

KAJIAN PERILAKU ALIRAN MELALUI ALAT UKUR DEBIT MERCU BULAT TERHADAP TINGGI MUKA AIR

Risman¹⁾ Warsiti¹⁾ Mawardi¹⁾ Martono¹⁾ Lilik Satriyadi¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275.
Email: brmi.tekniksipil@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini dibatasi pada perilaku debit aliran melalui alat ukur debit mercu bulat terhadap tinggi muka air di hulu, di atas mercu dan di hilir. Metodologi yang digunakan adalah melakukan pengujian di laboratorium hidrolika dengan membuat model alat ukur debit mercu bulat dengan radius mercu $R = 1,0$ cm, $1,25$ cm, dan $1,5$ cm kemudian dialirkan debit mulai dari $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, \dots, Q_n$, untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di hulu, di atas mercu dan hilir alat ukur debit mercu bulat, sehingga bisa didapatkan hubungan antara debit dengan tinggi muka air di hulu, di atas ambang dan hilir alat ukur debit mercu bulat. Disamping itu didapatkan juga hubungan dari variasi debit yang dialirkan melalui alat ukur debit mercu bulat terhadap koefisien debit aliran yang terjadi. Dari hasil penelitian ini didapatkan hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu, tinggi muka air di hilir, muka air di atas ambang, dan koefisien debit alat ukur mercu bulat. Hubungan debit dengan tinggi muka air di hulu, tinggi muka air di hilir pada alat ukur debit mercu bulat mempunyai trend yang mirip. Hubungan debit dan koefisien debit pada alat ukur debit mercu bulat untuk radius mercu $R = 1,25$ cm dan $R = 1,5$ cm mempunyai trend yang mirip, akan tetapi untuk $R = 1,0$ cm mempunyai trend yang berbeda.

Kata kunci : mercu bulat, koefisien debit, debit

PENDAHULUAN

Agar pengelolaan air irigasi menjadi efektif, maka debit harus diukur (dan diatur) pada hulu saluran primer, pada cabang saluran dan pada bangunan sadap tersier. Berbagai macam bangunan dan peralatan telah dikembangkan untuk maksud ini. Namun demikian, untuk menyederhanakan pengelolaan jaringan irigasi hanya beberapa jenis bangunan saja yang boleh digunakan di daerah irigasi. Bangunan-bangunan yang dianjurkan untuk dipakai harus memenuhi beberapa kriteria. Kriteria yang dimaksud adalah : a) kecocokan bangunan untuk keperluan pengukuran debit, b) ketelitian pengukuran di lapangan, c) bangunan yang kokoh, sederhana dan ekonomis, d) rumus

debit sederhana dan teliti, e) eksploitasi dan pembacaan papan duga mudah, f) pemeliharaan sederhana dan murah, g) cocok dengan kondisi setempat dan dapat diterima oleh para petani.

Di samping beberapa kriteria di atas yang tak kalah pentingnya adalah bahwa bangunan pengukur atau pengatur debit harus memberikan atau menghasilkan debit yang maksimal dengan kehilangan energi yang seminimal mungkin dan tidak menyebabkan gerusan di hilirnya dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

Dari uraian di atas dapat diambil beberapa rumusan masalah terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahwa dalam penggunaan bangunan pengatur atau pengukur debit harus disesuaikan dengan kriteria bangunan pengatur atau pengukur debit.
- b. Memilih alternatif terbaik jenis bangunan pengatur atau pengukur debit yang sesuai dengan kriteria tetapi memberikan atau menghasilkan ketelitian pengukuran debit yang maksimal dengan kehilangan tinggi tekanan yang seminimal mungkin.
- c. Memilih alternatif terbaik jenis bangunan pengatur atau pengukur debit yang memberikan peredaman energi semaksimal mungkin.

Untuk memenuhi beberapa rekomendasi dan kriteria yang disebutkan di atas peneliti mencoba untuk mengkaji lebih lanjut kinerja alat pengatur debit yang umum digunakan di lapangan yaitu alat ukur debit mercu bulat dengan memvariasikan radius mercunya. Dari hasil penelitian ini diharapkan akan dapat membuktikan bahwa alat ukur debit mercu

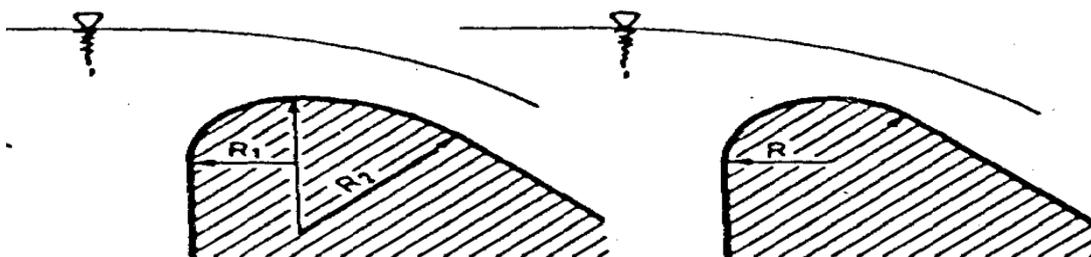
bulat dapat memenuhi beberapa rekomendasi dan kriteria seperti tersebut di atas.

