

**ANALISA KINERJA BOILER PADA BOILER TURBIN GENERATOR (BTG)
PT SEMEN TONASA**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Diploma 3
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang**

Oleh

ANDI PARAMITHA

DEWI SRI FEBRIANTI

342 07 032

342 07 042

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN**

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2010

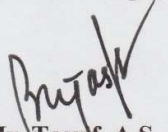
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul *Analisa Kinerja Boiler Pada Boiler Turbin Generator (BTG) PT Semen Tonasa* oleh Andi Paramitha/ Dewi Sri Febrianti dengan stambuk : 342 07 032 / 342 07 042 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma 3 pada program studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, 11 November 2010

Mengesahkan,

Pembimbing I,



Ir. Tasrif A.S

Nip : 19570724 198903 1 001

Pembimbing II,

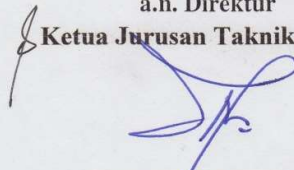


Ir. Nur Hamzah, MT

Nip : 19631111 199003 1 002

Mengetahui,
a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Muh. Tekad, ST, MT

Nip : 19650824 199003 1 003

PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Kamis tanggal 11 November 2010, Panitia ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil tugas Akhir oleh mahasiswa Andi Paramitha / Dewi Sri Febrianti dengan stambuk : 342 07 032/ 342 07 042 dengan judul *Analisa Kinerja Boiler Pada Boiler Turbin Generator (BTG) PT Semen Tonasa.*

Makassar, 11 November 2010

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- | | | |
|---------------------------|-------------------|---------|
| 1. DR. Jumadi Tangko, MPd | (Ketua) | (.....) |
| 2. Jamal, ST. MT | (Sekretaris) | (.....) |
| 3. Ir. Abdi Wibowo, MT | (Anggota I) | (.....) |
| 4. Ir. Lewi, MT. | (Anggota II) | (.....) |
| 5. Ir. Tasrif A.S | (Pembimbing I) | (.....) |
| 6. Ir. Nur Hamzah, MT. | (Pembimbing II) | (.....) |

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir penelitian kami yang berjudul “Analisa Kinerja Boiler Pada Sistem Boiler Turbin Generator (BTG) PT Semen Tonasa”.

Kami melaksanakan serta menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat dalam proses penyelesaian studi Program Diploma Tiga (D3) pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam kesempatan ini, kami ingin mengucapkan Banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan kekuatan serta petunjuk kepada kami dalam penyelesaian Tugas Akhir kami ini.
2. Kepada Orang Tua kami Tercinta, saudara-saudara serta seluruh keluarga kami telah memberikan banyak dukungan dan bantuan baik moril, material, serta do'a yang tulus hati sehingga penulis berhasil menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak DR. Pirman A.P., M.Si., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Muhammad Anshar., M.Si, selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Bapak Muh. Tekad. S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Jamal., S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Bapak Ir. Tasrif AS, selaku Pembimbing I yang senang tiasa rela meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta dorongan moral dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Ir. Nur Hamzah. M.T, selaku Pembimbing II yang senang tiasa rela meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta dorongan moral dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen, Staf, dan Teknisi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
10. Untuk ABD. Hamid (my soulmate) dan seluruh kawan-kawan Energi 3B – 07, terima kasih atas semua dukungannya kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Serta seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya satu persatu yang secara langsung maupun tak langsung berjasa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan yang jauh dari kesempurnaan “*layaknya tak ada gading yang tak retak*”, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan saran, kritik, serta perbaikan yang bersifat membangun untuk memberikan sentuhan penyempurnaan pada Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat serta nilai tambah bagi kita semua, amin.

Makassar, November 2010

Penulis



ABSTRAK

Analisa kinerja boiler pada system boiler turbin generator (BTG) PT.

Semen Tonasa, dewi sri febrianti, Andi paramhita di bimbimg oleh Nur hamzah dan Tasrif AS.

Boiler (ketel uap) adalah alat/mesin pembakaran luar yang berfungsi merubah air pada temperature normal menjadi uap jenuh dan lewat jenuh (kering) yang mengandung energy panas untuk di gunakan memutar turbin. Bagian penghantar panas boiler terdiri dari bidang pemanas primer yaitu evaporator (water wall), pemanas lanjut (super heater), sedangkan bidang pemanas sekunder yaitu bidang pemanas udara (air heater) dan ekonomiser.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja sisitem boiler dan kinerja sistem kontrol uap juga diharapkan untuk memperoleh nilai efisiensi kinerja sistem boiler .

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh data efisiensi terbaik yaitu 43,18 %, sedangkan untuk kinerja sistem kontrol adalah dengan menurunkan temperatur steam yang akan disalurkan ke turbin dengan cara menyemprotkan air (valve spray) pada attemperatur.

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahaan Pembimbing	i
Penerimaan Panitia Ujian	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Symbol	ix

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Maanfaat Penelitian	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Boiler	4
2.2 Tipe-Tipe Boiler	5
2.3 peralatan Bantu Pada Boiler	11
2.4 Sistem Control	17
2.5 Jenis-Jenis Control Valve	19

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian `	21
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian	21
3.3 Metode Penelitiankinerja System Boiler Pada BTG PT. Semen Tonasa	22
3.4 Prosedur Penelitian Kinerja System Boiler Dan Kinerja System Control	22
3.5 Gambar Instalsi Penelitian	23

BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data	24
4.2 Grafik	28
4.3 Pembahasan	29

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31

DAFTAR PUSTAKA	32
-----------------------	----

LAMPIRAN



DAFTAR SIMBOL

<u>Symbol</u>	<u>makna</u>	<u>satuan</u>
h_w	enthalpy air	kJ/kg
h_s	enthalpy steam	kJ/kg
m_{bb}	massa bahan bakar	kg/h
m_w	massa air	kg/h
m_s	massa steam	kg/h
N kalor	nilai kalor	kcal/kg
P	daya uap	kw
P_w	tekanan air	bar
P_s	tekanan air	bar
Q_{bb}	laju bahan bakar	kw
T_w	temperature air	°C
T_s	temperature steam	°C
η	efisiensi	%



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan sumber energi listrik dewasa ini, dikategorikan semakin menurun sekalipun pihak pemerintah Indonesia tak henti-hentinya memikirkan, mencari solusi terbaik membangun pembangkit tenaga listrik yang berumur panjang, berkapasitas besar agar dapat melayani konsumen yang semakin hari semakin meningkat, khususnya konsumen industri baik kecil, menengah maupun Industri besar.

Salah satu diantara sekian banyaknya jenis pembangkit yang sementara beroperasi adalah jenis pembangkit listrik tenaga uap. Yang peralatan utamanya adalah Boiler, sering mengalami kendala atau gangguan pada awalnya terkadang dianggap gangguan kecil, lalu kemudian menjadi gangguan permanen yang berdampak negatif terhadap peralatan utama lainnya terutama pada Turbin sebagai pembangkit tenaga yang satu poros dengan Generator.

Untuk itu pihak operator atau penanggung jawab pembangkit dihantui rasa cemas akan kerusakan fatal yang ujung-ujungnya berpengaruh besar terhadap kinerja Industri misalnya yang terjadi pada PT. Semen Tonasa.

Sehubungan dengan keterangan diatas, salah satu Industri kategori besar yang ada di Sul-Sel ini yang menggunakan pembangkit sendiri,

dimana peralatan utamanya adalah Boiler, hingga sekarang ini mengalami susut kerja artinya daya yang dihasilkan oleh Boiler untuk memutar poros Turbin terkadang tidak sampai pada putaran nominal Turbin kecuali dipaksakan. Informasi tersebut kami peroleh saat Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Pabrik PT. Semen Tonasa beberapa bulan lalu, dan kami selaku peserta PKL terasa terpanggil untuk mencari tahu apa yang menjadi penyebab kinerja Boiler menurun, lalu kemudian kami mencoba mengangkat problem ini atau kendala ini sebagai salah satu judul Proyek Akhir kami, *"Analisa Kinerja Boiler Pada Sistem Boiler Turbin Generator (BTG) PT Semen Tonasa "*.

1.2. Ruang Lingkup

Dengan mempelajari dan membahas Boiler, diketahui bersama bahwa pembangkit yang apabila pembangkit itu menggunakan tenaga uap maka alat yang dibutuhkan untuk menghasilkan uap tidak lain adalah Boiler dan peralatan bantu lainnya. Boiler juga menjadi awal beroperasinya suatu pembangkit karena uap panas yang dibutuhkan untuk memutar turbin awalnya akan di panaskan melalui Boiler.

1.3. Rumusan Masalah

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang diuraikan di atas, secara sistematis dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem kerja Boiler pada BTG PT. Semen Tonasa
2. Bagaimana kinerja sistem kontrol uap pada Boiler.

