

ABSTRAK

Lalu Gede Sriaji Jayabaya, Jurusan Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2007. Uji Model Fisk Hidrolik Efektifitas Terjunan Tegak Berkisi Terhadap Perubahan Kandungan Oksigen Terlarut dalam Aliran (*Uji Model Fisik Pada Terjunan Tegak dan Terjunan Tegak Berkisi Peredam dengan tiga panjang kisi peredam*)

Dosen Pembimbing : Very Dermawan, ST, MT dan Sumiadi, ST, MT.

Bangunan terjun yang bertubulensi tinggi cenderung meningkatkan kandungan DO (*Dissolved Oxygen*), dengan adanya Kisi Peredam diperkirakan akan lebih meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada terjunan. Pada bagian hilir bangunan terjun biasanya dibangun suatu kolam pengendali loncatan hidrolik, baik hanya berupa perkerasan lantai ataupun yang berupa sill-sill. Pada umumnya jarang sekali kolam olakan yang dirancang untuk menahan seluruh panjang loncatan bebas, karena biaya sangat mahal. Loncatan hidrolik dapat terjadi apabila perubahan kedalaman yang mendadak dari y_1 terhadap y_2 . Kondisi yang perlu diperhatikan pada loncatan hidrolik adalah karakteristik loncatan, panjang dan lokasi loncatannya.

Penelitian dilakukan pada saluran peraga yang ada yaitu saluran terbuka di Laboratorium Hidrolika Dasar Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan perlakuan yaitu : 5 (lima) variasi debit dan 4 (empat) bentuk terjunan. Analisa yang dilakukan meliputi analisa terhadap nilai kedalaman air di hulu loncatan hidrolik (y_0) dan kedalaman muka air di hilir loncatan hidrolik (y_2), analisa bilangan Froude (Fr) untuk mengetahui kondisi aliran yang terjadi serta analisa terhadap panjang terjun dan panjang loncatan hidrolik (LT) dan analisa penggunaan kisi peredam pada uji model terjunan terhadap kandungan oksigen terlarut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada terjunan tegak sanggup menaikkan kandungan DO, kemudian dengan pemasangan kisi peredam pada terjunan tegak kenaikan DO semakin signifikan. Kenaikan oksigen terlarut yang semakin tinggi sejalan dengan ukuran kisi peredam yang lebih panjang selama belum terjadi aliran tenggelam, selain itu rumus bilangan terjun (D_n) untuk terjunan dengan bentuk ujung tegak masih memiliki kesesuaian. Dengan menggunakan kisi peredam bilangan Froude turun hingga 45% dan panjang loncatan lebih pendek sampai 50%. Hal ini berarti disamping diperoleh hasil reaerasi yang lebih efisien kisi peredam juga mampu mengurangi volume kolam olakan karena panjang konstruksi kolam olakan lebih pendek.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran sungai dewasa ini sudah merupakan problema di kota-kota besar. Beberapa sungai sampai saat ini masih merupakan sumber baku air bagi perusahaan air minum. Pembuangan sampah maupun kotoran terus-menerus membuat pencemaran dalam sungai-sungai di kota-kota besar kian meningkat tanpa sejenakpun memperoleh kesempatan untuk menyelesaikan proses dekomposisi maupun pembaruan kadar oksigen secara berganti. Kehadiran sampah maupun kotoran di dalam sungai menggocangkan bagi kehidupan air, karena hilangnya persediaan oksigen yang sangat vital bagi kehidupan air, maupun kelangsungan proses dekomposisi itu sendiri, oleh karena itu manusia dituntut akan kesadarannya agar tidak mengotori air sungai. Tetapi secara alamiah air sungai sebenarnya mempunyai kemampuan untuk membersihkan diri dari bahan pencemar. Kemampuan air sungai untuk membersihkan diri ini disebut purifikasi atau "*self purification*".

