PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP OPERASIONAL BOILER

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana

Oleh :

KALISTIONO
Nim 03.813.0020

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2012

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP OPERASIONAL BOILER

TUGAS AKHIR

Oleh;

KALISTIONO
Nim 03.813.0020

Disetujui oleh

Pembimbing I	Pembimbing II
(Ir.H. Amrsyam Nasution,MT)	(Ir.H. Amru Siregar,MT)

Mengetahui:

Dekan	Ka.Program Studi
(Ir. Hj Haniza, MT)	(Ir.H.Amru Siregar,MT)

Tanggal Lulus: 20 Desember 2012

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

ABSTRAK

Kebutuhan akan pembangkit energi pada saat ini semakin besar den semakin luas aplikasinya, selain itu besarnya daya yang diperlukan juga mengalami peningkatan yang signifikan sehingga diperlukan model pembangkit energi yang bisa menjawab atas kebutuhan tersebut. Mesin pembangkit energi yang paling komplek saat ini adalah berupa ketel uap.

Ketel uap memiliki keistimewaan mampu dioperasikan secara terus menerus pada beban kerja penuh dan dalam jangka waktu yang lama, sehingga diperlukan langkah-langkah antisipasi terhadap kerusakan ataupun berkurangnya kinerjanya secara tepat.

Salah satu langkah antisipasi kerusakan ketel uap tersebut adalah dengan cara memberikan air umpan yang memiliki kualitas sangat bagus sehingga dampaknya membuat perpindahan panas dari dapur pembakaran bisa tersalurkan dengan baik tanpa terhalang oleh lapisan kerak dan tidak adanya perusakan logam dinding ketel uap oleh kondisi air ketel uap tersebut.

Oleh sebab itu diperlukan plant pengolahan air yang sedemikian rupa dan menggunakan berbagai metode agar bisa didapatkan kualitas air yang murni dan harus selalu diawasi secara periodik dengan menggunakan mini laboratorium untuk menjamin konsistensi kemurnian air umpan ketel uap dimanapun berada.

Dampak yang ditimbulkan dari buruknya kualitas umpan air ketel uap adalah menurunya kemampuan bahkan bisa menimbulkan meledaknya suatu ketel uap tersebut sehingga menimbulkan kerugian yang sangat besar.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

ABSTRAC

The needed of energy generator at present the greatest and wider application, in additional the amount af power required is also significantly increased so that the necessary of energy generator models that could answer the needs. Energy generating machinery which is currently the most complex to day is form of boiler.

Boiler has a privilege able to operate continuously at full workload and in the long term, so that the necessary measures in anticipation of damage or reduced performance appropriately.

One precaution is damage to the boiler feed water by providing a very good quality so that making effects of heat transfer from the kiln can be channeled properly unhindered by crust and the destruction of the metal wall boiler by the boiler water conditions.

Therefore it is necessary that the water treatment plant in such a way and use a variety of methods in order to obtain pure water quality and should always be monitored periodically by using a mini-laboratory to ensure consistent purity boiler feed water everywhere.

The impact of poor quality boiler feed water is the decreased ability could even lead to the explosion of a steam boiler, causing huge losses.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji bagi Allah Tuhan semesta alam. Yang Maha Pengasih yang kasih-Nya tak pernah pilih kasih serta Maha Penyayang yang sayang-Nya tak pernah terbilang. Ucapan syukur kehadirat-Nya akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai syarat akhir untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin Universitas Medan Area. Sholawat serta salam Penulis haturkan kepada Pemimpin Umat, Nabi Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabatnya, dan semua umatnya yang tetap setia menjalankan ajaranya. Semoga kita termasuk di dalamnya. Amin.

Tugas akhir ini Penulis selesaikan dalam waktu kurang lebih selama tiga bulan mulai sejak 31 Januari 2012 sanpai dengan 30 April 2012 dengan mengambil lokasi analisa dan sumber data di salah satu perusahaan yang memang memiliki bidang kerja sesuai dengan pokok bahasan judul skripsi ini . Karena keterbatasan waktu pulalah sehingga masih sangat banyak kekurangan dan perlu penyempurnaan terutama dalam riset dan pengembanganya . Materi dalam Tugas Akhir ini bersifat Open source, sehingga siapapun boleh menggandakan serta menyebarkannya selama masih mencantumkan nama asli Penulis dan mendapatkan persetujuan dari bagian arsip dan perpustakaan Universitas Medan Area . Juga Tugas akhir ini adalah langkah pertama dari sekian ribu langkah menuju kesempurnaan maka dari itu sangat diharapkan ada adik-adik Penulis yang meneruskan apa yang sudah Penulis lakukan hingga sampai pada tahap ini. Dengan berakhirnya tugas akhir ini, maka pada kesempatan ini ijinkanlah Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Orang tua dan seluruh keluarga Kami yang senantiasa mencurahkan seluruh kemampuanya untuk mendukung terlaksananya jenjang pendidikan Kami hingga sampai saat ini.
2. Ibu Hj, Ir. Haniza, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik UMA.
3. Bapak Ir. Amru Siregar, MT Selaku Ketua Jutusan Teknik Mesin UMA.
4. Bapak Ir.H Amirsyam Nasution. AS.MT Selaku Pembimbing 1.
5. Bapak Ir. Amru Siregar, MT Selaku Pembimbing 2 .
6. Segenap Dosen dan staff Fakultas Teknik Univesitas Medan Area .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

7. PT. Sumber Karindo Sakti yang telah mengijinkan Kami untuk melakukan study analisa untuk bahan Tugas Akhir .
8. Terimakasih juga Kami sampaikan kepada seluruh rekan-rekan yang memberikan kontribusi dalam terselesaikanya Tugas Akhir ini .

Tak ada gading yang tak retak. Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, walaupun Penulis sudah berusaha semaksimal mungkin untuk mendekati sempurna. Saran-saran, kritik yang konstruktif , pertanyaan serta pujian tentang Tugas Akhir ini bisa disampaikan ke kalis_tiono@yahoo.com . Kami membuka diri apabila ada perkembangan lain terkait isi materi di waktu yang akan datang demi berkembangnya saint dan teknologi tepat guna.

Akhir kata, semoga Pembaca bisa dapat serta membantu menyebarkan hal-hal yang bermanfaat yang ada pada Laporan Tugas Akhir ini. Apabila ada kesalahan, sematamata kekhilafan Penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik Allah . Atas perhatian dari semua pihak , Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya .

MEDAN
31Januari 2013

KALISTIONO
03.813.0020

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

UNIVERSITAS MEDAN AREA PERPUSTAKAAN PUSAT

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
ABSTRAK ii
ABSTRACT iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR NOTAS x
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 LATAR BELAKANG 3
I.2 RUMUSAN PERMASALAHAN 7
I.2.1. PERKEMBANGAN KETEL UAP 7
I.2.2 . EFISIENSI KETEL UAP 8
I.2.3. KEGAGALAN KETEL UAP 10
I.3. TUJUAN PENELITIAN 14
I.3.1. ASPEK EKONOMI 14
I.3.2. ASPEK GEOLOGI 16
I.3.3. ASPEK KEAMANAN & KESELAMATAN 18
I.4. MANFAAT PENELITIAN 19
I.4.1. MANFAAT AKADEMIS 19
I.4.2. MANFAAT PRAKTIS 19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 21
II.1. PENGENALAN KETEL UAP 21
II.2. SUMBER DAYA AIR 22
II.3. AIR UMPAN KETEL UAP 23
II.4. MASALAH PADA KETEL UAP 24
II.4.1. PEMBENTUKAN KERAK 25
II.4.2. TERJADINYA KOROSI 26
II.4.3. PROSES TERJADINYA DEPOSIT 28
II.4.4. KONTAMINASI UAP. 29
II.5. LANDASAN TEORI 29
II.5.1. PROSES PRESIPITASI & KOAGULASI 30
II.5.2. PEMISAHAN SECARA GRAVITASI 31

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

II.5.3. FILTRASI. 32
II.5.4. ADSORBSI. 32
II.5.5. DEMINERALISASI & DEGASIFIER. 32
II.5.6. INTERNAL TREATMENT. 33
BAB III METODE PENELITIAN 34
III.1. SOURCE 35
III.2. CLARIFIER 35
III.3. FILTER 36
III.4.SOFTENER 36
III.5. DEARATOR 38
III.6. FEED WATER 39
III.7. KETEL UAP. 40
III.8. BLOWDOWN. 41
III.9. KONDENSAT 43
BAB IV PEMBAHASAN 45
IV.1. EFISIENSI KETEL UAP. 45
IV.2. KERUGIAN OLEH LAPISAN KERAK. 47
IV.3. OVER HEATING Vs KEKUATAN BAHAN 51
IV.4. KEBUTUHAN AIR. 55
IV.5. KOROSI. 56
IV.5. PEMBENTUKAN KERAK DAN ENDAPAN. 61
IV.6. PERTUKARAN ION. 66
IV.7. INTERNAL TREATMENT 70
IV.7. BLOWDOWN 72
IV.8. REGENERASI SOFTENER. 79
BAB V KESIMPULAN 83
BAB VI DAFTAR PUSTAKA 87
BAB VII LAMPIRAN 88

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 formasi Energi 9
Gambar I.2 Komposisi Formasi Eenergi 10
Gambar I.3 Ledakan Ketel Uap 11
Gambar I.4 Lokasi PLTU 17
Gambar III.1 Flow chard Ketel uap 34
Gambar III.2 Y Strainer 36
Gambar III.3 Tangki Softener 37
Gambar III.4 Dearator 38
Gambar III.5 Pompa Multi Stage 39
Gambar III.6 Dosing Pump 40
Gambar III.7 Blowdown Valve 42
Gambar IV.1 Ilustrasi Penyaluran Panas 55
Gambar IV.2 Korosi Pipa Ketel 59
Gambar IV.3 Proses Korosi 61
Gambar IV.4 Proses pertukaran Ion 70
Gambar IV.5 Pemasangan Blowdown 78
Gambar IV.6 Hardnes Test 81
Gambar V.1 Kerak pada Water Tube 84
Gambar V.2 Endapan pada Drum Ketel 84
Gambar V.2 Kerak pada Fire Tube 85
Gambar VI.1 Kerusakan yang diakibatkan meledeknya ketel uap 88
Gambar VI.2 Kerak yang menempel pada Dinding Ketel 88

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Perkembangan Ketel Uap 7
Tabel I.2 Kegagalan Ketel Uap 13
Tabel I.3 Standard kualitas air baku 16
Tabel II.1 standard air umpan ketel 24
Tabel III.1 Karakteristik air sumur 35
Tabel III.2 Parameter Air Softener 38
Tabel III.3 Parameter Air Ketel 42
Tabel III.4 Parameter Air Kondensat 44
Tabel IV.1 Kerugian Energi oleh Kerak 49
Tabel IV.2 Kerugian Energi Oleh Berbagai Jenis Kerak 49
Tabel IV.3 Diagram Moller 52
Tabel IV.4 Pengaruh temperatur terhadap O_2 terlarut 58
Tabel IV.5 Kriteria Nilai LSI 64
Tabel IV.6 Index Nilai LSI 64
Tabel IV.7 Hasil Uji Air 68
Tabel IV.8 Laju Blowdown 77
Tabel IV.9 Flow Chard Regenerasi Softener 82

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Perkembangan Ketel Uap 7
Tabel I.2 Kegagalan Ketel Uap 13
Tabel I.3 Standard kualitas air baku 16
Tabel II.1 standard air umpan ketel 24
Tabel III.1 Karakteristik air sumur 35
Tabel III.2 Parameter Air Softener 38
Tabel III.3 Parameter Air Ketel 42
Tabel III.4 Parameter Air Kondensat 44
Tabel IV.1 Kerugian Energi oleh Kerak 49
Tabel IV.2 Kerugian Energi Oleh Berbagai Jenis Kerak 49
Tabel IV.3 Diagram Moller 52
Tabel IV.4 Pengaruh temperatur terhadap O_2 terlarut 58
Tabel IV.5 Kriteria Nilai LSI 64
Tabel IV.6 Index Nilai LSI 64
Tabel IV.7 Hasil Uji Air 68
Tabel IV.8 Laju Blowdown 77
Tabel IV.9 Flow Chard Regenerasi Softener 82

