

MODEL PINTU AIR OTOMATIS *COUNTER WEIGHT* DI AREAL PERSAWAHAN PASANG SURUT UNTUK MENGATASI TANAMAN PADI TENGGELAM PADA SAAT AIR PASANG

Zainul Bahri^{1*}, Erliza Yuniarti².

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang,
Jalan Jendral A. Yani 13 Ulu, 30263

*E-mail : zainul_zainulbahri@yahoo.com

ABSTRAK

Pasang surut air laut terhadap sungai Musi mempengaruhi tinggi muka air terutama di areal persawahan pasang surut desa Merah Mata, Kelurahan Mariana Kecamatan Banyu Asin I, Provinsi Sumatera Selatan. Ketika air pasang naik melebihi elevasi $\pm 1,25$ meter diukur dari titik $\pm 0,00$ yang berada di pinggir sungai, tanaman padi akan tenggelam dan mengakibatkan padi rusak atau mati dan bibit tanaman padi hanyut dibawa arus sungai Musi. Hal ini mengakibatkan para petani kesulitan untuk meningkatkan hasil produksi tanaman padi, sehingga diperlukan teknologi alternatif seperti pembuatan pintu air otomatis *counter weight* dan stoplog. Peranan pintu air adalah untuk menahan masuknya air pasang dan mengalirkannya ketika surut (*time of drainage*). Unjuk kerja dari pintu air otomatis tersebut dapat dijelaskan dengan membuat model berupa prototipe (model fisik) dengan suatu perbandingan ukuran atau skala tertentu melalui uji di laboratorium dengan menggunakan perhitungan secara analitis. Hasil uji laboratorium dan perhitungan analitis menunjukkan bahwa tinggi bukaan pintu air pada saat pasang dan surut dapat ditentukan berdasarkan sudut kemiringan awal dan berat pintu terhadap engsel serta berat bandul (*counter weight*), sehingga tinggi bukaan pintu yang diinginkan agar tanaman tidak tenggelam, yaitu 1,25 m dapat dilakukan.

Kata Kunci : pasang surut, waktu pasang surut, *counter weight*

ABSTRACT

Sea water ebb-tide to the musu river affected level of the water especially in the rice fields tides, in desa Merah Mata, Kelurahan Mariana, Kecamatan Banyuasin I, Sumatera Selatan. When the tide came in more than elevation ± 1.25 meters (measured from the point ± 0.00) which was located in the riverside, the rice-fields would sank and resulted in broken down of the rice or die, so does for the plant seed, drifted brought the current of a river-stream. As a result of the incident, farmers was difficult to improve the results of rice production, so required that alternative technology such as automatic counter weight and stoplog. The role of the gateway was to hold the tide and threaded it when recede (time of drainage). The appearance of the automatic gateway was made clear in making a model of physical prototype (model) with a comparison of size or scale through the particular in the laboratory by using calculation in an analytical manner. The results of a laboratory test and analytical calculation show that high door openings of water at high tide and receding may be determined by the angle of early inclination and heavy door hinges and against heavy pendulum (counter weight) , so that high-openings of the door desired in order to plant not sink to the level 1.25 m can be done.

Keywords : tidal, time of drainage, counter weight

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan pangan terutama beras di Indonesia sejalan dengan jumlah pertumbuhan penduduk yang setiap tahunnya

semakin meningkat. Kabupaten Banyu Asin adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Selatan penghasil beras yang sebagian besar daerahnya merupakan daerah rawa atau lebak yang terdiri dari banyak sungai

yang dipengaruhi pasang surut, dan petani setempat memanfaatkan lahan tersebut sebagai areal persawahan untuk menanam padi.

Ketersediaan air yang cukup banyak serta lahan yang selalu tergenang air membuat petani setempat kesulitan untuk mengatur ketinggian muka air di areal persawahan terutama saat curah hujan tinggi bersamaan dengan naiknya air pasang. Salah satu daerah yang mengalami hal demikian berada di Desa Merah Mata, Kelurahan Mariana, Kecamatan Banyu Asin I, yang cocok digunakan sebagai areal persawahan pasang-surut dengan luas ± 3 Hektar dan berlokasi ± 500 meter dari tepi Sungai Musi.

