

## PENGGUNAAN WATER RECYCLE UNTUK KEBUTUHAN AIR DI KAWASAN INDUSTRI BATAM

### *USE OF WATER RECYCLE FOR WATER NEEDS IN BATAM INDUSTRIAL AREA*

Alpano Priyandes

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan  
Jln. Pahlawan No. 99 Batu Aji Kota Batam, Indonesia  
*E-mail: alpano@yahoo.com*

#### **Abstrak**

Perkembangan kegiatan industri manufaktur akan sejalan dengan meningkatnya kebutuhan sumber daya air di Batam. Oleh karena itu diperlukan suatu strategi penyediaan air yang dapat menangani dan mengantisipasi permasalahan ketersediaan air. Salah satu strategi konservasi sumber daya air dan alternatif upaya penyediaan air bersih yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan daur ulang air. Beberapa pertimbangan analisis data terkait penelitian yaitu dari aspek air bersih, aspek air limbah, dan aspek air daur ulang. Sehingga dari hasil analisis studi disimpulkan bahwa diperlukan upaya penyediaan alternatif sumber air pada kawasan industri dan potensi air limbah yang dapat dijadikan air baku untuk di daur ulang serta rekomendasi pengolahan daur ulang air.

Kata Kunci: Air Bersih; Air Limbah; Daur Ulang Air

#### *Abstract*

*The development of manufacturing industry activities will be in line with the increasing demand for water resources in Batam. Therefore, need a water supply strategy that can handle and anticipate water supply problems. One of strategies for conserving water resources and alternative efforts to provide clean water that can be done is to recycle water. Some considerations for data analysis related to research are from the clean water aspect, the waste water aspect, and the recycled water aspect. Hence from the results of this research is concluded that efforts are needed to provide alternative sources of water in industrial areas and the potential for wastewater that can be used as raw water for recycling as well as recommendations for recycling water treatment.*

*Keywords: Clean Water; Wastewater; Water Recycling*

## **PENDAHULUAN**

Meningkatnya kegiatan industri manufaktur, industri pariwisata dan pemukiman akan sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan meningkatnya kebutuhan terhadap lahan yang dapat berimbas pada ketersediaan sumber daya air di Pulau Batam. Oleh karena itu diperlukan suatu strategi penyediaan air yang dapat menangani dan mengantisipasi permasalahan ketersediaan air, khususnya di kawasan industri manufaktur.

Salah satu strategi konservasi sumber daya air dan alternatif upaya penyediaan air bersih yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan daur ulang

air (water recycle). Daur ulang air merupakan sistem pengolahan air yang tidak layak atau berbahaya menjadi air yang dapat dipergunakan kembali. Pemanfaatan hasil air daur ulang di Indonesia masih lebih banyak diperuntukkan sebagai sumber air bersih untuk non domestik terutama air hasil daur ulang yang berasal dari kegiatan industri.

Pengolahan daur ulang atau water recycle dapat membuka peluang untuk dapat menambah penghasilan bagi pengelola kawasan industri. Selain memberi nilai tambahan pendapatan bagi perusahaan, pemanfaatan air hasil pengolahan air limbah menjadi air bersih memberikan nilai positif yang dapat menaikkan nilai proper lingkungan pengelola kawasan industri manufaktur.

Pembangunan instalasi pengolahan daur ulang air (water recycle) air limbah menjadi air bersih di kawasan industri mengacu pada standar baku mutu air bersih yaitu Permenkes No. 32 tahun 2017 dan standar teknis lainnya terkait peruntukan air hasil daur ulang akan digunakan. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian terkait pemanfaatan daur ulang air (water recycle) untuk memenuhi kebutuhan air industri di kawasan industri Batam.

### **Air Bersih**

Menurut Suripin (2012), yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar.

Kualitas air bersih harus memenuhi persyaratan (Peraturan Menteri Kesehatan No.416/PerMenKes/IX/1990), yaitu:

- 1 Syarat fisik: air harus bersih dan tidak keruh, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, suhu antara  $10^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$  (sejuk).
- 2 Syarat kimiawi: tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, cukup yodium, pH air antara 6,5 – 9,2 3.
- 3 Syarat bakteriologi: tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, kolera dan bakteri patogen penyebab penyakit.

### **Air Limbah**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

## Daur Ulang Air Limbah

Sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat khususnya didaerah perkotaan, perkembangan industri, pencemaran air tanah maupun air permukaan, distribusi sumber air, serta konsumsi pemakaian air yang tidak merata telah menyebabkan ketidakseimbangan antara pasokan dan kebutuhan akan air. Salah satu cara alternatif dalam hal penyediaan sumber air baku adalah menggunakan daur ulang air limbah.