Air merupakan komponen utama alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Seringkali manusia memanfaatkannya terlalu berlebihan sehingga mengakibatkan terjadi kekurangan ketika jumlah air mulai menipis. Pengelolaan sumber daya air di Indonesia mengalami kemajuan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan karena permintaan kebutuhan air semakin meningkat baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Usaha pemerintah dimulai dari konsep pengembangan dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai secara terpadu hingga perencanaan pembangunan.

Dengan keberadaan bangunan air yang melintang pada suatu aliran air baik berupa bendungan, bendung, terjunan atau bangunan yang lain dimaksudkan untuk memperbaiki kondisi aliran air agar tidak mempunyai daya rusak pada badan air tersebut (*river improvement*), disamping berfungsi menaikkan muka air untuk suplai air irigasi dan keperluan pengelolaan yang lain.

Perencanaan bangunan air tersebut selalu diikuti dengan analisis hidrolis dan pemilihan bentuk bangunan sedemikian rupa sehingga mampu berfungsi untuk meredam energi akibat loncatan air dengan tujuan menghindari kerusakan bangunan dan saluran air akibat pelepasan energi tersebut seminimal mungkin.

Aliran normal yang terjadi disaluran air biasanya adalah aliran sub kritis. Pada saat aliran air melintasi terjunan, selalu terjadi proses perubahan aliran air dari aliran sub kritis menuju aliran kritis dan super kritis sehingga harus terjadi pelepasan energi akibat perubahan bentuk aliran untuk menjadikan aliran tersebut kembali menjadi sub kritis. Dampak pelepasan energi tersebut selalu ditandai dengan terjadinya olakan air dan bangunan untuk meredam energi tersebut dinamakan kolam peredam energi atau kolam olak

Adanya proses olakan air ini akan meningkatkan kandungan oksigen dalam air (*Dissolved Oxygen*) akibat meningkatnya kontak air dengan udara (proses reaerasi) dan berakibat baik serta mendukung proses mandiri aliran air memperbaiki kualitasnya.

Mengingat Pentingnya proses reaerasi dalam peningkatan kualitas air sungai maka penelitian mengenai proses reaerasi ini perlu dilakukan sehingga proses reaerasi tersebut dapat dimanfaatkan sebaik2nya dalam rangka pelestarian sumber daya air.

Penelitian ini adalah penelitian yang menggabungkan bidang ilmu hidrolik dengan lingkungan khususnya kualitas air untuk mengetahui bahwa adanya bangunan air juga memiliki andil dalam proses perbaikan lingkungan khususnya air.

1.2. Identifikasi Masalah

Pada suatu saluran yang mempunyai beda elevasi yang besar sebaiknya dibangun suatu bangunan terjun. Pada bangunan terjunan tegak terjadi perubahan elevasi dasar saluran secara mendadak dari elevasi yang tinggi ke elevasi yang lebih rendah. Sehingga aliran yang melaluinya akan mengalami locatan bebas. Kondisi yang demikian menyebabkan terjadinya 2 (Dua) fase aliran ; yaitu kondisi aliran kritis sampai dengan aliran aliran super kritis dan kondisi aliran super kritis kembali ke sub kritis. Pada kondisi pertama akan terjadi limpasan air dan pada kondisi kedua akan terjadi olakan air. Adanya proses limpasan dan olakan ini akan meningkatkan kandungan oksigen dalam air (oksigen terlarut) akibat meningkatnya kontak air dengan udara.

Analisis laboratorium kandungan oksigen dalam air yang diambil sebelum terjunan dan setelah terjunan diharapkan akan memberikan gambaran peningkatan kandungan oksigen dalam air.

