



**TUGAS AKHIR – ME 141501**

**PERANCANGAN *TREATMENT SYSTEM* UNTUK  
IKAN KERAPU HIDUP PADA KAPAL ANGKUT  
IKAN HIDUP 300 GT**

Dhina Gustiana Chori  
NRP 4212 100 025

Dosen Pembimbing :  
Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng., Ph.D  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



**FINAL PROJECT – ME141501**

**DESIGN OF TREATMENT SYSTEM FOR LIVE  
GROUPERS ONBOARD LIVE FISH CARRIER 300  
GT**

Dhina Gustiana Chori  
NRP 4212 100 025

Advisors

Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng., Ph.D  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERANCANGAN *TREATMENT SYSTEM* UNTUK IKAN KERAPU HIDUP PADA KAPAL ANGKUT IKAN HIDUP 300 GT

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Dhina Gustiana Chori**  
NRP 4212 100 025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng, Ph.D.  
NIP. 1975 1006 2002 12 1003
2. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
NIP. 1968 0129 1992 03 1001



**SURABAYA**  
**Juli 2016**

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERANCANGAN *TREATMENT SYSTEM* UNTUK IKAN KERAPU HIDUP PADA KAPAL ANGKUT IKAN HIDUP 300 GT

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

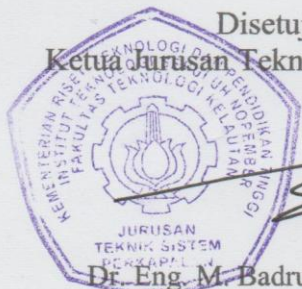
Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Dhina Gustiana Chori**  
NRP 4212 100 025

Disetujui oleh:

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 1977 0802 2008 01 1007

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

# PERANCANGAN *TREATMENT SYSTEM* UNTUK IKAN KERAPU HIDUP PADA KAPAL ANGKUT IKAN HIDUP 300 GT

Nama : Dhina Gustiana Chori  
NRP : 4212100025  
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS  
Pembimbing : Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng, Ph.D.  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

## ABSTRAK

Sumber daya perikanan merupakan salah satu kekayaan Indonesia yang memiliki potensi besar bagi pembangunan nasional terutama dalam bidang kelautan dan perikanan. Sehingga permintaan ekspor dari tahun ke tahun semakin meningkat, contohnya adalah ekspor ikan kerapu dalam keadaan hidup. Namun hal ini tidak diimbangi dengan fasilitas alat transportasi yang memadai yang mampu menjaga kualitas ikan dengan baik. Penelitian ini bertujuan merancang kapal angkut ikan hidup 300 GT secara tertutup dengan dilengkapi sistem *treatment* yang memadai yaitu sistem *treatment* O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia (NH<sub>3</sub>). Perancangan dilakukan berdasarkan metode studi literatur dan komparasi menggunakan acuan kapal pemandang. Hasil dari penelitian ini adalah desain sistem *treatment* untuk 6 palka kapal ikan hidup 300 GT yang dilengkapi dengan sensor NH<sub>3</sub>, dissolved oxygen (O<sub>2</sub>), pH dan penggunaan sistem aerasi yang dilengkapi dengan 2 kompresor (162 m<sup>3</sup>/h) dan 4 buah O<sub>2</sub> generator (33,93 m<sup>3</sup>/h) untuk sistem *treatment* O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Untuk sistem desinfeksi dilengkapi dengan tangki *ozone*, 2 *ozone* generator (20 g/hr) dan tangki aerasi. Untuk sistem *treatment* NH<sub>3</sub> dilengkapi dengan tangki nitritasi dan nitrasi dengan penambahan bakteri *aerob* dan oksigen dan tangki denitrifikasi dengan penambahan bakteri *anaerob*. *Keyplan* dan

*layout* sistem *treatment* yang telah dibuat dengan bantuan perangkat lunak AutoCAD menunjukkan gambaran alur sistem *treatment* dan peletakan peralatan yang dibutuhkan mulai dari penyuplaian oksigen melalui O<sub>2</sub> generator yang diletakkan di space ruang palka dan kompresor yang diletakkan di platform kamar mesin. Sistem *treatment* air untuk penghilangan zat amonia dengan melalui 3 tahapan dilengkapi dengan tangki-tangki serta proses pembunuhan bakteri dengan proses ozonasi, semua peralatannya diletakkan di ruang *treatment*. Penambahan ruang *treatment* dilakukan karena untuk mempermudah dalam peletakan peralatan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan lebih dekat dengan palka. Sehingga dengan adanya sistem *treatment* air secara lengkap maka dapat mengurangi kematian ikan selama pengangkutan dan mampu menjaga ikan tetap dalam keadaan *fresh* dan hidup.

**Kata Kunci:** Aerasi, Ikan Kerapu, Kapal, Kapal Ikan Hidup, Sistem Pengolahan Air



# ***DESIGN OF TREATMENT SYSTEMS FOR LIVE GROUPERS ONBOARD LIVE FISH CARRIER 300 GT***

*Name* : Dhina Gustiana Chori  
*NRP* : 4212100025  
*Department* : Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS  
*Advisor* : Sutopo Purwono Fitri, ST., M.Eng, Ph.D.  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

## ***ABSTRACT***

*Fisheries resource is one of Indonesia's wealth that has great potential for national development, especially in the maritime and fisheries affairs. So, the export demand from year to year is increase, for example is export of live groupers. However this is not balanced with the adequate transportation facilities are capable maintain the quality of the fish properly. Purpose of this research has designed live fish carrier 300 GT in closed system has completed with treatment systems were O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> treatment systems, disinfection systems and ammonia (NH<sub>3</sub>) substances treatment systems. This design was based on study of literature methods and comparative of used the reference of comparison ship. Result of this research was design of treatment system for six fish tank live fish carrier 300 GT were completed with ammonia (NH<sub>3</sub>) sensor, dissolved oxygen sensor, pH sensor and used aeration systems were completed with two compressor (162 m<sup>3</sup>/h) and 4 O<sub>2</sub> generator (33,93 m<sup>3</sup>/h) for O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> treatment systems. Disinfection systems was completed with ozone tank, 2 ozone generator (20 g/hr) and aeration tank. Ammonia (NH<sub>3</sub>) treatment was completed with nitritasi tank and nitrification tank by addition of aerobic bacteria and oxygen and denitrification tank with the addition of anaerobic bacteria. Keyplan and layout of treatment system that have been created with the help of*

*AutoCAD software showed view of treatment system flow and laying the necessari equipment start from oxygen supply through O<sub>2</sub> generator was placed in fish tank space and compressors were placed in engine room platform. Water treatment system for removal of substances ammonia through three steps were equipped with tanks and the process of killed bacteria with disinfection system used ozonation process, all of it equipments was placed in the treatment room. Extra treatment room was carried out to facilitate layed of equipments appropriated to needs and near to fish tank. So with the water treatment system is complete, it can reduce the death of groupers during carriage and capable maintain the quality of the fish always in state of fresh, live and properly.*

**Keywords:** *Aeration, Live Fish Carrier, Live Groupers, Ship, Water Treatment System*

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penulisan Tugas Akhir .....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengangkutan Ikan Hidup.....	5
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Ikan Saat Pengangkutan.....	6
2.2.1 Distribusi oksigen.....	6
2.2.2 Nilai pH, amonia dan CO <sub>2</sub> .....	7
2.2.3 Kepadatan ikan .....	8
2.2.4 Waktu pengiriman .....	8
2.2.5 Perlakuan sebelum dan selama pengangkutan.....	9
2.3 <i>Treatment</i> pada Kapal Ikan Hidup.....	10
2.3.1 O <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> treatment system .....	10
2.3.2 Sistem <i>treatment</i> zat amonia (NH <sub>3</sub> ).....	11
2.3.3 Pengaruh temperatur pada palka kapal ikan hidup	12
2.4 Sistem Resirkulasi Air Perikanan .....	13
2.5 Proses Pengolahan Air.....	16
2.5.1 Metode <i>transfer</i> gas dan penyisihan CO <sub>2</sub> .....	18
2.5.2 Penyisihan amonia (NH <sub>3</sub> ).....	20

2.5.3	Proses desinfeksi .....	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1	Metode Penelitian yang Digunakan.....	25
1.	Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	25
2.	Studi Literatur.....	25
3.	Studi Empiris.....	26
4.	Perancangan <i>Keyplan</i> dan <i>Layout</i> Sistem <i>Treatment</i> Kapal Ikan Hidup .....	26
5.	Analisa Data dan Pembahasan.....	26
6.	Kesimpulan dan Saran.....	27
3.2	Tahapan dalam Pengerjaan Tugas Akhir .....	29
1.	Langkah Pertama .....	29
2.	Langkah Kedua.....	30
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1	Data Kapal .....	31
4.2	Sistem <i>Treatment</i> .....	31
4.2.1	Sistem treatment O <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	32
4.2.2	Sistem <i>treatment</i> NH <sub>3</sub> .....	32
4.2.3	Sistem pembunuhan kuman dan penyakit (desinfeksi) .....	33
4.3	Perhitungan.....	34
4.3.1	Perhitungan volum tangki <i>treatment</i> , pipa dan pompa .....	34
4.3.2	Perhitungan kebutuhan oksigen.....	40
4.3.3	Perhitungan kapasitas O <sub>2</sub> generator .....	44
4.3.4	Perhitungan sistem <i>treatment</i> amonia .....	47
4.3.5	Perhitungan sistem desinfeksi .....	49
4.4	Analisa Perancangan Treatment System pada Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT .....	50
4.5	Perhitungan Biaya <i>Treatment System</i> .....	58
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2.1	Sistem Transportasi Kapal Ikan Hidup .....	6
Gambar 2.2	Grafik Jumlah Zat Amonia dan Karbondioksida yang Dinyatakan Sebagai Persentase pada Berbagai Tingkat pH.....	10
Gambar 2.3	<i>Water Treatment System</i> .....	11
Gambar 2.4	Sistem Pembersihan Zat Amonia Ikan .....	12
Gambar 2.5	Sistem Pengeluaran Zat Amonia Ikan.....	12
Gambar 2.6	Siklus Pengaruh O <sub>2</sub> , Co <sub>2</sub> , Nh <sub>3</sub> dan Temperatur Terhadap Kualitas Ikan Hidup .....	13
Gambar 2.7	<i>Efficient Fish Farming Equipment</i> .....	15
Gambar 2.8	Sistem Resirkulasi .....	15
Gambar 2.9	Contoh Sistem Resirkulasi .....	16
Gambar 2.10	Separator .....	20
Gambar 2.11	Skema Sel Pembentukan <i>Ozone</i> .....	24

### BAB III

Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Pengerjaan Tugas Akhir .....	28
Gambar 3.2	<i>Flow Chart</i> Pengerjaan Tugas Akhir Tahap Pertama.....	29
Gambar 3.3	<i>Flow Chart</i> Pengerjaan Tugas Akhir Tahap Kedua .....	30

### BAB IV

Gambar 4.1	Perancangan O <sub>2</sub> And CO <sub>2</sub> <i>Treatment System</i> untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT.....	54
Gambar 4.2	Perancangan NH <sub>3</sub> <i>Treatment System</i> untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT.....	55

Gambar 4.3	Perancangan <i>Disinfection Treatment System</i> untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT.....	56
Gambar 4.4	Perancangan <i>Treatment System</i> untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT .....	57
Gambar 4.5	Peletakkan Peralatan <i>Treatment System</i> untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT.....	58

## DAFTAR TABEL

### BAB II

Tabel 2.1	Desain dan Karakteristik Operasi Aerator.....	19
-----------	---	----

### BAB IV

Tabel 4.1	Spesifikasi Pipa.....	37
Tabel 4.2	Spesifikasi Pompa.....	40
Tabel 4.3	Perlakuan Terhadap Ikan Kerapu.....	42
Tabel 4.4	Spesifikasi Kompresor.....	46
Tabel 4.5	Spesifikasi O <sub>2</sub> Generator.....	46
Tabel 4.6	Spesifikasi <i>Diffuser</i> .....	47
Tabel 4.7	Spesifikasi <i>Ozone Generator</i> .....	50
Tabel 4.8	Peralatan pada Proses <i>Treatment System</i> .....	51
Tabel 4.9	CAPEX ( <i>Capital Expenditures</i> atau Biaya Investasi Awal).....	59
Tabel 4.10	OPEX ( <i>Operational Expenditures</i> atau Biaya Operasional).....	60

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Details View General Arrangement* Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT
- Lampiran 2 *Details Keyplan Treatment System* Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT
- Lampiran 3 *Details Layout Treatment System* Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT (*Platform Plan*)
- Lampiran 4 *Details Layout Treatment System* Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT (*Cross-Sectional View*)
- Lampiran 5 *Details Layout Treatment System* Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT (*Sectional View*)
- Lampiran 6 Spesifikasi Pipa
- Lampiran 7 Spesifikasi Pompa
- Lampiran 8 Spesifikasi Kompresor
- Lampiran 9 Spesifikasi O<sub>2</sub> Generator
- Lampiran 10 Spesifikasi *Diffuser*
- Lampiran 11 Spesifikasi *Ozone* Generator
- Lampiran 12 Spesifikasi *Dissolved Oxygen Sensor* dan *Monitor*
- Lampiran 13 Spesifikasi pH/Temperatur *Sensor*
- Lampiran 14 Spesifikasi pH/Temperatur *Monitor*
- Lampiran 15 Spesifikasi Amonia (NH<sub>3</sub>) *Sensor*

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan, perancangan dan analisa terhadap sistem *treatment* kapal angkut ikan hidup 300 GT dalam rangka mempertahankan kelangsungan hidup ikan kerapu selama proses pengangkutan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa hasil perhitungan yang didapat dalam proses perancangan kapal angkut ikan hidup 300 GT, volume total palka dengan perbandingan 86% air, 9% ikan dan 5% *space* untuk udara. Volume sebesar 387,379 m<sup>3</sup> dengan kapasitas angkut ikan kerapu hidup sebanyak 70.430 ekor (35,2 ton) dengan berat ikan kerapu hidup 500 gr/ekor.
2. Penerapan *water treatment system* pada kapal angkut ikan hidup 300 GT, didapat beberapa spesifikasi dari komponen yang diperlukan antara lain dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Nama Alat	Jumlah	Spesifikasi		
			Merk	Kapasitas	Power
1.	Pompa	5	SILI Pump	32 m3/h	5,5 kW
2.	Sensor dan Monitor	6	GPG	-	-
3.	Kompresor	2	LT 25-30KE	69 m3/h	18,5 kW
4.	O2 Generator	4	OGP 65	66,2 Nm3/h	-
5.	Diffuser	9	C-2	66,2 Nm3/h	-
6.	Tangki	7	-	-	-
7.	Ozone Generator	2	TG-20	20 gr/h	0,3 kW

1. Desain *keyplan* dan *layout treatment system* pada kapal angkut ikan hidup 300 GT dengan penambahan *treatment system room* untuk peletakkan peralatan seperti *ozone generator* dan tangki *treatment* dengan beberapa

pertimbangan antara lain mempermudah dalam *maintenance*, dimensi peralatan yang besar sehingga membutuhkan *space* yang besar pula dan area lebih dekat dengan palka. Sedangkan peletakan O<sub>2</sub> generator pada *space* yang terletak diruang muat dikarena dimensi yang terlalu besar dan ruang *treatment system* yang sudah tidak mencukupi serta pompa dan kompresor diletakkan pada *engine room*.

## 5.2 Saran

Dari hasil penggambaran desain untuk *treatment system* kapal angkut ikan hidup 300 GT diatas, terdapat beberapa permasalahan yang dapat membuka peluang untuk penelitian lanjutan, saran bagi penelitian lanjutan diantaranya adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penerapan sistem biologi dalam sistem *treatment* amonia dengan penggunaan bakteri aerob dan anaerob dan diharapkan pada penelitian selanjutnya tidak hanya menggunakan pemanfaatan bakteri sebagai penggilang kandungan amonia.
2. Perlu untuk mengkaji lebih dalam mengenai perhitungan CAPEX dan OPEX dengan disertai oleh *cost benefit* dengan menggunakan detail dari biaya operasional kapal keseluruhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. (2013). *Ikan Kerapu (Epinephelus sp.)*. Ternate: Universitas Khairun.
- Ali M., Abdu F.A. (2012). *Operasi dan Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press.
- Anonymous. (1986). *Traning Manual on Marine Finfish Netcage Culture in Singapore*. Singapore: Regional Seafarming Project RAS/86/024.
- Aquatec. (2014, Maret). RAS, Equatec & OEM Equipment. *Efficient Fish Farming Equipment*, hal. 1-4.
- Aram V., Nancy A., Linda J.(eds). (1999). *APEC (Air Shipment of Live and Fresh Fish & Seafood Guidelines) First Edition*. New York 111977 USA: First Coastal Corporation.
- AtlasCopco. (2011). *Atlas Copco Marine Air Solutions (Setting the Standard in Marine Compressed Air)*. Belgium: [www.atlascopco.com/marine](http://www.atlascopco.com/marine).
- AtlasCopco. (2011). *Atlas Copco On-Site Industrial Gases*. Belgium: [www.atlascopco.com/marine](http://www.atlascopco.com/marine).
- Berka, R. (1986). *The Transport of Live Fish A Review*. Czechoslovakia: EIFAC Tech. Pap.
- Fuadi, M. (2003). Ozonasi dan Paparan Sinar UV: Pendahuluan dan Contoh-Contoh Aplikasi Terkini. Dalam S. T.Summerfelt, *US Fiash dan Wildlife Service's Northeast Fishery Center*. Indonesia.
- Fujaya. (2004). *Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Havyard. (2015). *Live Fish Carrier. MMC Circular Tank Live Fish Handling System*.
- Heriyanto S., Bambang T.S. (2013). Perencanaan Ruang Muat Ikan Hidup pada Kapal Penangkap Ikan di TPI Brondong Lamongan Jawa Timur. *Perencanaan Ruang Muat Ikan*

- Hidup pada Kapal Penangkap Ikan di TPI Brondong Lamongan Jawa Timur*, 8-11.
- Heriyanto, Rys Bambang, Waluyo. (2008). Rancang Bangun Kapal Ikan Kerapu Hidup. *Rancang Bangun Kapal Ikan Kerapu Hidup*.
- James M. Ebelinga, Philip L. Sibrellb, Sarah R. Ogdena, Steven T. Summerfelt. (2003). *Evaluation of chemical coagulation–flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge*. United State.
- Junianto. (2003). *Teknik Penanganan Ikan Hidup*. Jakarta: Penenebar Swadaya.
- Kamase. (2008, Mei). Separator-Vessel. *Separator*.
- Kurniawan, D. (2009, Nopember). Pengangkutan Ikan. *Prinsip Pengangkutan Ikan*, hal. 1-5.
- Kyodo. (2008). *Air Diffusers*. Singapore: www.kyodo.com.sg.
- Nauri, F. (2015, Juli 13). Aquaculture Extension. *Resirkulasi pada Budidaya Ikan*.
- Ozone Solutions. (2015). *Industrial Ozone Generators*. <http://www.ozonesolutions.com/industrial-ozone-generators/tg>.
- Ramalho, R. S. (1977). *Introduction to Wastewater Treatment Processes*. Quebec, Canada: Academic Press.
- Rinto. (2012, Pebruari). Transportasi Ikan Hidup. *Transportasi Ikan Hidup*, hal. 1-3.
- Setiadi E. dan Tridjoko. (2001). Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan, Sintasan, dan Laju Pemasangan Larva Ikan Kerapu Bebek (*Chromileptes altivelis*). Dalam Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia. Dalam Blaxter. Indonesia: Departemen Kelautan dan Perikanan Bekerjasama dengan Japan International.

- SiliPump. (2015). SILI PUMP Marine Pump Sepcialist in China. *A Catalogue & Manual for CLZ Maritime Vertical Self-Priming Centrifugal Pump*.
- Solution, T. (2015). Global Marketing for Tube & Pipe. *Standart JIS G3452 CarbonSteel Pipes for Ordinary Piping*.
- University of Puget Sound. (2004). Oxygen Consumption and Temperature In the Aquatic Environment. Dalam W. & Hill, *Animal Physiology* (hal. 130–139 & 198–201). Amerika Serikat.
- Wedemeyer. (1996). *Physiology of Fish In Intensive Culture Systems*. New York: International Thomson Publishing Chapman & Hall.
- Yoshimitsu, T.H.Eda, Hiramatsu K. (1986). Groupers Final Report Marineculture Research and Development in Indonesia. *Marineculture*, 103-129.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## BIODATA PENULIS



Dhina Gustiana Chori, lahir di Nganjuk - Jawa Timur, pada tanggal 02 Agustus 1993, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Suwardi dan Umi Choiriyah. Riwayat pendidikan formal yang telah ditempuh adalah SDN II Kaloran, SMPN 1 Tanjunganom, dan SMAN 1 Kertosono. Kemudian pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil konsentrasi bidang keahlian Marine Machinery and System (MMS). Penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti Kepala Divisi Jurnalis Departemen Media dan Informasi (MEDFO) HIMASISKAL 2013-2014 dan Sekretaris Departemen Dalam Negeri (DAGRI) BEM FTK 2014-2015. Di semester ke delapan, penulis menjadi bagian dari tim pengarang buku “Gagasan Pemuda untuk Perikanan Indonesia” Himpunan Mahasiswa Perikanan Indonesia dan sebagai salah satu penerima reward dalam Kongres HIMAPIKANI di Universitas Mataram, NTB. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dan PT. Samudera Indonesia Tbk. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan maupun peserta seminar dan program kepelatihan bertaraf nasional.