1.4. Tujuan Penelitian

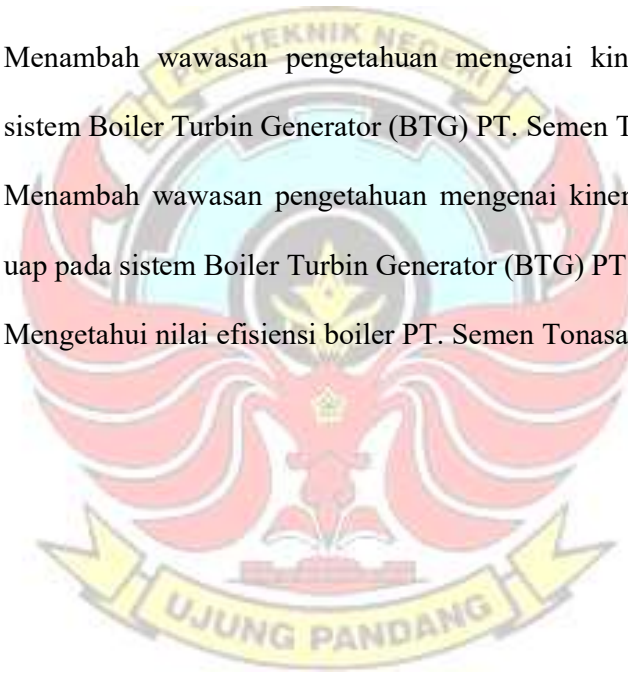
Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui sistem kerja Boiler pada BTG PT. Semen Tonasa.
2. Untuk mengetahui kinerja sistem kontrol uap pada Boiler.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Menambah wawasan pengetahuan mengenai kinerja Boiler pada sistem Boiler Turbin Generator (BTG) PT. Semen Tonasa.
2. Menambah wawasan pengetahuan mengenai kinerja sistem kontrol uap pada sistem Boiler Turbin Generator (BTG) PT. Semen Tonasa
3. Mengetahui nilai efisiensi boiler PT. Semen Tonasa.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Boiler

Menurut UNEP (2006), Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga Boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Sistem Boiler terdiri dari: sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk Boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produk sistem dalam Boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan.

Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem.

Air yang disuplai ke Boiler untuk diubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah: (1) Kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan (2) Airmakeup (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang Boiler dan plant proses. Untuk mendapatkan efisiensi Boiler yang lebih tinggi, digunakan economizer untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang. (Sumber: www.scribd.com, 2010).

Boiler merupakan peralatan utama yang diperlukan dalam proses pengubahan energi panas dari bahan bakar menjadi energi kinetis uap yang bertekanan dan bertemperatur tertentu. Boiler merupakan pipa air yang disusun vertikal membentuk dinding yang berfungsi sebagai tempat penguapan air. Pipa ini dipanaskan oleh hasil pembakaran bahan bakar minyak bersama dengan udara pembakaran. (Sumber: www.buyungbaskoro.blogspot.com, 2009/06).

2.2. Tipe-Tipe Boiler

Boiler terdiri dari 11 macam tipe yaitu :

1. Water Tube Boiler
2. Stoker Fired Boiler
3. Pulverized Fuel Boiler
4. Fire Tube Boiler
5. Paket Boiler

6. Boiler Pembakaran dengan Fluidized Bed (FBC)
7. Atmospheric Fluidized Bed Combustion (AFBC) Boiler
8. Pressurized Fluidized Bed Combustion (PFBC) Boiler.
9. Atmospheric Circulating Fluidized Bed Combustion Boilers (CFBC)
10. Boiler Limbah Panas
11. Pemanas Fluida Termis

Adapun yang akan di jelaskan 3 diantaranya yaitu :

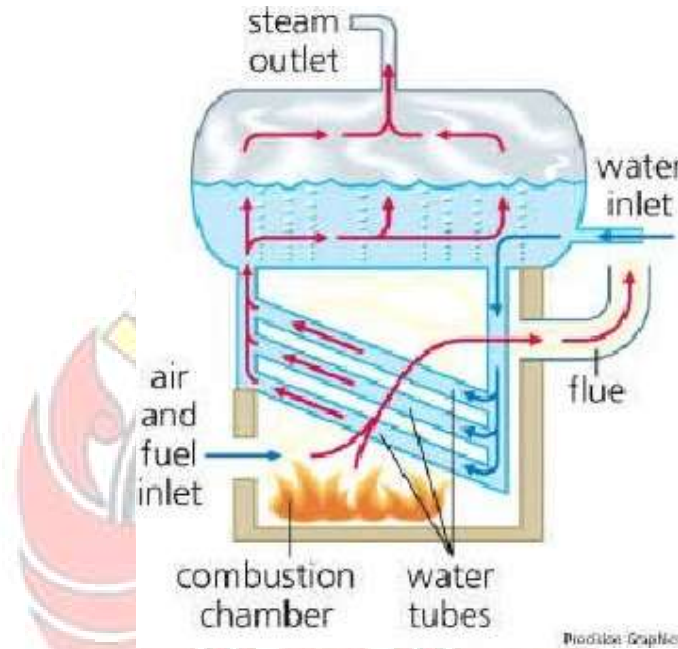
1. Water Tube Boiler

Pada Water Tube Boiler, air umpan Boiler mengalir melalui pipa-pipa masuk ke dalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakar membentuk steam pada daerah uap dalam drum. Boiler ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus Boiler untuk pembangkit tenaga. Water Tube Boiler yang sangat modern dirancang dengan kapasitas steam antara 4.500-12.000 kg/jam, dengan tekanan sangat tinggi. Banyak Water Tube Boiler yang dikonstruksi secara paket jika digunakan bahan bakar minyak bakar dan gas. Untuk Water Tube Boiler yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket.

Karakteristik Water Tube Boiler sebagai berikut :

- Forced, induced dan balanced draft membantu untuk meningkatkan efisiensi pembakaran.

- Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air.
- Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi



Gambar 1. Water Tube Boiler.

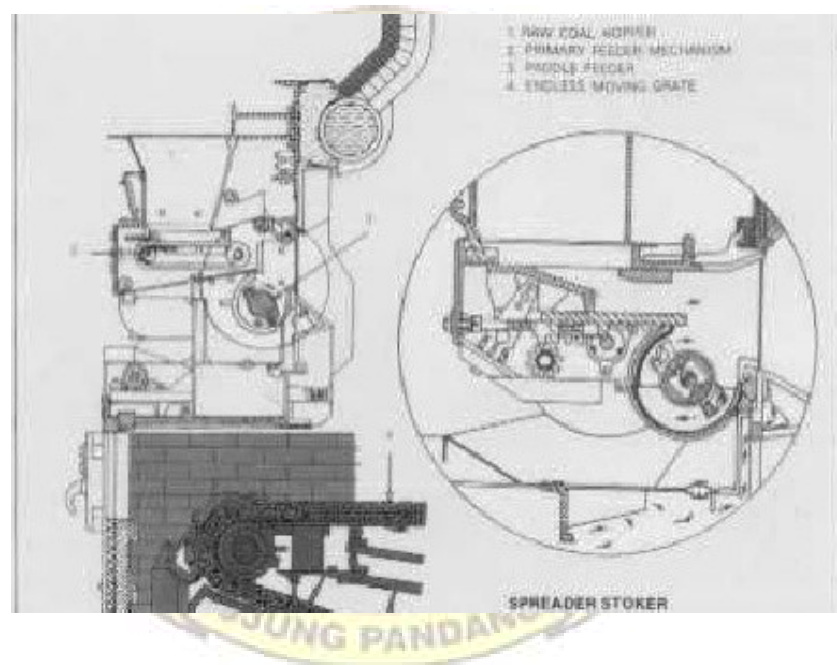
2. Stoker Fired Boilers

Stokers diklasifikasikan menurut metode pengumpulan bahan bakar ke tungku dan oleh jenis gratenya. Klasifikasi utamanya adalah spreader stoker dan chain- gate atau traveling-gate stoker.

- Spreader Stokers

Spreader stokers memanfaatkan kombinasi pembakaran suspensi dan pembakaran grat e. Batubara diumpankan secara kontinyu ke tungku diatas bed pembakaran batubara. Batubara yang halus dibakar dalam suspensi; partikel yang lebih besar

akan jatuh ke grat e, dimana batubara ini akan dibakar dalam bed batubara yang tipis dan pembakaran cepat. Metode pembakaran ini memberikan fleksibilitas yang baik terhadap fluktuasi beban, dikarenakan penyalaan hampir terjadi secara cepat bila laju pembakaran meningkat. Karena hal ini, spreader stoker lebih disukai dibanding jenis stoker lainnya dalam berbagai penerapan di Industri.

