



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1. Uraian Tugas Khusus

II. 1. 1. Tentukan Proses Yang Tepat Untuk Menurunkan Kadar Kesadahan Dari Air Deep Well Untuk Menghemat Penggunaan Bahan Kimia Pada Reverse Osmosis

Kesadahan merupakan kandungan ion-ion anorganik dan organik dalam air tanah. Menurut Buhani (2015), Kesadahan ini dapat menimbulkan kerak dimana kerak adalah endapan yang terbentuk karena terbentuknya kristal pada permukaan substansi. Vaujiah (2018) menambahkan kerak ini sangat berbahaya bagi peralatan industri. Selain dapat menyebabkan karat, kerak juga dapat menyebabkan penyumbatan pada pipa. Menurut Fitria (2015), kesadahan ada dua jenis yaitu sebagai berikut:

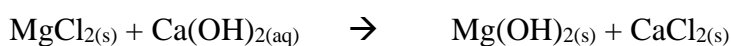
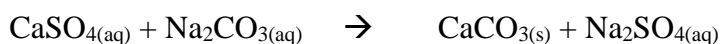
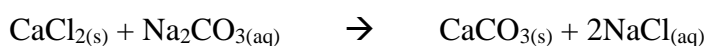
1. Kesadahan Sementara

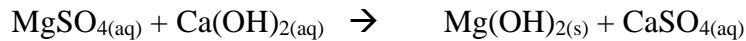
Kesadahan sementara adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam-garam bikarbonat, seperti $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Kesadahan sementara ini dapat dihilangkan dengan pemanasan (pendidihan), sehingga terbentuk endapan CaCO_3 atau MgCO_3 .

2. Kesadahan Tetap

Kesadahan tetap adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam-garam klorida, sulfat dan karbonat, misalnya CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 dan MgCl_2 . Kesadahan tetap dapat dikurangi dengan penambahan larutan soda kapur (terdiri dari larutan natrium karbonat dan kalsium hidroksida) sehingga terbentuk endapan kalsium karbonat dan magnesium hidroksida dalam air.

Reaksi yang terbentuk yaitu,



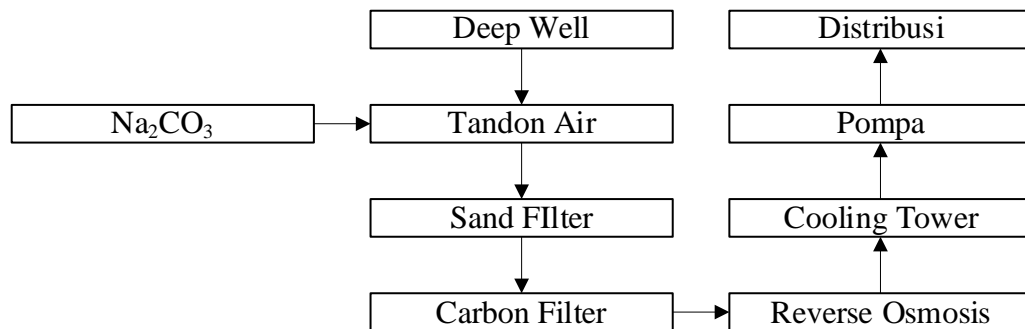


Menurut Vaujiah (2018) kesadahan dapat dihilangkan dengan menggunakan pemanasan dan penambahan bahan kimia. Ditambahkan oleh Fitria (2015) kesadahan juga dapat dihilangkan melalui menukar kation kalsium atau magnesium dengan kation ion melalui proses ion exchange. Penambahan bahan kimia untuk menghilangkan kesadahan adalah proses yang lebih murah dan mudah dibandingkan proses ion exchange oleh karena itu rekomendasi proses baru untuk pretreatment air sumur pada PT AGI V menggunakan penambahan bahan kimia yakni natrium karbonat yang nantinya ditambahkan dalam tangki penampungan.

Tabel 1. Data Hasil Analisa Air Tandon dan Air Hasil Filtrasi dengan Karbon

Parameter	Satuan	Hasil Uji (Air Tandon)	Hasil Uji (Air Filtrasi)	Standar Maksimal
Kesadahan (CaCO ₃)	Mg/L	165	182	
Clorida (Cl ⁻)	Mg/L	840,5	859,2	
pH	-	7,68	7,72	
Kekeruhan	NTU	0,27	0,13	-
<i>Electric Conductivity</i>	mS/m	331	338	Hingga 80
Besi	Mg/L	<0,116	<0,116	Hingga 1,0

Metode yang dipilih untuk penurunan kesadahan air tandon yaitu dengan metode presipitasi menggunakan bahan kimia natrium karbonat (Na₂CO₃) untuk menurunkan sebesar 65 mg/L. Berikut perhitungannya dan diagram alir prosesnya,

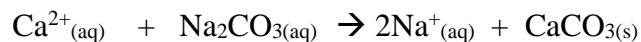


Gambar 3. Diagram Alir Proses Pengolahan Air Proses

$$\text{Mol Ca}^{2+} \text{ mula-mula} = \frac{0,165 \text{ g/L}}{40 \text{ g/gmol}} = 4,125 * 10^{-3} \frac{\text{gmol}}{\text{L}}$$

$$\text{Mol Ca}^{2+} \text{ Bereaksi} = \frac{0,065 \text{ g/L}}{40 \text{ g/gmol}} = 1,625 * 10^{-3} \frac{\text{gmol}}{\text{L}}$$