### **Dhina Gustiana Chori**

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK, ITS

dhina.gustiana.chori@gmail.com

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kekayaan Indonesia berupa sumber daya perikanan yang sangat luas menjadi modal dasar dalam pembangunan nasional sekaligus memiliki potensi yang sangat besar bagi pembangunan kelautan dan perikanan. Melihat potensi tersebut, usaha bisnis perikanan di Indonesia menunjukkan masa depan yang sangat baik. Terutama bila dilihat dari data permintaan ekspor dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Sebagai contohnya komoditas ikan laut jenis kerapu. Ikan kerapu merupakan salah satu ikan laut ekonomis penting yang sekarang ini banyak dibudidayakan dan merupakan komoditas ekspor. Sebagai contoh kerapu tikus atau kerapu bebek pada saat berukuran 5-10 cm merupakan ikan hias yang mahal dengan harga Rp 6.000-10.000/ekor . Sedangkan ikan yang berukuran konsumsi dalam keadaan masih hidup di jual dengan harga Rp 300.000-350.000/kg. Permintaan ikan kerapu dipasaran untuk ukuran 5-10 cm sebanyak 30.000-60.000 ekor/bulan dan untuk ikan kerapu ukuran konsumsi sebanyak 20-30 ton/bulan. (Ahmad, 2013)

Komoditas ikan kerapu merupakan komoditas andalan dan permintaan dari pasar ekspor (Singapura, China dan Hongkong) dari tahun ketahun terus meningkat. Salah satu jenis ikan yang memiliki prospek cerah untuk dibudidayakan adalah ikan kerapu. Data terakhir, produksi ikan kerapu pada 2013 sebanyak 113.368 ton yang terdiri dari hasil budidaya 13.464 ton dan hasil tangkapan 99.904 ton. Data BPS 2013 menyebutkan, ekspor ikan kerapu mencapai US\$ 19,8 juta dengan volume 2.552 ton. Hongkong merupakan negara tujuan ekspor utama dengan porsi 90%.

Perkembangan kehidupan ikan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat hidupnya. Faktor lingkungan tersebut antara lain : suhu, cahaya, salinitas, arus. Fluktuasi keadaan lingkungan mempunyai pengaruh yang besar terhadap periode migrasi musiman serta terdapatnya ikan. Keadaan perairan serta perubahannya juga mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan ikan. (Baskoro, 2010)

Pengelolaan dan penanganan hasil tangkapan ikan sangat berpengaruh terhadap mutu ikan tersebut. Penanganan hasil tangkapan ikan ini terbagi atas 3 kelompok, yaitu ikan hidup, segar dan beku. Penanganan hasil tangkapan ikan dalam kondisi segar dan beku telah umum digunakan oleh nelayan. Namun untuk penanganan hasil tangkapan ikan dalam kondisi hidup masih sangat minim sekali. Padahal penanganan ikan dalam kelompok ikan hidup dapat meningkatkan mutu dari ikan tersebut. Berkembangnya pasaran ikan hidup karena adanya perubahan selera konsumen dari ikan mati atau beku kepada ikan dalam keadaan hidup, telah mendorong masyarakat untuk memenuhi permintaan pasar ikan melalui budidaya. Untuk menjaga kualitas ikan didalam palka kapal ikan hidup dalam masa pengiriman atau pelayaran maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti sirkulasi air, cara pengeluaran zat amonia yang dihasilkan oleh ikan, dan distribusi udara. Hal ini perlu dilakukan karena ikan sangat sensitif terhadap kualitas air dan suhu air, dimana ikan dapat bertahan hidup dalam suhu 29<sup>0</sup>C sampai 31<sup>0</sup>C dengan salinitas 28-33 ppt pada saat pembiakan, namun pada saat pengiriman ikan hidup suhu optimum 15<sup>0</sup>C – 20<sup>0</sup>C untuk ikan yang hidup didaerah tropis seperti negara Indonesia ini. (Berka, 1986)

Prinsip dalam pengangkutan ikan adalah bagaimana menciptakan suasana dalam alat pengangkutan agar ikan bisa bernapas dengan baik, sehingga bisa bertahan hidup hingga di tujuan. Untuk menciptakan suasana seperti itu, maka ada tiga faktor penting yang harus diperhatikan dalam pengangkutan ikan, yaitu kepadatan, waktu pengangkutan dan perlakuan, sebelum

dan selama pengangkutan. Bila ketiga faktor itu diperhatikan dengan baik, maka prinsip pengangkutan bisa tercipta. Dari ketiga faktor tersebut hal terpenting dalam pengangkutan ikan hidup adalah perlakuan sebelum maupun selama pengangkutan karena hal ini juga berkaitan erat dengan sifat ikan. (Kurniawan, 2009)

Sehingga perancangan sistem pengangkutan ikan yang memadai dengan ketahanan hidup ikan dan sesuai dengan sifat ikan sangat diperlukan. Perancangan sistem pengangkutan ikan hidup pada kapal ikan hidup ini dilakukan dengan cara mendesai kapal ikan hidup, namun difokuskan pada sistem *treatment* yang mendukung dalam proses pengangkutan agar ikan mampu bertahan hidup.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain kapal ikan hidup yang sesuai dengan kondisi kemaritiman dan perikanan di Indonesia?
2. Bagaimana desain *treatment system* yang sesuai diterapkan pada kapal ikan hidup?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Objek yang dikaji terbatas pada perancangan *treatment system* untuk ikan kerapu hidup pada kapal angkut ikan hidup 300 GT.
2. Hanya membahas mengenai *treatment system* untuk ikan hidup secara tertutup.
3. Tidak membahas mengenai kualitas ikan secara biologi.
4. Hanya fokus pada pengiriman ikan jenis kerapu.

## **1.4 Tujuan Penulisan Tugas Akhir**

Adapun tujuan dari pengerjaan skripsi ini adalah merancang kapal angkut ikan hidup 300 GT yang memadai dan sesuai dengan kondisi kemaritiman dan perikanan di Indonesia, dilengkapi dengan *treatment system* untuk ikan kerapu hidup

pada kapal angkut ikan hidup 300 GT yaitu oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) *treatment system*, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup.

### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat dari karya tulis ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perancangan *treatment system* untuk ikan kerapu hidup pada kapal ikan hidup 300 GT.
2. Mengetahui pengaruh  $O_2$  and  $CO_2$  *treatment system* dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup terhadap ketahanan ikan kerapu hidup selama pengangkutan.
3. Meminimalisir adanya kematian ikan selama proses pengiriman dengan merancang sistem pengangkutan ikan kerapu hidup yang memadai dan dilengkapi dengan *treatment system*.
4. Mengetahui *treatment system* ikan hidup selama pengangkutan dengan menggunakan kapal ikan hidup 300 GT.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengangkutan Ikan Hidup**

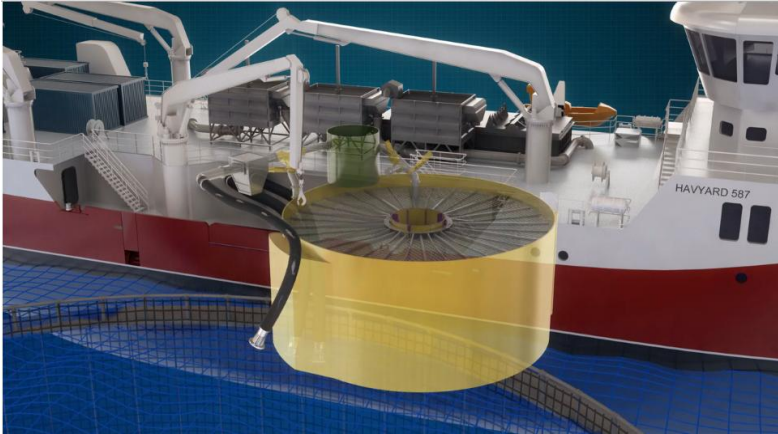
Prinsip dari penanganan ikan hidup adalah mempertahankan kelangsungan hidup ikan semaksimal mungkin sampai ikan tersebut diterima oleh konsumen. Terdapat beberapa tahap penanganan untuk mencapai maksud tersebut yaitu penanganan sebelum diangkut, selama pengiriman dan setelah pengiriman. (Junianto, 2003)

Dalam sistem transportasi pengiriman ikan hidup pada dasarnya adalah memaksakan menepatkan ikan dalam suatu lingkungan baru yang berlainan dengan lingkungan asalnya dan disertai perubahan-perubahan sifat lingkungan yang sangat mendadak. Terdapat dua macam dalam transportasi pengiriman ikan hidup antara lain dengan transportasi sistem basah dan sistem kering.

Transportasi sistem basah merupakan pengiriman ikan hidup secara tertutup maupun terbuka yang berisi air laut atau air tawar dimana sistem tertutup harus disuplai oksigen sesuai dengan kebutuhan selama pengiriman sedangkan dalam sistem terbuka diperlukan suplai oksigen secara terus menerus dan perlu dilakukannya aerasi selama perjalanan. Transportasi sistem kering merupakan sistem pengiriman yang biasanya menggunakan teknik pembiusan pada ikan (*imotilisasi*) terlebih dahulu sebelum dikemas dalam media tanpa air sehingga dalam kondisi tenang (*respirasi*) dan metabolisme ikan yang rendah.

Dalam perancangan sistem pengangkutan yang akan dibuat ini menggunakan sistem tertutup. Pengangkutan ikan kerapu hidup dengan sistem tertutup merupakan pengangkutan ikan dalam wadah atau palka tertutup dengan suplai oksigen secara terbatas yang telah diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan selama pengangkutan. Dalam pengangkutan secara tertutup maka

ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah kualitas ikan, oksigen, suhu, pH, CO<sub>2</sub>, amonia, kepadatan dan aktivitas ikan. Dari beberapa faktor tersebut saling berkaitan antara faktor satu dengan yang lainnya.



Gambar 2.1 Sistem Transportasi Kapal Ikan Hidup

Sumber: (Havyard, 2015)

## 2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Ikan Saat Pengangkutan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas ikan pada saat proses pengiriman dengan menggunakan kapal ikan hidup yaitu:

### 2.2.1 Distribusi oksigen

Persediaan tingkat oksigen yang memadai termasuk salah satu faktor yang paling penting dalam proses pengangkutan dengan palka kapal sistem tertutup. Kemampuan ikan untuk menggunakan oksigen tergantung dari tingkat toleransi ikan terhadap perubahan lingkungan, suhu air, pH, konsentrasi CO<sub>2</sub> dan hasil metabolisme seperti zat amonia. Dasar yang digunakan untuk mengukur konsumsi O<sub>2</sub> oleh ikan selama

transportasi adalah berat ikan, keadaan nutrisi, tingkat metabolisme dan suhu air. Jumlah  $O_2$  yang dikonsumsi ikan selalu tergantung pada jumlah oksigen yang tersedia. Jika kandungan  $O_2$  meningkat ikan akan mengkonsumsi  $O_2$  pada kondisi stabil dan ketika kadar  $O_2$  menurun konsumsi  $O_2$  oleh ikan lebih rendah dibandingkan konsumsi pada kondisi kadar  $O_2$  yang tinggi. (Aram V., Nancy A., Linda J.(eds), 1999)

Tingkat kebutuhan oksigen oleh ikan dipengaruhi pula oleh kepadatan ikan dan waktu pengangkutan. Waktu pengangkutan yang lebih lama maka ikan yang mati dan ikan yang hidup juga mengalami persaingan untuk mendapatkan oksigen. Ikan-ikan tersebut meningkatkan multiplikasi bakteri hingga memerlukan oksigen yang banyak. Hal ini juga dapat menghasilkan metabolit beracun. Lendir yang dihasilkan oleh ikan dapat menghasilkan pertumbuhan bakteri sehingga mengakibatkan penurunan kadar oksigen dalam air.

### 2.2.2 Nilai pH, amonia dan $CO_2$

Kualitas air merupakan fungsi dari beban konsentrasi ikan dan lamanya waktu pengangkutan ikan. Nilai pH air merupakan faktor kontrol yang bersifat teknik akibat kandungan  $CO_2$  dan amonia. Karbondioksida merupakan senyawa yang diproduksi dari hasil respirasi ikan dan merupakan racun yang berpotensi mematikan bagi ikan. Karbondioksida akan mengubah pH air menjadi asam selama transportasi. Parameter kualitas air yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yaitu suhu antara 24–31 °C, salinitas antara 30–33 ppt, kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8,0 (Yoshimitsu et al, 1986). Perubahan pH menyebabkan ikan menjadi stres, untuk menanggulangnya dapat digunakan larutan bufer untuk menstabilkan pH air selama transportasi ikan. (Rinto, 2012)

Amonia ( $NH_3$ ) merupakan anorganik nitrogen yang berasal dari ekskresi organisme perairan, permukaan, penguraian senyawa nitrogen oleh bakteri pengurai. Amonia pada ikan



menumpuk karena adanya metabolisme protein dari ikan dan bakteri limbah dalam transportasi. Penurunan laju metabolisme ikan dapat dilakukan dengan menurunkan suhu air sehingga dapat mengurangi aktivitas ikan. Suhu dan waktu juga dapat mengatur ekskresi amonia. Misalnya pada air 11<sup>0</sup>C ikan yang kelaparan sebelum pengiriman menghasilkan setengah amonia dibandingkan ikan yang baru-baru diberi makan.

### **2.2.3 Kepadatan ikan**

Kepadatan ikan tidak boleh terlalu tinggi agar tidak berdesak-desakan. Sediakan sedikit area atau sekitar setengah bagian dari tubuhnya untuk bergerak. Kepadatan dalam satu palka sangat tergantung dari ukuran ikan. Ikan yang berukuran kecil, jumlahnya lebih banyak dari ikan besar. (Kurniawan, 2009)

Faktor ruangan juga harus dipertimbangkan ketika proses pengangkutan ikan. Rasio antara berat ikan yang diangkut dengan volume air tidak boleh melebihi 1 : 3. Ikan yang diangkut dalam waktu yang lebih lama, kepadatannya harus lebih rendah dibandingkan ikan yang diangkut dalam waktu yang singkat, hal ini juga berpengaruh dengan ketersediaan oksigen pada palka kapal.

Beberapa permasalahan dalam pengangkutan ikan dengan sistem basah adalah selalu terbentuknya buih akibat banyaknya lendir dan kotoran ikan yang dikeluarkan. Kematian diduga karena pada saat pengangkutan ikan tercemar dengan lendir dan kotoran yang bercampur dengan air yang mencemari media air yang digunakan untuk pengangkutan.

### **2.2.4 Waktu pengiriman**

Waktu pengangkutan juga harus diperhatikan. Karena waktu pengangkutan juga berpengaruh pada kepadatan ikan dalam palka, dimana waktu pengangkutan yang lama, kepadatan ikan harus lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang diangkut dalam waktu yang singkat dan hal ini

dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen dalam palka selama pengangkutan. (Kurniawan, 2009)

Selain berpengaruh pada kepadatan, waktu pengangkutan berpengaruh juga pada suhu, karena ikan hidup pada kisaran suhu tertentu. Suhu yang melebihi ambang batas hidupnya bisa berakibat fatal. Demikian juga dengan suhu yang kurang dari ambang batas hidupnya. Namun yang sering terjadi adalah melebihi ambang batas, karena selama pengangkutan, suhu akan naik.

- Peningkatan temperatur akan meningkatkan aktivitas tubuh ikan sehingga akan mengeluarkan banyak energi dan tingkat *stress* ikan. Menurut (Fujaya, 2004) dan APEC “*Air Shipment of Live and Fresh Fish & Seafood Guidelines*” (1999), salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi laju metabolisme adalah suhu, peningkatan suhu 10<sup>0</sup>C menyebabkan peningkatan metabolisme 3-5 kali. (Fujaya, 2004) (Aram V., Nancy A., Linda J.(eds), 1999)
- Peningkatan suhu akan meningkatkan kerja enzim dan aktivitas ikan. (Setiadi E. dan Tridjoko, 2001)

### **2.2.5 Perlakuan sebelum dan selama pengangkutan**

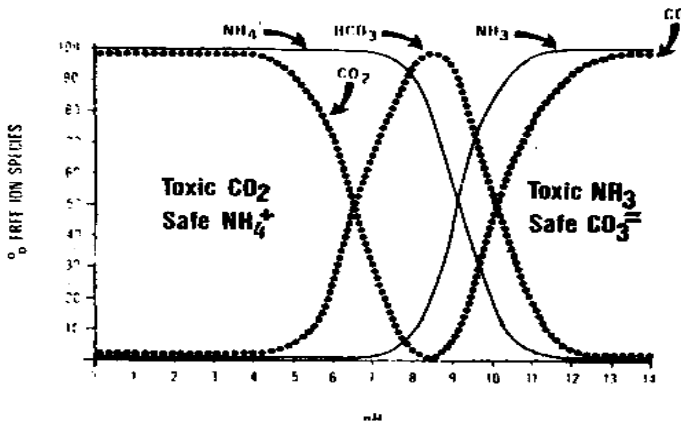
Perlakuan pada ikan yang akan diangkut juga turut menentukan kesuksesan dalam menerapkan prinsip pengangkutan ikan, hal ini menjadi yang terpenting karena berpengaruh dengan sifat ikan dan kelangsungan hidup ikan. Pada transportasi ikan hidup umumnya membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga sirkulasi air merupakan suatu hal yang sangat vital untuk memasok air baru dan mengeluarkan hasil sisa metabolisme ikan selama pelayaran. Selain itu juga pasokan oksigen sangat penting untuk meminimalisir penumpukan amonia, dimana amonia (NH<sub>3</sub>) ini bersifat racun (*toxic*) dan membahayakan kelangsungan hidup ikan, walaupun setiap jenis ikan memiliki kerahanan yang berbeda-beda. (Wedemeyer, 1996) (Heriyanto S., Bambang T.S., 2013)

### 2.3 Treatment pada Kapal Ikan Hidup

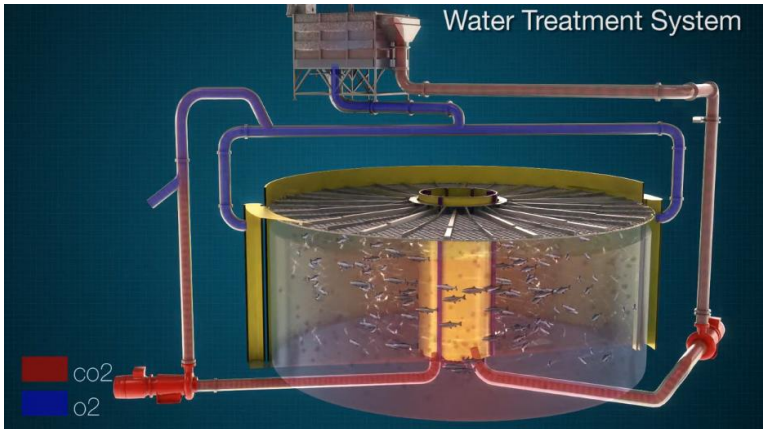
*Treatment* yang diperlukan dalam perlakuan ikan sebelum dan selama pengangkutan pada kapal ikan hidup antara lain adalah:

#### 2.3.1 O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> treatment system

Dalam pengangkutan ikan hidup, dibutuhkan kandungan oksigen sebanyak lebih dari 3,5 ppm. Untuk memenuhi kebutuhan oksigen ini diperlukan aerator yang berfungsi sebagai penyuplai udara dan membuang gas asam arang atau CO<sub>2</sub> pada palka kapal ikan hidup. Selain menggunakan aerator dalam sistem *treatment* O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada palka kapal ikan hidup juga dilengkapi dengan menggunakan *water treatment system*, dimana dengan melakukan *treatment* air pada palka kapal ikan hidup maka secara otomatis mengolah pula kandungan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada palka kapal ikan hidup.



