in the hot gas rate by 72% (**80.342,75 Nm³/h**) and the SLC boiler by 52.3% (**137.849,95 Nm³/h**) causing a decrease in the rate of steam capacity (Steam Flow). to **21.793 kg/h** from the design capacity of **29,800 kg/hr**.

Keywords: Boiler, Suspension preheater, Heat balance, Hot gas rate.

BAB I PENDAHULUAN

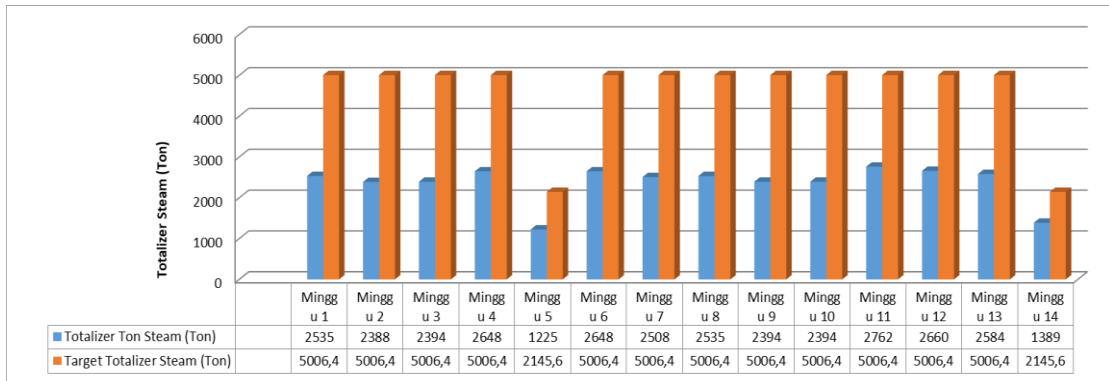
1.1. Latar Belakang

Perkembangan dalam bidang industri dan teknologi saat ini erat sekali hubungannya dengan tenaga listrik, dimana saat ini listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting. Listrik merupakan energi vital dan strategis, hal ini menjadi perhatian yang serius dan semua pihak harus ikut dalam proses memproduksi listrik secara aman dan efisien.

Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan energi dibidang produksi listrik adalah memanfaatkan sisa gas buang hasil pengelolaan semen dimana *boiler* yang digunakan adalah *Waste Heat Recovery Boiler (WHRB)*. *Boiler* ini memanfaatkan sisa gas buang dari hasil *Suspension PreHeater (SP)* dan *Air Quencing Cooler (AQC)* untuk memanfaatkan energi panas dari uap yang digunakan untuk memutar turbin sehingga dapat membangkitkan energi listrik melalui generator.

Keuntungan menggunakan WHRB yang paling prinsip dibandingkan *boiler* umum (*Fired Boiler* atau *boiler* yang menggunakan pembakaran) adalah peningkatan efisiensi karena memanfaatkan gas buang dari proses semen sebagai sumber kalor sehingga tidak memerlukan bahan bakar sebagai pemanas. Berdasarkan dari metode sirkulasi *feedwater*, WHRB tipe *vertical* untuk *boiler SP* dan *horizontal* untuk *boiler AQC*. Sirkulasi ini dapat mempertahankan aliran pipa-pipa pemanas pada saat start maupun beban penuh.

Permasalahan pada salah satu kasus *boiler* di pabrik Semen Tuban milik PT. Semen Indonesia Group, Tbk. khususnya pada *boiler Suspension Preheater (SP)* pada unit Tuban 1 tidak dapat menghasilkan laju steam sesuai desainnya. Berdasarkan laporan mingguan produksi sesuai dalam gambar 1.1 totalizer produksi steam selama 3 bulan terakhir menunjukkan tidak bisa memenuhi target totalizer steam per bulannya. Dari data tersebut totalizer steam selama quarter 1 hanya mencapai 51% dari targetnya.

