

## VARIASI WAKTU KONTAK PADA FILTER MANGANESE GREENSAND DAN PASIR SILIKA TERHADAP PENURUNAN MANGAN (Mn) DALAM AIR BERSIH

*Variation of Contact Time on Manganese Greensand and Silica Sand Filter on Reduction of Mangan (Mn) In Clean Water*

Ine Srinati <sup>1\*</sup>, Teguh Budi Prijanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sanitasi Lingkungan, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung

\*Email: inesrinati@gmail.com

### ABSTRACT

*PT Dirgantara Indonesia is a company produces aircraft and weapons. Monitoring the quality industrial environment is important as stipulated in PMK No.70 of 2016 concerning Standards and Requirements for Industrial Occupational Health. Clean water quality parameters that must be checked is manganese (Mn) levels, if the concentration is above the quality standard it can affect employee health. The results of laboratory examinations of manganese levels clean water in office buildings amounted to 0,66 mg/liter, while the quality standard for manganese levels allowed is 0,5 mg/liter. The purpose of this study was to reduce manganese levels in clean water commonly used by employees using filters with Manganese Greensand and Silica Sand media. This study uses the experimental type of post-test design with control, the independent variable water contact time and the dependent variable manganese (Mn) levels. Sampling was carried out by grab sampling, sample population was an office building reservoir with volume 19 liters. Examination of manganese levels before and after treatment with contact time three minutes, five minutes and seven minutes using the SNI 6989.5: 2009 method of manganese (Mn) Test Method by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) - Flame. Based on the results of the research there is significant difference between manganese levels with variations contact time in the Kruskal Wallis test. The percentage reduction in manganese levels was greatest at contact time of seven minutes, which amounted to 87,36%. The use of filters with manganese greensand and silica sand is good for clean water treatment process in office buildings.*

**Keywords:** *contact time, filtration, manganese greensand, manganese levels, silica sand.*

### ABSTRAK

PT Dirgantara Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi pesawat terbang dan persenjataan. Pemantauan kualitas lingkungan industri penting dilakukan sebagaimana diatur dalam PMK No.70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesling Kerja Industri. Salah satu parameter kualitas air bersih yang wajib diperiksa adalah kadar mangan (Mn), jika konsentrasinya diatas baku mutu dapat berpengaruh terhadap kesehatan karyawan. Hasil pemeriksaan laboratorium kadar mangan pada air bersih di gedung perkantoran sebesar 0,66 mg/liter, sedangkan untuk baku mutu kadar mangan yang diperbolehkan adalah 0,5 mg/liter. Tujuan penelitian ini untuk mengurangi kadar mangan pada air bersih yang biasa digunakan karyawan di gedung perkantoran dengan menggunakan filter bermedia *Manganese Greensand* dan Pasir Silika. Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen *post test design with control* dengan variabel bebas waktu kontak air dengan filter dan variabel terikatnya kadar mangan (Mn) air bersih yang digunakan di gedung perkantoran produksi. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *grab sampling*, populasi sampel berupa *reservoir* gedung perkantoran bervolume 19 Liter. Pemeriksaan kadar mangan sebelum perlakuan dan

sesudah perlakuan dengan waktu kontak tiga menit, lima menit dan tujuh menit menggunakan metode SNI 6989.5:2009 tentang Cara Uji mangan (Mn) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) - Nyala. Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan bermakna antara kadar mangan dengan variasi waktu kontak secara uji *Kruskal Wallis*. Persentase penurunan kadar mangan terbesar pada waktu kontak tujuh menit yaitu sebesar 87,36%. Penggunaan filter bermedia *manganese greensand* dan pasir silika efektif untuk proses pengolahan air bersih lanjutan di gedung perkantoran.