Gambar 2.2 Grafik jumlah zat amonia dan karbondioksida yang dinyatakan sebagai persentase pada berbagai tingkat pH [Amend *et al.*, 1982 dalam (Berka, 1986) ]

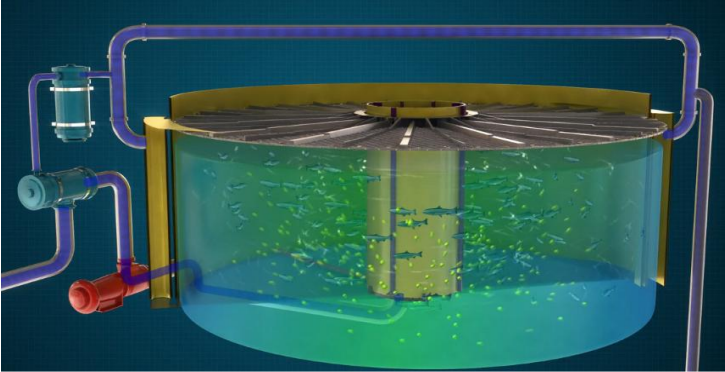


Gambar 2.3 *Water Treatment System*  
Sumber: (Havyard, 2015)

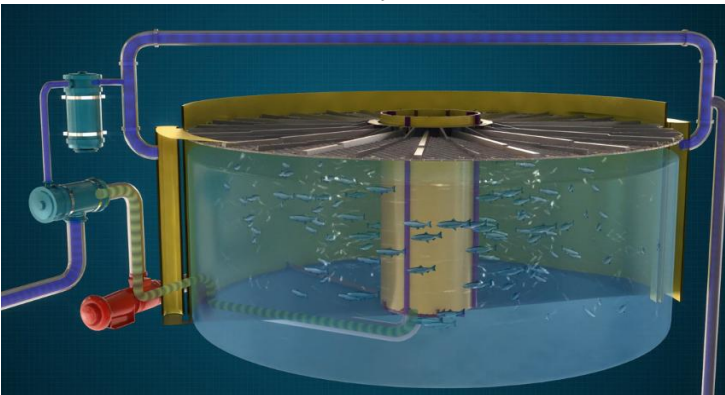
### 2.3.2 Sistem *treatment* zat amonia ( $\text{NH}_3$ )

Dalam pengiriman ikan kerapu hidup dipengaruhi oleh sistem pengeluaran kotoran (zat amonia) yang dihasilkan oleh ikan, dimana suhu yang tinggi menyebabkan ikan bernapas lebih cepat sehingga ikan mudah lelah, stres dan menyebabkan kebutuhan oksigen menjadi meningkat. Dengan demikian, proses pengeluaran kotoran menjadi cepat akibatnya kualitas air menurun dan mengakibatkan kematian ikan. (Heriyanto, Rys Bambang, Waluyo, 2008)

Penumpukan zat amonia akibat hasil dari metabolisme ikan yang bersifat beracun apabila dalam air mencapai 0,6 mg/l, semakin tinggi konsentrasi didalam air mengakibatkan amonia dalam darah ikan meninggi membuat peningkatan pada pH darah, sehingga berpengaruh terhadap reaksi enzim pada proses metabolisme ikan. Maka dengan sirkulasi air ini mampu mengurangi pengeluaran ammonia dan memperkecil kadar polutan dalam air yang terjadi. [ (Anonymous, 1986) dalam (Heriyanto S., Bambang T.S., 2013)]



Gambar 2.4 Sistem Pembersihan Zat Amonia Ikan  
Sumber: (Havyard, 2015)



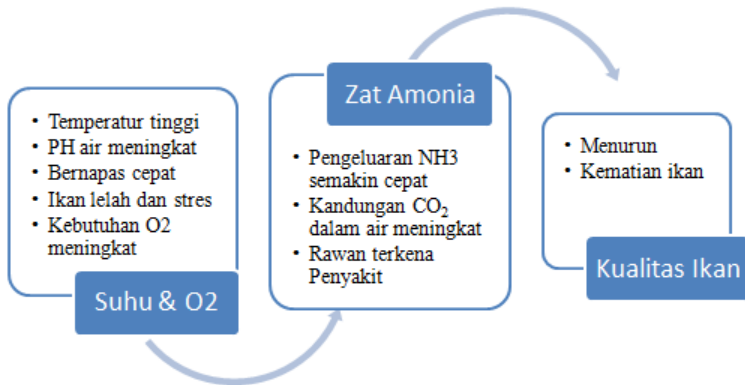
Gambar 2.5 Sistem Pengeluaran Zat Amonia Ikan  
Sumber: (Havyard, 2015)

### 2.3.3 Pengaruh temperatur pada palka kapal ikan hidup

Temperatur optimum untuk transportasi ikan hidup adalah  $6^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$  untuk ikan yang hidup di daerah dingin dan suhu  $15^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$  untuk ikan di daerah tropis. Namun pada ikan kerapu memiliki batas temperatur untuk bertahan hidup pada saat dalam pengangkutan yaitu parameter kualitas air yang

cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yaitu suhu antara 24–31 °C, salinitas antara 30–33 ppt, kandungan oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8,0. (Yoshimitsu, T.H.Eda, Hiramatsu K., 1986)

Untuk menjaga temperatur dalam palka tetap dalam kondisi yang sesuai dengan daya tahan ikan hidup maka diperlukan *water treatment system* sehingga adanya *water treatment system* pada palka kapal ikan hidup mampu menangani permasalahan perihal sistem *treatment* O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> sekaligus menangani sistem kontrol temperatur air pada palka kapal ikan hidup.



Gambar 2.6 Siklus Pengaruh O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> dan Temperatur Terhadap Kualitas Ikan Hidup

## 2.4 Sistem Resirkulasi Air Perikanan

Sistem resirkulasi adalah sistem budidaya ikan dimana air dalam kolam budidaya disirkulasi kembali melalui proses sedemikian rupa sehingga kotoran ikan, sisa pakan, dan senyawa serta gas beracun hasil efek samping dari kotoran ikan dapat dijebak dalam tangki pengendapan dan filtrasi.

Setelah melalui tahapan tersebut, air yang kembali ke dalam kolam, kandungan kotoran dan kandungan senyawa berbahaya sudah hilang, paling tidak berkurang.

Dengan proses tersebut diharapkan air yang kembali ke kolam tetap stabil dan sehat, sehingga bakteri *pathogen* tidak berkembang, kesehatan dan daya tahan ikan terjaga, nafsu makan ikan tidak menurun, sehingga pertumbuhan ikan tidak terhambat dan tingkat kematian dapat diminimalisir.

Berikut merupakan beberapa faktor mendasar yang harus diperhitungkan dalam sistem resirkulasi adalah:

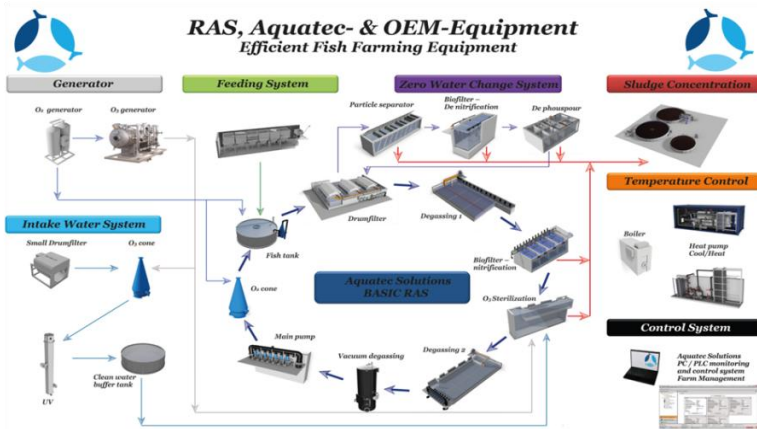
1. Kekuatan Pompa

Sisa pakan dan kotoran akan mulai mengalami dekomposisi setelah melewati 1 jam. Karenanya sedapat mungkin kotoran sudah tersedot pompa ke proses filtrasi dibawah satu jam. Akan tetapi hal itu tidaklah mungkin. Sehingga para ahli mengatakan kekuatan pompa harus melebihi kapasitas kolam.

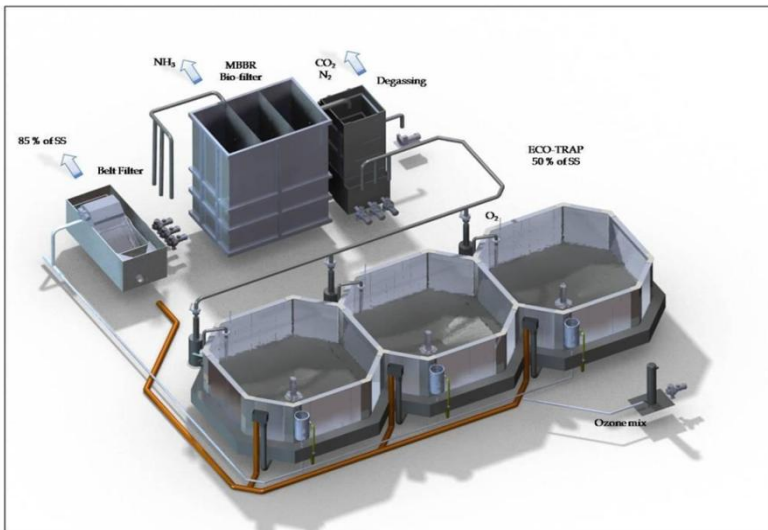
2. Kapasitas dan Jenis *Filter*

Dalam menentukan kapasitas dan jenis *filter* adalah jumlah padatan pengotor yang terkandung didalam air dan kekuatan pompa yang digunakan. *Filter* yang digunakan haruslah dapat menjebak dan mengendapkan kotoran secara efektif. Secara mendasar penyaringan kotoran adalah dengan ditapis/disaring secara langsung dengan tekanan (*pressurized*) atau tanpa tekanan. Atau dengan cara melambatkan aliran air sehingga kotoran kehilangan kecepatan sehingga mengendap. Biasanya kombinasi aliran *down flow* (mengalir kebawah) dan *up flow* (mengalir keatas) yang tepat cukup efektif mengendapkan kotoran.

Dalam pemilihan komponen *system filtrasi* harus memperhitungkan kepadatan dan jenis ikan yang dipelihara. Secara ideal *system* resirkulasi akan menghilangkan kotoran padat, amonia, nitrit, CO<sub>2</sub>, dan meningkatkan kelarutan oksigen ketika air kembali ke dalam kolam. Berikut merupakan contoh beberapa sistem resirkulasi air perikanan:

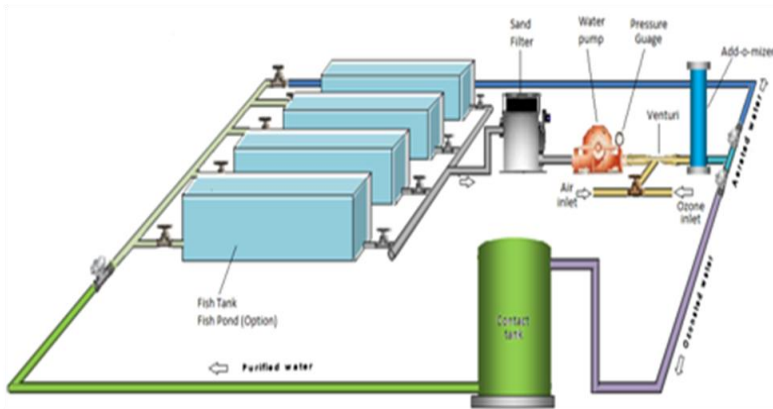


Gambar 2.7 Efficient Fish Farming Equipment  
 Sumber: (Aquatec, 2014)



Gambar 2.8 Sistem Resirkulasi  
 Sumber: (Nauri, 2015)





Gambar 2.9 Contoh Sistem Resirkulasi  
Sumber: (Nauri, 2015)

## 2.5 Proses Pengolahan Air

Air dirumuskan sebagai  $H_2O$ , secara kimia tersusun atas 1 atom oksigen (O) yang bersenyawa dengan 2 atom hidrogen (H) melalui ikatan kovalen. Karakteristik fisik untuk karakterisasi air antara lain (Ali M., Abdu F.A., 2012):

- a. Bau  
Terdeteksinya bau pada air menunjukkan keberadaan polutan organik maupun anorganik yang berasal dari limbah domestik atau limbah industri atau sumber alami.
- b. Kekeruhan  
Kekeruhan disebabkan adanya bahan tersuspensi seperti lempung, lanau, dan partikel halus organik dan anorganik, plankton, dan *organisme* mikroskopis.
- c. pH  
Air dengan pH tinggi menyebabkan rasa pahit, menimbulkan kerak pada pipa dan menurunkan efektifitas klor. Air dengan pH rendah menyebabkan korosi atau melarutkan logam.

d. Rasa

Beberapa senyawa seperti garam-garam organik tertentu menghasilkan rasa tanpa disertai bau dan untuk karakteristik ini dipergunakan untuk pengolahan air minum.

e. Warna

Warna disebabkan oleh pelapukan daun dan tanaman, adanya bahan organik, tembaga, besi, dan mangan. Dimana mampu menghasilkan produk samping desinfeksi.

Dasar proses pengolahan air secara lengkap dapat dibagi menjadi tiga tahap pengolahan, yaitu: (Ali M., Abdu F.A., 2012)

a. *Preliminary treatment*

Pada tahap ini bertujuan untuk menghilangkan polutan berdimensi besar seperti sampah, partikel disket, dan lainnya. Jenis pengolahan pada tahap ini didominasi oleh proses fisik, seperti penyaringan kasar (*screening*), pencacahan (*comminution*), penyisihan grit, prasedimentasi, dan sebagainya.

b. *Secondary treatment*

Pada tahap ini ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi lebih kecil yang lebih sulit dihilangkan dengan cara fisik, misal partikel yang berbentuk koloid atau tersuspensi. Proses fisik-kimia untuk menghilangkan partikel jenis ini adalah koagulasi-flokulasi (pengaduk cepat-pengaduk lambat), sedimentasi, dan filter.

c. *Advanced treatment*

Tahap ini ditujukan untuk menghilangkan polutan berdimensi molekuler dan ionik seperti gas terlarut, bahan organik, mineral/logam, dan nutrien. Jenis pengolahan yang diperlukan relatif lebih kompleks dan melibatkan proses fisik, kimiawi, dan biologi seperti pertukaran ion, *adsorpsi*, *stripping gas*, *flotasi*, *biofilter*, nitrifikasi-denitrifikasi, *fluoridasi*, desinfeksi dan penyisihan logam.

### 2.5.1 Metode *transfer* gas dan penyisihan CO<sub>2</sub>

Penyisihan CO<sub>2</sub> merupakan proses pengeluaran gas CO<sub>2</sub> yang terkandung didalam air, dimana keberadaan CO<sub>2</sub> yang berlebih akan menyebabkan air menjadi asam sehingga bersifat korosif. Maka CO<sub>2</sub> perlu dikeluarkan dengan metode *transfer* gas yang memiliki beberapa sistem salah satunya adalah aerasi. Selain aerasi, pemisahan antara gas, air dan padatan dapat menggunakan peralatan separator 3 fasa.

#### a. Sistem Aerasi

Aerasi merupakan suatu proses penambahan konsentrasi O<sub>2</sub> dalam air, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik. Dalam proses aerasi ini membutuhkan alat aerator sebagai penyuplai O<sub>2</sub> kedalam air dan berfungsi memperbesar permukaan kontak antara air dan udara. Dengan sistem aerasi ini pula mampu menyisihkan kandungan CO<sub>2</sub> dalam air. Berikut beberapa metode sistem aerasi yang umum digunakan yaitu: (Ali M., Abdu F.A., 2012)

- Mekanik (murni udara bebas)  
Ada beberapa tipe alat pengaduk antara lain *paddle* tenggelam, *paddle* permukaan, *propeller*, *turbine* dan aerator *draft-tube*.
- Diffusi (*difused compressed air*)  
Gas terlarut dalam air berbentuk gelembung-gelembung, dimana terdapat 2 tingkat gelembung yaitu *fine bubble* (efisiensi 8%-12%) dan *coarse bubble* (efisiensi 4%-8%). Periode aerasi berkisar 10-30 menit dengan suplai udara 0,1-1 m<sup>3</sup>/menit per m<sup>3</sup> volume tangki. Injeksi udara berlangsung didalam bak atau *diffuser* berpori berbentuk plat atau tabung.
- Gravitasi (jatuhan)  
Efisiensi aerasi dari metode ini dipengaruhi oleh suhu air dan tinggi jatuhan.
- Semprotan (spray aerator)  
Dalam metode ini dilakukan dengan menyeprotkan butiran air ke udara melalui lubang atau *nozzle*.

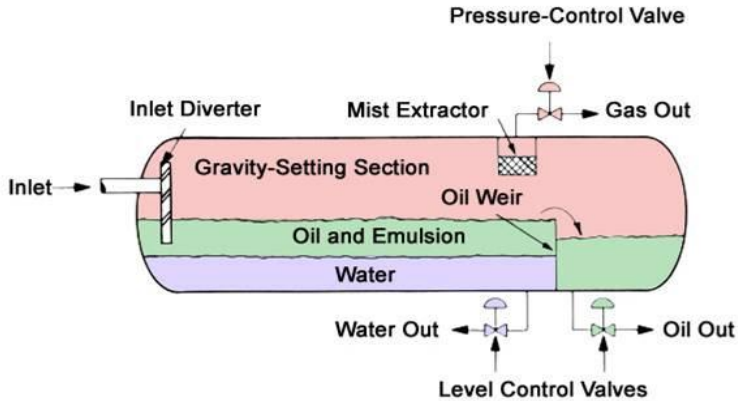
Tabel 2.1 Desain dan Karakteristik Operasi Aerator

Aerator	Penyisihan	Spesifikasi
Aerator Mekanik	50-80% CO <sub>2</sub>	Waktu detensi: 10-30 menit Kedalaman tangki: 2-4 m
Aerator Diffusi	80% CO <sub>2</sub>	Waktu detensi: 10-30 menit Udara: 0,7-1,1 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> air Tangki: kedalaman 2,7-4,5 m; lebar 3-9 m Lebar/kedalaman < 2 Volume maks. : 150 m <sup>3</sup> Diameter lubang diffuser: 2-5 mm
Aerator gravitasi: <i>Cascade</i>	20-45% CO <sub>2</sub>	Tinggi: 1-3 m Luas: 85-105 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> .s
<i>Packing Tower Tray</i>	>95% VOC >90% CO <sub>2</sub> >90% CO <sub>2</sub>	Kecepatan aliran: 0,3 m/s Diameter kolom maks. : 3 m Beban hidrolis: 2000 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari Kecepatan: 0,8-1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /menit Kebutuhan udara: 7,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> air Jarak rak (tray): 30-75 cm Luas: 50-160 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .s
<i>Spray</i>	70-90% CO <sub>2</sub> 25-40 H <sub>2</sub> S	Tinggi: 1,2-9 m Diameter nozzle: 2,5 - 4 cm Jarak nozzle: 0,6-3,6 m Debit nozzle: 5-10 l/s Luas bak: 105-320 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .s Tekanan semprot: 70 kPa

Sumber: Qasim dkk (2000) dalam (Ali M., Abdu F.A., 2012)

#### b. Separator

Separator merupakan tabung bertekanan yang bekerja pada temperatur tertentu yang digunakan untuk memisahkan gas dan fluida cair berdasarkan berat jenis seperti terlihat dalam gambar dibawah ini:



Gambar 2.10 Separator  
Sumber: (Kamase, 2008)

Penggunaan separator dalam proses *water treatment system* dapat dimanfaatkan sebagai alat penyisihan  $\text{CO}_2$  dalam air. Dengan prinsip kerja dari separator yaitu berawal dari fluida yang berasal dari *manifold* akan masuk ke separator melalui lubang *inlet* dan selanjutnya menumbuk *inlet diverter*. Disini terjadi perubahan momentum awal dalam pemisahan cairan dan gas. Cairan yang berisi minyak dan air ini turun ke bagian bawah bejana separator sedangkan gas akan bergerak naik ke atas melewati *mist extractor* dan keluar melalui outlet gas. Untuk air akan keluar melalui *outlet* air dibagian bawah sedangkan minyak akan menumpuk di bawah dan melewati *weir* untuk selanjutnya terakumulasi diruang khusus berisi minyak dan keluar menuju minyak *outlet*.

## 2.5.2 Penyisihan amonia ( $\text{NH}_3$ )

### a. Ammonia Stripping

Transfer gas dapat digunakan dalam menghilangkan kadar amonia dengan amonia stripping, dimana peralatan dalam sistem *stripping* ini yaitu menara [sistem *counter-current*

antara udara (*upflow*) dan air (*downflow*), fan, rak sebagai tempat distribusi air, dan lubang pengeluaran gas. Dasar perancangan *ammonia stripping* menggunakan persamaan Henry's sebagai berikut (Ali M., Abdu F.A., 2012):

$$pA = m X \quad (2.1)$$

Keterangan:  $pA$  = tekanan parsial amonia dicampuran udara, mmHg

$M$  = konstanta

$X$  = kadar amonia dilarutan pada kesetimbangan, ratio mol atau massa

Persen amonia dalam bentuk gas pada suhu 25<sup>0</sup>C adalah (Metcalf dan Eddy dalam Reynolds, 1996):

$$\text{NH}_3 \text{ (persen)} = \frac{100}{1 + 1,75 \times 10^{+9} [\text{H}^+]} \quad (2.2)$$

Perhitungan kesetimbangan massa untuk menentukan kebutuhan udara dalam proses *ammonia stripping* sebagai berikut (Ali M., Abdu F.A., 2012):

$$LX_2 + GY_1 = LX_1 + GY_2$$

$$L(X_2 - X_1) = G(Y_2 - Y_1) \quad (2.3)$$

Bila kadar amonia di udara *influen* adalah nol ( $Y_1=0$ ) dan kadar amonia di air *efluen* diabaikan ( $X_1 \sim 0$ ), maka persamaan (2.3) disederhanakan menjadi (Ali M., Abdu F.A., 2012):

$$\frac{L}{G} = \frac{Y_2}{X_2}$$

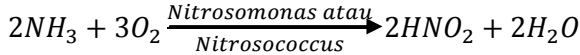
$L/G$  merupakan ratio massa air-udara. Pada umumnya debit udara desain diperoleh dari debit udara teoritis dikalikan faktor desain sebesar 1,5 sampai 1,75. (Ali M., Abdu F.A., 2012)

#### b. Sistem Nitrifikasi

Proses penghilangan kandungan  $\text{NH}_3$  dengan cara memanfaatkan bakteri aerob dan anaerob sebagai bakteri pengurai  $\text{NH}_3$ . Sistem nitrifikasi berlangsung dalam tiga tahapan yaitu:

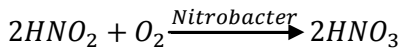
➤ Proses Nitritasi

Proses oksidasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* dilakukan dengan cara penambahan 3,43 gr O<sub>2</sub> untuk mengoksidasi 1 gr amonia menjadi nitrit.