1.3. Batasan Masalah

Studi ini perlu diadakan pembatasan masalah agar dapat mengarah sesuai tujuan. Adapun batasan masalah dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Data yang dipakai adalah data hasil penelitian dilaboratorium hidrolika saluran terbuka Fakultas Teknik Pengairan Universitas brawijaya dengan menggunakan flume segiempat.
2. Data oksigen terlarut adalah data hasil penelitian dan pengujian dilaboratorium Kimia Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.
3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan perlakuan yang berbeda berupa 5 variasi debit dan 4 bentuk ujung terjunan.
4. Bangunan pengendali loncatan menggunakan kisi peredam (*longitudinal rack*).
5. Penelitian dilakukan terhadap kondisi aliran bebas.
6. Penampang saluran terbuka berbentuk segi empat
7. Kemiringan slope saluran adalah datar ($S \approx 0$) dan lebar saluran 7,8 cm.
8. Pengambilan sampel sebesar 0,6 liter
9. Tidak mengambil sampel dalam waktu yang bersamaan
10. Tidak membandingkan persentase kenaikan DO antara terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi.

1.4. Rumusan Masalah

Dengan berpedoman pada permasalahan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh perubahan debit terhadap kandungan DO pada terjunan tanpa kisi peredam?
2. Bagaimana pengaruh perubahan debit dan panjang kisi terhadap kandungan DO pada terjunan berkisi peredam (L_1, L_2, L_3)?
3. Bagaimana panjang loncatan hidrolik dan efektifitas peredaman energi terjunan tegak dengan kisi peredam pada berbagai variasi debit?

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah :

1. Mengetahui perubahan konsentrasi DO dengan variasi debit pada terjunan tanpa kisi peredam pada bagian hilir
2. Mengetahui perubahan konsentrasi DO dengan variasi debit dan panjang kisi pada bagian hilir.
3. Mengetahui perubahan panjang loncatan hidrolis dan keefektifan peredaman energi pada terjunan berkisi peredam (L_1, L_2, L_3).

1.6 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan akan didapatkan keunggulan kisi peredam pada terjunan dalam meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut yang merupakan salah satu parameter kualitas air dan keefektifan peredaman dalam karakter aliran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas Air

Keberadaan air baik secara kualitas maupun kuantitas menjadi suatu permasalahan yang tidak dapat dianggap remeh. Secara kuantitas jumlah air tawar yang ada di bumi dan dapat dimanfaatkan manusia relatif tidak berubah, sementara jumlah kebutuhan akan air meningkat. Sehingga air menjadi terbatas baik jumlah ataupun kualitasnya. Kondisi diatas diperburuk lagi dengan pencemaran yang terjadi akibat limbah proses penggunaan air, baik dari rumah tangga, pertanian maupun industri, sehingga tidak saja menjadikan ketersediaan air bersih menjadi semakin sulit didapatkan tetapi juga diikuti dengan dampak yang buruk bagi lingkungan dan kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu upaya menjaga kelestarian kualitas air yang ada bias dimanfaatkan secara optimal.

Teknik kualitas air pada dasarnya dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu proses pembersihan air (*Water Treatment*) dan proses penanganan air limbah (*Waste Water Treatment*). Proses pembersihan air umumnya ditujukan untuk keperluan air minum, air untuk industri dan air untuk pertanian., sedang proses penanganan air limbah adalah penanganan air yang telah pernah digunakan. Proses yang dilakukan adalah dengan pengumpulan dan pengolahan secara fisik, kimia maupun biologis sampai tataran tertentu sesuai dengan syarat yang telah ditentukan, sebelum air dikembalikan ke badan air.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menetapkan bahwa menurut peruntukannya , kualitas air dibagi menjadi 4 (empat) golongan yaitu:

1. Golongan I

Adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2. Golongan II

Adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau

peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Golongan III

Adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanaman, dan atau Peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

4. Golongan IV

Adalah air yang peruntukannya hanya dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut..

