

PERANCANGAN KAPAL ANGKUT IKAN HIDUP (KAIH) UKURAN 300 GT SISTEM TERBUKA UNTUK IKAN KERAPU

Yulia Ayu Nastiti, Alam Baheramsyah, Sutopo Purwono Fitri

Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jl. Arief Rahman Hakim – Surabaya 60111 - Indonesia
E-mail: alam@its.ac.id / sutupopf@its.ac.id

ABSTRAK

Salah satu ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah ikan kerapu, tidak hanya dimanfaatkan sebagai ikan hias melainkan juga sebagai ikan konsumsi serta bisa dihasilkan melalui budidaya keramba jaring apung maupun nelayan tangkap langsung. Tujuan dari perancangan ini yaitu untuk mendapatkan hasil rancangan kapal angkut ikan dalam kondisi hidup yang efisien yaitu mempertahankan survival ratio ikan dengan menjaga konsentrasi oksigen, menjaga kebersihan air, dan menjaga pH air sesuai ketahanan jenis ikan. Metode yang digunakan selama proses pengangkutan adalah sistem terbuka. Parameter yang ditinjau antara lain, sistem keluar masuk air laut, sistem pengolahan air, dan sistem sirkulasinya. Setelah dilakukan tinjauan dan perhitungan sesuai perencanaan ukuran kapal sebesar 300 GT terdapat enam ruang muat dengan masing-masing tangki bervolume $\pm 80 \text{ m}^3$, maka digunakanlah pompa dengan kapasitas $72 \text{ m}^3/\text{h}$ untuk mensirkulasi air didalam ruang muat, sedangkan untuk pengolahan airnya dimanfaatkan Sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm dan dosis 30 mWs/cm^2 , serta penggunaan aerator berkapasitas 366 cfm untuk menambah kadar oksigen didalam tangki.

Kata Kunci : Ikan Kerapu, Kapal Pengangkut Ikan Hidup, Sistem Terbuka

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu komoditi kelautan, ikan kerapu merupakan salah satu sumber daya kelautan Indonesia yang cukup berpotensi untuk dikembangkan. Tidak hanya berfungsi sebagai ikan hias, ternyata ikan kerapu juga memiliki fungsi sebagai ikan konsumsi dan diburu dinegara tetangga seperti Singapura dan Hongkong. Dan jika ditinjau dari segi permintaan atau *demand* komoditi ikan segar Indonesia hanya untuk jenis ikan kerapu saja selalu terjadi peningkatan *volume export* setiap tahunnya, mulai dari tahun 2004 dengan 1.552 ton menjadi 2.398 ton di tahun 2005 dalam Majalah Trubus (2006).

Karena jauhnya jarak antara lokasi budidaya atau penangkapan dengan lokasi penjualan, munculah monopoli perdagangan oleh pedagang asing (Hongkong) yang datang langsung ke Indonesia untuk membeli kerapu dalam kondisi hidup dengan harga yang murah kemudian menjualnya lagi di negaranya dengan harga yang cukup tinggi. Sedangkan di Indonesia sendiri belum mampu mengatasi problematika ekspor ikan ini. Sehingga diperlukan modifikasi teknologi yang mampu memfasilitasi pengiriman ikan kerapu dalam kondisi hidup yang efisien.

Salah satu moda transportasi yang mampu mengangkut ikan dalam kondisi hidup dengan jumlah yang banyak adalah menggunakan transportasi laut (kapal). Moda transportasi laut yang digunakan pun harus memiliki sistem operasional yang menunjang komoditas angkut yang dibawanya, seperti menjaga kondisi ikan kerapu hidup dalam kondisi yang baik sampai lokasi penjualan dan menjaga tingkat ketahanan hidup ikan.

MATERI DAN METODE

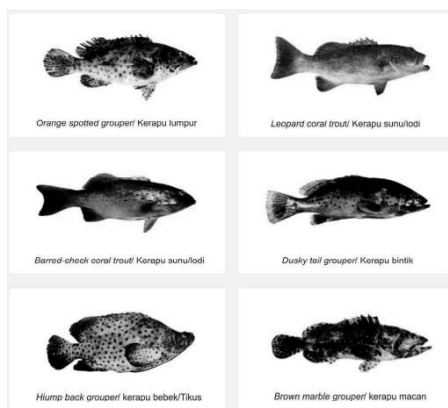
Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah Metode Studi Kritis, yakni melakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya dan mengacu pada teori kritis. Metode studi kritis merupakan metode yang cenderung mengarah pada nilai-nilai yang telah ditetapkan sebelumnya kemudian diurutkan berdasarkan datanya sampai menemukan hasil yang dituju atau sesuai dengan teori dasar yang ada. Kemudian dilakukan tinjauan baik buruknya dan efisiensinya.

Sistem Terbuka

Sistem yang ditinjau pada sistem pengangkutan ini adalah sistem terbuka. Sistem terbuka yaitu air baku media hidup ikan didalam tangki digunakan hanya satu kali pakai, dengan kata lain tidak dilakukan pengolahan ulang untuk penggunaan kembali airnya. Dan pengolahan air yang digunakan pada sistem terbuka ini adalah dengan penyinaran awal air baku dengan sinar UV untuk mematikan patogen ikan

yang terlarut didalam air. Kemudian ketika air didalam tangki telah berubah kandungan Amonia dan kadar pH-nya maka akan dilakukan pengantian air laut lama dengan air laut yang baru.

Ikan yang dijadikan penelitian kali ini adalah ikan kerapu. Ikan kerapu ditinjau dari perairan lokasi hidupnya dibedakan menjadi tiga, yaitu kerapu air laut, kerapu air tawar, dan kerapu air payau (biasanya dilakukan di lokasi budidaya di daerah muara). Pada pembahasan kali ini akan dijelaskan detail hanya untuk ikan kerapu laut. Ikan ini rentan dengan badai atau gelombang besar yang terus menerus dan dapat menyebabkan ikan mudah stres. Kerapu laut membutuhkan air dengan kadar garam 33-35 ppt, Suhu berkisar pada 27-32°C, pH air laut antara 7,6-8,7 dan kandungan oksigen terlarut 0,2-0,5 m/detik.



Gambar 1. Jenis dan nama ikan kerapu

Tipe Pengangkutan Ikan Hidup

Transportasi ikan hidup melibatkan pemindahan ikan jumlah banyak dalam volume air yang sedikit. Selama pengangkutan, ikan menjadi stres, terluka, kena penyakit, akibat penanganan dan perlakuan, pemasaran sehingga akibat yang paling jelek mengalami kematian. Prinsip pengangkutan adalah persiapan, pengepakan, perlakuan, dan pengangkutan. Untuk menjamin keberhasilan pengangkutan ikan adalah menekan aktivitas metabolisme ikan (mempuaskan, anestesia, menurunkan suhu), menambah oksigen dan membuang gas-gas beracun. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen adalah berat ikan, aktivitas ikan dan suhu lingkungan. Teknik pengangkutan ikan hidup dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu : yaitu teknik basah yang menyertakan media air; dan teknik kering, tanpa penyertaan air. Setiap teknik yang digunakan bergantung kepada jarak tempuh dan waktu tempuh yang dibutuhkan hingga sampai ke tempat tujuan.

1. Pengangkutan dengan teknik basah

Ada dua cara yang dapat dilakukan dalam pengangkutan ikan hidup menggunakan teknik basah yaitu pengangkutan dengan sistem terbuka dan sistem tertutup. Pengangkutan dengan sistem terbuka biasanya hanya dilakukan jika jarak waktu dan jarak tempuhnya tidak terlalu jauh dan menggunakan wadah yang terbuka. Sistem ini mudah diterapkan. Berat ikan yang aman untuk diangkut dengan sistem terbuka tergantung efisiensi sistem aerasi, lama pengangkutan, suhu air, ukuran, dan jenis ikan. Sementara itu, pengangkutan ikan hidup dengan sistem tertutup dilakukan menggunakan wadah tertutup dan memerlukan suplai oksigen yang cukup. Karena itu, perlu diperhatikan beberapa faktor penting yang memengaruhi keberhasilan pengangkutan yaitu kualitas ikan, oksigen, suhu, pH, CO₂, amoniak, serta kepadatan dan aktivitas ikan.

2. Pengangkutan dengan teknik kering

Dalam pengangkutan teknik kering, media yang digunakan bukanlah air. Namun, ikan harus dikondisikan dalam aktivitas biologis rendah (dipingsankan) sehingga konsumsi ikan atas energi dan oksigen juga rendah. Semakin rendah metabolisme ikan, semakin rendah pula aktivitas dan konsumsi oksigennya. Dengan begitu, ketahanan hidup ikan untuk diangkut di luar habitatnya semakin besar.

Terdapat tiga cara pemingsanan yang dapat dilakukan pada ikan, yaitu :

- ❖ Penggunaan suhu rendah,
- ❖ Pembiusan dengan zat kimia, dan
- ❖ Penyetruman dengan arus listrik

Detail Pengangkutan Sistem Terbuka

Sistem pengangkutan ikan dalam kondisi hidup termasuk salah satu sistem yang kompleks karena menjaga kondisi muatan agar tetap dalam kondisi sehat memerlukan banyak pertimbangan. Tidak hanya itu, ikan merupakan hewan yang mudah stres hanya karena faktor kejernihan air, kadar pH

terlarut yang tidak sesuai, BOD, dan lain sebagainya. Sehingga diperlukan tinjauan khusus yang sesuai berdasarkan jenis ikannya.

1. Sistem Aerasi Udara

Aerasi udara adalah proses penambahan udara didalam air dengan cara memasang pipa-pipa udara didalam tangki pengangkutan ikan yang berfungsi untuk menambahkan kadar Oksigen terlarut didalam air. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen antara lain berat ikan, aktivitas ikan dan suhu lingkungan. Semakin besar ikan, maka akan semakin tinggi konsumsi oksigen yang dibutuhkan. Ikan yang dibiarkan secara aktif berenang atau bergerak juga akan memerlukan konsumsi oksigen yang lebih besar. Ikan yang hidup di air suhu tinggi memiliki konsumsi oksigen yang lebih besar dari pada ikan didaerah suhu air rendah. Konsumsi oksigen ikan dapat dihitung dengan menggunakan respirometer.

Hubungan konsumsi oksigen dengan ukuran ikan yang dipuaskan menurut Winberg (1956) dapat dihitung dengan persamaan :

$$KO_2 = aW^y \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- KO₂ = konsumsi oksigen (ml/jam)
- W = berat ikan (gram)
- a = tingkat laju metabolisme (2-3)
- y = koefisien disebut eksponen berat (0,81)

2. Tingkat Kepadatan Ikan dalam Transportasi

Data jumlah kepadatan ikan yang ditransportasikan dengan sistem terbuka cukup jarang ditemukan literturnya. Menurut Though Leis (1978) menjelaskan, metode kalkulasi untuk menentukan kebutuhan oksigen selama ikan berada dalam transportasi tidak dapat digunakan secara luas karena persamaan yang sangat rumit. Kepadatan ikan yang ditransportasi tidak boleh terlalu padat dan kepadatan juga berhubungan erat dengan ukuran ikan. Semakin besar ikan artinya memerlukan ruang kosong yang cukup besar dibandingkan mengangkut ikan ukuran kecil. Ikan-ikan dengan ukuran 500 gram dapat ditransportasikan dengan perbandingan 1:5,5 yang artinya 1 ikan akan memerlukan 5,5 liter air dalam pengangkutan. Sehingga dalam ukuran 1 m³ jumlah ikan yang mampu diangkut adalah :

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$$
$$n \text{ ikan} = \frac{1}{(1+5,5)} \times 1000$$
$$n \text{ ikan} = 154 \text{ ekor/1000 liter}$$

(Sumber:Riset Perancangan Kapal Ikan Hidup BPPT)

3. Kadar Amonia dan Pengaruh pH

Menjaga kualitas air sebagai media angkut utama ikan adalah hal terpenting dalam pengangkutan ikan hidup dengan teknik basah ini. Nilai PH adalah salah satu kontrol yang menunjukkan air beracun atau tidak. Nilai PH untuk kondisi angkut adalah 7-8. Untuk memanipulasi nilai PH jika terdapat ikan yang sakit selama pengangkutan dapat menambahkan larutan buffer dengan tingkat konsumsi 1,3-2,6 g/liter dianjurkan diberikan secara rutin selama proses transportasi.

Amonia atau NH₃ adalah zat hasil ekskresi ikan dengan kata lain ini merupakan hasil metabolisme ikan (kotoran), zat ini bersifat racun bila kadar yang terkandung didalam air mencapai 0,6 mg/l. Menurut sumber menyebutkan bahwa semakin tinggi amonia didalam air akan menyebabkan amonia dalam darah ikan ikut meninggi dan menyebabkan pH darah ikan tinggi, sehingga berpengaruh terhadap reaksi enzim pada proses metabolisme ikan. Tujuan ikan dibuat puasa dan adanya sirkulasi air adalah mengurangi pengeluaran amonia dan memperkecil kadar polutan dalam air yang terjadi (Anonymous, 1986).

Pengolahan Air atau Desinfeksi

Desinfeksi dilakukan karena dilatar belakangi oleh peristiwa adanya buka tutup lubang sirkulasi air laut pada kapal angkut ikan hidup tradisional yaitu ketika kapal melewati perairan yang memiliki kualitas air buruk maka supply air kedalam ruang muat dihentikan agar ikan tidak terserang bakteri, Untuk itu pada perancangan ini disertai sistem pengolahan air, dengan sistem yang digunakan adalah memanfaatkan paparan sinar UV. Sinar Ultraviolet (UV) adalah energi yang ditemukan pada spektrum elektromagnetik antara cahaya yang tampak dan sinar X yang didiskripsikan sebagai cahaya tak terlihat. Sinar UV dengan panjang gelombang dari 200 nm hingga 300 nm umumnya digunakan untuk menonaktifkan organisme akuatik. Penonaktifan tertinggi terjadi pada panjang gelombang sekitar 254 nm. Sinar UV sebagai desinfektan akan menonaktifkan atau merusak sel DNA dari mikroorganisme, dan membuatnya tidak dapat melakukan proses reproduksi. Dosis Sinar UV yang digunakan tidak lepas dari kombinasi Intensitas sinar UV, laju aliran, dan UV *transmittance* (UVT). Target waktu pemakaian UV pada umumnya adalah 12 bulan. Intensitas sinar UV digambarkan dalam satuan mW/cm² dan paparan atau

dosis UV dalam satuan mWs/cm². Menurut white (1992) menyatakan bahwa waktu kontak yang dibutuhkan untuk unit komersial adalah selama 10-30 detik. Dan menurut Wedemeyer (1996) dan Liltved (2001) melaporkan bahwa banyak patogen ikan ternonaktifkan pada dosis UV 30 mWs/cm².

Teori Perhitungan Perpipa

Berikut ini adalah parameter dan penjelasannya yang terkait dengan proses Perancangan Kapal Angkut Ikan Hidup :

1. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli adalah persamaan pokok hidrodinamika untuk fluida yang mengalir dengan arus streamline. Disini berlaku hubungan antara tekanan, kecepatan alir dan tinggi tempat dalam satu garis lurus. Hubungan tersebut dapat dijelaskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_0 + \gamma h_0 + \frac{1}{2} \rho v_0^2 = P_1 + \gamma h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- P = Tekanan (Pa)
- γ = Berat jenis fluida ($\rho \cdot g$ dengan satuan kg/m²s²)
- ρ = Kerapatan fluida (kg/m³)
- v = Kecepatan aliran (m/s)
- h₀ = Ketinggian P₀ dihitung dari titik acuan (m)
- h₁ = Ketinggian P₁ dihitung dari titik acuan (m)

2. Head

Head adalah energi mekanik yang terkandung didalam satuan berat zat cair yang mengalir pada suatu penampang dengan luasan tertentu. Satuan energi persatuan berat adalah ekuivalen dengan satuan panjang atau tinggi. Nilai Head ini merupakan total dari seluruh Head yang ada dalam suatu sistem antara lain Head Tekanan, Head Kecepatan, head potensial serta head loses yang merupakan kerugian gesek akibat adanya aliran fluida.

$$H_{total} = H_s + H_p + H_v + H_{loss} \dots\dots\dots (3)$$

Penjelasan dari masing-masing jenis head :

a. Head Statis adalah head yang terjadi karena perbedaan ketinggian dari dua permukaan.

$$H_s = Z_1 - Z_2 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- H_s = Head Statis
- Z₁, Z₂ = Jarak ketinggian permukaan fluida dengan pompa

b. Head Tekanan adalah head karena adanya tekanan didalam aliran fluida.

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- H_p = Head Tekanan
- P₁, P₂ = Tekanan (atm)
- γ = Berat Jenis Fluida (kg/m²s²)

c. Head Kecepatan adalah energi dari gerakan yang dihasilkan fluida didalam pipa.

$$H_v = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

- H_v = Head Kecepatan
- V₂, v₁ = kecepatan aliran fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

d. Head Loss / Gesekan adalah head yang diperlukan untuk mengatasi kerugian gesek pada pipa, katup maupun perlengkapan pipa (outfitting). Head loss sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu Loses Mayor dan Loses Minor.

1. Head Mayor untuk panjang Pipa

$$H_{mayor} = k \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- k = koefisien friksi untuk pipa panjang
- l = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- v = kecepatan aliran fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

2. Head Minor untuk sambungan atau outfitting pipa.

$$H_{mayor} = f \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- f = koefisien friksi untuk fitting

- v = kecepatan fluida (m/s)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

3. Hukum Kontinuitas

Persamaan Kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran mantap, massa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida persatuan waktu adalah sama. Pada fluida yang tidak kompresibel dapat dianggap rapat massanya konstan atau, $\rho_1 = \rho_2$. Sehingga

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \text{konstan} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

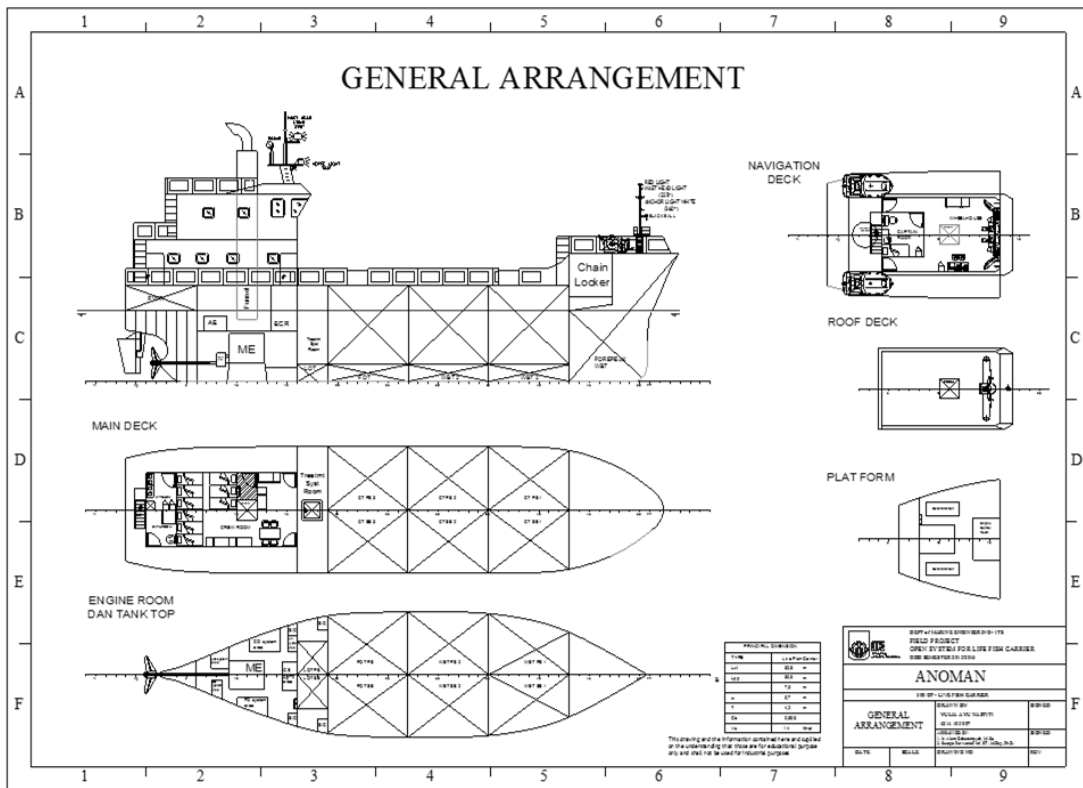
- Q = Debit Aliran fluida (m³/s)
- A = Luas Penampang pipa (m²)
- V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Utama Kapal

Pada perancangan ini kapal yang dirancang adalah kapal dengan ukuran 300 GT. Dan berikut ini adalah data utama kapal tersebut :

- LPP = 30,6 m
- LWL = 32,6 m
- B = 7,5 m
- H = 5,7 m
- T = 4,2 m
- Vs = 14 knot
- Cb = 0,693
- Cp = 0,703
- Cm = 0,986
- Lama pelayaran = 4 hari
- Jenis Muatan = Ikan kerapu hidup (@500 gram)

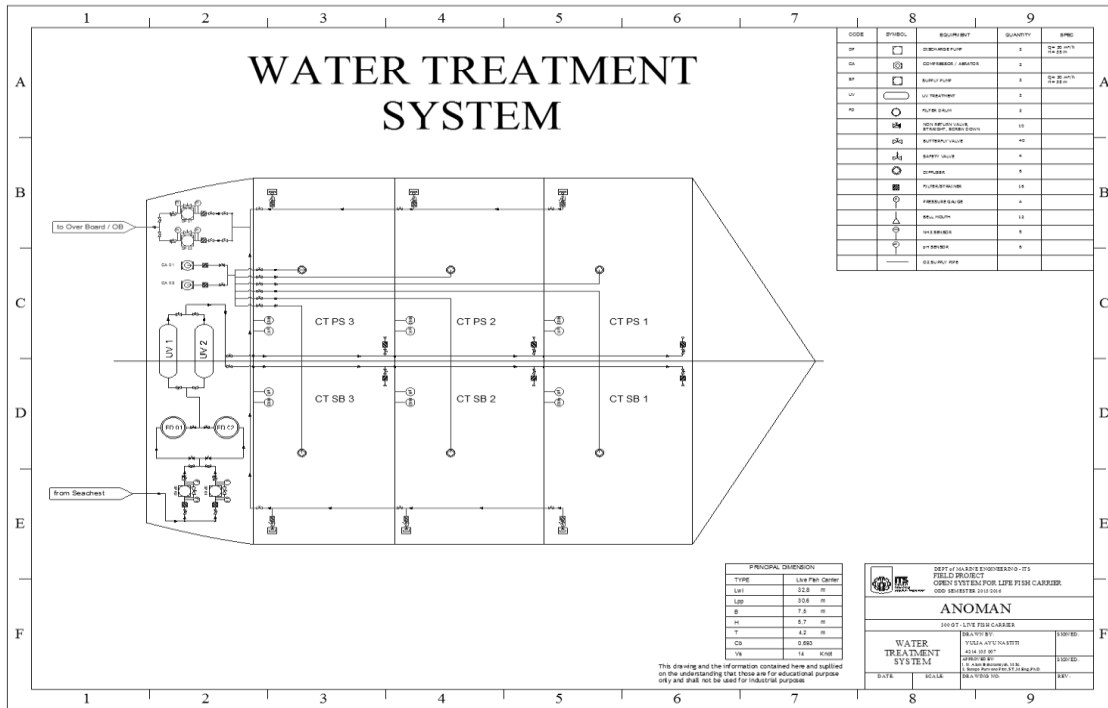


Gambar 2. Rencana Umum KAIH Sistem Terbuka

Sistem Sirkulasi Air

1. Sistem sirkulasi terbuka yaitu proses air yang digunakan hanya dalam satu kali pemakaian dan tidak ada pengolahan ulang untuk dipakai kembali.

2. Metode mengisi dan mengeluarkan air didalam tangki adalah dengan menggunakan pompa *suction* dan *discharge* yang dioperasikan secara bersamaan saat proses sirkulasi.
3. Untuk mencegah bakteri atau virus meracuni muatan maka dipasang *UV treatment system* pada saluran *suction*.



Gambar 3. Key Plan Sistem Sirkulasi Air Laut

Kapasitas Muatan

Tabel 1. Kapasitas Muatan

No. Palka	Volume	n Ikan	W ikan	Vol. Air dlm tangki (m ³)
	(m ³)	(154 / m ³)	(kg)	
1 SB	72,69	11194	5596,92	61,50
1 PS	72,69	11194	5596,92	61,50
2 SB	80,02	12323	6161,73	67,71
2 PS	80,02	12323	6161,73	67,71
3 SB	80,00	12320	6160,13	67,69
3 PS	80,00	12320	6160,13	67,69
Total	465,42	71675	35837,55	393,82

Pompa dan Perpipaan

Estimasi waktu pengisian untuk mengisi satu tangki adalah satu jam sehingga untuk enam palka diperlukan waktu lebih kurang enam jam. Untuk mendapatkan hasil kapasitas pompa dan ukuran pipa dihitung menggunakan persamaan Fluida, sehingga didapatkan :

- Pipa yang digunakan berjenis galvanized steel dengan standar ANSI dan ukuran diameter nominal 5 inch.
- Pompa yang dipilih bermerek Sili Pump dengan kapasitas pompa 72 m³/h, Head pompa 18 m dan daya pompa 7,5 kW.

Proses Sirkulasi Air

Untuk sirkulasi air laut atau pergantian air laut yang lama dengan air laut yang baru dilakukan dengan memanfaatkan sensor pH dan Amonia yang terpasang didalam tangki. Batas Maksimal kandungan amonia adalah 0,6 mg/l dan selama proses transportasi akan distabilkan menjadi 0,25 mg/l. Untuk mengurangi kadar amonia terlarut dalam air dari kandungan maksimum menjadi kandungan yang diharapkan telah dilakukan perhitungan dan didapatkan waktu lebih kuran 37 menit atau setara dengan mengganti 65% volume air didalam tangki.

Sistem Aerasi Udara

Aerator atau alat aerasi udara adalah alat bantu yang digunakan untuk menambah kadar oksigen terlarut didalam air (O_2 terlarut > 2 mg/L). Udara yang *disupply* akan didistribusikan sampai mampu menyebar dengan baik didalam tangki (biasanya memanfaatkan penggunaan diffuser). Sehingga setelah melalui perhitungan untuk kondisi ikan didalam kapal ukuruan 300 GT ini, kapasitas kompresor yang digunakan 366 cfm, head kompresor 185 inch dan daya 6 HP.

Sistem Pengolah Air

Dalam perancangan kapal angkut sistem terbuka ini juga dilengkapi filter air dan pengolahan air yang bertujuan mensterilkan air baku ikan agar ikan tetap sehat (terhindar dari bakteri patogen ikan). Filter dan Alat UV *Treatment* ini dipilih berdasarkan teori yang telah diteliti dan dipublikasikan sebagai kriteria standar yang harus digunakan dalam akuakultur.

Alat UV *Treatment* yang mampu menghasilkan gelombang dengan panjang 254 nm dan Dosis paparan 30 mWs/cm². Sedangkan Laju aliran Uv yang digunakan sesuai dengan kapasitas pompa. Tidak hanya itu, sebelum air melalui tabung kontak UV sebelumnya air akan melalui biofilter yang berfungsi menyaring kotoran dan zat kimia terlarut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan perancangan desain dan perhitungan sistem operasional dengan berbagai macam pertimbangan sesuai dengan tinjauan pustaka mengenai pengangkutan ikan hidup dengan sistem basah dan sirkulasi terbuka, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebelum air laut dijadikan media hidup ikan didalam tangki ruang muat akan dilakukan proses filter dan Desinfeksi menggunakan paparan sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm dan dosis 30 mWs/cm².
2. Proses sirkulasi terbuka dilakukan dengan mengganti air jika kadar amonia terlarut mencapai 0,6 mg/l, sehingga proses pergantian air akan terjadi secara intermiten.
3. Lama proses sirkulasi untuk satu tangki adalah 37 menit, atau setara dengan mengganti 65% volume tangki.
4. Pompa yang digunakan berkapasitas 72 m³/h, head 18 m dan daya pompa 7,5 kW.

Dari perhitungan dan perancangan sistem ruang muat Kapal Angkut Ikan Hidup sistem sirkulasi terbuka ini masih memiliki kekurangan dan ada beberapa saran untuk menyempurnakan sistem ruang muat ini:

1. Diperlukan referensi *density* muatan yang tepat, karena muatan berupa komoditi hidup dengan media air, cukup rumit untuk menentukan densitas muatan yang sesuai dengan ukuran berat dan jenis ikannya.
2. Belum dilakukan perhitungan dan analisa mengenai efek permukaan bebas airi didalam tengki terhadap stabilitas kapal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam menyelesaikan perancangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Berka, R. (1986). *The Transport Of Live Fish. A review*. Fisheries Research Institute, Scientific Information Center Vodnany.
- BPPT. (2008). *Kapal Angkut Ikan Hidup*. P3 Teknologi Budidaya Pertanian.
- Hill, Wyse, & Anderson (2004). *Animal Physiology (Oxygen Consumption And Temperature In The Aquatic Environment)*, Pp. 130–139 & 198–201.
- Khairani, N. (2013). *Perancangan Sistem Ruang Muat Untuk Kapal Pengangkut Ikan Hidup di Sumatera Barat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya.
- Langkosono. *Budidaya Ikan Kerapu dan Kualitas Perairan*. UPT Loka Pengembangan Bioindustri Laut, Pengembangan Bioindustri Laut,(LIPI). Mataram.
- Leis, O., Metod, R. (1978). *Capacity calculation method. Rybov Rybolov.*, 5, 14–5.
- Liltved, H., (2001). Ozonation and UV-Irradiation. in: Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Morgan, Seth, & Withalm, E. *Ultraviolet Disinfection At Leaburg Hatchery*. Oregon Department of Fish and Wildlife.
- Novita, Y. (2011). *Desain Palka Kapal Pengangkut Ikan Ditinjau Dari Aspek Teknis, Mitigasi Risiko dan Ketahanan Hidup Ikan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Soeroso, Hariyanto, Setiawan, T., & Bambang (2013). *Perencanaan Ruang Muat Ikan Hidup Pada Kapal Penangkap Ikan di TPI Brondong Lamongan-Jawa Timur*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111.
- Summerfelt, S. T. (2003). *Ozonisasi dan Paparan Sinar UV: Pendahuluan dan contoh-contoh aplikasi terkini*. *Aquaculture engineering Journal*, 28, 21-36. The conservation Fund's Freshwater Institute, USA.
- Wedemeyer, G. A. (1996). *Physiology of Fish in Intensive Culture*. International Thompson Publishing, New York.
- Winberg, G. G. (1956). *Rate of Metabolism and Food Requirements of Fish*. Fish. Res. Bd. Canada, Translation Series No. 194 (from *Intensivnost obmena i pischevye potrebnosti ryb*. Nauchnye Trudy Belorusskovo Gosudarstvennovo Universiteta imeni V. I. Lenina, Minsk).
- Wyse, & Andeson (2004). *Oxygen Consumption and Temperature In The Aquatic Environment*. *Animal Physiology by Hill*, pp. 130-139 & 198-201.