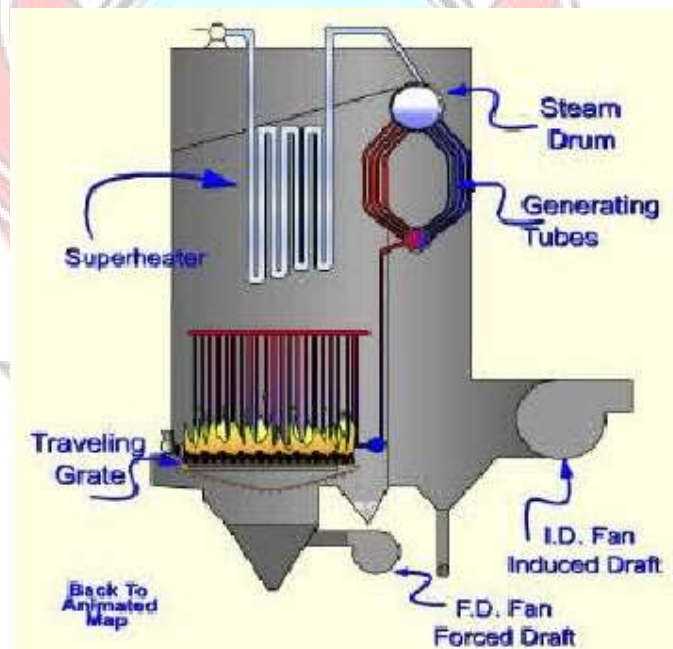


Gambar 2. Spreader Stoker Boiler

- Chain-grate atau traveling-grate stoker

Batubara diumpungkan ke ujung grat e baja yang bergerak. Ketika grat e bergerak sepanjang tungku, batubara terbakar sebelum jatuh pada ujung sebagai abu. Diperlukan tingkat keterampilan tertentu, terutama bila menyetel grat e, damper

udara dan baffles, untuk menjamin pembakaran yang bersih serta menghasilkan seminimal mungkin jumlah karbon yang tidak terbakar dalam abu. Hopper umpan batubara memanjang di sepanjang seluruh ujung umpan batubara pada tungku. Sebuah grat e batubara digunakan untuk mengendalikan kecepatan batubara yang diumpankan ke tungku dengan mengendalikan ketebalan bed bahan bakar. Ukuran batubara harus seragam sebab bongkahan yang besar tidak akan terbakar sempurna pada waktu mencapai ujung grat e.



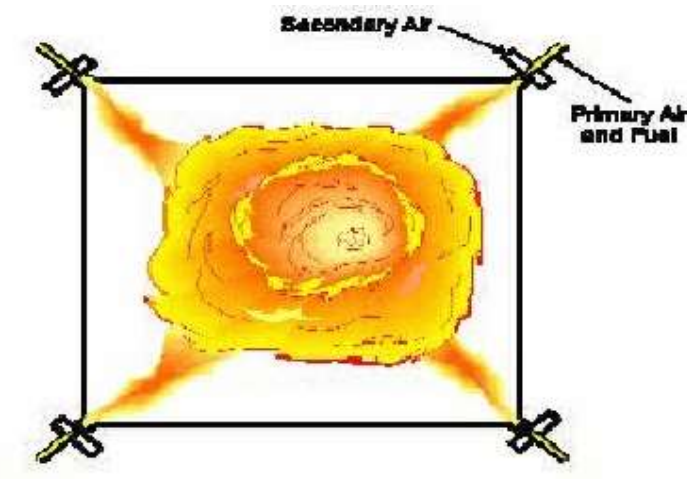
Gambar 3. Traveling Grate Boiler

3. Pulverized Fuel Boiler

Kebanyakan Boiler stasiun pembangkit tenaga yang berbahan bakar batubara menggunakan batubara halus, dan banyak Boiler pipa air di industri yang lebih besar juga menggunakan batubara yang halus. Teknologi ini berkembang dengan baik dan diseluruh dunia terdapat ribuan unit dan lebih dari 90 persen kapasitas pembakaran batubara merupakan jenis ini.

Untuk batubara jenis bituminous, batubara digiling sampai menjadi bubuk halus, yang berukuran $+300$ micrometer (μm) kurang dari 2 persen dan yang berukuran dibawah 75 microns sebesar 70-75 persen. Harus diperhatikan bahwa bubuk yang terlalu halus akan memboroskan energi penggilingan. Sebaliknya, bubuk yang terlalu kasar tidak akan terbakar sempurna pada ruang pembakaran dan menyebabkan kerugian yang lebih besar karena bahan yang tidak terbakar. Batubara bubuk dihembuskan dengan sebagian udara pembakaran masuk menuju plant Boiler melalui serangkaian nosel burner. Udara sekunder dan tersier dapat juga ditambahkan. Pembakaran berlangsung pada suhu dari $1300 - 1700$ °C, tergantung pada kualitas batubara. Waktu tinggal partikel dalam Boiler biasanya 2 hingga 5 detik, dan partikel harus cukup kecil untuk pembakaran yang sempurna. Sistem ini memiliki banyak keuntungan seperti kemampuan membakar berbagai kualitas batubara, respon yang cepat terhadap perubahan beban muatan, penggunaan suhu udara pemanas

awal yang tinggi dan lain-lain. Salah satu sistem yang paling populer untuk pembakaran batubara halus adalah pembakaran tangensial dengan menggunakan empat buah burner dari keempat sudut untuk menciptakan bola api pada pusat tungku. (Sumber : www.Scribd.com, 2010)



Gambar 4. Pembakaran tangensial untuk bahan bakar halus.

2.3. Peralatan Bantu Pada Boiler

Dalam pengoperasiannya, Boiler ditunjang oleh beberapa peralatan bantu seperti :

1. Economizer

Economizer atau pemanas awal berfungsi untuk memanaskan air pengisi ketel sebelum masuk ke Boiler. Pemanasan awal ini perlu yaitu untuk meningkatkan efisiensi ketel dan juga agar tidak terjadi perbedaan temperatur yang besar di dalam Boiler yang dapat mengakibatkan keretakan dinding Boiler.

2. Ruang Bakar (Furnace)

Ruang bakar adalah bagian dari Boiler yang dindingnya terdiri dari pipa-pipa air. Pada sisi bagian depan terdapat sembilan burner yang letaknya terdiri atas 3 tingkat tersusun secara mendatar.

3. Dinding Pipa (Wall Tube)

Merupakan dinding di dalam ruang bakar yang berfungsi sebagai tempat penguapan air. Dinding ini berupa pipa-pipa yang berisi air yang berderet secara vertical

4. Burner

Merupakan peralatan pembakar yang bahan bakarnya terbagi menjadi bagian-bagian kecil sehingga memudahkan proses pembakaran dengan udara. Bahan bakar HSD (High Speed Diesel) dipergunakan untuk pembakaran awal. Sedangkan bahan bakar utamanya adalah residu. Penyalaan burner tergantung pada beban dari unit. Burner Management Sytem (BMS) adalah penyaluran konfigurasi penyalaan burner pada saat start up atau shut down dan load change.

Jumlah burner yang menyala atau mati tergantung pada beban generator yang sebanding dengan kapasitas bahan bakar untuk memproduksi uap pada Boiler. Konfigurasinya diatur supaya pemanasan dalam ruang bakar merata dan efisien. Penyalaan Boiler yang tidak seimbang dengan beban Generator dapat mengakibatkan tidak stabilnya tekanan dan temperatur uap.

5. Steam Drum

Steam drum adalah suatu alat pada Boiler yang berfungsi untuk menampung feed water dalam pembuatan uap yang temperaturnya cukup tinggi dan berupa campuran air dan uap. Di dalam steam drum terapat peralatan pemisah uap. Campuran feed water dan uap mengalir mengikuti bentuk separator sehingga uap air pada campuran akan jatuh dan masuk ke saluran primer dan sekunder superheater. Uap yang telah dipisahkan oleh separator masuk ke cevron dryers. Disini uap mengalami pemisahan yang terakhir sehingga didapat uap jenuh. Air yang jatuh akan dialirkan ke bagian bawah dari drum secara gravitasi dan mengalir ke dalam tempat penampungan kemudian keluar melalui down corner dan uap jenuh akan keluar dari dry box.

6. Superheater

Superheater digunakan untuk memanaskan lebih lanjut uap dari Boiler sehingga menjadi uap kering. Pemanas untuk superheater diambil dari panas gas buang hasil pembakaran furnace.

Superheater dibagi menjadi tiga tahap antara lain :

- Primer superheater
- Sekunder superheater
- Final superheater

Primer superheater menerima gas yang relatif dingin untuk dipanaskan dengan gas buang yang alirannya searah dengan aliran

uap tersebut. Kemudian uap keluar melalui primer superheater outlet melalui pipa transfer yang dilengkapi dengan pipa spray tipe attemperator untuk mengatur temperatur uap menuju sekunder superheater. Di sini uap juga akan dipanaskan. Uap dari final superheater tube keluar melalui final superheater outlet header untuk meninggalkan Boiler menuju ke High Pressure (HP) Turbin.