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN	SATUAN
q	Bahan bakar yang digunakan	kg/jam
g	Tekanan kerja	kg/cm²
GCV	Nilai panas kotor bahan bakar	kkal/kg
Hg	Entalpi uap jenuh	kkal/kg
Hf	Entalpi air umpan	kkal/kg
H	Efisiensi Ketel uap	%
SB	Yield strenght	kg/mm²
SV	Yield Point	kg/mm²
TDG	Total Dissolved Gasses	ppm
TDS	Total Dissolved Solid	ppm
ɤ	Laju korosi	g/day
W	Pengurangan berat uji waktu tertentu	mg
A	Luas penampang	cm²
T	Waktu	jam
D	Masa jenis benda uji	gr/cm³
K	Konstanta laju korosi	$8{,}76X10^{4}$
R	Kapasitas Exchanger resin	%/Vol
Vr	Volume resin	Liter
Si	Silica	ppm
F	Feed water TDS	ppm
S	Kapasitas Bolier	kg/jam
B	Target TDS boiler	ppm
Br	Blowdown rate	gallon
Bt	Blowdown Time	detik
Fr	Flow Rate	gal/det
Fs	Flash steam	%
O_2	Oxygen	
CO_2	Carbon dioxida	
H_2S	Asam Sulfat	
H_2O	Air	
$CaCO_3$	Calsium carbonat	

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Q	Volume/satuan waktu
pH	Derajat keasaman (Hidrogen terlarut)
LI	Langelier Index
SI	Saturation Index
LSI	Langelier Saturation Index
TF	Temperature Factor
CF	Calcium Hardnes Factor
AF	Alcalinity Factor

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

BAB I
PENDAHULUAN

Skripsi merupakan karya tulis mahasiswa yang dipersyaratkan sebagai salah satu bentuk pemenuhan tugas akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana S1. Skripsi ditulis sebagai hasil kegiatan akademik berupa penelitian ilmiah yang dapat berbentuk penelitian eksperimen, kajian teoritis, analisis komputasi, kajian pustaka dan sebagainya. Skripsi dimaksudkan sebagai latihan bagi mahasiswa untuk menuangkan hasil kegiatan penelitian dalam suatu karya tulis secara sistematis dan metodologis.

Dalam hal ini , Penulis telah mendapatkan persetujuan dan petunjuk dari pembimbing di Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area yang berjudul Pengaruh Kualitas Air Umpan Boiler di PT.Sumber Karindo Sakti yang mana terdapat boiler dengan kapasitas produksi uap sebesar 10 ton/jam pada tekanan kerja 6 kg/cm^2 . Uap yang dihasilkan dari boiler tersebut digunakan untuk memenuhi kabutuhan produksi khususnya diambil panasnya dan digunakan untuk proses pengeringan kayu.

Mengingat begitu pentingnya peranan boiler tersebut sehingga harus bisa dioperasikan selama 24 jam non stop setiap harinya dan hampir selama 360 hari dalam setahunya . Dengan demikian , boiler tersebut harus dijaga sedemikian rupa agar kelangsungan operasinya tetap terjaga dengan baik dan faktor keselamatan kerja adalah merupakan prioritas utamanya . Secara umum kegagalan operasional suatu ketel uap terdiri dari kegagalan perencanaan , kegagalan Human error dan kegagalan perawatan , sedangkan pengaruh dari kualitas air umpan boiler tersebut termasuk dalam ketiga kelompok penyebab kegagalan tersebut diatas . resiko dari

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

seluruh kegagalan diatas adalah dapat terjadinya ledakan dahsyat yang menimbulkan kerugian material dan jiwa yang sangat besar .

Dalam hal mengantisipasi kegagalan operasional suatu boiler yang berakibat pada terjadinya ledakan , secara perencanaan harus dilakukan perhitungan yang sangat hati-hati dan detail dengan disertai material datasheet yang telah disetujui oleh badan pengawas pemerintah dan pengerjaanya juga harus dilakukan oleh orang-orang yang bersertifikat dalam hal tersebut .

Selain itu , pemerintah juga menerapkan peraturan-peraturan yang menyangkut keselamatan kerja boiler yang telah dituangkan dalam undang-undang keselamatan kerja yang mempunyai kekuatan hukum tetap . sehingga apabila terjadi ledakan pada suatu boiler maka akan dilakukan inspeksi menyeluruh oleh badan pengawas keselamatan kerja dan kepolisian .

Dampak dari kualitas air umpan boiler itu sendiri yang paling parah adalah juga merupakan meledeknya suatu boiler yangmana apabila air tersebut tidak layak akan dapat menimbulkan korosi ataupun penimbunan kerak pada dinding-dinding pipa maupun shell boiler yang terkena radiasi panas langsung dari proses pembakaran . dengan semakin tipisnya dinding yang diakibatkan oleh korosi air boiler , maka daya tahan terhadap tekanan akan berkurang dan apabila berkeraknya pipa boiler maka akan timbul pemanasan yang sangat berlebihan pada pipa tersebut sehinggan pipa menjadi plastis .

MEDAN

28 Jan 2013

KALISTIONO

03.813.0020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

I.1 LATAR BELAKANG

Ketel Uap (bahasa Inggris:boiler) adalah merupakan suatu alat untuk mengubah air menjadi uap air yang memiliki tekanan dan temperatur tertentu yang selanjutnya akan digunakan untuk proses pemanasan atau untuk dikonversi menjadi tenaga penggerak. Untuk melakukan proses tersebut tentunya diperlukan proses pembakaran bidang-bidang tertentu pada ketel uap tersebut. Bahan bakar yang digunakan bermacam-macam dari yang populer berupa batubara dan minyak bakar, sampai listrik, gas, biomasa, sampah dan lain-lain. Ketel Uap adalah merupakan bagian terpenting dari penemuan teknologi yang merupakan pemicu lahirnya revolusi industri.

Catatan paling awal ditemukanya ketel uap adalah pada tahun 75 masehi oleh ahli matematika dan fisika dari Alexandria bernama Heros . Dalam tiga bukunya dia menuliskan tentang mekanik dan sifat-sifat udara serta memperkenalkan rancangan sebuah mesin uap sederhana yang dikenal dengan nama eolipile . Prinsip kerja dari mesin eolipile ini adalah terdiri dari tabung ketel yang dihubungkan dengan bola baja ber nozel , degan uap yang keluar dari nozel tersebut bola baja bisa berputar . Metode eolipile inilah yang menjadi dasar perkembangna mesin-mesin uap selanjutnya . Selanjutnya penemuan-demi penemuan semakin berkembang mulai dari Geovanni battista tahun 1538-1615 yang mengenalkan uap sebagai media menjadikan tabung hampa , Denis Papin tahun 1647-1712 yang mengenalakn alat berupa steam digester , Thoams Savery tahun 1650-1715 yang pertama kali membuat mesin pompa air uap dengan sistim vacuum dan tekan dan masih banyak lagi .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Perkembangan terbaru dari teknologi ketel uap adalah dengan menggunakan energi nuklir sebagai bahan pemanasnya , dimana panas yang dihasilkan dari reaktor nuklir dipaki untuk memanaskan pipa-pipa yang berisi air yang dihubungkan dengan tabung utama sehingga menghasilkan uap air yang bertemperatur dan bertekanan tinggi sebagai tenaga penggerak turbin generator listrik .

Dalam bidang teknik , Ketel uap adalah merupakan mesin konversi energi yang menggunakan sistim external combustion engine yang paling banyak digunakan pada saat ini , khususnya untuk pembangkit energi dengan skala kecil , menengah , dan besar . selain itu ketel uap merupakan mesin konversi energi yang memiliki efisiensi dan life time paling bagus diantara mesin konversi energi yang lainya yang antara lain motor bakar , turbin gas dan jet engine . karena kalori sisa pembakaran bisa dikondisikan sedemikian rupa untuk keperluan ekonomiser , super heater dan air heater .

Bagan-bagan dari ketel uap itu terdiri dari tabung ketel , ruang pembakaran , sistim keamanan dan parameter , sistim pengolahan dan pengisian air umpan dan sistim pengolahan uap yang akan dipergunaka untuk kebutuhan energi selanjutnya . dari kelima kelompok utama bagian ketel uap diatas masing-masing memiliki penjabaran dan perhitungan yang sangat luas dan fariatif .

Kualitas air umpan (feed water) pada ketel uap bertekanan adalah merupakan hal yang sangat penting terhadap kelangsungan dan keselamatan kerja suatu ketel uap baik yang bertekanan rendah maupun yang bertekanan tinggi . Selain menyangkut faktor kelangsungan dan keselamatan kerja , juga merupakan kunci bagi tercapainya operasional yang efisien dan aman bagi mesin beserta

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

lingkungan sekitarnya . Ketel uap adalah merupakan pembangkit tenaga/energi yang paling banyak dijumpai di suatu industri di seluruh dunia , sehingga , dalam perkembanganya , ketel uap memiliki aturan dan undang-undang yang sistimatis sebagai dasar hukum pelaksanaan operasionalnya serta dipantau dan dilakukan inspeksi rutin oleh instansi pemerintah yang kompeten dibidang keselamatan dan kesehatan kerja (Depertemen tenaga kerja) . Salah satu undang-undang yang mengatur tentang ketel uap dan sejenisnya yang digolongkan kedalam golongan bejana bertekanan adalah :

Undang-undang Uap Tahun 1930, yang isinya mengatur tentang keselamatan dalam pemakaian pesawat uap. Pesawat uap menurut Undang-undang ini adalah ketel uap, dan alat-alat lain yang bersambungan dengan ketel uap, dan bekerja dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan udara luar. Undang-undang ini melarang menjalankan atau mempergunakan pesawat uap yang tidak mempunyai ijin yang diberikan oleh kepala jawatan pengawasan keselamatan kerja (sekarang Direktur Jenderal Pembinaan Hubungan Ketenaga Kerjaan dan Pengawasan Norma Kerja-Departemen Tenaga Kerja). Terhadap pesawat uap yang dimintakan ijinnya akan dilakukan pemeriksaan dan pengujian dan apabila memenuhi persyaratan yang diatur dalam peraturan Pemerintah maka untuk selanjutnya baru akan diberikan Akte Ijin operasionalnya .

Peraturan Uap 1930, yang isinya mengatur pembagian pesawat uap berdasarkan tekanan uapnya, yaitu lebih besar dari ½ kg/cm2 di atas tekanan udara luar dan paling tinggi ½ kg/cm2 di atas tekanan udara luar. Peraturan in memuat ketentuan untuk mendapatkan ijin penggunaan pesawat uap, serta ketentuan mengenai pesawat uap yang tidak memerlukan akte ijin. Peraturan ini

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

memuat persyaratan teknis keselamatan ketel uap dan pesawat uap selain ketel uap, pengering uap, penguap, bejana uap antara lain mengenai persyaratan bahan pembuat, perlengkapan pengaman dan tata cara pengujianya.

Undang-undang No 1 Tahun 1970 yang mengatur tentang ruang lingkup kesehatan , keselamatan dan kecelakaan kerja yang secara umum bertujuan untuk melindung tenaga kerja dari segala sapek yang memungkinkan menimbulkan dampak terhadap tenaga kerja disekitarnya . selain itu masih banyak lagi aturan-aturan yang harus terpenuhi untuk mebangun , mengoperasikan dan merawat ketel uap guna menjamin kelayakan operasionalnya .

Didalam skripsi ini , penuslis akan menitik beratkan permasalahan bagaiman caranya untuk mendapatkan air yang layak untuk pengisian ketel uap . Karena begitu banyaknya jenis-jenis air baku , kesemuanya belum tentu layak untuk digunakan mengisi ketel uap .