**Tabel 1**  
**Penggunaan Daur Ulang Air Limbah**

No	Penggunaan Daur Ulang Air Limbah
1	Irigasi pertanian: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pertanian produksi</li><li>• Pembibitan komersial</li></ul>
2	Irigasi landscape: <ul style="list-style-type: none"><li>• Taman</li><li>• Lapangan golf</li><li>• Jalan raya</li><li>• Perumahan, dll</li></ul>
3	Penggunaan untuk industri: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pendingin</li><li>• Umpan boiler</li><li>• Air proses</li><li>• Pekerjaan kontruksi</li></ul>
4	Recharge air tanah: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pengisian air tanah</li><li>• Kontrol intrusi air laut</li></ul>
5	Rekreasi dan fungsi lingkungan: <ul style="list-style-type: none"><li>• Untuk pengisian danau/kolam</li><li>• Perikanan, dll</li></ul>
6	Keperluan umum: <ul style="list-style-type: none"><li>• Air pemadam kebakaran</li><li>• Air bilas toilet, dll</li></ul>

Sumber: Said, 2016

## Proses Daur Ulang Air Limbah

Dalam pengolahan limbah cair tidak dapat dilakukan dengan sekali proses, ini dikarenakan limbah cair mempunyai karakter yang sulit terurai dan mempunyai karakter yang berbeda-beda. Oleh karena itu, pengolahan limbah cair dapat dibagi menjadi 5 tahap:

- 1) Pengolahan Awal (*Pretreatment*)
- 2) Pengolahan Tahap Pertama (*Primary Treatment*)
- 3) Pengolahan Tahap Kedua (*Secondary Treatment*)
- 4) Pengolahan Tahap Ketiga (*Tertiary Treatment*)
- 5) Pengolahan Lumpur (*Sludge Treatment*)

### **Sistem Pengolahan Air Limbah**

Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi *BOD*, partikel tercampur, serta membunuh organisme patogen. Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasi agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Untuk itu diperlukan pengolahan secara bertahap agar bahan tersebut di atas dapat dikurangi. Tahapannya terdiri dari Penyaringan, Perajangan, Bak Penangkap Pasir, Bak Penangkap Lemak, Tangki Ekualisasi, Netralisasi, Pengendapan/ Pengapungan, Reaktor Lumpur Aktif/ Aerasi, Karbon Aktif, Pengendapan kimiawi, Nitrifikasi/ Denitrifikasi, Air Stripping, Pertukaran Ion, Saringan Pasir, Osmosis/ Elektrodialisis, Desinfeksi.

### **METODOLOGI**

Pendekatan pelaksanaan pekerjaan ini, meliputi 1) Pendekatan normatif; 2) Pendekatan studi literatur; dan 3) Pendekatan studi lapangan. Sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

Metode pengumpulan data dengan cara wawancara, observasi lapangan dan dokumentasi. Sedangkan metode analisis data meliputi:

#### **Metode Analisis Data**

##### **a. Aspek Air Bersih**

Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap aspek air bersih untuk mengetahui kondisi ketersediaan air bersih, kualitas air bersih yang digunakan sebagai acuan kualitas hasil daur ulang air dan volume air bersih yang dibutuhkan.

#### **Kualitas Air Bersih**

Analisa kualitas air bersih eksisting akan mengacu pada Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene

Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Sedangkan Analisa kualitas air daur ulang akan mengacu Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, sesuai alokasi pemanfaatan air hasil daur ulang nantinya.

**Tabel 2**  
 Standar Baku Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1	Kekeruhan **	NTU	25
2	Warna **	TCU	50
3	Dissolved Solid **	mg/L	1000
4	Suhu di Lapangan	°C	± 3°C
5	Kebauan	-	Kebauanless
6	Rasa	-	Tasteless
<b>MIKROBIOLOGI</b>			
1	<i>Total Coliform</i>	Colony/100 mL	50
2	<i>E. Coli</i>	Colony/100 mL	0
3	<b>Chemical :</b>		
4	pH on di Lapangan **	-	6,5 – 8,5
5	Besi (Fe)**	mg/L	1
6	Flourida (F)**	mg/L	1,5
7	Total Kesadahan sbg CaCO <sub>3</sub> **	mg/L	500
8	Mangan (Mn)**	mg/L	0,5
9	Nitrat (NO <sub>3</sub> )**	mg/L	10
10	Nitrit (NO <sub>2</sub> )**	mg/L	1
11	Sianide (CN)	mg/L	0,1
12	Surfaktan Anioni sbg MBAS **	mg/L	0,05
13	Total Pestisida ***	mg/L	0,1
<b>TAMBAHAN</b>			
1	Raksa (Hg)	mg/L	0,001
2	Arsenik (As)	mg/L	0,05
3	Kadmium (Cd)	mg/L	0,005
4	Kromium Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	mg/L	0,05
5	Selenium (Se)	mg/L	0,01
6	Seng (Zn)**	mg/L	15
7	Sulfat (SO <sub>4</sub> )**	mg/L	400
8	Timbal (Pb) **	mg/L	0,05
9	Benzena ***	mg/L	0,01
10	Zat Organik dgn KMnO <sub>4</sub> **	mg/L	10