**Kata kunci:** filtrasi, kadar mangan, *manganese greensand*, pasir silika, waktu kontak

## PENDAHULUAN

Menurut Permenkes No. 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesling Kerja Industri, standar baku mutu komponen kesehatan lingkungan, seperti air bersih, limbah, sampah, penyehatan udara, vektor dan penyehatan makanan minuman serta persyaratan sarana sanitasi. Standar baku mutu air untuk keperluan higiene dan sanitasi dilihat dari kualitas fisik, kimia dan biologi. Standar kritis yang harus dipantau adalah kebutuhan air minum dan air bersih untuk keperluan higiene sanitasi secara kuantitas dan kualitas. Salah satu parameter air bersih yang wajib diperiksa adalah kadar mangan (Mn) yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan jika kandungannya diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan.<sup>1</sup>

Hasil pemeriksaan di laboratorium yang dilakukan di Gedung Perkantoran PT Dirgantara Indonesia yang bersumber dari WTP (*Water Treatment Plan*) dengan menggunakan air baku Sungai Cibeureum, parameter yang belum memenuhi syarat yaitu kadar mangan (Mn) sebesar 0,66 mg/liter, hasil tersebut melebihi standar baku mutu kandungan Mn pada air bersih sebesar 0,5 mg/liter,<sup>2</sup> sehingga air yang digunakan tidak memenuhi syarat untuk keperluan higiene dan sanitasi. Dampak mangan terhadap kesehatan khususnya pada pekerja industri menyebabkan keracunan kronis, berhubungan dengan kejiwaan dan syaraf. Gejala kejiwaan biasanya berupa halusinasi, delusi, kopulsi yang sifatnya sementara. Pada sistem

perpipaan dapat mengakibatkan kerak pada sistem pipa sehingga berpotensi untuk meyumbat perpipaan.<sup>3</sup>

Salah satu cara untuk menurunkan kadar mangan sesuai dengan standar baku mutu adalah dengan menggunakan alat filter air menggunakan media saring *manganese greensand* dan pasir silika. Penggunaan filter bermedia dengan mengontakan air bersih pada variasi waktu tiga menit, lima menit dan tujuh menit. *Manganese greensand* adalah salah satu jenis media filtrasi mineral yang mampu menukar elektron sehingga dapat mengoksidasi mangan, dengan mengubah mangan yang larut didalam air yaitu mangan valensi (II) menjadi bentuk yang tidak larut dalam air yaitu mangan valensi (IV), sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi. Sedangkan pasir silika adalah  $\text{SiO}_2$  (*Silicon dioksida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Pasir silika berfungsi untuk media penjernih air, serta sebagai saringan endapan yang berukuran agak besar dan kasat mata.<sup>4</sup> Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan variasi waktu kontak filter air bermedia *manganese greensand* dan pasir silika terhadap penurunan kadar mangan pada air bersih untuk kegiatan sanitasi para karyawan di Gedung Perkantoran PT Dirgantara Indonesia.

## METODE

Penelitian ini menggunakan eksperimen lapangan berupa membuat filter air bermedia *manganese greensand* dan pasir silika, pemeriksaan sampel di laboratorium dengan desain

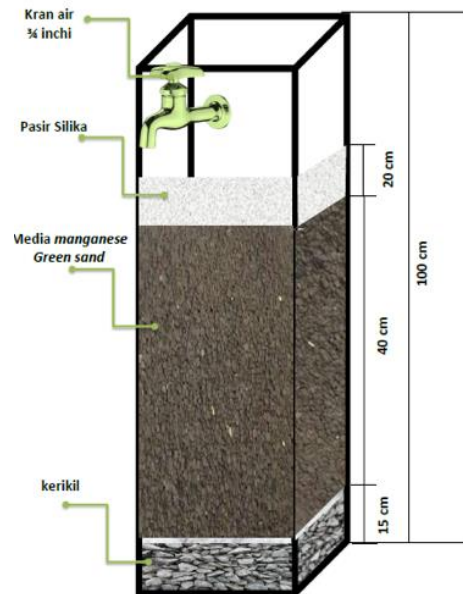
penelitian *post test design with control*.<sup>5</sup> Variasi waktu kontak yang dilakukan pada filter air yaitu tiga menit, lima menit dan tujuh menit. Kepala HSE (*Health, Safety and Environment*) bagian Produksi memberikan izin melakukan penelitian ini di Rooftop Gedung Perkantoran PT. Dirgantara Indonesia pada bulan Juni-Juli tahun 2018 dengan pendanaan pribadi peneliti. Pemeriksaan hasil mangan (Mn) dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Jawa Barat dengan menggunakan metode SNI 6989.5:2009 tentang Cara Uji Mangan (Mn) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala, sedangkan untuk parameter suhu dan pH langsung di periksa dilapangan menggunakan alat termometer suhu air dan pH meter *portable*.