Dampak yang ditimbulkan dari kualitas air yang tidak memenuhi syarat ini tidak bisa langsung dirasakan oleh operator ketel uap tersebut , diperlukan waktu sekitar tiga bulan sampai dengan satu tahun baru bisa dirasakan dampaknya . itupun kalau operatornya memiliki kemampuan analisa dan kepekaan yang tinggi untuk merasakan gejala-gejala yang muncul , mulai dari penurunan kemampuan produksi uap , boros dalam penggunaan bahan bakar , kualitas uap yang dihasilkan tidak bagus , timbulnya guncangan didalam ketel dan yang paling fatal adalah timbulnya ledakan yang fatal .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

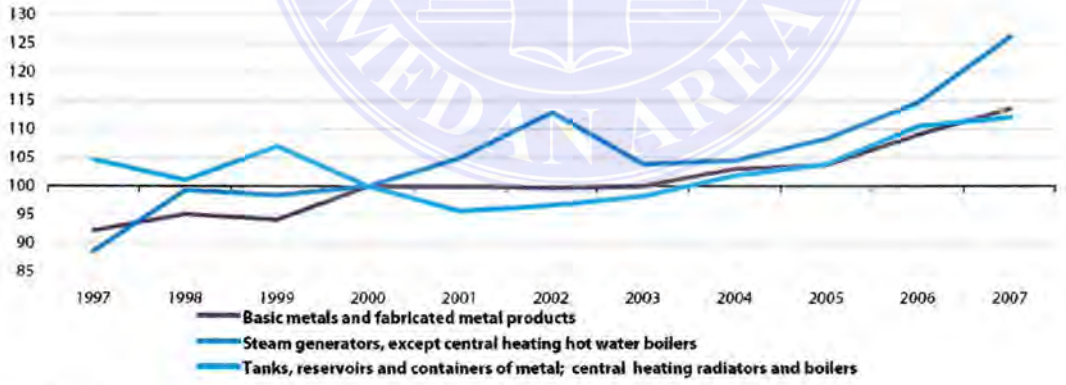
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

I.2 RUMUSAN PERMASALAHAN.

I.2.1. PERKEMBANGAN KETEL UAP.

Perkembangan dan pertumbuhan produksi dan penggunaan ketel uap untuk memenuhi kebutuhan pembangkit energi pada abad ini mengalami peningkatan yang sangat pesat , hal ini bisa difahami bahwa mesin konversi energi yang memiliki kemampuan paling besar dengan waktu operasi (life time) terus menerus (continous duty) bisa didapatkan pada mesin ini . sehingga hampir disemua industri menggunakan ketel uap ini , tergantung besar kapasitas dan tekanan yang diperlukan oleh industri tersebut . contoh nyata yang ada disekitar kita adalah pabrik kelapa sawit , pengolahan minyak makan dan lain sebagainya . Bersama ini juga kami tampilkan grafik penggunaan ketel uap (tabel I.1) untuk berbagai keperluan industri yang kami kutip dari data Eurostat dimana per 100 unit mewakili 2000 unit .

Tabel I.1 Perkembangan ketel uap



Source: Eurostat (STS)

Dari grafik tersebut menggambarkan peningkatan produksi ketel uap yang diaplikasikan dalam berbagai kebutuhan .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

UNIVERSITAS MEDAN AREA PUSAT

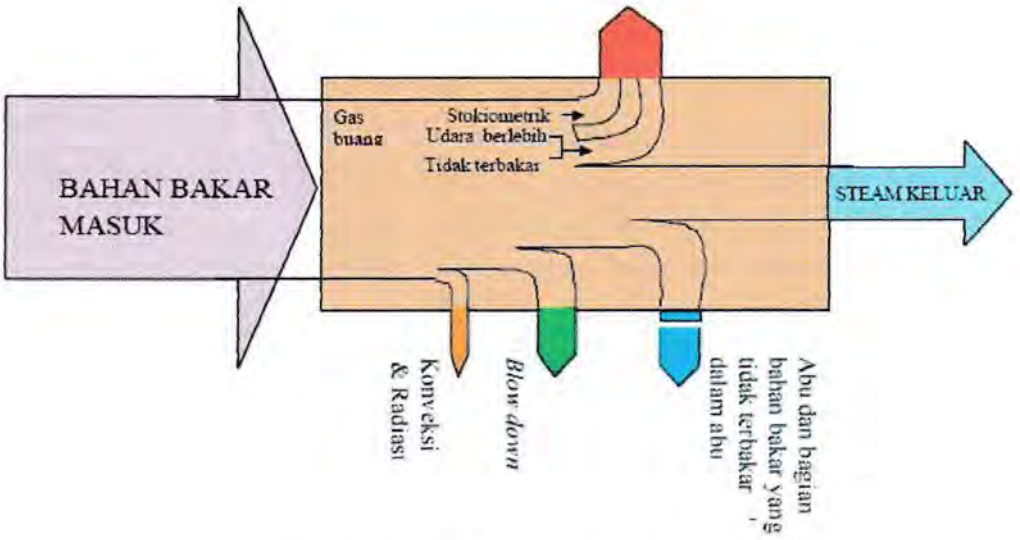
I.2.2 . EFISIENSI KETEL UAP.

Perkembangan pencapaian efisiensi penggunaan kalori pada ketel uap juga telah mengalami perubahan yang cukup signifikan , hal ini disebabkan oleh adanya regulasi-regulasi yang mensyaratkan penghematan energi yang berjalan di hampir seluruh negara berkembang dan negara maju . terobosan terobosan modifikasi dibidang teknik banyak dilakukan oleh pabrik pembuat ketel uap untuk menjawab tantangan penghematan energi tersebut . selain itu , ketel uap juga banyak beralih dari bahan bakar yang takterbarukan kapada bahan bakar yang terbarukan termasuk pemanfaata sampah sebagai bahan bakar alternatif untuk menggantikan kedua bahan bakar diatas . Akan tetapi pengalihan bahan bakar tersebut tidak bisa serta merta dilakukan konversi dari mineral ke sampah atau yang lainya . karena diperlukan desain teknik yang memerlukan perhitungan secara cermat agar performa ketel uap tetap terpenuhi sesuai kebutuhanya .

Diagram ini (Gambar I.1) menggambarkan secara grafis tentang bagaimana energi masuk dari bahan bakar diubah menjadi aliran energi dengan berbagai kegunaan dan menjadi aliran kehilangan panas dan energi. Panah tebal menunjukan jumlah energi yang dikandung dalam aliran masing-masing.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24



Gambar I.1 Formasi energi

Parameter kinerja ketel uap, seperti efisiensi dan rasio penguapan, berkurang terhadap waktu disebabkan buruknya pembakaran, kotornya permukaan penukar panas dan buruknya operasi dan pemeliharaan. Bahkan untuk ketel uap yang baru sekalipun, alasan seperti buruknya kualitas bahan bakar dan kualitas air dapat mengakibatkan buruknya kinerja ketel uap. Neraca panas dapat membantu dalam mengidentifikasi kehilangan panas yang dapat atau tidak dapat dihindari. Uji efisiensi ketel uap dapat membantu dalam menemukan penyimpangan efisiensi ketel uap dari efisiensi terbaik dan target area permasalahan untuk tindakan perbaikan.

Dari data pemakaian kalori pembakaran ketel uap diatas bisa dibagi menjadi lebih detail dalam bentuk neraca panas. Neraca panas tersebut merupakan keseimbangan energi total yang masuk kedalam ketel uap terhadap panas yang meninggalkan ketel uap dalam bentuk yang berbeda-beda . didalam hukum kekekalan energi disebutkan bahwa energi masuk dan energi keluar jumlahnya pasti selalu sama sehingga Hal tersebut bisa dilihat dalam grafik (gambar I.2) berikut ini .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Gambar I.2 Komposisi formasi energi

Dari data diatas dapat dilihat bahwa energi yang bisa digunakan untuk keperluan lebih lanjut yang terkandung didalam uap berkisar di angka 73,8% . Dengan diketahuinya data secara lebih akurat bisa dijadikan landasan untuk melakukan langkah-langkah evaluasi kerugian panas yang mana yang masih ada peluang untuk dilakukan perbaikan .

I.2.3. KEGAGALAN KETEL UAP.

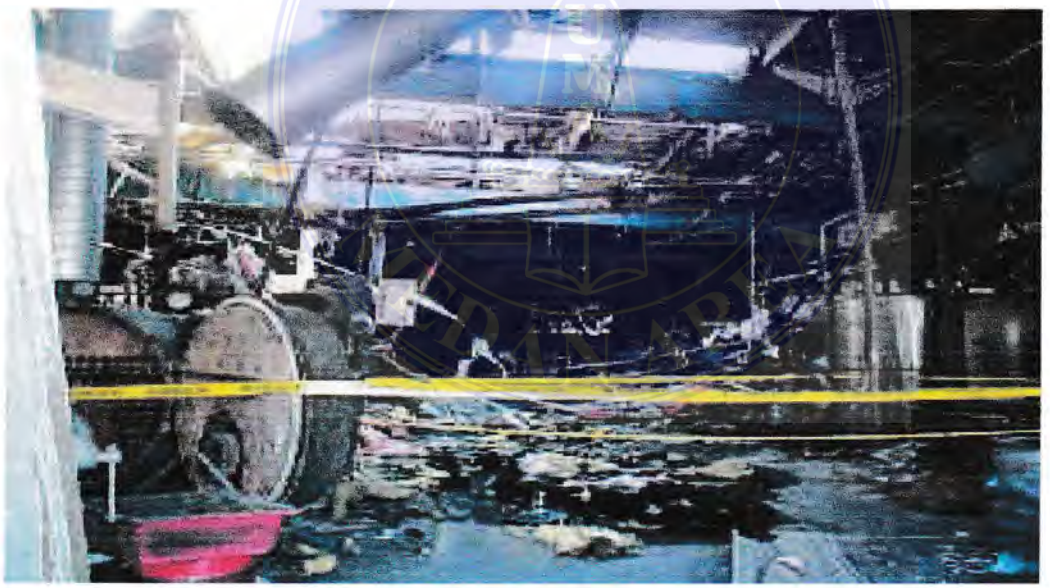
Secara umum ketel uap memiliki resiko yang bermacam-macam , sesuai dengan jenis ketel , tekanan kerja , bahan bakar dan masih banyak lagi , akan tetapi penulis disini membagi kegagalan utama ketel uap dibagi menjadi tiga bagian diantaranya adalah kegagalan yang disebabkan oleh faktor perencanaan , kegagalan yang disebabkan oleh faktor operasional dan kegagalan yang disebabkan oleh faktor perawatan .

Yang dimaksudkan dengan kegagalan faktor perencanaan adalah kesalahan perhitungan pada saat merencanakan pembuatan ketel uap , mulai dari perhitungan kapasitas terhadap luas permukaan yang terkena paparan panas dari proses pembakaran sehingga akselerasi dan pencapaian kapasitas terencana tidak bisa dicapai , resikonya hanya berdampak pada performa ketel uap saja.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Kegagalan perencanaan berikutnya adalah kesalahan perhitungan kekuatan konstruksi ketel uap , proses ini cukup jarang terjadi karena seluruh material yang akan digunakan untuk membuat suatu ketel uap harus mendapatkan ijin dan sertifikat dari badan pengawas yang berwenang . bahkan dalam proses pengerjaanyapun juga harus ada inspeksi . pekerja yang melakukan pekerjaan kostruksi juga harus memiliki sertifikat dibidang pembuatan ketel uap dan finalisasinya harus dilakukan test tekan dingin dengan tinggi tekanan 150% dari tekanan kerja terencana dari ketel uap tersebut . Karena dampak dari kegagalan ini bisa menimbulkan kecelakaan yang sangat fatal yaitu meledaknya ketel uap tersebut . berikut ini kami berikan gambar akibat dari ledakan ketel uap yang diakibatkan oleh kegagalan perencanaan (Gambar I.3)



Gambar I.3

Dari gambar diatas bisa dibayangkan betapa dahsyatnya ledekan dan daya rusak yang ditimbulkan oleh ketel uap .

Kegagalan yang diakibatkan oleh faktor operasional diantaranya adalah sering terjadi pada ketel uap bergerak , maksudnya adalah ketel uap yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

digunakan dalam bidang transportasi kapal laut dan perkeretaapian . akan tetapi saat ini sudah cukup jarang penggunaan ketel uap untuk keperluan tersebut karena dinilai kurang efisien dan banyak kendala terutama dalam penyediaan bahan bakar dan air umpanya . Kegagalan yang diakibatkan oleh faktor operasional yang lainya adalah diakibatkan oleh sarana pendukung lainya diantaranya kegagalan sistim kelistrikan dan hard ware yang lainya yang sering kali kurang dipahami oleh operator ketel uap tersebut . dampak dari kegagalan ini adalah rusaknya bagian yang terkena radiasi pembakaran secara langsung sehingga juga bisa menimbulkan pecahnya bagian tersebut .