Areal persawahan ini tidak memiliki saluran irigasi dan hanya ada saluran Primer (Sungai Musi) serta saluran Sekunder (Saluran Buatan). Untuk mengatasi kenaikan muka air pada saat air pasang dibuat tanggul di sekeliling areal persawahan serta pengaturan tinggi genangan air di petak sawah menggunakan pintu air berupa pintu sorong (pintu ulir). Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu direncanakan pembuatan pintu air dan kolam penampungan (retensi) sebagai sistem pengendali banjir. Penggunaan pintu air otomatis pada sistem ini diprioritaskan untuk mengetahui efektivitas dari suatu sistem drainasi. Untuk mengetahui unjuk kerja pintu yang direncanakan tersebut maka perlu dilakukan penelitian di laboratorium.

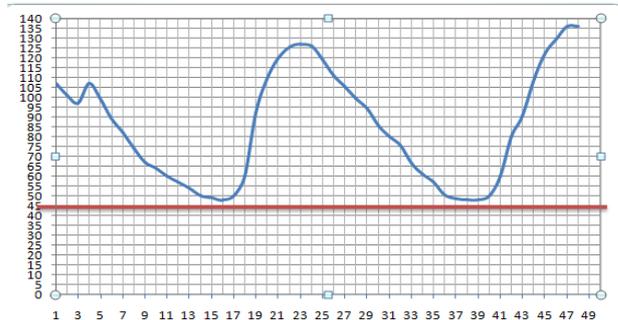
Penelitian ini berupa eksperimen laboratorium dengan membawa kondisi lapangan yang ada ke dalam suatu uji penelitian. Untuk mendapatkan hasil yang baik dari penelitian ini maka perlu dilakukan uji perbandingan hasil eksperimen laboratorium dengan hasil perhitungan analitis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kenyataan di lokasi penelitian bahwa pintu sorong (pintu ulir) yang ada selama ini sering menimbulkan permasalahan, seperti pengoperasian secara manual serta letak yang jauh dari pemukiman penduduk sehingga menyulitkan pengaturan aliran air ke petak sawah. Fungsi dari pintu sorong (pintu ulir) tersebut adalah untuk mengatur tinggi genangan air di petak sawah. Adapun permasalahan yang sering terjadi ketika air pasang naik dan bersamaan dengan curah hujan tinggi sering menyebabkan tanaman padi tenggelam. Oleh karena itu

pembuatan pintu air otomatis adalah paling cocok untuk daerah terpencil.

Gambar 1. Data Pasang Surut Sungai Musi



1.3 Tujuan

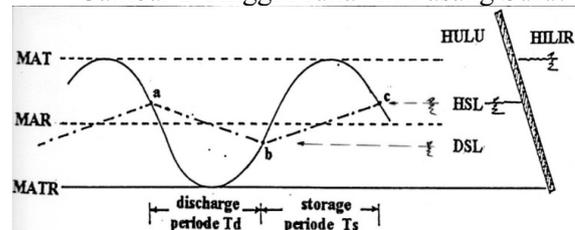
Penelitian ini bertujuan untuk;

1. Mengatasi permasalahan petani di lokasi areal pasang surut,
2. Mengumpulkan data dimensi saluran, tinggi muka air, kecepatan dan debit aliran,
3. Menginventarisir kebutuhan air tanaman padi, mulai dari pengolahan tanah, penanaman padi sampai dengan panen,
4. Membangun pintu air otomatis *counter weight* dan menguji unjuk kerjanya,
5. Memantau dan mengevaluasi hasil pengoperasian pintu air otomatis *counter weight* serta membina masyarakat memelihara dan mengelolanya.

1.3 Landasan Teori

Prinsip dari pintu air otomatis didasarkan pada banyaknya air yang dapat dikeluarkan dalam suatu periode tertentu. Batasannya adalah tinggi muka air di hulu dan hilir. Pada bagian hilir disebabkan oleh fluktuasi pasang surut, sedangkan di bagian hulu didasarkan pada genangan air tertinggi (HSL).

Gambar 2 Tinggi Muka Air Pasang Surut



Keterangan :

- MAT = muka air tertinggi,
- MAR = muka air rata-rata,
- MATR = muka air terendah,
- HSL = muka air tertinggi dalam saluran.

Pada gambar di atas, titik (a) adalah titik dimana tinggi muka air di sebelah hilir dan hulu pintu air sama tinggi. Bila tinggi muka air di sebelah hilir turun terus akibat surutnya air sungai yaitu akibat pengaruh surutnya air laut menyebabkan pintu air otomatis secara perlahan-lahan akan membuka 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 ke hilir. Setelah sungai mengalami pasang naik, pada keadaan air di hilir dan hulu mencapai titik (b) atau permukaan airnya sama, maka pintu otomatis akan segera mulai menutup dan air di dalam saluran akan tertahan sebagai genangan air pada saluran. Demikian seterusnya sampai ketinggian muka air di hilir dan hulu mencapai ketinggian sama (c), pintu air akan kembali terbuka bersamaan dengan turunnya air di sebelah hilir pintu.

