

TUGAS AKHIR

KINERJA MODIFIKASI PINTU KLEP PA-FG1

oleh:

AFRIANUR

NIM. DAB 114 022



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2020

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT atas ijin dan karunianya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada makhluk mulia yang menjadi suri tauladan hidup dan sebagai Idola pertama kehidupan Rasulullah Nabi Muhammad SAW, baik kepada keluarga beliau, sahabat beliau, saudara beliau sebagai umatnya hingga akhir zaman. Tak lupa saya ucapkan banyak terimakasih kepada :

IBU & BAPAK

Bahagiaanya diriku bisa terlahir dari orangtua hebat seperti kalian. Tidak ada yang bisa menggantikan posisi kalian sampai kapanpun. Kalian adalah anugerah terindah dalam hidupku. Kasih sayang yang kalian berikan kepadaku tulus tanpa mengharapkan balas jasa dariku. Tidak ada yang bisa kuberikan selain ucapan terimakasih yang sederhana ini. Semua kesuksesan yang ku raih sampai saat ini adalah berkat doa-doa kalian. Surgalah yang pantas untuk semua ini. Aamiin.

ADIK-ADIK & KELUARGA

Terimakasih buat adik adik ku dan juga seluruh keluargaku atas doa, semangat, motivasi, nasehat, serta kasih sayang kalian sehingga Tugas Akhir ini bisa selesai dibuat.

PEMBIMBING & PENGUJI TUGAS AKHIR

Terimakasih saya ucapkan kepada mentor Dosen Pembimbing Akademik (PA) saya bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. dan pembimbing Tugas Akhir saya bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku dosen pembimbing I saya dan bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II saya. Dan saya ucapkan terimakasih banyak kepada bapak Raden Haryo Saputra, M.T. bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. dan Ibu Nomeritae, S.T., M. Eng., Ph.D. yang sudah berkenan menjadi penguji Tugas Akhir saya.

SAHABAT & TEMAN-TEMAN

Terimakasih banyak sahabat seperjuanganku yang telah membantu dan kebersamai perjuangan sampai Tugas Akhir ini, lagi dan lagi bisa terselesaikan dengan baik. Meskipun kalian tau dan juga kebersamai perjuangan saya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, banyak sekali kegagalan yang menjadi cobaan kehidupan tentunya datang dari Allah SWT untuk melatih kesabaran atas proses yang telah dilalui. Ucapan ini mewakili untuk kawan seperjuangan baik itu kawan dari Teknik Sipil-14, kawan tugas, kawan Ngopi, kawan Travelling, kawan Per-TA_an, dan kawan bermain.

Terimakasih juga kepada saudaraku lembaga dakwah kampus yang juga saling mendoakan dalam jalan kemudahan terselesaikannya Tugas Akhir ini.

STAF TATA USAHA & JURUSAN

Terimakasih banyak saya ucapkan kepada Ibu dan Bapak terutama Bu Yunita dan Pak Jhon beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik sehingga proses administrasi dari awal-akhir dalam mengerjakan Tugas Akhir bisa terselesaikan dengan baik.

RINGKASAN

KINERJA MODIFIKASI PINTU KLEP PA-FG1, Afrianur, DAB 114 022, Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pintu klep telah banyak digunakan di Indonesia terutama pada jaringan irigasi pasang surut. Penggunaan pintu air di jaringan irigasi pasang surut ada yang menggunakan pintu air otomatis dalam pengoperasiannya. Beberapa pintu air otomatis yang telah dikembangkan antara lain pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring. Pengujian pintu klep dilakukan di Laboratorium Hidraulika dengan membuat pemodelan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring dan pintu klep modifikasi yang telah dilakukan modifikasi terhadap bentuk daun pintu. Pengujian ini bertujuan: (i) mengetahui pengaruh beda tinggi muka air terhadap tinggi bukaan pintu; (ii) mengetahui pengaruh selisih gaya hidrostatis terhadap sudut bukaan pintu.

Pengujian dilakukan dengan dua tahapan yaitu pengumpulan data dan analisis data. Pengumpulan data dilakukan dengan tahapan: (i) desain model pintu klep, (ii) persiapan alat dan bahan, (iii) pembuatan model pintu klep, (iv) uji coba model pintu air.

Hasil analisis menunjukkan: (i) Beda tinggi muka air berpengaruh terhadap tinggi bukaan pintu, semakin besar beda tinggi muka air maka tinggi bukaan pintu klep akan semakin tinggi dan sebaliknya. Gradien perubahan beda tinggi muka air terhadap tinggi bukaan pintu yang paling besar, baik dalam kondisi tanpa terisi air dan dalam kondisi terisi air terjadi pada pintu klep *frame* miring; (ii) Selisih gaya yang bekerja pada pintu berpengaruh terhadap sudut bukaan pintu. Gradien perubahan selisih gaya hidrostatis terhadap sudut bukaan pintu yang paling besar, baik dalam kondisi tanpa terisi air dan dalam kondisi terisi air terjadi pada pintu klep modifikasi *frame* miring.

Kata Kunci : Beda Tinggi Muka Air, Tinggi Bukaan Pintu, Selisih Gaya Hidrostatis, Sudut Bukaan Pintu

SUMMARY

THE PERFORMANCE OF THE MODIFICATION OF FLAPGATE PA-FG1, Afrianur, DAB 114 022, Department/Civil Engineering Courses, Faculty of Engineering Palangka Raya University.

Flapgate have been widely used in Indonesia, especially in tidal irrigation networks. The use of flapgate in the tidal irrigation network uses automatic flapgate in its operation. Some automatic flapgate that have been developed include the valve door type PA-FG1 frame straight and the flapgate type PA-FG1 frame tilted. The flapgate testing was carried out in the Hydraulic Laboratory by modeling the PA-FG1 frame flapgate frame straight, the PA-FG1 frame flapgate tilted and the modification flapgate that had been modified to the shape of the flapgate leaf. This test aims: (i) to determine the effect of different water levels on the height of the flapgate opening; (ii) determine the effect of the difference in hydrostatic forces on the flapgate opening angle.

The tests are carried out in stages: (i) design of flapgate models, (ii) preparation of tools and materials, (iii) manufacture of flapgate models, (iv) testing of flapgate models.

The analysis shows: (i) The difference in water level affects the height of the flapgate opening, the greater the difference in water level, the higher the flapgate opening and vice versa. Gradient changes in the difference in water level to the highest height of the flapgate opening, both in conditions without being filled with water and in conditions filled with water, occur on the flapgate frame tilted; (ii) The difference in the force acting on the flapgate affects the angle of the flapgate opening. Gradient changes in the difference between the hydrostatic forces to the flapgate opening angle are greatest, both in conditions without being filled with water and in conditions filled with water occurring at the flapgate frame modification.

Keywords: Difference in Water Surface Height, Flapgate Opening Height, Difference in Hydrostatic Force, Flapgate Opening Angle.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir yang berjudul **“KINERJA MODIFIKASI PINTU KLEP PA-FG1”** dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya .
2. Ibu Frieda, S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.T.P., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Bidang Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Bapak Dwi Anung Nindito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

10. Bapak Raden Haryo Saputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
11. Bapak Ir.Hendro Suyanto, M.T. selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
12. Ibu Nomeritae, S.T., M. Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.
13. Seluruh Dosen Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2014 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Tugas Akhir ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan masa yang akan datang, Terima Kasih.

Palangka Raya, Februari 2020

Afrianur

NIM. DAB 114 022

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	5
2.2 Pintu Air Pasang Surut Menurut Pengoperasiannya	5
2.3 Pintu Air Berdasarkan Bentuknya.....	6
2.4 Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	8
2.4.1 Komponen Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	9
2.4.2 Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	9

2.5	Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	10
2.5.1	Komponen Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	11
2.5.2	Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....	12
2.6	Prinsip Kerja Pintu Klep.....	13
2.7	Tekanan Hidrostatik.....	16
2.8	Gaya Hidrostatik Pada Pintu Air Otomatis.....	17
2.9	Penelitian Terdahulu.....	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Tempat Penelitian.....	22
3.2	Jenis Data.....	22
3.3	Teknik Pengumpulan Data	22
3.3.1	Desain Pintu Klep.....	22
3.3.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	29
3.3.3	Pembuatan Model Pintu Klep.....	30
3.4	Instrumentasi dan Parameter Pengukuran	32
3.5	Peralatan dan Perlengkapan Penelitian.....	33
3.6	Uji Coba Model Pintu.....	34
3.7	Analisis Data	36
3.8	Tahapan Penelitian	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pintu Klep Modifikasi	39
4.1.1	Komponen Pintu Klep Modifikasi.....	39

4.2	Perakitan Pintu Klep.....	43
4.2.1	Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus.....	43
4.2.2	Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	43
4.2.3	Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....	44
4.2.4	Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....	45
4.2.5	Pintu Klep Modifikasi	45
4.2.6	Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....	46
4.3	Kode <i>Running</i> dan Titik Pengukuran	47
4.4	Hasil <i>Running</i> dan Analisis	48
4.4.1	Beda Tinggi Muka Air dan Tinggi Bukaan Pintu	49
4.4.2	Tekanan Hidrostatik dan Gaya Hidrostatik	57
4.4.3	Selisih Gaya Hidrostatik dan Sudut Bukaan Pintu	63