➤ Proses Nitrasi

Proses oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat oleh kelompok bakteri *Nitrobacter* dilakukan dengan cara penambahan 1,14 gr O<sub>2</sub> untuk mengoksidasi 1 gr nitrit menjadi nitrat.



➤ Proses Denitrifikasi

Proses reduksi nitrat menjadi nitrogen dilakukan oleh bakteri anaerob (misal: *Pseudomonas*) dengan menggunakan nitrat tersebut sebagai akseptor elektron ditempat oksigen selama respirasi. Proses denitrifikasi lengkap bisa dinyatakan sebagai reaksi redoks:



Untuk membuat suasana anaerob diperlukan alat “coil denitrator” merupakan sebuah gulungan pipa dalam ruang tertutup yang kedap udara untuk mereduksi oksigen agar bakteri anaerob dapat mereduksi nitrat menjadi nitrogen yang kemudian dikeluarkan melalui lubang udara.

### 2.5.3 Proses desinfeksi

Proses desinfeksi merupakan proses pembunuhan mikroorganisme yang patogen, dimana *mikroorganisme* ini berupa bakteri dan kuman yang ada dalam air. Desinfeksi

memiliki beberapa metode antara lain secara fisik, kimia dan radias. Bahan kimia untuk proses desinfeksi secara kimia disebut desinfektan, dimana proses penggunaannya ditinjau dari beberapa aspek antara lain keadaan mikroorganisme (meliputi: jenis, jumlah, penyebaran, dan lain-lain), desinfektan (meliputi: jenis dan konsentrasi desinfektan), waktu kontak dan faktor lingkungan (meliputi: suhu, pH, kualitas air, dan pengolahan air). Desinfeksi dengan metode fisik dengan memberikan perlakuan fisik pada *mikroorganisme*, yaitu panas dan cahaya. Sedangkan desinfeksi dengan metode radiasi, yaitu dengan menggunakan sinar *ultra violet*. Berikut merupakan penjelasan dari beberapa jenis desinfeksi, yaitu: (Ali M., Abdu F.A., 2012)

a. Klorinasi

Klorinasi merupakan jenis desinfeksi dengan menggunakan senyawa klor untuk membunuh kuman dan bakteri. Berikut beberapa bentuk senyawa klor yang dapat digunakan, yaitu:

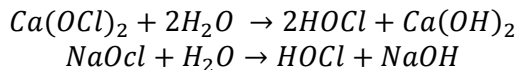
➤ Gas Klor

Reaksi antara klor dan air akan terjadi hidrolisis, dimana menghasilkan HOCl (sisa klor) yang dimanfaatkan untuk membunuh *mikroorganisme*, seperti terlihat dalam proses reaksi dibawah ini:



➤ Garam Hipoklorit

Kalsium hipoklorit ( $Ca(OCl)_2$ ) atau natrium hipoklorit ( $NaOCl$ ) yang dilarutkan dalam air mampu membentuk sisa klor (HOCl) seperti terlihat dalam penjabaran reaksi kimia dibawah ini:



➤ Klor Dioksida

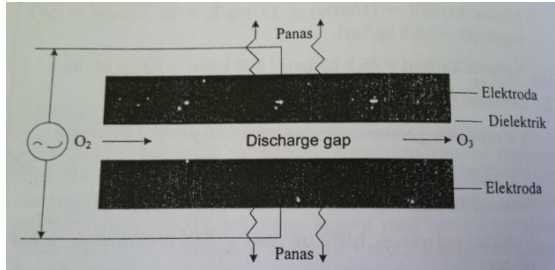
Senyawa ini merupakan senyawa yang sangat jarang digunakan karena harus diproduksi dilokasi instalasi dan relatif mahal. Namun dilain sisi klor dioksida mampu



mematikan bakteri dan kuman dengan kuat dan gas ini tidak bereaksi dengan amonia dan bahan organik lainnya serta tidak terpengaruh pH antara 6 dan 10.

b. Ozonasi

*Ozone* merupakan bentuk yang tidak stabil dari oksigen yaitu memiliki tiga atom O dihasilkan dari oksigen yang dialiri listrik dengan tegangan tinggi dalam udara kering.



Gambar 2.11 Skema Sel Pembentukan *Ozone*

Sumber: Operasi dan Pengolahan Air, (Ali M., Abdu F.A., 2012)

Parameter penting dari ozonasi adalah faktor waktu kontak (CT), yaitu dosis *ozone* dikalikan dengan waktu sebesar 1,6 (dosis 0,4 mg/l dalam waktu 4 menit) CT ini direkomendasikan untuk mematikan bakteri patogen dan polivirus dan faktor CT sebesar 2 dapat menghilangkan total *Giardia cysts*.

c. *Ultra Violet*

Pembunuhan bakteri dan kuman menggunakan pemanfaatan radiasi *ultra violet* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sinar UV gelombang pendek (UV-C) yang biasa digunakan untuk desinfeksi air minum dengan kemampuan mematikan bakteri dan kuman dengan cara merusak DNA sel pada intensitas antara 0,5-20 J/m<sup>2</sup> dan sinar UV gelombang panjang (UV-A) yang memiliki kemampuan terbatas dalam mengurangi mikroorganisme dengan penambahan senyawa fotosensitif seperti *furocoumarin*. (Fuadi, 2003)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian yang Digunakan**

Metode penelitian yang dipakai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan menggunakan metode *Parametric Design Approach* merupakan metode yang digunakan dalam merancang kapal dengan parameter misalnya panjang, lebar, sarat dan kecepatan kapal sebagai *main dimension* yang merupakan hasil dari pengambilan data kapal pembanding sebagai acuan dalam perancangan kapal ikan hidup pada tugas akhir ini.

#### **1. Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Penulisan tugas akhir ini bersifat penelitian yang diawali dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah mengenai pengerjaan yang akan dilakukan beserta batasan masalahnya. Sumber yang diambil pada tahap ini berasal dari pengumpulan data, *paper*, jurnal, *website*, *tutorial* dan lain-lain yang mendukung. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif yang kemudian dianalisis sehingga menunjukkan suatu kajian ilmiah yang dapat dikembangkan dan diterapkan lebih lanjut. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan permasalahan sehingga mempermudah dalam pengerjaan tugas akhir ini.

#### **2. Studi Literatur**

Studi literatur merupakan tahap pembelajaran mengenai teori-teori dasar yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini. Teori-Teori yang didapat dari *paper*, jurnal, *website* dan lain-lain yang berhubungan dengan penanganan dan pengangkutan ikan kerapu, *live fish carrier* dan perancangan *treatment system* untuk ikan kerapu hidup yaitu  $O_2$  and  $CO_2$  *treatment system*, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan sebagai

dasar teori dalam melakukan analisa sehingga hasilnya mampu dipertanggung jawabkan.

### **3. Studi Empiris**

Studi empiris dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai data kapal pembeding yang akan digunakan sebagai acuan dalam perancangan *treatment system* untuk ikan kerapu hidup pada kapal angkut ikan hidup yang memadai, data mengenai  $O_2$  and  $CO_2$  *treatment system*, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup. Data-data yang didapat digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

### **4. Perancangan *Keyplan* dan *Layout Sistem Treatment* Kapal Ikan Hidup**

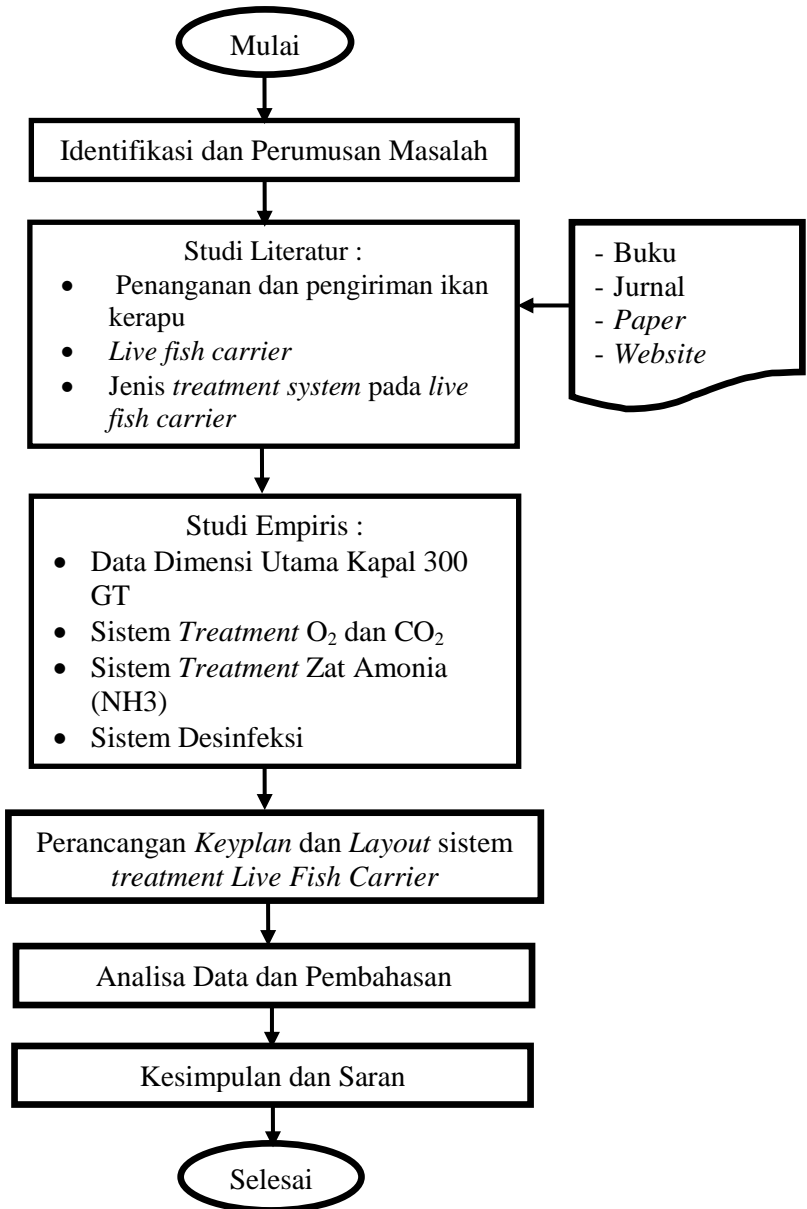
Pada tahap ini, dilakukan perancangan *keyplan* dan *layout* sistem *treatment* diawali dengan perancangan *lines plan* kapal ikan hidup 300 GT dengan menggunakan acuan ukuran utama kapal pembeding dan dilanjutkan dengan perhitungan-perhitungan yang diperlukan untuk menentukan komponen-komponen sistem *treatment* seperti  $O_2$  and  $CO_2$  *treatment system*, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup disertai dengan perancangan *keyplan* dan *layout* sistem *treatment* pada kapal ikan hidup.

### **5. Analisa Data dan Pembahasan**

Pada tahap ini, dilakukan analisa terhadap perancangan sistem *treatment* kapal ikan hidup yang telah dirancang dalam bentuk *keyplan* dan *layout* untuk mengetahui apakah sudah memadai untuk digunakan dalam pengangkutan ikan kerapu hidup.

## 6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diharapkan pada tugas akhir ini adalah mampu menjawab permasalahan yang menjadi tujuan dari tugas akhir ini, yaitu untuk merancang sistem pengangkutan ikan kerapu hidup pada kapal angkut ikan dengan dilengkapi oleh beberapa *treatment system* yaitu  $O_2$  and  $CO_2$  *treatment system*, sistem desinfeksi dan sistem *treatment* zat amonia ( $NH_3$ ) pada palka kapal ikan hidup. Saran ditulis berdasarkan data hasil pembahasan serta fakta yang ada, dan diberikan untuk perbaikan tugas akhir ini agar menjadi lebih baik.

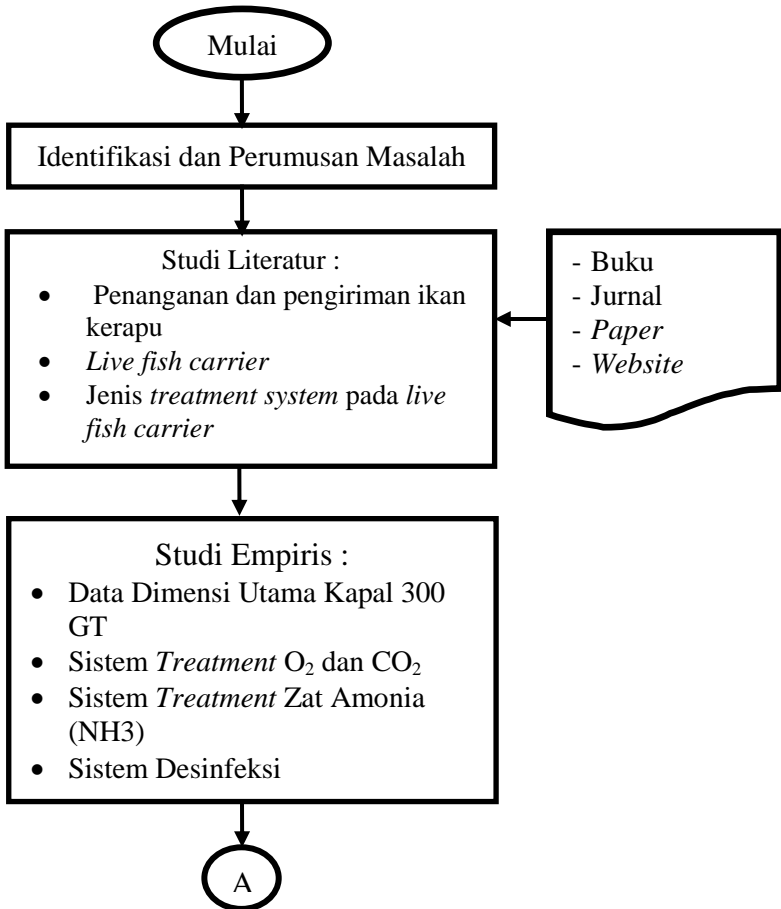


Gambar 3.1 Flow Chart Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.2 Tahapan dalam Pengerjaan Tugas Akhir

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, memiliki 2 tahapan dalam pengerjaannya yaitu sebagai berikut:

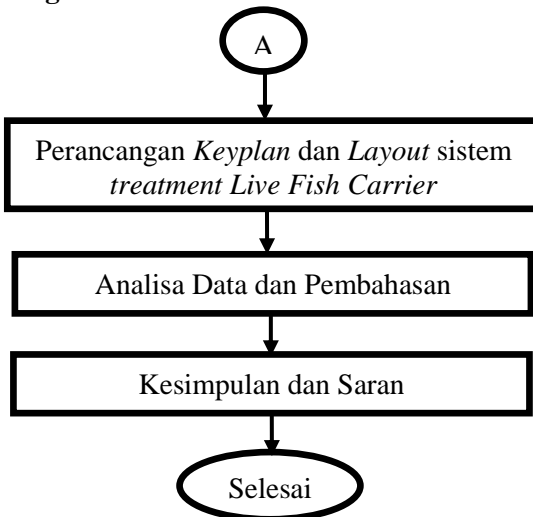
#### 1. Langkah Pertama



Gambar 3.2 Flow Chart Pengerjaan Tugas Akhir Tahap Pertama

Langkah pertama dari pengerjaan tugas akhir ini adalah mencari beberapa studi literatur dari beberapa jurnal, *paper* dan buku mengenai *live fish carrier*, penanganan dan pengiriman ikan kerapu dan Jenis *treatment system* pada *live fish carrier*. Sehingga didapat *main dimension* dari kapal pembanding dan data *treatment system*, kemudian dari data-data tersebut digunakan sebagai acuan dalam perancangan kapal ikan hidup 300 GT.

## 2. Langkah Kedua



Gambar 3.3 *Flow Chart* Pengerjaan Tugas Akhir Tahap Kedua

Langkah kedua dari pengerjaan tugas akhir ini adalah pengerjaan lanjutan setelah semua data kapal ikan hidup yang diperlukan telah didapat yang kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem *treatment* kapal ikan hidup dengan menggunakan AUTOCAD yang kemudian menganalisa dan membahas hasil dari perancangan kapal ikan hidup yang kemudian ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan pengolahan data dimana hasil dari pengolahan data tersebut kemudian dilakukan analisa. Beberapa analisa yang dikalkulasi meliputi analisa kebutuhan komponen-komponen pada *Water Treatment System* yang meliputi sistem *Treatment O<sub>2</sub>* dan *CO<sub>2</sub>*, sistem *Treatment NH<sub>3</sub>* dan sistem pembunuhan kuman dan penyakit (desinfeksi) yang diterapkan pada kapal ikan hidup. Analisa yang dilakukan dalam bab ini mengabaikan proses *feeding*, dimana ikan yang diangkut tidak diberi makan.

#### **4.1 Data Kapal**

Tipe kapal	:	<i>Live Fish Carrier</i>	
Lpp	:	30,6	meter
Lebar	:	7,5	meter
Tinggi	:	5,7	meter
Sarat	:	4,2	meter
Tonnage	:	300	GT

#### **4.2 Sistem Treatment**

Sistem *treatment* air diperlukan dan diterapkan pada kapal ikan hidup dengan tujuan untuk menjaga kualitas air yang diresirkulasi agar tetap bersih dan sesuai dengan standar kualitas air yang ditinggali oleh ikan hidup. Pada kapal ikan hidup dengan sistem pengangkutan secara tertutup dimana asupan udara tidak ada, maka diperlukan beberapa sistem *treatment* untuk menjaga kelangsungan hidup ikan. Terdapat beberapa sistem *treatment* yang diperlukan salah satunya adalah sistem *treatment O<sub>2</sub>* dan *CO<sub>2</sub>*, sistem *treatment NH<sub>3</sub>* dan sistem pembunuhan kuman dan penyakit (desinfeksi).



#### 4.2.1 Sistem treatment $O_2$ dan $CO_2$

Sistem *treatment*  $O_2$  dan  $CO_2$  merupakan sistem pengolahan kandungan oksigen dan karbondioksida dalam air. Dua unsur gas ini sangat berpengaruh bagi kelangsungan hidup ikan selama perjalanan pengangkutan menggunakan kapal ikan hidup dengan sistem tertutup. Penyisihan kandungan  $CO_2$  dalam air sangat diperlukan karena gas  $CO_2$  berbahaya bagi ikan. Sedangkan ikan sangat memerlukan  $O_2$  untuk keperluan bernapas, maka sistem *treatment*  $O_2$  dan  $CO_2$  perlu diterapkan dalam pengangkutan ikan. Salah satu sistem *treatment*  $O_2$  dan  $CO_2$  yang memadai untuk diterapkan adalah sistem aerasi.

Aerasi merupakan sistem penyuplai oksigen dengan cara menyemburkan udara dari luar kedalam palka dengan menciptakan gelembung-gelembung udara yang dibutuhkan sebagai media pengeluaran  $CO_2$ . Fungsi gelembung-gelembung yang diciptakan adalah mengikat  $CO_2$  dan gas-gas beracun yang terkandung didalam air untuk dikeluarkan melalui lubang udara pada sistem. Alat yang digunakan dalam proses aerasi adalah aerator dan *diffuser*. Aerator merupakan serangkaian peralatan untuk mengalirkan udara dari luar kedalam palka dengan bantuan kompresor atau *blower*. Sedangkan *diffuser* merupakan alat untuk penyebaran kontak udara dan air yang menciptakan gelembung-gelembung. Tipe dari *diffuser* sangat berpengaruh dengan tingkat penyebaran kontak udara dan air.

Kelebihan dari penggunaan sistem aerasi ini adalah konstruksi yang sederhana, dapat diterapkan didalam palka secara langsung tanpa harus membuat tangki pengkontak antara udara dan air, waktu deteksi 10-30 menit dengan kedalaman tangki 2,7-4,5 meter dengan diameter lubang *diffuser* 2-5 mm dan mampu menghilangkan kandungan  $CO_2$  mencapai 80%.

#### 4.2.2 Sistem *treatment* $NH_3$

Sistem *treatment*  $NH_3$  merupakan proses pembuangan zat amonia yang terkandung dalam air. Zat amonia dihasilkan dari proses metabolisme ikan dan hasil dari reaksi nitrogen dengan

air.  $\text{NH}_3$  sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan karena sifat beracunnya mampu membunuh ikan hanya dengan kandungan dalam air mencapai 0,6 mg/l. Sehingga perlu adanya treatment amonia, salah satunya dengan cara sistem nitrifikasi.