### 1. Pembuatan Alat Filtrasi dengan Media Manganese Greensand dan Pasir Silika

Bahan yang digunakan untuk membuat reaktor adalah akrilik. Dimensi reaktor dengan panjang dan lebar 15 sentimeter dan tinggi 100 sentimeter Filter dirancang sedemikian sehingga aliran air yang masuk kedalam filter secara *upflow* dengan kaidah pengaliran aliran dibawah tekanan (*pressure filter*) dari bawah keatas.

Media filter yang digunakan disusun dari bawah keatas adalah kerikil- *manganese greensand*-pasir silika. Kerikil yang digunakan setebal 15 cm, dengan diameter 4-10 mm. *Manganese Greensand* yang digunakan berdiameter 0,59-1,68 mm setebal 40 cm.<sup>6</sup> Pasir silika yang digunakan berdiameter 2,38–3,36 mm setebal 20 cm.<sup>7</sup>

Desain alat yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Desain Reaktor Filter Bermedia (Skala 1:20)

### 2. Pelaksanaan Percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan menampung air dari Reservoir Gedung Perkantoran PT. Dirgantara Indonesia kedalam tendon air 50 Liter, setelah itu dialirkan kedalam filter dengan sistem *upflow*. Rancangan gambar reaktor filter dapat dilihat pada gambar 2. Sampling pemeriksaan diambil secara *grab sampling*. Pemasangan reservoir gedung ke tendon dan filter dipasang dengan menggunakan selang yang dihubungkan dengan sock dart dan dialirkan menuju alat tersebut. Pengambilan sampel setiap perlakuan dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan, dengan besar sampel 1 liter setiap pengulangan.<sup>5</sup>

Waktu kontak air dengan filter dihitung dengan perhatingan mencari debit yang dibutuhkan, dengan pehitungan sebaga berikut:

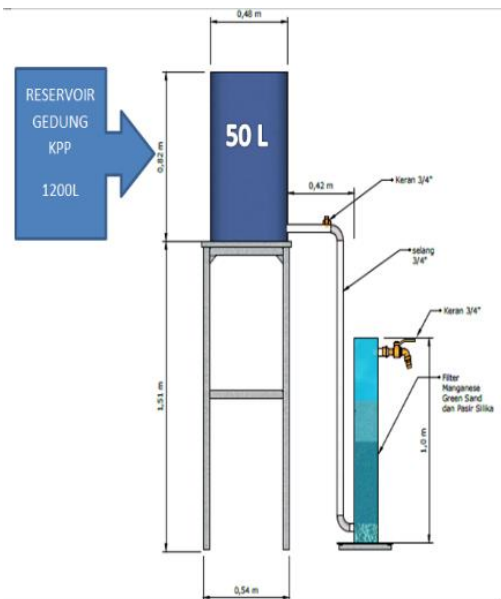
$$Q = V_{\text{rongga}} / t$$

Keterangan :

Q = debit yang dibutuhkan

$V_{\text{rongga}}$  = Volume media filter

t = waktu kontak<sup>8</sup>



**Gambar 2. Rancangan Mekanisme Kerja Filter**

Diketahui volume rongga media filter yang digunakan sebesar  $1,56 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ , dan waktu yang dibutuhkan adalah tiga menit, lima menit dan tujuh menit, dan pengaturan debit dilakukan dengan melakukan perputaran kran sesuai sudut yang ditentukan oleh pembukaan kran tendon air 50 L sebagai berikut:

**Tabel 1. Kebutuhan Debit dan Besar Sudut Bukaan Tiap Perlakuan Waktu Kontak**

No.	Waktu Kontak	Debit yang dibutuhkan	Sudut Bukaan Kran Inlet
1.	tiga menit	520 ml/menit	90°
2.	lima menit	312 ml/menit	50°
3.	7 menit	222 ml/menit	30°

Tabel 1 menunjukkan bahwa debit air yang masuk pada filter berpengaruh pada sudut bukaan kran *inlet* filter. Sudut bukaan 90° debit air berkecepatan 520 ml/menit untuk waktu kontak tiga menit. Sudut bukaan 50° debit air berkecepatan 312 ml/menit untuk waktu kontak lima menit. Sudut bukaan 30° debit air berkecepatan 222 ml/menit untuk waktu kontak tujuh menit.