2.1.1 Parameter Kualitas Air

Untuk mengetahui apakah suatu air tercemar atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan yang sudah ditentukan. Parameter kualitas air yang umum diuji dan dapat digunakan sebagai penentu tingkat pencemaran air adalah (Fardiaz, 1992 : 21) :

1. Nilai pH,
2. Suhu,
3. Warna, bau dan rasa,
4. Jumlah padatan,
5. Nilai DO, BOD dan COD,
6. Pencemaran mikroorganisme patogen,
7. Kandungan minyak,
8. Kandungan logam berat, dan
9. Kandungan bahan radio aktif

2.1.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tanaman dan hewan didalam air. Kehidupan makhluk hidup didalam air sangat bergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupan makhluk hidup tersebut. Ikan merupakan makhluk air yang memerlukan oksigen tertinggi, kemudian invertebrate, dan yang terkecil kebutuhannya adalah bakteri. Biota air hangat memerlukan oksigen terlarut minimal 5 ppm, sedang biota air

dingin memerlukan Oksigen terlarut mendekati jenuh. Konsentrasi oksigen terlarut minimal untuk kehidupan biota tidak kurang dari 6 ppm.

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari udara yang amsuk ke dalam air dengan kecepatan terbatas. Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh, bervariasi tergantung dari suhu dan tekanan atmosfer. Pada suhu 20°C dengan tekanan 1 atmosfer, konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh adalah 9,2 ppm, sedangkan pada suhu 50°C dengan tekanan yang sama, tingkat kejenuhannya hanya 5.6 ppm.

Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan-ikan dan binatang lainnya serta tanaman air yang membutuhkan oksigen akan mati, sedang bila oksigen terlarut terlalu tinggi juga bias mengakibatkan proses pengkaratan semakin cepat, karena oksigen akan mengikat hydrogen yang melapisi permukaan logam.

Air yang sehat minimal mempunyai kadar oksigen terlarut 5 – 7 ppm pada suhu 20°C. Penetapan kadar oksigen terlarut dapat dilakukan dengan metode titrimetri Winkler. Prinsip dasarnya oksigen yang terdapat di dalam air diikat dengan Mn(OH)₂. Senyawa Mn(OH)₂ yang terjadi direaksikan dengan larutan KI dalam suasana asam. Senyawa I₂ yang dibebaskan dapat dititrasi dengan larutan baku Na₂S₂O₃ dan sebagai indikator digunakan larutan amilum. Adapun perhitungan reaksinya sebagai berikut:

$$\text{Kadar Oksigen Terlarut (mg/L)} = \frac{1000 \times V_1 \times N_{\text{thio}}}{(V_2 - 2)} \times 8 \quad (2-1)$$

Dengan :