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Penelitian Pintu Air yang Pernah Dilakukan.....20
Tabel 3.1	Komponen Pintu Klep tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus.....24
Tabel 3.2	Komponen Pintu Klep tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....25
Tabel 3.3	Komponen Pintu Klep Modifikasi.....27
Tabel 3.4	Perbandingan Komponen dari 3 Model Pintu Klep29
Tabel 3.5	Alat dan Bahan Penelitian30
Tabel 3.6	Formulir Pengambilan <i>Running</i> Pengujian33
Tabel 4.1	Data Kedalaman dan Sudut Bukaannya Pintu Hasil <i>Running</i> Model Pintu Klep Tanpa Terisi Air50
Tabel 4.2	Data Kedalaman dan Sudut Bukaannya Pintu Hasil <i>Running</i> Model Pintu Klep Terisi Air54
Tabel 4.3	Perhitungan Tekanan Hidrostatik, Gaya Hidrostatik Tanpa Air58
Tabel 4.4	Perhitungan Tekanan Hidrostatik, Gaya Hidrostatik Terisi Air59
Tabel 4.5	Data Hubungan Selisih Gaya Hidrostatik (F) terhadap Sudut Bukaannya Pintu (α).....64

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
MAT	: Muka air tinggi	m
MAR	: Muka air rata-rata	m
MATR	: Muka air rendah	m
HSL	: Muka air tertinggi dalam saluran	m
V_f	: volume benda yang tercelup dalam zat cair	(m^3)
g	: percepatan gravitasi	(m/s^2)
Q	: debit aliran yang melalui pintu	(m^3/s)
F	: Gaya	N
A	: luas bidang tekan	m^2
P	: tekanan hidrostatik	N/m^2 atau Pascal
ρ	: massa jenis zat cair	kg/m^3
g	: percepatan gravitasi	$9,8m/s^2$
h	: kedalaman dari permukaan zat cair	m
F_1	: Gaya horizontal aliran sebelum pintu air.	N
F_2	: Gaya horizontal aliran setelah pintu air	N
F_3	: Gaya reaksi dari pintu terhadap aliran.	N
Y_1	: kedalaman hulu aliran	m
Y_2	: kedalaman hilir aliran	m
h_1	: Tinggi muka air di hilir	m
h_2	: Tinggi muka air di hulu	m
h_{o1}	: Kedalaman air di hilir	m
h_{o2}	: Kedalaman air di hulu	m

h	: Selisih tinggi muka air	m
y_{o1}	: Letak tekanan air di hilir	m
y_{o2}	: Letak tekanan air di hulu	m
y_{p1}	: Letak pusat tekanan di hilir	m
y_{p2}	: Letak pusat tekanan di hulu	m
W	: Berat pintu	kg
α	: Sudut kemiringan	
S	: Sendi	
b	: Lebar pintu air	m
h	: Tinggi pintu air	m
I_o	: Momen Inersia	m^4
Y_o	: Pusat Berat	m

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pintu Air Radial.....	7
Gambar 2.2 Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	8
Gambar 2.3 Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	11
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Pintu Klep Membuka	14
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Pintu Klep Menutup	14
Gambar 2.6 Diagram Pintu Air Otomatis.....	15
Gambar 2.7 Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Pintu Air	17
Gambar 3.1 Model Pintu Klep tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus.....	23
Gambar 3.2 Model Pintu Klep tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	25
Gambar 3.3 Model Pintu Klep Modifikasi.....	27
Gambar 3.4 Denah <i>Flume</i> Prismatik	35
Gambar 3.5 Potongan A-A.....	35
Gambar 3.6 Detail A-A	36
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Pintu Klep Sebelum dicat	39
Gambar 4.2 Pintu Klep Modifikasi	40
Gambar 4.3 <i>Frame</i> Pintu Klep Modifikasi.....	40
Gambar 4.4 Daun Pintu Klep Modifikasi.....	41
Gambar 4.5 Engsel Pintu Klep	41
Gambar 4.6 Dudukan Pintu Klep	42
Gambar 4.7 Pembentuk Kemiringan	43

Gambar 4.8	Hasil Perakitan Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	43
Gambar 4.9	Hasil Perakitan Pintu Klep Tipe PA-FG1 <i>Frame</i> Miring.....	44
Gambar 4.10	Hasil Perakitan Pintu Klep Modifikasi.....	46
Gambar 4.11	Titik Pengukuran pada <i>Flume</i> Prismatik	48
Gambar 4.12	Grafik Profil Aliran Pintu Klep PA-FG1 FL Tanpa Air.....	51
Gambar 4.13	Grafik Profil Aliran Pintu Klep Modifikasi FM Tanpa Air	51
Gambar 4.14	Grafik Profil Aliran Pintu Klep Modifikasi FL Tanpa Air.....	52
Gambar 4.15	Grafik Profil Aliran Pintu Klep PA-FG1 FM Tanpa Air	52
Gambar 4.16	Hubungan Beda Tinggi Muka Air terhadap Tinggi Bukaannya Pintu Tanpa Terisi Air	53
Gambar 4.17	Grafik Profil Aliran Pintu Klep PA-FG1 FL Terisi Air	55
Gambar 4.18	Grafik Profil Aliran Pintu Klep Modifikasi FM Terisi Air	55
Gambar 4.19	Grafik Profil Aliran Pintu Klep Modifikasi FL Terisi Air	56
Gambar 4.20	Grafik Profil Aliran Pintu Klep PA-FG1 FM Terisi Air	56
Gambar 4.21	Hubungan Beda Tinggi Muka Air terhadap Tinggi Bukaannya Pintu Terisi Air	57
Gambar 4.22	Diagram Gaya yang Diterima Saat Daun Pintu Terbuka	63
Gambar 4.23	Diagram Gaya yang Diterima Saat Daun Pintu Tertutup.....	63
Gambar 4.24	Grafik Hubungan Selisih Gaya Hidrostatik terhadap Sudut Bukaannya Pintu Kondisi Tanpa Terisi Air	65
Gambar 4.24	Grafik Hubungan Selisih Gaya Hidrostatik terhadap Sudut Bukaannya Pintu Kondisi Tanpa Terisi Air	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Penelitian

Lampiran 2 : Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pintu klep telah banyak digunakan di Indonesia terutama pada jaringan irigasi pasang surut. Penggunaan pintu air pada jaringan irigasi dimaksudkan untuk mengatur debit. Secara umum pengoperasian pintu air di jaringan irigasi pasang surut menggunakan pintu air manual dan otomatis. Pada prinsipnya pintu air adalah wadah yang dilewati untuk tempat masuknya air irigasi sebagaimana ketika air sudah masuk secara maksimal sesuai kebutuhan tata kebutuhan saluran irigasi, maka pintu air akan kembali ditutup agar air yang masuk tidak keluar kembali dan bisa digunakan untuk mengalir daerah irigasi. Pintu air di Indonesia mempunyai banyak macamnya sesuai manfaat yang berbeda pula. Pintu air secara umum dibuat di Indonesia kebanyakan pintu air yang bisa dimanfaatkan secara manual, secara prinsip kerjanya menggunakan tenaga manusia untuk mengoperasikannya. Selain itu ada juga pintu air otomatis, secara prinsip kerjanya memanfaatkan proses pasang surut air laut. Pintu akan membuka otomatis apabila kondisi air saat pasang dan akan kembali menutup secara otomatis apabila terjadinya surut. Salah satu pintu pasang surut yang telah dikembangkan secara otomatis adalah pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring. Pintu air tipe ini merupakan salah satu pilihan terbaik untuk digunakan pada saluran irigasi dengan memanfaatkan kondisi pasang surut air. Dimana proses terjadinya buka dan tutup pintu air terjadi akibat pasang surut air laut. Ketika terjadinya air pasang maka daun pintu akan membuka searah aliran sehingga air dapat masuk kedalam saluran irigasi

dan ketika air sudah mau mengalami surut air akan kembali berputar ke arah daun pintu yang secara otomatis daun pintu akan menutup sehingga air dalam saluran tetap tertahan dan dapat digunakan tanpa menunggu air pasang lagi. Padahal awalnya pengembangan pada daerah irigasi dalam pengaturan distribusi pengairan aliran irigasi hanya menggunakan pemanfaatan pintu air manual saja. Misalkan berupa pintu air sorong dan pintu air manual lainnya. Karena perkembangan zaman dan juga terdapat banyak berbagai keterbatasan dalam pengoperasian pintu air secara manual maka dimanfaatkanlah proses kerja pintu dengan memanfaatkan pasang surut air yang dilakukan secara otomatis.

Pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep PA-FG1 *frame* miring telah menjadi alternatif yang digunakan para petani dalam mengatasi kurangnya air irigasi. Kendala yang sering terjadi di masyarakat pada umumnya pengoperasian pintu air hanya dilakukan secara manual. Padahal proses terjadinya pasang surut terjadi setiap harinya dengan perubahan waktu yang berbeda-beda. Begitupun kondisi sekarang ini cuaca tidak dapat ditebak. Dimana hujan dan badai angin sering datang dengan cepat dan bersamaan. Serta hujan yang terjadi di hulu yang mengakibatkan aliran air yang besar.