Sistem nitrifikasi merupakan sistem penyisihan zat amonia dengan bantuan bakteri aerob dan anaerob. Pemanfaatan bakteri ini digunakan untuk menguraikan  $\text{NH}_3$  menjadi nitrogen yang kemudian dikeluarkan melalui lubang udara pada tangki. Proses nitrifikasi berlangsung dalam tiga tahapan yaitu:

- Proses Nitrifikasi, penguraian  $\text{NH}_3$  menjadi nitrit dengan bantuan bakteri aerob (*Nitrosomonas* atau *Nitrosococcus*).
- Proses Nitrase, penguraian nitrit menjadi nitrat dengan bantuan bakteri aerob (*Nitrobacter*).
- Proses Denitrifikasi, penguraian nitrat menjadi nitrogen dengan bantuan bakteri anaerob (*Pseudomonas*).

#### **4.2.3 Sistem pembunuhan kuman dan penyakit (desinfeksi)**

Proses desinfeksi merupakan proses pembunuhan mikroorganisme yang patogen berupa bakteri dan kuman penyakit yang mampu membunuh ikan. Salah satu prosesdesinfeksi yang akan diterapkan dalam desain ini adalah sistem ozonasi. Ozonasi merupakan bentuk yang tidak stabil dari oksigen yaitu memiliki tiga atom O dihasilkan dari oksigen yang dialiri listrik dengan tegangan tinggi dalam udara kering.

Kelebihan penggunaan sistem ozonasi sebagai pembunuh bakteri dan kuman penyakit antara lain yaitu:

- Mengurangi masalah bau, rasa dan warna
- Bahan organik pengotor dapat dioksidasi dengan cepat
- Tidak tergantung pada nilai pH
- Pembunuhan bakteri dan kuman secara cepat mencapai 300-3000 kali lebih cepat daripada dengan menggunakan klor dan dengan waktu kontak relatif singkat
- Sistem konstruksi yang sederhana tidak membutuhkan banyak ruang

### 4.3 Perhitungan

Perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan kapasitas dan head pompa yang diperlukan untuk proses *treatment*, diameter pipa, sistem aerasi (daya dan kapasitas kompresor, O<sub>2</sub> generator dan diffuser) yang diperlukan untuk menyuplai oksigen dan menghilangkan kandungan karbondioksida dalam air, kebutuhan *ozone* (*ozone generator*), waktu kontak dari setiap tahapan *treatment*, dan kebutuhan bakteri dalam proses *treatment* NH<sub>3</sub>.

#### 4.3.1 Perhitungan volum tangki *treatment*, pipa dan pompa

- a. Volume tangki *treatment*

Tangki Treatment Nitritasi

Volume = 25% x volume palka ikan

$$= 25\% \times 69,68$$

$$= 17,4193 \text{ m}^3 \text{ (Jika NH}_3 \text{ sebanyak 1 ppm)}$$

Sehingga kandungan amonia mencapai 0,6 ppm, maka air yang harus diganti sebanyak 10,45 m<sup>3</sup>.

Volume tangki nitritasi yang dirancang

WL (m)	Luas (A)	faktor simpson (S)	A x S
1,00	2,14	1	2,14
2,175	2,76	4	11,04
3,35	2,76	2	5,52
4,525	2,76	4	11,04
5,7	2,76	1	2,76
$\sum A \times S$			32,5

$$h = 1,175$$

$$\text{Volume palka} = 1/3 \times h \times \sum A \times S$$

$$= 12,73 \text{ m}^3$$

Tangki *treatment* nitritasi

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 10\% \times \text{volume tangki nitritasi} \\ &= 10\% \times 10,45 \\ &= 1,045 \text{ m}^3 \text{ (Jika nitrit sebanyak } < 1 \text{ ppm)} \end{aligned}$$

Volume tangki nitritasi yang dirancang

$$\begin{aligned} &= p \times l \times t \\ &= 1,2 \times 0,5 \times 4,7 \\ &= 2,82 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tangki *treatment* denitrifikasi dirancang memiliki volume sebesar 10,71 m<sup>3</sup> agar mampu menampung keseluruhan air dari tangki *treatment* nitritasi. Dimensi dari tangki denitrifikasi adalah sebagai berikut:

Panjang : 1,2 m

Lebar : 1,9 m

Tinggi : 4,7 m

Volume tangki *treatment* desinfeksi (ozonasi) yang dirancang

WL (m)	Luas (A)	faktor simpson (S)	A x S
1,00	2,14	1	2,14
2,175	2,76	4	11,04
3,35	2,76	2	5,52
4,525	2,76	4	11,04
5,7	2,76	1	2,76
$\sum A \times S$			32,5

$$h = 1,175$$

$$\text{Volume palka} = 1/3 \times h \times \sum A \times S$$

$$= 12,73 \text{ m}^3$$

b. Kecepatan fluida = 2 m/s

c. Kapasitas pompa *treatment* nitritasi dan desinfeksi (WTP 01 dan WTP 02)

$$= \frac{\text{Volume tangki nitritasi}}{\text{Waktu pemindahan}}$$

$$= \frac{10,45 \text{ m}^3}{1 \text{ h}}$$

$$= \frac{10,45 \text{ m}^3}{1 \text{ h}}$$

$$= 10,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 0,0029 \text{ m}^3/\text{s}$$

- d. Kapasitas pompa *treatment* nitrasi (WTP 03)

$$= \frac{\text{Volume tangki nitrasi}}{\text{Waktu pemindahan}}$$

$$= \frac{2,82 \text{ m}^3}{1/6 \text{ h}}$$

$$= 16,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 0,0047 \text{ m}^3/\text{s}$$

- e. Kapasitas pompa *treatment* denitrifikasi dan desinfeksi serta dirangkap dengan *general service pump* (GS 01 dan GS 02)

$$= \frac{\text{Volume tangki denitrifikasi}}{\text{Waktu pemindahan}}$$

$$= \frac{10,45 \text{ m}^3}{1/3 \text{ h}}$$

$$= 31,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 0,0087 \text{ m}^3/\text{s}$$

- f. Diameter pipa  $= \sqrt{(4 \times Q / \pi \times v)}$
- $$= \sqrt{\frac{4 \times 0,0087}{3,14 \times 2}}$$
- $$= 0,074 \text{ m}$$
- $$= 74,44 \text{ mm}$$

Pemilihan spesifikasi pipa

- *Type* = VP 75 (JIS K6741)
- Nominal diameter = 80 mm
- Diameter dalam = 76 mm
- Diameter luar = 89,1 mm
- Ketebalan = 4,2 mm
- Material = SGP (*Galvanized Pipe*)

Tabel 4.1 Spesifikasi Pipa

Nominal diameter		Outside diameter (mm)	Tolerances on outside diameter		Wall thickness mm	Tolerances on wall thickness	Unit mass excluding socket kg/m
A	B		Pipes to be cut in taper thread	Other pipes			
20	3/4	27.2	±0.5mm	±0.5mm	2.8		1.60
25	1	34.0	±0.5mm	±0.5mm	3.2		2.45
32	1 1/4	42.7	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.16
40	1 1/2	48.6	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.63
50	2	60.5	±0.5mm	±1%	3.8		5.12
65	2 1/2	76.3	±0.7mm	±1%	4.2		6.34
80	3	89.1	±0.8mm	±1%	4.2		8.49
90	3 1/2	101.6	±0.8mm	±1%	4.2		9.74

(Sumber: (Solution, 2015))

g. Perhitungan *head* pompa

- *Head statis* ( $H_s$ ) = Jarak antara suction ke discharge  
= 4,7 m
- *Head pressure* ( $H_p$ ) =  $(P_{\text{discharge}} - P_{\text{suction}}) / \rho g$   
= 0 m
- *Head velocity* ( $H_v$ ) =  $(V_{\text{discharge}}^2 - V_{\text{suction}}^2) / 2g$   
= 0 m
- *Head loss mayor* ( $H_{l_m}$ )

- Perhitungan Reynold Number ( $R_n$ )

$$R_n = (D_s \times v) / \nu$$

$$D_s = \text{Diameter dalam pipa} = 76 \text{ mm}$$

$$= 0,076 \text{ m}$$

$$v = \text{Kecepatan fluida} = 2,00 \text{ m/s}$$

$$\nu = \text{Viskositas at } 25^\circ\text{C} = 9\text{E-}07 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$R_n = (0,075 \times 2) / 8,975 \times 10^{-6}$$

$$= 1,7\text{E}+05$$

- Perhitungan Relative Roughness (k)

$$k = \epsilon / d \quad \epsilon = 0,00015 \text{ (Galvanized Pipe)}$$

$$= 0,0020$$

- Nilai Friction Losses ( $\lambda$ )

Dilihat pada diagram moody maka nilai = 0,028

$$H_{lm \text{ suction}} = \lambda \times L \times V^2 / (d \times 2g)$$

$$(L=16 \text{ m}) = 1,2062 \text{ m}$$

$$H_{lm \text{ disch}} = \lambda \times L \times V^2 / (d \times 2g)$$

$$(L=6 \text{ m}) = 0,4523 \text{ m}$$

- *Head loss minor (H<sub>ln</sub>)*

a. *Minor losses karena aksesoris & fitting pipa suction*

No	Jenis	n	k	n.k
1	NR Valve	0	1,20	0
2	Butterfly Valve	4	1,00	4
3	Elbow 90 <sup>0</sup>	1	0,30	0,3
4	Strainer	2	1,00	2
5	T joint	5	0,90	4,5
Total		10,8		

$$H_{ln} = k \text{ total} \times v^2 / 2g$$

$$= 2,2041 \text{ m}$$

b. *Minor losses karena aksesoris & fitting pipa discharge*

No	Jenis	n	k	n.k
1	NR Valve	1	1,20	1,2
2	Butterfly Valve	2	1,00	2
3	Elbow 90 <sup>0</sup>	1	0,30	0,3
4	Strainer	0	1,00	0
5	T joint	2	0,90	1,8
Total		5,3		

$$H_{in} = k \text{ total} \times v^2/2g$$

$$= 1,0816 \text{ m}$$

Total *Head Losses*

$$Hl = 4,9619 \text{ m}$$

Nilai Head Pompa

$$H = H_s + H_p + H_v + \text{total head loss}$$

$$= 9,6442 \text{ m}$$

Merk	SILI PUMP	50CLZ-4.5
Capacity	12,5	m <sup>3</sup> /h
Head	32	m
Power	3	kW
Berat	155	Kg

Merk	SILI PUMP	50CLZ-15A
Capacity	17	m <sup>3</sup> /h
Head	28	m
Power	3	kW
Berat	168	Kg

Merk	SILI PUMP	80CLZ-8A
Capacity	32	m <sup>3</sup> /h
Head	28	m
Power	5,5	kW
Berat	263	Kg



Tabel 4.2 Spesifikasi Pompa

NO.	Model	Capacity (m <sup>3</sup> /h)	Capacity Range (m <sup>3</sup> /h)	Head (m)	Head range (m)	Shaft power (kw)	rpm	Power (kw)	Motor model	Wt (kg)
1	40CLZ-2	5	3.5 – 6.5	60	48-65	3.9	4	5.5	Y132S1-2H	172
2	40CLZ-2A	4	3 – 5.5	54	45-58	3.2	4	5.5	Y132S1-2H	172
3	50CLZ-4.5	12.5	9.5 – 14.5	32	27-35	2.5	4	3	Y100L-2H	155
4	50CLZ-4.5A	10	7.5-12	28	23-30	1.8	4	2.2	Y90L-2H	155
5	50CLZ-15	20	15-23	32	27-34	3.1	4	4	Y112M-2H	169
6	50CLZ-15A	17	12-20	28	23-30	2.4	4	3	Y100L-2H	168
7	50CLZ-9	27	20-30	14.5	12-15	1.4	4	2.2	Y90L-2H	154
8	50CLZ-9A	21	15-23	12	10-13	0.9	4	1.5	Y90S-2H	153
9	50CLZ-7	12.5	9-13	20	17-21	1.4	4	2.2	Y90L-2H	146
10	50CLZ-7A	10	7-11	17	14-18	1.1	4	1.5	Y90S-2H	145
11	50CLZ-3	12.5	9-13	50	42-52	4.9	4	5.5	Y132S	195
12	50CLZ-3A	10	7-11	45	38-48	3.2	4	4	Y112M-2H	193
13	50CLZ-4	20	15-22	50	42-52	6.1	4	7.5	Y132S2-2H	152
14	50CLZ-4A	17	12-19	46	39-49	5.0	4	5.5	Y132S1-2H	151
15	50CLZ-9	25	18-26	20	17-21	2.3	4	3	Y100L-2H	153
16	50CLZ-9A	21	15-23	17	14-18	1.6	4	2.2	Y90L-2H	152
17	50CLZ-6	25	18-26	32	27-34	4.2	4	5.5	Y132S1-2H	190
18	50CLZ-6A	21	15-23	28	23-30	3.1	4	4	Y112M-2H	188
19	50CLZ-5	25	18-26	45	38-48	6.7	4	7.5	Y132S2-2H	200
20	50CLZ-5A	30	22-34	35	29-37	6.0	4	7.5	Y132S2-2H	195
21	50CLZ-4.5	25	18-26	60	51-62	9.5	4	11	Y160M1-2H	225
22	50CLZ-4.5A	22	16-24	54	45-56	8.2	4	11	Y160M1-2H	253
23	50CLZ-3	25	18-26	60	51-62	7.1	4.2	8.5	Y160L-2H	240
24	50CLZ-3A	22	16-23	75	63-78	6.5	4.2	7.5	Y160M2-2H	238
25	50CLZ-8	35	26-39	32	27-34	5.6	4	7.5	Y132S2-2H	265
26	50CLZ-8A	32	24-36	28	23-30	5.0	4	5.5	Y132S1-2H	263
27	50CLZ-5.5	35	26-39	48	40-51	4.1	4	15	Y160M2-2H	293
28	50CLZ-5.5A	30	22-34	48	40-51	11	4	11	Y160M1-2H	290
29	50CLZ-13	45	33-51	21	17-22	8.3	5	5.5	Y132S1-2H	198

(Sumber: (SiliPump, 2015))

### 4.3.2 Perhitungan kebutuhan oksigen

- a. Perhitungan volume palka ikan  
- Volume Palka 1 & 2

WL (m)	Luas (A)	faktor simpson (S)	A x S
1,00	15,37	1	15,37
2,175	17,11	4	68,44
3,35	17,35	2	34,7
4,525	17,63	4	70,52

5,7	17,83	1	17,83
$\sum A \times S$			206,86

$$\begin{aligned}
 h &= 1,175 \\
 \text{Volume palka} &= \frac{1}{3} \times h \times \sum A \times S \\
 &= 81,02 \text{ m}^3 \\
 &= 162,04 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Volume Palka 3 & 4

WL (m)	Luas (A)	faktor simpson (S)	A x S
1,00	14,2	1	14,2
2,175	14,44	4	57,76
3,35	14,44	2	28,88
4,525	14,44	4	57,76
5,7	14,44	1	14,44
$\sum A \times S$			173,04

$$\begin{aligned}
 h &= 1,175 \\
 \text{Volume palka} &= \frac{1}{3} \times h \times \sum A \times S \\
 &= 67,77 \text{ m}^3 \\
 &= 135,55 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Volume Palka 5 & 6

WL (m)	Luas (A)	faktor simpson (S)	A x S
1,00	16,6	1	16,6
2,175	16,23	4	64,92
3,35	16,23	2	32,46
4,525	16,23	4	64,92
5,7	16,23	1	16,23
$\sum A \times S$			195,13

$$\begin{aligned}
 h &= 1,175 \\
 \text{Volume palka} &= \frac{1}{3} \times h \times \sum A \times S \\
 &= 76,43 \text{ m}^3 \\
 &= 152,85 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga total volume palka sebesar  $450,44 \text{ m}^3$ , namun dengan adanya *space* untuk udara didalam palka maka volume palka yang berisi air sebesar  $387,379 \text{ m}^3$  dengan perbandingan 86% air, 9% ikan dan 5 % *space* untuk udara.

b. Perhitungan kapasitas ikan

Dalam perhitungan kapasitas ikan dengan menggunakan acuan dari kepadatan pengangkutan ikan hidup oleh BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) Surabaya sebesar 1:5,5 liter dan dengan acuan panjang ikan seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Perlakuan Terhadap Ikan Kerapu

Bulan	Jumlah (ekor)	Kerapu macan		Jumlah (ekor)	Kerapu lumpur	
		Panjang (cm)	Berat (g)		Panjang (cm)	Berat (g)
Juni	40	6,89	6,75	40	7,53	8,00
Juli	38	11,09	37,50	37	12,35	42,25
Agustus	37	14,56	64,55	37	15,27	76,00
September	37	16,18	88,50	36	18,67	116,25
Oktober	37	18,53	127,40	36	20,29	170,67
November	37	21,21	216,45	36	24,77	286,92
Desember	33	22,23	245,74	33	29,74	540,00
Januari	33	25,93	404,35	33	32,21	570,00
Pebruari	33	27,25	510,00	33	33,92	700,00
Maret	33	29,27	604,55	33	35,86	800,57
April	33	30,29	693,33	33	39,27	1120,00
Mei	33	33,98	828,46	33	42,75	1344,62
Juni	33	35,12	978,46	33	44,95	1554,28
Rata-rata		22,50	369,70		27,51	563,81
Standar deviasi (s)		8,44	311,31		11,53	472,08

- Jumlah Ikan = Volume palka : 5,5 liter  
(palka 1&2) =  $69677 : 5,5$   
= 12.668 ekor  
= 25336 ekor
- Jumlah Ikan = Volume palka x 5,5 liter  
(palka 3&4) =  $58285 : 5,5$   
= 10597 ekor  
= 21194 ekor
- Jumlah Ikan = Volume palka x 5,5 liter  
(palka 5&6) =  $65726 : 5,5$   
= 11950 ekor  
= 23900 ekor
- Total jumlah ikan kerapu yang dapat diangkut adalah

70430 ekor = 35215000 gr = 35,2 ton

c. Perhitungan kebutuhan oksigen

Menurut hukum Henry perhitungan konsumsi oksigen ikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi O}_2 = a \times (\text{DpO}_2/\text{h}) \times \text{VH}_2\text{O} \times (1/\text{g})$$

(University of Puget Sound, 2004)

Keterangan:

a = Koefisien daya larut O<sub>2</sub> (ml O<sub>2</sub>/l mmHg)

DpO<sub>2</sub> = Tekanan (mmHg)

h = waktu (jam)

V<sub>air</sub> = volum air (cm<sup>3</sup>)

g = berat ikan (gr)

**OXYGEN SOLUBILITIES in ml O<sub>2</sub>/(L\*mmHg)**

Temperature (°C)	Freshwater	Sea water (approx. 30ppt)
5	0.0565	0.0464
10	0.0499	0.0413
15	0.0445	0.0371
20	0.0400	0.0336
25	0.0363	0.0306
30	0.0331	0.0279
35	0.0303	0.0256

Nilai yang diperlukan dalam perhitungan yaitu:

a = 0,0279 ml O<sub>2</sub>/l mmHg pada suhu 30°C

DpO<sub>2</sub> = 760 mmHg

h = 24 hour

V<sub>air</sub> = 3,9x10<sup>8</sup> ml

g = 70430 x 500 gr

= 35215000 gr (rata-rata ukuran ikan 32,2 cm)

Konsumsi O<sub>2</sub>/gr = a x (DpO<sub>2</sub>/h) x VH<sub>2</sub>O x (1/g)

$$= 0,0279 \times \frac{760}{24} \times 3,9 \cdot 10^8 \times \frac{1}{35215000}$$

$$= 9,72 \text{ mlO}_2/\text{g.h}$$

$$= 2,78 \times 10^{-5} \text{ lbO}_2/\text{g.h}$$

Total konsumsi O<sub>2</sub>/h = 9,72 x 35215000

$$= 3,4 \times 10^8 \text{ mlO}_2/\text{h}$$

$$= 3,4 \times 10^8 \times 0,0013$$

$$\begin{aligned}
 &= 444923,63 \text{ grO}_2/\text{h} \\
 &= 444,923 \text{ kgO}_2/\text{h} \\
 &= 978,83 \text{ lbO}_2/\text{h}
 \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan oksigen selama pengangkutan dengan *endurance* 3 hari sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= 978,83 \times 3 \times 24 \\
 &= 79475,9 \text{ lbO}_2 \\
 &= 3,2 \times 10^4 \text{ kgO}_2
 \end{aligned}$$