V₁ = volume Na₂S₂O₃ yang digunakan untuk titrasi

N_{thio} = Konsentrasi larutan Na₂S₂O₃

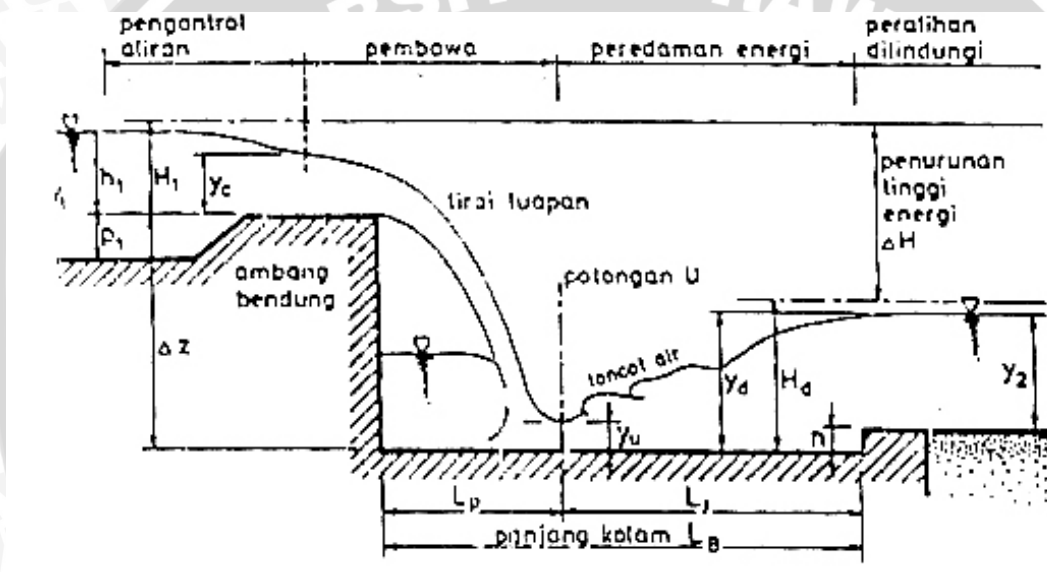
V₂ = volume sampel air yang diperiksa

2.2 Bangunan Terjun Tegak

Dalam saluran terbuka ada berbagai bangunan yang digunakan untuk membawa air dari satu ruas hulu ke ruas hilir, salah satunya yaitu bangunan terjun. Bangunan terjun merupakan bangunan pembawa dengan kondisi aliran superkritis. Bangunan terjun diperlukan jika kemiringan permukaan tanah lebih curam daripada kemiringan

maksimum saluran yang diijinkan. Bangunan terjun berfungsi sebagai pengendali loncatan hidrolik yang terjadi pada bagian hilir. Bangunan ini mempunyai empat bagian fungsional, masing-masing memiliki sifat yang khas (Standar Perencanaan Irigasi KP-04; 1986:93), yaitu :

1. Bagian hulu pengontrol, yaitu bagian dimana aliran menjadi superkritis.
2. Bagian dimana air dialirkan ke elevasi yang lebih rendah.
3. Bagian tepat di sebelah hilir tempat energi diredam.
4. Bagian peralihan saluran memerlukan lindungan untuk mencegah erosi.



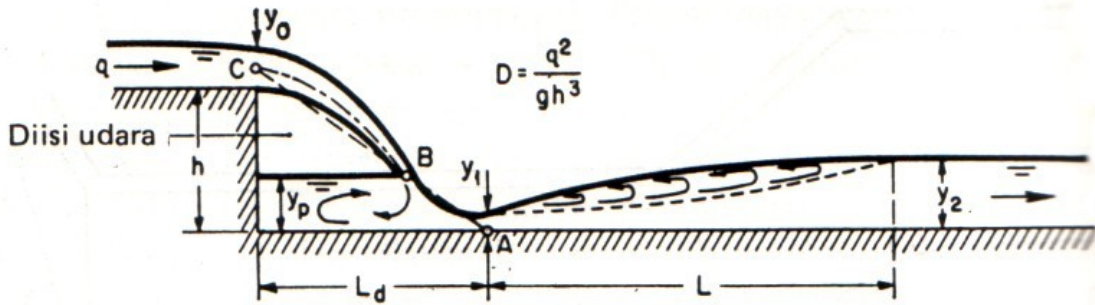
Gambar 2.1 Bangunan terjunan tegak

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-04, 1986 : 85

Pengendali loncatan hidrolik adalah menjaga agar loncatan tetap terbentuk dan mengendalikan posisinya pada berbagai keadaan. Baik karakteristik loncatan, panjang loncatan dan profil loncatan yang terjadi.

Air luapan jatuh bebas pada pelimpah terjunan tegak akan memutar alirannya dan bergerak secara perlahan-lahan hingga menjadi aliran superkritis pada lapisan lindung. Akibatnya akan terbentuk suatu loncatan hidrolik pada hilir. Berdasarkan data-data percobaan, Moore [40], Bakhmeteff, Feodoroff [65] ; dan Rand [66] telah mendapatkan bukti bahwa geometri aliran pada pelimpah terjunan lurus dapat dijelaskan dengan fungsi bilangan terjunan, yang didefinisikan sebagai berikut :

$$D = \frac{q^2}{gh^3} \quad (2-2)$$



Gambar 2.2 Geometri aliran pada pelimpah terjunan lurus

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 382

D : bilangan terjun (drop number)

q : debit persatuan lebar saluran ($m^3/dt.m$)

z : tinggi terjun (m)

$$\frac{L_d}{z} = 4,30D^{0,27} \quad (2-3)$$

$$\frac{y_p}{z} = 1,00D^{0,22} \quad (2-4)$$

$$\frac{y_1}{z} = 0,54D^{0,425} \quad (2-5)$$

$$\frac{y_2}{z} = 1,66D^{0,27} \quad (2-6)$$

Dengan :