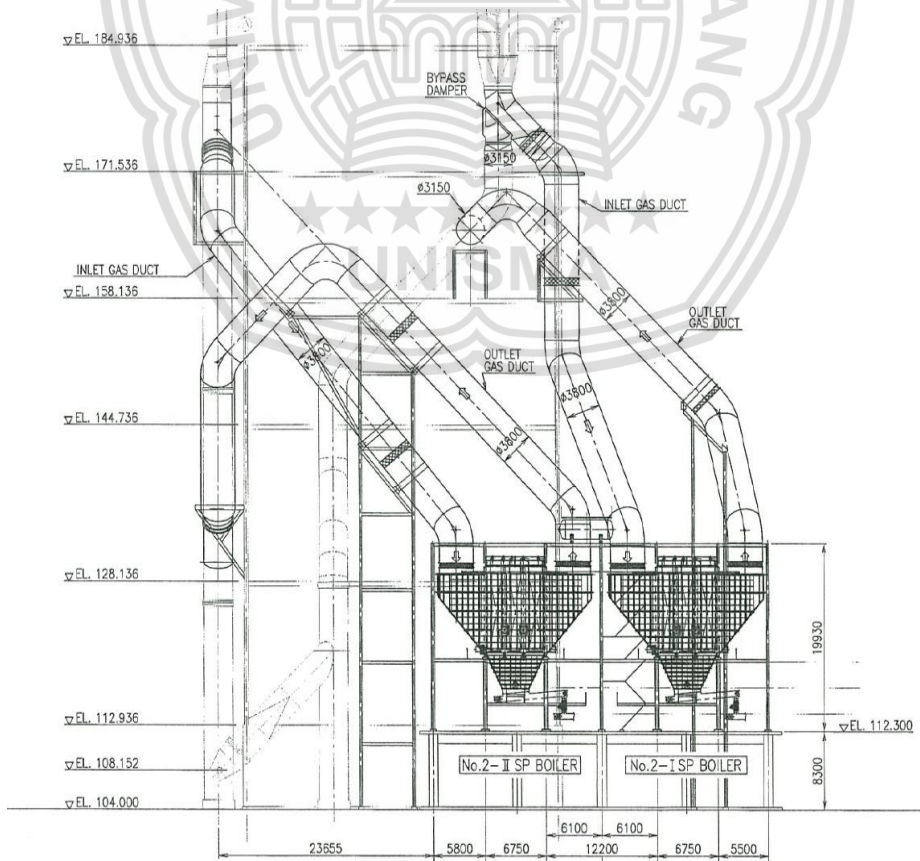


Gambar 1.1 Grafik Pencapaian Totalizer Steam SP1 Periode Q1 2021

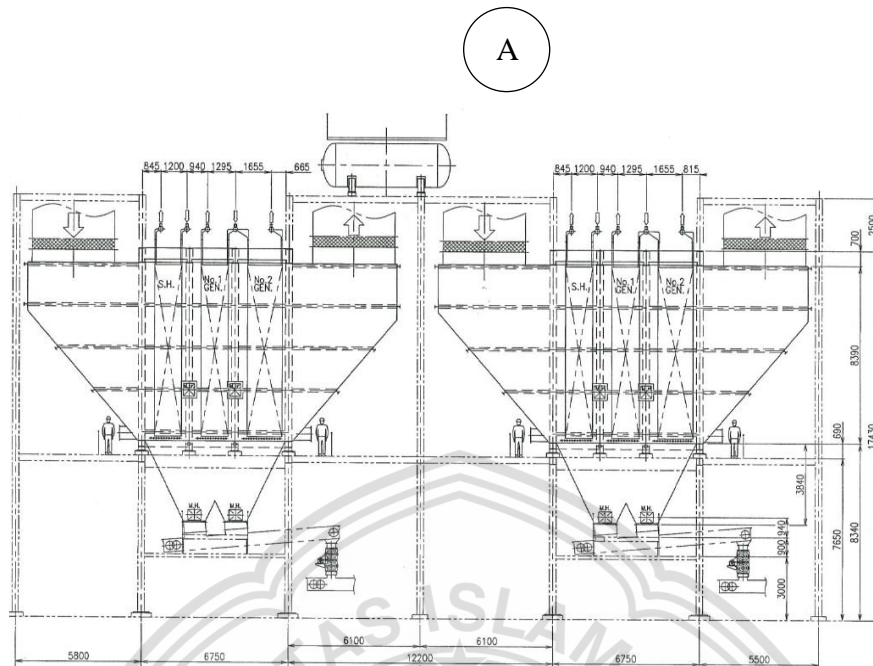
(Sumber: Laporan Mingguan Produksi PT. Semen Indonesia, Tbk)

Dalam penelitian dilakukan analisa perhitungan untuk mengetahui penyebab penurunan kapasitas laju uap.