TINJAUAN PUSTAKA

Mercu Bulat

Bendung dengan mercu bulat (lihat Gambar 2.1) memiliki harga koefisien debit yang jauh lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan koefisien bendung ambang lebar. Pada sungai, ini akan banyak memberikan keuntungan karena bangunan ini akan mengurangi tinggi muka air hulu selama banjir. Harga koefisien debit menjadi lebih tinggi karena lengkung streamline dan tekanan negatif pada mercu. (Endang Pipin Tachyan, 1992 : 82)

Tekanan pada mercu adalah fungsi perbandingan antara H_1 dan r (H_1/r) (lihat Gambar 2.3). Untuk bendung dengan dua jari-jari (R_2) (lihat Gambar 2.1), jari-jari hilir akan digunakan untuk menemukan harga koefisien debit. (Ganda Koesoema, 1986 : 92).

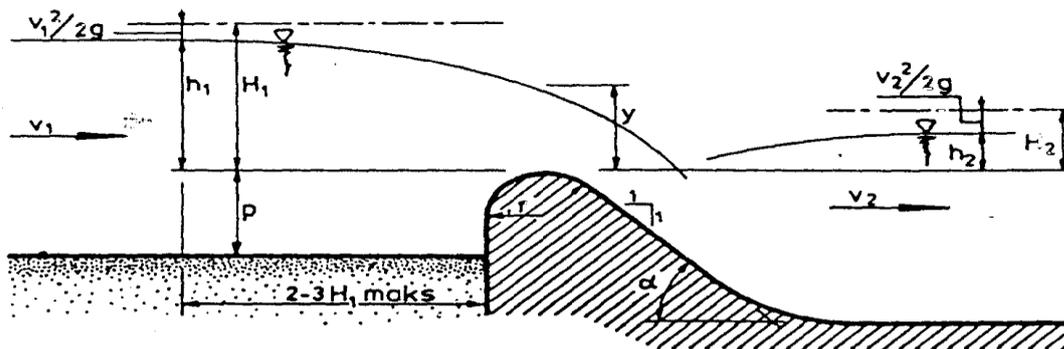


Gambar 2.1 Mercu Bulat

Kedua bentuk mercu tersebut dapat dipakai baik untuk konstruksi beton maupun pasangan batu atau bentuk kombinasi dari keduanya. Kemiringan maksimum muka bendung bagian hilir berkemiringan 1 banding 1 batas bendung dengan muka hilir vertikal mungkin menguntungkan jika bahan pondasinya dibuat dari batu keras dan tidak diperlukan kolam olak. (Raju, K.G.Rangga, 1986 : 86).

Dalam hal ini kavitasasi dan aerasi tirai luapan harus diperhitungkan dengan baik.

Untuk menghindari bahaya kavitasasi Lokal, tekanan minimum pada mercu bendung harus dibatasi sampai - 4m tekanan air jika mercu terbuat dari beton; untuk pasangan batu tekanan subatmosfir sebaiknya dibatasi sampai -1m tekanan air. (Suyono Sosrodarsono, 1987 : 102).



Gambar 2.2 Alat Ukur debit dengan mercu bulat

Persamaan debit untuk alat ukur debit mercu bulat adalah :

$$Q = C_d \frac{2}{3} \sqrt{2/3} g b H_1^{1,5}$$

di mana:

Q = debit, m³/dt

C_d = koefisien debit (C_d=C₀.C₁.C₂)

g = percepatan gravitasi, m/dt²(9,81)

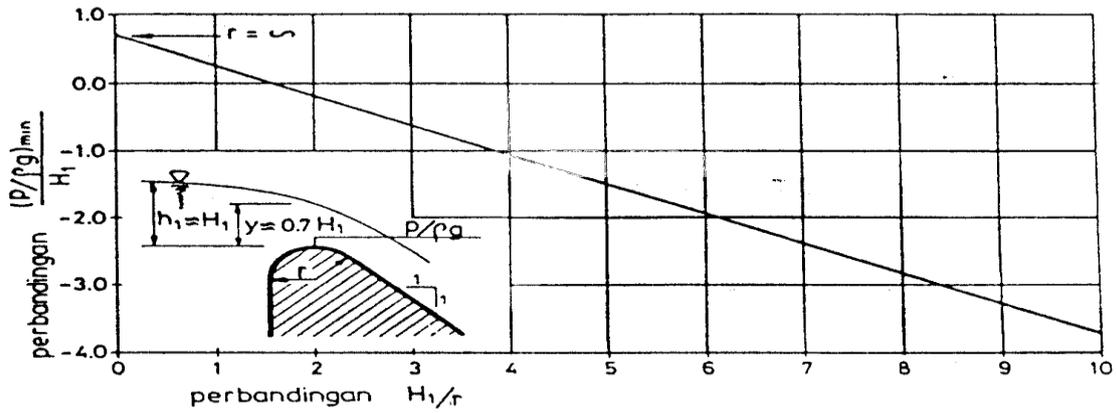
b = lebar mercu, m

H₁ = tinggi air di atas mercu, m

Koefisien debit C_d adalah hasil dari:

- C₀ yang merupakan fungsi H₁/r (lihat Gambar 2.4)
- C₁ yang merupakan fungsi p/H₁ (lihat Gambar 2.5), dan
- C₂ yang merupakan fungsi p/H₁ dan kemiringan muka hulu bendung (lihat Gambar 2.6).