L_d : panjang lantai terjun (m)

y_p : kedalaman air genangan di bawah air pelimpah (m)

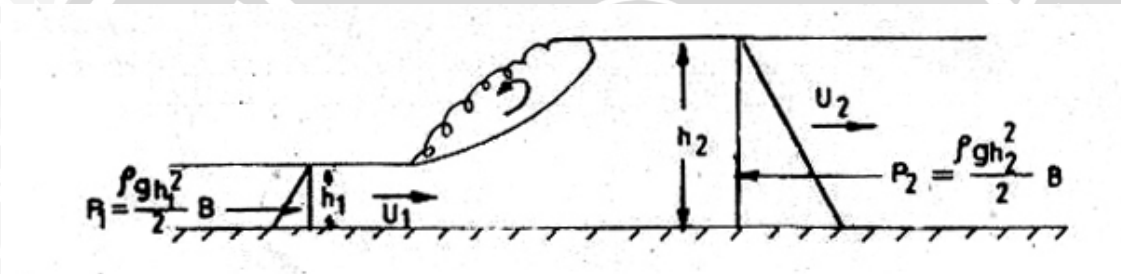
y_1 : kedalaman air pada tempat mulainya loncatan air (m)

y_2 : kedalaman air hilir loncatan hidrolis (m)

2.3 Loncatan Hidrolik

Loncatan hidrolik terjadi jika aliran superkritis berubah menjadi aliran subkritis pada jarak dan kedalaman tertentu. Aliran superkritis akan mengalami loncatan sampai pada kedalaman aliran yang merupakan pertemuan 2 jenis aliran tersebut, yang dinamakan kedalaman konjugasi. Umumnya loncatan hidrolik disertai dengan kenaikan permukaan air secara mendadak dan kehilangan tinggi energi yang cukup besar.

Pada loncatan hidrolik akan terjadi pergolakan air di permukaan yang terjadi pada awal loncatan dan berakhir pada ujung loncatan, disinilah proses kehilangan energi terjadi. Pada peristiwa loncatan hidrolik komponen dasar yang berpengaruh pada perhitungan energi adalah momentum.



Gambar 2.3 Persamaan momentum dalam loncatan hidrolik pada saluran segi empat

Sumber : Ranga Raju, 1986 : 12

Pada saluran persegi empat, horisontal tanpa gesekan, persamaan momentum yang terjadi adalah (Ranga Raju, 1986 : 12)

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot Q \cdot (U_2 - U_1) \tag{2-7}$$

$$\text{atau} \quad \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot y_1^2 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot y_2^2 \right) \cdot B = \rho \cdot U_1 \cdot y_1 \cdot B \cdot (U_2 - U_1) \tag{2-8}$$

$$\text{yaitu} \quad (y_1 - y_2) \cdot (y_1 + y_2) = \frac{2 \cdot U_1 \cdot y_1}{g} \cdot (U_2 - U_1) \tag{2-9}$$

$$\text{Sedangkan dari persamaan kontinuitas : } q = U_1 \cdot h_1 = U_2 \cdot h_2 \tag{2-10}$$

Dengan menggabungkan persamaan (2-8) dan (2-9) diperoleh :

$$(y_1 - y_2) \cdot (y_1 + y_2) = \frac{2 \cdot U_1^2 \cdot y_1}{g \cdot y_2} \cdot [y_1 - y_2] \tag{2-11}$$

$$\text{atau} \quad (y_1 + y_2) = \frac{2 \cdot U_1^2}{g} \cdot \frac{y_1}{y_2} \tag{2-12}$$

$$\text{yaitu } \frac{y_2}{y_1} \left(1 + \frac{y_2}{y_1} \right) = 2.F_1^2 \quad (2-13)$$

$$\text{dimana } F_1 = \frac{U_1}{\sqrt{g \cdot y_1}} \quad (2-14)$$

$$\text{dengan menyederhanakannya, akan didapat : } \frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{1 + 8.F_1^2} - 1 \right] \quad (2-15)$$

