

Penentuan Diameter Pipa pada Jaringan Perpipaan Sistem Intake Tambak Garam

Muhammad Fachrudin^{1*}, Mohammad Yanuar J. Purwanto², Prastowo² dan Satyanto K. Saptomo²

¹ Program Studi Magister Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Dramaga, Jl. Raya Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

² Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus IPB Dramaga, Jl. Raya Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

* penulis koresponden: spinoza20112011muhammad@apps.ipb.ac.id

Abstrak: Irigasi tambak garam di Indonesia masih tradisional, sehingga berdampak terhadap rendahnya mutu garam yang diproduksi oleh petani. Oleh karena itu perlu dirancang sistem pengambilan air laut yang memiliki salinitas yang baik, terhindar dari *run off* aliran sungai berdasarkan fluktuasi pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan sistem *intake* tambak garam berdasarkan kondisi salinitas dan fluktuasi pasang surut air laut. Perancangan hidrolika pipa yang akan dilakukan meliputi penentuan diameter pipa yang efektif (dalam bentuk diagram) untuk mengisi air laut kedalam tambak, yang sesuai dengan perubahan ketinggian akibat fluktuasi pasang surut dan panjang pipa berdasarkan penentuan titik pengambilan air laut (*inlet*). Salinitas air laut yang baik untuk bahan baku garam berada pada jarak 1.585,8 m dari pintu masuk air tambak *existing*. Pada titik tersebut *Elevation Head* dari muka air laut yang efektif setinggi 0,4 m sampai dengan 1 m. Hasil simulasi menunjukkan bahwa diameter pipa yang dapat digunakan adalah 14", 16", 18" dan 20". Untuk mengisi *storage* tambak telah dapat dikembangkan nomogram untuk menentukan diameter pipa *intake* berdasarkan debit yang diperlukan sesuai dengan fluktuasi pasang surut dan posisi *inlet*. Dari nomogram tersebut ditentukan bahwa diameter yang efektif untuk memenuhi kebutuhan air laut selama dua minggu sebagai bahan baku adalah diameter 20".

Kata kunci: tambak garam; *intake* irigasi; kualitas air laut; desain hidrolika

1. Pendahuluan

Pada tahun 2012 dan 2015 Produksi garam domestik mencapai 2 juta ton dan 2,8 juta ton sementara kebutuhan garam industri mencapai 1,8 juta ton dan 2,4 juta ton. akan tetapi garam yang dihasilkan hanya mampu memenuhi kebutuhan garam konsumsi [1]. Salah satu ketidakberhasilan usaha pembuatan garam disebabkan kondisi perairan, sebagai bahan baku garam tidak baik [2]. Hal ini berdampak terhadap rendahnya mutu garam yang diproduksi oleh petani Indonesia, sehingga menyebabkan rendahnya harga garam yang dihasilkan oleh petani [3].

Proses tersebut dilakukan dengan cara mengalirkan air laut ketambak melalui evaporasi kemudian menjadi kristal-kristal garam [4]. Pemanfaatan tambak secara tradisional pada umumnya tidak didasari dengan perencanaan yang baik. dimana terlihat bahwa belum terpisahnya saluran pemberi (*Inlet*) dan saluran pembuangan (*Outlet*). Selain itu kapasitas saluran yang masih terlalu kecil menyebabkan produksi garam tidak optimal [5]. Sehingga perlu

Diterima: 03 Desember 2023

Diperbaiki: 22 Februari 2024

Disetujui: 08 April 2024

direncanakan sistem *intake* yang dapat mengambil air laut dari tengah laut yang memiliki salinitas cukup tinggi.

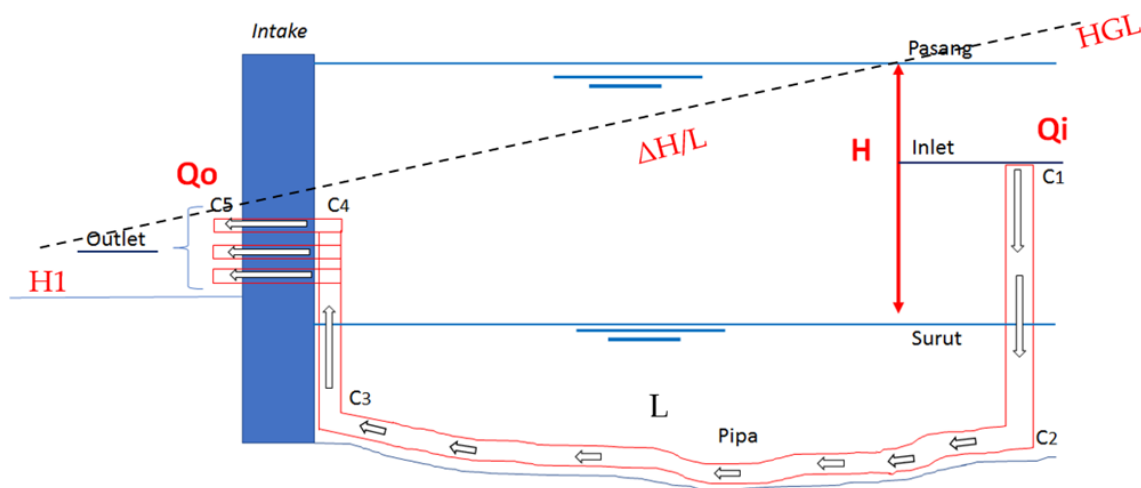
Sistem *intake* tambak adalah bangunan pengambil air yang dapat direkayasa untuk mendapatkan kualitas air laut yang baik. Terdapat dua sistem jenis sistem *surface intake* (*intake* permukaan) yaitu air diambil langsung dari laut dan, *Subsurface intake* (*intake* bawah dasar laut) yaitu air diambil dari bawah dasar laut dekat pantai [6]. Banyak penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air laut sebagai bahan baku garam.

Penelitian dan teknologi tambak yang ada pada saat ini masih berkuat pada sistem filterisasi, salah satunya adalah teknologi TUF (Teknologi Ulir Filter) [7]. Prinsip utama dalam teknik ini adalah evaporasi air laut dengan bantuan sinar matahari dialirkan dalam petak-petak berseri dalam proses penuaannya, Selain itu ditambahkan material alam yang berguna sebagai filter untuk purifikasi air tua (*Brine*) yang memiliki kepekatan 25 °Be [8]. Penelitian ini belum menyelesaikan masalah suplai bahan baku garam berupa air laut yang masih diambil di wilayah pesisir (Payau), yang sarat dengan penurunan kualitas air laut akibat *run off* aliran sungai dan pengadukan di area pesisir akibat arus pasang surut dan arus menyusur pantai. Dengan kata lain teknologi TUF masih menggunakan bahan baku air laut yang memiliki kualitas air yang rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan sistem *intake* tambak garam berdasarkan kondisi salinitas dan fluktuasi pasang surut air laut. Perancangan hidrolika pipa yang akan dilakukan meliputi penentuan diameter pipa yang efektif (dalam bentuk nomogram), untuk mengisi air laut kedalam tambak berdasarkan fluktuasi pasang surut air laut dan titik pengambilan air laut.

2. Metode

Berdasarkan kondisi salinitas dan pasang surut akan ditentukan pengambilan air laut yang baik (*Inlet*), untuk menghasilkan gradien hidrolik pipa, dan menghasilkan debit untuk memenuhi kebutuhan volume tambak. Pada **Gambar 1** terlihat bahwa (Q_i) adalah debit yang masuk kedalam *inlet* sistem *intake*, (Q_o) adalah debit yang keluar dari sistem *intake* dan masuk ke tambak (*outlet*). (H) adalah ketinggian muka air, akibat perubahan pasang surut.



Gambar 1. Konsep desain hidrolika jaringan perpipaan pada sistem *intake* tambak garam

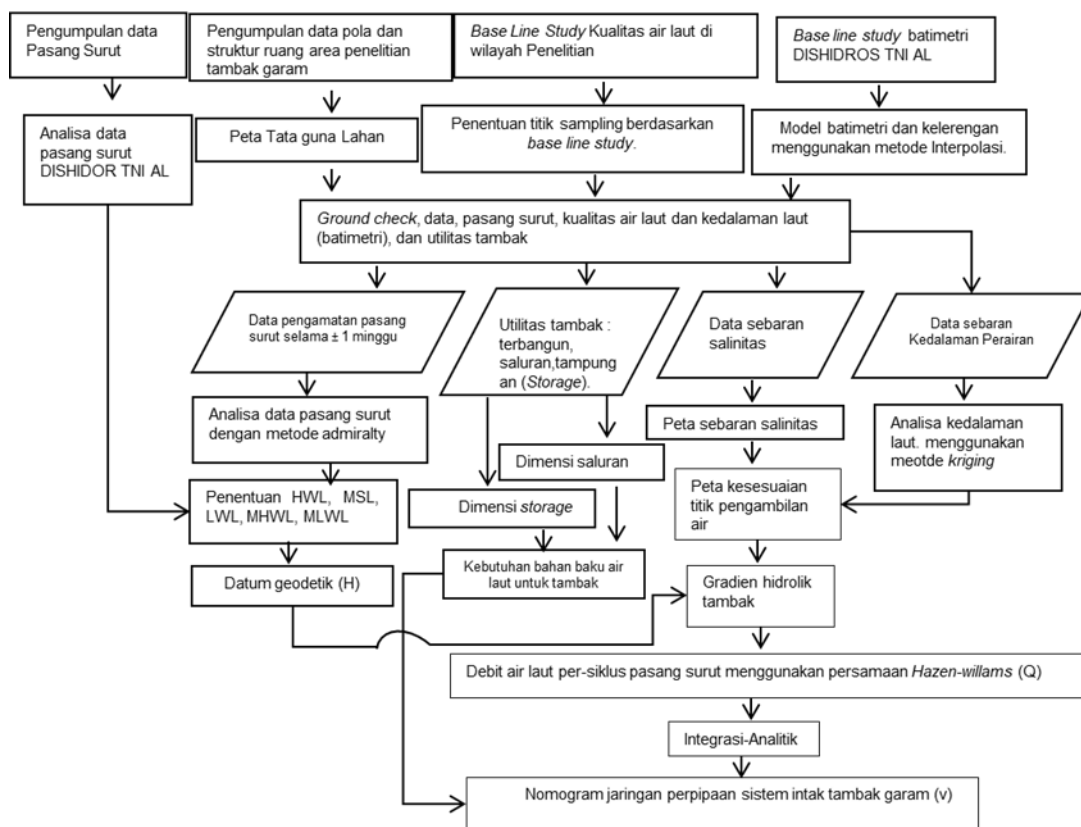
Penelitian dilakukan di Kabupaten Cirebon pada Kecamatan Astanajapura Desa Pangarengan, yang merupakan sentra produksi garam rakyat.

2.1. Kerangka Pikir

Secara garis besar kerangka pikir dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap pengumpulan data, pengambilan data, analisa data, dan perancangan. Pengumpulan data mencakup data sekunder dan data primer (pengambilan data lapangan). Data sekunder tertuang dalam *base line study* digunakan sebagai rujukan dan perencanaan pengambilan data lapangan. Pengambilan data sekunder mencakup data pasang surut, tataguna lahan area tambak, bathimetri, kelerengan dan kualitas air. Data pasang surut, bathimetri, kelerengan tambak dan tataguna lahan digunakan untuk melakukan analisa hidrotopografi dan oseografi tambak garam. Data tersebut menggambarkan fenomena air laut masuk kedalam tambak secara berkala. Sedangkan data kualitas air digunakan untuk menentukan titik pengambilan air (*inlet*) untuk mendapatkan baha baku garam berupa air laut yang memiliki salinitas yang tinggi. Pada rancangan rekayasa jaringan peripaan untuk mendapatkan bahan baku air laut yang baik, dan dapat mengalir kedalam tambak maka dibutuhkan :

1. Penentuan titik pengambilan air laut yang baik sebagai bahan baku garam, berdasarkan sebaran salinitas air laut untuk menentukan panjang pipa (L)
2. Penentuan datum desain hidrolika tambak terhadap rata-rata pasang surut (MSL), topografi tambak, dan bathimetri, digunakan untuk penentuan perubahan ketinggian (ΔH)

Kemudian dilanjutkan dengan analisa data menggunakan metode yang terlihat pada **Gambar 1** dan perancangan. Namun demikian Penelitian ini dititik beratkan pada perancangan diameter pipa pada sistem *intake* tambak garam untuk memenuhi kebutuhan volume tampungan (*Storage*) .



Gambar 2. Kerangka pikir, penentuan diameter pipa sistem intake tambak garam

2.2. Model Harmonik Pasang Surut

Model harmonik digunakan prediksi fluktuasi pasang surut berdasarkan siklus bulan, dimana fluktuasi pasang surut dipengaruhi oleh keadaan bulan [9]. model harmonik digambarkan pada pesamaan 1 :

$$Z(t) = Z_0 + \sum_{k=1}^m f_k H_k \cos(\omega_k t + V_k - g_k) + R(t) \quad (1)$$

dengan,

- Z(t) : Elevasi muka air pada waktu t
- Z₀ : Elevasi muka air rata-rata
- F_k, H_k : Faktor astronomi terhadap amplitudo
- ω_kt : Kecepatan sudut
- V_k : Faktor koreksi terhadap kecepatan sudut
- G_k : Fase bulan
- R(t) : Residu variasi muka air dari hasil pengukuran dan pegamatan

Model harmonik merupakan persamaan numerik yang menghasilkan kurva cosinus dari data pengukuran. persamaan yang digunakan untuk mengukur elevasi fluktuasi muka air laut akibat pasang surut. Nilai ω_kt dan F_k didapatkan dari hasil table equilibrium teori. R(t) galat eror dari hasil perhitungan dengan hasil pengukuran [9].

2.3. Persamaan Hazen-Williams.

Perhitungan kerugian gaya gesek air pada pipa (*friction loss*) dasar penelitian tentang ukuran pipa yang telah diterapkan pada setiap kasus biasanya didasari pada persamaan Hazen – Williams [10]. Persamaan tersebut menggambarkan bagaimana aliran dalam pipa bekerja, yang dipengaruhi oleh diameter gradien hidrolis dan panjang pipa yang digambarkan pada persamaan (2):

$$J = \left(\frac{\Delta H}{L}\right) = 9,58 \times 10^7 \times \left(\frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}\right) \quad (2)$$

dengan,

- J : Gradien kehilangan head (m/100m)
- Q : Debit Sistem (l/s)
- D : Diameter Pipa (m)
- L : Panjang Pipa (m)
- ΔH : Perubahan Ketinggian
- G_k : Fase bulan
- R(t) : Residu variasi muka air dari hasil pengukuran dan pegamatan

Persamaan Hazen-Williams menghasilkan debit air berdasarkan variabel panjang dan beda ketinggian (siklus pasang surut). Untuk mengetahui volume persatuan waktu, maka hasil perhitungan debit Hazen-Williams harus diintegrasikan terhadap waktu. Dimana persamaan integrasi digambarkan sebagai berikut [11]:

$$V = \int_a^b Q(t)dt = \sum_{i=t_0}^{i=n} V(t_i) \quad (3)$$

dengan,

- V : Volume air laut yang masuk kedalam tambak
- Q : Debit air laut (l/s)
- t₀ : Waktu ke – 0
- n : Jumlah data pada satukali siklus pasang surut
- a : Batas bawah integral (t₀)
- b : Batas atas Integral

perhitungan volume yang masuk kedalam tambak akibat perubahan pasang surut dengan cara mencari fungsi hasil perhitungan debit dengan persamaan Hazen-Williams. Kemudian dihitung luas area fungsi tersebut dengan in

2.3. Interpolasi Kriging dan IDW.

Banyak pengukuran (air, cahaya, udara) hanya di ukur dari lokasi pengamatan yang berbeda memiliki nilai distribusi spasial yang bervariasi dan tidak dapat diketahui . metode interpolasi adalah suatu metode untuk mendeskripsikan variabel spasial yang tidak dapat diketahui melalui pendekatan deterministik. Apabila Variabel z sebagai fungsi z(x) dari suatu variabel atau variabel acak Z pada lokasi tertentu (= {x1,x2,} untuk R2) pendugaan nilai xi , sebagai berikut [12] :

$$E[Z(x)] = a + \sum_{i=1}^k b_i \times y_i(x) = m(x) = Const. \tag{4}$$

$$VAR [Z(x + h) - Z(x)] = 2 \gamma(h) \tag{5}$$

dengan,

- $\gamma(h)$: Semi variogram dengan nilai h
- $Z(x + h)$: Nilai dugaan titik sampling yang yang dipengaruhi oleh nilai h
- $Z(x)$: Nilai pengambilan sampel di titik tertentu
- h : Faktor yang mempengaruhi nilai dugaan (kedalaman dan salinitas)
- (x) : Lokasi yang di estimasi berdasarkan posisi
- VAR : Variasi atau sebaran nilai dugaan (variogram)
- $m(x)$: Rata-rata variabel external (estimasi variabel yang tidak diketahui loasinya)
- E : Nila sampling dugaan pada titik tertentu

Metode interpolasi digunakan dalam penelitian ini untuk menduga sebaran salinitas (IDW), dan sebaran kedalaman laut (*Kriging*) menggunakan aplikasi pemetaan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jaringan Irigasi Terbangun Tambak Garam rencana sistem *Intake*

Infrastruktur Tambak garam di Desa Pangarengan hanya terdapat saluran primer, saluran sekunder dan petak garam. Dalam petak garam terdiri atas saluran peminaian (**Gambar 4**), dan meja kristalisasi. Air laut yang masuk kedalam saluran primer kemudian diteruskan dan ditampung disaluran sekunder yang kemudian diambil sebagai bahan baku garam menuju saluran peminaian pada petak garam kemudian masuk ke meja kristalisasi [13].

Tabel 1. Volume saluran sekunder dasar kebutuhan air laut tambak garam Desa Pangarengan

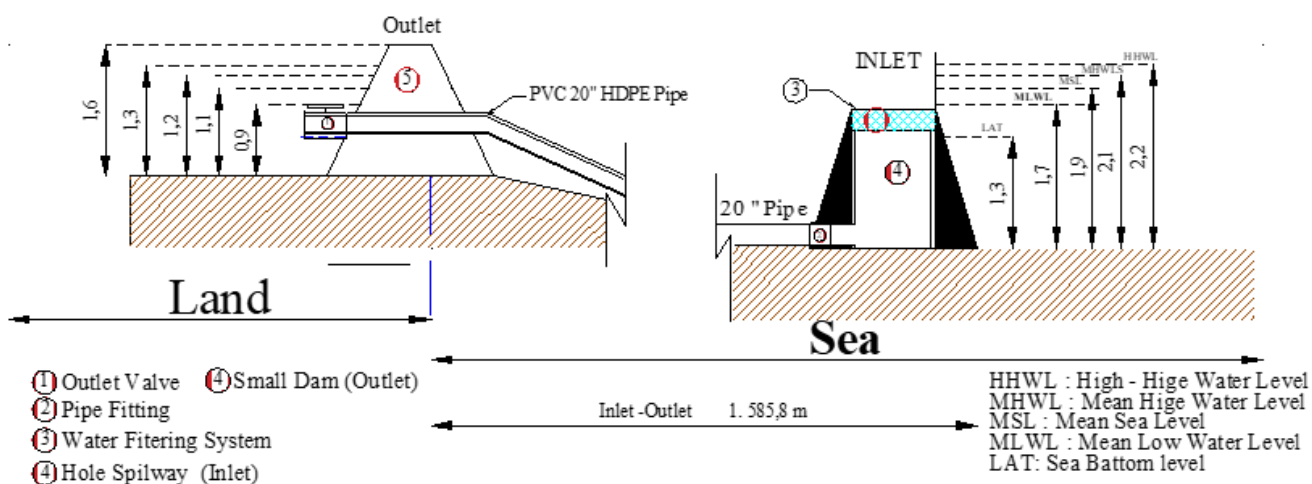
Volume = Luas x 1.5 Rata-Rata Saluran Sekunder							
Saluran	VOLUME (m ³)	Saluran	VOLUME (m ³)	Saluran	VOLUME (m ³)	Saluran	VOLUME (m ³)
B1	6646,82	B3	11926,38	B5	5541,57	B8	2371,98
B2	9982,51	B4	6593,83	B6	5034,54	B9	2602,38
				B7	4571,53	B10	2160,40

Kebutuhan air laut untuk bahan baku dapat diprediksi dengan cara menghitung volume saluran sekunder sebagai *storage*. Kedalaman saluran sekunder dan saluran induk berada -2,1 meter dari pematang tambak, sehingga untuk mengambil air laut dari penampungan ke petak-petak tambak atau

ke meja garam, masarakat memanfaatkan kincir angin sebagai pompa atau dengan mengisi air dengan mesin penyedot air. Petak tambak berada 0,8 m dari MSL (*Mean Sea level*) Sedangkan saluran induk yang tergenang oleh air laut mencapai 1,5 meter. Luas saluran didapatkan menggunkana pendekatan spasial yang berasal dari *Bing map* data, oleh karena itu bisa didapatkan volume kebutuhan air laut sebagai bahan baku garam. Data tersebut digambarkan pada **Tabel 1** sebagai dasar penentuan kebutuhan air laut sebagai bahan baku garam.

3.2. Rencana Sistem Intake

Debit air yang masuk kedalam tambak bergantung pada perubahan beda keinggian akibat fluktuasi pasang surut. Proses tersebut digambarkan pada **Gambar 3**. Desain *intake* tambak garam, terdiri dari *inlet* (*Hole Spilway*), *Outlet* (*Small dam*) dan Jalur Pipa. *Inlet* berfungsi untuk mengambil air laut kemudian dialirkan menuju *outlet* melalui jalur pipa berdasarkan selisih beda ketinggian akibat fluktuasi pasang surut. Pada musim kemarau saat kondisi matahari bersinar cerah, proses produksi garam dari pengambilan air laut pada saluran sekunder sampai sebagai *Storage*, menjadi butiran garam membutuhkan waktu kurang lebih satu sampai dua minggu.



Gambar 3. Potongan memanjang rencana sistem *intake* tambak garam

Volume kebutuhan air laut yang digambarkan pada tabel 1, secara spasial digambarkan pada **Gambar 3** sebagai *site plan* area terbangun. Terdapat juga rencana sistem *intake* tambak garam.

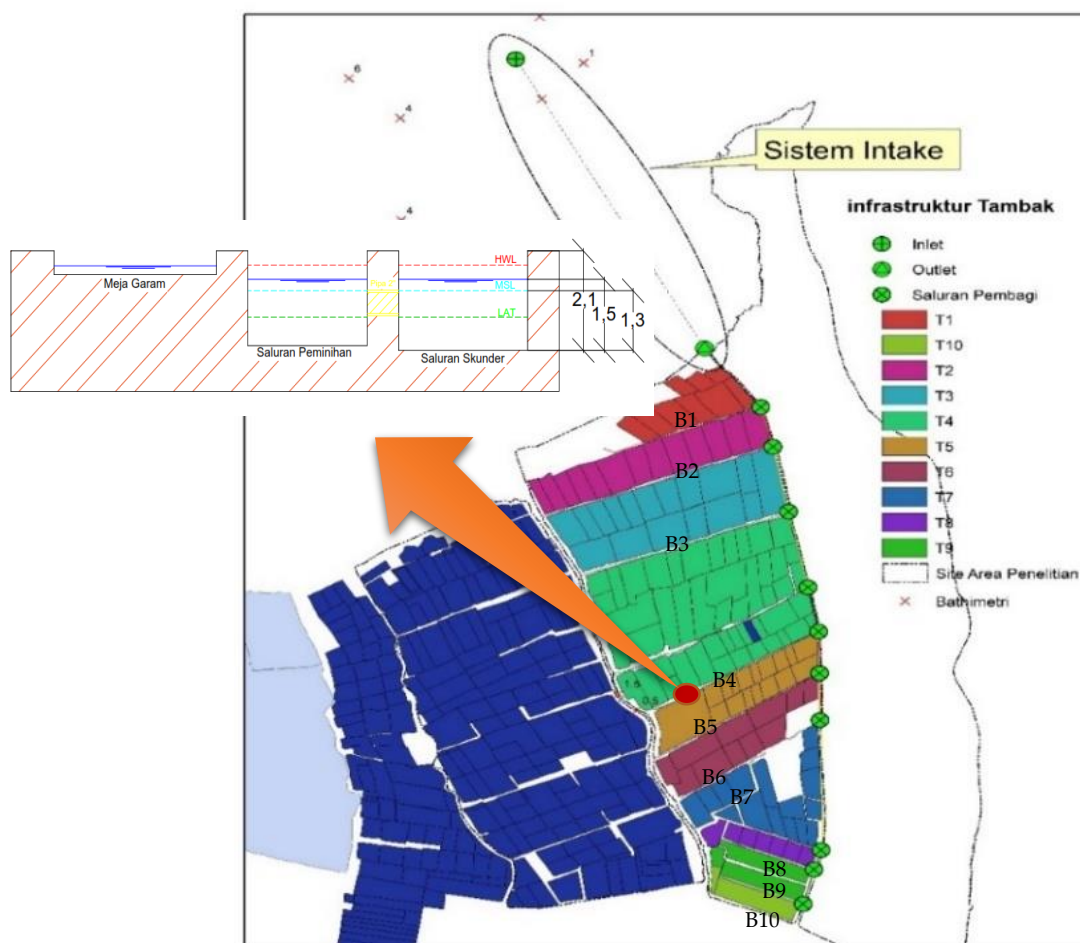
3.3. Hidrotopografi dan Oseanografi Tambak Garam

Data yang digunakan untuk melakukan analisa pasang surut adalah data DISIDROS TNI AL pada tahun 2015 pada titik kordinat 02°8 '00 " LS sampai dengan 107°6 ' 00 " BT dalam menentukan beda ketinggian (ΔH) yang merupakan variable dalam persamaan Huzeen willams. Data tersebut dianalisa menggunakan persamaan harmoik, dengan metode admiralti untuk mengetahui 9 komponen pasang surut. M2, S2, O2, P1, Z0, K2, K1, O1 dan K1 [14]. Perhitungan tersebut merupakan dasar untuk menghitung perubahan fluktuasi pasang surut sebagai komponen (ΔH), yang digambarkan pada **Tabel 2**.

Analisa fluktuasi pasang surut kemudian dijadikan rujukan untuk menentukan datum hidrolik dalam mendesain sistem *intake*, melakukan surve batimetri, menentukan level ketinggian bendungan *outlet* dan merupakan salah satu parameter perhitungan dalam menentukan diameter pipa yang efektif pada persamaan *Hazen-williams*.

Tabel 2. Perhitungan fluktuasi pasang surut untuk penentuan level air laut

Simbol	Pejumlahan Unsur Pembangkit Pasang Surut	Head Pasang Surut
HHWL	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_2 + P_1)$	1,119
MHWLS	$Z_0 + (M_2 + S_2)$	0,889
NHWL	$Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$	0,979
MSL	Z_0	0,589
MLWL	$Z_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$	0,199
MLWLS	$Z_0 - (M_2 + S_2)$ atau $(K_0 + O_1)$	0,289
LLWL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	-0,53
LAT	$Z_0 - (\text{Sejumlah Unsur Pembangkiti Pasng Surut})$	-0,555



Keterangan :T1 – T7 = Area Petak Tambak ; B1 – B7 = Saluran Sekunder .

Gambar 4. Site plan sistem Intake tambak garam Desa Pangarengan

3.4. Gradien Hidrolik Sistem Intake dan Penentuan Titik Inlet

Pengukuran kedalaman laut dilakukan menggunakan metode akustik dengan alat Eco 500 tipe *Fish finder* dengan akurasi kedalaman maksimal 30 meter. Pengukuran kedalaman laut dan salinitas dilakukan pada tanggal 10 – 20 juli 2023 [16] . Sebaran kedalaman hasil pengukura terlihat bahwa kedalaman muara sungai hingga bibir antai berkisar antara 0,5 m – 1,1 m. sedangkan dari muara hingga

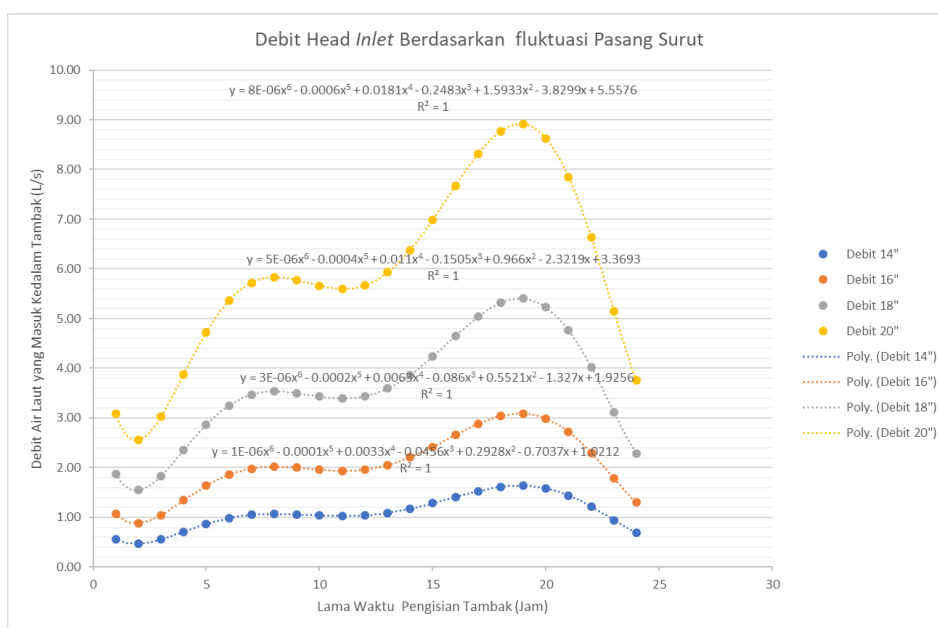
ke tengah laut berkisar antara 1,5 m – 8,1. Sebaran Salinitas di daerah muara berisar antara 6 ‰ sampai dengan 26 ‰, muara sungai sampai ke arah laut antara 26‰ sampai dengan 36‰. Berdasarkan sebaran data tersebut yang telah dilakukan interpolasi dan kemudian diskoring berdasarkan nilai kedalaman yang rendah dan memiliki salinitas yang tinggi maka didapatkan jarak titik *inlet* ke *outlet* sistem *intake* tambak garam sebesar 1.585,8 m terlihat pada **Gambar 4**.

3.5. Analisa Debit Air Laut Berdasarkan Persamaan Hazen-Williams

Titik *inlet* – *outlet* , dan beda ketinggian akibat fluktuasi pasang surut untuk penentuan diameter pipa dapat diketahui menggunakan persamaan *Hazen-Williams*. Perubahan debit yang masuk kedalam tambak seiring dengan perubahan level permukaan air laut akibat fluktuasi pasang surut. Hasil perhitungan *head* pasang surut, dapat digambarkan debit puncak pada saat *HHWL*, debit terendah terjadi pada saat *MLWL*. Dengan menggunakan pipa 14” 16”, 18” dan 20” debit yang mengalir kedalam tambak saat maksimum, minimum dan rata-rata digambarkan pada **tabel 3**.

Tabel 3. Perhitungan debit berdasarkan fluktuasi pasang surut

Diameter Pipa	Simbol	Head Intake (m)	Debit (Liter/Detik)	Diameter Pipa	Simbol	Head Intake (m)	Debit (Liter/Detik)
14"	HHWL	1	4,03	18"	HHWL	1	13,3
	NHWLS	0,7	3,53		NHWLS	0,7	11,6
	MSL	0,6	3,03		MSL	0,6	10,0
	MLWL	0,4	2,02		MLWL	0,4	6,7
16"	HHWL	1	7,61	20"	HHWL	1	22,0
	NHWLS	0,7	6,66		NHWLS	0,7	19,2
	MSL	0,6	5,71		MSL	0,6	16,5
	MLWL	0,4	3,80		MLWL	0,4	11,0



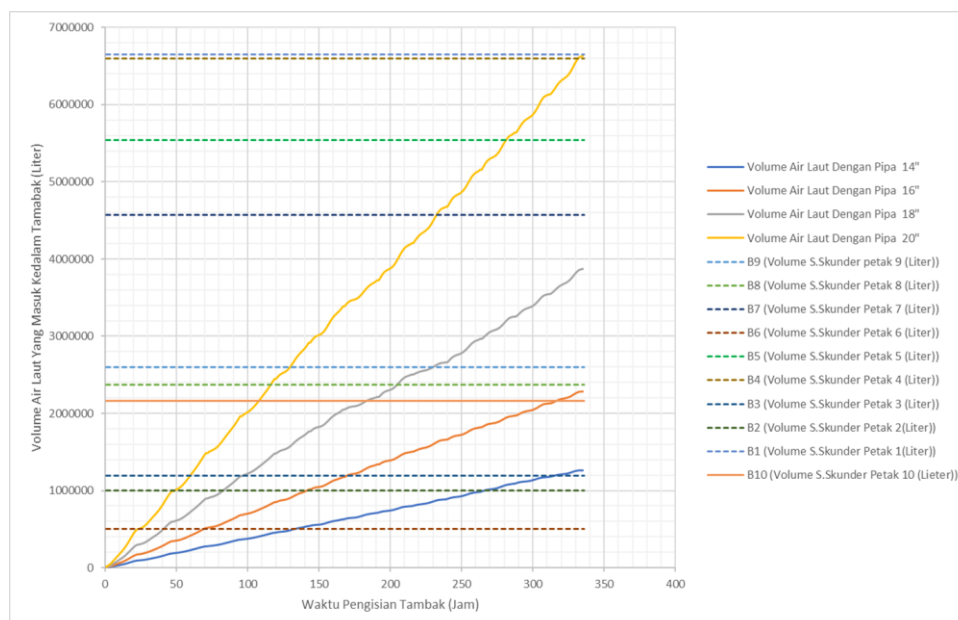
Gambar 5. Hasil perhitungah debit menggunakan persamaan Hazen-Willams per siklus pasang surut

Terlihat pada tabel tersebut *head intake* tertinggi pada keadaan HHWL sebesar 1 m sedangkan *head intake* terendah sebesar 0.4 m. Debit Saat *Head intake* maksimum pada pipa 14", 16", 18" dan 20" masing masing 4,3 liter/detik, 7,61 liter/detik, 13,3 liter/detik dan 22 liter/detik.

Plot grafik per-siklus pasang surut didapatkan fungsi polinomial ordo 6. Debit adalah diferensiasi volume terhadap waktu. Sehingga untuk mencari volume maka debit diintegrasikan terhadap waktu. Sehingga dari fungsi polinomial kita dapat mengetahui volume per-siklus pasang surut untuk menghitung volume kebutuhan air laut.

3.6. Nomogram Diameter Pipa Sistem Intake Tambak Garam

Hasil integrasi fungsi debit air dari perhitungan *Hazen-willams* tergambar pada **Gambar 7**, gambar tersebut adalah hasil perhitungan pipa 14 ", 16 ", 18 " dan 20 ". dari grafik terlihat bahwa kenaikan volume air laut pada setiap jam-nya menggunakan pipa tersebut, sehingga untuk mengetahui lama pipa untuk mengisi volume saluran skuder yang berfungsi sebagai *storage* yang tergambar pada Tabel 1.



Gambar 6. Nomogram diameter pipa terhadap fluktuasi pasang surut menggunakan pipa PVC

Saluran Sekunder B1 dengan volume 6.646.824 liter, pada pipa 14" waktu yang dibutuhkan untuk mengisi saluran sekunder tersebut lebih dari 2 minggu, sama dengan Pipa 16", dan pipa 18". sedangkan pada pipa 20" B1 terisi pada jam ke-337. Kebutuhan air laut pada B2 998.251 liter akan terisi menggunakan pipa 14 " pada jam ke-266, 16" pada jam ke-142, pipa 18" pada jam ke-90 dan pipa 20 " jam ke-50 begitu seterusnya. Hasil dari Analisa penentuan pipa untuk mengisi air laut di saluran sekunder sebagai *storage*, bahwa pipa 14" 16" , dan 18" tidak sesuai untuk pengisian air laut untuk memenuhi kebutuhan tambak selama dua minggu. Yang memenuhi pengisian tambak selama dua minggu untuk kebutuhan air laut sebagai bahan baku pembuatan garam adalah pipa 20". Terlihat garis kebutuhan air laut yang digambarkan dengan garis putus-putus memotong garis suplai pada pipa 20".

4. Kesimpulan

Perancangan sistem intake tambak garam berdasarkan kondisi salinitas dan fluktuasi pasang surut air laut telah dilakukan dan dikembangkan dalam bentuk nomogram untuk menentukan diameter pipa *intake* berdasarkan debit yang diperlukan. Diameter pipa yang efektif untuk pengisian *storage* tambak garam Desa Pangarenagan selama dua minggu menggunakan pipa 20" sesuai dengan fluktuasi pasang

surut. Posisi *inlet intake* tambak garam berdasarkan kandungan salintas yang baik untuk bahan baku garam sepanjang 1.585,8 m.

Daftar Pustaka

- [1] Wedari DPS and Sukadana IW. Garam Industri Impor Sebagai Input Kunci Sektor Industri Pengguna Garam Dan Multiplier Efeknya Terhadap Perekonomian. E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana, 2018; vol. 9, no. 5, pp. 1171–1199.
- [2] Hartati R, Widianingsih W, Wisnu RTDB, Puspa MB, and Supriyo E, Analisa Air Tambak Desa Kaliwlingi sebagai Bahan Baku Produksi Garam Konsumsi. J. Mar. Res. 2022; vol. 11, no. 4, pp. 657–666. doi: 10.14710/jmr.v11i4.35353.
- [3] Palin RS, Sulistiono, Krisanti M. Kabupaten Jeneponto Water and Salt Conditions At Salt Pond in Bangkala District , Jeneponto Regency. J. Teknol. Perikan. dan Kelaut. 2022; vol. 13, no. 1, pp. 79–88.
- [4] Sartono CM, Soedarsono P, Muskanonfola MR. Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES). 2013; vol. 2, no. 3, pp. 20-26. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4177>
- [5] Wibisono A. A. Studi Perencanaan Teknis Irigasi Tambak di Desa Pucang Anom Kabupaten Sidoarjo. Skripsi, 2015; Universitas Brawijaya.
- [6] Alimah S, Parapak B. Studi Teknologi Intake Untuk Pendingin Kondensor Dan Instalasi Desalinasi Pada PLTN. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir. 2008; Vol 10, No 1. <http://dx.doi.org/10.17146/jpen.2008.10.1.1413>
- [7] S. Suryati, F. Jalil, and S. Budi, “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Garam Di Desa Matang Tunong,” Agrifo J. Agribisnis Univ. Malikussaleh. 2016; vol. 1, no. 1, p. 73, doi: 10.29103/ag.v1i1.1083.
- [8] Bramawanto R, Sagala SL, Suhelmi IR, Prihatno H, Struktur dan komposisi tambak teknologi ulir filter untuk peningkatan produksi garam rakyat. Jurnal Segara. 2015; pp. 1–11, <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v11i1.9079>.
- [9] Chadwick A, Fleming C, Reeve D. Coastal Engineering Processes, Theory and Design Practice, Third edit. Taylor & Francis, CRC Press, London, 2018. [Online]. Available: <https://lccn.loc.gov/2017046271>
- [10] FOX JA, Hydraulic Analysis of Unsteady Flow in Pipe Networks, 1st editio. London and Basingstoke Associated companies in New York, 1977.
- [11] Epperson JF. An Introduction to Numerical Methods And Analysis, Second Edi. John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [12] Lebrez Hand Bárdossy A. Geostatistical interpolation by quantile kriging. Hydrol. Earth Syst. Sci. 2019; vol. 23, no. 3, pp. 1633–1648, doi: 10.5194/hess-23-1633-2019.
- [13] Taufik-SPj N, Hartati R, and Widianingsih. Produksi Garam Dan Bittern Di Tambak Garam. J. Kelaut. Trop. 2016; vol. 19, no. 1, p. 43, doi: 10.14710/jkt.v19i1.599.
- [14] Pulung WA, Wicaksono P, Handoyo G. Analisis Peramalan Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Dan Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Di Perairan Pantai Widuri Kabupaten Pemalang, Journal of Oceanography, 2016. Vol 5, No 4, pp. 489–495. [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- [15] Wahyudi AS, Sugito, and Ispriyanti D. Metode Robust Kriging Untuk Mengestimasi Data Spasial Berpencilan (Studi Kasus: Pencemaran Udara Gas NO 2 di Kota Semarang), J. Gaussian, 2016; vol. 5, no. 3, pp. 321–330. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.5.3.321-330>
- [16] Jamaluddin I, Kusuma CA, Mahardhika SA, Della WR, Parel A, Hanafi I, Wahyudin A, Ratnaningsih A. Pemetaan Batimetri dengan Metode Hidroakustik Untuk Penentuan Lokasi Sistem Budidaya Keramba Jaring Apung Sebagian Laut Utara Jepara, Jawa Tengah. Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5, Depok 2018