Sangatlah penting adanya alat yang dapat membuka, mengatur dan menutup aliran air pada saluran irigasi yang dapat bekerja sewaktu-waktu dengan cepat dengan gerakan membuka dan menutup sendiri secara otomatis. Selain itu, tentu harus adanya modifikasi terhadap pintu air otomatis yang pada prinsipnya dapat digunakan multifungsi secara bersamaan dalam 1 alat yang direncanakan. Selain juga sebagai upaya menghemat proses produksi tapi juga sebagai salah satu inovasi

pembaharuan atau modifikasi yang patut untuk dicoba diteliti. Apakah dengan modifikasi yang dibuat ini akan memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja pintu dari modifikasi kedua model pintu klep dari tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep dari tipe PA-FG1 *frame* miring.

Namun, sejauh mana kinerja pintu tersebut bekerja, barangkali perlu diteliti lebih lanjut terkait pengaruh beda tinggi muka air di hulu dan di hilir pintu terhadap tinggi bukaan pintu. Maka perlu dilakukan modifikasi bentuk *flap* pintu terhadap 2 pintu klep, yaitu pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan pokok permasalahan, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh beda tinggi muka air di hulu dan di hilir pintu terhadap tinggi bukaan pintu?
2. Bagaimana pengaruh selisih gaya hidrostatis terhadap sudut bukaan pintu?

1.3 Batasan masalah

1. Hanya melakukan pengujian pada pintu air yang telah direncanakan sesuai jenis tipe yang dibuat dan tidak akan diujikan di lapangan.
2. Tidak memperhitungkan kekuatan struktur dari model pintu air yang direncanakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penyusunan tugas akhir ini secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh beda tinggi muka air terhadap tinggi bukaan pintu terhadap pintu klep modifikasi, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring.
2. Mengetahui pengaruh selisih gaya hidrostatis terhadap sudut bukaan pintu.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi tambahan dalam pengembangan teknologi pintu air pada jaringan irigasi pasang surut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pintu air adalah katup penutup yang mengeluarkan air hanya dalam satu arah, mempengaruhi konektivitas dengan membuka dan menutup setiap siklus pasang surut. Ketika terjadinya pasang maka katub akan membuka searah aliran sehingga air dapat masuk kedalam saluran irigasi dan ketika air sudah mau mengalami surut dan air kembali arah pintu katub akan secara otomatis akan menutup kembali sehingga air dalam saluran irigasi masih bisa digunakan tanpa menunggu air pasang lagi (Wright, 2014).

Pintu air merupakan bangunan memotong tanggul sungai yang berfungsi sebagai pengatur aliran air untuk pembangunan (*drainase*), penyadapan, dan pengatur lalu lintas air. Pintu air sebagai penyadap berfungsi untuk mengatur besarnya debit air yang dialirkan ke dalam sistem saluran air, sehingga pintunya dapat diatur sesuai dengan debit yang diinginkan, sebagai pengatur lalu lintas air, pintu air selalu dibuka dan di tutup secara periodik sebagai lalu lintas pelayaran kapal-kapal (Sosrodarsono, 1994).

2.2 Pintu Air Pasang Surut Menurut Pengoperasiannya

Menurut Sosrodarsono (1994), ada beberapa pintu air pasang surut berdasarkan pengoperasiannya, yaitu :

1. Pintu Air Manual

Penggunaan pintu air secara manual sering kita jumpai pada pengaturan irigasi pada persawahan dan aliran dengan tekanan kecil. Pintu air manual ini

masih memerlukan tenaga manusia untuk mengatur aliran air dengan menutup dan membuka pintu air ini.

2. Pintu Air Semi Otomatis

Penggunaan pintu air semi otomatis banyak digunakan pada bendungan yang bertekanan tinggi.

3. Pintu Air Otomatis

Digunakan untuk pengendalian banjir pada bangunan pelimpah pada suatu bendungan bertekanan tinggi yang bekerja apabila debit air melebihi batas tertentu akan membuka sendiri secara otomatis.

Buka tutup pintu air otomatis merupakan bangunan beserta instalasi yang berfungsi membuka, mengatur dan menutup aliran air yang masuk kedalam bendungan atau waduk, berdasarkan level ketinggian air pada hulu bendungan. Dengan melihat kondisi sekarang ini cuaca tidak dapat ditebak. Dimana hujan dan badai angin sering datang dengan cepat dan bersamaan. Serta hujan yang terjadi di hulu, yang mengakibatkan aliran air pada bendungan yang dapat bekerja sewaktu-waktu dengan cepat dengan gerakan membuka, mengatur dan menutup sendiri secara otomatis. Sangatlah tepat jika menggunakan buka-tutup pintu air otomatis.

2.3 Pintu Air Berdasarkan Bentuknya

Menurut Soedibyo (1993), pembagian tipe pintu air berdasarkan bentuknya, yaitu :

1. Pintu air geser (*sliding gate*)

Bentuknya sangat sederhana, untuk membuka daun pintu dilakukan dengan

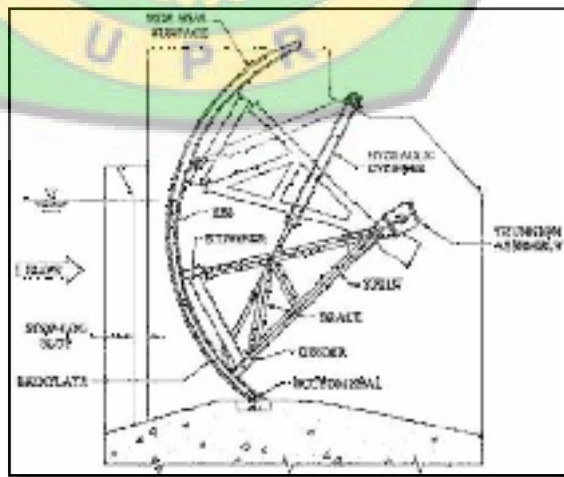
menggeser ke atas sedangkan untuk menutup dengan menggeser ke bawah. Posisi tertutup terdapat pada waktu daun pintu terdapat di bawah, pintu tersebut banyak digunakan untuk bangunan pengambilan dengan debit air kecil.

2. Pintu air dengan roda (*roller gate*)

Berbentuk empat persegi panjang dan dibantu dengan beberapa roda agar mudah untuk membuka dan menutupnya, sehingga banyak digunakan untuk debit air geser. Pintu air tipe ini banyak digunakan untuk bangunan pengambilan dan pengatur aliran air sungai disebelah hilir waduk atau waduk alam agar debit airnya tidak banyak berubah.

3. Pintu air radial (*radial gate*).

Berbentuk lengkung yang berputar pada titik pusatnya, sehingga banyak digunakan untuk bangunan pelimpah. Gambar pintu air radial dapat dilihat pada Gambar 2.1



Sumber : Wright, 2014

Gambar 2.1 Pintu Air Radial

4. Pintu air papan *flash* (*flash board gate*)

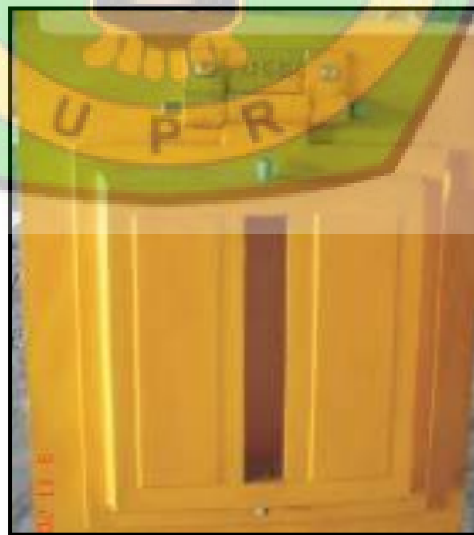
Berbentuk papan yang ditahan engsel dengan kabel, sehingga pada waktu menutup, kedudukan pintu miring ke atas dan waktu terbuka kedudukan pintu miring ke bawah. Tipe pintu ini digunakan untuk bangunan pengambilan.

5. Pintu air *flap* (*flap gate*)

Berbentuk papan dengan engsel yang ditahan kabel, dengan menarik kabel, daun pintu dapat dibuka. Tipe ini banyak digunakan untuk bangunan pengambilan dan untuk pintu pelayaran sungai.

2.4 Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

Pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus merupakan pintu air otomatis yang menggunakan pemanfaatan pasang surut air laut. Pintu air ini akan membuka ketika terjadinya pasang dan akan menutup ketika telah terjadinya surut. Pada daun pintu menggunakan 2 *flap* pintu.



Sumber : Sabur, dkk., 1995

Gambar 2.2 Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

2.4.1 Komponen Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

Menurut Sabur (1995), bagian – bagian yang penting dari pintu klep antara lain :

1. Bangunan Pintu

Satu kesatuan bagian utama yang menjadi penyusun pintu klep tersebut.

2. Kerangka Pintu

Adalah kerangka/bingkai dari pintu klep tersebut, yang mana kerangka ini sifatnya sebagai tempat masuk air, dimana pada bagiannya berlubang berbentuk persegi.