Yang dimaksud dengan kegagalan yang disebabkan oleh faktor perawatan ini adalah sesuatu yang sangan komplek dan sangat depengaruhi oleh kualitas sumber daya manusianya . sebagai pembangkit energi utama dalam suatu persusahaan , ketel uap memerlukan perhatian yang secara mendetail sehingga diperlukan pengambilan sampling air secara berkala dengan interval waktu yang relatif pendek , yaitu minimal satu hari dua kali pengambilan sampel air untuk dianalisa kelayakanya . Selain daripada itu , secara teknis juga dilakukan pengamatan secara rutin yang harus dimaksukkan kedalam check list kegiatan pengamatan , mulai dari ketersediaan air baku , stock air umpan didalam feed tank, test fungsi safety valve , blow down dan masih banyak lagi yang lainya .

Dari kondisi diatas yang paling sering terabaikan adalah kondisi kualitas air yang memang memerlikan peralatan laboratorium mini untuk mendeteksi unsur-unsur yang terkandung didalam air yang ada disistim ketel uap tersebut . pekrejaan ini tidak mudah sehingga diperlukan uperator yang memiliki pengetahuan soal

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

kualitas air dan memiliki konsistensi untuk melakukan test-test yang kadang terasa mebosankan dan terkesan tidak ada manfaatnya .

Berikut ini penulis melampirkan data gambar (Tabel I.2) yang dikutip dari NATIONAL BOARD INCIDENT REPORT USA 2001 mengenai kegagalan ketel uap yang selanjutnya dijadikan rujukan dalam pembuatan karya tulis ini .

DATA POWER BOILER & LOW PRESSURE BOILER

Tabel I.2 Kegagalan ketel uap

Safety Valve	4	0	0
OBJECT EXPERIENCING INCIDENT	ACCIDENTS	INJURIES	DEATHS
Water Condition	161	3	0
Limit Controls	8	0	0
Improper Installation	2	0	0
Improper Repair	1	0	0
Faulty Design or Fabrication	2	0	0
Operator Error or Poor Maintenance	82	50	7
Burner Failure	29	2	0
Unknown/Under Investigation	7	1	0
SUBTOTALS	296	56	7

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa faktor kondisi air dan faktor kesalahan operator memegang peranan yang singnifikan sehingga penulis menganggap perlu mengangkat permasalahan tersebut kedalam bentuk karya tulis ini dengan harapan bisa membantu menambah wawasan dan ilmu pengetahuan .

Sekecil apapun kesalahan yang bisa berujung terjadinya kecelakaan kerja haruslah dijadikan parameter untuk pemeliharaan ketel uap . Sudah banyak sekali kecelakaan-kecelakaan yang menimbulkan kerugian material dan korban jiwa . dan diharapkan diwaktu-waktu yang akan datang tidak terjadi lagi kecelakaan kerja yang diakibatken oleh ketel uap .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

I.3. TUJUAN PENELITIAN

I.3.1. ASPEK EKONOMI .

Dilihat dari aspek ekonominya , pengolahan air umpan ketel uap memiliki perbedaan yang mendasar bila dibandingkan dengan untuk kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan indutri yang bukan untuk ketel uap , sehingga biaya yang dikeluarkan juga jauh lebih besar bila dihitung berdasarkan per kubik airnya. Untuk kebutuhan rumah tangga dan industrin selain farmasi secara umum hanya memerlukan kejernihan , tidak berasa , tidak berbau dan tidak beracun dengan pH berkisar anatra 6,5-8,5 . yang dimaksud pH adalah merupakan suatu ekpresi dari konsentrasi ion hidrogen (H) di dalam air. Besarannya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H. Sebagai contoh, kalau ada pernyataan pH 6, itu artinya konsentrasi H dalam air tersebut adalah 0.000001 bagian dari total larutan, jikalau pH 5, maka artinya konsentrasi H dalam air terebut adalah 0,00001 bagian dari total larutan. Kadang untuk untuk memudahkan aplikasi dilapangan juga biasa disebutkan dengan tingkat keasaman air . Sedangkan air untuk kebutuhan ketel uap bukan hanya seperti ketentuan diatas saja , melainkan masih ada banyak lagi parameter yang harus dipenuhi yang selanjutnya bisa dikatakan layak untuk konsumsi air umpan ketel uap . begitu juga sebaliknya , air yang sudah diolah untuk keperluan ketel uap juga tidak layak untuk konsumsi manusia dikarenakan beberapa mineral yang dibutuhkan oleh tubuh sudah tidak terkandung lagi dalam air umpan ketel uap ini .

Berikut ini kami cantumkan peraturan undang-undang yang mengatur kebutuhan air rumah tangga khususnya untuk air minum. Dalam UU Kesehatan No. 23 tahun 1992 ayat 3 disebutkan, air minum yang dikonsumsi harus

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

memenuhi persyaratan kualitas maupun kuantitas. Persyaratan itu tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) NO. 146 tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Parameter kualitas air bersih yang ditetapkan dalam PERMENKES 416/1990 terdiri atas parameter fisik, parameter kimiawi , parameter microbiologi . dengan parameter tersebut , air ini dapat diperoleh hanya dengan membuat sumur ataupun pengolahan air sungai dengan sistim pengendapan , penyaringan dan pencampuran bahan kimia berupa tawas dan kaporit .

Untuk kebutuhan bahan baku air umpan ketel uap bisa didapatkan dengan lebih mudah tergantung sumber daya alam yang ada disekitar ketel uap tersebut dipasang . mulai dari air laut , air sungai , air danau dan ataupun air sumur . dari masing-masing sumber bahan baku tersebut diatas memerlukan perlakuan yang berbeda dikarenakan kandungan terlarutnya juga berbeda-beda .

Berikut ini kami lampirkan data (tabel I.3) standard air yang layak untuk kebutuhan air baku ketel uap sehingga juga bisa menjaga kondisi internal ketel uap tetap bersih .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Tabel I.3 Standard kualitas air baku

Bersifat Fisika		
Problem	Description	Solving Problem
- Kekeruhan / Turbidity	Masalah air yang umumnya disebabkan karena air mengandung banyak kotoran-kotoran yang bersifat kasar, seperti lumpur, tanah, pasir, dsb.	♦ Multimedia Sand Filter. ♦ Sand Filter.
- Bau / Odor	Air yang bila kita cium berbau, bebau tidak sedap seperti bau lumpur, bau besi/karat, bau telur busuk dan bau kaporit.	♦ Carbon Filter. ♦ Iron Filter.
- Ber-warna	Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan air berwarna,umumnya dikarenakan mengandung zat besi-Fe, mangan-Mg, atau lumpur.	♦ Multimedia Sand Filter. ♦ Iron Filter

Dari data diatsa tampak sangat berbeda sekali bila dibandingkan untuk kebutuhan rumah tangga dan industri non farmasi . dengan demikian unruk mendapatkan kualitas air seperti pada data diatas memerlukan perlakuan dan biaya yang jauh lebih besar .

I.3.2. ASPEK GEOLOGI

Seperti sudah disinggung mengenai bahan baku pada sub bagian diatas , faktor ketersediaan bahan baku untuk keperluan ketel uap haruslah memadai dalam skala volume sesuai dengan kebutuhan sehingga aspek geologi memiliki peranan sengat penting . karena salah satu kunci sukasenya kelangsungan operasional ketel uap juga tergantung dari kecukupan bahan baku untuk air umpan tersebut . didalam karya tulis ini penulis mengatakan bahwa terhentinya bahan baku air ini bisa menghentikan seluruh operasional ketel uap dengan kata lain juga menghentikan kegiatan produksi suatu perusahaan . Ketersediaan bahan baku air tersebut jumlah minimalnya adalah mampu untuk dipakai 2x24 jam operasional ketel uap secara normal . Kenapa demikian ?, karena ketel uap yang sedang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

operasional tidak bisa diberhentikan (shut down) secara mendadak yang diakibatkan oleh habisnya air umpan tersebut . diperlukan waktu sampai 24 jam dengan kondisi air yang tersedia penuh didalam sistim ketel uap tersebut, hal tersebut untuk menhindari kerusakan ketel uap yang diakibatkan oleh terjadinya pemanasan dibagian tertentu oleh sisa energi dari ruang pembakaran yang masih tersisa .

Didalam pelaksanaanya , masing-masing jenis bahan baku air yang tersedia memerlukan perlakuan awal (pretreatment) yang berbeda juga sehingga hal tersebut juga menjadi perhatian perusahaan didalam perhitungan rencana pembiayaan operasionalnya serta dukungan teknisnya .

Kami ambil contoh ketel uap untuk power plant PLTU milik PLN yang mayoritas penempatan lokasinya berada dipinggir pantai , diantaranya PLTU Paiton , PLTU Pacitan , PLTU Sicanang dan lain sebagainya . selain itu juga ada alasan lain mengapa harus dibangun dipinggir pantai adalah untuk memudahkan transportasi bahan bakar menjadi lebih mudah . hal tersebut bisa dilihat pada gambar I.4 dibawah ini .

Gambar I.4

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

I.3.3. ASPEK KEAMANAN & KESELAMATAN.

Dengan didapatnya kualitas air untuk umpan ketel uap yang memenuhi prsyaratan , maka aspek keamanan dan keselamatan lingkungan kerja juga menjadi lebih terjamin . seperti yang tertera dalam tabel data I.1 memperlihatkan kecelakaan yang diakibatkan oleh kondisi air memegang rekor paling tinggi , sehingga permasalahan ini harus dikupas dengan lebih mendalam sehingga bisa menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa sebelum memasuki dunia kerja khususnya dibidang ketel uap ini .

Segala resiko yang mengakibatkan kerugian material , finansial dan keselamatan pekerja harus menjadi skala prioritas dalam segala bidang . Ada lagi yang juga takkalah pentingnya adalah keamanan terhadap lingkungan alam sekitarnya (enviromental) dengan tujuan untuk melindungi unsur hayati yang saat ini sedang digalakkan demi kelangsungan hidup generasi yang akan datang .

Dalam pengolahan air umpan untuk ketel uap ini pasti menghasilkan suatu limbah , akan tetapi dengan menejemen yang bagus diharapkan limbah tersebut tidak mencemari lingkungan yang berdampak dalam jangka panjang . dengan demikian bentuk pengolahan airnya bisa didesain dengan pilihan yang paling mendekati ramah lingkungan .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

I.4. MANFAAT PENELITIAN

Karya tulis yang harus dibuat oleh mahasiswa untuk melengkapi studi jenjang S1 harus memiliki manfaat dan dasar ilmiah yang bisa dibuktikan sehingga isi dari karya tulis tersebut juga harus mengandung manfaat yang antara lain sebagai berikut .

I.4.1. MANFAAT AKADEMIS.

Secara akademis penelitian ini kami harapkan bermanfaat sebagai bahan kajian dalam menambah khasanah ilmu pengetahuan dibidang pengolahan air yang khususnya untuk kebutuhan ketel uap terutama mengenai dampak yang ditimbulkan dari proses ini . dalam melakukan penelitian ini penulis mengambil sampel dari salah satu perusahaan yang dengan keterbatasan waktu dan metode pengujian sampel sederhana . dasar perhitunganya juga masih cukup sederhana dengan sasaran aplikasi pada ketel uap tekanan kerja 5,5Kg/Cm² dengan kapasitas produksi uap 10ton/jam dan temperaturnya berkisar 130°C .

Tingkat urgensi pengolahan air ketel uap ini sangatlah tinggi dikarenakan hampir semua ketel uap beroperasi 24Jam/hari dengan durasi wakti 350Hari dalam setahun . selama masa operasi ini sangat diharapkan tidak terjadi trouble yang dapat berakibat terhadap berhentinya operasi perusahaan tersebut .

I.4.2. MANFAAT PRAKTIS.