Sumber: Permenkes No.32 Tahun 2017

**Tabel 2**  
**Standar Baku Kualitas Air**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II	Baku Mutu Kelas III	Baku Mutu Kelas IV
<b>FISIKA</b>					
1	Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	1000	1000	2000
2	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	50	400	400
3	Temperatur	°C	Deviasi 3°C	Deviasi 3°C	Deviasi 5°C
<b>KIMIAANORGANIK</b>					
1	pH	-	6-9	6-9	5-9
2	BOD	mg/L	3	6	12
3	COD	mg/L	25	50	100
4	DO	mg/L	4,0	3	0
5	Total fosfat	mg/L	0,2	1	5
6	NO <sub>3</sub> sebagai N	mg/L	10	20	20
7	NH <sub>3</sub> -N	mg/L	-	-	-
8	Arsen	mg/L	1	1	1
9	Kobalt (Co)	mg/L	0,2	0,2	0,2
10	Barium	mg/L	-	-	-
11	Boron (B)	mg/L	1	1	1
12	Selenium	mg/L	0,05	0,05	0,05
13	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01
14	Kromium Valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> )	mg/L	0,05	0,05	1
15	Tembaga (CU)	mg/L	0,02	0,02	0,2
16	Besi	mg/L	-	-	-
17	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	1
18	Mangan	mg/L	-	-	-
19	Air Raksa	mg/L	0,002	0,002	0,005
20	Seng	mg/L	0,05	0,05	2
21	Khlorida	mg/L	-	-	-
22	Sianida	mg/L	0,02	0,02	-
23	Fluorida	mg/L	1,5	1,5	-
24	Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	-
25	Sulfat	mg/L	-	-	-
26	Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	-
27	Belerang	mg/L	0,002	0,002	-
<b>MIKROBIOLOGI</b>					
1	Fecal Coliform	Jml/100 ml	1.000	2.000	2.000
2	Total Coliform	Jml/100 ml	5.000	10.000	10.000
<b>KIMIA ORGANIK</b>					
1	Minyak dan Lemak	µg/L	1.000	1.000	-
2	Detergen (MBAS)	µg/L	200	200	-
3	Senyawa Fenol	µg/L	1	1	-

Sumber: PP No. 82 Tahun 2001

### **Kebutuhan Air Bersih**

Analisis kebutuhan air bersih dilaksanakan dengan dasar analisis menggunakan tolok ukur yang sesuai dengan obyek penelitian yaitu kawasan industri. Analisis kebutuhan air bersih terdiri dari analisa air bersih domestik dan non domestik.

#### **b. Aspek Air Limbah**

Dalam studi ini dilakukan analisa terhadap aspek air limbah untuk mengetahui karakteristik air limbah yang akan di daur ulang dan potensi volume timbulan air yang akan diolah.

## Kualitas Air Limbah

Analisa kualitas air limbah akan menggunakan data sekunder hasil uji kualitas air limbah yang dibandingkan dengan standar baku mutu berlaku.

**Tabel 3**  
**Standar Baku Mutu Kualitas Air Limbah Kawasan Industri**

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1	TSS	mg/L	150
<b>KIMIA</b>			
2	COD	mg/L	100
3	BOD	mg/L	50
4	Sulfida (S <sup>2-</sup> )	mg/L	1
5	Amonia (NH <sub>3</sub> )	mg/L	20
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,1
7	Krom VI (Cr <sup>6+</sup> )	mg/L	0,5
8	Total Krom (Cr)	mg/L	1
9	pH	-	6 – 9
10	Tembaga (Cu)	mg/L	2
11	Seng (Zn)	mg/L	10
12	Timbal (Pb)	mg/L	1
13	Nikel (Ni)	mg/L	0,5
14	MBAS	mg/L	10
15	Fenol	mg/L	1
16	Minyak dan Lemak	mg/L	15

Sumber: Permen LH. No.03/MENLH/2010

### Timbulan Air Limbah Industri

Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar 50 m<sup>3</sup>/ha/hari. Sebagai patokan dapat dipergunakan pertimbangan bahwa 85-95% dari jumlah air yang dipergunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Apabila industri tersebut memanfaatkan kembali air limbahnya, maka jumlahnya akan lebih kecil lagi.

#### c. Aspek Air Daur Ulang

Pengkajian bentuk pemanfaatan daur ulang air limbah dilakukan dengan menganalisa tingkat kebutuhan air dan potensi daur ulang.

**Tabel 4**  
**Kategori Penggunaan Daur Ulang Air Limbah**

No	Kategori	Aplikasi
1	Irigasi Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembibitan tanaman</li> <li>• Produksi pertanian</li> </ul>
2	Irigasi landscape	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lapangan golf</li> <li>• Jalan raya</li> <li>• Perumahan</li> <li>• Taman</li> </ul>
3	Proses industri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umpam boiler</li> <li>• Pendingin</li> <li>• Umpam boiler</li> <li>• Pekerjaan konstruksi</li> <li>• Air proses</li> </ul>
4	Fungsi lingkungan dan rekreasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perikanan</li> <li>• Pengisi danau/ kolam</li> </ul>
5	Recharge air tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrol intrusi air laut</li> <li>• Pengisian air tanah</li> </ul>
6	Keperluan umum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air bilas toilet</li> <li>• Air pemadam kebakaran</li> </ul>

Pengkajian bentuk pengolahan daur ulang air limbah dilakukan dengan menganalisa karakteristik air limbah yang akan didaur ulang, target baku mutu instalasi daur ulang air dan pemilihan unit daur ulang.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri di Batam terbagi menjadi industri berat dan industri ringan. Industri berat didominasi oleh industri galangan kapal, industri fabrikasi, industri baja, industri logam dan lainnya. Sedangkan industri ringan meliputi industri manufaktur, industri elektronika, industri garment, industri plastik dan lainnya.