3. Daun pintu (*gate leaf*).

Adalah bagian pintu air yang menahan tekanan air dan dapat digerakkan untuk membuka, mengatur dan menutup aliran air.

4. Engsel

Kegunaannya sangat diperlukan sebagai penghubung antara kerangka pintu dan daun pintu, dengan kinerja membuka dan menutup.

5. Dudukan Pintu

Sebagai alas tempat pintu saat digunakan dilapangan.

2.4.2 Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

Menurut Sabur (1995), spesifikasi pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, yakni:

1. Bahan

- a. Daun pintu klep : Fiber resin
- b. Engsel daun pintu : Plat/Logam

- c. Sistem kedap air pintu : Karet tebal 1-2 cm
 - d. Stop kran pengatur berat : PVC
2. Ukuran
- a. Lubang *frame* pintu klep : 60 x 60
 - b. *Frame* daun pintu segi-4 : 100 x 120 x 3 cm
 - c. Daun pintu klep segi-4 : 80 x 80 x 10 cm
 - d. Lebarflens daun pintu : 10 cm
 - e. Engsel pintu klep : 30 cm, d = 5 cm
3. Berat
- a. Daun pintu (kosong) : 9 kg
 - b. Daun pintu terisi air : 35 kg
 - c. Berat jenis pintu : 1-1,5 ton/m³
4. Data Hidraulik
- a. Min. *head* (Berat Jenis = 0,5) : 2 cm
 - b. Maks. *head* (Berat Jenis = 0,5): 8 cm
5. Kekuatan
- a. Kuat tekan terhadap air : Ketebalan 3 mm = 3,4 kg/cm²

2.5 Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Miring

Pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring merupakan pintu air otomatis yang menggunakan pemanfaatan pasang surut air laut, cara kerja pintu air ini akan membuka ketika terjadinya pasang dan akan menutup ketika telah terjadinya surut. Perbedaan dengan tipe sebelumnya terletak pada kerangka/bingkai pintu

yang ditambahkan plat besi untuk pembentuk kemiringan pada daun pintu, maka disebutlah tipe *frame* miring.



Sumber : Sabur, dkk., 1995

Gambar 2.3 Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Miring

2.5.1 Komponen Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Miring

Menurut Sabur (1995), bagian – bagian yang penting dari pintu air antara lain :

1. Bangunan Pintu

Satu kesatuan bagian utama yang menjadi penyusun pintu klep tersebut.

2. Kerangka Pintu

Perbedaan terletak pada kerangka pintu, sehingga terjadi penambahan sirip pada lorong masuknya air pada kerangka pintu, dan juga sebagai pembentuk kemiringan pada pintu.

3. Daun pintu (*gate leaf*).

Adalah bagian pintu air yang menahan tekanan air dan dapat digerakkan untuk

membuka, mengatur dan menutup aliran air.

4. Engsel

Kegunaannya sangat diperlukan sebagai penghubung antara kerangka pintu dan daun pintu, dengan kinerja membuka dan menutup.

5. Dudukan Pintu

Sebagai alas tempat pintu saat digunakan dilapangan.

2.5.2 Spesifikasi Pintu Klep Tipe PA-FG1 *Frame* Miring

Menurut Sabur (1995), spesifikasi di pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring, yakni:

1. Bahan

- a. Daun pintu klep : Fiber resin
- b. Engsel daun pintu : Plat/Logam
- c. Sistem kedap air pintu : Karet tebal 1-2 cm
- d. Stop kran pengatur berat : PVC

2. Ukuran

- a. Lubang *frame* pintu klep : 60 x 60
- b. *Frame* daun pintu segi-4 : 100 x 120 x 10 x 3 cm
- c. Daun pintu klep segi-4 : 80 x 80 x 10 cm
- d. Kemiringan *frame* : 10°
- e. Lebarflens daun pintu : 10 cm
- f. Engsel pintu klep : 30 cm, d = 5 cm

3. Berat

- a. Daun pintu (kosong) : 9 kg

- b. Daun pintu terisi air :35 kg
 - c. Berat jenis pintu :1-1,5 ton/m³
4. Data Hidraulik
- a. Min. *head* (Berat Jenis = 0,5) : 2 cm
 - b. Maks. *head* (Berat Jenis = 0,5): 8 cm
5. Kekuatan
- a. Kuat tekan terhadap air : Ketebalan 3 mm = 3,4 kg/cm²

2.6 Prinsip Kerja Pintu Klep

Prinsip kerja dari pintu klep tersebut pada dasarnya pada perioda AB dapat membuka dan menutup secara otomatis karena muka air di hulu pintu lebih tinggi dari muka air di hilir pintu, tetapi hal ini tidak akan terjadi tepat pada titik A, disebabkan adanya gesekan pada pintu dan besarnya komponen berat sendiri dari pintu. Pintu klep akan menutup secara otomatis pada titik B, pada saat air di hilir pintu lebih tinggi dari muka air di hulu pintu. Pengoperasian pintu ini dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan tinggi tekan yang ada. Beda tekan yang ada dibagian hulu dan hilir pintu atau menggerakkan pintu, sehingga terjadi aliran air melalui pintu. Apabila tinggi muka air di muara lebih tinggi, sehingga tinggi tekan di hilir pintu akan menyebabkan pintu akan tertutup sehingga air dibagian hilir tidak akan mengalir. Demikian pula sebaliknya, apabila tinggi muka air di bagian hulu pintu lebih tinggi, sehingga tinggi tekan di bagian hulu pintu akan lebih tinggi daripada dibagian hilir pintu yang menyebabkan pintu akan terbuka dan air dari bagian hulu pintu akan mengalir keluar. Pengoperasian pintu tersebut

dilakukan dengan menggunakan/tanpa alat bantu untuk mengatur keseimbangan pintu dengan fluktuasi muka air hulu dan hilir (Wright, 2014).

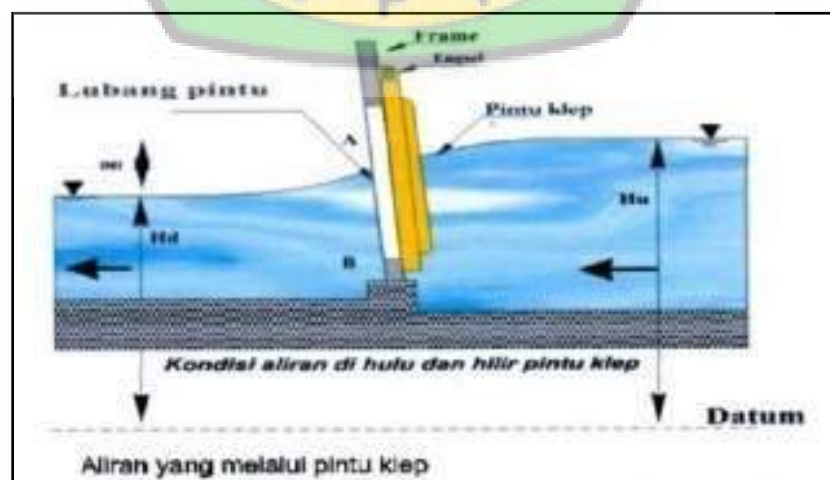
Menurut Sabur (1995), prinsip kerja pintu air pada saat membuka dan menutup dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5.



Sumber : Puslitbang Pengairan, 1995

Gambar 2.4 Prinsip Kerja Pintu Klep Membuka

Berdasarkan Gambar 2.4 dapat dijelaskan, bahwa pintu air akan membuka otomatis apabila muka air di hulu lebih tinggi dari muka air di hilir.



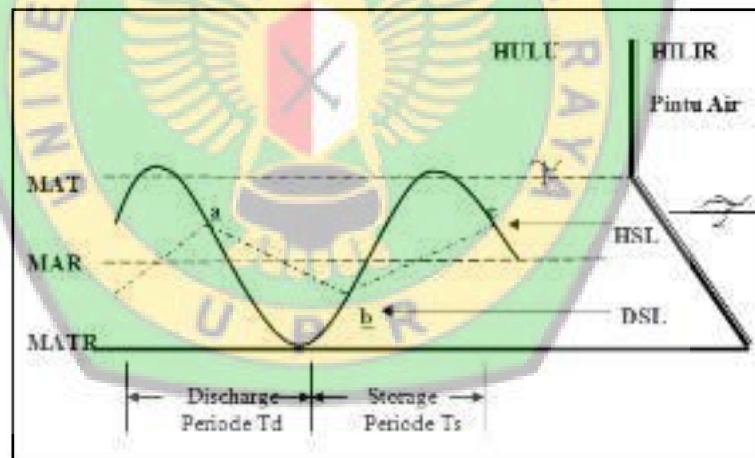
Sumber : Puslitbang Pengairan, 1995

Gambar 2.5 Prinsip Kerja Pintu Klep Menutup

Berdasarkan Gambar 2.5 dapat dijelaskan, bahwa pintu air akan menutup secara otomatis pada saat muka air di hilir lebih tinggi dari muka air di hulu.

Beda tinggi muka air di hulu dan di hilir (Δh) untuk membuka atau menutup pintu air ini sebenarnya akan didapat setelah dilakukan penelitian pada saat uji coba di Laboratorium.

