



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Proses Pembuatan Asam Sulfat

Terdapat dua macam proses pembuatan asam sulfat dari belerang menurut (Shreve, 1967), yaitu :

1. Proses Kontak
2. Proses Kamar Timbal

##### II.1.1 Proses Kontak

Pada awal 1831, phillips, di bristol Inggris telah mematenkan oksidasi sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida menggunakan katalis platinum pada suhu tinggi. Namun, setelah permintaan oleum untuk pembuatan zat warna mulai meningkat sekitar tahun 1872 dan seterusnya, penemuan ini diadopsi oleh industri, dan pengembangan proses kontak yang dimulai secara intensif. Kemudian dicari katalis padat yang lebih baik, dan kesetimbangan termodinamika  $SO_2$  atau  $SO_3$  dan kimia diselidiki.

Sampai tahun 1900 belum ada pabrik dengan proses kontak yang dibangun di eropa karena kebutuhan oleum dan asam dengan konsentrasi tinggi untuk sulfonasi, khususnya di industri zat warna. Pada periode 1900 sampai 1925, banyak pabrik asam sulfat dengan menggunakan proses kontak telah dapat bersaing dengan proses kamar timbal dengan berbagai konsentrasi asam yang dihasilkan. Pada pertengahan 1920-an, katalis vanadium mulai digunakan dan secara bertahap telah mengganti katalis platinum. Sejak pertengahan tahun 1920-an fasilitas yang paling baru dibangun telah menggunakan proses kontak dengan katalis vanadium.

Proses kontak telah dimodifikasi menggunakan double absorber, yaitu dengan menaikkan yields dan mereduksi emisi gas  $SO_2$  yang tidak terkonversi. Untuk pabrik dengan pembakaran sulfur emisi yang diperbolehkan 99,7 % konversi  $SO_2$ , sedangkan untuk pabrik yang berasal dari gas smelter yaitu sebesar 99% hingga 99,5 % yang terkonversi. Konversi dengan menggunakan kontak proses single absorber biasanya terkonversi sebesar 97% hingga 98%. Walaupun beberapa

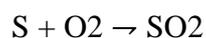


unit pada tail gas menggunakan alkali. Beberapa pabrik yang menggunakan proses double absorber. Pada konfigurasi aliran, gas meninggalkan absorber pertama dan dipanaskan kembali pada *Heat Exchanger* dengan gas konversi akhir dan kemudian dimasukkan kembali pada stage akhir konverter. Karena kandungan sulfur trioksida lebih rendah, maka reaksinya:



Sehingga mampu mendapatkan persen recovery yang lebih tinggi, yaitu dapat mencapai 99,7% atau lebih. Gas meninggalkan stage akhir yang kemudian dilanjutkan dengan pendinginan dan sedangkan selanjutnya  $\text{SO}_3$  diserap di menara absorber. Panas pembakaran belerang digunakan untuk boiler dan economizers untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk melelehkan belerang ataupun untuk menyuplai listrik di sekitar plant. Pada plant modern akhir-akhir ini uap yang dihasilkan dapat mencapai 6 Mpa, apabila dibandingkan dengan beberapa tahun yang lalu uap yang dihasilkan hanya berkisar hingga 2Mpa. Menurut hasil analisis Friedman mengenai penggunaan energi di pabrik asam sulfat, menyebutkan bahwa uap yang dihasilkan di pabrik asam sulfat dengan pembakaran belerang yaitu hingga 1,3 t per metric ton asam. Namun, hanya sedikit uap yang dapat dihasilkan apabila dengan pemurnian gas.

Gas yang tertinggal pada tahap akhir kemudian didinginkan, dan  $\text{SO}_3$  diserap di menara terakhir absorber. Reaksinya adalah



Reaksi dari  $\text{SO}_2$  ke  $\text{SO}_3$  adalah reaksi eksotermis. Konversi kesetimbangan  $\text{SO}_2$  ke  $\text{SO}_3$  adalah fungsi temperatur. Konversi sulfur dioksida naik ketika temperatur naik.