7. Attemperator

Salah satu metode yang digunakan untuk mengontrol steam perature akhir dalam Boiler interstage attemperation dikemas adalah metode ini, kualitas air umpan didemineralisasi (TDS memiliki hampir sama dengan uap final) diinjeksikan di antara dua tahap sistem superheater seperti yang ditunjukkan. Dalam jenis konvektif desain superheater, uap suhu akhir yang tidak terkontrol mengecil dengan beban berkurang, sementara dengan sistem superheater, suhu uap yang tidak terkontrol menurun dengan meningkatnya beban. Penyuntikan air pakan mencapai uap suhu akhir yang diinginkan pada beban yang diberikan. Rentang beban dimana suhu uap dapat dipertahankan tergantung pada Boiler design. Umumnya dari 50 sampai 100% tetapi dengan desain khusus, jangkauan dapat diperpanjang.

Ketika air umpan tidak didemineralisasi atau memiliki TDS tinggi (padatan terlarut total), jumlah zat padat yang dapat masuk ke dalam uap akhir tinggi. Misalnya, jika air umpan memiliki TDS 15

ppm dan kuantitas spray diperlukan adalah 10% dari total uap, maka keseimbangan massa padatan sekitar hasil desuperheater dalam.

Padatan setelah attemperation = $(90 \times 0,10 \times 15) / 100 = 1,5$ ppm, yang terlalu banyak. [Dalam persamaan ini, uap dianggap telah hampir nol padat]. Biasanya tergantung pada tekanan uap dan Turbin membuat, padat diizinkan dalam uap akhir bisa berkisar 30-150 ppb (bagian per miliar). Oleh karena itu dalam kasus-kasus seperti itu, sebuah penukar panas dapat digunakan untuk mendinginkan uap dan kemudian menyuntikkan kondensat antara dua tahap. exchanger ini bisa ditemukan di dalam drum dan didinginkan oleh air Boiler itu sendiri. Namun pilihan lain adalah dengan menggunakan penukar terpisah seperti yang ditunjukkan di atas dan menggunakannya untuk dingin beberapa uap diambil dari drum dan kemudian menyuntikkan sebagai semprot. Uap kental telah hampir nol padat dan karenanya dianggap cocok untuk semprot. (Sumber : www.Vganapathy.tripod.com. 2010).

Atemperasi biasanya menggunakan dua cara dalam penurunan suhu uap. Cara pertama menggunakan *Atemperator-Permukaan (Surface Attempereatur)*, yang menarik kalor dari uap dalam penukar kalor. Pada salah satu bentuk penukar kalor ini, yang disebut *Jenis Selongsong (Shell Type)*, sebagian uap ditarik keluar melalui tabung-tabung antara pemanas lanjut primer dan sekunder oleh katup otomatis dan dialihkan kepenukar-kalor selongsong dan tabung yang

berisi sebagian air didihan. Uap itu melepaskan sebagian kalornya ke air kemudian bercampur kembali dengan uap primer pada waktu masuk ke pemanas lanjut sekunder. Pengendalian suhu dilakukan dengan mengendalikan jumlah uap yang dialihkan. Pada versi lain atemperator permukaan, yang disebut *Jenis Drum*, terdapat pertukaran kalor antara uap yang dialihkan dan air ketel didalam drum uap utama, yang sekarang harus dibuat lebih besar untuk menempatkan tabung-tabung atemperator.

Cara kedua untuk atemperasi ialah menggunakan suatu piranti yang disebut *Atemperator-Semprot (Spray Atemperator)* atau *Atemperator Kontak Langsung (Direct Contact Atemperator)* menurut cara ini, suhu uap diturunkan dengan menyemprotkan air bersuhu rendah dari kekuatan ekonomasator kesaluran diantara pemanas-lanjut primer dan sekunder, air disemprot melalui nosel semprot ke dalam leher venturi pencampur, dimana air bercampur dengan uap berkecepatan tinggi di dalam leher, lalu menguap dan mendinginkan uap. Pipa uap utama juga terlindung oleh venturi dan sarung termal dari kejutan termal yang ditimbulkan oleh butir-butir air yang tidak menguap yang mungkin menumbuk pipa sekiranya tidak ada pelindung itu. Air itu harus sangat murni agar tidak malah menambah endapan pada pipa-pipa pemanas lanjut, pipa saluran dan sudut sudu turbin. Atemperator semprot ini cukup memuaskan dalam operasinya. (Sumber : El-Wakil, M. M, 1992:108).

2.4. Sistem Kontrol

1. Sistem Kontrol Dan Jenis-Jenis Sistem Kontrol.

Dalam Industri, sistem kontrol merupakan sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel-variabel seperti temperatur (temperature), tekanan (perssure), aliran (flow), level (level), dan kecepatan (speed). Variabel-variabel ini merupakan keluaran yang harus dijaga tetap sesuai dengan keinginan yang telah ditetapkan terlebih dahulu oleh operator yang disebut dengan setpoint. System yang dikontrol (bangunan) agar variabel keluaran dijaga tetap pada kondisi tertentu disebut dengan plant.

Ada dua jenis Sistem Kontrol yaitu:

1. Sistem Kontrol Secara Manual (*Open Loop Controls*)

Sistem kontrol secara manual, proses pengaturannya dilakukan secara manual oleh operator dengan mengamati keluaran secara visual, kemudian dilakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya untuk mempertahankan hasil keluarannya. Sistem kontrol itu sendiri bekerjanya secara open loop, artinya sistem kontrol tidak dapat melakukan koreksi variabel untuk mempertahankan hasil keluarannya. Perubahan ini dilakukan secara manual oleh operator setelah mengamati hasil keluarannya melalui alat ukur atau indikator.

2. Sistem Kontrol Otomatis (*Closed Loop Controls*)

Sistem kontrol otomatis dapat melakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya secara otomatis, dikarenakan ada untai tertutup (*closed loop*) sebagai umpan balik (*feedback*) dari hasil keluaran menuju ke masukan setelah dikurangkan dengan nilai setpointnya. Pengaturan secara untai tertutup ini (*closed loop controls*), tidak memerlukan operator untuk melakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya karena dilakukan secara otomatis dalam sistem kontrol itu sendiri. Dengan demikian keluaran akan selalu dipertahankan berada pada kondisi stabil sesuai dengan setpoint yang ditentukan. (*Sumber : www.elektro.ub.ac.id. 2010*).

“Kontrol valve” merupakan salah satu jenis alat kontrol yang sangat memegang peranan penting dalam suatu proses produksi, dan paling sering digunakan adalah dengan ukuran antara 2 inci sampai dengan 32 inci atau lebih, untuk yang bertekanan rendah atau yang bertekanan tinggi. Kontrol valve dimodifikasi untuk meminimumkan kebocoran atau mungkin kendala lain yang sering dialaminya, termasuk sudut dudukan penggunaan alat-alat penyusunnya.

Karena desain badannya yang sederhana, maka kontrol valve dapat memberikan penyesuaian dalam batasan suhu bahan, termasuk suhu dari zat-zat kimia yang bersuhu tinggi.

Tetapi perlu diperhatikan juga bahan-bahan pembentuknya, misalnya bahan actuator, bonnet, dan lain-lain, semua bahan pembentuknya harus disesuaikan dengan fluida yang akan dikontrol. Agar proses pengontrolan dapat berjalan sesuai dengan apa yang kita inginkan. Pada umumnya, bahan pembentuk kontrol valve terbuat dari jenis logam yang tahan terhadap temperatur tinggi dan tahan karat.