Prinsip dari pintu air otomatis ini didasarkan pada banyaknya air yang dapat dikeluarkan dalam suatu periode tertentu. Batasannya adalah tinggi muka air di hulu dan di hilir. Pada bagian hulu didasarkan pada genangan air tinggi (HSL) dan tinggi muka air yang boleh ada didalam sistem tata saluran dengan yang ditentukan. Adapun diagram pintu air otomatis dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber : Wright, 2014

Gambar 2.6 Diagram Pintu Air Otomatis

dimana :

MAT : Muka air tinggi

MAR : Muka air rata-rata

MATR: Muka air rendah

HSL : Muka air tertinggi dalam saluran

DSL : Muka air terendah dalam saluran

Berdasarkan pada Gambar 2.6, titik (a) adalah titik dimana muka air di hulu dan di hilir pintu air sama tinggi. Bila tinggi muka air di sebelah hulu terus bertambah sampai keadaan air naik mencapai titik (b) maka pada saat itulah pintu air otomatis secara perlahan-lahan akan membuka dengan sendirinya, hal ini karena perbedaan tinggi muka air pada kedua belah sisi pintu air tersebut. Terbukanya pintu air tersebut akan mengakibatkan air genangan dalam saluran mengalir keluar sebagai aliran hilir. Demikian seterusnya sampai ketinggian muka air di hilir dan hulu mencapai ketinggian sama di titik (c) , pintu air akan kembali menutup bersamaan dengan turunnya air di sebelah hulu pintu air.

2.7 Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan dalam zat cair yang disebabkan oleh berat zat cair itu sendiri. Persamaan tekanan hidrostatik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (2-1)$$

dimana :

P : tekanan hidrostatik (N/m^2 atau Pascal)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

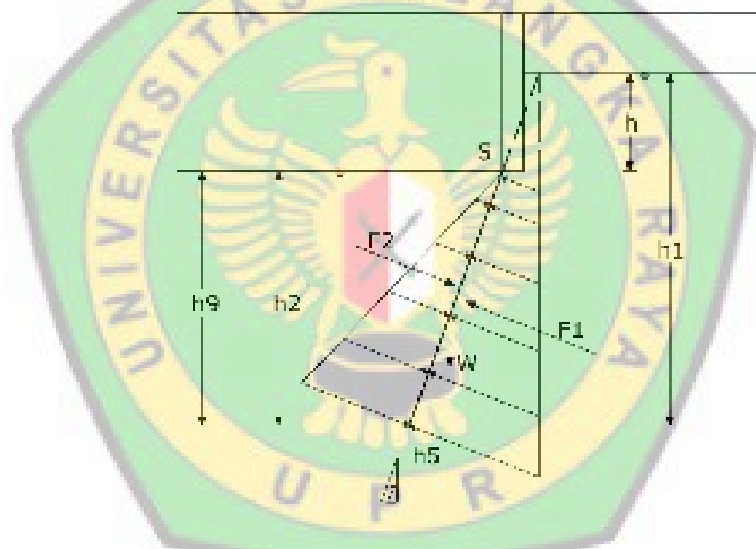
h : kedalaman dari permukaan zat cair (m)

Dengan demikian tekanan berbanding lurus dengan massa jenis zat cair dan kedalaman dari permukaan zat cair. Besarnya tekanan hidrostatik tidak

dipengaruhi oleh bentuk wadah zat cair. Hal ini dinyatakan dalam hukum utama tekanan hidrostatik yang berbunyi: Tekanan hidrostatik di setiap titik pada bidang datar di dalam zat cair sejenis yang berada dalam kesetimbangan adalah sama (Krisno, A. 2008).

2.8 Gaya Hidrostatik Pada Pintu Air Otomatis

Untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada pintu air otomatis dan memudahkan penyelesaian dalam perhitungan pintu air ini maka digunakan Gambar 2.7 sebagai berikut :



Sumber : Triatmodjo, 1992

Gambar 2.7 Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Pintu Air

dimana :

h_1 : Tinggi muka air di hilir (m)

h_2 : Tinggi muka air di hulu (m)

h_5 : Tinggi bukaan pintu (m)

h_9 : Tinggi muka air di hulu/konstan (m)

F_1 : Gaya hidrostatik di hilir (N)

F2 : Gaya hidrostatis di hulu (N)

W : Berat pintu (kg)

α : Sudut kemiringan

S : Sendi

Berdasarkan Gambar 2.7 perhitungan gaya-gaya yang bekerja dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. Luas pintu penampang pintu (A)

$$A = b \cdot h' \quad (2-2)$$

$$h_1' = \frac{h_1 - h_5}{\cos \alpha}; h_2' = \frac{h_9 - h_5}{\cos \alpha} \quad (2-3)$$

dimana :

A : Luas pintu air (m²)

b : Lebar pintu air (m)

h : Tinggi pintu air (m)

b. Pusat berat tekanan air (Y_o)

$$y_{o1} = \frac{1}{2} h_{o1} \quad (2-4)$$

$$y_{o2} = \frac{1}{2} h_{o2} \quad (2-5)$$

dimana :

y_{o1} : Letak tekanan air di hilir (m)

y_{o2} : Letak tekanan air di hulu (m)

α : Sudut kemiringan

c. Momen inersia (I_o)

$$I_o = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \quad (2-6)$$

dimana :

I_o : Momen Inersia (m^4)

B : Lebar pintu (m)

h : Tinggi pintu (m)

d. Kedalaman air di hulu dan di hilir

$$h_{o1} = \frac{h_1 - h_5}{2} \quad (2-7)$$

$$h_{o2} = \frac{h_9 - h_5}{2} \quad (2-8)$$

dimana :

h_5 : Tinggi bukaan pintu (m)

h_{o1} : Kedalaman air di hilir (m)

h_{o2} : Kedalaman air di hulu (m)

e. Gaya hidrostatik di hulu dan di hilir

$$F_1 = A \cdot \rho \cdot g \cdot h_{o1} \cdot \sin \alpha \quad (2-9)$$

$$F_2 = A \cdot \rho \cdot g \cdot h_{o2} \cdot \sin \alpha \quad (2-10)$$

dimana :

F_1 : Gaya hidrostatik di hilir (N)

F_2 : Gaya hidrostatik di hulu (N)

g : Gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

ρ : Rapat massa (1000 kg/m^3)

A : Luas pintu air (m^2)

h_{o1} : Kedalaman air di hilir (m)

h_{o2} : Kedalaman air di hulu (m)



f. Letak pusat tekanan

$$y_{p1} = y_{o1} + \frac{I_o}{A y_{o1}} \quad (2-11)$$

$$y_{p2} = y_{o2} + \frac{I_o}{A y_{o2}} \quad (2-12)$$

dimana :

y_{o1} : Letak tekanan air di hilir (m)

y_{o2} : Letak tekanan air di hulu (m)

y_{p1} : Letak pusat tekanan di hilir (m)

y_{p2} : Letak pusat tekanan di hulu (m)

I_o : Momen Inersia (m⁴)

A : Luas Pintu air (m²)

2.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian berkaitan dengan pintu air otomatis telah dilakukan oleh peneliti seperti tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Pintu Air yang Pernah Dilakukan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Parameter Uji	Hasil Analisis
1	Sabur, dkk., 1995	Eksperimen	1. Tekanan Hidrostatik Gaya yang bekerja pada pintu	1. Dengan perbedaan head ± 2 cm pintu sudah dapat beroperasi. 2. Beda head maksimal ± 8 cm.

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Peneliti	Metode Penelitian	Parameter Uji	Hasil Analisis
2	Bahri, 2012	Eksperimen	1. Operasi pintu klep	1. Apabila tinggi muka air di hulu lebih tinggi dari pada sebelah hilir maka pintu air otomatis tersebut mulai membuka dengan sendirinya, apabila muka air di hilir naik maka dengan sendirinya pintu air otomatis akan tertutup, hal ini karena perbedaan tekanan dan gaya hidrostatis di hulu dan di hilir yang bekerja.
3	Prabawati, 2016	Eksperimen	1. Operasi pintu klep	1. Pintu klep akan beroperasi membuka dan menutup apabila momen yang ditimbulkan akibat tekanan air dalam saluran pada hilir pintu (momen tahan) sama dengan besar momen yang diakibatkan oleh tekanan air pada saluran hulu pintu klep (momen buka).
4	Mali, dkk., 2017	Eksperimen	1. Hidrostatika pintu klep otomatis	1. Pintu klep akan membuka jika tekanan hidrostatis di hulu pintu lebih besar dari hilir.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrologi dan Hidraulika Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangkaraya.

3.2 Jenis Data

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa data untuk dianalisis lebih lanjut.

Adapun data yang diperlukan berupa data primer yang terdiri dari :

- a. Tinggi bukaan pintu
- b. Sudut bukaan pintu
- c. Profil aliran

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap model pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring, dan pintu klep modifikasi yang telah dilakukan modifikasi terhadap bentuk *flap* pintu dari pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring. Pengujian di saluran prismatis Laboratorium Hidraulika. Pengumpulan data dilakukan dengan tahapan: (i) desain model pintu klep; (ii) persiapan alat dan bahan; (iii) pembuatan model pintu klep; dan (iv) uji coba model pintu klep.