### II.1.2 Proses Kamar Timbal

Pada tahun 1746, Roebuck dari Birmingham Inggris memperkenalkan proses kamar timbal. Gas  $\text{SO}$  dan  $\text{NO}$  dimasukkan ke menara Glover bersamaan



dengan gas-gas dari menara Gay Lussac, gas yang keluar dari menara Glover dimasukkan ke dalam kamar timbal dan disemprotkan dengan air sehingga menghasilkan asam sulfat 60-67%. Hasil sebagian dikembalikan ke menara Glover yang akan menghasilkan asam 77%. Asam ini sebagian dimasukkan ke dalam menara Gay Lussac untuk menyerap gas-gas NO dan NO<sub>2</sub> (katalisator).

Gas yang terserap ini dimasukkan kembali ke menara Glover kamar timbal berbentuk silindris volumenya cukup luas. Permukaan dalamnya dilapisi timbal tipis dan disekat-sekat agar panas dapat ditransfer dengan baik, dinding bagian luar diberi sirip-sirip. Sehingga di dalam menara ini terjadi pengembunan asam sulfat. Menara Gay Lussac berfungsi untuk memungut kembali katalisator gas NO dan NO<sub>2</sub> di kamar timbal dengan menggunakan asam sulfat 77%. Penyerapan dilakukan pada suhu rendah antara 40-60°C. Menara Glover bertugas memekatkan hasil asam sulfat dari kamar timbal. Pemekatan panas ini perlu panas dan ini dapat diambil dari panas yang dibawa GHP (gas hasil pembakaran) belerang (400-600°C)

## II.2 Uraian Tugas Khusus

### II.2.1 Latar Belakang

Cooling tower berperan vital dalam keberlangsungan menjaga kestabilan suhu utilitas (mesin) di pabrik. Yang mana pada *cooling tower* SA&SU-I menerapkan sistem open recirculation system yang mana membiarkan peran serta suhu udara dari luar mendinginkan *cooling water* yang panas setelah melalui *heat exchanger*. Penggunaan chemical dalam menjaga kualitas *cooling water* tetap bagus pasti dibutuhkan, namun chemical dalam mengontrol tumbuhnya mikrobiological yang menyebabkan pembentukan sludge dapat ditekan dengan mengurangi intensitas cahaya matahari pada hot deck yang mendukung perkembangan mikrobiologi pada *cooling water*.

### II.2.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus ini, yakni untuk mempelajari dan mendalami mengenai pengaruh sinar matahari terhadap pertumbuhan mikroba dan injeksi chemical pada cooling tower



### II.2.3 Manfaat

Dari data mengenai injeksi chemical pada cooling tower SA dan SU selama 2 bulan, diharapkan dapat diketahui proses yang terjadi secara keseluruhan sehingga mahasiswa dapat memahami proses yang terjadi.

### II.2.4 Tinjauan Pustaka

#### II.2.4.1 Cooling Tower

Menara pendingin didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang fluida kerjanya adalah udara dan air yang berfungsi mendinginkan air dengan mengontakannya keudara sehingga menguapkan sebagian kecil dari air tersebut. Dalam kebanyakan menara pendingin yang melayani sistem refrigerasi dan penyamanan-udara, menggunakan satu atau lebih kipas propeler untuk menggerakkan udara secara vertikal keatas atau horisontal melintasi menara. Prestasi menara pendingin biasanya dinyatakan dalam range dan approach Range adalah pengurangan suhu air yang melalui menara pendingin sedangkan approach adalah selisih antar suhu bola basah (wet bulb) yang masuk dan suhu air yang keluar. Adapun sistem mesin pendingin yang paling banyak digunakan adalah sistem kompresi uap. Secara garis besar komponen sistem pendingin siklus kompresi uap terdiri dari:

1. Kompresor, berfungsi untuk mengkompresi refrigeran dari fasa uap tekanan rendah evaporator hingga ke tekanan tinggi kondensor.
2. Kondensor, berfungsi untuk mengkondensasi uap refrigeran kalor lanjut yang keluar dari kompresor.
3. Katup ekspansi, berfungsi untuk menjepit (throttling) refrigeran bertekanan tinggi yang keluar dari konsensor dimana setelah melewati katup ekspansi ini tekanan refrigeran turun sehingga fasa refrijeran setelah keluar dari katup ekspansi ini adalah berupa fasa cair + uap.
4. Evaporator, berfungsi untuk menguapkan refrigeran dari fasa cair + uap menjadi fasa uap

Mesin pendingin akan melepaskan kalor melalui kondensor, refrigeran melepaskan kalornya ke air pendingin sehingga air tersebut menjadi panas.