Pemeriksaan parameter lapangan seperti suhu dan pH pada

setiap perlakuan dilakukan ditempat penelitian. Sedangkan untuk parameter mangan sampel uji diambil dan disimpan pada botol plastik jenis PP (*Polypropylen*). Metode pemeriksaan parameter mangan menggunakan alat Spektrofotometer Serap Atom (SSA)-Nyala.<sup>9</sup>

## HASIL

### 1. Hasil Pemeriksaan Suhu

**Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Suhu Air**

Pengulangan	Kontrol ( <i>Inlet</i> ) °C	Posttest-setelah melewati filter ( <i>Outlet</i> ) °C		
		Perlakuan Waktu		
		tiga menit	lima menit	tujuh menit
1	26,4	26,5	26,6	26,5
2	26,4	26,5	26,6	26,5
3	26,4	26,5	26,7	26,6
4	26,4	26,5	26,7	26,6
5	26,4	26,6	26,7	26,6
6	26,4	26,6	26,7	26,7

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada Tabel 2, air *inlet* maupun *outlet* filter saat penelitian didapatkan suhu pada kontrol yaitu 26,4°C. Pada perlakuan waktu tiga menit rentang suhu yang telah terukur sebesar 26,5°C-26,6°C, perlakuan waktu lima menit adalah 26,6°C-26,7°C dan pada perlakuan tujuh menit sebesar 26,5°C-26,7°C.

### 2. Hasil Pemeriksaan pH

**Tabel 3. Hasil Pengukuran pH Air**

Pengulangan	Kontrol ( <i>Inlet</i> ) °C	Posttest-setelah melewati filter ( <i>Outlet</i> ) °C		
		Perlakuan Waktu		
		tiga menit	lima menit	tujuh menit
1	7,71	7,70	7,66	7,64
2	7,71	7,69	7,67	7,64
3	7,71	7,70	7,67	7,63
4	7,71	7,68	7,66	7,64
5	7,71	7,70	7,67	7,63
6	7,71	7,69	7,66	7,63

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada Tabel 3, air *inlet* maupun *outlet* filter saat penelitian didapatkan rentang pH pada kontrol 7,71. Pada perlakuan waktu tiga menit rentan pH yang telah terukur sebesar 7,68-7,70. Sedangkan

pada perlakuan waktu lima menit adalah 7,66–7,67 dan pada perlakuan tujuh menit sebesar 7,63–7,64, pH dari masing-masing perlakuan tidak terlalu jauh berbeda, hanya semakin lama waktu perlakuan pH semakin asam.

### 3. Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn)

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn)**

Pengulangan	Kontrol ( <i>Inlet</i> ) °C	Posttest-setelah melewati filter ( <i>Outlet</i> ) °C		
		Perlakuan Waktu		
		tiga menit	lima menit	tujuh menit
1	0,66	0,45	0,33	0,13
2	0,66	0,47	0,32	0,11
3	0,66	0,44	0,27	0,10
4	0,66	0,33	0,31	0,08
5	0,66	0,41	0,21	0,04
6	0,66	0,30	0,18	0,04
Rata-rata		0,40	0,27	0,083
Maksimal		0,45	0,33	0,13
Minimal		0,30	0,18	0,04

Berdasarkan hasil pengukuran mangan pada Tabel 4, air bersih sebelum dan sesudah dikontakan dengan filter dengan waktu kontak tiga menit rata-rata kadar Mn 0,4 mg/liter, rentan kadar Mn yang telah terukur sebesar 0,30–0,47 mg/liter. Pada

perlakuan waktu lima menit rata-rata kadar Mn 0,27 mg/liter, rentan kadar Mn 0,18–0,33 mg/liter dan pada perlakuan tujuh menit rata-rata kadar mangan 0,083 mg/liter, rentan kadar Mn sebesar 0,04–0,13 mg/liter.

### 4. Hasil Persentase Penurunan Kadar Mangan (Mn)

**Tabel 5. Hasil Persentase Penurunan Kadar Mangan**

No	Pengulangan	Besar Persentase Penurunan (%)		
		Waktu Kontak tiga menit	Waktu Kontak lima menit	Waktu Kontak tujuh menit
1	1	31,81	50,00	80,30
2	2	28,78	51,52	83,30
3	3	33,33	59,09	84,84
4	4	42,42	53,03	87,88
5	5	37,87	68,18	93,93
6	6	46,97	72,72	93,93
Rata-rata		36,86	59,09	87,36

Berdasarkan Tabel 5 persentase penurunan kadar mangan waktu kontak tiga menit 36,86%, waktu kontak lima menit 59,09%, perlakuan waktu kontak tujuh menit sebesar 87,36%, sehingga

persentase penurunan kadar mangan terbesar adalah pada perlakuan waktu kontak tujuh menit.