METODE

2.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratoris dengan membawa kondisi lapangan yang ada ke dalam suatu uji penelitian. Untuk mendapatkan hasil yang baik dari penelitian ini maka diperlukan uji perbandingan hasil, yaitu analisis yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya sehingga menjadikan sebuah inovasi. Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini adalah prototipe model pintu air yang diuji dengan perhitungan analitis.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan penelitian adalah :

1. Rangka pintu air terbuat dari plat besi, aluminium, dan *ferrocement* dengan ukuran $(54 \times 54) \text{ cm}^2$
2. Saluran percobaan (*S5/S6-Glass-Sided Tilting Flumes*)
3. Pompa air listrik
4. Alat ukur ketinggian muka air pada saluran (*flume*)
5. Pembuangan atau penurunan muka air dari dalam saluran.

2.3 Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Hidraulika/Hidrologi.

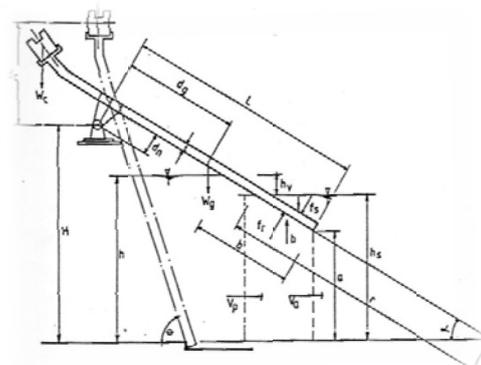
Unjuk kerja eksperimen laboratorium pintu air otomatis dilakukan dengan :

1. Membuat pintu air dengan ukuran tertentu
2. Memasang pintu ke dalam *flume* yang telah diisi air dengan sudut kemiringan awal pada bingkai yang tersedia sesuai percobaan yang akan dilakukan
3. Mengatur kesetimbangan momen pintu di hulu dan hilir pada posisi horizontal,
4. Setelah aliran air konstan dan pintu dalam keadaan tertutup serta tinggi muka air di hulu dan hilirnya sama maka dilakukan percobaan,
 - a. Menahan sementara pintu agar selalu tertutup
 - b. Menurunkan tinggi muka air di hilir pintu dari 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, untuk setiap percobaan,
 - c. Mencegah terjadinya kebocoran dari sisi-sisi pintu,
 - d. Melepaskan penahan pintu tersebut agar membuka secara otomatis,
 - e. Mengamati dan mencatat tinggi bukaan pintu.
5. Ulangi percobaan (4) dengan memberikan beberapa tambahan beban di bagian hilir pintu.

Untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada pintu air otomatis dari uji model di laboratorium dan memudahkan penyelesaian perhitungan secara analitis digunakan petunjuk gambar sebagai berikut :

Gambar 3. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Pintu

Air Otomatis.



Adapun momen yang timbul akibat gaya-

gaya yang bekerja pada pintu air otomatis terdiri dari :

1. Tekanan hidrodinamis

Momen yang timbul terhadap engsel akibat air dari hulu adalah :

$$M_r = w \cdot \gamma \left[-2 \cdot a - b \cdot \sin \alpha + \frac{(v_a)^2 \cdot a}{g \cdot (b \cdot \sin \alpha + a)} \right] \cdot \left(L - \frac{b}{3} \right)$$

w = lebar daun pintu

γ = berat jenis air hulu

a = tinggi bukaan pintu

b = daun pintu yang tenggelam

α = sudut dari daun pintu dengan bidang horizontal

v_a = kecepatan air di bawah pintu

g = percepatan gravitasi

L = jarak dari dasar pintu ke engsel

Momen tersebut di atas kerjanya berlawanan dengan arah jarum jam, dan mempunyai kecenderungan untuk membuka pintu, bilamana $h \leq a$ maka $M_r = 0$.

2. Tekanan akibat pasang surut air di hilir

Momen yang timbul akibat tekanan air di hilir pintu :

$$M_s = \left[\frac{w \cdot \gamma' \cdot (h_s - a)^2}{2 \sin \alpha} \right] \left[L - \frac{(h_s - a)}{3 \sin \alpha} \right]$$

γ' = berat jenis air di hilir

h_s = tinggi muka air di hilir.