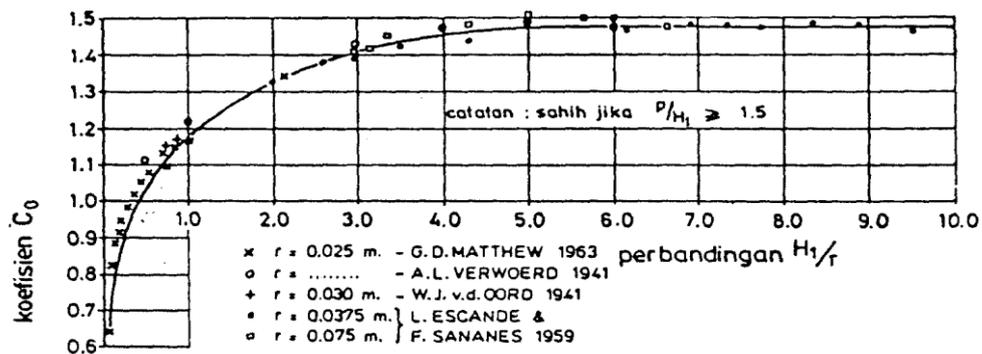
C₀ mempunyai harga maksimum 1,49 jika H₁/r lebih dari 5,0 seperti diperlihatkan pada Gambar 2.4.



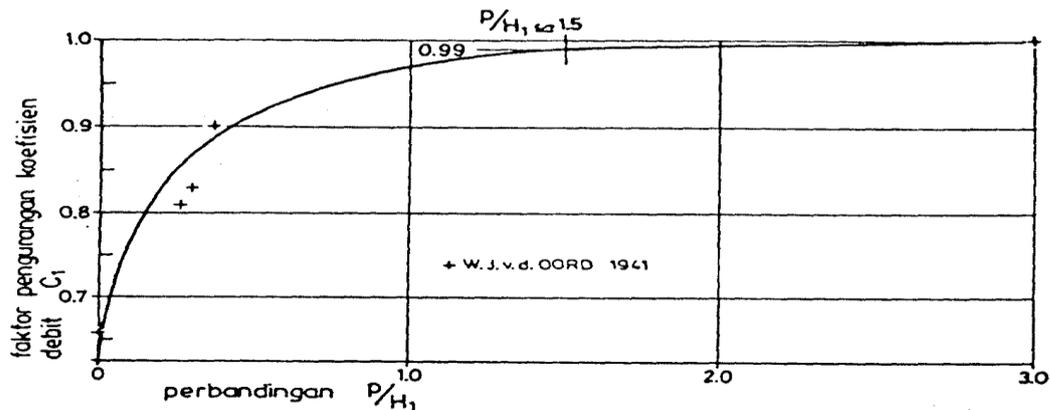
Gambar 2.3 Tekanan pada mercu bulat sebagai fungsi perbandingan H_1/r

Harga - harga C_0 pada Gambar 2.4 sah (valid) apabila mercu bendung cukup tinggi di atas dasar rata-rata alur pengarah ($p/H_1 >$ sekitar 1,5). Dalam tahap perencanaan p dapat diambil setengah dari jarak dan mercu sampai dasar rata-rata

sungai sebelum bendung tersebut dibuat. Untuk harga - harga p/H_1 yang kurang dari 1,5, maka Gambar 2.5 dapat dipakai untuk menemukan faktor pengurangan C_1 . (Bambang Triatmodjo, 1993 : 123).



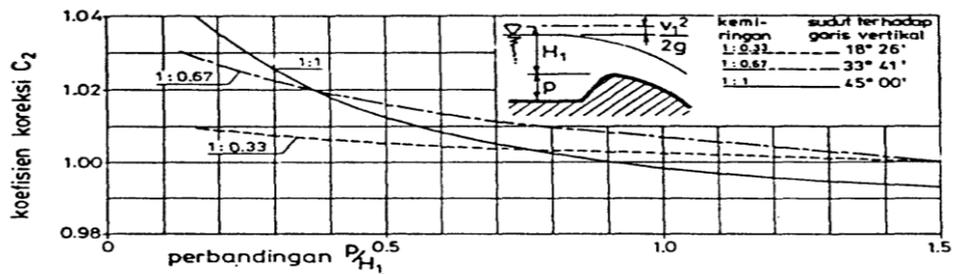
Gambar 2.4 Harga-harga koefisien C_0 untuk bendung ambang bulat sebagai fungsi perbandingan H_1/r .



Gambar 2.5 Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan p/H_1

Harga - harga koefisien koreksi untuk pengaruh kemiringan muka bendung bagian hulu terhadap debit diberikan pada Gambar 2.6.

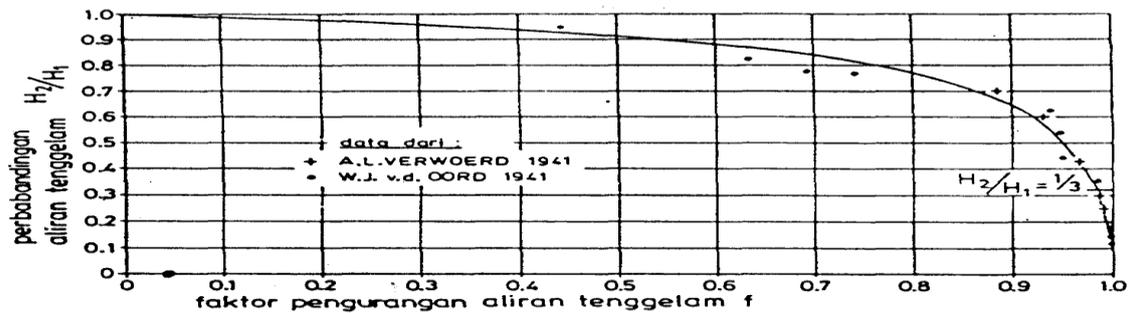
Harga koefisien koreksi, C_2 , diandaikan kurang lebih sama dengan harga faktor koreksi untuk bentuk-bentuk mercu tipe Ogee. (Ven Te Chow, 1986 : 201).