Selanjutnya air panas ini dipompa menuju menara pendingin. Tujuan menara pendingin ialah menyerap banyak kalor dan menyediakan banyak air pendingin untuk digunakan pada instalasi pendingin dengan kata lain menara pendingin mempunyai fungsi menurunkan suhu air dan mengekstrak kalornya menuju atmosfer. Menara pendingin mampu menurunkan suhu air lebih rendah daripada mesin pendingin lain yang menggunakan metode pendingin udara, seperti radiator pada kendaraan bermotor.

Prinsip kerja menara pendingin berdasarkan pada pelepasan kalor dan perpindahan kalor. Dalam menara pendingin, perpindahan kalor berlangsung dari air ke udara. Menara pendingin menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Sehingga air yang tersisa didinginkan secara signifikan (Handoyo,2015).

#### II.2.4.2 Pertumbuhan Mikroba

*Biological contamination* adalah pertumbuhan tidak terkontrol dari mikroba yang dapat menimbulkan pembentukan deposit, *fouling*, *corrosion*, dan *scale*. Menara pendingin (*coolingtower*) merupakan bagian dari sistem air pendingin yang memberikan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Algae dapat berkembang dengan baik pada bagian yang cukup mendapat sinar matahari, sedangkan "lendir" (*slime*) dapat berkembang pada hampir di seluruh bagian dari sistem air pendingin ini. Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang tersebut merupakan deposit (*foul*) yang dapat mengakibatkan korosi lokal, penyumbatan dan penurunan efisiensi perpindahan panas. Penggunaan air yang memenuhi persyaratan dapat mencegah timbulnya masalah-masalah dalam sistem air pendingin. Persyaratan bagi air yang dipergunakan sebagai air pendingin tidak seketat persyaratan untuk umpan ketel. Slime mikrobial, seperti *fouling* pada umumnya, mengurangi efisiensi transfer panas. Terlebih lagi, slime mikrobial lebih bersifat insulator dari deposit pada umumnya. Slime dapat menjerat deposit lain, membuat permasalahan menjadi lebih buruk. Mikroba dapat masuk melalui makeup water, atau bisa juga melalui udara



yang masuk ke cooling tower. Faktor yang mendukung pertumbuhan mikroba antara lain :

1. Nutrien, hidrokarbon atau substansi organik lainnya sbg makanan dari mikroba.
2. Atmosfir, pertumbuhan organisme bergantung pada ketersediaan oksigen atau karbondioksida.
3. Temperatur, organisme dapat membentuk slime pada suhu 4,4 – 65,6 C.

Tiga golongan kimia yang umum digunakan untuk mengontrol mikroba adalah biosida oksidasi, biosida non-oksidasi, dan biodispersan. Biosida oksidasi berperan mengoksidasi sel-sel penting pada mikroba sehingga mikroba tersebut akan mati. Contoh dari biosida oksidasi ini, seperti yang telah disebutkan di atas, adalah chlorine dan bromine. Biosida non-oksidasi adalah senyawa organik yang bereaksi dengan sel-sel spesifik pada mikroba, yang secara langsung akan menghancurkan sel-sel tersebut. Sedangkan untuk biodispersan tidak mematikan mikroba. Biodispersan hanya mengurangi deposit microbial, yang akan terlepas dari permukaan logam, dan kemudian dibuang (Setiadi, 2007)

#### **II.2.4.3 Turbidity**

Turbidity merupakan sifat optik air yang berhubungan dengan penyerapan dan penyebaran cahaya. Pengukuran turbidity secara empirik menunjukkan seberapa jauh pengukuran tersebut dipengaruhi oleh jumlah dan jenis zat-zat tersuspensi. Konsentrasi aktual dari zat yang tersuspensi tidak dapat ditunjukkan dan tidak ada hubungan antara pembacaan turbidity dengan berat padatan tersuspensi. Walaupun demikian pengukuran turbidity dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan turbidimeter dan perubahan jenis atau jumlah padatan tersuspensi.