## 5. Hasil Analisis Data Statistik

Analisis data konsentrasi mangan dengan menggunakan uji statistik yaitu uji *Kruskal Wallis* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan

yang signifikan antara kadar mangan pada *inlet* dan *outlet*.<sup>10</sup> Hasil uji statistik dengan Uji *Kruskal Wallis* dengan bantuan aplikasi pengolahan data SPSS V.25 adalah sebagai berikut:

**Tabel 6. Hasil Analisa *Kruskal Wallis* Variable Perbedaan Waktu Kontak Filter pada Kadar Mangan Air Bersih Gedung Perkantoran PT. DI**

Perlakuan	Kadar Mangan	
	Rerata	SD
Waktu Kontak tiga menit	0,4083	0,0618
Waktu Kontak lima menit	0,2700	0,0623
Waktu Kontak tujuh menit	0,0833	0,3724
Kruskal-Wallis H	21,273	
Df	3	
Asymp. Sig	0,0001	

Hasil uji *Kruskal Wallis* pada tabel 6 terdapat perbedaan bermakna yang signifikan antara kadar mangan dengan ketiga perlakuan waktu tiga menit, lima menit, dan tujuh menit ( $H=21,273$ ,  $df=3$ ,  $P=0,0001$ ), dengan nilai  $P$  (*Asymp. Sig*)  $< (\alpha) 0,05$ .<sup>11</sup>

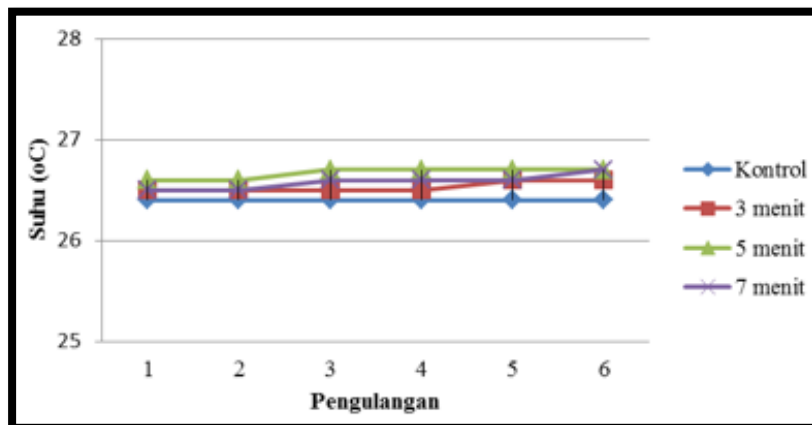
Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan *Kruskal Wallis*  $P$ -value ( $0,000$ )  $< \alpha$  ( $0,05$ ) artinya  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak,<sup>8</sup> secara statistik terdapat perbedaan bermakna yang signifikan antara kadar mangan dengan ketiga

perlakuan waktu kontak tiga menit, lima menit, dan tujuh menit.

## PEMBAHASAN

### 1. Pembahasan Suhu Air

Temperatur yang baik untuk proses reaksi kimia pada air berkisar antara  $20^{\circ}\text{C}$  –  $30^{\circ}\text{C}$ .<sup>12</sup> Maka pada penelitian ini reaksi kimia antara air dan media filter *Manganese Greensand* dan pasir silika dapat berjalan dengan baik tanpa terganggu oleh suhu air



**Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Suhu Air**

Hasil data pada gambar 3 pengukuran suhu tiap perlakuan hasilnya fluktuatif, hanya saja untuk penurunan dan kenaikannya tidak tinggi, selisih pengukuran suhu air *inlet* dengan *outlet* sebesar  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan suhu dapat dikarenakan lokasi penelitian yang dilakukan di ruangan terbuka