Perhitungan kebutuhan panas apabila menggunakan rumusan yang disediakan oleh manufaktur boiler adalah jumlah gas panas yang masuk kedalam boiler adalah gas total, sedangkan pada boiler SP mempunyai 2 ruangan penukar panas secara konveksi yang terpisah seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



A



Gambar 1.1 General Arrangement SP Boiler

(Sumber: JFE Engineering, 2014)

Berdasarkan kondisi tersebut dalam penelitian ini dilakukan perhitungan dan analisa untuk mendapat berapa gas panas yang masuk pada masing masing ruang penukar kalor sisi ILC (*In-Line Calciner*) dan SLC (*Separate-Line Calciner*), laju aliran steam, dan kesetimbangan panas secara teoritis.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah

1. Berapa jumlah gas panas yang masuk pada boiler sisi ILC (*In-Line Calciner*) dan SLC (*Separate-Line Calciner*)
2. Berapa total gas panas yang masuk apabila dihitung dengan perhitungan secara teoritis yang telah disediakan manufaktur
3. Berapa persen penurunan laju gas panas yang masuk ke masing masing sisi boiler ILC (*In-Line Calciner*) dan SLC (*Separate-Line Calciner*)

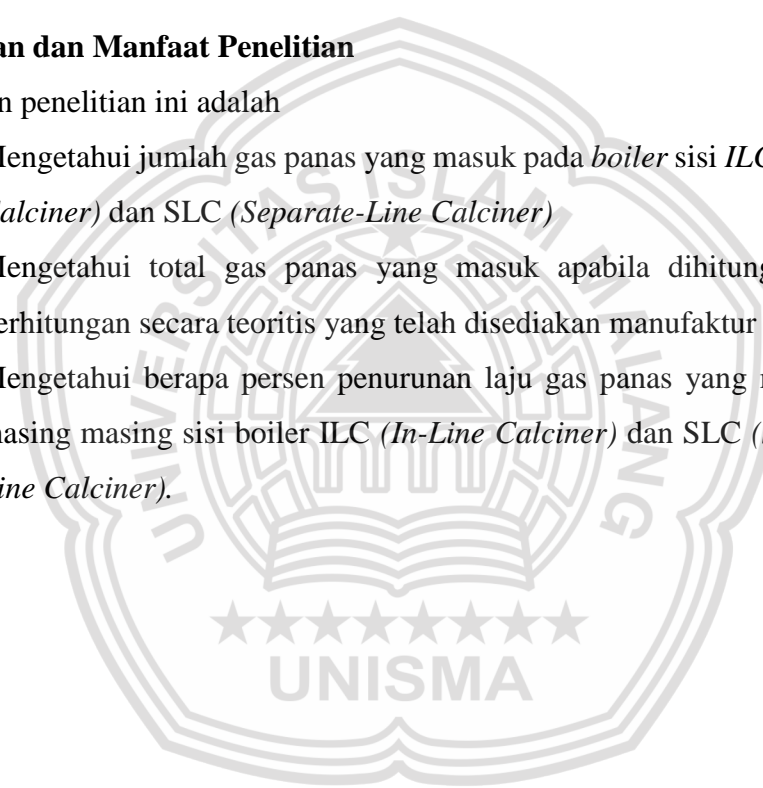
1.3 Batasan Masalah

1. Data yang didapatkan dari *boiler* SP1 di pabrik semen PT. Semen Indonesia, Tbk
2. Perhitungan kesetimbangan neraca panas, rugi rugi konveksi dan konduksi di abaikan
3. Untuk menentukan enthalpy gas panas menggunakan grafik yang telah disediakan oleh manufaktur