Diharapkan karya tulis ini memiliki manfaat langsung yang bisa diaplikasian disektor industri yang berkaitan erat dengan pengolahan air , Kami berharap kiranya diwaktu yang akan datang akan ada inovasi-inovasi dari Mahasiswa berikutnya yang berkaitan dengan pengolahan air dimana krisis air

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

bersih pada saat ini sudah diambang waktu. Bukan berhenti disini , karena sebagian sistim yang akan kami jabarkan berikut ini bisa diaplikasikan untuk pemenuhan kebutuhan air rumah tangga yang saat ini indexnya mencapai 0.25m³/orang/hari .

Selain itu, penulis berharap bisa berbagi ilmu pengetahuan yang telah kami miliki kepada sesama mahasiswa jurusan teknik agar memiliki pengetahuan dasar sehingga pada saat harus berhadapan dengan dunia kerja sudah memiliki kemampuan dan profesionalisme sehingga menjadi tenagakerja yang mandiri dan mapu berkompetisi .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

II.1. PENGENALAN KETEL UAP

Ketel uap merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan steam (uap) dalam berbagai keperluan. Air di dalam ketel uap dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar (sumber panas lainnya) sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke air yang mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap. Air yang lebih panas memiliki berat jenis yang lebih rendah dibanding dengan air yang lebih dingin, sehingga terjadi perubahan berat jenis air di dalam ketel uap. Air yang memiliki berat jenis yang lebih kecil akan naik, dan sebaliknya air yang memiliki berat jenis yang lebih tinggi akan turun ke dasar. (Djokosetyardjo,,M.J.1990)

Sistem ketel uap terdiri dari: sistem air umpan, sistem uap dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk ketel uap secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam ketel uap. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, aliran 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 yang dipakai pada ketel uap tersebut .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

II.2. SUMBER DAYA AIR

Pengamatan lapangan dan study literatur memberikan gambaran bahwa produktifitas akuifer pada masing-masing satuan formasi batuan memiliki sistim yang berbeda-beda. Walaupun hanya sebagian kecil yang mempunyai sifat sebagai akuifer dengan kandungan air tanah layak dimanfaatkan (Bishop 1987).

Kondisi geologi terutama struktur dan morfologi, merupakan faktor pengontrol susunan akuifer tersebut yang akhirnya akan mempengaruhi sifat air tanahnya (Hadipuwoko dkk. 1990).

Pencemaran air dapat menjadi makin luas tergantung dari kemampuan badan air menerima polutan untuk mengurangi kadar poliutan secara alami. Apabila kemampuan badan air tersebut rendah dalam mereduksi kadar polutan, maka akan terjadi akumulasi polutan dalam air sehingga badan air akan menjadi tropic. Dampak terhadap badan air, limbah industri, dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Sugiharto, 1987);

- Zat organik terlarut.

  Hal tersebut diatas dapat menyebabkan menurunya kadar oxigen terlarut dalam badan air sehingga badan air tersebut mengalami kekurangan oxygen yang sangat diperlukan oleh kehidupan (aquatic life) dan menyebapkan menurunya kualitas badan air tersebut . akan tetapi apabila kondisi air tersebut akan digunakan untuk keperluan air umpan ketel uap , justru tingginya oxygen terlarut (TDG) sangat tidak dikehendakai (Robert J. Kodoatie & Roestam Sjarief. 2012).

- Zat padat terlarut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Pengendapan zat padat ini didalam dasar badan air akan mengganggu kehidupan didalam badan air tersebut. Juga endapan solid didasar badan air akan mengalami dekomposisi yang menyebabkan menurunya kadar oxygen terlarut dan menimbulkan reaksi yang dapat mengakibatkan bau tidak sedap . sementara standard air untuk kebutuhan air umpan ketel uap tidak diijinkan adanya zat padat terlarut (TDS) yang sangat berdampak buruk terhadap kelangsungan operasional ketel uap (Robert J. Kodoatie & Roestam Sjarief. 2012).

II.3. AIR UMPAN KETEL UAP

Air yang digunakan pada proses pengolahan untuk air umpan ketel uap diperoleh dari air sungai, air waduk, sumur bor dan sumber mata air lainnya. Kualitas air tersebut tidak sama walaupun menggunakan sumber air sejenis, hal ini dipengaruhi oleh lingkungan asal air tersebut. Sumber mata air sungai umumnya sudah mengalami pencemaran oleh aktivitas penduduk dan kegiatan industri, oleh sebab itu perlu dilakukan pemurnian (Santika,Sri.1984).

Air umpan ketel uap harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan agar tidak menimbulkan masalah-masalah pada pengoperasian ketel uap yang berkesinambungan. Air tersebut harus bebas dari mineral-mineral yang tidak diinginkan serta pengotor-pengotor lainnya yang dapat menurunkan efisiensi kerja dari ketel uap.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Air umpan ketel uap harus memenuhi prasyarat tertentu seperti yang diuraikan dalam tabel II.1 di bawah ini :

Tabel II.1 standard air umpan ketel

PARAMETER	UNIT	TEKANAN RENDAH <50 BAR	TEKANAN TINGGI >50 BAR	KONTROL
pH		7 - 8	8	
P. Alkalinity	ppm, $CaCO_3$	0	0	
M. Alkalinity	ppm, $CaCO_3$	Max. 150	Max. 10	
Total Hardness	ppm, $CaCO_3$	Max. 5	0	Softener
Ca. Hardness	ppm, $CaCO_3$	Max. 3	0	
Mg. Hardness	ppm, $CaCO_3$	Max. 2	0	
Chloride	ppm, Cl	< 80	0	Demin
Silica	ppm, SiO_2	Max. 40	0.2	Demin
T.D.S	Ppm	Max. 300	Max. 10	Demin, R/O
Oksigen	ppm O_2	Max. 2.0	0	Deaerator, Chemical

II.4. MASALAH PADA KETEL UAP

Suatu ketel uap atau pembangkit uap yang dioperasikan tanpa kondisi air yang baik , cepat atau lambat akan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan kinerja dan kualitas dari sistem pembangkit uap. Banyak masalah-masalah yang ditimbulkan akibat dari kurangnya penanganan dan perhatian khusus terhadap penggunaan air umpan ketel uap tersebut.

Akibat dari kurangnya penanganan terhadap air umpan boiler akan menimbulkan masalah-masalah sebagai berikut :

1. Pembentukan kerak
2. Peristiwa korosi
3. Pembentukan deposit

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

4. Terjadinya terbawanya air dalam uap (steam carryover)

Berikut ini akan kamu uraikan secara singkat mengenai masalah yang terangkum diatas sebagai berikut.

II.4.1. PEMBENTUKAN KERAK

Terbentuk kerak pada dinding ketel uap terjadi akibat adanya mineral-mineral pembentukan kerak, misalnya ion-ion kesadahan seperti Ca2+dan Mg2+dan akibat pengaruh gas penguapan. Disamping itu pula dapat disebabkan oleh mekanisme pemekatan didalam ketel uap karena adanya pemanasan. Jenis-jenis kerak yang umum dalam ketel uap adalah kalsium sulfat, senyawa silikat dan karbonat. Zat ini dapat membentuk kerak yang keras dan padat sehingga bila lama penanganannya akan sulit sekali untuk dihilangkan. Silika diendapkan bersama dengan kalsium dan magnesium sehingga membuat kerak semakin keras dan semakin sulit untuk dihilangkan (Gaffert,Gustaf A. 1974).

Kerak yang menyelimuti permukaan penghantar panas didalam ketel uap berpengaruh terhadap perpindahan panas pada permukaan dinding pemanas dan menunjukkan dua akibat utama yaitu berkurangnya panas yang dipindahkan dari dapur pembakaran melalui media pipa ke air yang mengakibatkan meningkatkan temperatur dinding pipa penghantar panas, dan berakibat menurunnya efisiensi ketel uap tersebut.

Untuk mengurangi terjadinya pembentukan kerak pada dinding ketel uap dapat dilakukan pencegahan-pencegahan sebagai berikut :

- Mengurangi jumlah mineral dengan pengolahan air (water treatment).
- Melakukan blowdown secara benar .
- Memberikan bahan kimia anti kerak (internal treatment).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Zat terlarut dan tersuspensi yang terdapat pada semua air baku dapat dihilangkan/dikurangi pada proses pra-treatment (pengolahan awal) yang terbukti ekonomis. Penanggulangan kerak yang sudah ada dapat dilakukan dengan cara (Gaffert,Gustaf A. 1974).

- On-line cleaning yaitu pelunakan kerak-kerak lama dengan bahan kimia selama ketel uap beroperasi normal.

- Off-line cleaning (acid cleaning) yaitu melarutkan kerak-kerak lama dengan asam-asam khusus tetapi ketel uap harus berhenti beroperasi.

- Mechanical cleaning : dengan sikat, pahat, scrub, dan lain-lain.

II.4.2. TERJADINYA KOROSI.

Korosi dapat disebabkan oleh oksigen dan karbon dioksida yang terlarut didalam air umpan yang masuk kedalam ketel uap serta terbawa oleh uap sehingga bereaksi dengan Fe. Korosi merupakan peristiwa logam kembali kebentuk asalnya di alam misalnya besi menjadi oksida besi, alumunium dan lain-lain. Peristiwa korosi dapat terjadi disebabkan oleh :

- Gas-gas yang bersifat korosif seperti O_2, CO_2, H_2S.
- Kerak dan deposit.
- Perbedaan logam (korosi galvanis).
- pH yang terlalu rendah dan lain-lain.

Jenis korosi yang dijumpai pada ketel uap dan sistem uap adalah general corrosion, pitting corrosion (terbentuknya lubang) dan embrittlement corrosion (peretakan baja). Adanya gas yang terlarut, oksigen dan karbon dioksida pada air umpan ketel uap adalah penyebab utama general corrosion dan pitting corrosion (tipe oksigen elektro kimia dan differensial). Kelarutan gas-gas ini di dalam air

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

umpan ketel uap menurun jika suhu naik. Kebanyakan oksigen akan memisah pada ruang uap, tetapi sejumlah kecil residu akan tertinggal dalam larutan atau terperangkap pada kantong-kantong atau dibawah deposit, hal ini dapat menyebabkan korosi pada logam-logam ketel uap. Karena itu penting untuk melakukan proses deoksigenasi air umpan ketel uap.

Jumlah rata-rata korosi atau serangan elektrokimia akan naik jika nilai pH air menurun. Selain itu air umpan ketel uap akan dikondisikan secara kimia mencapai nilai pH yang relatif tinggi. Bentuk korosi yang tidak umum tetapi berbahaya adalah bentuk korosi embrittlement atau keretakan inter kristalin pada baja yang terjadi jika berada pada tekanan yang tinggi. Caustic embrittlement atau keratakan inter kristalin pada baja yang terjadi jika berada pada tekanan yang tinggi dan lingkungan kimia yang tidak sesuai. Caustic embrittlement terjadi pada sambungan penyumbat dan meluas pada ujung tabung dimana celah memungkinkan menjadi pemicu perkembangan suatu lingkungan caustic yang terkonsentrasi (Diilon,C.P. 1989).

Hidrogen embrittlement adalah bentuk lain dari retakan interkristalin yang terjadi pada tabung air ketel uap yang disebabkan tekanan tinggi dan kondisi temperatur yang tertentu. Untuk mengurangi terjadinya peristiwa korosi dapat dilakukan pencegahan sebagai berikut :

- Mengurangi gas-gas yang bersifat korosif.
- Mencegah terbentuknya kerak dan deposit dalam ketel uap.
- Mencegah korosi galvanis.
- Menggunakan zat yang dapat menghambat peristiwa korosif.
- Mengatur pH dan alkalinitas air umpan dan lain-lain.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

II.4.3. PROSES TERJADINYA DEPOSIT.

Deposit merupakan peristiwa penggumpalan zat dalam air umpan ketel uap yang disebabkan oleh adanya zat padat tersuspensi misalnya oksida besi, oksida tembaga dan lain-lain. Peristiwa ini dapat juga disebabkan oleh kontaminsi uap dari produk hasil proses produksi. Sumber deposit didalam air seperti garam-garam mineral yang terlarut dan zat padat yang tersuspensi didalam air umpan ketel uap. Pemanasan ketel uap dengan adanya zat tersuspensi dalam air pada sistim ketel uap menyebabkan mengendapnya sejumlah muatan yang menurunkan daya kelarutan , jika temperaturnya dinaikkan. Hal ini menjelaskan mengapa kerak dan sludge (lumpur) terbentuk. Kerak merupakan bentuk deposit-deposit yang tetap berada pada permukaan dinding ketel uap sedangkan sludge merupakan bentuk deposit-deposit yang tidak menetap atau deposit lunak. (Milton, J.H. 1990).