Dengan :

P_1 = tekanan hidrostatik pada hulu (sebelum loncatan) (kg.m/dt²)

P_2 = tekanan hidrostatik pada hilir (setelah loncatan) (kg.m/dt²)

ρ = rapat massa air (kg/m³)

y_1 = tinggi air sebelum loncatan (*sequent depths*) (m)

y_2 = tinggi air setelah loncatan (*conjugate depths*) (m)

B = lebar saluran (m)

U_1 = kecepatan air sebelum loncatan (m/dt)

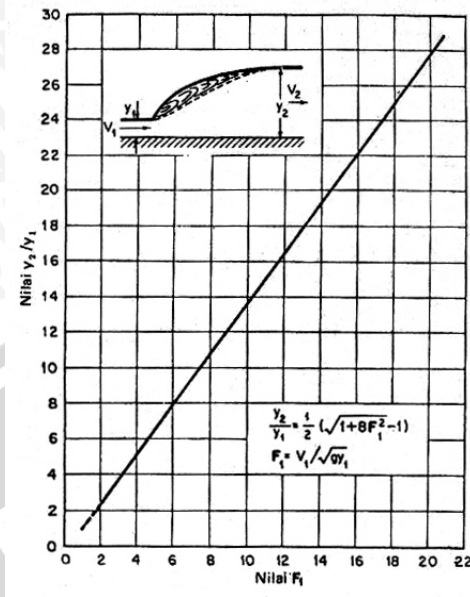
U_2 = kecepatan air setelah loncatan (m/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

q = debit per satuan lebar saluran (m³/dt/m)

F_1 = bilangan Froude yang terjadi di daerah hulu (sebelum loncatan)

Sehingga dari persamaan tersebut dapat terlihat hubungan antara F_1 dan y_2/y_1 seperti pada gambar kurva berikut berikut:



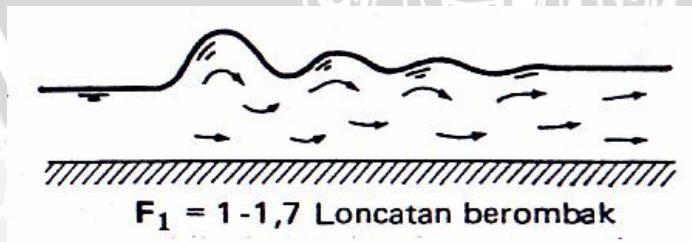
Gambar 2.4 Kurva hubungan antara F_1 dan y_2/y_1

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 357

2.3.1 Jenis Loncatan Hidrolik

Loncatan hidrolik yang terjadi pada dasar mendatar, terdiri dari beberapa jenis yang berbeda-beda. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat, jenis tersebut dapat dibeda-bedakan berdasarkan bilangan Froude F_1 aliran sebagai berikut (Chow, 1997 : 358) :

1. Untuk $F_1 = 1$, aliran kritis, sehingga tidak dapat terbentuk loncatan.
2. Untuk $F_1 = 1$ sampai 1.7, terjadi ombak pada permukaan air dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak.



Gambar 2.5 Loncatan berombak

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 358

3. Untuk $F_1 = 1.7$ sampai 2.5 terbentuk gulungan ombak pada permukaan loncatan, tetapi permukaan air di hilir tetap halus. Kecepatannya seragam dan kehilangan energinya kecil. Loncatan ini dinamakan loncatan lemah .