#### **II.2.4.4 Blowdown**

Blowdown adalah salah satu di mana menara pendingin kehilangan air. Penguapan adalah peran utama menara pendingin, karena membantu mentransfer panas ke lingkungan. Proses ini sering disertai dengan retensi padatan terlarut pada komponen menara pendingin. Padatan yang sering ditemukan adalah silika, klorida,



magnesium, dan kalsium. Saat menara pendingin terus beroperasi, penguapan air yang lebih banyak menyebabkan penumpukan padatan terlarut secara terus-menerus. Hal ini dapat mengakibatkan banyak masalah di menara pendingin seperti korosi, kerak, pengotoran dan pertumbuhan mikrobiologi. Semua masalah ini berpengaruh pada kinerja dan pemeliharaan. Untuk melindungi efisiensi dan umur komponen, bagian dari air pekat harus dibuang. Blowdown adalah tindakan yang diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Air pada cold water basin sebagian akan di blowdown untuk mengontrol kandungan mineral dan garam agar tidak terjadi pengerakan, korosi pada pipa, dan pertumbuhan algae pada air sirkulasi. Maka dari itu, make-up water dialirkan ke dalam cold water basin untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi, kehilangan air akibat terbawa oleh angin, dan kehilangan air akibat blowdown.

#### II.2.4.5 Biocide

Biocide didefinisikan sebagai zat kimia atau mikroorganisme yang dimaksudkan untuk menghancurkan, mencegah, membuat tidak berbahaya atau memberikan efek pengendalian pada organisme berbahaya dengan cara kimia atau biologis. Biocide adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol pertumbuhan mikroorganisme di cooling tower seperti (lumut, lendir, dan bakteri) dimana terdapat dua jenis biocide yaitu oxidizing biocide dan non-oxidizing biocide. Pemilihan biocide dan penentuan dosisnya dilakukan berdasarkan kondisi cooling tower, karena jika kurang tepat malah menimbulkan masalah baru. Perbedaan antara Oxidizing biocide dengan Non-Oxidizing biocide ialah efisiensi waktu pembasmian bakteri yang berbeda, dimana Oxidizing biocide dapat membunuh bakteri lebih cepat dibandingkan dengan Non-Oxidizing biocide.

##### a. Oxiding biocide

Merupakan oksidan yang ampuh membunuh semua mikroorganisme. Bekerja cepat dengan cara mengoksidasi plasma bakteri. Akan tetapi, pemakaian biocide jenis ini harus disesuaikan dengan pH air cooling tower. Karena tidak akan efektif jika digunakan pada sistem dengan pH diatas 8. Selain itu, dibutuhkan perhatian dan penanganan khusus dalam mengaplikasikan biocide jenis ini. Oxidizing



biocide dapat memicu bahaya korosi pada sistem. Contoh dari oxidizing biocide adalah chlorine, bromine dan iodine.

#### b. Non Oxiding biocide

Merupakan komponen organik yang mampu membunuh mikroorganisme secara perlahan dengan cara menghambat metabolisme dari organisme terkandung. Biocide ini lebih aman bagi lingkungan dan bisa jadi alternatif karena bekerja pada rentang pH yang lebih luas. Contoh dari non-oxidizing biocide adalah isothiozoline, gluteraldehyde, dan tributyl tetradecyl phosphonium chloride (TTPC).