2.5. Jenis-Jenis Kontrol Valve

Kontrol valve pada umumnya yang sering di gunakan pada Industri modern pada saat ini dapat dikategorikan atas 9 jenis kontrol valve, dan penggunaannya di sesuaikan dengan kebutuhan, jenis-jenisnya adalah:

1. Valve Spray
2. Globe Valve
3. Three Way Valve
4. Angle Valve
5. Y-Style Valve
6. Cage Valve
7. Saunders Valve
8. Butterfly Valve
9. Ball Valve

Adapun yang akan di jelaskan 3 diantaranya yaitu :

1. Valve Spray

Valve spray terdiri dari dua kata yaitu valve dan spray. Dimana Valve atau katup adalah perangkat yang mengatur aliran dari fluida (gas, cairan fluidized solids, atau slurries) dengan membuka, menutup, atau sebagian menghalangi berbagai saluran. Sedangkan spray merupakan alat untuk menyemprot ke suatu peralatan. Spray

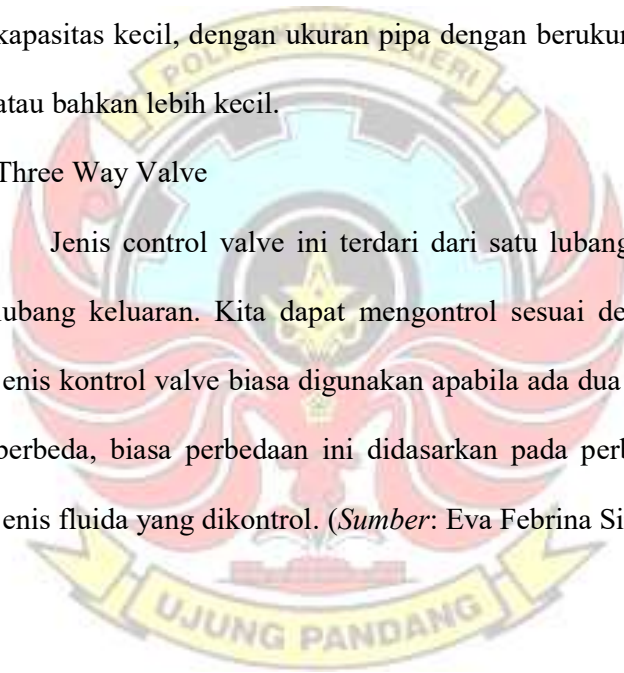
Valve adalah hidrolis seimbang dan non-binaan, partikel padat dan kotoran tanpa merusak lulus melalui katup tanpa menyumbat atau mengurangi kinerja.

2. Globe Valve

Kontrol valve jenis ini merupakan salah satu jenis yang paling sering digunakan, terdiri dari dua jenis yaitu *single seated* dan *double seated*. Dan biasa digunakan untuk mengontrol fluida dengan kapasitas kecil, dengan ukuran pipa dengan berukuran pipa satu inci atau bahkan lebih kecil.

3. Three Way Valve

Jenis control valve ini terdiri dari satu lubang masuk dan dua lubang keluaran. Kita dapat mengontrol sesuai dengan kebutuhan, jenis kontrol valve biasa digunakan apabila ada dua jenis fluida yang berbeda, biasa perbedaan ini didasarkan pada perbedaan suhu dan jenis fluida yang dikontrol. (Sumber: Eva Febrina Sinulingga, 2010).



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Bidang Terapan

Yaitu metode dimana seorang peneliti meneliti dan terlibat langsung dengan kegiatan di lingkungan kerja tersebut.

2. Wawancara

Yaitu metode wawancara, dimana dilakukan terhadap pimpinan dan karyawan di lingkungan kerja yang berfungsi sebagai informasi tambahan untuk mendapatkan data dan informasi yang lebih akurat.

3. Studi Perpustakaan

Yaitu metode yang digunakan dengan cara mencari dan membaca literature yang ada kaitannya dengan pokok permasalahan. Metode ini dilakukan untuk memperjelas metode pertama dan kedua.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga September 2010 bertempat di BTG PT. Semen Tonasa Pangkep.

3.3. Metode Penelitian Kinerja Sistem Boiler Pada BTG PT. Semen Tonasa.

Metode penelitian kinerja sistem boiler ini dilakukan dengan metode yang umum dilakukan untuk menganalisa kinerja sistem boiler yakni metode terlibat langsung dalam pengambilan data dilingkungan perusahaan tersebut. Dengan menggunakan metode ini akan diperoleh nilai efisiensi kinerja boiler dan kinerja sistem kontrol uap pada boiler.

Pengambilan data dilakukan pada pagi hari sampai sore hari pada kondisi boiler beroperasi, dengan harapan data ini dapat dianalisa agar mendapatkan nilai efisiensi dan kinerja sistem boiler, serta kinerja sistem kontrol uap.

Pada pengujian awal dilakukan pengambilan data pada saat boiler beroperasi dan mengamati sistem kontrol uap.

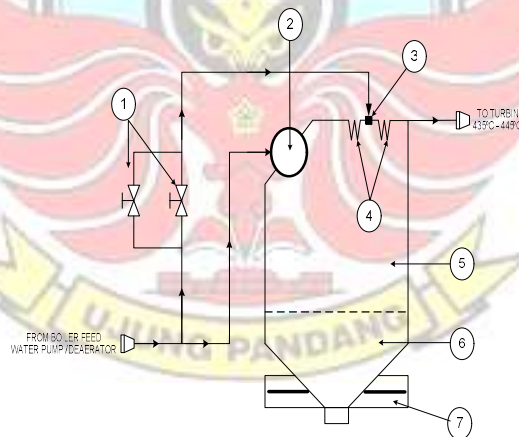
3.4. Prosedur Penelitian Kinerja Sistem Boiler Dan Kinerja Sistem Kontrol Uap.

Dalam penelitian ini dilakukan prosedur pengambilan data dan pengamatan dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan mulai jam 08.00 – 17. 00 WITA dengan keadaan boiler beroperasi dan katup uap beroperasi.
2. Kemudian melakukan pengambilan data sebagai berikut :
 - Mencatat nilai temperature air umpan masuk boiler dan keluaran boiler.

- Mencatat nilai tekanan air umpan masuk boiler dan uap keluaran boiler.
 - Mencatat nilai laju aliran air umpan masuk boiler dan keluaran boiler.
 - Mencatat nilai bukaan katup pada kontrol uap.
 - Mencatat nilai temperatur dan laju aliran pada superheater.
 - Mencatat nilai kalor batubara dan laju aliran (konsumsi) bahan bakar.
 - Mencatat nilai mutu batubara.
3. Hasil-hasil pengambilan data serta grafik disajikan dalam lampiran.

3.5. Gambar Instalasi Penelitian



Gambar 5. Sistem Boiler

Sumber : BTG PT. Semen Tonasa

Keterangan Gambar :

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1. Valve spray | 5. Water wall |
| 2. Steam drum | 6. Furnace (tungku bakar) |
| 3. Attenuator | 7. Slage remover |
| 4. Superheater primer dan sekunder | |

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data

Adapun metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Menghitung Daya Uap :

Dari data yang disajikan di Tabel. 1 Data Boiler pada BTG PT. Semmen Tonasa, maka pada no. 1 diperoleh data sebagai berikut :

- Untuk air masuk boiler :
 - $P_w = 5,76 \text{ MPa} = 57,6 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 58,6 \text{ bar}$
 - $T_w = 121,17 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $\dot{m}_w = 96,66 \text{ Ton/h} = 96660 \text{ kg/h}$
 - Enthalpy air masuk boiler pada $T_w = 121,17 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $P_w = 58,6 \text{ bar}$, adalah $h_w = 512,48 \text{ kJ/kg}$ diperoleh dari hasil interpolasi.
- Untuk uap keluar boiler :
 - $P_s = 3,64 \text{ MPa} = 36,4 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 37,4 \text{ bar}$
 - $T_s = 446,08 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $\dot{m}_s = 100,7 \text{ Ton/h} = 100700 \text{ kg/h}$
 - Enthalpy uap keluar boiler pada $T_s = 446,08 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $P_w = 37,4 \text{ bar}$, adalah $h_s = 3320,5 \text{ kJ/kg}$, diperoleh dari hasil interpolasi.

Penyelesaian :

- Daya Uap :

$$P = \dot{m}_s \times h_s - \dot{m}_w \times h_w$$

$$= (100700 \text{ kg/h} \times 3320,5 \text{ kJ/kg}) - (96660 \text{ kg/h} \times 512,48 \text{ kJ/kg})$$

$$= 285227301 \text{ kJ/h}$$

$$= 79229.81 \text{ kJ/s}$$

$$= 79.22981 \text{ kw}$$

Target mutu ukuran bubuk batubara pada PT Semen Tonasa:

- Batubara kasar:

Inlet coal mill :	Kadar Air	5-25%
	Komposit	Nilai Kalor >5600kcal/kg
	Sulfur	0,4-1,2%
	Volatile Matter	35-50%
Outlet coal mill:	Kadar Air	Moisture 1,0-6%
	Fineness	Residu 0,0090mm >24%