3.3.1 Desain Pintu Klep

Pada prinsipnya pembuatan model pintu klep modifikasi ini adalah hasil modifikasi terhadap bentuk *flap* pintu dari pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring yang telah dikombinasikan antara kedua alat ini untuk dijadikan 1 pintu dengan prinsip kerja bisa digunakan baik pada posisi

miring maupun tegak/lurus. Pada dasarnya, pembuatan desain model pintu klep ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi AutoCAD 2007. Pembuatan model pintu klep ini memperhatikan ukuran dengan flume prismatic sebagaimana nantinya untuk proses pengujian alat nanti tidak dilakukan di lapangan akan tetapi dilakukan di Laboratorium dengan menggunakan *flume* prismatic. Selain itu, desain alat dilakukan dengan membuat 2 bagian utama. Bagian pertama, membuat desain kerangka bangunan pintu dan kedua, membuat desain bangunan daun pintu. Proses desain dimaksudkan untuk memudahkan proses pembuatan alat nantinya, dan juga agar alat bisa bongkar pasang antara kerangka bangunan pintu dan daun pintu itu sendiri.

Untuk lebih rinci dalam mempermudah dalam menjelaskan maka akan di bahas lebih rinci di bagian komponen-komponen penyusun pintu air, yakni :

1. Pintu Klep tipe PA-FG1 *Frame* Lurus






Secara singkat, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus adalah model pintu *frame* lurus dengan memiliki 2 *flap*. Model pintu ini akan dibuat dengan bahan plat besi baik itu kerangka sampai pada daun pintunya.



Gambar 3.1 Model Pintu Klep tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

Adapun komponen penyusun pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus akan dijelaskan lebih rinci pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komponen Pintu Klep tipe PA-FG1 *Frame* Lurus

No	Komponen	PA-FG1 <i>Frame</i> Lurus	Keterangan
1	Bangunan Pintu		Model pintu klep terbuat dari plat besi dengan spesifikasi ; Berat <i>frame</i> = 0,875 kg Berat daun pintu = 0,625 kg Berat daun pintu terisi air = 0,945 kg
2	Kerangka Pintu		Tinggi = 40 cm Lebar = 18 cm Bahan = Plat 4 mm Lubang <i>frame</i> = 21 x 15 cm
3	Daun Pintu		Tinggi = 23 cm Lebar = 16 cm Bahan = Plat 2 mm Stop kran baut = Tempat memasukan air Terdapat 2 katub tempat memasukan air
4	Engsel		Engsel Panjang = 10 cm d = 5 mm
5	Dudukan Pintu		Panjang = 40 cm Lebar = 18 cm Bahan = Kayu Pada bagian atasnya dibuat memotong melintang sebagai pijakan model pintu.

2. Pintu Klep tipe PA-FG1 *Frame* Miring


Beda halnya dengan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring adalah model pintu *frame* miring. Perbedaan ini terlihat jelas pada kerangka pintu, dengan penambahan plat sebagai pembentuk kemiringan pada daun pintu. Model pintu ini akan dibuat dengan bahan plat besi baik itu kerangka sampai pada daun pintunya.





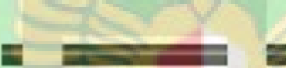

Gambar 3.2 Pintu Klep tipe PA-FG1 *Frame* Miring

Adapun komponen penyusun pintu klep tipe PA-FG1 FM akan dijelaskan lebih rinci dalam tabel berikut :

Tabel 3.2 Komponen Pintu klep tipe PA-FG1 *Frame* Miring

No	Komponen	PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	Keterangan
1	Bangunan Pintu		Model pintu klep terbuat dari plat besi dengan spesifikasi ; Berat <i>frame</i> = 1,32 kg Berat daun pintu = 0,625 kg Berat daun pintu terisi air = 0,945 kg Perbedaannya pada <i>frame</i> yang memiliki kemiringan sudut 10°

Tabel 3.2 Lanjutan

No	Komponen	PA-FG1 <i>Frame</i> Miring	Keterangan
2	Kerangka Pintu		Tinggi = 23 cm Lebar = 16 cm Bahan = Plat 2 mm Stop kran baut = Tempat memasukan air Terdapat 2 katub tempat memasukan air.
3	Daun Pintu		Tinggi = 23 cm Lebar = 16 cm Bahan = Plat 2 mm Stop kran baut = Tempat memasukan air Terdapat 2 katub tempat memasukan air.
4	Engsel		Engsel Panjang = 10 cm d = 5 mm
5	Dudukan Pintu		Panjang = 40 cm Lebar = 18 cm Bahan = Kayu Pada bagian atasnya dibuat memotong melintang sebagai pijakan model pintu.

3. Model Pintu Klep Modifikasi

Untuk model pintu modifikasi dibuat dengan mengkombinasikan kedua model pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring. Bisa dikatakan, perencanaan dari model pintu klep modifikasi ini adalah dilakukannya modifikasi terhadap bentuk *flap* pintu dengan tujuan untuk melihat perbandingan kinerja hasil modifikasi dengan kedua model



pintu klep sebelumnya. Sehingga perlu diteliti lebih lanjut terkait pengaruh beda tinggi muka air di hulu dan di hilir pintu terhadap tinggi bukaan pintu.



Gambar 3.3 Model Pintu Klep Modifikasi

Adapun komponen penyusun model pintu klep modifikasi sebagai hasil modifikasi terhadap bentuk *flap* pintu dari model pintu klep tipe PA-FG1 *frame lurus* dan pintu klep tipe PA-FG1 *frame miring* akan dijelaskan lebih rinci dalam Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Komponen Pintu Klep Modifikasi

No	Komponen	Pintu Klep Modifikasi	Keterangan
1	Bangunan Pintu		Model pintu klep terbuat dari plat besi dengan spesifikasi ; Berat <i>frame</i> = 0,875 kg Berat daun pintu = 0,6 kg Berat daun pintu terisi air = 2,15 kg
2	Kerangka Pintu		Tinggi = 40 cm Lebar = 18 cm Bahan = Plat 4 mm Lubang <i>frame</i> = 21 x 15 cm

Tabel 3.3 Lanjutan

No	Komponen	Pintu Klep Modifikasi	Keterangan
3	Daun Pintu		Tinggi = 23 cm Lebar = 16 cm Bahan = Plat 2 mm Stop kran baut = Tempat memasukan air Terdapat 1 katub tempat memasukan air dan kaca di bagian tengah daun pintu untuk mengetahui seberapa banyak air yang sudah terisi dalam daun pintu.
4	Engsel		Engsel Panjang = 10 cm d = 5 mm
5	Dudukan Pintu		Panjang = 40 cm Lebar = 18 cm Bahan = Kayu Pada bagian atasnya dibuat memotong melintang sebagai pijakan model pintu.
6	Pembentuk Kemiringan		Tinggi = 40 cm Lebar = 20 cm Bahan = Kayu Sebagai pembentuk kemiringan model pintu

Untuk mempermudah dalam membedakan komponen ke-3 model pintu klep, maka akan dijabarkan dalam tabel berikut, perbandingan komponen dari 3 model pintu klep.

Tabel 3.4 Perbandingan Komponen dari 3 Model Pintu Klep

No	Komponen	Model Modifikasi	PA-FG1 FL	PA-FG1 FM
1	Bangunan Pintu			
2	Kerangka Pintu			
3	Daun Pintu			
4	Engsel			
5	Dudukan Pintu	Menggunakan	Menggunakan	Menggunakan
6	Pembentuk Kemiringan	Menggunakan	Tidak Menggunakan	Tidak Menggunakan

3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan untuk pembuatan model pintu air PA-FG1 *frame* lurus, PA-FG1 *frame* miring dan model pintu klep modifikasi, yaitu :

Tabel 3.5 Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat	Gambar	Bahan	Gambar
1	Las Besi		Kayu	
2	Bor		Plat besi	
3	Gergaji		Cat/PYLOX	
4	Palu		Baut	
5	Mistar Ukur		Engsel	
6	Kuas		Paku	

3.3.3 Pembuatan Model Pintu Klep

Tahap pengerjaan model pintu klep menggunakan beberapa tahap pengerjaan, dengan bahan pembuatannya menggunakan plat besi dan kayu sebagai dukungan alat dan 1 sebagai pembentuk kemiringan alat.

Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada masing-masing tahap pengerjaan, sebagai berikut :

1. Pengerjaan kayu

Pengerjaan dudukan pintu dan pembentuk kemiringan pintu menggunakan bahan kayu. Setelah dilakukan perencanaan yang baik sesuai rencana, maka pengerjaan kayu akan siap dilakukan.

Langkah-langkah pembuatan :

- a. Desain alat yang mau di buat.
- b. Potong kayu sesuai ukuran yang diperlukan.
- c. Setelah kayu selesai dipotong, maka buat sesuai dengan desain yang direncanakan.
- d. Setelah selesai, maka alat siap digunakan.

Setelah pembuatan alat dudukan dan pembentuk kemiringan pintu selesai dikerjakan, kemudian pengerjaan dilakukan ke tahap berikutnya .