Arah kerja momen searah jarum jam dan mempunyai kecenderungan untuk menutup daun pintu, bilamana $h_s \leq a$ maka $M_s = 0$

3. Berat pintu air otomatis

Sebagai komponen yang dimaksud dari berat daun pintu adalah bagian yang berada di bawah engsel. Berat dari pintu tersebut tergantung dari bahannya.

Momen pada engsel akibat dari gaya berat pintu :

$$M_g = W_g (d_g \cdot \sin \alpha + d_g)$$

M_g = gaya berat dari bagian bawah pintu yang bekerja pada titik berat pintu

d_g = jarak dari titik berat bagian bawah pintu ke pusat engsel.

Arah kerja momen searah dengan jarum jam dan mempunyai kecenderungan untuk menutup pintu.

4. Counter weight (bandul)

Counter weight merupakan bagian dari daun pintu yang sangat penting, oleh karena itu untuk perencanaan harus dihitung dengan *trial and error*. Secara praktis bagian ini berfungsi untuk mengukur ketinggian maksimum dari bukaan pintu sesuai dengan desain bukaan yang ditentukan.

Momen yang timbul akibat bandul ini terhadap pusat engsel adalah :

$$M_c = W_c \cdot d_c \cdot \cos(90^\circ - \alpha)$$

M_c = berat *counter weight*

d_c = jarak dari titik berat *counter weight* terhadap engsel.

Arah kerja momen berlawanan dengan jarum jam mempunyai kecenderungan untuk membuka pintu.

5. Gaya angkat pada posisi daun pintu tenggelam

Bagian dari pintu yang tenggelam akan mendapatkan tekanan yang lain yaitu gaya angkat. Besarnya gaya angkat ini adalah sama besar dengan berat jenis air yang dipindahkan, dikalikan dengan volume bagian pintu yang tenggelam.

Momen terhadap pusat engsel adalah :

$$M_b = \left[\left(\frac{h_s - a}{\sin \alpha} - \frac{t}{\tan \alpha} \right) \cdot t \cdot w \cdot \gamma' \right] \cdot \left[d_a \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \left\{ L - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h_s - a}{\sin \alpha} - \frac{t}{\tan \alpha} \right) \right\} \right]$$

t = tebal daun pintu

γ' = berat jenis air yang dipindahkan.

Arah kerja momen berlawanan dengan arah jarum jam, bilamana $h_s \leq a$, maka

$$M_b = 0$$

6. Geseran pada engsel

Momen yang bekerja terhadap engsel akibat pengaruh gesekan sangat kecil sehingga engsel tersebut dianggap licin sempurna dan dapat diabaikan.

7. Pengaruh gelombang

Momen akibat gelombang sangat kecil sehingga pengaruh gaya akibat dari gelombang dapat diabaikan.

8. Keseimbangan momen pada keseluruhan bangunan

Dari keseluruhan perhitungan di atas dianggap pada keadaan sesaat. Jadi keseimbangan momen pada keseluruhan bangunan pintu haruslah sama dengan nol.

$$\sum M = 0$$

$$M_r + M_c + M_b - M_s - M_g \pm M_e = 0$$

Besar M_r, M_c, M_b, M_s, M_g dan M_e akan berubah-ubah sesuai dengan sudut α yang juga berubah-ubah, mengikuti pergerakan daun pintu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Tinggi bukaan pintu hasil eksperimen laboratorium dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis dapat ditunjukkan pada beberapa grafik sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Eksperimen dan Analisis Regresi

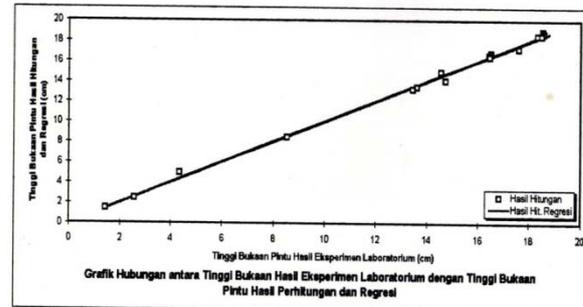
Hasil Eksperimen	Hasil Hitungan	Hasil Hit. Regresi
8.533	8.400	8.530
14.566	14.900	14.564
17.589	17.200	17.602
18.522	18.900	18.537
4.356	4.900	4.345
14.744	14.100	14.752
16.511	16.800	16.522
18.567	18.700	18.582
2.589	2.400	2.575
13.611	13.400	13.617
16.444	16.600	16.455
18.333	18.500	18.348
1.456	1.400	1.439
13.444	13.200	13.450
16.467	16.400	16.478
18.489	18.500	18.504