**Tabel 5**  
**Justifikasi Pemilihan Obyek Penelitian pada Kawasan Industri Batamindo Industrial Park**

OBJEK STUDI	PERTIMBANGAN
<b>KAWASAN INDUSTRI</b>	
<b>Batamindo Industrial Park</b>	<p>Telah memiliki <i>Water Treatment Plant</i> (WTP) dan <i>Wastewater Treatment Plant</i> (WWTP) di dalam kawasan sehingga dalam analisa dapat difokuskan bahwa air limbah yang akan di daur ulang adalah air limbah yang berasal dari tenant industri di dalam kawasan Batamindo Industrial Park.</p> <p>Batamindo Industrial Park merupakan salah satu kawasan industri dengan jumlah tenant yang cukup banyak yaitu 73 tenant, sehingga potensial untuk dilakukan daur ulang air limbah dengan timbulan air limbah yang relatif besar.</p>

Sumber: Analisis, 2018

#### Identifikasi Sumber Daya Air Bersih Obyek Studi.

Batamindo merupakan salah satu kawasan industri di Batam. Batamindo merupakan kawasan industri yang dimiliki oleh Gallant Venture Pte Ltd, PT Verizon Indonesia. Batamindo mulai beroperasi dari tahun 1990. Luas area

Batamindo Industrial Park adalah 320 Ha, dengan luas lahan yang telah terbangun ±300 Ha.

Pada Batamindo Industrial Park tersedia infrastruktur utama seperti: pembangkit listrik, instalasi pengolahan air bersih dan air limbah, jaringan telekomunikasi, sistem sanitasi, dan fasilitas pencegahan kebakaran. Selain itu di dalam Kawasan Industri Batamindo disediakan fasilitas pendukung seperti: bank, perumahan karyawan, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, pusat perbelanjaan, town centre, food centre, activity club, asrama pekerja. Sejak didirikan pada tahun 1990, Batamindo telah berkembang dengan berbagai brand industri bertaraf internasional yang menempatkan manufakturnya di dalam kawasan industri ini. Sampai tahun 2020, terdapat 73 tenant industri di dalam kawasan industri ini, dimana tenant-tenant industri bergerak dalam berbagai jenis industri.

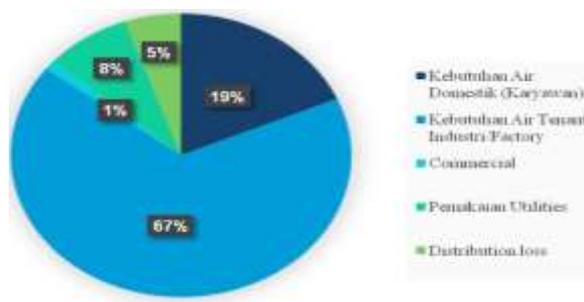
Batamindo Industrial Park merupakan kawasan industri terpadu dengan penyediaan air bersih mandiri menggunakan Instalasi Pengolahan Air Bersih di dalam kawasan. Instalasi Pengolahan Air Bersih Batamindo Industrial Park memiliki kapasitas 4.500 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 6**  
**Kebutuhan Air Bersih Batamindo Industrial Park**

No	Komponen	Volun Keb. Air (m <sup>3</sup> /hari)	Prosentase Keb. Air (%)
1	Kebutuhan Air Domestik (Karyawan)	1.061	18
2	Kebutuhan Air Tenant Industri/Factory	3.849	67
3	Commercial	66	1
4	Pemakaian Utilities	462	8
5	Distribution loss	307	5
<b>TOTAL</b>		<b>5.745</b>	<b>100</b>

Sumber: Batamindo Industrial Park, 2018

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan prosentase kebutuhan air bersih di Batamindo Industrial Park sebagai berikut.



**Gambar 1**  
**Prosentase Kebutuhan Air Bersih Batamindo Industrial Park**

Sumber: Analisis, 2018

*Water Treatment Plant* (WTP) atau Instalasi Pengolahan Air (IPA) kawasan tersedia di kawasan Batamindo Industrial Park berfungsi untuk mengolah air dengan intake poonton DAM Duriangkang berkapasitas 4.500 m<sup>3</sup>/hari, volume laju alir 188 m<sup>3</sup>/hari dengan pompa 1 berada pada posisi berjalan dan 1 bersiap. WTP kawasan Batamindo Industrial Park terdiri dari beberapa proses, yaitu:

- 1) Pengolahan primer
- 2) Koagulasi
- 3) Flokulasi
- 4) Sedimentasi
- 5) Filtrasi
- 6) Netralisasi
- 7) Desinfeksi

#### **Identifikasi Timbulan Air Limbah**

Air limbah pada kawasan industri terdiri dari air limbah industri dan air limbah domestik. Air limbah industri adalah air limbah yang dihasilkan dari proses produksi yang ada di kegiatan suatu industri manufaktur atau pabrik. Sedangkan air limbah domestik adalah air limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia sehari-hari meliputi dari toilet, dapur dan kantin, kamar mandi dan air pencucian pakaian.

Timbulan air limbah Batamindo Industrial Park berdasarkan data sekunder yang didapatkan dalam periode Januari-Juli 2018 rata-rata sebesar 142.589 m<sup>3</sup>/bulan atau 4.753 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan ketentuan timbulan air limbah kawasan industri yang dipersyaratkan dalam Permen LH No.3 Tahun 2010 yaitu kuantitas air limbah kawasan industri sebesar 0,8 liter/detk/Ha, maka timbulan air limbah Batamindo Industrial Park sebesar 0,14-0,22 liter/detik/Ha menunjukkan timbulan air limbah masih memenuhi ketentuan yang berlaku.