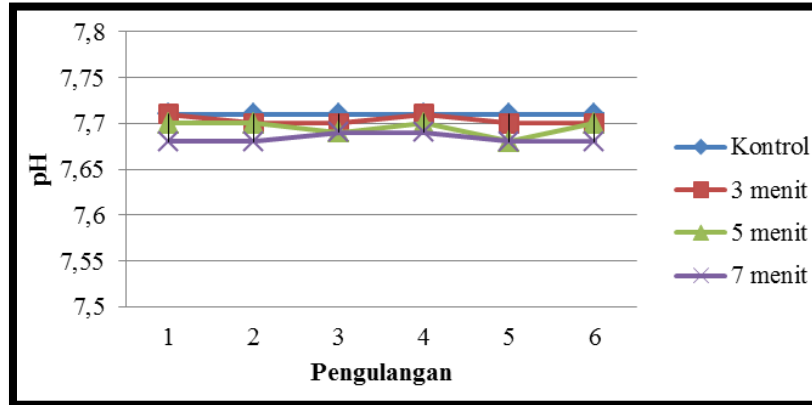
sehingga hasil pengukuran suhu air banyak dipengaruhi oleh kondisi iklim dan udara ambien.

### 2. Pembahasan pH Air

Hasil data gambar 4 didapat kisaran pH air pada proses filtrasi sebelum dan sesudah perlakuan ada

pada rentan pH air 7,70–7,62. Pengolahan air dengan media *Manganese Greensand* dapat dilakukan pada kondisi air dengan pH

kisaran 6,2–8,5. Dengan demikian proses pengolahan air pada filter dapat berlangsung dengan baik tanpa adanya gangguan dari pH air.<sup>6</sup>



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran pH Air

Hal yang menyebabkan tidak stabilnya pH tiap pengulangan dapat terjadi karena kandungan mangan ditiap perlakuan juga tidak stabil. Kadar mangan pada inlet memiliki tingkat oksidasi mangan valensi (II) yang dapat larut dalam air, yang dimana sifatnya lebih basa atau memiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar mangan pada outlet memiliki tingkat

oksidasi mangan valensi (IV) yang tidak terlarut dalam air hasil dari reaksi kimia kontak air dengan *manganese greensand* yang sifatnya lebih asam, hal ini disebabkan karena banyaknya unsur  $\text{OH}^-$  yang terlepas.<sup>13</sup> Pada tabel karakteristik mangan berbentuk garam dan turunannya dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Karakteristik Oksida, Hidroksida dan Garam Mangan<sup>13</sup>

Tingkat Oksidasi	Oksida	Hidroksida	Sifat	Ion	Nama	Warna Ion
+2	MnO	Mn(OH) <sub>2</sub>	Basa Moderat	Mn <sup>2+</sup>	Mangan (II)	Pink
+3	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn(OH) <sub>3</sub>	Basa Lemah	Mn <sup>3+</sup>	Mangan (III)	Violet
+4	MnO <sub>2</sub>	Mn(OH) atau H <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub>	Amfoter	MnO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Manganit	Coklat
+6	MnO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	Asam Lemah	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Manganat	Hijau
+7	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	HMnO <sub>4</sub>	Moderat Asam Kuat	MnO <sub>4</sub>	Permanganat	Ungu

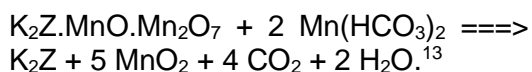
### 3. Pembahasan Kadar Mangan

Kadar mangan yang tinggi pada air bersih di Gedung Perkantoran PT. Dirgantara Indonesia berasal dari air baku yang diolah di WTP (*Water Treatment Plant*) Sungai Cibeureum, beberapa tahun terakhir kondisi sungai yang melewati Kota Cimahi dan Bandung telah mengalami pencemaran

oleh berbagai macam limbah pabrik. Selain itu, perpipaan yang digunakan terbuat dari besi dan ditanam didalam tanah serta tidak dilakukan penggantian dari awal pemasangan sampai saat ini. Kondisi ini dapat berpengaruh pada parameter air bersih yang disalurkan pada perpipaan tersebut.

Data kadar mangan pada air *oulet* filter setiap pengulangan mengalami *fluktuatif* yaitu data yang berubah-ubah dan tidak stabil, hal ini dapat terjadi dikarenakan filter yang digunakan untuk pengujian hanya satu untuk tiga perlakuan waktu kontak dan hanya dilakukan pencucian balik (*backwash*) setiap pengulangan. Secara tidak langsung kemampuan media *manganese greensand* dalam mengoksidasi kadar mangan yang terlarut dalam air akan aktif setiap pengulangan. Sehingga kadar mangan setiap perlakuan cenderung turun.