Membandingkan tinggi bukaan pintu hasil eksperimen laboratorium dengan perhitungan analitis diperoleh informasi sebagai berikut :

1. Secara umum kedua pengujian memberikan hasil dengan kesesuaian yang cukup tinggi terutama pada setimbang horizontal.
2. Sudut kemiringan awal berpengaruh terhadap tinggi bukaan pintu apabila momen di bagian hilir lebih besar dari momen di bagian hulu.
3. Beda muka air menentukan tinggi bukaan pintu, semakin tinggi beda muka air di bagian hulu dan hilirnya akan semakin tinggi bukaan pintu yang terjadi.

4. Bandul (*counter weight*) berfungsi untuk mengatur kesetimbangan berat.
5. Grafik perhitungan analitis, hubungan antara tinggi bukaan pintu dengan beda muka air akibat beda momen, sudut kemiringan awal $45^0, 60^0, 75^0$ dan 90^0 .
6. Beberapa penyimpangan yang terjadi pada grafik hubungan antara beda muka air dan tinggi bukaan pintu pada eksperimen laboratorium dengan perhitungan analitis adalah :
 - a. kurang cermatnya pengamatan terhadap tinggi bukaan pintu,
 - b. kurang tepatnya pengaturan kesetimbangan momen pada alat,
 - c. perbedaan prosentase kesalahan relatif terbesar pada hasil eksperimen laboratorium dan perhitungan analitis dialami pada tinggi bukaan pintu yang terkecil, sedangkan pada tinggi bukaan pintu yang terbesar perbedaan prosentase kesalahan relatif kecil,
 - d. hasil negatif pada perhitungan analitis menunjukkan pintu dalam keadaan tertutup, sedangkan pada pengamatan eksperimen laboratorium tinggi bukaan pintu sama dengan nol.

Gambar 4. Grafik Hubungan Hasil Eksperimen



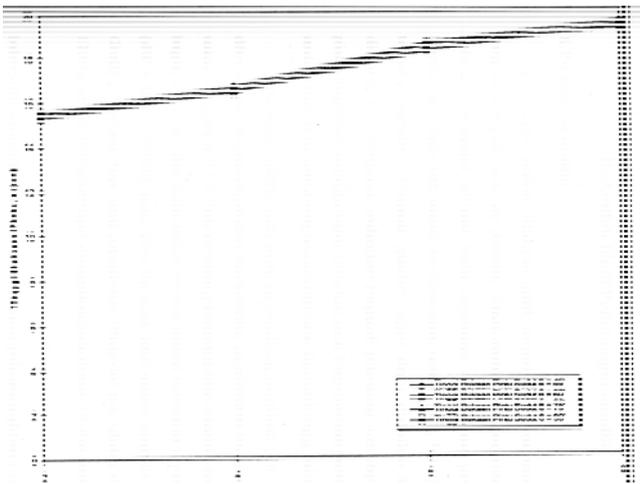
3.2 Pembahasan

Eksperimen laboratorium menggunakan pintu dari bahan pelat besi, aluminium dan *ferrocement* yang dipasang dengan sudut kemiringan $45^0, 60^0, 75^0$, dan 90^0 pada setimbang horizontal ($dW = MB + 0.0$) menunjukkan bahwa unjuk kerja pintu akibat beda muka air, tinggi bukaan pintu tidak dipengaruhi oleh berat dan sudut kemiringan awal. Jika pintu terbuat dari kayu (*triplek*) atau bahan yang lebih ringan dari air akan mendapat gaya angkat ke atas lebih besar dan pintu mudah terbuka serta kemungkinan mengapung di atas

air.

Bahan pintu dari pelat besi memberikan hasil yang cukup baik, tetapi karena bentuknya yang kurang kaku, maka sering terjadi kebocoran dan pelat tersebut mudah berkarat (korosi). Penggunaan bahan aluminium selain bentuknya sama dengan pelat besi juga sulit dalam pemasangan di rangka pintu karena harus dikeling. Pintu dari bahan *ferrocement* mudah menyesuaikan dengan ukuran pintu karena bentuknya kaku dan mengurangi kebocoran serta tidak berkarat, akan tetapi karena mudah retak maka untuk mengatasinya dibuat ukuran yang lebih tebal (>1cm).