Pada Batamindo Industrial Park dilakukan pengolahan air limbah industri menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL/WWT) dan Sewage Treatment Plant (STP).

Berdasarkan rincian pengelolaan air limbah Batamindo Industrial Park periode Mei-Juli 2018, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan air limbah industri dengan menggunakan WWTP rata-rata sebesar 3.625 m<sup>3</sup>/hari atau 76% dari total timbulan air limbah. Sedangkan air limbah domestik yang diolah pada STP rata-rata sebesar 1.122 m<sup>3</sup>/hari atau 24% dari total timbulan air limbah.

### **Pengelolaan Air Limbah Batamindo Industrial Park**

Pada Batamindo Industrial Park dilakukan pengolahan air limbah domestik menggunakan Sewage Treatment Plant (STP). Sedangkan pengolahan air limbah industri menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL/WWTP) dengan sistem Sequencing Batch Reactor (SBR) berkapasitas 10.000 m<sup>3</sup>/hari.

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan sistem pengolahan lumpur aktif dengan operasi isi (fill) dan tuang (draw) (EPA,1999 dalam Hadiwidodo M dan Junaidi, 2007). Sistem pengolahan SBR ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan activated sludge konvensional karena proses ekualisasi, pengolahan biologi, pengendapan tahap dua terjadi dalam satu tangki dengan sistem waktu yang berurutan.

Pada IPAL Batamindo Industrial Park proses pengolahan diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Balancing Tank

Air limbah akan ditampung terlebih dahulu pada *Balancing Tank* yang berfungsi meratakan kualitas air limbah dan mengatur debit limbah yang akan diolah menjadi konstan/stabil. Pada *Balancing Tank* disediakan 6 pompa *submersible*.

#### 2. Selector Tank

*Selector tank* digunakan untuk mengontrol dan membatasi pertumbuhan bakteri *Filamentous*. Selain itu *selector tank* berguna untuk meningkatkan proses sedimentasi dari lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan di SBR. Pada *selector tank* diinjeksikan *poly aluminum chloride*, *kalsium hidroksida* (Ca (OH)<sub>2</sub>) dan sukrosa untuk optimalisasi kondisi dan fungsi *selector tank*.

#### 3. *Sequencing Batch Reactor* (SBR)

Pada IPAL Batamindo Industrial Park terdapat 4 unit bak SBR yang dilengkapi 252 *diffuser* yang berfungsi untuk membantu pengadukan.

#### 4. Chlorine Tank dan Sludge Holding Tank

Hasil olahan air dari bak SBR dalam bentuk supernatan akan diproses lebih lanjut pada *chlorination tank* untuk desinfeksi menggunakan *chlorine*.

Kualitas air limbah yang diolah pada IPAL Batamindo Industrial Park mengacu pada PermenLH 3 tahun 2010 sebagai standar baku mutu yang berlaku.

**Tabel 7**  
**Hasil Pemantauan Kualitas Air Limbah Batamindo Industrial Park**

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Periode Pemantauan					
				Jan 2021	Feb 2021	Mar 2021	Mei 2021	Juni 2021	Juli 2021
1	pH	6-9	-	6,74	6,75	6,74	6,73	6,67	6,8
2	Total Suspended Solid (TSS)	150	mg/l	20	16	17	19	19	19
3	BOD <sub>5</sub>	50	mg/l	13,81	14,58	16,48	14,08	15,88	16,47
4	COD	100	mg/l	34,82	34,68	37,82	32,59	35,47	40,09
5	Sulfida	1	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
6	Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)	20	mg/l	0,79	0,53	2,03	0,99	0,22	0,41
7	Fenol	1	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
8	Cadmium (Cd)	0,1	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
9	Chrome Hex (Cr <sup>6+</sup> )	0,5	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
10	Chrome total (Cr)	1	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
11	Tembaga (Cu)	2	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
12	Timbal (Pb)	1	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
13	Nikel (Ni)	0,5	mg/l	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05	0,06
14	Besi (Zn)	10	mg/l	0,1	0,09	0,12	0,26	0,18	0,25
15	Minyak dan Lemak	15	mg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
16	Detergent sebagai MBAS	10	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Sumber: Batamindo Industrial Park, 2018

Dari data hasil pemantauan kualitas air limbah periode Januari-Juli 2021, dapat disimpulkan bahwa kualitas air limbah di Batamindo Industrial Park telah memenuhi standar baku mutu yang berlaku yaitu Permen LH No.3 Tahun 2010, sebelum air limbah hasil pengolahan IPAL dapat dibuang ke badan air. Selain itu, hal tersebut menunjukkan bahwa IPAL Batamindo Industrial Park dapat secara efektif menurunkan parameter-parameter pencemar hingga di bawah standar baku mutu.

#### Konsep Pelaksanaan Daur Ulang Air

Proses pengolahan daur ulang air dan penentuan unit daur ulang air yang diperlukan pada Batamindo Industrial Park ditentukan dengan melakukan tahapan analisa sebagai berikut:

- Analisa efisiensi penyisihan kontaminan yang dibutuhkan dengan membandingkan karakteristik air baku daur ulang (air limbah terolah) dengan standar baku kualitas air bersih sesuai peruntukkan yang ingin dicapai, dimana pada studi ini digunakan standar baku sesuai PP. 82 Tahun 2001 Golongan III.