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui jumlah gas panas yang masuk pada *boiler* sisi *ILC (In-Line Calciner)* dan *SLC (Separate-Line Calciner)*
2. Mengetahui total gas panas yang masuk apabila dihitung dengan perhitungan secara teoritis yang telah disediakan manufaktur
3. Mengetahui berapa persen penurunan laju gas panas yang masuk ke masing masing sisi boiler *ILC (In-Line Calciner)* dan *SLC (Separate-Line Calciner)*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian analisa perhitungan dan pengambilan data yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan neraca panas dan pengambilan data laju gas panas, diketahui bahwa kapasitas pada boiler sisi ILC gas panas yang masuk sebesar **80.342,75 Nm³/h** dan pada boiler sisi SLC sebesar **137.849,95 Nm³/h**.
2. Hasil perhitungan secara teoritis yang telah disediakan oleh manufaktur, didapatkan total kapasitas gas panas yang masuk pada boiler SP1 adalah **204.398,97 Nm³/h**.
3. Kapasitas pada boiler ILC terdapat penurunan laju gas panas sebesar **72%** dan boiler SLC sebesar **52,3%**.

5.2 SARAN

1. Sisa gas panas pada proses *Kiln* di PT. Semen Indonesia pabrik Tuban tidak hanya dimanfaatkan untuk boiler WHRPG saja melainkan juga digunakan untuk memanaskan material umpan *Coal Mill* dan *Raw Mill*. Maka diperlukan analisa menyeluruh mengenai neraca panas pada semua proses peralatan tersebut, sehingga dapat diketahui *heat balance* jumlah panas yang dibutuhkan pada masing masing peralatan yang selanjutnya dapat dilakukan optimasi gas panas saat operasional.
2. Perlu dilakukan check list inspeksi dan penanganan perbaikan kebocoran ducting, juga dipastikan manhole dan checkhole tertutup sempurna serta sealant dalam kondisi baik untuk me-minimalisir udara luar masuk kedalam system (*False Air*) yang dapat menurunkan temperature gas panas.
3. Perlu dilakukan perbaikan pada isolasi boiler yang mengalami kerusakan untuk mengurangi *Heat Release* pada boiler.

DAFTAR PUSTAKA

Abbassi, A., Alem Rajabi, A. A., and Winterton, R. H. S. (1989) Effect of confined geometry on pool boiling at high temperature, *Experimental Thermal and Fluid Science*

Nave,R.2021.*Whatisvolumeflowrate*.URL:<https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-volume-flow-rate>. Diakses pada tanggal 10 November 2021

Smart sensor comate, *Compressed air flow rate, How to calculating and measuring compressed air flow rate*. URL: <https://comateflowmeter.com/calculating-and-measuring-compressed-air-flow-rate/>. Diakses pada tanggal 10 November 2021

JFE, 2015. Performance Guarantee Test Procedure.

Nag, P. K. 2002. *Power Plant Engineering*, second edition. New York: Mc Graw Hill Company.

Incropera, Frank. P and David P.Dewit. 1981. *Fundamentals of Heat Transfer and Mas Transfer*, second edition. New York: Jhon Wiley and sons

Moran, Michael J. and Howard N. Shapiro. 2006. *Fundamental Of Engineering Thermodynamics*, Ed. 5. England: John Wiley & Sons Ltd

DAFTAR PUSTAKA

Abbassi, A., Alem Rajabi, A. A., and Winterton, R. H. S. (1989) Effect of confined geometry on pool boiling at high temperature, *Experimental Thermal and Fluid Science*

Nave,R.2021.*What is volume flow rate*. URL:<https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-volume-flow-rate>. Diakses pada tanggal 10 November 2021

Smart sensor comate, *Compressed air flow rate, How to calculating and measuring compressed air flow rate*. URL: <https://comateflowmeter.com/calculating-and-measuring-compressed-air-flow-rate/>. Diakses pada tanggal 10 November 2021

JFE, 2015. Performance Guarantee Test Procedure.

Nag, P. K. 2002. *Power Plant Engineering*, second edition. New York: Mc Graw Hill Company.

Incropera, Frank. P and David P.Dewit. 1981. *Fundamentals of Heat Transfer and Mas Transfer*, second edition. New York: Jhon Wiley and sons

Moran, Michael J. and Howard N. Shapiro. 2006. *Fundamental Of Engineering Thermodynamics*, Ed. 5. England: John Wiley & Sons Ltd