Gambar 5. Eksperimen Laboratorium Hubungan Beda Muka Air dengan Tinggi Bukaannya Pintu

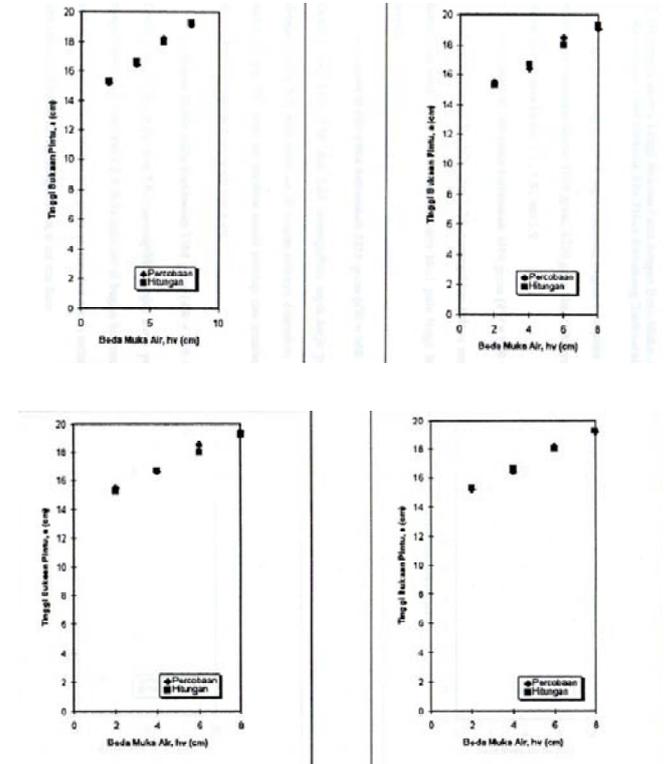


Perbandingan hasil penelitian dengan membandingkan perhitungan analitis dan hasil eksperimen laboratorium. Tinggi bukaannya pintu hasil eksperimen laboratorium dibandingkan dengan hasil perhitungan analitis dapat ditunjukkan pada beberapa grafik sebagai berikut :

1. Hubungan antara Tinggi Bukaannya Pintu dengan Beda Muka Air pada Sudut kemiringan awal berbeda dan keadaan setimbang horizontal ($dW = MB$)

Hubungan antara tinggi bukaannya pintu dengan beda muka air pada sudut kemiringan awal yang berbeda pada posisi setimbang horizontal ($dW = MB + 0.0$) ditunjukkan Grafik 6a, 6b., 6c., dan 6d. setimbang horizontal adalah pintu diletakkan pada posisi mendatar sejajar muka air mempunyai berat pintu yang sama antara bagian hulu dan bagian hilirnya dengan engsel sebagai pusat berat.

Gambar 6. Grafik Hubungan antara tinggi bukaannya pintu dengan beda muka air berdasarkan sudut kemiringan (6a, 6b, 6c, 6d)



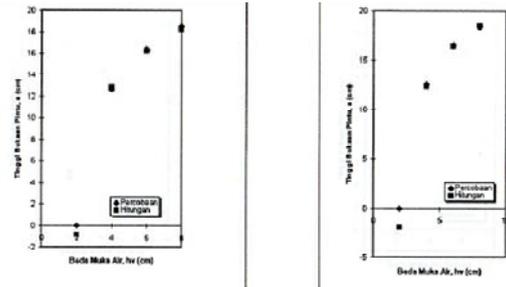
Hasil eksperimen laboratorium dan perhitungan analitis dengan memasang posisi pintu pada sudut kemiringan awal 45°, 60°, 75°, dan 90° ternyata kemiringan sudutnya tidak berpengaruh terhadap tinggi bukaannya pintu, dan kedua pengujian tersebut menunjukkan kesesuaian hasil yang cukup baik.

Beberapa jenis bahan yang digunakan pada pintu air bagian hilir tidak berpengaruh terhadap tinggi bukaannya pintu asalkan pintu tersebut berat jenisnya lebih besar dari pada berat jenis air. Berat pintu itu sendiri diimbangi oleh berat bandul di bagian hulunya.