- Identifikasi unit proses pengolahan daur ulang yang dibutuhkan berdasarkan hasil analisa efisiensi penyisihan kontaminan.
- Penentuan unit pengolahan daur ulang air berdasarkan analisa efisiensi penyisihan kontaminan, unit proses pengolahan yang dibutuhkan, dan perkembangan teknologi unit pengolahan daur ulang yang umum digunakan.

### Potensi Daur Ulang

Potensi daur ulang air berhubungan dengan volume air limbah dan karakteristik air limbah. Menurut Environmental Protection Agency (EPA), daur ulang air limbah adalah penggunaan kembali air limbah yang sudah terolah untuk tujuan yang lebih bermanfaat seperti toilet flushing, pertanian dan irigasi lansekap, proses industri, dan mengisi ulang atau recharge air tanah. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pengelola Batamindo Industrial Park, kegiatan operasional Batamindo Industrial Park tidak mengalami penurunan sehingga disimpulkan tidak ada perbedaan volume air limbah yang dihasilkan akibat pandemi Covid-19.

**Tabel 8**  
**Potensi Air Limbah untuk di Daur Ulang**

No	Kegiatan	Kondisi Normal		Saat Pandemi Covid-19	
		Timbulan Air Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Potensi Daur Ulang Air (m <sup>3</sup> /hari)	Timbulan Air Limbah (m <sup>3</sup> /hari)	Potensi Daur Ulang Air (m <sup>3</sup> /hari)
1	Batamindo Industrial Park	4.753	2.852	4.753	2.852
2	Hotel Pacific Palace	80,4	48	28	17
3	Rumah Susun BP Muka Kuning	99	59	136	82
	<b>TOTAL</b>	<b>4.932</b>	<b>2.959</b>	<b>4.917</b>	<b>2.951</b>

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Berdasarkan analisa potensi air limbah yang dapat didaur ulang, dapat disimpulkan potensi air baku daur ulang pada masa pandemi Covid-19 di Batamindo Industrial Park diasumsikan tidak mengalami perubahan.

### Peruntukan Hasil Daur Ulang

Dengan adanya total potensi volume air daur ulang Batamindo Industrial Park sebesar 2.852 m<sup>3</sup>/hari, dapat disimpulkan peruntukkan pemanfaatan hasil daur ulang air sebagai berikut:

- Penghematan air sebesar 100% dari total kebutuhan air siram taman, siram lapangan dan flushing (462 m<sup>3</sup>/hari) dengan memadainya volume air hasil daur ulang untuk memenuhi kebutuhan air irigasi landscape dan flushing.

- Penghematan air sebesar 14% dari total kebutuhan cadangan air pemadam kebakaran (20.723 m<sup>3</sup>) apabila seluruh hasil daur ulang air digunakan sebagai tambahan air pemadam kebakaran.
- Mereduksi penggunaan air bersih sebesar 49,6% dari total kebutuhan air bersih Batamindo Industrial Park sebesar 5.745 m<sup>3</sup>/hari.
- Alternatif pemanfaatan air hasil daur ulang lainnya seperti pemanfaatan untuk cooling water khususnya pada bangunan pengelola Batamindo Industrial Park.

**Tabel 9**  
**Alokasi Pemanfaatan Air Hasil Daun Ulang Batamindo Industrial Park**

No	Peruntukan	Unit	Satuan
A	SiramTaman	462	m <sup>3</sup> /hari
B	Flushing		
C	Cadangan Pemadam Kebakaran		
	Standar (asumsi: untuk per bangunan)	1250	gpm selama 60 menit
	Jumlah (untuk 73 tenant)	20.723	m <sup>3</sup>
	TOTAL A+B+C	21.185	m <sup>3</sup>

Sumber: Hasil Analisis, 2018

## Rekomendasi Unit Daun Ulang

### Efisiensi Penyisihan

Mengacu pada hasil identifikasi kualitas air limbah, air baku daun ulang telah memenuhi standar baku mutu air limbah untuk dapat disalurkan ke badan penerima. Oleh karena itu, pemanfaatan air hasil olahan IPAL Batamindo Industrial Park sebagai air baku daun ulang dapat dilakukan.

**Tabel 10**  
**Efisiensi Penyisihan Pencemar Batamindo Industrial Park**

No	Parameter	Satuan	Karakteristik Air Baku Daun Ulang	PP 82/2001	Efisiensi Penyisihan yang dibutuhkan (%)
				Gol. III	
1	pH	-	6,8	6-9	0
2	Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	19	400	0
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	16,47	6	64
4	COD	mg/l	40,09	50	0
5	Fenol	mg/l	<0,002	1	0
6	Cadmium (Cd)	mg/l	0,41	0,01	98
7	Chrome Hex (Cr <sup>6+</sup> )	mg/l	<0,001	0,05	0
8	Tembaga (Cu)	mg/l	<0,005	0,02	0
9	Timbal (Pb)	mg/l	<0,02	0,03	0
10	Besi (Zn)	mg/l	<0,05	-	0
11	Minyak dan Lemak	mg/l	<0,02	1	0
12	Detergent sebagai MBAS	mg/l	<0,005	0,2	0

Sumber: Hasil Analisis, 2018

### Identifikasi Unit Proses Pengolahan Daur Ulang yang Dibutuhkan

Berdasarkan analisa kandungan kontaminan dan efisiensi penyisihan yang dibutuhkan pada air baku daur ulang, dapat diketahui bahwa proses pengolahan daur ulang air di Batamindo Industrial Park pada dasarnya menggunakan pengolahan sekunder, tersier dan pengolahan lanjutan. Unit-unit proses pengolahan air yang dibutuhkan pada kegiatan daur ulang air di Batamindo Industrial Park diuraikan pada tabel berikut.