Mekanisme pemisahan kadar mangan pada air dengan media *manganese greensand* dan pasir silika adalah air olahan yang mengandung mangan dialirkan melalui lapisan kerikil terlebih dahulu, berfungsi untuk menahan material tersuspensi dengan diameter lebih besar dari 4 mm pada air olahan masuk pada filter bed *manganese greensand*. Lalu air masuk ke media filter *manganese greensand* ( $K_2Z.MnO.Mn_2O_7$ ) yang berfungsi sebagai katalis dan pada waktu yang bersamaan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi bentuk mangan dioksida yang tak larut dalam air. Reaksinya adalah,



Reaksi pengurangan kadar mangan dengan *manganese greensand* merupakan reaksi dari mangan valensi (II) dengan mangan oksida tinggi (*higher mangan oxide*) yaitu  $Mn_2O_7$  sehingga tingkat oksidasi mangan menjadi mangan valensi (IV) yang tidak larut dalam air.<sup>14</sup> Reaksi oksidasi adalah melepaskan elektron, sehingga muatan unsur semakin positif. Dalam hal transfer oksigen, oksidasi berarti mendapatkan oksigen.<sup>13</sup> *Manganese greensand* sebagai oksidator yaitu zat yang dapat memberi oksigen pada zat lain bereaksi dengan mangan yang terlarut dalam air sehingga menghasilkan kesetaraan reaksi pada jumlah oksigen. Oksidasi

pada hal transfer elektron dapat dilihat dengan bilangan oksidasi.<sup>13</sup> Endapan yang terjadi mengandung mangan-dioksida ( $MnO_2$ ) yang dapat dipisahkan dengan penyaringan. Pasir silika berfungsi sebagai media saring untuk endapan tersebut, selain itu keunggulan menggunakan pasir silika adalah dapat menghilangkan kekeruhan dan warna pada air bersih.<sup>7</sup>

Pada penelitian sebelumnya pengolahan air dengan media pasir silika dua tingkat pada kondisi aliran tak jenuh efektif dalam meningkatkan kualitas air Sungai Cikapundung. Parameter mangan yang disisihkan sebesar 89,3%,<sup>15</sup> sedangkan pada penelitian pengolahan air pada sumur gali dengan menggunakan media filter *manganese greensand* ketebalan 60 cm sangat efektif dalam menurunkan Mn dari 2,53 mg/liter menjadi < 0,01 mg/liter selama waktu kontak 15 menit, sehingga efektivitas penurunan kadar Mn sebesar 99,6 %.<sup>16</sup> Penelitian pada pengolahan air sumur menggunakan media filtrasi *zeolite*, *ferrolite* dan *manganese greensand* dapat menurunkan kandungan mangan sebesar 75% pada air sumur bor tanpa harus melalui proses aerasi.<sup>17</sup> Penelitian ini membahas pengolahan lanjutan air bersih yang berasal dari air sungai olahan WTP (*Water Treatment Plan*) Sungai Cibeureum Bandung yang dialirkan ke gedung perkantoran secara perpipaan. Hanya saja untuk pemeliharaan WTP dan perpipaan belum optimal, sehingga masih meloloskan air dengan parameter yang masih diatas baku mutu. Pengolahan lanjutan ini menggukan kombinasi filter bermedia *manganese greensand* dan pasir silika pada gedung perkantoran didapatkan hasil pengurangan kadar mangan sebesar 87,36% pada waktu kontak yang lebih singkat dibandingkan dengan penelitain sebelumnya yang sejenis yaitu tujuh menit saja.



## SIMPULAN

Pengolahan air bersih dengan reaktor filter bermedia *manganese greensand* dan pasir silika terbukti dapat menurunkan kadar mangan pada air bersih di gedung perkantoran produksi PT DI. Hasil uji statistik dengan Uji *Kruskal Wallis* didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan bermakna yang signifikan antara kadar mangan dengan ketiga perlakuan waktu kontak tiga menit, lima menit, dan tujuh menit. Persentase penurunan kadar mangan (Mn) terbesar berada pada perlakuan waktu kontak tujuh menit sebesar 87,36%.