Reaksi :



$$\text{Mula-mula} \quad 4,125 * 10^{-3} \quad 1,625 * 10^{-3} \quad - \quad -$$

$$\text{Bereaksi} \quad 1,625 * 10^{-3} \quad 1,625 * 10^{-3} \quad 3,25 * 10^{-3} \quad 1,625 * 10^{-3}$$

$$\text{Sisa} \quad 2,5 * 10^{-3} \quad 0 \quad 3,25 * 10^{-3} \quad 1,625 * 10^{-3}$$

Jumlah massa Na_2CO_3 yang ditambahkan yaitu,

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 1,625 * 10^{-3} \frac{\text{gmol}}{\text{l}} * 106 \frac{\text{g}}{\text{gmol}} = 0,1723 \frac{\text{gr}}{\text{liter}}$$

Kebutuhan air PT. Aneka Gas Industri, Tbk. Wil. V = $150 \text{ m}^3 = 150.000 \text{ liter/hari}$

$$\text{Maka kebutuhan Na}_2\text{CO}_3 \text{ per hari} = 0,1723 \frac{\text{gr}}{\text{liter}} * 150.000 \frac{\text{liter}}{\text{hari}} = 25.845 \frac{\text{gram}}{\text{hari}}$$

Berikut ini tabel estimasi pengolahan air deep well PT. AGI, Tbk. Wil. V.



Tabel 2. Biaya Pengolahan Air Deep Well PT. Aneka Gas Industri, Tbk. Wil. V

Bahan Adiktif		Harga	Kebutuhan Tiap Bulan	Harga Total (Rp.)
N-2000		35.000	8	280.000
PC-40		35.000	15	525.000
PC-98		32.500	8	260.000
RO	75 cm (5 buah/3 hari)	375.000	50	18.750.000
	50 cm (5 buah/3 hari)	250.000	50	12.500.000
Total				32.315.000

Water Quality Standard for Cooling water, Cold water, Hot water, Makeup water (JRA GL02-1994)

Item	Cooling water			Cold water		Hot water				Tendency	
	Circulating water system		transient system	Circulating water [Up to 20°C]		Lower Hot water system [20~60°C]		Higher Hot water system [60~90°C]		Corrosion	Scale genesis
	Circulating water	Makeup water	transient water	Circulating water	Makeup water	Circulating water	Makeup water	Circulating water	Makeup water		
pH (25.0°C)	6.5~8.2	6.0~8.0	6.8~8.0	6.8~8.0	6.8~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	○	○
electric conductivity (mS/m)	up to 80	up to 30	up to 40	up to 40	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	○	○
chloride ion (mg/l)	up to 200	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 30	up to 30	○	○
sulfate ion (mg/l)	up to 200	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 30	up to 30	○	○
M alkal level (mg/l)	up to 100	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50		○
total hardness (mg/l)	up to 200	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70		○
calcium hardness (mg/l)	up to 150	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50		○
ionized silica (mg/l)	up to 50	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30		○
Iron (mg/l)	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 0.3	○	○
copper (mg/l)	up to 0.3	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.1	○	○
sulfide ion (mg/l)	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	○	○
ammonium ion (mg/l)	up to 1.0	up to 0.1	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.1	up to 0.3	up to 0.1	up to 0.1	up to 0.1	○	○
residual chlorine (mg/l)	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.25	up to 0.3	up to 0.1	up to 0.3	○	○
free carbon dioxide (mg/l)	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 0.4	up to 4.0	up to 0.4	up to 4.0	○	○
stability index	6.0~7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○

Gambar 4. Baku Mutu Air Proses Industri

Kinerja Reverse Osmosis :

Pada proses sebelum penambahan Na_2CO_3 =

$$\frac{(182 - 70) \text{ mg/l}}{182 \text{ mg/l}} \times 100\% = 61,5385\%$$

Pada proses setelah penambahan Na_2CO_3 =

$$\frac{((165 - 65 + 17) - 70) \text{ mg/l}}{(165 - 65 + 17) \text{ mg/l}} \times 100\% = 40,1709\%$$

Berdasarkan perhitungan, kinerja RO sebelum dilakukan modifikasi dengan penambahan Na_2CO_3 memiliki kinerja menghilangkan 61,5385% kesadahan. Sedangkan setelah dilakukan modifikasi penambahan Na_2CO_3 , kinerja RO



menjadi lebih ringan yaitu hanya menghilangkan 40,1709% kesadahan, namun tetap menghasilkan kualitas air yang sama yaitu memiliki kesadahan 70 mg/l.

Membran reverse osmosis dilakukan penggantian tiap 3 hari sekali pada proses sebelum modifikasi, sehingga setelah dilakukan modifikasi proses penggantian membran reverse osmosis dilakukan setiap,

$$3 \text{ hari} * 61,5385\% = Y \text{ hari} * 40,1709\%$$

$$Y = 4,5958 \text{ hari} = 5 \text{ hari}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat diperkirakan pengeluaran biaya per bulan dengan proses baru yaitu sebagai berikut,

Tabel 3. Perkiraan Biaya Proses Pengolahan Air dengan Modifikasi Proses

Bahan Adiktif	Harga	Kebutuhan Tiap Bulan	Harga Total (Rp.)
N-2000	35.000	8 kg	280.000
PC-40	35.000	15 kg	525.000
PC-98	32.500	8 kg	260.000
RO	75 cm (5 buah/5 hari)	30 buah	11.250.000
	50 cm (5 buah/5 hari)	30 buah	7.500.000
Na ₂ CO ₃	12.000	0,7754 kg	9.305.640
Total			29.120.640

Berdasarkan tabel 1 & tabel 2 maka dapat dihitung penghematan karena adanya modifikasi proses dengan penambahan Na₂CO₃ yaitu sebesar,

$$\frac{(32.315.000 - 29.120.640)}{32.315.000} * 100\% = 9,8851\%$$