### 4.3.3 Perhitungan kapasitas O<sub>2</sub> generator

- a. Nilai rata-rata aliran udara ( $G_s$ )
  - 4-8 SCFM/Unit
  - 4-16 SCFM/Unit (untuk jenis *fine and large bubble*)  
(Ramalho, 1977)
- b. Nilai konsentrasi gas jenuh ( $C_{sm}$ ) (Ali M., Abdu F.A., 2012)
  - 1 atm = 10,34 m air = 101,37 kPa
  - $C_{ss}$  = 8,4 mg/l (pada tekanan 1 atm)
  - $O_r$  = 21% (gas dalam aliran udara yang dikeluarkan)
  - $P_b$  = Tekanan absolut pada kedalaman pelepasan udara (kPa)
 
$$\begin{aligned}
 &= Patm + (H/10,34) \times 101,37 + \textit{Pressure losses} \\
 &= \frac{760}{760} \times 101,37 + \frac{4,7}{10,34} \times 101,37 + 15 \\
 &= 162,447 \text{ kPa} = 1,62 \text{ bar}
 \end{aligned}$$
  - $C_{sw}$  = Konsentrasi gas jenuh (dengan  $O_r$  sebesar 21%)
 
$$\begin{aligned}
 &= C_{ss} \times (P_b/29,4) + 0,5 \\
 &= 8,4 \times \frac{162,447}{29,4} + 0,5 \\
 &= 46,91 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$
- c. Nilai kapasitas oksigen per unit O<sub>2</sub> generator (N) dengan asumsi beberapa nilai yaitu:
  - C = 0,04233
  - n = 0,1
  - $\alpha$  = 0,75

- $C_L = 6,13$  (pada temperatur  $30^\circ\text{C}$ )
- $G_s = 10 \text{ ft}^3/\text{menit}$   
 $= 16,99 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\begin{aligned}
 N &= CG_s^{1-n} \times H^{0,67} (C_{sw} - C_L) \times 1,024^{(T-20)\alpha} \\
 &= 0,04233 \times 16,99^{1-0,1} \times 4,7^{0,67} \times (46,91 - \\
 &\quad 6,13) \times 1,024^{(30-20)} \times 0,75 \\
 &= 59,205 \text{ kgO}_2/\text{h} \\
 &= 130,405 \text{ lbO}_2/\text{h}
 \end{aligned}$$

d. *Number of aerator unit*

$$\begin{aligned}
 \text{No.of units} &= \frac{\frac{\text{lbO}_2}{\text{h}}(\text{Required})}{N} \\
 &= \frac{978,83}{130,405} \\
 &= 7,5
 \end{aligned}$$

- e. Total aliran udara  
 $= G_s \times \text{No.of units}$   
 $= 10 \times 7,5$   
 $= 127,5 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $= 75,06 \text{ ft}^3/\text{minute}$

Pemilihan Spesifikasi Kompresor

Tipe Kompresor	=	LT 25-30 KE
Kapasitas	=	69 $\text{m}^3/\text{h}$
Frekuensi	=	50 Hz
Power	=	18,5 kW
Dimensi	=	1228 x 794 x 785 (mm)
Berat	=	570 kg

Tabel 4.4 Spesifikasi Kompresor

Compressor type	FAD*	Charging capacity**	Frequency	Power
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	Hz	kW
LT 25-30 KE	55	60	60	15
	69	75	50	18,5
	83	90	60	22
LT 30-30 KE	74	80	60	18,5
	92	100	50	22
	111	120	60	30
LT 35-30 KE	92	100	60	22
	115	125	50	30
	139	150	60	30
LT 40-30 KE	106	115	60	30
	134	145	50	37

(Sumber: (AtlasCopco, Atlas Copco Marine Air Solutions (Setting the Standard in Marine Compressed Air), 2011))

Dalam pemilihan O<sub>2</sub> generator maka perlu diketahui kapasitas kebutuhan oksigen per jam yaitu sebesar 328,79 m<sup>3</sup>/h (193,4 scfm) sehingga membutuhkan 4 buah O<sub>2</sub> generator dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe O<sub>2</sub> Generator = OGP 65

Kapasitas (90%) = 66,2 Nm<sup>3</sup>/h

(93%) = 64,1 Nm<sup>3</sup>/h

(95%) = 56,9 Nm<sup>3</sup>/h

Dimensi = 1000x2000x3400 (mm)

Berat = 3500 kg

Tabel 4.5 Spesifikasi O<sub>2</sub> Generator

TYPE		Oxygen purity FOD (Free Oxygen Delivery)			Dimensions (W x D x H)		Weight	
		90%	93%	95%	mm	in	kg	lbs
OGP 35	FOD Nm <sup>3</sup> /h	26,3	33,1	31,7	1000 x 2000 x 2500	39.4 x 78.7 x 98.4	2150	4740
	FOD scfm	20,8	19,5	18,6				
OGP 45	FOD Nm <sup>3</sup> /h	45,4	42,8	39,2	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134,0	3500	7716
	FOD scfm	26,7	25,2	23,1				
OGP 55	FOD Nm <sup>3</sup> /h	55,8	51,8	49,0	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134,0	3500	7716
	FOD scfm	32,8	30,5	28,8				
OGP 65	FOD Nm <sup>3</sup> /h	66,2	64,1	56,9	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134,0	3500	7716
	FOD scfm	39,0	37,7	33,5				
OGP 84	FOD Nm <sup>3</sup> /h	85,3	79,2	74,2	2400 x 2200 x 3200	94.5 x 86.6 x 126,0	4200	9259
	FOD scfm	50,2	46,6	43,6				

(Sumber: (AtlasCopco, Atlas Copco On-Site Industrial Gases, 2011))

Tabel 4.6 Spesifikasi Diffuser

**MODEL: C-2**

NECK SIZE C (mm)	Neck Velocity (m/s)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	
φ 150	Air Volume CMH	130	160	190	225	255	287	320	385	
	Throw (m)	Horizontal	<1.0	1.1	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.8
		Vertical	1.0	1.2	1.8	2.5	3.1	3.4	3.8	4.4
	S.P. (Pa)	Horizontal	<10	15	22	28	35	43	56	74
		Vertical	10	16	23	29	40	45	58	85
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	<20	<20	22	26	32
		Vertical	<20	<20	<20	<20	21	25	29	34
	φ 200	Air Volume CMH	230	285	340	396	455	510	565	680
Throw (m)		Horizontal	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.6	3.0
		Vertical	1.5	2.2	2.8	3.4	3.9	4.3	4.8	5.4
S.P. (Pa)		Horizontal	11	16	21	26	32	39	51	75
		Vertical	11	18	22	30	38	47	58	82
NR		Horizontal	<20	<20	<20	<20	24	28	30	37
		Vertical	<20	<20	<20	20	25	28	31	37
φ 250		Air Volume CMH	355	445	530	620	710	795	885	1060
	Throw (m)	Horizontal	1.0	1.3	1.6	1.8	2.2	2.4	2.6	3.2
		Vertical	2.2	3.0	3.5	4.0	4.6	5.0	5.3	6.2
	S.P. (Pa)	Horizontal	12	14	18	28	38	45	51	78
		Vertical	13	16	22	30	39	48	57	82
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	22	28	31	34	40
		Vertical	20	20	20	20	20	20	25	31

(Sumber: (Kyodo, 2008))

**4.3.4 Perhitungan sistem *treatment* amonia**

## a. Proses Nitritasi

Nitritasi merupakan oksidasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*. Bakteri *nitrosomonas* dapat dideteksi pada konsentrasi  $10^5$  sel/ml dengan kebutuhan untuk *treatment* sebesar  $10 \text{ ml/m}^2$  dengan penambahan  $3,43 \text{ gr O}_2$  untuk mengoksidasi  $1 \text{ gr}$  amonia menjadi nitrit. Waktu kontak untuk proses ini adalah  $2 \text{ jam}$ . (Ramalho, 1977)

- Luas tangki nitritasi =  $2,76 \text{ m}^2$
- Kebutuhan bakteri = luas x kebutuhan per  $\text{m}^2$   
=  $2,76 \times 10$   
=  $27,6 \text{ ml}$
- Jumlah bakteri =kebutuhan bakteri x konsentrasi sel/ml  
=  $27,6 \times 10^5 \text{ sel}$
- Total kandungan  $\text{NH}_3$  =  $0,6 \times (10,45 \times 1000)$   
=  $6270 \text{ mg}$   
=  $6,2 \text{ gr}$
- Total penambahan  $\text{O}_2$  =  $3,43 \times 6,2$   
=  $21,26 \text{ gr}$



## b. Proses Nitrasi

Nitrasi merupakan oksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat oleh kelompok bakteri *Nitrobacter*. Bakteri *nitrobacter* dapat dideteksi pada konsentrasi  $10^5$  sel/ml dengan kebutuhan untuk *treatment* sebesar 10 ml/m<sup>2</sup> dengan penambahan 1,14 gr O<sub>2</sub> untuk mengoksidasi 1 gr nitrit menjadi nitrat. Waktu kontak untuk proses ini adalah 12 menit. (Ramalho, 1977)

- Luas tangki nitrasi = 0,6 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan bakteri = luas x kebutuhan per m<sup>2</sup>  
= 0,6 x 10  
= 6 ml
- Jumlah bakteri = kebutuhan bakteri x konsentrasi  
sel/ml  
= 6 x 10<sup>5</sup> sel
- Total kandungan NO<sub>2</sub> = 0,6 x (2,82 x 1000)  
= 1692 mg  
= 1,69 gr
- Total penambahan O<sub>2</sub> = 3,43 x 1,69  
= 5,79 gr

## c. Proses Denitrifikasi

Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat menjadi nitrogen dilakukan oleh bakteri anaerob (misal: *pseudomonas*) dengan menggunakan nitrat tersebut sebagai akseptor elektron ditempat oksigen selama respirasi. Waktu kontak untuk proses ini adalah 2 jam. (Ramalho, 1977)

- Luas tangki denitrifikasi = 2,76 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan bakteri = luas x kebutuhan per m<sup>2</sup>  
= 2,76 x 10  
= 27,6 ml
- Jumlah bakteri = kebutuhan bakteri x konsentrasi  
sel/ml  
= 27,6 x 10<sup>5</sup> sel

#### 4.3.5 Perhitungan sistem desinfeksi

##### 1. Perhitungan volume tangki proses desinfeksi

###### ➤ Volume tangki 1

$$\begin{aligned} V_1 &= 5,22 \text{ m}^3 \\ &= 5220 \text{ liter} \end{aligned}$$

##### 2. Perhitungan konsentrasi *ozone* dan waktu kontak *ozone*

Untuk membunuh bakteri patogen dan polivirus maka diperlukan waktu kontak 10 menit untuk 400-2400 liter/menit. [Sumber: *US Fiash dan Wildlife Service's Northeast Fishery Center*, Lamar-Philadelphia dalam (James M. Ebelinga, Philip L. Sibrellb, Sarah R. Ogdena, Steven T. Summerfelta, 2003) dalam (Fuadi, 2003)]

Konsentrasi *ozone* yang diperlukan untuk mematikan bakteri patogen dan polivirus menurut (Wedemeyer, 1996) dan Liltved (2001) dan Summerfelt et al, memberikan gambaran bahwa banyak patogen ikan dapat dimatikan dengan dosis *ozone* 0,5-5 mg/L.

Total konsentrasi *ozone* yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned} C &= 5 \text{ mg/l} \times 5220 \text{ l} \\ &= 26100 \text{ mg} \\ &= 26,1 \text{ gr} \end{aligned}$$

Proses penghilangan residu *ozone* dilakukan dengan cara memperpanjang waktu kontak pada tangki kedua selama 20 menit dan proses aerasi. [Sumber: *US Fiash dan Wildlife Service's Northeast Fishery Center*, Lamar-Philadelphia dalam (James M. Ebelinga, Philip L. Sibrellb, Sarah R. Ogdena, Steven T. Summerfelta, 2003)dalam (Fuadi, 2003)]

##### 3. Pemilihan spesifikasi *ozone generator*

Model	= TG-20
Max. Rated $O_3$ Output	= 20 gr/h
Rated $O_2$ Flow	= 0-10 LPM
Power	= 300 watts

Tabel 4.7 Spesifikasi *Ozone Generator*

Standard TG Ozone Generator Sizes					
Model	Max Rated Ozone Output	Rated Oxygen Flow	Ozone Production	Cooling	Power Consumption
TG-10	10 g/hr	0-10 LPM	10 g/hr at 4.5% from 3 LPM oxygen	Air	150 watts
TG-20	20 g/hr	0-10 LPM	20 g/hr at 5% from 5 LPM oxygen	Air	300 watts
TG-40	40 g/hr	0-20 LPM	40 g/hr at 4.7% from 10 LPM oxygen, 30 g/hr at 6% from 6 LPM oxygen	Air	400 watts
TG-75	75 g/hr	0-15 LPM	60 g/hr at 8.2% from 10 LPM oxygen, 75 g/hr at 5.8% from 15 LPM oxygen	Water	600 watts
TG-150	150 g/hr	0-30 LPM	150 g/hr at 5.8% from 30 LPM oxygen, 70 g/hr at 8.2% from 10 LPM oxygen	Water	1200 watts

(Sumber: (Ozone Solutions, 2015))

#### 4.4 Analisa Perancangan Treatment System pada Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT

Berdasarkan studi literatur dan beberapa pengolahan data kapal pembanding yang telah dilakukan, pada perancangan *treatment system* untuk kapal angkut ikan hidup ini dirancang secara tertutup dan dilengkapi dengan tiga *treatment* pokok yang dilakukan dalam proses resirkulasi air sebelum kembali kedalam palka kapal ikan hidup. Berikut merupakan list peralatan yang diperlukan:

Tabel 4.8 Peralatan pada Proses *Treatment System*

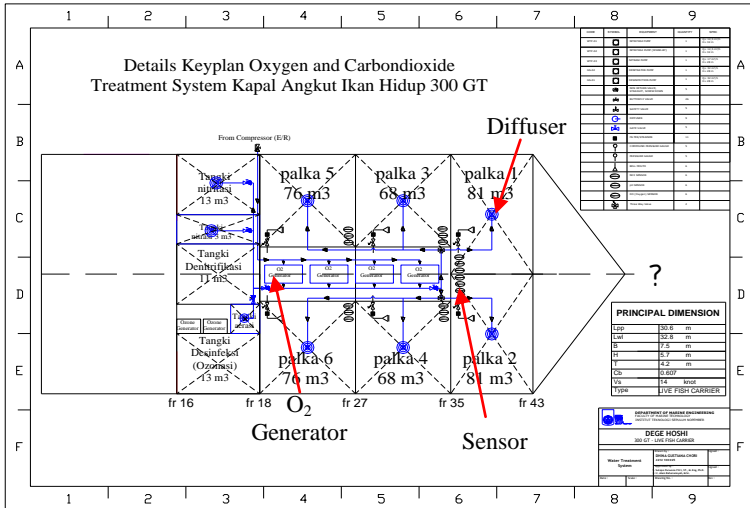
No	Nama Alat	Jumlah	Spesifikasi			Fungsi
			Merk	Kapasitas	Power	
1.	Pompa	2	SILI PUMP (80CLZ-8A)	32 m <sup>3</sup> /h	5,5 kW	Memindahkan fluida (air) pada tangki <i>treatment</i>
2.	Pompa	2	SILI PUMP (50CLZ-4.5)	12,5 m <sup>3</sup> /h	3 kW	Memindahkan fluida (air) pada tangki <i>treatment</i>
3.	Pompa	1	SILI PUMP (50CLZ-15A)	17 m <sup>3</sup> /h	3 kW	Memindahkan fluida (air) pada tangki <i>treatment</i>
4.	<i>Dissolved Oxygen Sensor</i>	6	GPG	-	-	Pendeteksi kandungan DO dalam air pada palka ikan
5.	<i>Dissolved Oxygen Monitor</i>	1	GPG	-	-	Alat pembaca kandungan DO dalam air pada palka ikan
6.	<i>pH/Temperature Sensor</i>	6	GPG ph302	-	-	Pendeteksi pH/Temperatur air pada palka ikan
7.	<i>pH/Temperature Monitor</i>	1	GPG P360	-	-	Alat pembaca pH/Temperatur air pada palka ikan
8.	<i>Ammonia Sensor</i>	6	3000- <i>Ammonia</i>	-	-	Pendeteksi kandungan amonia dalam air pada palka ikan

Tabel 4.8 Peralatan pada Proses *Treatment System* (Lanjutan)

<i>O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> Treatment System</i>					
9.	Kompresor	2	LT 25-30 KE	69 m <sup>3</sup> /h 18,5 kW	Sebagai penghasil udara mampat untuk menyuplai udara ke dalam O <sub>2</sub> generator
10.	O <sub>2</sub> Generator	4	OGP 65	66,2 Nm <sup>3</sup> /h	Sebagai penghasil oksigen untuk menyuplai kebutuhan O <sub>2</sub> dalam palka ikan
11.	<i>Diffuser</i>	6	C-2 (Diameter 250 mm)	66,2 Nm <sup>3</sup> /h	Sebagai penghasil oksigen untuk menyuplai kebutuhan O <sub>2</sub> dalam palka ikan
<i>Ammonia Treatment System</i>					
12.	Tangki	4	-	-	Tempat treatment nitritasi, nitritasi dan denitrifikasi
13.	<i>Diffuser</i>	2	C-2 (Diameter 250 mm)	66,2 Nm <sup>3</sup> /h	Sebagai penghasil oksigen untuk menyuplai kebutuhan O <sub>2</sub> dalam tangki nitritasi dan nitritasi
<i>Disinfection System</i>					
14.	Tangki	3	-	-	Tempat proses desinfeksi (kontak <i>ozone</i> & air serta proses aerasi)
15.	<i>Ozone Generator</i>	2	TG-20	20 gr/h 0,3 kW	Sebagai penghasil dan penyuplai <i>ozone</i> kedalam tangki kontak
16.	<i>Diffuser</i>	1	C-2 (Diameter 250 mm)	66,2 Nm <sup>3</sup> /h	Sebagai penghasil oksigen untuk menyuplai kebutuhan O <sub>2</sub> dalam tangki aerasi (proses desinfeksi)

Direncanakan palka dilengkapi dengan beberapa sensor yaitu sensor amonia ( $\text{NH}_3$ ), sensor pH/temperatur dan sensor *dissolved oxygen*. Pemasangan sensor ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air dalam palka. Misalnya apabila kadar amonia dalam palka melebihi 0,6 mg/liter serta pH kurang dari 7,8 dan melebihi 8,0 maka air perlu dilakukan *treatment*.

Tiga tahapan *treatment* yang direncanakan yaitu *treatment*  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  (gambar 4.1), pada *treatment* ini dilakukan suplai oksigen kedalam palka kapal ikan hidup dengan menggunakan  $\text{O}_2$  generator melalui *diffuser* yang dipasang didasar palka. Penyuplaian oksigen kedalam palka melalui *diffuser* yang berdiameter 250 mm dan kapasitas 66,2  $\text{m}^3/\text{h}$  selain berfungsi untuk sistem respirasi ikan juga berfungsi untuk menciptakan gelembung-gelembung dalam palka yang nantinya akan mengikat  $\text{CO}_2$  yang terkandung dalam air yang dikeluarkan melalui ventilasi yang menerus sampai *main deck* untuk dilepaskan keluar palka kapal. Untuk menghasilkan oksigen,  $\text{O}_2$  generator membutuhkan suplai udara yang berasal dari kompresor yang memiliki kapasitas sebesar 69  $\text{m}^3/\text{h}$  yang diletakkan pada *platform engine room* dengan *inlet pressure* sebesar 7 bar sesuai dengan spek  $\text{O}_2$  generator untuk menghasilkan oksigen sebesar 66,2  $\text{Nm}^3/\text{h}$  dan *outlet pressure* untuk menyuplai oksigen kedalam palka sebesar 1,62 bar sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Selain pada palka oksigen juga dialirkan kedalam tangki *treatment* yaitu tangki nitritasi dan nitrasi pada proses amonia *treatment system* serta tangki aerasi pada proses desinfeksi.



Gambar 4.1 Perancangan  $O_2$  and  $CO_2$  Treatment System untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT

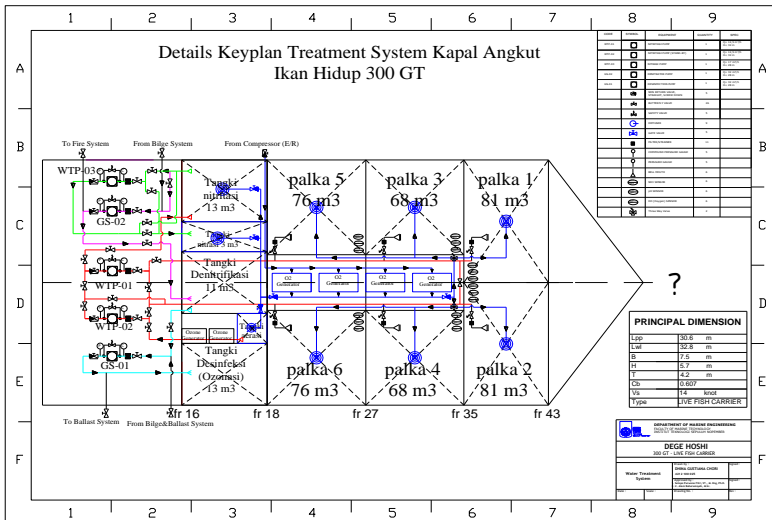
Tahapan kedua (gambar 4.2) yaitu proses *treatment* amonia ( $NH_3$ ) direncanakan dengan beberapa tangki *treatment* yang diletakkan pada *treatment room*. Terdapat tiga tahapan proses dalam *treatment* amonia yaitu pertama air dari palka dipompa menuju tangki nitritasi, dimana diperlukan waktu kontak sekitar 2 jam dengan bantuan bakteri aerob *nitrosomonas* atau *nitrosococcus* sebanyak  $27,6 \times 10^5$  sel dan penambahan oksigen sebesar 21,26 gr. Proses ini bertujuan untuk mengubah amonia menjadi nitrit. Kemudian pada tahapan kedua nitrit dirubah menjadi nitrat dengan memompa air dari tangki nitritasi menuju ke tangki nitrasi, dimana diperlukan waktu kontak sekitar 12 menit dengan bantuan bakteri aerob *nitrobacter* sebanyak  $6 \times 10^5$  sel dan penambahan oksigen sebesar 1,69 gr. Tahap terakhir adalah proses denitrifikasi pengubahan nitrat menjadi nitrogen yang nantinya dapat dikeluarkan melalui saluran pipa ventilasi. Proses ini memerlukan bantuan bakteri anaerob *pseudomonas* sebanyak  $27,6 \times 10^5$  sel dengan waktu kontak sekitar 2 jam tanpa penambahan oksigen.