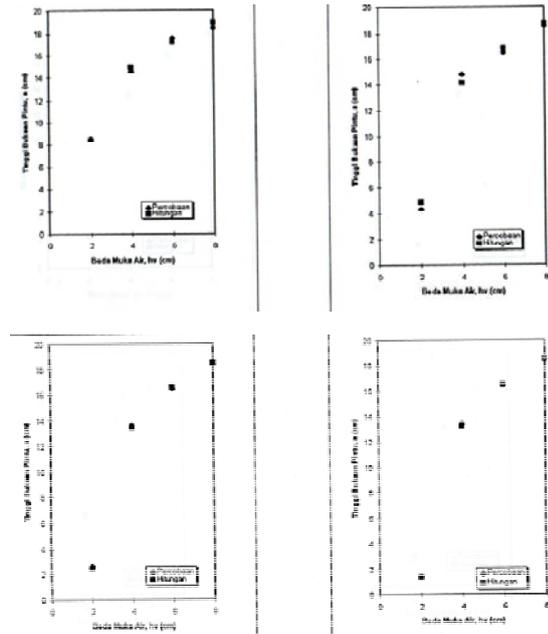
2. Hubungan antara Tinggi Bukaannya Pintu dengan Beda Muka Air pada Sudut Kemiringan Awal Berbeda, bila tidak setimbang horizontal ($dW > MB$)

Bila dari keadaan setimbang horizontal, bagian hilir pintu diberi beban dan momennya meningkat dengan 1000 grcm, 1250 grcm, dan 1500 grcm, maka hasilnya dapat dilihat pada grafik 7, 8, dan 9.

a. Momen di hilir pintu bertambah 1000 grcm ($dW = MB + 1000.0$)
Grafik 7a., 7b., 7c., dan 7d. menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan awal pintu akan semakin kecil pula tinggi bukaan pintu yang menjadi.

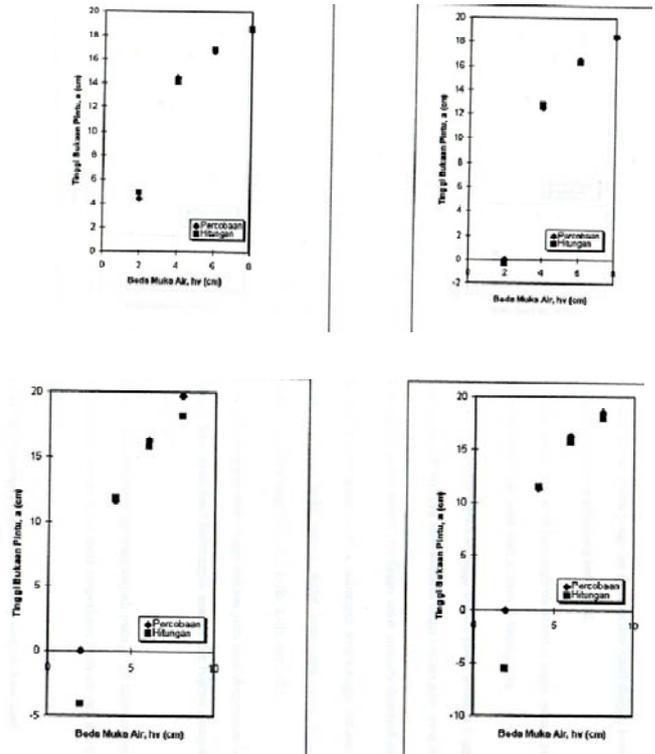


Gambar 7. Momen di hilir pintu 1000 grcm ($dW = MB + 1000.0$)



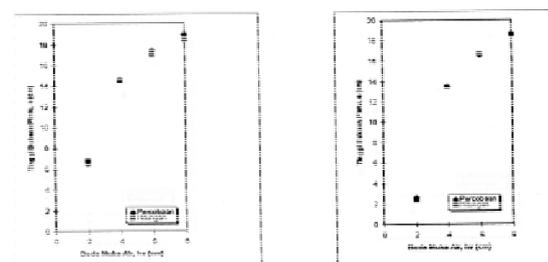
c. Momen di hilir pintu bertambah 1500 grcm ($dW = MB + 1500.0$)
Grafik 9a., 9b., 9c., dan 9d. menunjukkan unjuk kerja yang hampir sama dengan Grafik 7 dan 8. Bila muka air di bagian hilirnya diturunkan 2 cm maka pada sudut 60°, 75°, dan 90° pintu air tersebut masih tertutup dan membuka jika muka air diturunkan lagi dengan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm.