2. Pengerjaan kerangka pintu dan daun pintu

Setelah pengerjaan kayu selesai, maka dilanjutkan pengerjaan kerangka pintu dan daun pintu. Karena keterbatasan alat dan bahan dalam pengerjaan kerangka pintu dan daun pintu maka pekerjaannya dilakukan oleh tukang las besi. Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ini menggunakan plat besi dan engsel sebagai pembuka daun pintunya ketika pintu membuka.

Langkah-langkah pembuatan :

- a. Pertama, desain kerangka pintu dan daun pintu sesuai perencanaan.
- b. Kemudian, desain yang telah dibuat sebagai gambar untuk memudahkan dalam pembuatan alatnya.

- c. Setelah itu, desain kita berikan dan jelaskan kepada tukang las besi untuk membuat alat nantinya.
- d. Alat segera dibuat sesuai rencana pada gambar kerja.
- e. Pengerjaan kerangka pintu dan daun pintu dikerjakan 1 minggu lamanya.
- f. Setelah pengerjaan selesai, kemudian kerangka pintu dan daun pintu dipasang menjadi satu, untuk dilakukan tes uji coba kebocoran ketika air melewati model pintu.
- g. Selain itu, model pintu dilakukan pengecatan untuk tidak terjadinya korosi pada model pintu air, karena bahan yang digunakan terbuat dari besi.
- h. Kemudian, setelah proses semuanya telah selesai, maka model pintu siap untuk digunakan dan di uji coba di Laboratorium.

3.4 Instrumentasi dan Parameter Pengukuran

Pada saat pelaksanaan pengujian alat diperlukan beberapa peralatan untuk mendukung pelaksanaan pengujian dari parameter yang akan diukur, yaitu :

1. Buku tulis

Digunakan untuk mencatat hasil pengujian yang telah dilakukan.

2. Mistar ukur

Mistar berfungsi untuk mengukur kedalaman aliran di hulu dan di hilir pintu klep.

3. Busur sudut

Busur berfungsi untuk mengukur sudut bukaan pintu klep.

4. *Stopwatch*

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur waktu, pada saat pengambilan data, ketika pengujian sedang dilakukan.

Formulir pengukuran profil aliran yang digunakan dalam pengujian 3 model pintu klep tercantum pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Formulir Pengambilan *Running* Pengujian

No	Tipe Pintu Klep	Kode Running	Waktu (dtk)			Sudut	Kedalaman (cm)											
			t1	t2	t3		Hilir			Pintu			Hulu					
							α	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9		
1		P1 h1 P																
		P1 h2 P																
		P1 h3 P																
		P1 h4 P																

3.5 Peralatan dan Perlengkapan Penelitian

Pelaksanaan pengukuran model pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, PA-FG1 *frame* miring dan pintu klep modifikasi akan dilakukan di saluran/*flume* prismatik. *Flume* berfungsi sebagai saluran untuk tempat mengalirnya air pada saat pengujian dilaksanakan, dimensi dari flume yang akan digunakan adalah panjang = 6 m; lebar = 20 cm; dan tinggi = 38 cm

Adapun peralatan dan perlengkapan penelitian, yaitu :

1. *Flume*/saluran prismatik
2. Kamera
3. Buku tulis
4. Mistar ukur
5. Busur Sudut
6. 3 model pintu air yaitu :
 - a. Pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus
 - b. Pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring
 - c. Pintu klep modifikasi

3.6 Uji Coba Model Pintu

Saluran prismatic/*flume* yaitu digunakan untuk melakukan pengujian model pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring dan pintu klep modifikasi. Saluran prismatic/*flume* yang digunakan yaitu saluran yang ada di laboratorium milik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dengan memperbaiki beberapa bagian yang perlu di lakukan perbaikan.

Urutan pelaksanaan uji coba pintu klep pasang surut otomatis adalah sebagai berikut :

a. Persiapan pengujian

1. Dilakukan pembersihan dan perbaikan pada model saluran air sebagai wadah uji coba alat.
2. Memeriksa alat-alat persiapan uji coba salah satunya pompa air sebagai alat bantu mengalirkan air ke model saluran uji coba.
3. Membuat pintu klep tipe PA-FG1 *frame* lurus, pintu klep tipe PA-FG1 *frame* miring dan pintu klep modifikasi.
4. Setelah model pintu air sudah dibuat maka disesuaikan dengan saluran air yang menjadi tempat uji coba.

b. Pelaksanaan pengujian

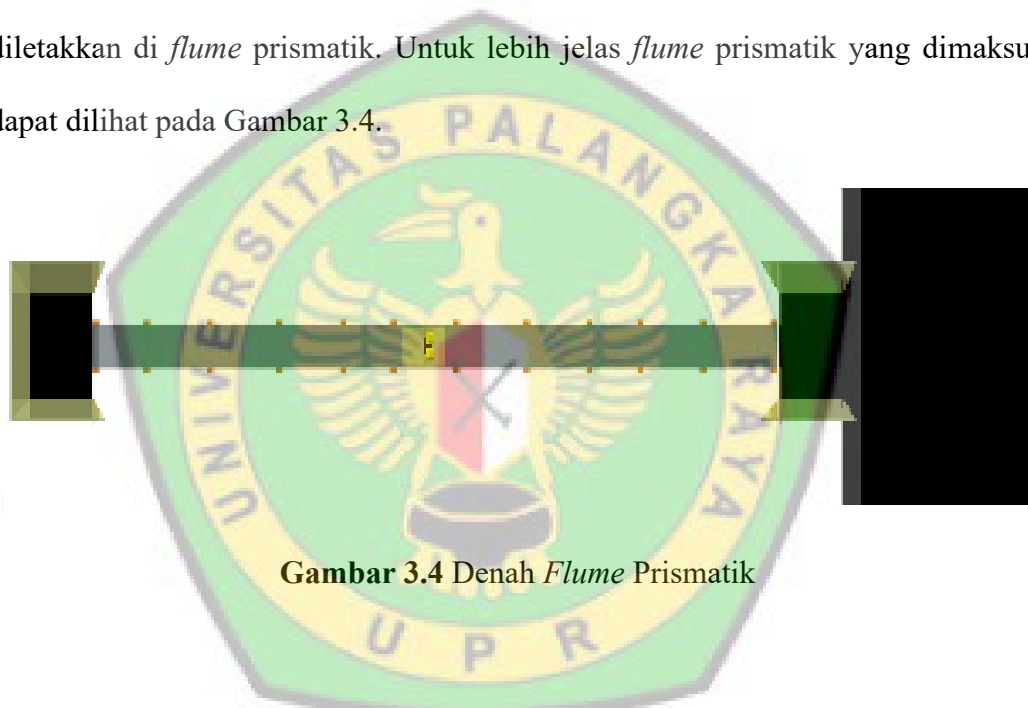
1. Model pintu klep yang sudah selesai dan sudah sesuai dengan dimensi saluran air siap untuk diuji coba.
2. Sebelum pompa air dihidupkan model pintu air sudah dipasang diposisi tempat dilakukannya pengujian.
3. Setelah itu dilakukanlah pengujian sesuai parameter pengujian.

c. Running Model Pintu

Variasi running yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan variasi kedalaman air, nantinya akan dihitung menggunakan rumus-rumus yang sudah ada dan dimasukkan dalam bentuk formulir pengujian. Sehingga didapat data hasil pengujian yang diperlukan untuk dianalisis lebih lanjut.

d. Sketsa Pengukuran

Setelah proses pembuatan model pintu selesai selanjutnya model pintu diletakkan di *flume* prismatik. Untuk lebih jelas *flume* prismatik yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Denah *Flume* Prismatic