Gambar 2.6 Harga-harga koefisien C_2 untuk bendung mercu Ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR, 1960).

Harga-harga faktor pengurangan aliran tenggelam f sebagai fungsi perbandingan tenggelam dapat diperoleh dari Gambar

2.7. Faktor pengurangan aliran tenggelam mengurangi debit dalam keadaan tenggelam. (Sudjarwadi, 1987 : 88).



Gambar 2.7 Faktor pengurangan aliran tenggelam sebagai fungsi H_2/H_1 .

Kelebihan - kelebihan yang dimiliki mercu bulat adalah sebagai berikut :

- Karena peralihannya yang bertahap, bangunan pengatur ini tidak banyak mempunyai masalah dengan benda-benda terapung.
- Bangunan pengatur ini dapat direncanakan untuk melewati sedimen yang terangkut oleh saluran peralihan.
- Bangunan ini kuat dan tidak mudah rusak.

Kelemahan - kelemahan yang dimiliki mercu bulat adalah sebagai berikut :

- Aliran pada bendung menjadi nonmoduler jika nilai banding tenggelam H_2/H_1 melampaui 0,33.
- Hanya kemiringan permukaan hilir 1:1 saja yang bisa dipakai.
- Aliran tidak dapat disesuaikan

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Membuat model alat ukur debit mercu bulat
- b. Mendapatkan kurva lengkung debit yang merupakan hubungan antara tinggi muka air di hulu dengan besarnya debit dari model alat ukur debit mercu bulat.
- c. Mendapatkan kurva hubungan antara Debit dengan tinggi muka air di atas ambang.
- d. Membuktikan ketelitian pengukuran dari alat pengukur debit mercu bulat dengan menggunakan pemodelan.
- e. Membuktikan kepekaan pengukuran debit dari alat ukur debit mercu bulat dengan menggunakan pemodelan.
- f. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi pembelajaran yang diberikan
- g. Mendorong ilmuwan untuk meneliti lebih lanjut tentang penggunaan bangunan pengatur atau pengukur debit yang paling efisien dan ekonomis.

METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan yaitu:

- a. Tahapan pendahuluan, dalam hal ini meliputi mempersiapkan bahan (material) yang akan dipergunakan

seperti pembuatan model alat ukur debit mercu bulat.

- b. Pembuatan model alat ukur mercu bulat ini adalah dengan melakukan analisis skala model bahwa gaya gravitasi di laboratorium sama dengan *prototype* maka diasumsikan bahwa bilangan *Froude* yang terjadi pada model sama dengan bilangan *Froude* yang terjadi pada *prototype*. Sehingga dengan demikian skala debit, waktu, kecepatan dan volume akan dapat mewakili kondisi sesungguhnya di lapangan dengan skala panjang lebar dan tinggi 1 : 100.
- c. Dilanjutkan studi literatur seperti mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang menunjang tentang bangunan.pengatur dan pengukur debit, khususnya bangunan pengatur dan pengukur debit mercu bulat.
- d. Pengujian laboratorium dimulai dari menempatkan model uji alat ukur debit mercu bulat pada model saluran terbuka.
- e. Melakukan pengujian dengan memvariasikan debit mulai dari Q1, Q2, Q3, Q4, Qn, untuk mendapatkan variasi tinggi muka air di hulu, sehingga bisa didapatkan hubungan antara debit dengan tinggi muka air di hulu dari alat ukur debit mercu bulat.

- f. Mendapatkan hubungan dari variasi debit yang dialirkan melalui alat ukur debit mercu bulat terhadap kehilangan tinggi energi yang terjadi.
- g. Analisis Data, meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara debit dengan tinggi muka air

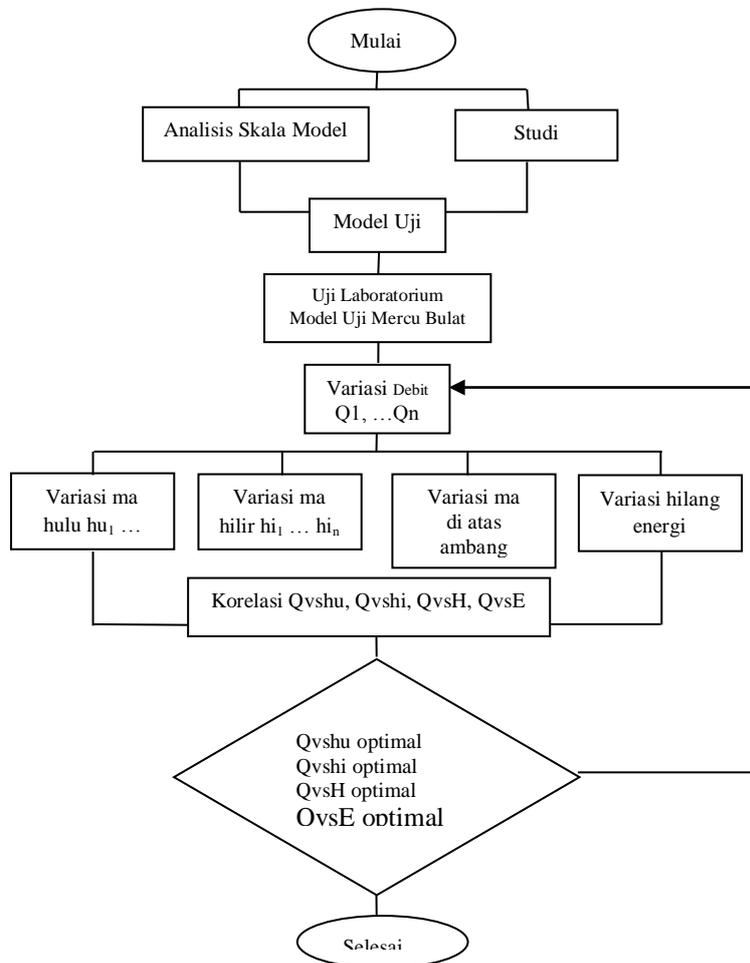
hulu, hubungan debit dengan kehilangan tinggi energi.

h. Kesimpulan

Untuk lebih jelas metode penelitian dapat dilihat dalam Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.