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan umur media filter lebih lanjut untuk mengetahui waktu regenerasi media serta pemeriksaan parameter-parameter lain (fisik, kimia dan biologi) yang dapat ditangani oleh media *manganese greensand*. Pemeliharaan filter dapat dilakukan oleh pihak Industri dengan cara mengawasi penggunaan filter dan mengamati air hasil *outlet* filter sesuai jadwal monitoring kondisi lingkungan di industri. Jika dilihat hasil *outlet* keruh dan menimbulkan kerak pada reaktor filter, dapat dilakukan pencucian media atau regenerasi media dengan menggunakan larutan Potasium permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ). Dengan perhitungan dosis larutan sebagai berikut:

Dosis  $\text{KMnO}_4$  (mg/L) =  $1 \times [\text{Konsentrasi Fe}] + 2 \times [\text{Konsentrasi Mn}]$ .<sup>18</sup>

## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang berkaitan dengan penelitian kali ini, salah satunya adalah Kepala HSE bagian *Plan* Produksi PT. Dirgantara Indonesia beserta jajarannya sehingga diberikan izin untuk melakukan penelitian dan menerima reaktor filter peneliti untuk dimanfaatkan sebagai tambahan

fasilitas di Gedung Perkantoran Produksi PT. Dirgantara Indonesia.

## DAFTAR RUJUKAN

1. Rahmawati N, Sugito S. Reduksi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filtrasi Manganese Greensand dan Zeolit Terpadukan Resin. *Tek WAKTU*. 2015;13(2):63-71.
2. Kementerian Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 70 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Jakarta: Kementerian Kesehatan. Published online 2016.
3. Taigan LB. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan*. Poltekkes Kemenkes Kupang; 2015. <http://repository.poltekeskupang.ac.id/1642/>
4. Goncalves MR., Bragmann C. Thermal Insulator Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties And Microstructure. *Constr Build Mater*. 2007;21(12):2059-2065. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.05.057>
5. Gomez KA, Gomez AA. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian*. 2nd ed. UI-Press; 2007.
6. Clack Corporation. *Manganese Greensand*.; 2008. <https://www.watertreatmentspecialists.com/wp-content/uploads/2015/03/manganese-greensand.pdf>
7. Mahyudin. *Analisis Kualitas Air Dengan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika Sebagai Media Filter*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta; 2016. <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/4618/B>.
8. Kusnaedi. *Mengolah Air Kotor*

- Untuk Air Minum*. Penerbar Swadaya; 2010.
9. Badan Standar Nasional. SNI 6989 Tentang Air dan Air Limbah Bagian 5 Cara Uji Mangan. Published online 2004.
  10. Sukardi. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bumi Aksara; 2010.
  11. Suharsimi A. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik.*; 2016.
  12. Ahmad R. *Kimia Lingkungan*. C.V. ANDI OFFSET; 2004.
  13. Cotton A. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia; 2007.
  14. Brady J. *Kimia Universitas Asas Dan Struktur*. Tangerang: Binarupa Aksara; 2004.
  15. Makhmudah N, Notodarmodjo S. Penyisihan Besi-Mangan, Kekeruhan Dan Warna Menggunakan Saringan Pasir Lambat Dua Tingkat Pada Kondisi Aliran Tak Jenuh Studi Kasus: Air Sungai Cikapundung. *J Tek Lingkungan*. 2010;16(2):150-159.
  16. Rachmah N, Purwoto S. Efektifitas Penurunan Mn dan Total Coliform Pada Air Sumur Gali Berbasis Zeolit. *WAKTU J Tek UNIPA*. 2014;12(1):1-7.
  17. Zulfikar Z, Aditama W, Khairunnisa K, Arianto B. Effect of Filter Media (Zeolite, Ferrolite, and Manganese Greensand) and Combination of Media on the Levels of Iron and Manganese in Borehole Water. *Int J Environ Health Eng*. 2023;12(1):1-5. doi:10.4103/ijehe.ijehe\_41\_21
  18. Walkerton Clean Water Centre. *Evaluation of Greensand Filtration Operation for the Reduction of Manganese Walkerton Clean Water Centre.*; 2018. <https://wccw.ca/wp-content/uploads/2020/01/Evaluation-of-Greensand-Filtration-Operation-for-the-Reduction-of-Manganese.pdf>