Gambar 3.5 Potongan A-A



Gambar 3.6 Detail A-A

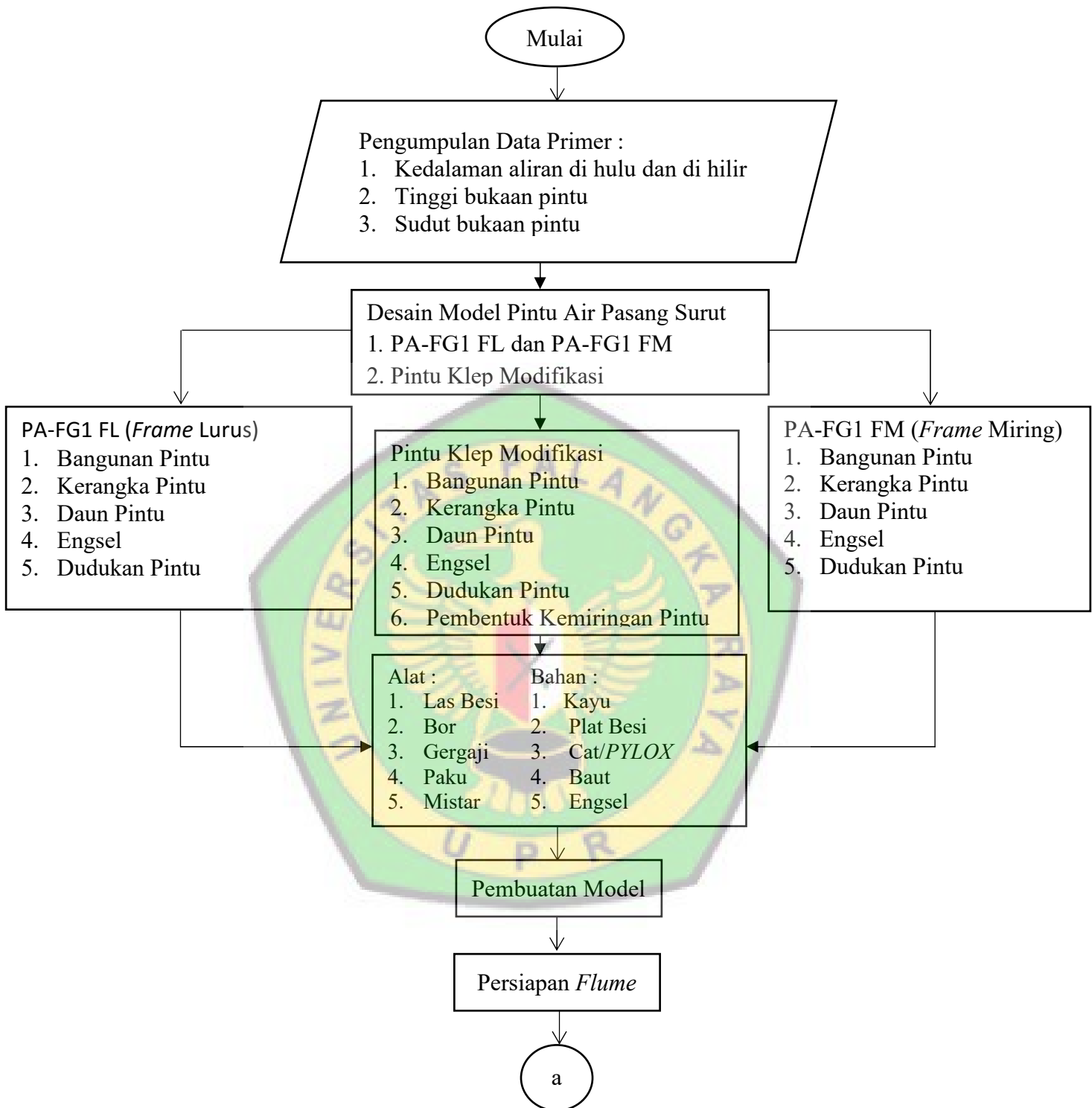
3.7 Analisis Data

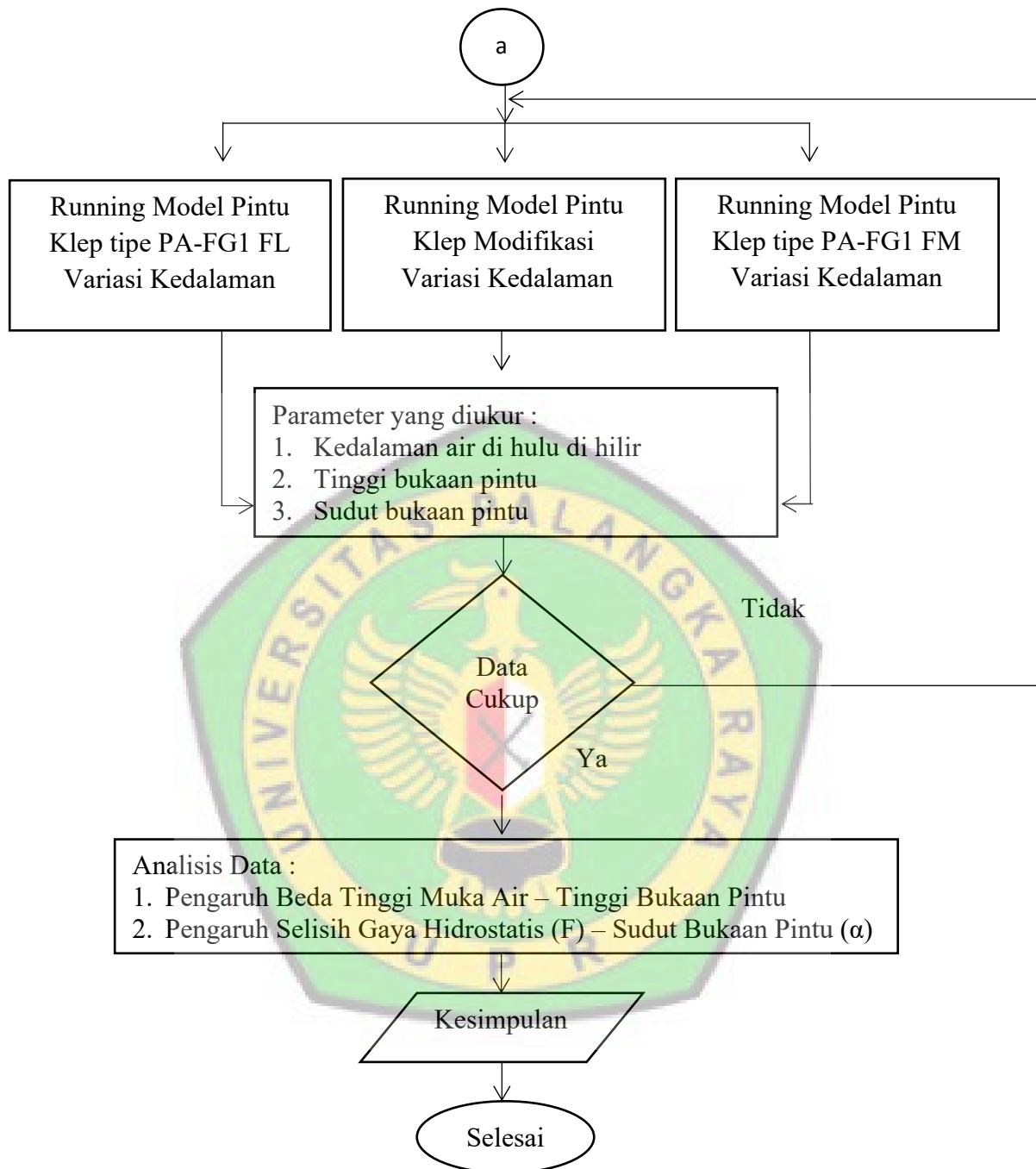
Analisis data meliputi:

1. Pengaruh Beda Tinggi Muka Air (m) - Tinggi Bukaan Pintu (m)
2. Pengaruh Selisih Gaya Hidrostatik (F) - Sudut Bukaan Pintu (α)

3.8 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian dapat di lihat pada gambar diagram alir pada gambar 3.7 berikut :





Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada saat kondisi air pasang, beda tinggi muka air berpengaruh terhadap tinggi bukaan pintu, semakin besar beda tinggi muka air maka tinggi bukaan pintu klep akan semakin tinggi dan sebaliknya. Gradien perubahan beda tinggi muka air terhadap tinggi bukaan pintu yang paling besar, baik dalam kondisi tanpa terisi air dan dalam kondisi terisi air terjadi pada pintu klep *frame* miring.
2. Pada saat kondisi air pasang, selisih gaya hidrostatis yang bekerja pada pintu berpengaruh terhadap sudut bukaan pintu. Semakin besar distribusi gaya maka semakin besar sudut bukaan pintu dan sebaliknya. Gradien perubahan selisih gaya hidrostatis terhadap sudut bukaan pintu yang paling besar, baik dalam kondisi tanpa terisi air dan dalam kondisi terisi air terjadi pada pintu klep modifikasi *frame* miring.

5.2 Saran

Model pintu klep modifikasi ini perlu diuji coba lagi oleh peneliti lain untuk mengetahui pengaruh beda tinggi muka air di hulu dan di hilir pada saat kondisi air surut terhadap perilaku pintu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, Z. 2012. Aplikasi Program MATLAB Pada Perhitungan Beda Tinggi Muka Air Terhadap Berat dan Sudut Kemiringan Air Otomatis Tipe Segi Empat. *Berkala Teknik*, **2(4)**, 256-268.
- Krisno, A. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam: SMP/MTs Kelas VIII*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Mali, M.U., Khaerudin, D.N. and Hanggara, I. 2017. Konstruksi Pintu Klep Ringan Tahan Korosi Sebagai Pintu Pengatur Irigasi Tambak Pasang Surut.
- Prabawati, A. 2016. Analisa Hidrolika Perencanaan Pintu Klep Otomatis Fiber Resin pada Collector Drain Lereng dengan Model Simulasi HEC-RAS. **Doctoral dissertation**, Fakultas Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang.
- Puslitbang Pengairan, Balitbang PU, Departemen Pekerjaan Umum, 1995-1996. *Pintu Klep Otomatis Tahan Korosi*.
- Sabur, A., Wibawa, Y. & Simandjuntak, P. 1995. *Pintu Klep Ringan Tahan Korosi Sebagai Pintu Pengatur Untuk Irigasi Pasang Surut*. Puslitbang Sumber Daya Air.
- Sosrodarsono, S., Tominaga, M. and Gayo, M.Y. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan sungai*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Soediby, 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Triatmojo, B. 1992. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wright, G.V. 2014. Impact of tide gates on diadromous fish migration in the UK. **Doctoral dissertation**, University of Southampton.