Pada ketel bertekanan tinggi, silika yang terbawa pada uap mudah mengendap dan dapat membentuk kerak yang dapat mengganggu dan menyulitkan pada operasional turbin . Pencegahan – pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya peristiwa deposit dapat dilakukan diantaranya dengan :

- Meminimalisasi masuknya mineral-mineral yang dapat menyebabkan deposit seperti oksida besi, oksida tembaga dan lain – lain.
- Mencegah korosi pada sistem kondensat dengan proses netralisasi (mengatur pH 8,2 – 9,2) dapat juga dilakukan dengan mencegah terjadinya kebocoran udara pada sistem kondensat.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

- Mencegah kontaminasi uap dan selanjutnya menggunakan bahan kimia untuk mendispersikan mineral-mineral penyebab deposit.

Penanganan dan Penanggulangan terjadinya deposit yang telah ada dapat dilakukan dengan acid cleaning, online cleaning, dan mechanical cleaning.

II.4.4. KONTAMINASI UAP.

Ketika air didalam ketel uap mengandung garam mineral terlarut dan zat tersuspensi dengan konsentrasi yang tinggi, ada kecendrungan baginya untuk membentuk busa secara berlebihan sehingga dapat menyebabkan peristiwa carry over, sehingga zat-zat padat dan cairan pengotor berpeluang besar untuk terikut kedalam uap yang dihasilkan.

Steam carryover terjadi jika mineral-mineral dari dalam ketel uap ikut keluar bersama dengan uap ke alat-alat seperti superheater, turbin, dan lain-lain. Kontaminasi-kontaminasi ini dapat diendapkan kembali pada sistem uap dengan cara dimasukkan kedalam kesistem super heater sehingga zat-zat itu tidak akan mengontaminasi proses selanjutnya.

Peristiwa carryover sendiri dapat dihindari dengan menahan zat-zat padat terlarut pada air boiler dibawah tingkatan parameter tertentu melalui suatu analisa sistematis dan kontrol pada pemberian zat-zat kimia dan blowdown yang terukur.

II.5. LANDASAN TEORI.

Memproduksi uap yang berkualitas tergantung pada pengolahan air yang benar untuk mengendalikan kemurnian uap, endapan dan korosi. Sistim pengolahan air merupakan bagian dari sistim ketel uap yang menerima semua bahan pencemar dari sistim didepannya. Kinerja ketel uap, efisiensi, dan umur

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

layanan merupakan hasil langsung dari pemilihan dan pengendalian air umpan yang digunakan dalam ketel uap tersebut.

Jika air umpan masuk ke ketel uap, kenaikan suhu dan tekanan menyebabkan komponen air memiliki sifat yang berbeda. Hampir semua komponen dalam air umpan dalam keadaan terlarut. Walau demikian, dibawah kondisi panas dan tekanan hampir seluruh komponen terlarut keluar dari larutan sebagai padatan partikular, kadang-kadang dalam bentuk kristal dan pada waktu yang lain sebagai bentuk amorph. Jika kelarutan komponen spesifik dalam air terlewati, maka akan terjadi pembentukan kerak dan endapan. Air ketel uap harus cukup bebas dari pembentukan endapan padat supaya terjadi perpindahan panas yang cepat dan efisien dan harus tidak korosif terhadap logam ketel uap.

Ada beberapa cara pengolahan air baku dari sumber air asal yang sesuai untuk mengisi ketel uap, yaitu :

II.5.1. PROSES PRESIPITASI & KOAGULASI.

Proses presipitasi ialah proses dimana partikel-partikel yang terdapat di dalam air dipisahkan dengan menambahkan bahan anorganik ataupun organik yang mempercepat peristiwa agretasi dari partikel menjadi agregat yang lebih besar dari semula. Pada proses ini ada dua macam bahan kimia yang digunakan ialah ion-ion logam seperti aluminium atau besi, yang mana dapat menghidrolisa dengan cepat untuk membentuk presipitat yang tidak dapat melarut, dan dengan menggunakan zat organik polyelektrolite alami ataupun sintetis yang mana dapat mengadsorbsi dengan cepat patikel-partikel. Kedua zat kimia yang dipakai di atas ditujukan untuk mempercepat proses terjadinya agregat-agregat partikel,

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

kemudian agregat-agregat ini dipisahkan dari air secara fisika yaitu pengendapan secara gravitasi, flotasi, atau filtrasi.

Koagulasi adalah peristiwa penggumpalan partikel-partikel yang terdapat di dalam air. Untuk melakukan proses ini kita memerlukan zat penggumpal, dimana zat yang ditambahkan harus merupakan zat yang tak dapat larut dalam air dan juga merupakan penyerap yang kuat. Proses penggumpalan ini tidak dapat dilakukan secara pasti, semuanya dilakukan secara empiris karena perbandingan jumlah zat penggumpal dan jumlah partikel yang harus digumpalkan tidak dapat diketahui secara pasti.

II.5.2. PEMISAHAN SECARA GRAVITASI.

Proses gravitasi adalah proses yang paling banyak dipergunakan dan juga yang telah dikenal lama oleh masyarakat. Suspensi-suspensi partikel lebih berat dari partikel air, cenderung untuk mengendap pada dasar sebagai akibat dari gaya gravitasi di dalam proses sedimentasi. Partikel yang lebih ringan dari air akan mengapung ke atas. Tetapi biasanya partikel-partikel pada air itu lebih berat dari air sehingga proses ini adalah proses yang paling banyak dipakai. Pemisahan sedimentasi dari bahan-bahan tersuspensi dalam air merupakan proses yang paling murah, dan mempergunakan energi yang sedikit. Secara konsep merupakan hal yang mudah tetapi sering menantang para insinyur kepada disain tempat penampung air.

II.5.3. FILTRASI.

Filtrasi adalah unit proses yang secara luas dipergunakan pada pengolahan air dan air buangan bagi pemisahan partikel material yang biasanya ditemukan di dalam air. Di dalam proses ini air melewati sebuah medium filter. Partikel-partikel

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

akan berakumulasi pada permukaan medium atau terkumpul dan mengendap di dalam filter. Filter sudah sejak lama ditemukan sebagai alat yang efektif untuk memisahkan partikel segala ukuran bahkan termasuk alga, virus dan lain-lain.

II.5.4. ADSORBSI.

Adsorbsi adalah proses yang melibatkan proses kimia dan fisika, dimana substansi terakumulasi diantara dua fase. Tujuannya adalah mengadsorbsi larutan terjadi sewaktu zat-zat pengotor dalam air terakumulasi pada keadaan padat cair. Adsorbat adalah substansi yang akan dipisahkan dari fase cair ke interface. Adsorbent adalah fase padat yang terakumulasi. Adsorbsi dari pengenceran larutan dengan air terjadi sewaktu konsentrasi adsorbat dalam air cukup kecil untuk diasumsikan ideal. Pada kasus yang terbatas ini, hukum Henry menyatakan : tekanan partial dari adsorbat sebanding dengan fraksi molnya dan rasio aktifitas adsorbat dengan konsentrasinya adalah sama secara keseluruhan. (M.Montgomery, James. 1985)

II.5.5. DEMINERALISASI & DEGASIFIER.

Demineralisasi adalah suatu proses yang berfungsi untuk membebaskas air baku dari garam-garam mineral yang berpotensi untuk menjadi karek dan lumpur didalam sistim ketel uap diantaranya adalah berfungsi untuk membebaskan air dari unsur-unsur silika, sulfat, chloride (klorida) dan karbonat dengan menggunakan suatu media yang disebut resin.

Degasifier adalah suatu proses yang berfungsi untuk menghilangkan gas-gas terlarut dari air yang akan digunakan untuk mengisi sistim ketel uap , gas terlarut tersebut diantaranya O_2 dan CO_2.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

II.5.6. INTERNAL TREATMENT.

Internal treatment (pengolahan didalam ketel uap) adalah suatu proses dimana air umpan yang dimasukkan kedalam sistim ketel uap diberikan kimia dengan dosis tertentu dengan tujuan untuk membentuk suatu lapisan pelindung yang sangat tipis pada dinding dan pipa ketel uap, selain itu internal treatment juga berfungsi untuk mengikat garam mineral yang masih terbawa kedalam ketel uap agar tidak menjadi kristal yang berpotensi menjadi kerak .

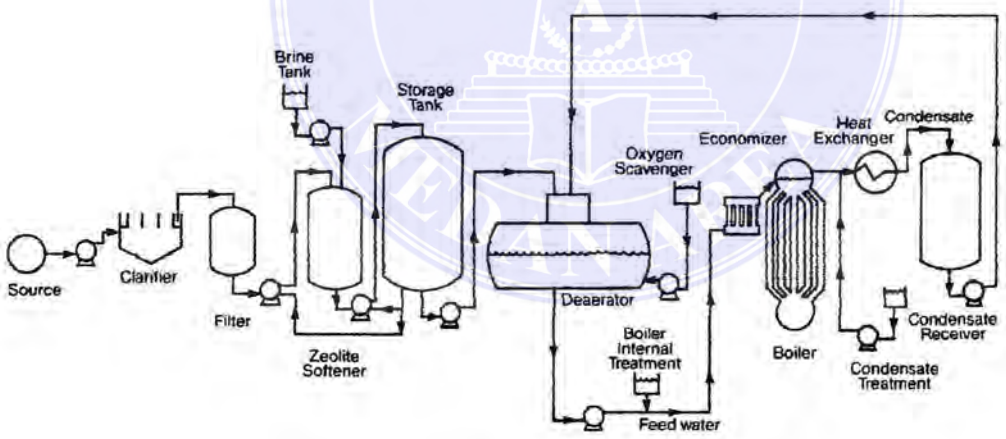
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

BAB III
METODE PENELITIAN

Didalam bab ini , penulis akan membeberkan secara lebih detail sistim pengolahan air yang dikhususkan untuk keperluan pengisian ketel uap . proses ini tidaklah sederhana , diperlukan analisa analisa yang sangat mendetail dan diperlukan waktu yang juga relatif lama .

Berikut ini kami gambarkan (Gambar III.1) flow chart dalam proses pengolahan air untuk umpan ketel uap yang berada pada salah satu perusahaan dimana penulis melakukan riset. Sistim ini juga belum bisa dikatakan baku dikarenakan terkait dengan perkembangan teknologi yang juga menyentuh aspek pengolahan air .



Gambar III.1 Flow Chart sistim ketel uap

Air yang disuplai ke ketel uap untuk dirubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah: (1) Kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan (2) Air makeup (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang ketel uap dan plant proses. (www.energyefficiencyasia.org, tgl akses 15 Mei 2007)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

III.1. SOURCE.

Source pada diagram diatas adalah merupakan sumber bahan baku air yang berasal dari sumur bor dalam (deep well) dengan diameter chasing 8" dengan kedalaman 150 meter . pompa air yang dipasang type submersible dengan daya 10Hp dan dipasang pada kedalaman 60 meter dari permukaan tanah, debit yang dihasilkan sebesar 20m³/jam .

Kapasitas tersebut sangat berlabih bila hanya digunakan untuk kebutuhan ketel uapnya , sehingga kelebihanya digunakan untuk kebutukan lain-lain termasuk untuk mensuplay tandon air untuk keperluan hydrant.

Karakteristik air sumur yang dihasilkan tersebut terlampir sepertin pada Tabel III.1 berikut ini .