- $\dot{m}_{bb} = 29,16 \text{ Ton/H} = 29160 \text{ kg/h}$

2. Menghitung Pemakaian Bahan Bakar:

- $$Q_{bb} = \dot{m}_{bb} \times N_{kolor}$$

$$= 29160 \text{ kg/h} \times (5600 \times 4,186) \text{ kJ/kg}$$

$$= 683557056 \text{ kJ/h}$$

$$= 189877 \text{ kJ/s}$$

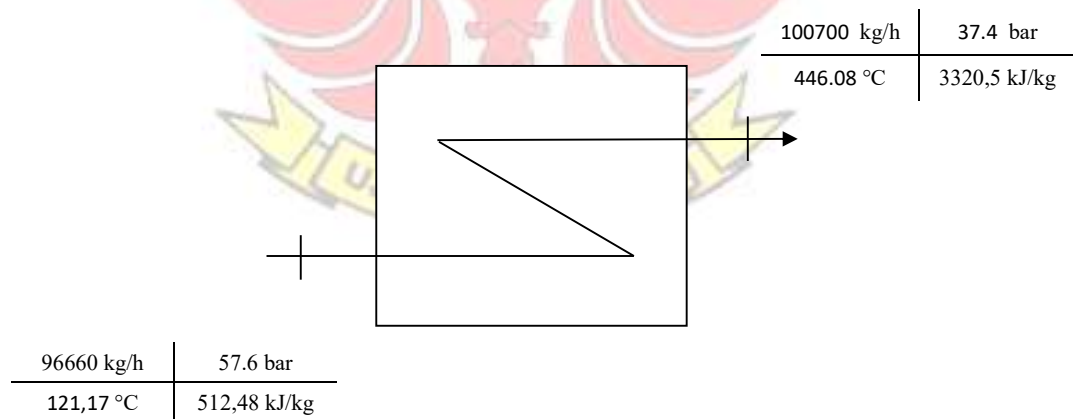
$$= 189.877 \text{ kw}$$

3. Menghitung Efisiensi Boiler :

- $$\eta = \frac{P}{Q_{bb}} \times 100\%$$

$$= \frac{79.22981 \text{ kW}}{189.877 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$= 41,73 \%$$



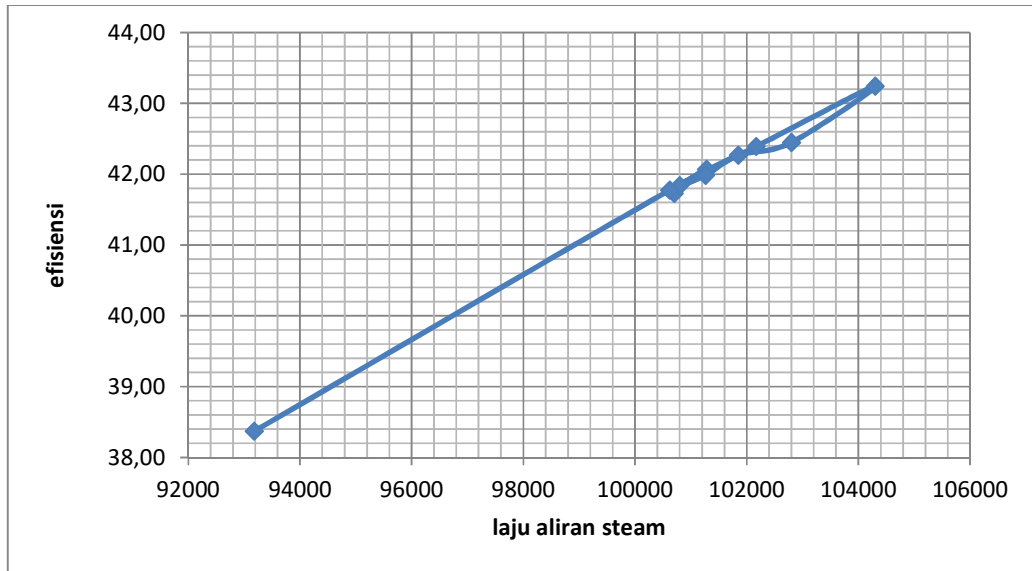
Selanjutnya, data hasil perhitungan efisiensi kinerja system boiler dapat dilihat pada halaman lampiran A (Data-data pengamatan).

Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan sebagai berikut

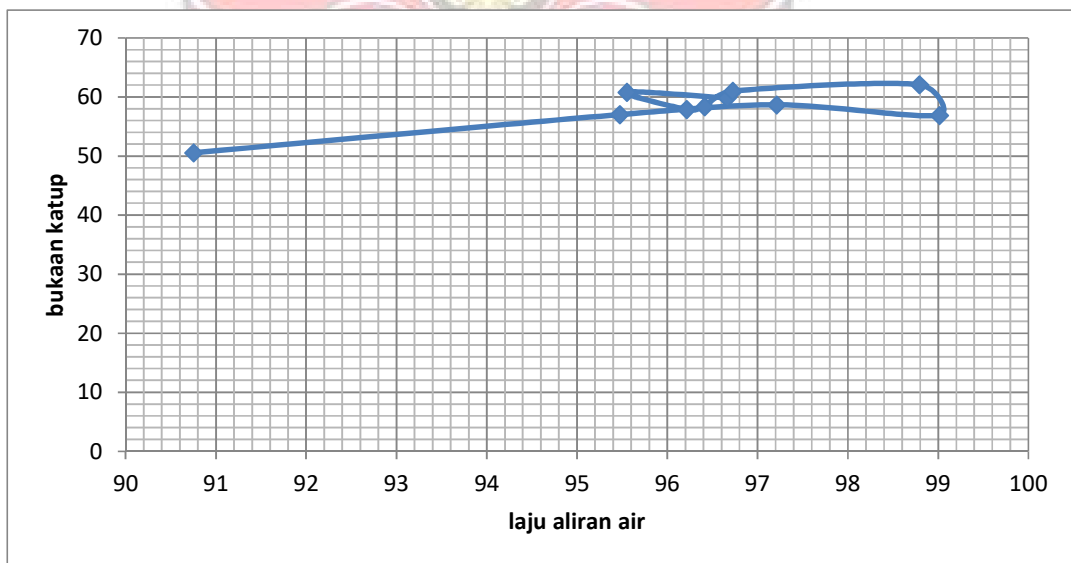
- Input Signal: sinyal listrik 4~20 mA.DC
- Tekanan udara Supply: 0,4~0,7 Mpa.
- Suhu Operasi: - 20~200 ° C, -20 ° C ~ 425 ° C
- Kontrol Tegangan dari Solenoid: 220V . AC
- Rotary Sudut dari Batang: 0~90° ± 5 °
- Kontrol Kecepatan: Keseluruhan Rentang Waktu Dari jumlah stimulatif: 12~18 detik.
- Dasar Error: ± 1. 5%
- Kesalahan Dari Drive Reverse: 1, 2%
- Jarak mati : 0. 4%
- Kebocoran: Jenis Commom 2,5% Cv, Tipe Precise 3% Cv.

Untuk perinsip kerja dapat melihat pada Gambar pneumatic yang terdapat pada lampiran.

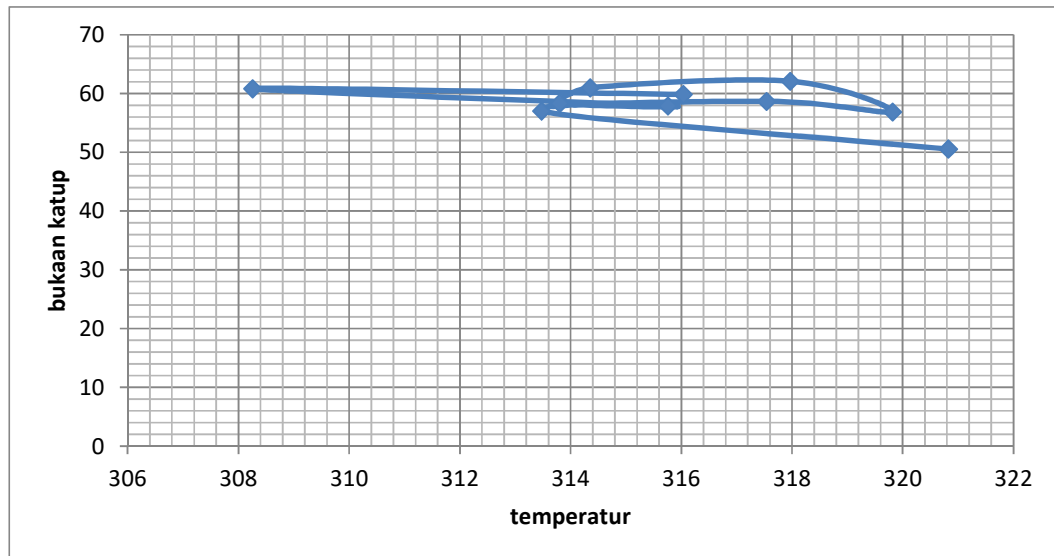
4.2. Grafik



Gambar 6. Grafik hubungan efisiensi dan laju aliran steam boiler



Gambar 7. Grafik hubungan bukaan katup dan laju aliran air.



Gambar 8. Grafik hubungan bukaan katup dan temperatur sekunder.