#### II.2.4.6 Chlorine

Chlorine banyak digunakan sebagai oksidan Biosida, sebagai pengontrol mikrobiologi. Biasanya, dosis yang dibutuhkan adalah dibawah 1 mg/L chlorine bebas. Sistem ini murah dan tersedia dalam bentuk gas, dan juga cairan serta komponen padatan. Dapat juga diinjeksikan dalam bentuk sodium hypochlorite (NaOCl). Serta dapat dihasilkan melalui elektrolisis air laut. Efektifitasnya meningkat jika digunakan bersama dengan Biosida non-oksidasi dan dispersan biologi. Secara umum, klorinasi digunakan untuk sterilisasi karena efektif dan murah. Namun, karena klor bersifat korosif terhadap metal, maka konsentrasi sisa klor (residual chlorine) dalam air pendingin harus dikontrol maksimum 0,5 ppm (Cl<sub>2</sub>).

#### II.2.5 Hasil dan Pembahasan

Pada menara pendingin (*coolingtower*) terjadi pertumbuhan tidak terkontrol dari mikroba yang dapat menimbulkan pembentukan deposit, *fouling*, *corrosion*, dan *scale*. Menara pendingin (*coolingtower*) merupakan bagian dari sistem air pendingin yang memberikan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang tersebut merupakan deposit (*foul*) yang dapat mengakibatkan korosi lokal, penyumbatan dan penurunan efisiensi perpindahan panas. Oleh sebab itu diperlukan bahan kimia yang dapat mengontrol pertumbuhan mikroba seperti



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIIA



biocide. Biocide didefinisikan sebagai zat kimia atau mikroorganisme yang dimaksudkan untuk menghancurkan, mencegah, membuat tidak berbahaya atau memberikan efek pengendalian pada organisme berbahaya dengan cara kimia atau biologis. Biocide adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol pertumbuhan mikroorganisme di cooling tower seperti (lumut, lendir, dan bakteri).

Tabel 2.1 Data injeksi chemical dan total biaya sebelum ada inovasi

Tanggal	Injeksi Chemical (Kg)		Flow Blow Down (m <sup>3</sup> )		$\Delta T$	PH	Turbidity	Biaya Injeksi Biocide & CL	Biaya CW (RCW) yang terbangun
	Biocide	CL	T652	T653					
01/06/2022	27,00	7,14	2,50	2,50	9	7,15	21,00	Rp2.663.556	Rp96.000
02/06/2022	26,50	1,10	4,50	4,5	8,75	7,75	22,50	Rp2.286.940	Rp172.800
03/06/2022	25,60	0,8	4	4	8,75	7,10	21,50	Rp2.194.720	Rp153.600
04/06/2022	27,00	0,50	4	4	8,5	6,90	21,00	Rp2.295.700	Rp153.600
05/06/2022	26,80	0,50	4,2	4,15	8,2	6,80	20,80	Rp2.278.900	Rp160.320
06/06/2022	26,00	0,5	4,3	4,2	8,38	6,50	20,00	Rp2.211.700	Rp163.200
07/06/2022	27,00	7,13	4	4	7,65	6,10	20,90	Rp2.663.002	Rp153.600
08/06/2022	27,00	0,5	5,2	5	9	6,90	21,00	Rp2.295.700	Rp195.840
09/06/2022	26,80	0,5	5,1	5,1	8,75	7,00	21,00	Rp2.278.900	Rp195.840
10/06/2022	26,00	0,5	4,6	4,4	8,175	6,80	22,50	Rp2.211.700	Rp172.800
11/06/2022	26,30	0,50	2,5	2,3	8,1	6,80	23,00	Rp2.236.900	Rp92.160
12/06/2022	27,00	0,50	2,5	2,5	7,95	6,70	21,80	Rp2.295.700	Rp96.000
13/06/2022	26,50	7,5	3,1	2,2	8,85	6,80	21,55	Rp2.641.500	Rp101.760
14/06/2022	27,00	0,1	5,1	5	8,8	7,05	21,25	Rp2.273.540	Rp193.920
TOTAL	373	27,77	55,60	53,85	118,855	96,65	299,80	Rp32.828.458	Rp2.101.440
Rata - rata	27	1,98	3,97	3,85	8,49	6,88	21,41	Rp2.344.890	Rp150.103