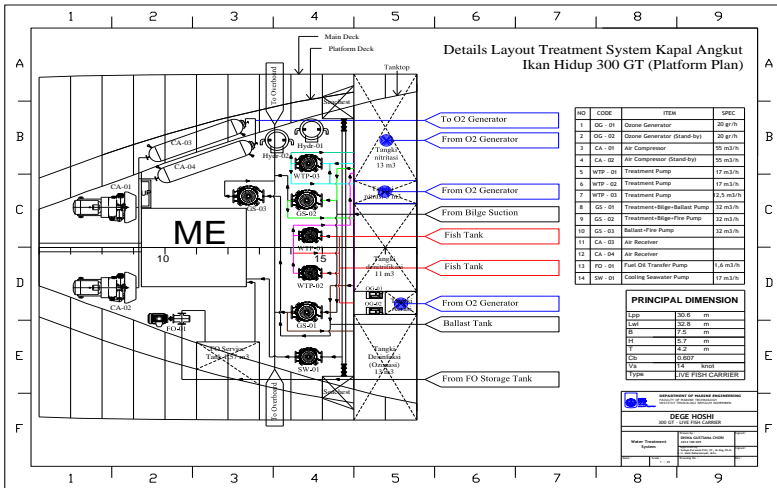
Sehingga dari ketiga *treatment* dalam perancangan *water treatment system* yang diterapkan pada palka kapal ikan hidup 300 GT dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.4 Perancangan *Treatment System* untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT

Selain penggambaran *keyplan water treatment system* pada kapal angkut ikan hidup 300 GT, untuk menjelaskan peletakan peralatan *treatment* maka diperlukan gambar *layout* dari kapal angkut ikan hidup (gambar 4.5 dan gambar 4.6) yang didesain dengan pertimbangan *space* ruang pada kapal, dimensi peralatan dan pengelompokan peletakan peralatan sesuai dengan jenis *treatment*. Beberapa peralatan diletakkan pada treatment room seperti peralatan  $\text{NH}_3$  treatment dan desinfeksi yang meliputi tangki-tangki kontak dan 2 *ozone generator*, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam *maintenance* dan proses *treatment* karena dekat dengan palka ikan. Untuk  $\text{O}_2$  generator diletakkan pada space sebesar 1,5 meter pada area palka kapal dikarenakan dimensi  $\text{O}_2$  generator yang terlalu besar sehingga tidak memungkinkan diletakkan pada *treatment room* maupun *engine room*, sedangkan kompresor penyuplai udara ke  $\text{O}_2$  generator dan

pompa *treatment* diletakkan di *engine room*. *Layout* kapal angkut ikan hidup 300 GT dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.5 Peletakkan Peralatan *Treatment System* untuk Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT

#### 4.5 Perhitungan Biaya *Treatment System*

Perhitungan biaya pembuatan dilakukan untuk memperhitungkan *cost benefit* dalam pembuatan dan penerapan *treatment system* pada kapal angkut ikan hidup 300 GT. Namun dalam memperhitungkan *cost benefit* memerlukan analisa yang lebih detail secara keseluruhan dalam sisi operasional kapal, sehingga untuk tugas akhir ini hanya memperhitungkan biaya dalam lingkup *treatment system* seperti *bill of material* pada CAPEX (*Capital Expenditures* atau Biaya Investasi Awal) dan OPEX (*Operational Expenditures* atau Biaya Operasional). Pada tabel 4.9 berikut merupakan perhitungan CAPEX (*Capital Expenditures* atau Biaya Investasi Awal).

Table 4.9 CAPEX (Capital Expenditures/Biaya Investasi Awal)

No	Keperluan	Spesifikasi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Baja Kontruksi	2.4m x 1.2m x 10mm	10	Rp 2.309.000,00	Rp 19.971.246,53
2	Pipa Baja	d: 80 mm; t: 4,2 mm; p: 6m	20	Rp 246.560,00	Rp 4.931.200,00
3	Butterfly valve		26	Rp 225.000,00	Rp 5.850.000,00
4	Tee Connection		12	Rp 32.625,00	Rp 391.500,00
5	Elbow 90°		17	Rp 19.750,00	Rp 335.750,00
6	Non-Return Valve		5	Rp 355.229,00	Rp 1.776.145,00
7	Gate valve		5	Rp 30.000,00	Rp 150.000,00
8	Strainer		11	Rp 39.200,00	Rp 431.200,00
9	Pompa	32 m <sup>3</sup> /h; 5,5 kW	2	Rp 11.196.000,00	Rp 22.392.000,00
10	Pompa	17 m <sup>3</sup> /h; 3 kW	1	Rp 5.136.000,00	Rp 5.136.000,00
11	Pompa	12,5 m <sup>3</sup> /h; 3 kW	2	Rp 5.635.000,00	Rp 11.270.000,00
12	NH3 Sensor		6	Rp 2.614.000,00	Rp 15.684.000,00
13	pH Sensor		6	Rp 2.352.000,00	Rp 14.112.000,00
14	DO Sensor		6	Rp 7.213.000,00	Rp 43.278.000,00
15	Diffuser		9	Rp 176.733,00	Rp 1.590.597,00
16	O2 Generator	4,42 kW	4	Rp 13.140.000,00	Rp 52.560.000,00
17	Compressor	15 kW	2	Rp 13.140.000,00	Rp 26.280.000,00
18	Ozone Generator	0,3 kW	2	Rp 31.536.000,00	Rp 63.072.000,00
				<b>BIAYA</b>	<b>Rp 289.211.638,53</b>
19	Biaya Desain			Rp	Rp 30.000.000,00
20	Biaya Instalasi			Rp	Rp 43.381.745,78
				<b>JUMLAH TOTAL</b>	<b>Rp 362.593.384,31</b>

Pada tabel 4.9 menjelaskan bahwa total biaya pembuatan sebesar Rp. 289.211.638,00 ditambah dengan biaya desain sebesar 8% dari jumlah keseluruhan CAPEX yang bernilai Rp. 30.000.000,00 dan biaya instalasi sebesar 15% dari biaya pembuatan yaitu membutuhkan biaya Rp. 43.381.745,00 sehingga biaya total CAPEX sebesar Rp. 362.593.384,00.

Tabel 4.10 OPEX (Operational Expenditures/Biaya Operasional)

No	Keperluan	Jumlah	Total	Harga/satuan
1	Maintenance Cost		Rp 18.129.669,22	
2	Bakteri/liter	268,056	Rp 32.166.720,00	@ 120.000/liter
3	BB genset/liter	2160	Rp 537.477.120,00	@ 5184/liter
	Jumlah		Rp 587.773.509,22	
		Maintenance	Operasional	Total
	Tahun 1	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 587.773.509
	Tahun 2	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 617.162.185
	Tahun 3	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 648.020.294
	Tahun 4	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 680.421.309
	Tahun 5	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 714.442.374
	Tahun 6	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 750.164.493
	Tahun 7	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 787.672.717
	Tahun 8	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 827.056.353
	Tahun 9	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 868.409.171
	Tahun 10	Rp 18.129.669	Rp 569.643.840	Rp 911.829.629
	TOTAL			Rp 7.392.952.034

Pada tabel 4.10 menjabarkan secara detail biaya operasional dan biaya *maintenance* pada *treatment system*. Dimana biaya *maintenance* diperoleh dari prosentase 5% dari biaya CAPEX. Untuk memenuhi kebutuhan bakteri maka biaya yang diperlukan sebesar Rp. 32.166.720,00 dengan harga bakteri Rp. 120.000 per liternya sedangkan biaya untuk memenuhi suplai daya pada semua peralatan pada *treatment system* yaitu sebagai berikut:

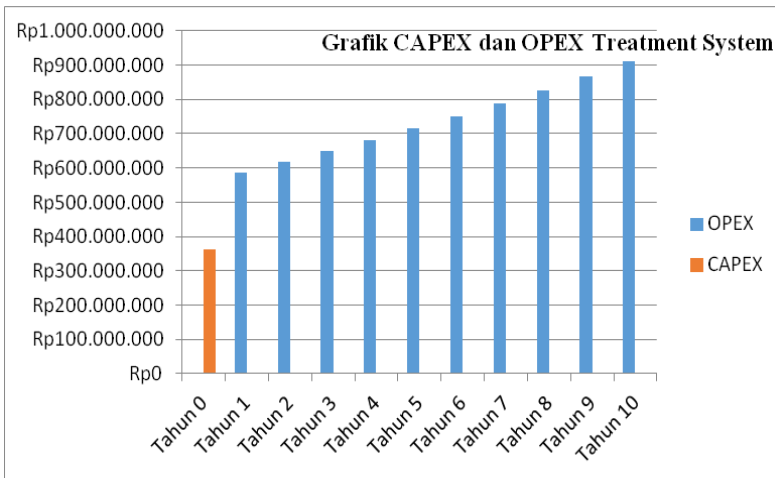
Total daya yang dibutuhkan : 75,28 kW

Spek Genset : Volvo Penta UCM274E (86 kW)

Kebutuhan bahan bakar : SFOC x *Endurance*

: 2,16 m<sup>3</sup>

Sehingga biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 537.477.120,00 dengan harga Rp. 5184,00 per liter selama rentang waktu 1 tahun. Maka didapatkan hasil perhitungan OPEX (biaya operasional) pada *treatment system* sebesar Rp. 7.392.952.034,00 dalam rentang waktu 10 tahun dan dengan estimasi kenaikan harga sebesar 5% setiap tahun.



Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pada tahun 0 merupakan biaya awal pembangunan *treatment system* (CAPEX) dan pada tahun 1 sampai tahun 10 menunjukkan biaya operasional dan *maintenance* (OPEX) yang semakin naik dengan prosentase sebesar 5% setiap tahun.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## Lampiran 1

### Karakteristik Ikan Kerapu

- a. Badan bulat panjang, sedikit pipih
- b. Duri keras pada tutup insang bagian atas
- c. Warna beragam, tergantung jenis ikan kerapu
- d. Genus: *Plectropomus*, *Epinephelus*
- e. Panjang mencapai > 100 cm
- f. Beberapa spesies sudah dibudidaya
- g. Komersial, harga tinggi untuk ikan hidup
- h. Habitat: Perairan di Indonesia yang memiliki jumlah populasi kerapu cukup banyak adalah Pulau Sumatera, Jawa, Sulawesi, Pulau Buru, dan Ambon. Salah satu indikatornya adalah perairan karang dengan kedalaman perairan 7-40 m untuk kerapu dewasa dan 0,5-3,0 m untuk kerapu muda.
- i. Predator: jenis ikan-ikan kecil, zooplankton, udang-udangan, invertebrata, rebon dan hewan-hewan kecil lainnya (Kordi, 2001).
- j. Parameter biologis yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu yaitu temperature antara 24 - 32 0C, salinitas antara 30 - 33 ppt, oksigen terlarut lebih besar dari 3,5 ppm dan pH antara 7,8 - 8,0 (Chua and Teng, 1978 dalam Antoro, dkk, 1998).







## Lampiran 2

*Principal Dimensi* Kapal Angkut Ikan Kerapu Hidup 300 GT

Tipe kapal : *Live Fish Carrier*

Lpp : 30,6 meter

Lebar : 7,5 meter

Tinggi : 5,7 meter

Sarat : 4,2 meter

Tonnage : 300 GT

Berikut gambar kapal pembanding yang digunakan dalam mendesain.

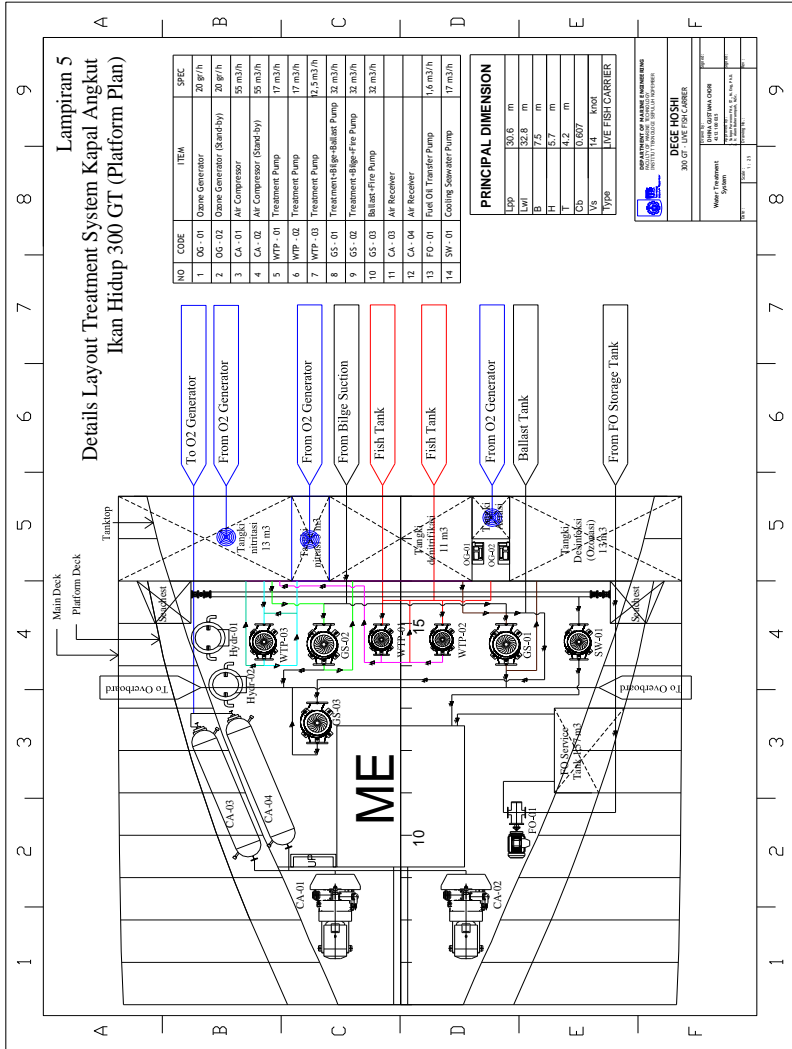






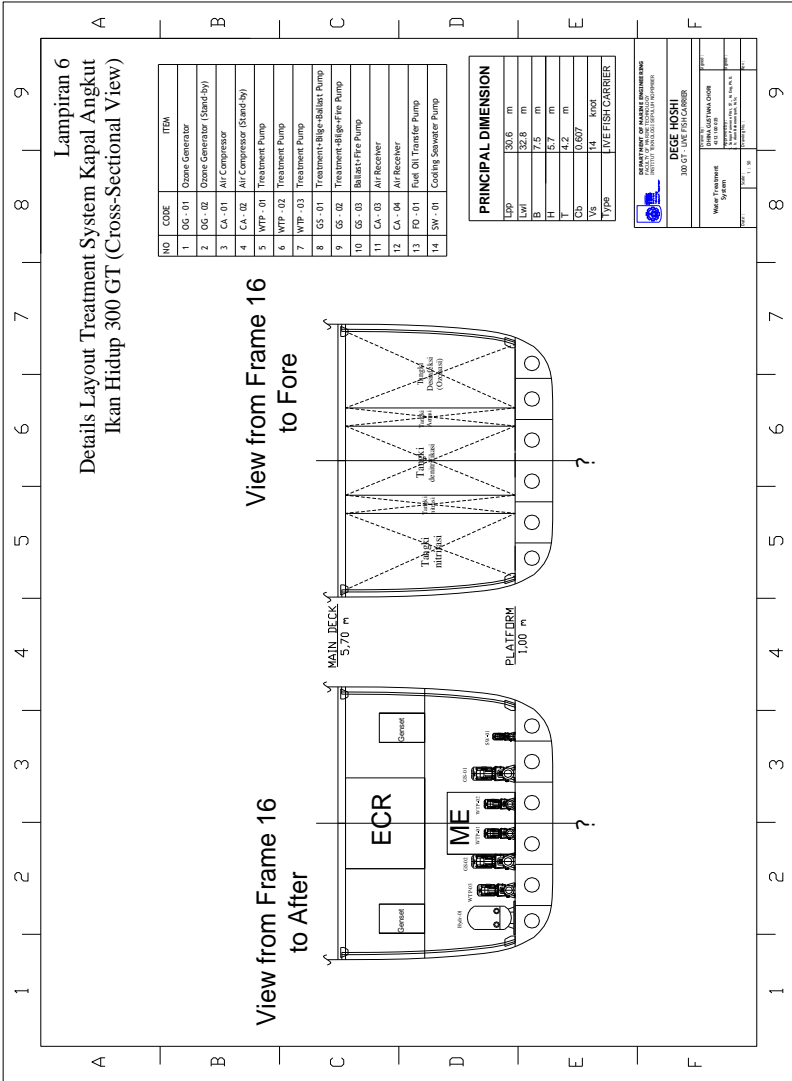
# Lampiran 5

## Details Layout Treatment System Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT (Platform Plan)



# Lampiran 6

## Details Layout Treatment System Kapal Angkut Ikan Hidup 300 GT (Cross-Sectional View)





## Lampiran 8 Spesifikasi Pipa

Table 1. Letter Symbol of Grade

Letter symbol of grade	Division	Remark
EGP	Black pipe	Pipe without zinc coating
	Galvanized pipe	Pipe with zinc coating

Table 5. Dimensions, Weights and Dimensional Tolerances

Nominal diameter		Outside diameter (mm)	Tolerances on outside diameter		Wall thick-ness mm	Tolerances on wall thickness	Unit mass excluding socket kg/m
A	B		Pipes to be cut in taper thread	Other pipes			
8	1/8	10.5	±0.5mm	±0.5mm	2.0	+ Not specified -12.5%	0.419
9	1/4	13.8	±0.5mm	±0.5mm	2.3		0.664
10	3/8	17.3	±0.5mm	±0.5mm	2.3		0.866
15	1/2	21.7	±0.5mm	±0.5mm	2.8		1.25
20	3/4	27.2	±0.5mm	±0.5mm	2.8		1.60
25	1	34.0	±0.5mm	±0.5mm	3.2		2.45
32	1 1/4	42.7	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.16
40	1 1/2	48.6	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.63
50	2	60.5	±0.5mm	±1%	3.8		5.12
65	2 1/2	76.3	±0.7mm	±1%	4.2		6.34
80	3	89.1	±0.8mm	±1%	4.2		8.49
90	3 1/2	101.6	±0.8mm	±1%	4.2		9.74
100	4	114.3	±0.8mm	±1%	4.5	12.2	

Remarks

1. For the nominal size, either A or B shall be used, and letter symbol A or B shall be suffixed To the figures of nominal size to identify A of B series, respectively.
2. For the pipe whose nominal size is 350 A or larger, the tolerances on outside diameter may be determined by the measurement of the length of circumference. In this case, the tolerances shall be ± 0.5 %.