**Tabel 11**  
**Identifikasi Unit Proses Pengolahan Daur Ulang yang Dibutuhkan**

Sektor Kegiatan	Kontaminan yang perlu disisihkan	Efisiensi Penyisihan (%)	Rekomendasi Unit Proses Pengolahan Daur Ulang
Batamindo Industrial Park	1. BOD	64	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lumpur Aktif</li><li>• <i>Trickling Filter</i></li><li>• Rotating Biological Contactor (RBC)</li><li>• Koagulasi, flokulasi, sedimentasi</li><li>• Adsorpsi dengan Karbon Aktif</li><li>• Reverse osmosis</li></ul>
	2. Cadmium (Cd)	98	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lumpur Aktif</li><li>• Koagulasi, flokulasi, sedimentasi</li></ul>

Sumber: Hasil Analisis, 2018

### Rekomendasi Unit Pengolahan Daur Ulang Air

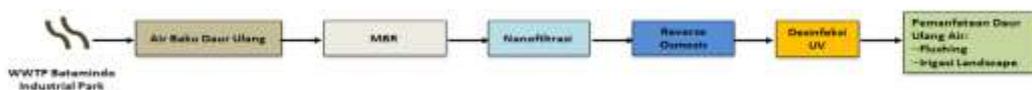
Mengacu pada kriteria dan identifikasi unit-unit pengolahan daur ulang air yang potensial dapat digunakan, maka dapat ditentukan unit proses pengolahan daur ulang air limbah di Batamindo Industrial Park.

Pemilihan unit pengolahan daur ulang ditentukan berdasarkan analisa identifikasi yang telah dilakukan sebelumnya yaitu:

- Identifikasi efisiensi penyisihan yang dibutuhkan
- Identifikasi proses pengolahan air limbah yang dibutuhkan
- Identifikasi unit pengolahan daur ulang air yang digunakan

Dasar pemilihan unit daur ulang air limbah di Batamindo Industrial Park adalah sebagai berikut:

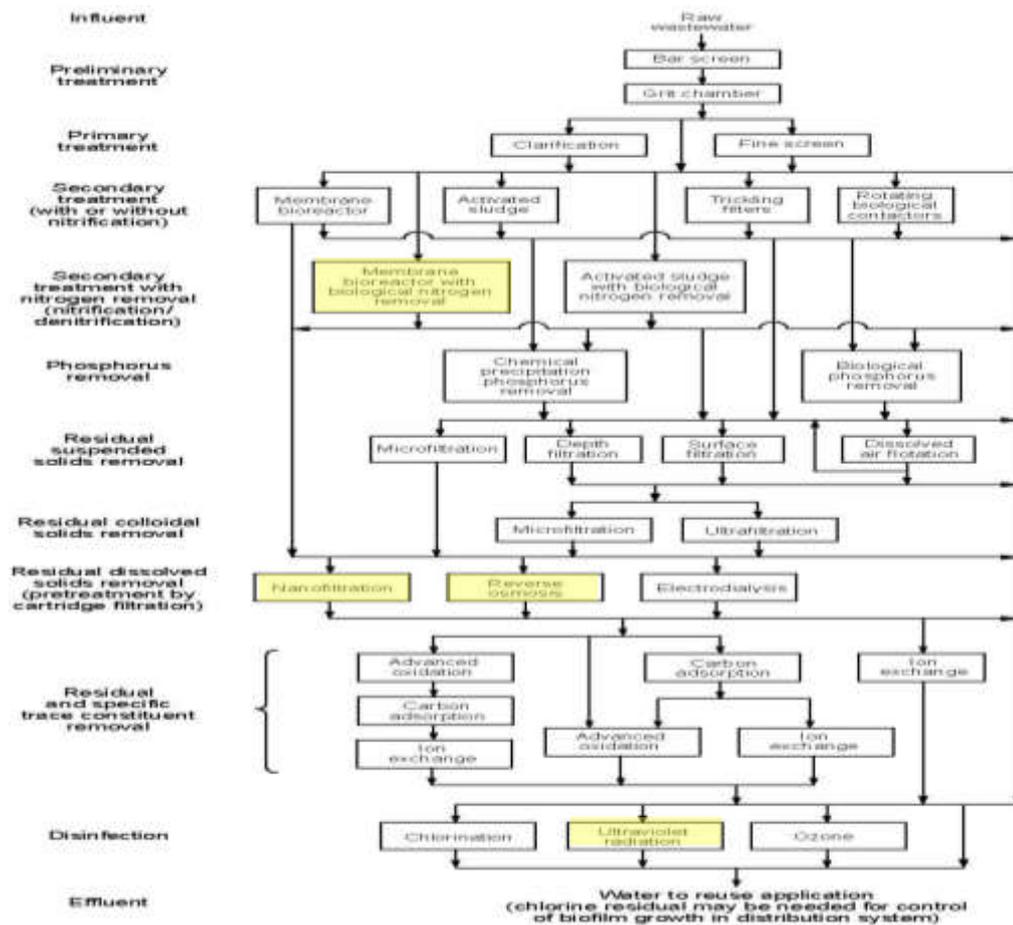
- 1) Dibutuhkan unit pengolahan sekunder untuk mengolah materi organik terlarut dalam air baku daur ulang, terutama BOD<sub>5</sub> yang perlu disisihkan dengan efisiensi sebesar 64%. Berdasarkan perkembangan teknologi unit pengolahan sekunder yang direkomendasikan adalah Membran Bioreactor (MBR) yang telah banyak digunakan pada proses pengolahan daur ulang air.
- 2) Ditetapkan unit nanofiltrasi dan reverse osmosis untuk menghilangkan kontaminan non organik yang berasal dari penggunaan bervariasi bahan kimia, terutama berdasarkan analisa efisiensi penyisihan diperlukan penyisihan senyawa logam Cadmium (Cd) sebesar 98%. Dimana unit filtrasi nanofiltrasi dan reverse osmosis memiliki kerapatan pori yang sangat kecil dan proses reverse osmosis diharapkan dapat menyisihkan kontaminan khususnya materi non organik Cadmium.
- 3) Ditetapkan unit desinfeksi ultraviolet untuk menghilangkan mikroorganisme dan bakteri dalam air hasil daur ulang sehingga pemanfaatan daur ulang tidak berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan dan masyarakat.