Tabel III.1 Karakteristik air sumur

NO	CHARACTERISTICS	UNIT	RESULT	METHODS
	PHYSICAL			
1	Colour	Pt.Co	1.30	Colorimetric
2	Total Dissolved Solid	mg/l	38.5	Electrometric
3	E. Conductivity	Us/cm	84.4	Electrometric
4	Suspended Solid	mg/l	6	Gravimetric
	CHEMICAL			
1	pH		5.88	Electrometric
2	Sulfate (SO_4)	mg/l	0.90	Turbidimetric
3	Chloride (Cl)	mg/l	8.51	Argentometric
4	Silica (SiO_2)	mg/l	5.74	Colorimetric
5	Iron (Fe)	mg/l	0.04	A.A.S
6	Phosphate (PO_4)	mg/l	0.14	Colorimetric
7	Dissolved oxygen	mg/l	5.26	Electrometric
8	Surfactant as MBAS	mg/l	0.0	Colorimetric
9	P. Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	0	Titrimetric
10	Total Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	35.94	Titrimetric
11	Total Hardness as $CaCO_3$	mg/l	20.9	Titrimetric
12	Ca. Hardness as $CaCO_3$	mg/l	11.40	Titrimetric
13	Mg. Hardness as $CaCO_3$	mg/l	9.50	Titrimetric
14	M. Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	35.94	Titrimetric

III.2. CLARIFIER

Clarifier dalam diagram diatas berfungsi ganda , pertama adalah sebagai bak persediaan air baku dan yang kedua berfungsi sebagai tempat pengendapan kotoran yang terikut bersama air sumur yang meliputi pasir , lumpur dan lain

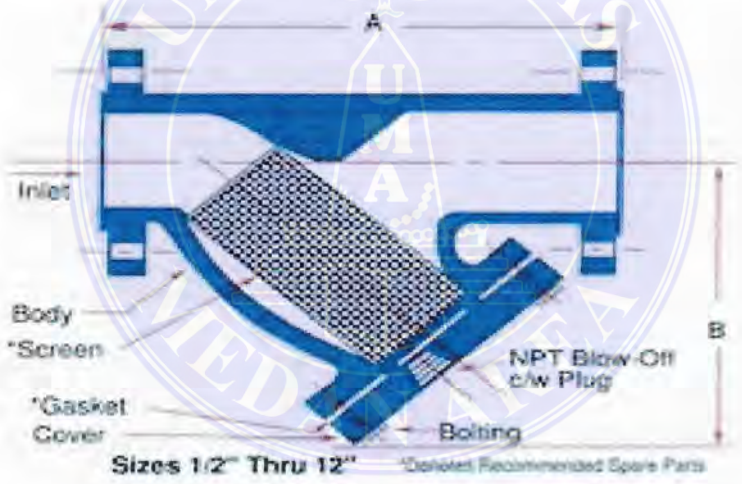
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

sebagainya . clarifier yang dipakai di tempat kami melakukan analisa berukuran dalam 4x12x3meter dengan volume air yang dapat ditampung sebanyak 144m³ . jumlah ini sangat cukup untuk membeckup kebutuhan ketel uap yang ada .

III.3. FILTER.

Sedangkan filter yang terpasang pada sistem yang ada hanya berupa strainer . alasan pemakaian filter yang ber jenis Y strainer dikarenakan air umpan yang digunakan bedasal dari sumur dalam dengan tingkat pencemaran yang relatif kefil . dan material yang kemungkinan terbawa dari unit clarifier untuk melewati strainer tersebut juga bisa diasumsikan nihil . berikut ini contoh gambar Y strainer (Gambar III.2).



Gambar III.2 Y Strainer

III.4.SOFTENER

Softener adalah merupakan alat penukar ion positif dan ion negatif sehingga air yang dihasilkan betul betul lunak dalam arti tidak ada lagi garam garam mineral yang bisa menyebapkan kerak dak korosi didalam ketel uap tersebut. Softener sendiri terdiri dari 2 unit pompa centrifugal , 2 unit tabung softener , 1 unit tangki air garam , 1 unit keran control untuk melakukan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

pengetesan kualitas airnya. Bentuk tabung softener seperti terlihat pada gambar III.3 dibawah ini.

Gambar III.3 Tangki softener

Pada sistim softener ini terdapat berbagai macam proses yang harus dilakukan diantaranya proses softening (pelunakan air) , proses beck wash , proses regenerasi dan prises rinsing . hal tersebut perlu dilakukan karena media softener yang berupa resin memiliki keterbatasan kemampuan menukar ion dan juga dimungkinkan terjadi konsentrasi lumpur.

Krakteristik air yang dihasilkan setelah melalu sistim softener tersebut sudah mengalami banyak perubahan khususnya pada kandungan total hardnesnya. Hal tersebut bisa dilihat dari hasil uji laboratorium pada Tabel III.2 berikut ini.

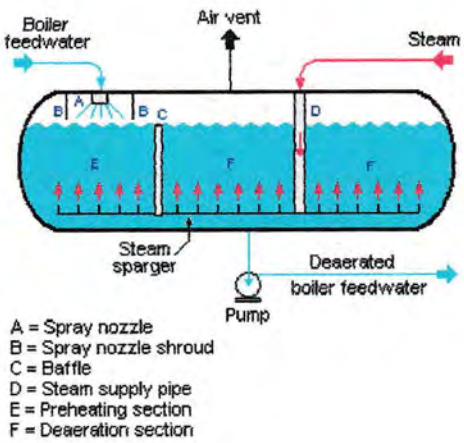
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Tabel III.2 parameter air softener

NO	CHARACTERISTICS	UNIT	RESULT	METHODS
	PHYSICAL			
1	Colour	Pt.Co	48.2	Colorimetric
2	Total Dissolved Solid	mg/l	62.8	Electrometric
3	E. Conductivity	Us/cm	139.5	Electrometric
4	Suspended Solid	mg/l	21	Gravimetric
	CHEMICAL			
1	pH		8.73	Electrometric
2	Sulfate (SO_4)	mg/l	9.73	Turbidimetric
3	Chloride (Cl)	mg/l	5.96	Argentometric
4	Silica (SiO_2)	mg/l	15.27	Colorimetric
5	Iron (Fe)	mg/l	0.98	A.A.S
6	Phosphate (PO_4)	mg/l	0.47	Colorimetric
7	Dissolved oxygen	mg/l	3.82	Electrometric
8	Surfactant as MBAS	mg/l	0.0	Colorimetric
9	P. Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	24.34	Titrimetric
10	Total Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	61.44	Titrimetric
11	Total Hardness as $CaCO_3$	mg/l	1.90	Titrimetric
12	Ca. Hardness as $CaCO_3$	mg/l	1.90	Titrimetric
13	Mg. Hardness as $CaCO_3$	mg/l	0.0	Titrimetric
14	M. Alkalinity as $CaCO_3$	mg/l	37.09	Titrimetric

III.5. DEARATOR

Storeg tank dan dearator dibuat menjadi satu kombinasi untuk menekan biaya investasi dan keterbatasan area , sehingga kapasitasnya dibuat mencapai 15m³. Tangki tersebut dipasang pada ketinggian 6 meter dengan tujuan agar memiliki selisih tinggi dengan pompa umpan sehingga air yang masuk kedalam pompa umpan sudah memiliki tekanan dan bisa dipastikan bahwa pompa umpan tersebut tidak mudah masuk angin. Bentuk Dearator dapat dilihat pada gambar III.4 berikut ini.

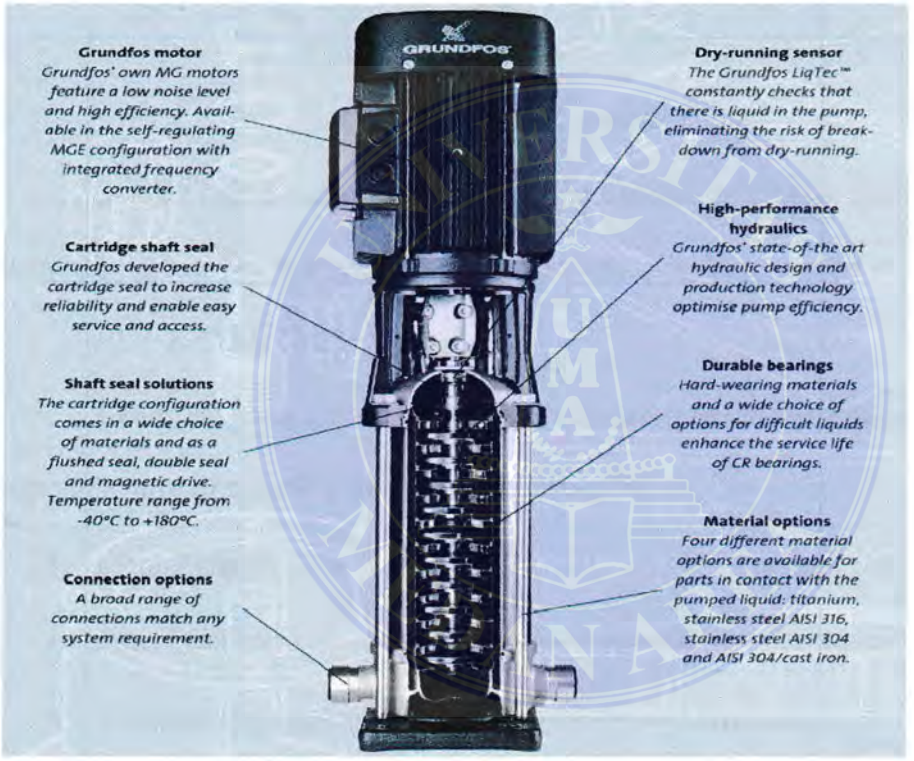


Gambar III.4 Dearator

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

III.6. FEED WATER

Feed water pump adalam merupakan pompa utama yang mengisikan air umpan ketel uap dari unit sebelumnya yaitu storeg tank dan dearator . pompa ini memiliki tekanan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tekanan kerja ketel uap tersebut . dengan demikian bisa dipastikan air tetap bisa masuk kedalam ketel uap. Pompa yang terpasang sebanyak dua unit dengan spesifikasi multi stage entrifugal pump dengan daya 15Hp mark grounfos seperti gambar III.5 berikut.



Gambar III.5 Pompa multistage

Pada proses ini juga terdapat sebuah pompa injeksi yang terpasan pada bagian section dari feed pump. Pompa ini bertugas untuk memasukkan cairan kimia kedalam ketel uap pada saat proses pengisian air umpan dilakukan dengan dosis tertentu. Pompa ini biasa disebut dosing pomp yang bentuknya seperti pada gambar III.6 berikut ini .

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Gambar III.6 Dosing pump

Setelah cairan kimia tersebut sudah tercampur untuk ikut masuk kesisitim ketel uap, proses selanjutnya adalah bagian utama dari ketel uap itu sendiri.

III.7. KETEL UAP.

Ketel uap yang terpasang pada perusahaan tersebut merupakan type ketel uap jenis pipa air type WTSB-10T dengan spesifikasi;

- Manufacturer----------PT.Anugrah Darma Kencan.
- Jenis ketel uap----------Water tube Steam Boiler.
- Tekanan kerja maksimal----------7 Kg/Cm².
- Tekanan kerja perencanaan----------10 Kg/Cm².
- Uji tekanan dengan air----------15 Kg/Cm²
- Luas pemanasan----------370M²
- Kapasitas penguapan----------10000Kg/jam.

Seluruh uap yang dihasilkan dari ketel uap tersebut digunakan untuk proses produksi dengan hanya diambil panasnya saja dengan menggunakan heat exchager.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Uap panas yang telah melalui heat exchager tersebut mengalami penurunan temperatur secara drastis sehingga kondisinya berubah menjadi air kembali. Proses ini dinamakan kondensasi dan air yang dihasilkan tersebut dinamakan air kondensat.

Secara teori air kondensat memiliki kemurnian yang tinggi yang hanya berupa unsur H_2O, akan tetapi hal tersebut juga tidak bisa begitu saja dikembalikan kedalam tangki dearator sebelum dilakukan test laboratorium untuk memastikan unsur apa saja yang terlarut dalam kondensat tersebut.

III.8. BLOWDOWN.