Setelah dilakukan injeksi chemical selama 14 hari untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba, diperoleh data seperti pada tabel 2.2 dimana rata-rata penggunaan injeksi biocide yaitu sebanyak 27kg dan injeksi clorin sebanyak 1,98kg. Untuk rata-rata penggunaan flow blow down yaitu sebesar 7,82m<sup>3</sup>. Rata-rata perubahan temperature selama 14 hari sebesar 8,49°C. Rata-rata Ph air yang



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIIA



diperoleh sebesar 6,88. Diperoleh nilai rata-rata pada turbidity sebesar 21,41NTU. Biaya yang di gunakan untuk menginjeksi selama 14 hari sebesar Rp2.344.890. Biaya CW (RCW) yang terbuang sebesar Rp150.103. Injeksi chemical memang berpengaruh untuk mengontrol pertumbuhan mikroba pada menara pendingin (*coolingtower*) namun memerlukan biaya yang besar untuk dilakukan setiap harinya.

Tabel 2.2 Data injeksi chemical dan total biaya setelah inovasi

Tanggal	Injeksi Chemical		Flow Blow Down		$\Delta T$	PH	Turbidity	Biaya Injeksi Biocide & CL	Biaya CW (RCW) yang terbuang
	Biocide	CL	T6520	T6530					
15/06/2022	25,0	0,10	2,50	2,35	9,1	7,00	19,00	Rp2.105.540	Rp93.120
16/06/2022	24,6	0,05	2,00	3	9	7,15	19,50	Rp2.069.170	Rp96.000
17/06/2022	26,0	0,05	2,5	2,3	9,3	7,00	20,00	Rp2.186.770	Rp92.160
18/06/2022	26,0	0,01	2,2	3	9,3	7,20	20,00	Rp2.184.554	Rp99.840
19/06/2022	25,0	5,60	2,5	2,46	9,1	7,10	21,00	Rp2.410.240	Rp95.232
20/06/2022	24,6	0,11	3	3,2	10	7,00	21,00	Rp2.072.494	Rp119.040
21/06/2022	26,0	0,5	2,5	2,5	10	6,95	20,00	Rp2.211.700	Rp96.000
22/06/2022	26,0	0,03	2,4	2,6	9,6	6,89	20,00	Rp2.185.662	Rp96.000
23/06/2022	25,5	0,03	2,6	2,4	9,5	7,01	19,50	Rp2.139.462	Rp96.000
24/06/2022	25,5	0,02	3	2	9,5	7,20	19,50	Rp2.143.108	Rp96.000
25/06/2022	25,0	0,02	2,5	2,7	9,2	7,00	19,00	Rp2.101.108	Rp99.840
26/06/2022	25,0	4,95	2,5	2,6	10	7,00	20,00	Rp2.374.230	Rp97.920
27/06/2022	26,0	0,5	3	3,1	10	6,90	19,65	Rp2.211.700	Rp117.120
28/06/2022	25,0	0,13	2	2,6	9,5	6,80	19,00	Rp2.107.202	Rp88.320
TOTAL	355	12,10	35,20	36,81	133,1	98,20	277,15	Rp30.502.940	Rp1.382.592
Rerata	25	0,86	2,51	2,63	9,5	7,01	19,80	Rp2.178.781	Rp98.757

Setelah dilakukan injeksi chemical beserta dengan inovasi penambahan penutup hotdeck pada menara pendingin (*coolingtower*) selama 14 hari untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba, diperoleh data pada tabel 2.3 dimana rata-rata penggunaan injeksi biocide yaitu sebanyak 25kg dan injeksi clorin sebanyak 0.86kg. Untuk rata-rata penggunaan flow blow down yaitu sebesar 5,14m<sup>3</sup>. Rata-