When the length of circumference is used in measuring the outside diameter, either the measured value may be used as the criteria. In both cases, the same value ( ± 0.5 %) of tolerances shall be applied. The diameter (D) and the length of circumference (F) shall be calculated reversibly form the following formula.

$$F = \pi \cdot D$$



# Lampiran 9

## Spesifikasi Pompa

Shanghai SILI Pump Manufacture Co., Ltd

---Maritime pump specialist in China

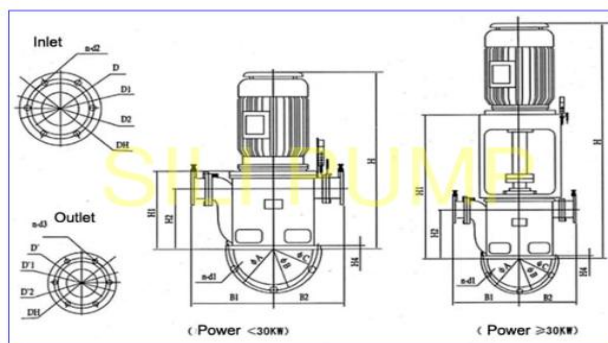


Pump Specification(50Hz/380V/3phase, 2900rpm, 2 poles motor)

NO.	Model	Capacity (m <sup>3</sup> /h)	Capacity Range (m <sup>3</sup> /h)	Head (m)	Head range (m)	Shaft power (kw)	NPSH	Power (kw)	Motor model	Wt. (kg)
1	40CLZ-2	5	3.5 - 6.5	60	48 - 65	3.9	4	5.5	Y132S1-2H	172
2	40CLZ-2A	4	3 - 5.5	54	45 - 58	3.2	4	5.5	Y132S1-2H	172
3	50CLZ-4.5	12.5	9.5 - 14.5	32	27 - 35	2.5	4	3	Y100L-2H	155
4	50CLZ-4.5A	10	7.5 - 12	28	23 - 30	1.8	4	2.2	Y90L-2H	155
5	50CLZ-15	20	15 - 23	32	27 - 34	3.1	4	4	Y112M-2H	169
6	50CLZ-15A	17	12 - 20	28	23 - 30	2.4	4	3	Y100L-2H	168
7	50CLZ-9	27	20 - 30	14.5	12 - 15	1.4	4	2.2	Y90L-2H	154
8	50CLZ-9A	21	15 - 23	12	10 - 13	0.9	4	1.5	Y90S-2H	153
9	50CLZ-7	12.5	9 - 13	20	17 - 21	1.4	4	2.2	Y90L-2H	146
10	50CLZ-7A	10	7 - 11	17	14 - 18	1.1	4	1.5	Y90S-2H	145
11	50CLZ-3	12.5	9 - 13	50	42 - 52	4.9	4	5.5	Y132S	195
12	50CLZ-3A	10	7 - 11	45	38 - 48	3.2	4	4	Y112M-2H	193
13	50CLZ-4	20	15 - 22	50	42 - 52	6.1	4	7.5	Y132S2-2H	152
14	50CLZ-4A	17	12 - 19	46	39 - 49	5.0	4	5.5	Y132S1-2H	151
15	55CLZ-9	25	18 - 28	20	17 - 21	2.3	4	3	Y100L-2H	153
16	55CLZ-9A	21	15 - 23	17	14 - 18	1.6	4	2.2	Y90L-2H	152
17	55CLZ-6	25	18 - 28	32	27 - 34	4.2	4	5.5	Y132S1-2H	190
18	55CLZ-6A	21	15 - 23	28	23 - 30	3.1	4	4	Y112M-2H	188
19	55CLZ-5	25	18 - 28	45	38 - 48	6.7	4	7.5	Y132S2-2H	200
20	55CLZ-5A	30	22 - 34	35	29 - 37	6.0	4	7.5	Y132S2-2H	198
21	55CLZ-4.5	25	18 - 28	60	51 - 62	9.5	4	11	Y160M1-2H	225

### Installation size

(mm)



## Lampiran 10 Spesifikasi Kompresor

### LT KE water-cooled piston compressors for starting air (18.5-90 kW / 25-125 hp)

#### Technical specifications

Compressor type	FAD*	Charging capacity**	Frequency	Power
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	Hz	kW
LT 25-30 KE	55	60	60	15
	69	75	50	18.5
	83	90	60	22
LT 30-30 KE	74	80	60	18.5
	92	100	50	22
	111	120	60	30
LT 35-30 KE	92	100	60	22
	115	125	50	30
	139	150	60	30
LT 40-30 KE	106	115	60	30
	134	145	50	37
	162	175	60	37
LT 50-30 KE	134	145	60	30
	166	180	50	37
	204	220	60	45
LT 60-30 KE	162	175	60	37
	204	220	50	45
	241	260	60	55
LT 100-30 KE	268	290	60	55
	333	360	50	75
	398	430	60	90
LT 125-30 KE	315	340	60	75
	398	430	50	90

\* Measured according to ISO 1217, Annex C, latest edition.

\*\* In accordance with shipbuilding regulations. For further information, please refer to page 74.

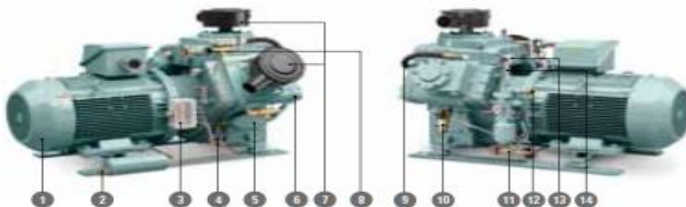
#### Reference conditions:

- Absolute inlet pressure: 1 bar(a), 14.5 psig
- Intake air and coolant temperature: 20°C

#### Scope of supply

- Certification
- Cooling water shut off solenoid valve
- Non-return valve
- Auto drain valves
- Oil-water separator
- e-motor IP55
- Re-silent checks
- Flanged connections
- Synthetic oil
- Approval drawings
- Spare parts & instruction manual

ropco.com/marine



# Lampiran 11

## Spesifikasi O<sub>2</sub> Generator

### TECHNICAL SPECIFICATIONS OGP SERIES

TYPE	Oxygen purity FOD (Free Oxygen Delivery)	Oxygen purity FOD (Free Oxygen Delivery)			Dimensions (W x D x H)		Weight	
		90%	93%	95%	mm	in	kg	lbs
OGP 2	FOD Nm <sup>3</sup> /h	2.1	1.6	1.5	600 x 600 x 1650	23.6 x 23.6 x 61.0	100	220
	FOD scfm	1.3	1.1	0.8				
OGP 3	FOD Nm <sup>3</sup> /h	3.2	2.5	2.5	600 x 600 x 1600	23.6 x 23.6 x 63.0	150	331
	FOD scfm	1.9	1.5	1.5				
OGP 4	FOD Nm <sup>3</sup> /h	4.0	3.6	3.2	600 x 600 x 1650	23.6 x 23.6 x 65.0	180	397
	FOD scfm	2.3	2.1	1.9				
OGP 5	FOD Nm <sup>3</sup> /h	4.7	4.3	4.0	700 x 700 x 1900	27.6 x 27.6 x 74.8	230	507
	FOD scfm	2.8	2.5	2.3				
OGP 6	FOD Nm <sup>3</sup> /h	6.5	5.8	5.4	800 x 900 x 1750	31.5 x 35.4 x 68.9	400	882
	FOD scfm	3.8	3.4	3.2				
OGP 8	FOD Nm <sup>3</sup> /h	7.9	7.2	6.8	800 x 900 x 1750	31.5 x 35.4 x 68.9	700	1543
	FOD scfm	4.7	4.2	4.0				
OGP 10	FOD Nm <sup>3</sup> /h	9.7	9.0	8.3	900 x 1200 x 2100	35.4 x 47.2 x 82.7	950	2094
	FOD scfm	5.7	5.3	4.9				
OGP 14	FOD Nm <sup>3</sup> /h	14.4	13.3	12.2	900 x 1200 x 2100	35.4 x 47.2 x 82.7	950	2094
	FOD scfm	8.5	7.8	7.2				
OGP 18	FOD Nm <sup>3</sup> /h	15.5	14.4	13.4	800 x 1300 x 2400	31.5 x 51.1 x 94.5	1150	2535
	FOD scfm	9.1	8.6	8.0				
OGP 20	FOD Nm <sup>3</sup> /h	20.5	19.4	18.4	1000 x 1300 x 2400	39.4 x 51.1 x 94.5	1150	2535
	FOD scfm	12.1	11.4	10.8				
OGP 23	FOD Nm <sup>3</sup> /h	23.4	21.2	20.5	1000 x 1300 x 3200	39.4 x 51.1 x 126.0	1350	2976
	FOD scfm	13.8	12.5	12.1				
OGP 29	FOD Nm <sup>3</sup> /h	29.2	27.7	26.3	1000 x 2000 x 2500	39.4 x 78.7 x 98.4	1850	4079
	FOD scfm	17.2	16.3	15.5				
OGP 35	FOD Nm <sup>3</sup> /h	35.3	33.1	31.7	1000 x 2000 x 2500	39.4 x 78.7 x 98.4	2150	4740
	FOD scfm	20.8	19.5	18.6				
OGP 45	FOD Nm <sup>3</sup> /h	45.4	42.8	39.2	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134.0	3500	7716
	FOD scfm	26.7	25.2	23.1				
OGP 55	FOD Nm <sup>3</sup> /h	55.9	51.8	48.0	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134.0	3500	7716
	FOD scfm	32.8	30.5	28.8				
OGP 65	FOD Nm <sup>3</sup> /h	66.2	64.1	59.9	1000 x 2000 x 3400	39.4 x 78.7 x 134.0	3500	7716
	FOD scfm	39.0	37.7	35.5				
OGP 84	FOD Nm <sup>3</sup> /h	85.3	79.2	74.2	2400 x 2200 x 3200	94.5 x 86.6 x 126.0	4200	9259
	FOD scfm	50.2	46.6	43.6				
OGP 105	FOD Nm <sup>3</sup> /h	106.9	101.9	93.6	2400 x 2400 x 3300	94.5 x 94.5 x 130.0	4900	10803
	FOD scfm	62.9	59.9	55.1				
OGP 160	FOD Nm <sup>3</sup> /h	157.7	154.8	143.6	4000 x 4000 x 3200	157.5 x 157.5 x 126.0	8000	17637
	FOD scfm	92.8	91.1	84.5				
OGP 200	FOD Nm <sup>3</sup> /h	203.8	198.3	175.0	4000 x 4000 x 3300	157.5 x 157.5 x 130.0	9400	20723
	FOD scfm	119.9	110.8	102.9				

#### FND: Free Nitrogen Delivery

##### Reference conditions

Compressed air effective inlet pressure: 75 bar(g)/108 psig) for NGR, 7 bar(g)/102 psig) for NGP.

Nitrogen outlet pressure: 6 bar(g)/87 psig).

Ambient air temperature: 20°C/68°F.

Pressure dewpoint inlet air: 3°C/37°F.

Pressure dewpoint nitrogen: -50°C/-58°F.

Unit inlet air quality 1.4.1 according to ISO 8573-1:2010.

Minimum refrigerant dryer required to precondition inlet air.

Typical nitrogen quality 1.2.1 according to ISO 8573-1:2010.

#### Operating limits

Minimum ambient temperature: 5°C/41°F.

Maximum ambient temperature: 45°C/113°F for NGR,

60°C/140°F for NGP.

Maximum compressed inlet air pressure 10 bar(g)/145 psig)

for NGR 13 bar/189 psig) for NGP.

#### FOD: Free Oxygen Delivery

##### Reference conditions

Compressed air effective inlet pressure: 75 bar(g)/108 psig).

Oxygen outlet pressure: 5 bar(g)/72 psig).

Ambient air temperature: 20°C/68°F.

Pressure dewpoint inlet air: 3°C/37°F.

Pressure dewpoint oxygen: -50°C/-58°F.

Unit inlet air quality 1.4.1 according to ISO 8573-1:2010.

Minimum refrigerant dryer required to precondition inlet air.

Typical oxygen quality 1.2.1 according to ISO 8573-1:2010.

#### Operating limits

Minimum ambient temperature: 5°C/41°F.

Maximum ambient temperature: 45°C/113°F.

Maximum compressed inlet air pressure 10 bar(g)/145 psig).



# Lampiran 12 Spesifikasi Diffuser

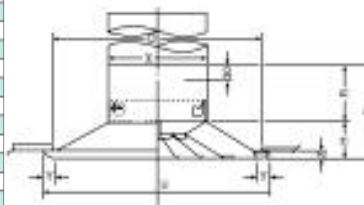
## ROUND CEILING DIFFUSER

### TECHNICAL PERFORMANCE DATA

#### MODEL: C-2

NECK SIZE C (mm)		Neck Velocity (m/s)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	
Ø 150	Air Volume CMH		130	160	190	225	255	287	320	385	
	Throw (m)	Horizontal	<1.0	1.1	1.4	1.6	1.8	2.2	2.4	2.8	
		Vertical	1.0	1.2	1.8	2.5	3.1	3.4	3.8	4.4	
	S.P. (Pa)	Horizontal	<10	15	22	28	35	40	50	56	74
		Vertical	10	16	23	29	40	45	58	65	
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	<20	<20	22	26	32	
Vertical		<20	<20	<20	<20	21	25	29	34		
Ø 200	Air Volume CMH		230	285	340	396	455	510	565	680	
	Throw (m)	Horizontal	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2	2.6	3.0	
		Vertical	1.5	2.2	2.8	3.4	3.9	4.3	4.8	5.4	
	S.P. (Pa)	Horizontal	11	16	21	26	32	39	51	57	
		Vertical	11	18	22	30	38	47	58	62	
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	<20	24	28	30	37	
Vertical		<20	<20	<20	20	25	28	31	37		
Ø 250	Air Volume CMH		355	445	530	620	710	795	885	1060	
	Throw (m)	Horizontal	1.0	1.3	1.6	1.8	2.2	2.4	2.8	3.2	
		Vertical	2.2	3.0	3.5	4.0	4.6	5.0	5.3	6.2	
	S.P. (Pa)	Horizontal	12	14	18	28	38	45	51	78	
		Vertical	13	16	22	30	39	48	57	82	
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	22	28	31	34	40	
Vertical		<20	<20	<20	23	29	32	35	41		
Ø 300	Air Volume CMH		510	640	765	890	1020	1145	1275	1530	
	Throw (m)	Horizontal	1.0	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.8	3.4	
		Vertical	2.6	3.6	4.2	4.8	5.3	5.7	6.0	6.6	
	S.P. (Pa)	Horizontal	10	17	21	29	38	42	52	77	
		Vertical	11	18	22	30	40	48	57	82	
	NR	Horizontal	<20	<20	<20	27	29	33	40		
Vertical		<20	<20	20	24	29	31	36	42		

#### MODEL: C-2



### ACCESSORIES

Air Volume Control Damper:

- Radial Type (SED II) for Neck Size from Ø150 to Ø350.
- Butterfly Type (B II) for Neck Size from Ø400 to Ø450.

### DIMENSION

No.	U	C	X	H	R	P	Y	Z
15	345	317	152	50	100	150	20	10
20	453	422	202	61	100	165	25	15
25	569	528	256	63	100	180	25	19
30	695	642	302	65	100	185	30	20
35	781	734	351	109	100	202	35	22
37.5	855	810	377	118	100	218	35	22
40	905	845	404	116	100	216	40	22
45	1029	965	454	122	100	222	40	25

Dimensions are in mm.

## Lampiran 13 Spesifikasi Ozone Generator

Features	Specifications	Applications & Industries	Manuals & More		
<b>Standard TG Ozone Generator Sizes</b>					
Model	Max Rated Ozone Output	Rated Oxygen Flow	Ozone Production	Cooling	Power Consumption
TG-10	10 g/hr	0-10 LPM	10 g/hr at 4.5% from 3 LPM oxygen	Air	150 watts
TG-20	20 g/hr	0-10 LPM	20 g/hr at 5% from 5 LPM oxygen	Air	300 watts
TG-40	40 g/hr	0-20 LPM	40 g/hr at 4.7% from 10 LPM oxygen, 30 g/hr at 6% from 6 LPM oxygen	Air	400 watts
TG-75	75 g/hr	0-15 LPM	60 g/hr at 8.2% from 10 LPM oxygen, 75 g/hr at 5.8% from 15 LPM oxygen	Water	600 watts
TG-150	150 g/hr	0-30 LPM	150 g/hr at 5.8% from 30 LPM oxygen, 70 g/hr at 8.2% from 10 LPM oxygen	Water	1200 watts
TG-300	300 g/hr	0-60 LPM	300 g/hr at 5.8% from 60 LPM oxygen, 140 g/hr at 8.2% from 30 LPM oxygen	Water	2400 watts
TG-450	450 g/hr	0-90 LPM	450 g/hr at 5.8% from 90 LPM oxygen, 290 g/hr at 7.5% from 45 LPM oxygen	Water	3600 watts
TG-600	600 g/hr	0-120 LPM	600 g/hr at 5.8% from 120 LPM of oxygen, 390 g/hr at 7.5% from 60 LPM of oxygen	Water	4800 watts
Optional Accessories		Description			
Flowmeter	0-10 LPM, 0-20 LPM Acrylic Flowmeter or High Accuracy 0-10 LPM Aluminum Flowmeter (which is best for precise flow control).				
Pressure Gauge	0-30PSI or 0-60 PSI that displays corona cell pressure.				
Input	4-20 mA Input or 0-10 Volt Input allows you to control the generator output remotely.				



## Lampiran 14 Spesifikasi Dissolved Oxygen Sensor dan Monitor

PARAMETER			
Display Type	LCD large-screen	Cleaning (Optional)	Control type: On/off
Measurement Range	0.00~20.00 mg/L (ppm)	Communication (Optional)	Control time: Duration & interval
Resolution	0.0~+100°C	Power Supply	RS485
Accuracy	0.01 mg/L (ppm)	Security Protection	AC110V~220V±10% , 50/60Hz
Temperature Compensation	0.1°C	Weight	4digit password
Output Relays	± 0.5 % FS	Dimensions	850 grams
Current Output	± 0.2 °C	Mount Type	144×144×125mm
	Automatic / manual	Cut-out Size	Panel / Wall
	0~60°C	Protection Degree	135×135mm
	DO: 2 programmable	Ambient Temperature	IP65
	Temperature: 2 programmable	Relative Humidity	-10~+55°C
	Control type: On/off	Max Operating Altitude	5% to 95% noncondensing
	Relay set point hysteresis: User programmable		10,000 feet (3,000 m)
	Type: 2 Isolated 4 to 20 mA		
	Range: Selectable zero, & span		
	Accuracy: ±0.02mA		
	Maximum load: 750Ω		



## Lampiran 15 Spesifikasi pH/Temperatur Sensor

### PARAMETER



	ph102	ph202	ph302
Measurement Media	Sewage	Pure water / Sewage	Sewage
Measurement Range	-1.00~15.00 pH	-1.00~15.00 pH	-1.00~15.00 pH
Accuracy	± 0.2 % FS pH	± 0.2 % FS pH	± 0.2 % FS pH
Temperature Sensor	-	-	Pt100
Operating Temperature and Pressure	0 to 80 °C 0.6 MPa	0 to 80 °C 0.6 MPa	0 to 100 °C 0.6 MPa
Thread Size and Quantity	3/4" NPT 2	3/4" NPT 2	3/4" NPT 2
Cables length and Maximum	10 M 50 M	10 M 50 M	10 M 50 M
Protection Degree	IP68	IP68	IP68



**Industrial Online pH Sensor ph302**

## Lampiran 16 Spesifikasi pH/Temperatur Monitor

### PARAMETER



	P160	P260	P360
Display Type	LED	LCD	LCD large-screen
Measurement Range	0.00 ~ 14.00 pH - 0.01pH	-1.00 ~ 15.00pH -1999mV~+1999mV 0.0 ~ 100 °C 0.01pH	-1.00 ~ 15.00pH -1999mV~+1999mV 0.0 ~ 100 °C 0.01pH
Resolution	-	1mV 0.1°C	1mV 0.1°C
Accuracy	±0.2 % F.S pH -	±0.2 % F.S pH ±0.2 % F.S mV ±0.2°C	±0.2 % F.S pH ±0.2 % F.S mV ±0.2°C
Temperature Compensation	-	Automatic / manual 0 ~ 100 °C	Automatic / manual 0 ~ 100 °C
Output Relays	pH: 2 none program Control type: On/off -	pH/ORP: 2 programmable - Control type: On/off Relay set point hysteresis: User programmable	pH/ORP: 2 programmable Temperature: 2 programmable Control type: On/off Relay set point hysteresis: User programmable
Current Output	Type: Isolated 4 to 20 mA Range: 4 to 20 mA Accuracy: ±0.02mA Maximum load: 750Ω -	Type: Isolated 4 to 20 mA Range: Selectable zero, & span Accuracy: ±0.02mA Maximum load: 750Ω Control type: On/off	Type: 2 Isolated 4 to 20 mA Range: Selectable zero, & span Accuracy: ±0.02mA Maximum load: 750Ω Control type: On/off Control time: Duration & Interval
Cleaning (Optional)	-	Control time: Duration & Interval	-
Communication (Optional)	-	-	RS485
Power Supply	AC 110V/220V±10% 50/60Hz	AC 110V~220V±10% 50/60Hz	AC 110V~220V±10% 50/60Hz
Security Protection	-	-	4digit password
Weight	780 grams	500 grams	680 grams
Dimensions	96×96×110mm	96×96×110mm	144×144×125mm
Mount Type	Panel	Panel	Panel / Wall
Cut-out Size	92×92mm	92×92mm	135×135mm
Enclosure Rating	IP54	IP54	IP65





## Lampiran 17 Spesifikasi Amonia (NH<sub>3</sub>) Sensor

Nama Alat : Ammonia Meter

Type : 3000-Ammonia

Negara Asal : Amerika

Spesifikasi :

• Wavelengths	:	425~660 nm
• Detector	:	Silicon Photodiode
• Light Source	:	Multiple LED's
• Display	:	2 x 16 line graphics
• Resolution	:	1% Transmission
• Accuracy	:	±2% FS
• Vial size	:	17mm diameter
• Power	:	(2) AA batteries
• Battery life	:	Typically 6 month
• Keypad	:	4 button membrane switch
• Calibration	:	Not required - self calibrating
• Includes	:	Main Unit
		Carrying case
		250 test Ammonia reagent (0-5 mg/L)



Home > Water Analysis > Ammonia Meter

**AMMONIA METER**