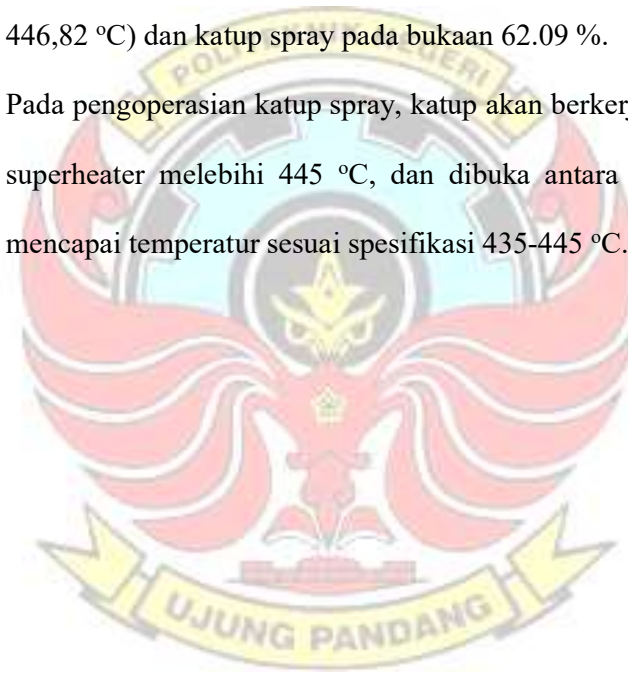
4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa dan grafik yang didapat, maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. (Gambar 6). Pada gambar tersebut diperlihatkan Grafik hubungan antara efisiensi boiler (η) dan laju aliran steam (\dot{m}_s). Kita dapat melihat pada pukul 17.00 WITA nilai efisiensi boiler minimum ($\eta = 38,31\%$), dan laju aliran steam ($\dot{m}_s = 93.180 \text{ Kg/H}$). Sedangkan pada pukul 14.00 WITA nilai efisiensi boiler maksimum ($\eta = 43,18\%$), dan laju aliran steam ($\dot{m}_s = 104.300 \text{ Kg/H}$).
2. (Gambar 7). Pada gambar kedua diperlihatkan Grafik hubungan antara bukaan katup (%) dan laju aliran air (\dot{m}_w). Kita dapat melihat pada pukul 17.00 WITA bukaan katup minimum (50,53 %) dan laju aliran air ($\dot{m}_w = 90.750 \text{ Kg/H}$). Sedangkan pada pukul 13.00 WITA

bukaan katup maksimum (62,09 %) dan laju aliran air ($\dot{m}_w = 98.790\text{Kg/H}$).

3. (Gambar 8). Pada gambar ketiga diperlihatkan Grafik hubungan antara temperatur sekunder (T_s) dan bukaan katup (%). Kita dapat melihat pada pukul 17.00 WITA nilai minimum temperatur sekunder ($T_s = 440,4 \text{ }^\circ\text{C}$) dan katup spray pada bukaan 50,53 %. Sedangkan pada pukul 13.00 WITA nilai maksimum temperatur sekunder ($T_s = 446,82 \text{ }^\circ\text{C}$) dan katup spray pada bukaan 62.09 %.
4. Pada pengoperasian katup spray, katup akan berkerja jika temperatur superheater melebihi $445 \text{ }^\circ\text{C}$, dan dibuka antara 0-100% sampai mencapai temperatur sesuai spesifikasi $435\text{-}445 \text{ }^\circ\text{C}$.



BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Katup spray akan berkerja jika temperatur superheater melebihi 445°C dan katup akan dibuka sampai dapat temperatur sesuai dengan spesifikasi.
2. Berdasarkan hasil perhitungan kinerja boiler didapatkan efisiensi boiler, yaitu :
 - Untuk efisiensi boiler minimum adalah 38,31 % pada jam 17.00 WITA.
 - Untuk efisiensi boiler maksimum adalah 43,18 % pada jam 14.00 WITA.

5.1. Saran

Untuk memperoleh kinerja boiler yang baik, sebaiknya mengadakan perbaikan dan pengecekan pada bagian-bagian mekanis boiler seperti bahan bakar yang digunakan tidak mengandung air serta memperbaiki kinerja katup spray untuk mengurangi temperatur steam pada boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, Buyung., (2009). *Peralatan Utama PLTU : Boiler*. 17 Juni 2009, (<http://buyungbaskoro.blogspot.com/2009/06/pelajaran-utama-pltu-boiler.html>). Jakarta.
- El-Wakil, M. M: *Instalasi Pembangkit Daya Jilid I Hal. 108*, Erlangga, Jakarta 1992.
- Eva Febrina Sinulingga: "Penggunaan Control Valve Pada Sterilizier Dengan Fig 360-104 Untuk Mengontrol Aliran Steam" (Aplikasi PTPN IV Unit Usaha Adolina Sumatera Utara), 2010.
- Ganapathy, V, (2010). *Desuperheating Steam*. Juni 2010, (<http://vganapathy.tripod.com/attperator.html>). India.
- NN., (2008). *Tugas Khusus Boiler*. 12 Februari 2008. (<http://www.scribd.com/doc/8583338/Tugas-Khusus-Boiler>). Jakarta.
- Rachmat Randa. Muh, dkk. "Pembangkit Listrik Tenaga Uap BTG Power Plant PT. Semen Tonasa". Laporan Kerja Praktek. Politeknik Negeri Ujung Pandang. 2010.
- Siswoyo, Bambang., (2007). *Pengantar Sistem Kontrol*, Jurnal Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya. (<http://elektro.ub.ac.id/bsw/kuliah-1/sistem-kontrol/dasar-dasar-sistem-kontrol/>). Malang.

LAMPIRAN A
(Data-Data Hasil Pengamatan)



➤ Tabel 1. Data boiler BTG PT. Semen Tonasa

No.	Air masuk ketel			Uap keluar boiler			bahan bakar	
	P (MPa)	T(°C)	\dot{m} (Ton/H)	P (MPa)	T(°C)	\dot{m} (Ton/H)	\dot{m}_{bb} (Ton/H)	N. kalor (kcal/kg)
1	5.76	121.17	96.66	3.64	446.08	100.7	29.16	5600
2	5.73	122.22	95.55	3.62	447.14	101.28	29.16	5600
3	5.76	120.22	96.21	3.64	445.14	100.8	29.16	5600
4	5.75	120.72	96.41	3.63	444.51	101.26	29.16	5600
5	5.71	121.69	96.72	3.6	446.44	101.85	29.16	5600
6	5.72	123.94	98.79	3.61	446.82	102.8	29.16	5600
7	5.73	120.96	99.01	3.62	443.99	104.3	29.16	5600
8	5.75	121.42	97.21	3.63	446.18	102.17	29.16	5600
9	5.75	120.23	95.47	3.63	444.26	100.62	29.16	5600
10	5.73	120.6	90.75	3.61	440.4	93.18	29.16	5600



➤ Table 2. Hasil Analisa Kinerja Boiler BTG PT. Semen Tonasa

no.	Air Masuk Boiler				Uap Keluar Boiler				Bahan Bakar		P (MW)	Q _{bb} (MW)	η(%)
	P (bar)	T (°C)	\dot{m}_w (kg/h)	h_w (kJ/h)	P (bar)	T (°C)	\dot{m}_s (kg/h)	h_s (kg/h)	\dot{m}_{bb} (kg/h)	N. kalor (kJ/kg)			
1	57,6	121,17	96660	512,48	36,4	446,08	100700	3320,5	29160	23441,6	79.22981	189.877	41.73
2	57,3	122,22	95550	516,93	36,2	447,14	101280	3322,96	29160	23441,6	79.88105	189.877	42.07
3	57,6	120,22	96210	600,8	36,4	445,14	100800	3318,32	29160	23441,6	79.44016	189.877	41.84
4	57,5	120,72	96410	507,59	36,3	444,51	101260	3316,86	29160	23441,6	79.71444	189.877	41.98
5	57,1	121,69	96720	514,68	36	446,44	101850	3321,34	29160	23441,6	80.25388	189.877	42.27
6	57,2	123,94	98790	524,22	36,1	446,82	102800	3322,22	29160	23441,6	80.59789	189.877	42.45
7	57,3	120,96	99010	511,59	36,2	443,99	104300	3315,65	29160	23441,6	82.11088	189.877	43.24
8	57,5	121,42	97210	513,54	36,3	446,18	102170	3320,73	29160	23441,6	80.49172	189.877	42.39
9	57,5	120,23	95470	508,49	36,3	444,26	100620	3316,28	29160	23441,6	79.31939	189.877	41.77
10	57,3	120,6	90750	510,06	36,1	440,4	93180	3307,32	29160	23441,6	72.85396	189.877	38.37

➤ Tabel 3. Tindakan Pengendalian Mutu Bubuk Batubara:

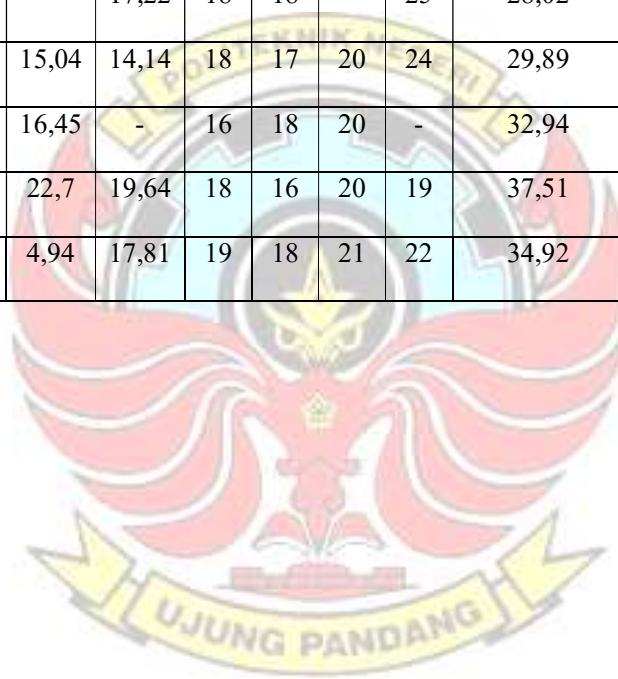
Jika Kadar Air Raw Coal	Kondisi	Suhu Outlet Dijaga	Kelembaban Bubuk Batubara
7 – 10 %	Normal	50 – 55°C	1 – 2,5
10 – 15 %	Agak basah	55 – 60°C	3 – 4,5
>15 %	Basah sekali	60 – 70°C	>5

➤ Table 4. Analisis proksimat dan ultimat batubara

analisis persen massa	antrasit	bitumin, Volatilitas Sedang	lignit
		Proksimat	
karbon tetap	83,8	70	30,8
zat gerbak	5,7	20,5	28,2
Kelembaban	2,5	3,3	34,8
Abu	8,0	6,2	6,2
		Ultimat	
C	83,9	80,7	42,4
H ₂	2,9	4,5	2,8
S	0,7	1,8	0,7
O ₂	0,7	2,4	12,4
N ₂	1,3	1,1	0,7
H ₂ O	2,5	3,3	34,8

➤ Tabel 5. Pengamatan Batubara Selama Setengah Hari Di PT. Semen
Tonasa.

Jam	Moisture				Fineness				Belt conveyor/w7 water	SLAG	SLAG	ASH	ASH
	A	B	C	D	A	B	C	D		I	II	I	II
09.30	20,81	18,29	18,9	16,56	-	19	18	26	31,44	34,03	34,03	1,09	3,19
13.30	20,81	19,85	-	17,22	18	18	-	25	28,02	47,91	47,91	0,71	4,04
17.30	15,06	16,33	15,04	14,14	18	17	20	24	29,89	4,54	4,54	1,38	3,95
21.30	17,68	16,51	16,45	-	16	18	20	-	32,94	5,71	5,71	0,89	3,63
01.30	19,94	21,8	22,7	19,64	18	16	20	19	37,51	1,54	1,54	0,54	0,35
03.30	19,37	20,55	4,94	17,81	19	18	21	22	34,92	2,38	2,38	0,47	0,82



➤ Tabel 6. Pengamatan Bukaannya Katup Di PT Semen Tonasa

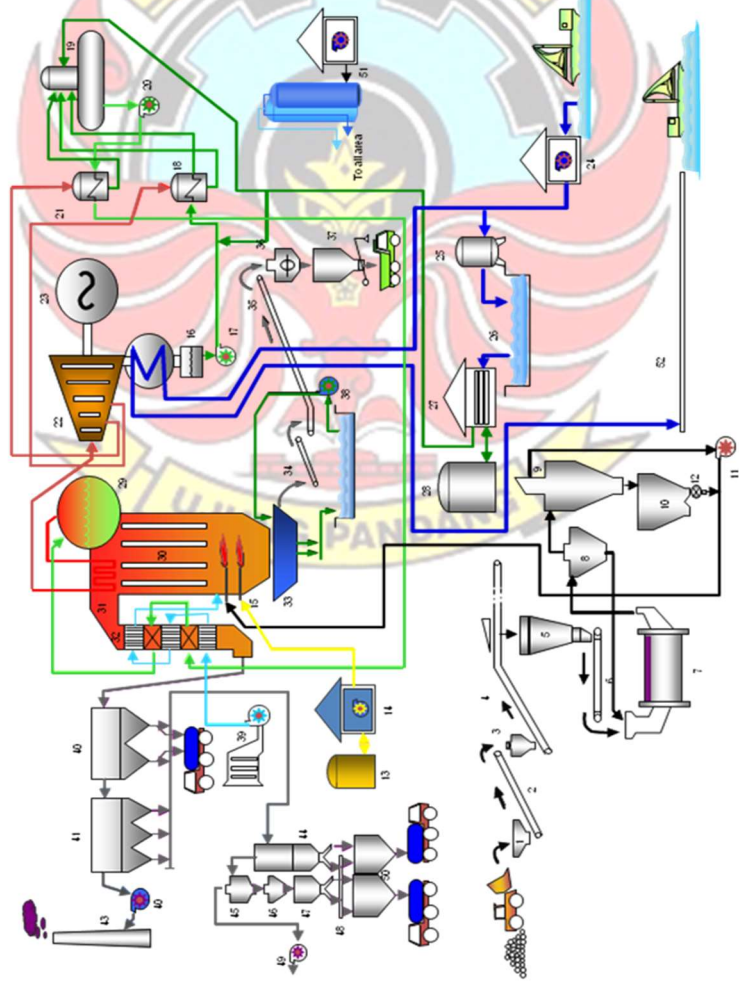
No.	Waktu	Primer		Sekunder		P (Mpa)	Bukaan Katup		\dot{m}_w (Ton/ H)	$\dot{m}_s - \dot{m}_p$ (Ton/H)	$\Delta\dot{m} - \dot{m}_w$ (Ton/H)	$\Delta T = T_s - T_p$ (°C)
		T(°C)	\dot{m} (Ton/H)	T(°C)	\dot{m} (Ton/H)		A (%)	B (%)				
1	08.00	316.03	96.66	446.08	100.7	5.76	59.84	59.84	8.0567	4.04	4.0167	130.05
2	09.00	308.25	95.55	447.14	101.28	5.73	60.81	60.81	8.0567	5.73	2.3267	138.89
3	10.00	315.75	96.21	445.14	100.8	5.76	57.89	57.89	8.0567	4.59	3.4667	129.39
4	11.00	313.8	96.41	444.51	101.26	5.75	58.34	58.34	8.0567	4.85	3.2067	130.71
5	12.00	314.35	96.72	446.44	101.85	5.71	60.96	60.96	8.0567	5.13	2.9267	132.09
6	13.00	317.96	98.79	446.82	102.8	5.72	62.09	62.09	8.0567	4.01	4.0467	128.86
7	14.00	319.81	99.01	443.99	104.3	5.73	56.88	56.88	8.0567	5.29	2.7667	124.18
8	15.00	317.54	97.21	446.18	102.17	5.75	58.67	58.67	8.0567	4.96	3.0967	128.64
9	16.00	313.47	95.47	444.26	100.62	5.75	57	57	8.0567	5.15	2.9067	130.79
10	17.00	320.82	90.75	440.4	93.18	5.73	50.53	50.53	8.0567	2.43	5.6267	119.58

LAMPIRAN B

(GAMBAR DAN FOTO-FOTO PENGAMATAN)



LAY OUT BTG POWER PLANT SEMEN TONASA



Legenda Gambar

1. Coal Hopper
2. Coal Transport No.1
3. Ring Hammer Crusher
4. Coal Transport No.2
5. Raw Coal Sinker
6. Metering Feeder
7. Mill Mill
8. Coarse Powder Separator
9. Fine Powder Separator
10. Powder Silo
11. Mill Fan
12. Powder Feeder
13. Diesel Oil Tank
14. Diesel Oil Pump
15. Gun Barter
16. Condenser
17. Condensat Pump
18. Upk Separator
19. 8 FFW Pump
20. HPH
21. Turbine
22. Generator
23. SAWI Pump
24. Airtronic Filter
25. Sea water Storage pond
26. Desal Demih
27. Demineralized Water tank
28. Furnace
29. Superheater
30. Economizer
31. Sbag Remover
32. Sbag Transport No.1
33. Sbag Transport No.2
34. Sbag Crusher
35. Sbag Hopper
36. Sbag Water Pump
37. Air blower
38. Cyclopa Deduster
39. Elektrostatic Precipitator
40. LD Fan
41. Stock
42. Cyclopa collector
43. Bag Filter
44. Air Lock Valve
45. Tree Way/Chute
46. Screw Conveyor
47. Robot Fan
48. Ash Silo
49. Compressor
50. Canal



Foto 1. Boiler Pada BTG PT. Semen Tonasa



Foto 2. Batubara Pada BTG PT. Semen Tonasa



Foto 3. Katup Spray