**Gambar 1**  
**Diagram Pengolahan Daur Ulang Batamindo Industrial Park**

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Alur proses pengolahan unit daur ulang Batamindo Industrial Park yang diplotkan pada matriks dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2**

**Rekomendasi Unit Proses Pengolahan Daur Ulang Air Batamindo Industrial Park**

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Dengan mempertimbangkan keberlanjutan operasional dan pemeliharaan unit oleh pihak pengelola, ditentukan alternatif dari unit pengolahan daur ulang air yang terpilih. Dengan tidak mengabaikan kualitas air hasil olahan daur ulang yang ingin dicapai, alternatif unit pengolahan pada rekomendasi alternatif II memiliki tingkat derajat pengolahan yang lebih rendah dan dimaksudkan dapat lebih efisien dari segi pembiayaan pemeliharaan unit pengolahan daur ulang air.

**Tabel 12**  
**Rekomendasi Unit Pengolahan Daur Ulang Air Setiap Sektor Kegiatan**

Sektor Kegiatan	Rekomendasi Unit Pengolahan Daur Ulang	
	I	II
<b>KAWASAN INDUSTRI BATAMIDO</b>		
Pengolahan sekunder	MBR	SBR
Filtrasi	- Nanofiltrasi - Reverse Osmosis	Nanofiltrasi Reverse Osmosis
Desinfeksi	Desinfeksi UV	Klorinasi

Sumber: Hasil Analisis, 2018

## KESIMPULAN

Berdasarkan Analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ketersediaan air bersih pada Batamindo Industrial Park pada kondisi eksisting ketersediaan air bersih dalam kondisi memadai. Namun dengan dinamisnya perkembangan sektor kegiatan industri, maka upaya penyediaan alternatif sumber air perlu dilakukan agar sumber daya air dapat terkonservasi dan dipergunakan secara berkelanjutan.
2. Potensi air limbah yang dapat dijadikan air baku untuk di daur ulang di Batamindo Industrial Park sebesar 2.852 m<sup>3</sup>/hari atau 49,6 % dari kebutuhan air bersih.
3. Proses pengolahan daur ulang air limbah terdiri dari proses pengolahan sekunder, filtrasi dan desinfeksi. Adapun unit-unit pengolahan daur ulang air yang direkomendasikan pada kegiatan industri di Batamindo Industrial Park yaitu:  
- MBR – Nanofiltrasi – Reverse Osmosis – Desinfeksi UV

## DAFTAR PUSTAKA

- Suripin. (2012). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Said, NI. (2016). Dau Ulang Air Limbah (water Recycle) Ditinjau dari Aspek Teknologi, Lingkungan dan Ekonomi. *JAI* Vol 2, No.2.



Hadiwidodo, M. (2017). *Pengaruh Waktu Reaksi Dan Waktu Tinggal Stabilisasi Pada Sequencing Batch Reactor Aerob Dengan Penambahan Karbon Aktif Terhadap Penurunan Chemical Oxygen Demand*

Irvine,R.L. and Ketchum,L.H. (2016). Sequencing Batch Reactor for Biological Waste water Treatment, *CRC Critical Reviews in environmental Control* vol.18.

Metcalf dan Eddy. (2013). *Wastewater Enginee-ring: Disposal and Reuse*. 3rd Edition. Mc-Graw Hill. New Delhi.

Syafilla, et.al. (2013). Kinerja Sequencing Batch Reactor (Sbr) Aerob Pada Degradasi Glukosa Dengan Variasi Rasio Waktu Pengisian Terhadap Waktu Reaksi. *Jurnal Purifikasi*, Vol.4, No.3 : 109-114.

*Peraturan Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017* tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.

*Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001* tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Standar Baku Mutu Kualitas Air Limbah Domestik.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2010 tentang Batu Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri