



Gambar 3.1 *Flowchart* Penyusunan Tugas Akhir

BAB IV

ALTERNATIF PEMILIHAN

BENTUK SALURAN PINTU AIR

4.1 Data - Data Teknis

Bentuk pintu air yang direncanakan mempertimbangkan perkembangan lalu lintas kapal dalam jangka waktu tertentu termasuk pertimbangan kapasitas kapal yang akan dilayani, dan juga disesuaikan dengan data-data penunjang seperti data tanah, data kapal, dan data sungai sehingga perencanaan konstruksi ini dapat lebih akurat.

4.1.1 Tinjauan Tentang Tanah

Saluran pintu air ini direncanakan akan dibangun di daerah bendung Klambu, Grobogan, Jawa Tengah. Berikut ini adalah data-data tanah di lokasi perencanaan. Data-data tersebut didapat dari hasil pengeboran tanah.

Tabel 4.1 Kondisi Lapisan tanah

Kedalaman (m)	Sudut Geser Tanah (θ)	Berat Jenis Tanah (γ) (gr/cm^3)	Kohesi (c) (kg/cm^2)
-2,00	9	1,6453	0,10
-4,00	11	1,7099	0,12

-6,00	12	1,6738	0,14
-------	----	--------	------

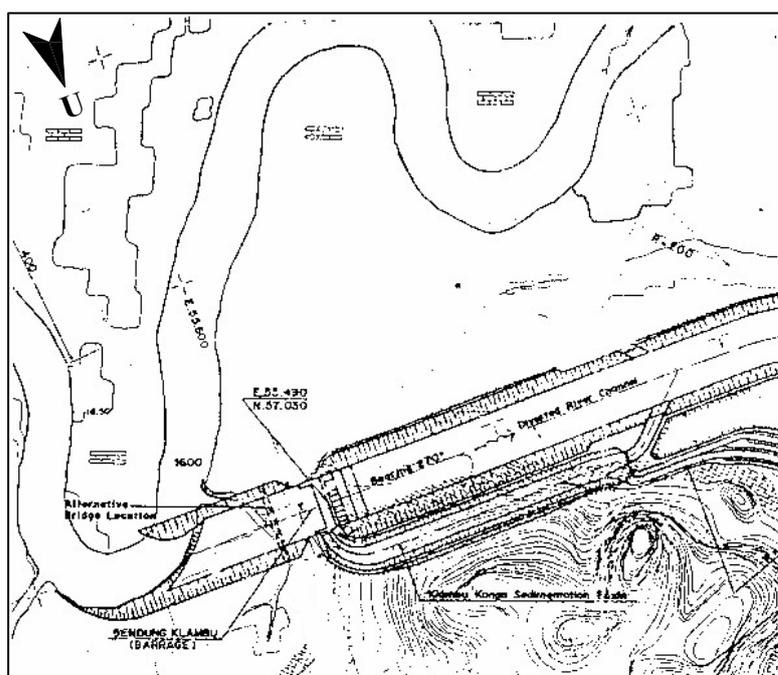
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana Jawa Tengah

Muka air tanah berada pada kedalaman 4,00 m dari permukaan tanah. Kondisi tanah untuk semua saluran sama.

4.1.2 Tinjauan Tentang Sungai

Pekerjaan pintu air ini dibangun pada saluran yang mempunyai beda elevasi akibat adanya bangunan bendung. Karena bangunan bendung yang sudah ada sebelumnya dan untuk kemudahan dalam pelaksanaan (tanpa harus mengganggu aktifitas dari bendung) maka bangunan pintu air diletakkan pada saluran baru di sebelah (sejajar) bangunan bendung. Rencana konstruksi bangunan saluran pintu air ini terletak di sebelah selatan bendung atau sebelah kiri bangunan bendung dengan pertimbangan bahwa di lokasi itu masih tersedia lahan dan konturnya relatif datar dibandingkan dengan lokasi yang di sebelah utara. Gambar dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Elevasi muka air saluran didapat dari pengukuran yang dilakukan oleh Balai Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Seluna Kudus di mana untuk saluran di atas bendung (selanjutnya disebut saluran A) mempunyai elevasi muka air rata-rata +16,00 m dan untuk saluran di bawah bendung (selanjutnya disebut saluran B) mempunyai elevasi muka air rata-rata +13,50 m. Dibawah ini diberikan gambar denah situasi sungai di daerah sekitar bendung.



1

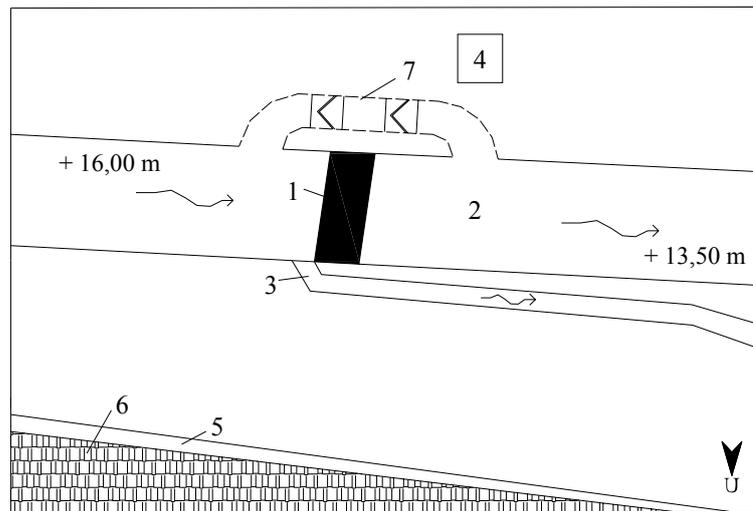
2

3

Gambar 4.1 Bendung Klambu

Keterangan :

4. Bendung Klambu
5. Sungai Serang
6. Saluran Intake



Gambar 4.2 Denah Situasi Rencana Konstruksi Saluran Pintu Air

Keterangan gambar :

1. Bendung Klambu
2. Sungai Serang
3. Saluran Intake
4. Kantor Operasional
5. Jalan Raya
6. Desa Penganten
7. Rencana Saluran Pintu Air

Dalam perhitungan data hidrologi saluran, ketentuan yang diambil:

- penampang sungai dianggap sama sepanjang saluran
- kemiringan dasar saluran $I = 0,0001$
- kemiringan talud 1 : 1
- kecepatan aliran dicari dengan rumus, $V = 1/n.(R)^{2/3} .(I)^{1/2}$
- debit saluran, $Q = (A).(V)$

Tabel 4.2 Data Hidrologi Sungai

No.		Saluran A	Saluran B
1.	Elevasi muka air (m)	+ 16,00	+ 13,50
2.	Elevasi dasar saluran (m)	0,00	0,00
3.	Kemiringan dasar saluran	0,0001	0,0001
4.	Kemiringan talud	1 : 1	1 : 1
5.	Lebar sungai (m)	± 100 m	± 100 m

Sumber: Balai Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Seluna Kudus

4.1.3 Tinjauan Tentang Kapal

Sesuai fungsinya bahwa bangunan saluran pintu air dibangun untuk melayani pelayaran kapal, maka dalam perencanaannya harus memperhitungkan dimensi kapal tersebut yang meliputi: panjang kapal, lebar kapal, tinggi selam kapal (*draft*), dan kelonggaran kapal. Dimana saluran pintu air ini direncanakan menggunakan 2 kapal dalam sekali operasional.

Dimensi kapal tergantung tujuan pembuatan dan fungsi kapal itu sendiri. Untuk memperoleh dimensi kapal yang akan dipakai pada perencanaan ini, diasumsikan jenis kapal yang beroperasi di Sungai Serang sekarang adalah kapal nelayan. Akan tetapi, untuk mengakomodasi lalu lintas kapal atau perahu di masa mendatang, jenis kapal nelayan tidaklah sesuai untuk perencanaan, dengan pertimbangan adanya pertumbuhan lalu lintas kapal yang makin ramai dan maju. Untuk itu, di dalam perencanaan konstruksi saluran pintu air, digunakan data kapal yang diambil dari Biro Klasifikasi Indonesia dengan data – data sebagai berikut:

1. Jenis kapal : Tug Boat dengan mesin diesel
2. Bobot mati (DWT) : 20 ton
3. Bahan : Baja
4. Panjang maksimum (l) : 13,85 m
5. Lebar maksimum (w) : 4,02 m
6. *Draft* (d') : 1,62 m
7. Jarak antar kapal (e) : 2,0 m
8. Kelonggaran kapal direncanakan :
 - Kelonggaran melintang (a) = 1,0 m
 - Kelonggaran membujur (b + c) = 3,0 m
 - Kelonggaran ke bawah (d) = 1,0 m

4.1.4 Studi Kelayakan Sungai sebagai Sarana Lalu Lintas Air

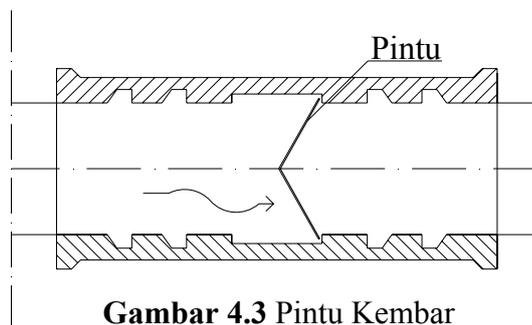
Tujuan dari studi kelayakan ini adalah untuk menentukan ruang gerak kapal dalam saluran rencana agar dapat dilalui oleh kapal secara aman dan nyaman dengan mempertimbangkan adanya pertumbuhan lalu lintas kapal di masa yang akan datang. Dalam perencanaannya, panjang saluran diperhitungkan terhadap kapasitas 2 buah kapal dengan panjang 13,85 m dan lebar 4,02 m. Di sini digunakan perencanaan untuk dapat melayani 2 kapal sekaligus. Berdasarkan survey lalu lintas kapal yang telah dilakukan, jumlah tersebut dirasa cukup ideal untuk bisa mengakomodasi pertumbuhan atau perkembangan lalu lintas pelayaran di masa mendatang.

Dengan melihat ruang gerak yang dibutuhkan oleh kapal, maka kapasitas saluran yang ada disesuaikan dengan kondisi yang dibutuhkan, baik lebar maupun kedalaman saluran. Apabila kapasitas saluran kurang mencukupi maka dapat dilakukan pekerjaan pelebaran maupun pendalaman saluran.

4.2 Pemilihan Pintu Air

4.2.1 Jenis Pintu Air

Pada perencanaan saluran pintu air ini, jenis pintu yang digunakan adalah pintu kembar (kupu tarung), karena lebar saluran (bagian gerbang) direncanakan lebih dari 6 meter. Karena pada jenis pintu air yang lainnya lebar saluran yang direncanakan tidak boleh terlampaui lebar (< 6 m). Penggunaan pintu kembar dilakukan dengan menyesuaikan lebar (dimensi) kapal yang cukup besar akibat kebutuhan atau pertimbangan lalu lintas kapal.



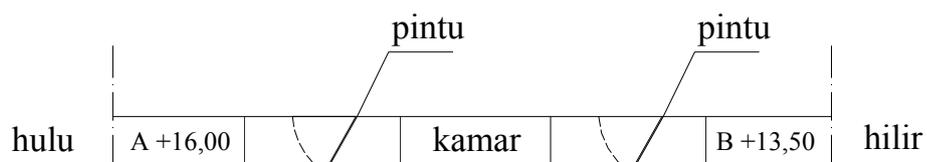
Gambar 4.3 Pintu Kembar

4.2.2 Penentuan Jumlah Pintu

Pada perencanaan pintu air ini, di lokasi perencanaan tidak ditemui adanya pengaruh pasang surut karena lokasinya cukup jauh dari muara sungai yang terletak di Laut Jawa, serta tidak ada pengaruh gelombang yang cukup tinggi, sehingga kebutuhan jumlah pintu air adalah masing-masing 1 buah di bagian hulu dan hilir saluran.

Tabel 4.3 Kebutuhan Jumlah Pintu

Saluran	Terhadap saluran	Posisi pintu terhadap saluran		Keterangan
		<	>	
Saluran A (+16,00)	Saluran B (+ 13,50)	√	-	Diperlukan satu pintu
Saluran B (+ 13,50)	Saluran A (+ 16,00)	√	-	Diperlukan satu pintu



Gambar 4.4 Pintu Air pada Daerah Tanpa Pasang Surut

4.3 Perencanaan Bentuk Bangunan

Tabel 4.4 Alternatif Perencanaan Lay Out Saluran Pintu Air dan Bentuk Konstruksi

Alternatif	Keuntungan	Kelemahan	Pilihan
A. Penempatan Saluran Pintu Air			
1). Terletak pada Bendung	<ul style="list-style-type: none"> - Pekerjaan galian dan urugan sedikit - Tidak ada pembebasan tanah 	<ul style="list-style-type: none"> - Pada pelaksanaan pekerjaan mengganggu aktifitas bendung - Ada pekerjaan pemindahan aliran sungai 	(x)
2). Di Samping / Terpisah dengan Bendung	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada pembebasan tanah (Hak Milik Balai Seluna) - Pelaksanaan pekerjaan tidak mengganggu aktifitas bendung 	<ul style="list-style-type: none"> - Pekerjaan galian dan urugan cukup besar 	(√)
B. Bentuk Konstruksi			

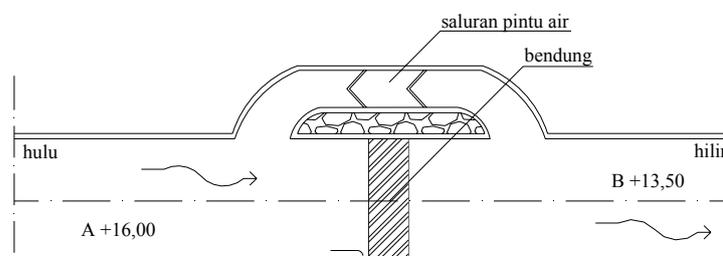
Saluran Pintu Air			
1). Penempatan Kapal Seri	<ul style="list-style-type: none"> - Lebar saluran kecil - Kapal yang masuk pertama keluar pertama 	<ul style="list-style-type: none"> - Kamar cukup panjang sehingga membutuhkan lahan yang cukup panjang - Bahaya rembesan lebih besar 	(x)
2). Penempatan Kapal Paralel dengan Pintu Masuk dam Keluar Sejajar	<ul style="list-style-type: none"> - Kamar tidak terlalu panjang 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapal yang masuk terakhir keluar pertama (kurang adil) 	(x)
3). Paralel dengan Pintu Masuk dan Keluar Tidak Sejajar	<ul style="list-style-type: none"> - Kapal masuk pertama keluar pertama 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebar saluran cukup besar sehingga membutuhkan lahan yang cukup lebar 	(√)

Sehingga dari alternatif di atas maka pemilihan saluran pintu air sebagai berikut :

Penempatan Saluran Pintu Air

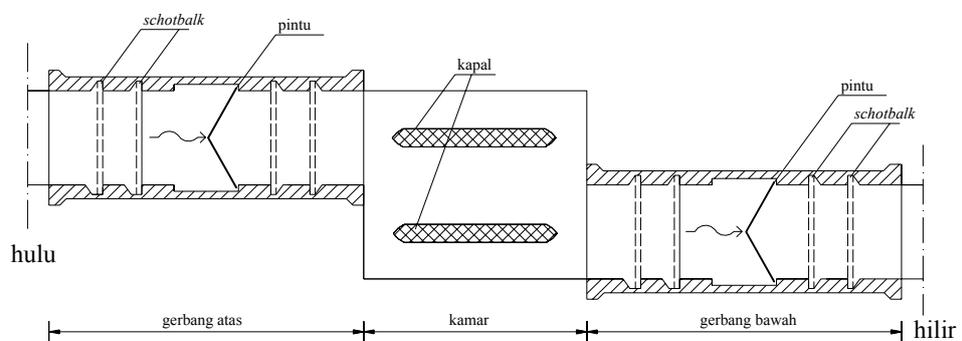
Pada perencanaan saluran pintu air ini direncanakan untuk dapat melayani 2 kapal sekaligus. Jumlah tersebut dirasa cukup ideal untuk bisa mengakomodasi pertumbuhan atau perkembangan lalu lintas pelayaran di masa mendatang.

Lokasi perencanaan saluran pintu air direncanakan terpisah dengan bendung karena masih tersedia lahan kosong pada salah satu sisi bendung, dan juga dari segi operasional dan pelaksanaan pekerjaan lebih efisien karena tidak mengganggu aktifitas bendung dan tidak ada pekerjaan pemindahan aliran sungai. Meskipun ada pekerjaan galian dan urugan dengan volume yang cukup besar.

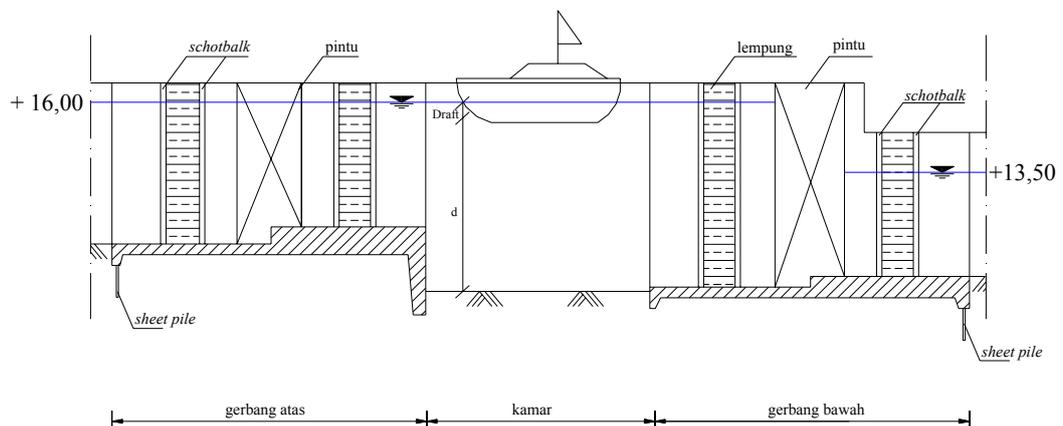


Gambar 4.5 Saluran Pintu Air Terpisah dengan Bendung
Bentuk Konstruksi Saluran Pintu Air

Dalam perencanaan saluran pintu air ini, dipilih bentuk saluran pintu air dengan kapal ditempatkan paralel dengan pintu masuk dan keluar tidak sejajar. Pemilihan bentuk ini karena pertimbangan keadilan, karena pada bentuk saluran pintu air tersebut kapal yang masuk pertama akan keluar pertama. Di samping itu di lokasi perencanaan juga masih terdapat lahan yang cukup luas. Berikut diberikan gambar makro konstruksi pintu air.



Tampak Atas



Tampak Samping

Gambar 4.6 Saluran Pintu Air dengan Kapal Ditempatkan Paralel dengan Pintu Masuk dan Keluar Tidak Seajar

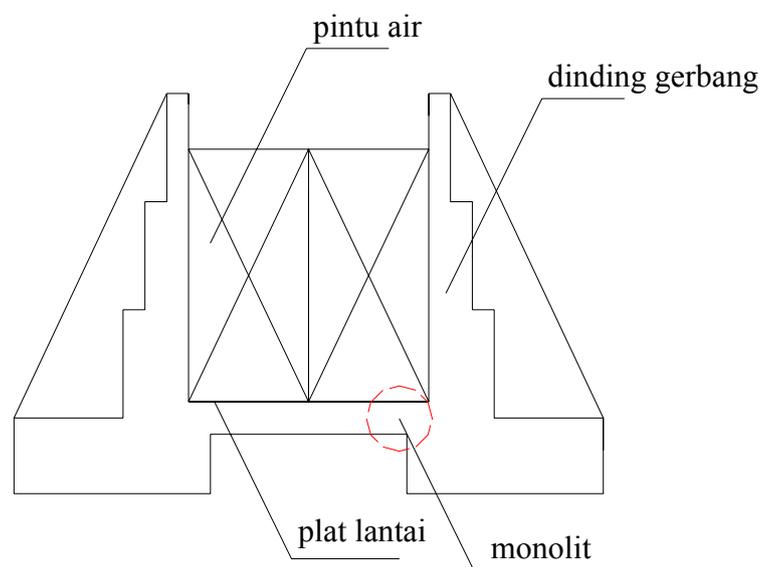
4.4 Pintu Gerbang (*Lock Gates*)

Direncanakan bangunan pintu air memakai jenis pintu gerbang kembar baja. Faktor yang menjadi pertimbangan pemilihan gerbang kembar baja dibanding pintu gerbang lainnya antara lain adalah :

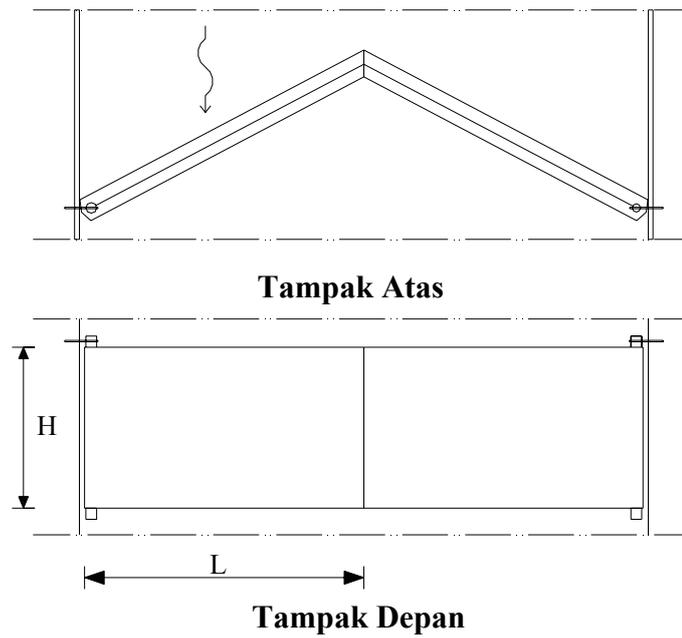
- Relatif lebih mudah dalam pengoperasiannya
- Dimensi relatif lebih kecil, sehingga ekonomis dalam bahan

Langkah-langkah perhitungan dimensi pintu gerbang kembar baja adalah sebagai berikut :

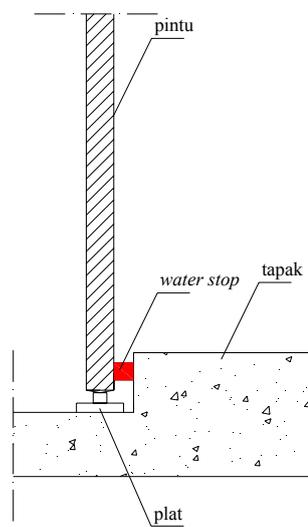
- Ukuran tinggi pintu gerbang ditentukan sesuai dengan kedalaman air, tinggi sponning dan tinggi jagaan (*freeboard*), sehingga tinggi pintu gerbang di tiap saluran berbeda karena ketinggian air yang harus ditahan oleh pintu gerbang juga berbeda.
- Lebar pintu gerbang diperhitungkan terhadap faktor lebar saluran, tebal pintu gerbang, dan sudut kemiringan pintu gerbang terhadap garis melintang tegak lurus saluran.



Gambar 4.7 Pintu Gerbang



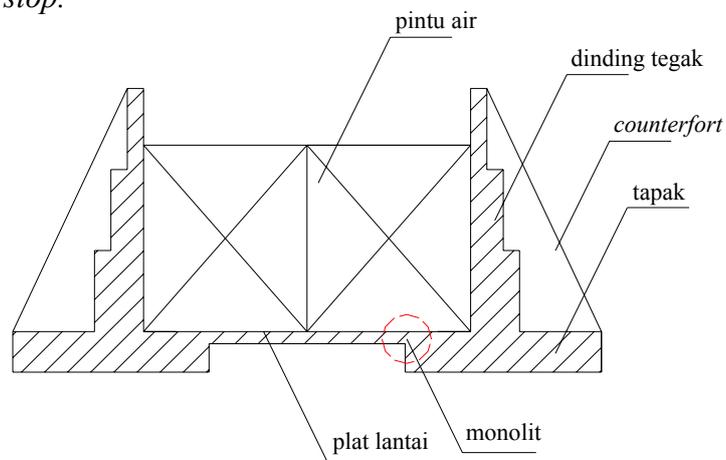
Gambar 4.8 Tampak Atas dan Depan Pintu Gerbang Kembar



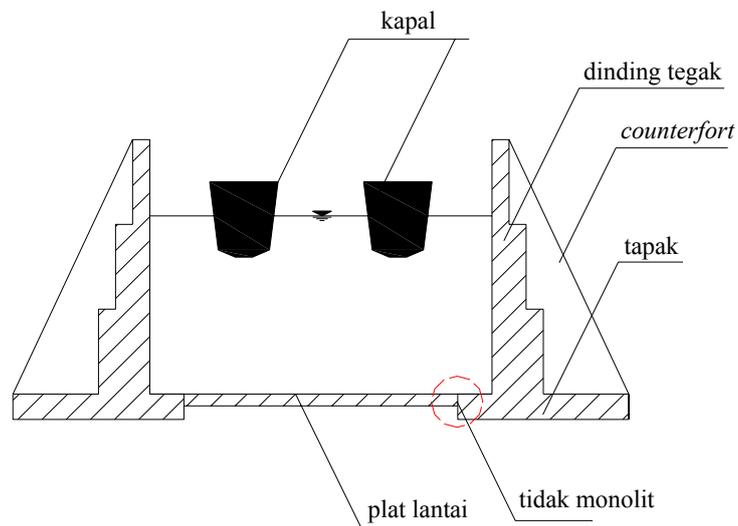
Gambar 4.9 Detail Hubungan Pintu Gerbang dengan Plat Lantai

4.5 Dinding (*Lock Walls*) dan Pelat Lantai

Perencanaan dinding pada pintu gerbang dan kamar dibuat monolit dengan pelat lantainya. Hal ini dilakukan supaya dapat menahan tekanan pada saat pintu air membuka dan menutup dan agar tidak terjadi rembesan/kebocoran pada pintu. Pada kamar menggunakan pelat lantai sehingga hubungan antara dinding dengan pelat diberi *water stop*.



Gambar 4.10 Dinding pada Bagian Gerbang



Gambar 4.11 Dinding pada Kamar dengan Pelat Lantai

Konstruksi dinding saluran pintu air direncanakan dari beton bertulang (*reinforced concrete*) dengan perkuatan belakang (*counterfort*).

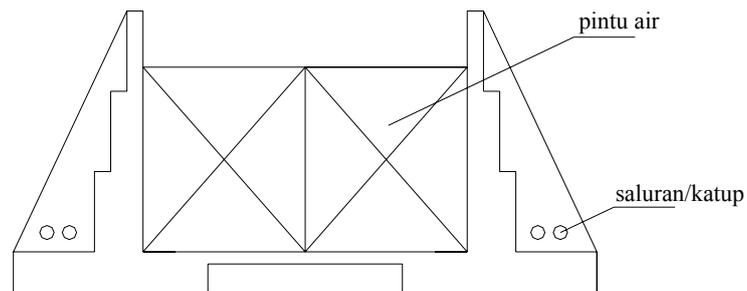
4.6 Pondasi Saluran

Pada perencanaan ini, lokasi bangunan saluran pintu air terletak di daerah Klambu, Grobogan, yang mempunyai daya dukung tanah cukup baik. Namun untuk keamanan terhadap guling yang cukup besar, maka digunakan pondasi tiang pancang yang dapat menjaga stabilitas konstruksi pada daerah ini.

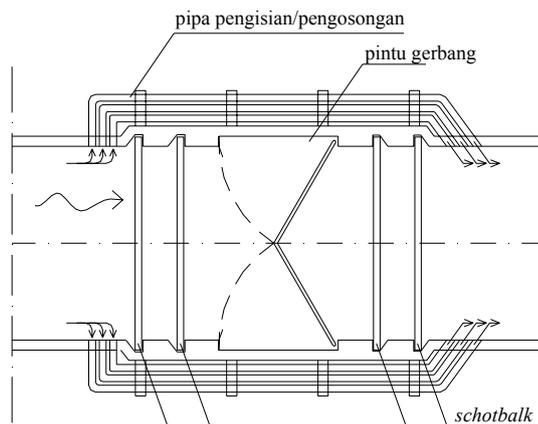
Penentuan dimensi tiang pancang didasarkan pada kondisi lapisan tanah di lokasi tanah perencanaan. Data tanah dapat dilihat di Tabel 4.1.

4.7 Pengisian dan Pengosongan Kamar

Pekerjaan pengisian atau pengosongan kamar berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan elevasi muka air dalam kamar. Pada perencanaan saluran pintu air ini direncanakan lubang saluran pengisian atau pengosongan terletak pada sisi (samping) gerbang untuk mencegah terjadinya turbulensi yang besar pada kamar sehingga tidak membahayakan kapal yang ada pada kamar.



(a)



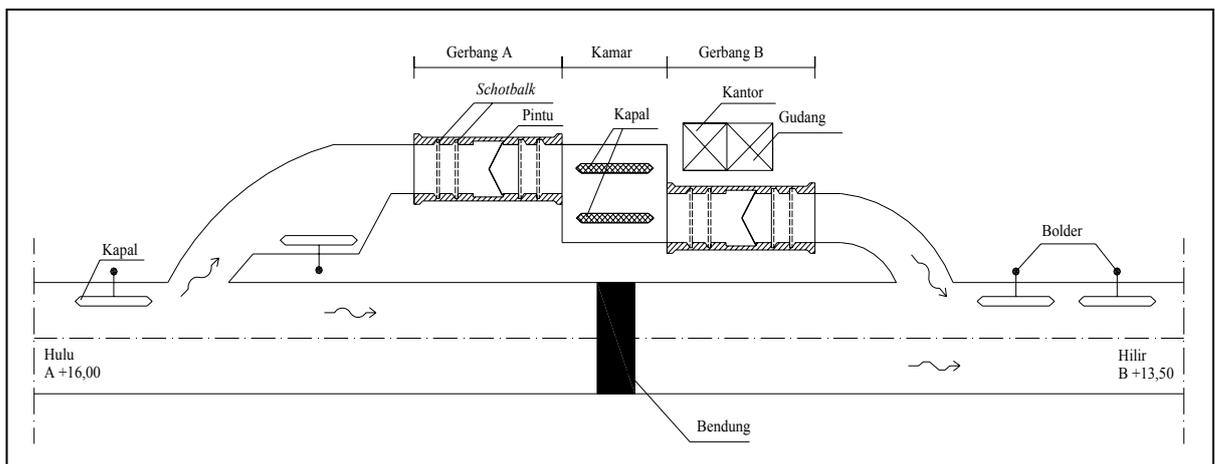
(b)

Gambar 4.12 Saluran Pengisian/Pengosongan yang Terletak pada Samping Gerbang (a) Tampak Depan; (b) Tampak Atas

Waktu pengisian dan pengosongan direncanakan 10 menit (600 detik).

4.8 Tempat Parkir, Gudang, dan Kantor Operasi

Adanya aktifitas kapal melintasi saluran pintu air, maka sangat mungkin terjadi antrian kapal. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibuat tempat parkir dengan dilengkapi fasilitas *bolder* atau penambat kapal tanpa *fender*, karena di lokasi tidak terdapat gelombang, angin, atau arus yang besar sehingga tumbukan antara kapal dengan dinding tempat berlabuh (parkir) tidak besar. Direncanakan tempat parkir berada di bagian hulu dan hilir saluran pintu air. Gudang digunakan untuk menyimpan balok *schotbalk* apabila sedang tidak digunakan, sedangkan kantor dipakai sebagai tempat mengatur dan mengawasi aktifitas di saluran pintu air. Berikut lay out tempat parkir, gudang dan kantor.



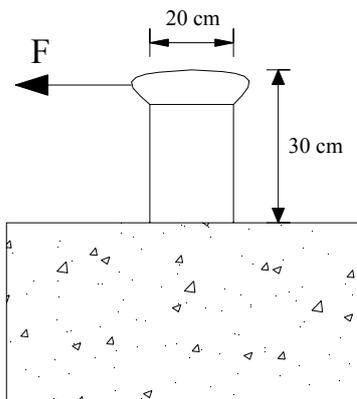
Gambar 4.13 Lay Out Tempat Parkir, Gudang dan Kantor

4.9 Bolder

Bolder digunakan untuk menambatkan kapal yang sedang parkir. *Bolder* yang digunakan pada perencanaan ini menggunakan bahan dari beton bertulang.

Bolder direncanakan dipasang dengan jarak 15 meter. Untuk kekuatan, *bolder* dipasang sebelum dilakukan pengecoran dinding atau lantai parkir. Dimensi *bolder* adalah tinggi 30 cm dengan diameter 20 cm.

Gaya yang diperhitungkan adalah gaya tarik horizontal kapal (akibat berat kapal, arus dan angin). Bobot mati (DWT) 20 ton sehingga gaya tarikan kapal (F) yang diambil 7,5 ton.



Gambar 4.14 *Bolder*