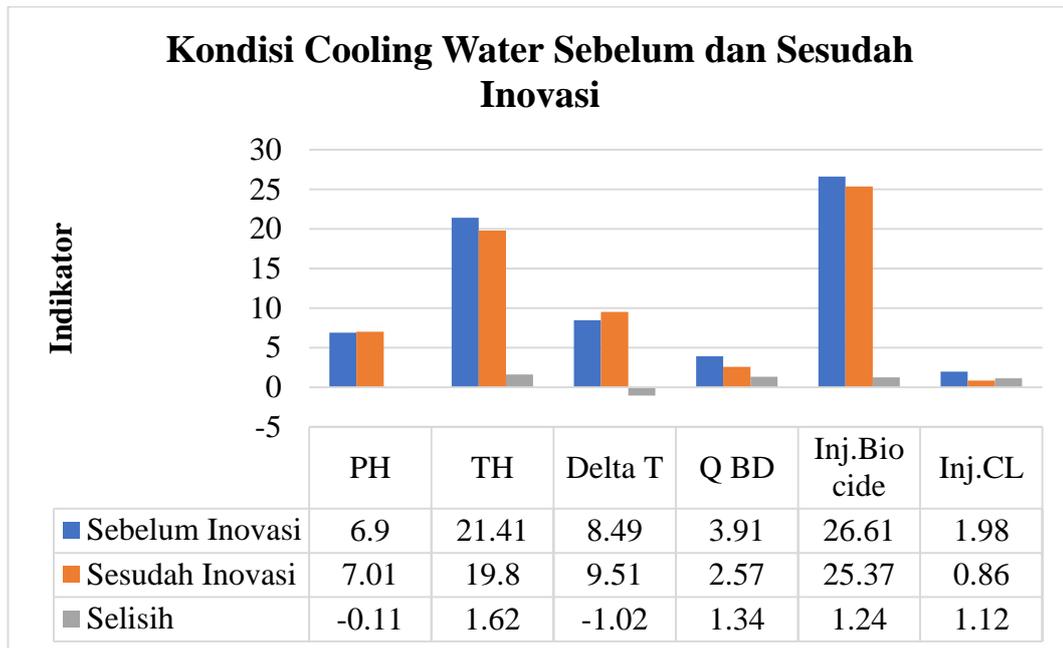
LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG  
PT. PETROKIMIA GRESIK  
DEPARTEMEN PRODUKSI IIIA



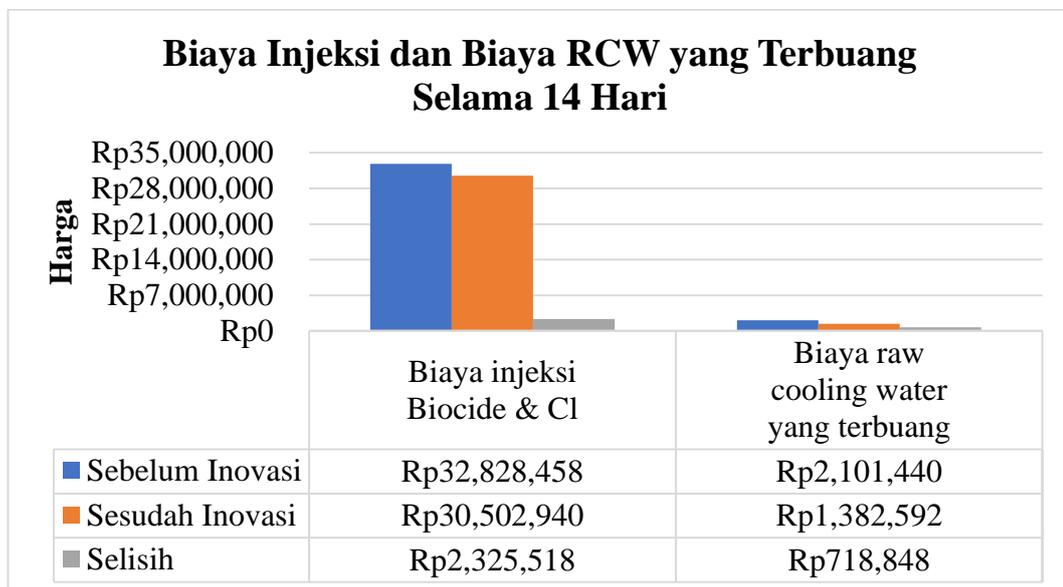
rata perubahan temperature selama 14 hari sebesar 9,5°C. Rata-rata Ph air yang diperoleh sebesar 7,01. Diperoleh nilai rata-rata pada turbidity sebesar 19,80 NTU. Rata-rata biaya yang di gunakan untuk menginjeksi selama 14 hari sebesar Rp2.178.781. Biaya cooling water (RCW) yang terbuang sebesar Rp98.757. Dikarenakan penambahan hotdeck pada menara pendingin (*coolingtower*) dapat menghalau sinar matahari, sehingga pertumbuhan mikroba dapat berkurang. Penambahan penutup hotdeck pada menara pendingin (*coolingtower*) sangat efektif karena dapat mengurangi biaya injeksi biocide dan clorin. Penambahan hotdeck ini juga mempengaruhi nilai flow blow down dan turbidity menjadi lebih baik.