Gambar 9. Momen di hilir pintu bertambah 1500 grcm ($dW = MB + 1500.0$)



b. Momen di hilir pintu bertambah 1250 grcm ($dW = MB + 1250.0$)
Grafik 8a., 8b., 8c., dan 8d. menunjukkan unjuk kerja yang hampir sama dengan Grafik 7. Bila muka air di bagian hilirnya diturunkan 2 cm maka pada sudut 75° dan 90° pintu air tersebut masih tertutup dan membuka jika muka air diturunkan lagi dengan 4 cm, 6 cm, dan 8 cm.

Gambar 8. Momen di hilir pintu 1250 grcm ($dW = MB + 1250.0$)



SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Hasil eksperimen laboratorium pintu air otomatis dapat disimpulkan bahwa pemodelan yang dilaksanakan di laboratorium dalam menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada

pintu air otomatis dapat memberikan hasil yang cukup baik, hal ini dapat dilihat dari metode regresi yaitu suatu metode analisis statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh (korelasi) antara 2 (dua) atau lebih variabel. Untuk mengatur kesetimbangan berat, maka jarak bandul (*counter weight*) tersebut dapat diatur maju-mundur untuk menentukan besar momen yang bekerja.

4.2 Saran

Adapun saran dari hasil eksperimen laboratorium laboratorium, yaitu:

1. sebaiknya pintu dipasang pada sudut kemiringan awal 90^0 hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pemasangan pintu, mengurangi panjang pintu dari engsel ke dasar saluran, mencegah mudah terbukanya pintu akibat pengaruh air pasang, tekanan akibat gelombang dan pengaruh gaya-gaya lainnya.
2. Untuk lebih mencegah mudah terbukannya pintu akibat pengaruh air pasang, tekanan akibat gelombang dan pengaruh gaya-gaya lainnya sebaiknya posisi bandul (*counter weight*) diletakkan condong miring ke arah hilir, hal ini dimaksudkan sebagai kunci agar pintu selalu tertutup dan membukanya hanya diakibatkan tekanan air dari hulunya saja.
3. Pada lokasi penelitian di bagian hilir pintu dibangun stoplog yang berfungsi untuk mencegah racun tanaman (pirit) yang dibawa saat air pasang dan mengurangi tekanan arus terhadap pintu air.
4. Model Pintu Air Otomatis *Counter Weight* di areal persawahan pasang surut untuk mengatasi tanaman padi tenggelam pada saat air pasang adalah salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan petani di areal pasang surut desa Merah Mata, kelurahan Mariana, kecamatan Banyu Asin I, Provinsi Sumatera Selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya pada seluruh pihak terkait, terutama Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang, Dekan Fakultas

Teknik, dan Ketua Prodi beserta jajarannya, serta Kepala Desa Merah Mata, Kelurahan Mariana, Kec. Banyuasin I, Sumatera Selatan yang telah membantu penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini. Serta tidak lupa mengucapkan syukur kepada Allah swt, dengan niat untuk mewujudkan suatu tanda kasih bagi kehidupan manusia berupa metode alternatif dalam pengendalian banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmojo., 2011, Hidraulika I, II, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Mochammad Bardan., 2014, Irigasi I, II, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Inacid., 2014, Strategi Pengelolaan Irigasi dan Rawa Berkelanjutan Mendukung Ketahanan Pangan Nasional Dalam Perspektif Perubahan Iklim Global, Seminar Nasional Inacid, Palembang.
- Isnugroho., 2013. Teknik Sungai dan Rawa Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- MKTI., 2013, Bunga Rampai III, Konservasi Tanah dan Air, Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air, Jakarta.
- Ikawanty B A., 2013, Desain Kontrol Pintu Bendungan Otomatis untuk mencegah banjir menggunakan VHDL, Jurnal ELTEK, 11(1): 96-110.,
- Martanto., dkk, 2015, Kendali Pintu Air Kolam Otomatis Berdasar Kualitas Air Sungai dengan Sistem Telemetry, Jurnal Ilmiah Widya Teknik; 15(2): 96-104.
- Sahputra B, Basuki P., 2014, Purwarupa Sistem Peringatan Dini dan Kendali Pintu Air Bendungan dengan Kendali PID. IJEIS; 4(2) : 167-176.
- Sophyan A, Syafrizal M., 2015, Perancangan dan Pembuatan Prototipe Infrastruktur Sistem Pintu Air Digital pada Waduk dengan Arduino Uno dan SMS Gateway, Jurnal Amikom Yogyakarta: 1-5.
- Wiedjaja A., dkk. 2012, Pemantauan Tinggi Air Otomatis untuk Bendungan Katulampa, Binus, Jurnal Teknik Komputer; 20(2): 93-101.