Tabel 3.1. Matrik Data Mercu Bulat

No.	Tinggi muka air			Kecepatan		Tinggi Energi		Kehilangan Energi	Debit Aliran
	Hulu	Di atas Ambang	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir		
1	hu1	H1	hi1	Vu1	Vi1	Eu1	Ei1	$\Delta E1$	Q1
2	hu2	H2	hi2	Vu2	Vi2	Eu2	Ei2	$\Delta E2$	Q2
3	hu3	H3	hi3	Vu3	Vi3	Eu3	Ei3	$\Delta E3$	Q3
4	hu4	H4	hi4	Vu4	Vi4	Eu4	Ei4	$\Delta E4$	Q4
5	hu5	H5	hi5	Vu5	Vi5	Eu5	Ei5	$\Delta E5$	Q5
6	hu6	H6	hi6	Vu6	Vi6	Eu6	Ei6	$\Delta E6$	Q6
7	hu7	H7	hi7	Vu7	Vi7	Eu7	Ei7	$\Delta E7$	Q7
8	hu8	H8	hi8	Vu8	Vi8	Eu8	Ei8	$\Delta E8$	Q8
9	hu9	H9	hi9	Vu9	Vi9	Eu9	Ei9	$\Delta E9$	Q9
10	hu10	H10	hi10	Vu10	Vi10	Eu10	Ei10	$\Delta E10$	Q10



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

Analisis Hasil

Dalam menganalisis data dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Kompilasi data yaitu mengelompokkan data hasil pengujian laboratorium kedalam kelompok sesuai dengan tipe alat ukur debit yang digunakan yaitu alat ukur debit mercu bulat.
2. Dilanjutkan menentukan parameter tinggi muka air di hulu dan hilir, tinggi muka air di atas ambang, kecepatan aliran di hulu dan hilir, tinggi energi di hulu dan hilir dengan variasi debit yang berbeda untuk aliran melalui alat ukur debit mercu bulat.
3. Menentukan regresi hubungan antara tinggi muka air di hulu dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit mercu bulat.

4. Menentukan regresi hubungan antara tinggi muka air di hilir dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit mercu bulat.
5. Menentukan regresi hubungan antara kehilangan energi dengan debit untuk aliran melalui alat ukur debit mercu bulat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Uji Laboratorium

Data hasil pengujian laboratorium berisikan tentang data pengukuran mengenai tinggi muka air di hulu dan hilir, tinggi muka air di atas ambang, tinggi energi di hulu dan hilir, dan debit untuk alat ukur debit mercu bulat. Untuk lebih jelasnya data hasil uji laboratorium disajikan dalam tabel 4.1, tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4.1 Data Hasil Uji Laboratorium Mercu Bulat dgn r = 1.0 cm.

DEBIT ALIRAN ALAT UKUR DEBIT MERCU BULAT ----> r=1													
No.	ma hulu	kec. Hulu	$v^2/2g$	p	H_1	H_1/r	p/H_1	C_0	C_1	Cd	b	Q_{hitung}	Q_{ukur}
1	0.1029	0.4852	0.012	0.05	0.065	6.490	0.770	1.490	0.900	1.341	0.075	0.0028	0.0019
2	0.0929	0.4429	0.010	0.05	0.053	5.290	0.945	1.490	0.910	1.356	0.075	0.0021	0.0015
3	0.0829	0.4202	0.009	0.05	0.042	4.190	1.193	1.490	0.920	1.371	0.075	0.0015	0.0011
4	0.0729	0.3431	0.006	0.05	0.029	2.890	1.730	1.490	0.950	1.416	0.075	0.0009	0.0005
5	0.0629	0.3132	0.005	0.05	0.018	1.790	2.793	1.440	0.980	1.411	0.075	0.0004	0.0002

Tabel 4.2 Data Hasil Uji Laboratorium Mercu Bulat dgn r = 1,25

DEBIT ALIRAN ALAT UKUR DEBIT MERCU BULAT ----> r=1.25													
No.	ma hulu	kec. Hulu	$v^2/2g$	p	H_1	H_1/r	p/H_1	C_0	C_1	Cd	b	Q_{hitung}	Q_{ukur}
1	0.0994	0.4429	0.010	0.05	0.059	4.752	0.842	1.490	0.970	1.445	0.075	0.0027	0.0019
2	0.0894	0.3962	0.008	0.05	0.047	3.792	1.055	1.470	0.970	1.426	0.075	0.0019	0.0013
3	0.0794	0.3706	0.007	0.05	0.036	2.912	1.374	1.400	0.980	1.372	0.075	0.0012	0.0008
4	0.0694	0.3431	0.006	0.05	0.025	2.032	1.969	1.330	0.990	1.317	0.075	0.0007	0.0004
5	0.0594	0.3132	0.005	0.05	0.014	1.152	3.472	1.200	1.000	1.200	0.075	0.0003	0.0001