Air yang berada didalam ketel uap tersebut harus memenuhi standard yang ditentukan khususnya dalam hal TDS nya . TDS yang tinggi melebihi ambang batas normal akan berdampak buruk kepada operasional ketel uap tersebut. Untuk menjaga TDS dalam ketel uap tersebut perlu dilakukan langkah yang disebut BLOW DOWN atau mengeluarkan air dari dalam ketel uap tersebut dari titik yang paling dasar dengan menggunakan keran yang biasa disebut blowdown valve. Perlakuan ini dilakukan dengan perhitungan yang tepat agar kerugian energi dan resiko kekurangan air didalam ketel uap bisa dihindari. Berikut ini kami lampirkan data test laboratorium yang menunjukkan kandungan dalam air ketel uap pada Tabel III.3 berikut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Tabel III.3 parameter air ketel

TEST	LIMIT CONTROL		Boiler 3
pH VALUE	7,5 - 9,5	10,5-11,5	12.1
P1 ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Min. 300	1200
P2 ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Min. 300	1150
T. ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Max. 700	1250
T. HARDNESS (As $CaCO_3$) in ppm	Trace	Trace	Trace
CLORIDE (As Cl) in ppm	-	Max. 300	504
SILIKA (As SiO_2) in ppm	Max. 5	Max. 150	625
IRON (As Fe) in ppm	Max. 0,1	-	1,2
TANNIN INDEKS	-	12 - 16	8
CONDUCTIVITY in µhos	Max. 100	Max. 3000	1886
TDS in ppm	Max. 70	Max. 2100	1320
WARNA AIR (Visual / Turbidity)	Jernih	Coklat	Coklat jernih

Berikut ini kami lampirkan blowdown valve (Gambar III.11) yang merupakan keran yang bisa membuka secara konstan dan menutup secara konstan juga.

Gambar III.7 Blowdown valve

Jika air dididihkan dan dihasilkan steam, padatan terlarut yang terdapat dalam air akan tinggal di ketel uap. Jika banyak padatan terdapat dalam air umpan, padatan tersebut akan terpekatkan dan akhirnya akan mencapai suatu tingkat dimana kelarutannya dalam air akan terlampaui dan akan mengendap dari larutan. Diatas tingkat konsenrasi tertentu, padatan tersebut mendorong

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

Tabel III.4 Parameter air kondensat

TEST	LIMIT CONTROL		Konds Water
pH VALUE	7,5 - 9,5	10,5-11,5	7.2
P1 ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Min. 300	
P2 ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Min. 300	-
T. ALKALINITY (As $CaCO_3$) in ppm	-	Max. 700	24
T. HARDNESS (As $CaCO_3$) in ppm	Trace	Trace	Trace
CLORIDE (As Cl) in ppm	-	Max. 300	-
SILIKA (As SiO_2) in ppm	Max. 5	Max. 150	Nihil
IRON (As Fe) in ppm	Max. 0,1	-	0.1
TANNIN INDEKS	-	12 - 16	-
CONDUCTIVITY in µhos	Max. 100	Max. 3000	28
TDS in ppm	Max. 70	Max. 2100	20
WARNA AIR (Visual / Turbidity)	Jernih	Coklat	Jernih

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

BAB V
KESIMPULAN

Air tanah banyak mengandung mineral mineral terlarut seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang menyebabkan kesadahan pada air. Selain itu terdapat juga kation bikarbonat dan gas terlarut CO_2. Dengan naiknya pH akibat lepasnya CO_2 ke fasa gas, maka akan terjadi suatu reaksi kesetimbangan pembentukkan kerak $CaCO_3$ dengan reaksi sebagai berikut:

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \Leftrightarrow CO_2 + CaCO_3 + H_2O$$

$$2HCO_3^- \Leftrightarrow CO_2 + CO_3^{2-} + H_2O$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \Leftrightarrow CaCO_3$$

Model kesetimbangan diatas berjalan lambat, dikenal sebagai sistem larutan calco carbonic yang banyak digunakan oleh beberapa peneliti untuk memodelkan fenomena pembentukan kerak pada air sadah.

Model larutan lain yang digunakan oleh banyak peneliti dalam mengamati presipitasi $CaCO_3$ adalah dengan mencampurkan larutan Na_2CO_3 dan $CaCl_2$ dengan reaksi sebagai berikut :

$$Na_2CO_3 \leftrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

$$CaCl_2 \leftrightarrow Ca_2^+ + 2Cl^-$$

$$Ca_2^+ + CO_3^{2-} \leftrightarrow CaCO_3\downarrow$$

Proses pembentukan $CaCO_3$ ini berjalan spontan terutama pada fasa larutan. Pembentukan $CaCO_3$ dapat terjadi di fasa larutan (homogeneous precipitation) dan di fasa permukaan (heterogeneous precipitation). Ben Amor mendapatkan bahwa pada kesadahan rendah ($Ca^{2+} < 80$ ppm) pembentukan $CaCO_3$ lebih banyak terjadi di permukaan, sedangkan kenaikan suhu lebih mendorong terjadinya presipitasi ke fasa larutan .

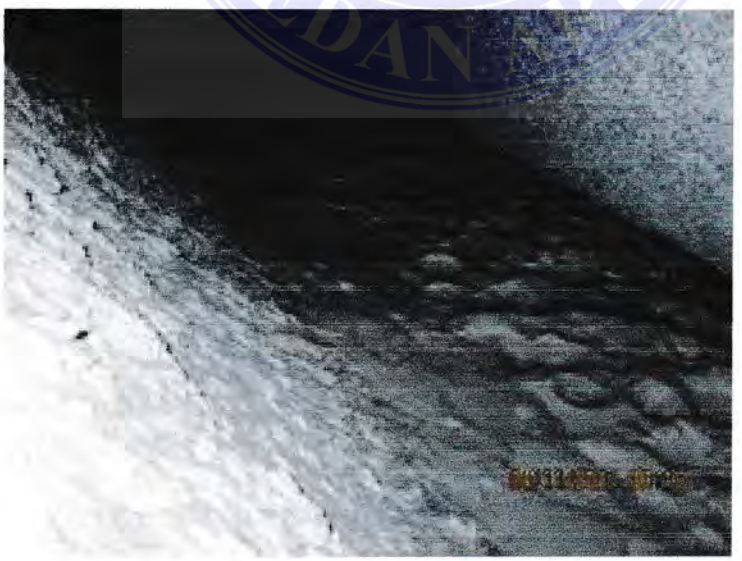
Mekanisme pembentukan kristal $CaCO_3$ dalam larutan merupakan proses yang komplek, dimulai dengan nukleasi partikel $CaCO_3$ yg sangat kecil membentuk $CaCO_3$ amorphous, $CaCO_3.6H_2O$ (ikaite) dan $CaCO_3.H_2O$ (monohydrate). $CaCO_3$ hidrat ini bersifat meta-stabil dan mudah terputus lagi menjadi ion-ion hidratnya. Selanjutnya $CaCO_3$ hydrat akan terdehidrasi menjadi $CaCO_3$ padat yang stabil. $CaCO_3$ amorf yang bersifat tidak stabil akan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

bertransformasi (rekristalisasi) membentuk kristal vaterit yang berbentuk bola dan kalsit yang berbentuk kotak. Kristal vaterit bersifat metastabil dan akan bertransformasi lebih lanjut menjadi kalsit terutama pada suhu 20 – 30°C. Untuk suhu diatas 60°C akan terbentuk kristal aragonit yang bersifat mudah lepas dari dinding pipa (soft scale). Kristal Kalsit merupakan jenis kerak yang sangat stabil menempel di dinding pipa (hard scale) dan banyak terdapat pada berbagai peralatan pipa dan alat penukar panas.

Berikut ini kami lampirkan gambar berbagai kerak yang menempel pada pipa dan dinding ketel uap yang diakibatkan oleh buruknya kualitas air umpan yang masuk kedalam ketel uap.

Gambar V.1 Kerak pada water tube



Gambar V.2 Endapan pada drum ketel

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 17/7/24
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

5. CO2 harus dijaga rendah. Keberadaannya dengan O2 menyebabkan korosi, terutama pada tembaga dan peralatan dengan bahan campuran tembaga.
6. Air harus bebas dari minyak – hal ini akan menyebabkan priming (permukaan air ketel bergelombang).
7. Padatan totalnya harus dijaga dibawah nilai dimana pencemaran air dalam ketel menjadi berlebihan yang berakibat pada timbulnya endapan dan kerak dan dimungkinkan terbawa oleh uap.
8. Kandunga silika pada air umpan make up harus kurang dari 40 ppm dalam air boiler dan 0,02 ppm dalam steam, sebagai SiO2. Jumlah yang besar dapat terbawa ke sudu-sudu turbin.
9. Plant pengolahan air yang tepat harus dipasang untuk menjamin kemurnian air, dan sejumlah bahan kimia harus ditambahkan untuk pengendalian kualitas air umpan ketel selanjutnya.
10. Blowdown harus diatur ulang bila terjadi kenaikan konsentrasi melebihi batas yang diperbolehkan seperti yang sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya.
11. Alkalinitas tidak boleh melebihi 20 persen dari konsentrasi total.
12. Ketinggian air ketel harus dijaga dengan benar. Biasanya disediakan 2 buah kaca pemantau untuk meyakinkan hal ini.
13. Para operator harus mem-blowdown secara teratur dan tepat, atau paling tidak sekali per hari jika boiler dioperasikan kurang dari 24 jam sehari.
14. Operator harus membuat daftar pemeriksaan berkala (lembar kerja) yang berfungsi untuk memastikan pemeriksaan rutin dilakukan secara taratur dan konsisten.
15. Menghindarkan segala kemungkinan yang bisa berakibat terjadinya kecelakaan kerja sekecil apapun.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

5. CO2 harus dijaga rendah. Keberadaannya dengan O2 menyebabkan korosi, terutama pada tembaga dan peralatan dengan bahan campuran tembaga.
6. Air harus bebas dari minyak – hal ini akan menyebabkan priming (permukaan air ketel bergelombang).
7. Padatan totalnya harus dijaga dibawah nilai dimana pencemaran air dalam ketel menjadi berlebihan yang berakibat pada timbulnya endapan dan kerak dan dimungkinkan terbawa oleh uap.
8. Kandunga silika pada air umpan make up harus kurang dari 40 ppm dalam air boiler dan 0,02 ppm dalam steam, sebagai SiO2. Jumlah yang besar dapat terbawa ke sudu-sudu turbin.
9. Plant pengolahan air yang tepat harus dipasang untuk menjamin kemurnian air, dan sejumlah bahan kimia harus ditambahkan untuk pengendalian kualitas air umpan ketel selanjutnya.
10. Blowdown harus diatur ulang bila terjadi kenaikan konsentrasi melebihi batas yang diperbolehkan seperti yang sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya.
11. Alkalinitas tidak boleh melebihi 20 persen dari konsentrasi total.
12. Ketinggian air ketel harus dijaga dengan benar. Biasanya disediakan 2 buah kaca pemantau untuk meyakinkan hal ini.
13. Para operator harus mem-blowdown secara teratur dan tepat, atau paling tidak sekali per hari jika boiler dioperasikan kurang dari 24 jam sehari.
14. Operator harus membuat daftar pemeriksaan berkala (lembar kerja) yang berfungsi untuk memastikan pemeriksaan rutin dilakukan secara taratur dan konsisten.
15. Menghindarkan segala kemungkinan yang bisa berakibat terjadinya kecelakaan kerja sekecil apapun.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Document Accepted 17/7/24
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24

BAB VI
DAFTAR PUSTAKA

1. *Himpunan Peraturan Perundangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, Jakarta, Kementerian Tenaga Kerja dan Transmgrasi. 2010,
2. *Pedoman Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Uap dan Listrik*, Jakarta, Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional. 1984,
3. *Hand Book Of Comperqative materiak standart*, Tokyo, Toyo Engineering Corporation. 1978,
4. Beumer. BJM, *Ilmu Bahan Logam*, Jakarta, Bhatara. 1980,
5. PT. Sarana Multiniaga Internasional. All Rights Reserved. Developed by Proweb. 2007
6. ROZIQ HIMAWAN, SRIYONO. SAFRUL., HENDRA PRASETYA," Analisis Ketebalan Pipa Sistem Pendingin Sekunder RSG-GAS", Sigma Epsilon, vol 12, no 3, Agustus 2008.
7. 'Influence of Water Chemistry on Fuel Cladding Behaviour'. IAEA TECDOC 927,
8. http://www.engineeringtoolbox.com/mollier-diagram-water-d_308.html.
9. http://www.energyefficiencyasia.org.
10. The Nalco guide to boiler failure analysis
    Nalco Chemical Company ; authored by Robert D. Port, Harvey M. Herro.Published 1991

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 17/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/24