Tabel 2.3 Perbandingan dan pencapaian setelah inovasi

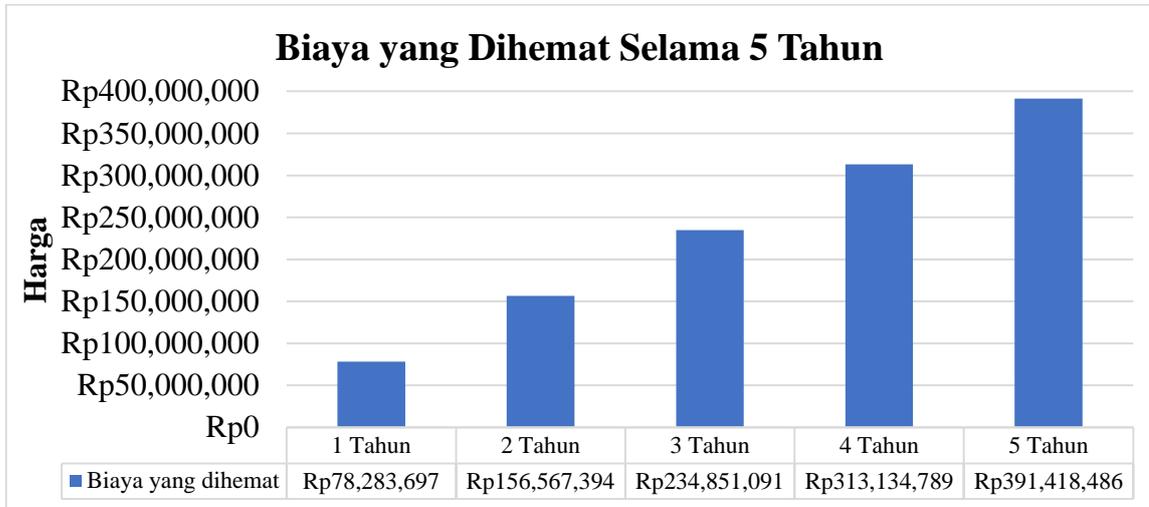
Indikator	Jenis Indikator	Perbandingan		Selisih
		Sebelum Inovasi	Sesudah Inovasi	
Kondisi Cooling Water	PH	6,90	7,01	-0,11
	TH	21,41	19,80	1,62
	Delta T	8,49	9,51	-1,02
	Q BD	3,91	2,57	1,34
	Inj.Biocide	26,61	25,37	1,24
	Inj.CL	1,98	0,86	1,12
	Biaya injeksi Biocide & Cl	Rp32.828.458	Rp30.502.940	Rp. 2.325.518
	Biaya raw cooling water yang terbuang	Rp2.101.440	Rp1.382.592	Rp. 718.848
Biaya yang dihemat selama 14 hari			Rp. 3.044.366	



Grafik 2.1 Kondisi Cooling Water Sebelum dan Sesudah Inovasi



Grafik 2.2 Biaya Injeksi dan Biaya RCW yang Terbuang Selama 14 Hari Sebelum dan Sesudah Inovasi



Grafik 2.3 Biaya Injeksi dan RCW yang Dihemat Selama 5 Tahun