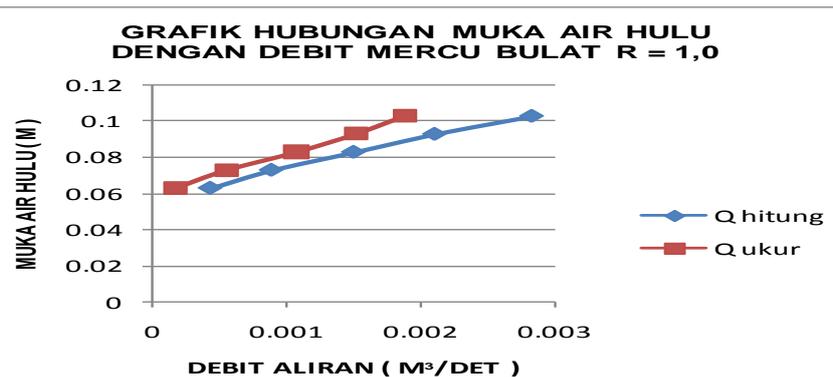
Tabel 4.3 Data Hasil Uji Laboratorium Mercu Bulat dgn r = 1,5

DEBIT ALIRAN ALAT UKUR DEBIT MERCU BULAT ----> r=1.5													
No.	ma hulu	kec. Hulu	$v^2/2g$	p	H_1	H_1/r	p/H_1	C_0	C_1	C_d	b	Q_{hitung}	Q_{ukur}
1	0.0987	0.4429	0.010	0.05	0.059	3.913	0.852	1.460	0.960	1.402	0.075	0.0025	0.0019
2	0.0887	0.3962	0.008	0.05	0.047	3.113	1.071	1.420	0.970	1.377	0.075	0.0018	0.0013
3	0.0787	0.3706	0.007	0.05	0.036	2.380	1.401	1.360	0.980	1.333	0.075	0.0011	0.0008
4	0.0687	0.3431	0.006	0.05	0.025	1.647	2.024	1.310	0.990	1.297	0.075	0.0006	0.0004
5	0.0587	0.3132	0.005	0.05	0.014	0.913	3.650	1.170	1.000	1.170	0.075	0.0002	0.0001

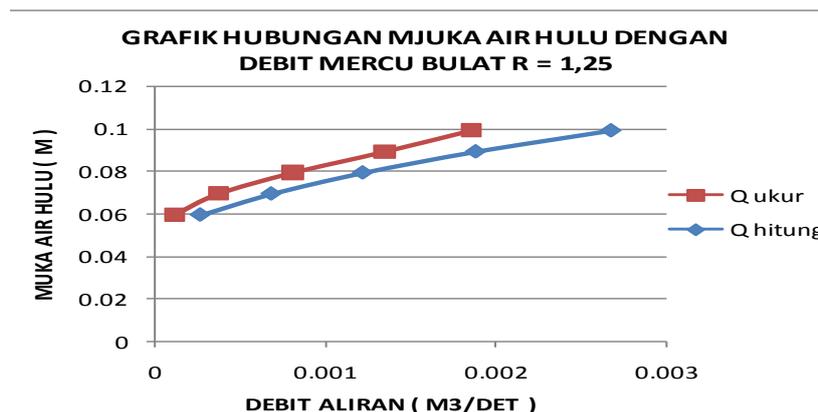
Hubungan antara Tinggi Muka Air di Hulu dengan Debit Mercu Bulat

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di hulu dengan debit Mercu Bulat mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya tinggi muka air di hulu akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran melalui Mercu Bulat. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran Mercu

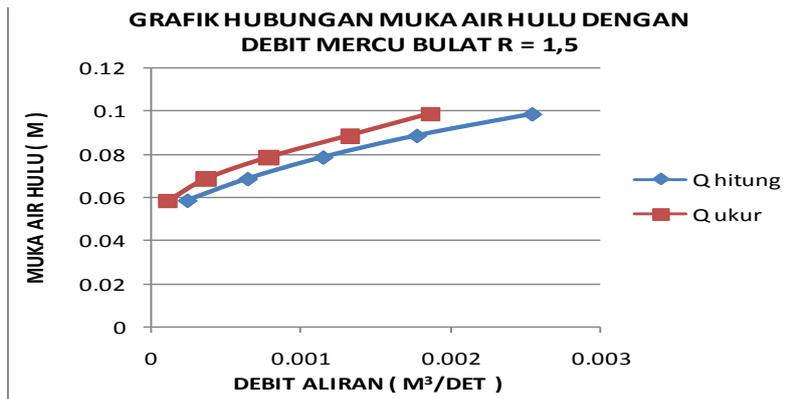
Bulat juga diikuti dengan perubahan tinggi muka air di hulu. Grafik hubungan muka air di hulu dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hulu tidak begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1, 4.2, 4.3 berikut :



Gambar 4.1 Grafik hubungan muka air hulu dengan debit Mercu Bulat R=1,0



Gambar 4.2 Grafik hubungan muka air hulu dengan debit Mercu Bulat R=1,25

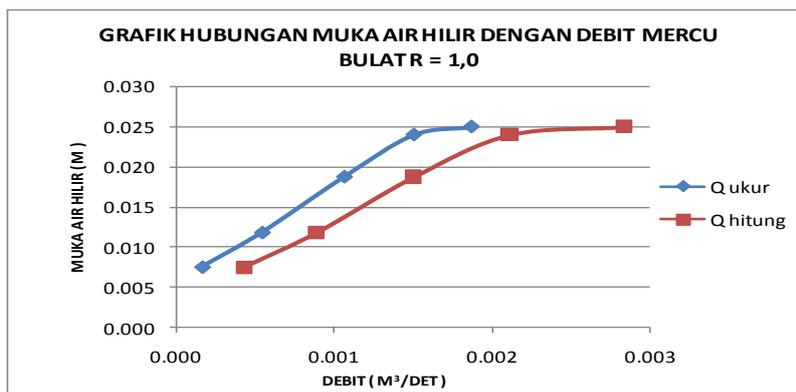


Gambar 4.3 Grafik hubungan muka air hulu dengan debit Mercu Bulat R=1,5

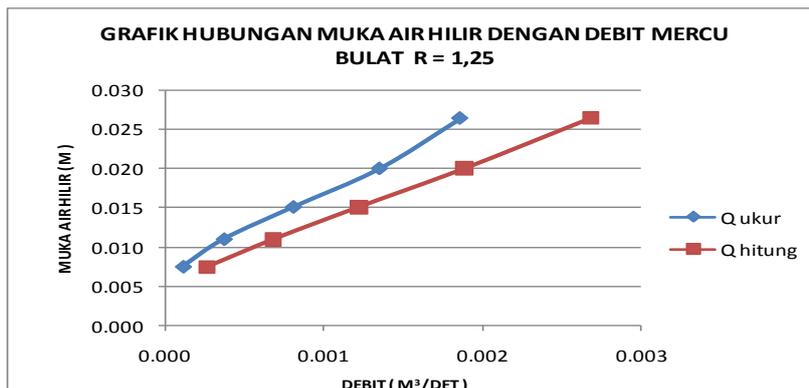
Hubungan antara Tinggi Muka Air di Hilir dengan Debit Mercu Bulat

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di hilir dengan debit Mercu Bulat mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya tinggi muka air di hilir akan diikuti dengan meningkatnya debit aliran

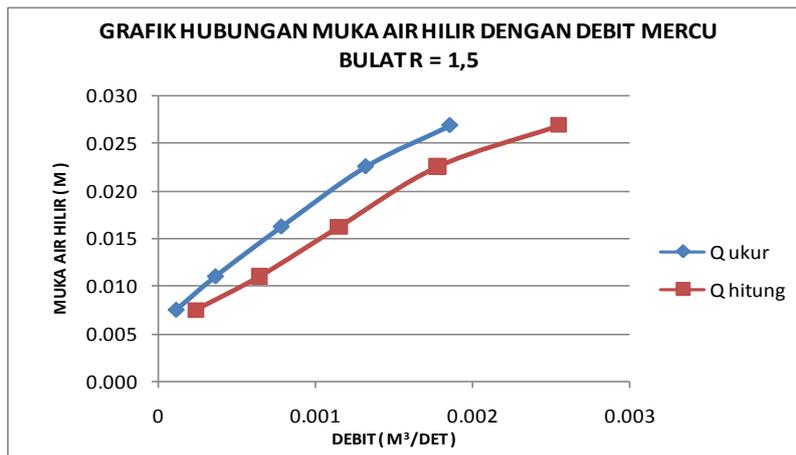
melalui Mercu Bulat. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran Mercu Bulat juga diikuti dengan perubahan tinggi muka air di hilir. Besarnya peningkatan tinggi muka air di hilir tidak begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.4, 4.5, 4.6 berikut :



Gambar 4.4 Grafik hubungan tinggi muka air hilir dengan debit Mercu Bulat R=1,0



Gambar 4.5 Grafik hubungan tinggi muka air hilir dengan debit Mercu Bulat R=1,25

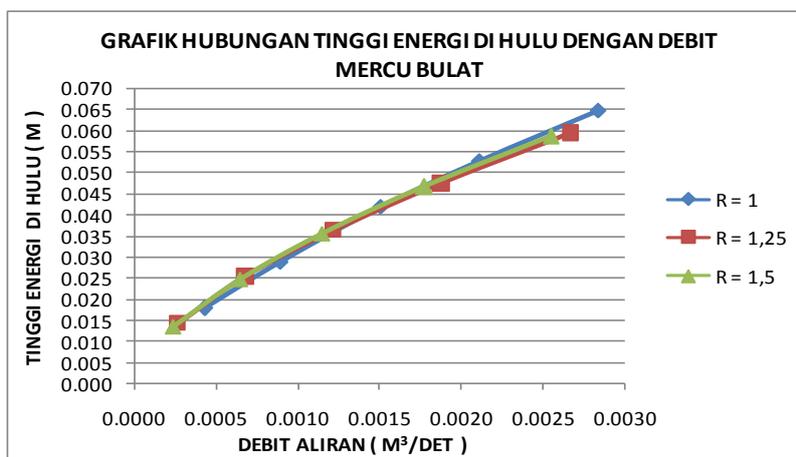


Gambar 4.6 Grafik hubungan tinggi muka air hilir dengan debit Mercu Bulat R=1,5

Hubungan antara Tinggi Energi di Hulu dengan Debit Mercu Bulat

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan tinggi energi di hulu dengan debit Mercu Bulat mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya debit aliran akan diikuti dengan meningkatnya tinggi energi di hulu

pada Mercu Bulat. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran Mercu Bulat mempengaruhi besarnya tinggi energy di hulu. Besarnya tinggi energi di hulu begitu signifikan dipengaruhi oleh perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut :



Gambar 4.7 Grafik hubungan tinggi energi di hulu dengan debit mercu bulat.

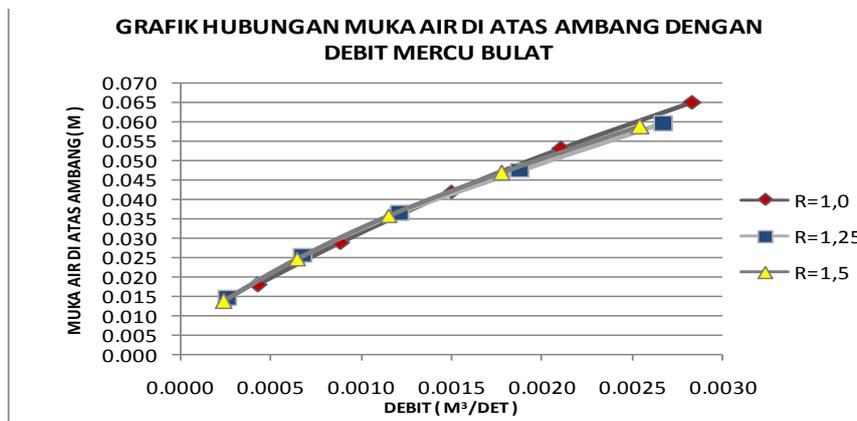
Hubungan Tinggi Muka Air di atas Ambang dengan Debit Mercu Bulat

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan muka air di atas

ambang dengan debit mercu bulat mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya tinggi muka air di atas ambang akan diikuti dengan meningkatnya

debit aliran melalui mercu bulat. Dengan kata lain bahwa perubahan debit aliran mercu bulat sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air di atas ambang. Grafik hubungan muka air di atas ambang dengan debit aliran lebih dikenal dengan sebutan Kurva

Lengkung Debit. Besarnya peningkatan tinggi muka air di atas ambang begitu signifikan terhadap perubahan debit aliran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut :

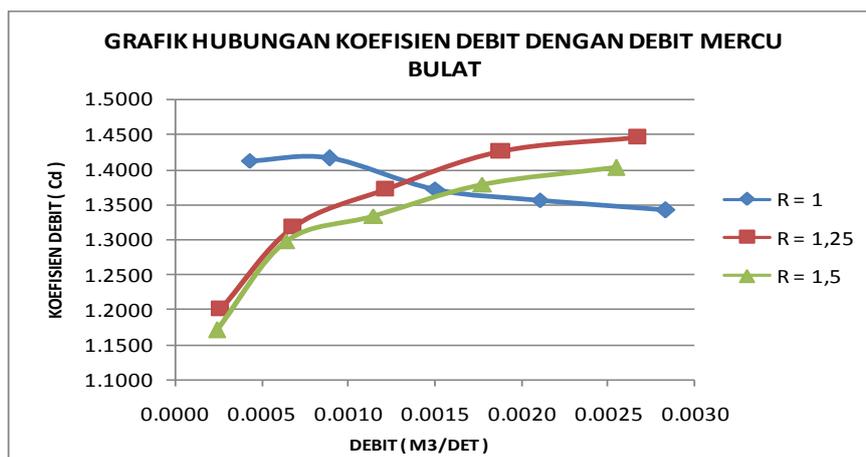


Gambar 4.8 Grafik hubungan tinggi muka air di atas ambang dengan debit Mercu Bulat

Hubungan Koefisien Debit dengan Debit Mercu Bulat

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan secara umum hubungan koefisien debit dengan debit mercu bulat mempunyai kecenderungan bahwa dengan meningkatnya debit aliran akan diikuti dengan meningkatnya koefisien debit pada

mercu bulat. Tapi ada satu kondisi yaitu mercu bulat dengan R=1,0 cm tidak mengikuti trend. Hal ini menandakan bahwa untuk mercu bulat dengan radius R kecil tidak disarankan pada alat ukur debit mercu bulat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.9 Grafik hubungan koefisien debit dengan debit mercu bulat

KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hubungan tinggi muka air di hulu dengan debit untuk mercu bulat mempunyai kecenderungan yang mirip untuk bermacam variasi radius mercu.
2. Hubungan tinggi muka air di hilir dengan debit untuk mercu bulat mempunyai kecenderungan yang mirip untuk bermacam variasi radius mercu.
3. Hubungan tinggi energi di hulu dengan debit mercu bulat mempunyai kecenderungan yang hampir sama untuk bermacam variasi radius mercu.
4. Hubungan antara koefisien debit dengan debit mercu bulat untuk $R=1,25$ dan $R=1,5$ mempunyai kecenderungan yang sama. Sedangkan untuk mercu bulat dengan $R=1,0$ kecenderungannya berbeda.

SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Dalam menentukan tipe alat ukur debit pelimpah mercu bulat harus disesuaikan dengan tingkat kepekaan alat ukur debit.
2. Pemilihan tipe alat ukur debit mercu bulat tidak disarankan menggunakan radius mercu bulat tidak disarankan

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tak lupa peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktur, Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian pada masyarakat, Kepala Laboratorium Hidrolika Politeknik Negeri Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow Ven Te, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga. 1986.
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan, *Pedoman dan Kriteria Perencanaan Teknis Irigasi*, Yogyakarta, 1980.
- Endang Pipin Tachyan, *Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi*, Jakarta : Erlangga, 1992
- Gandakoesoema, R, *Irigasi*. Bandung : CV. Galang Persada, 1986.
- Raju, K.G. Ranga. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga. 1986.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Kensaku Takeda, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta : PT. Pradnya Paramita. 1987.
- Sudjarwadi, *Dasar-Dasar Teknik Irigasi*, Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS FT UGM. 1987.
- Triatmodjo, Bambang, *Soal Penyelesaian Hidrolika II*, Yogyakarta : Beta Offset. 1993.