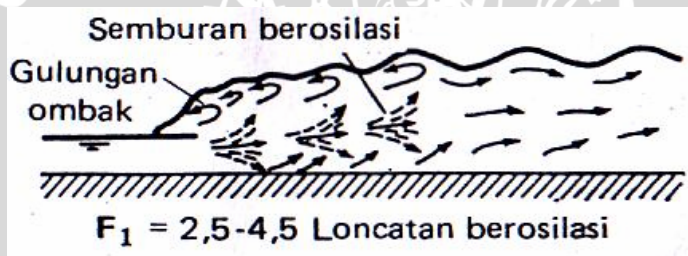


$F_1 = 1,7-2,5$ Loncatan lemah

Gambar 2.6 Loncatan lemah

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 358

4. Untuk $F_1 = 2.5$ sampai 4.5 terbentuk semburan berosilasi menyertai dasar loncatan bergerak ke permukaan dan kembali lagi. Setiap osilasi menghasilkan gelombang tak teratur yang besar dan menjalar, menyebabkan kerusakan pada lapis lindung. Loncatan ini dinamakan loncatan berosilasi.

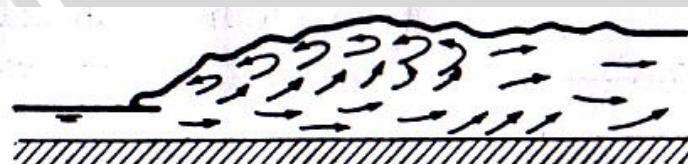


$F_1 = 2,5-4,5$ Loncatan berosilasi

Gambar 2.7 Loncatan berosilasi

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 358

5. Untuk $F_1 = 4.5$ sampai 9.0 ujung permukaan hilir akan bergulung dan titik di mana kecepatannya tinggi cenderung memisahkan diri dari aliran. Loncatan hidroliknya sangat seimbang dan karakteristiknya adalah yang terbaik. Peredaman energinya antara 45 sampai 70%. Loncatan ini dinamakan loncatan tunak.

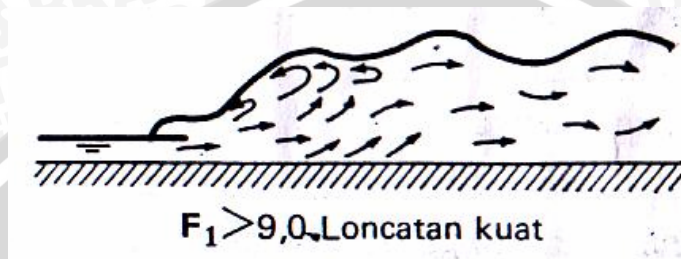


$F_1 = 4,5-9,0$ Loncatan tetap

Gambar 2.8 Loncatan tetap

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 357

6. Untuk $F_1 = 9.0$ dan yang lebih besar, kecepatan semburan yang tinggi akan memisahkan hempasan gelombang gulung dari permukaan loncatan, menimbulkan gelombang hilir. Gerakan loncatan jarang terjadi, tetapi efektif karena peredaman energinya dapat mencapai 85%. Loncatan ini dinamakan loncatan kuat.



Gambar 2.9 Loncatan kuat

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 358

2.3.2 Sifat-Sifat Dasar Loncatan Hidrolik

Beberapa sifat-sifat dasar loncatan hidrolik pada saluran persegi dengan dasar mendatar dapat diuraikan sebagai berikut (Chow, 1959 : 359):

1. Rugi-rugi Energi

Adalah sama dengan perbedaan energi spesifik sebelum dan sesudah terjadinya loncatan besarnya rugi-rugi energi adalah :

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_1 y_2} \quad (2-16)$$

dengan :

ΔE = kehilangan energi (m)

E_1 = energi spesifik sebelum loncatan (m)

E_2 = energi spesifik sesudah loncatan (m)

y_1 = tinggi muka air sebelum loncatan (m)

y_2 = tinggi muka air sesudah loncatan (m)

Perbedaan E_1/E_2 dinamakan rugi-rugi energi

2. Efisiensi

Adalah perbedaan energi spesifik setelah loncatan dan sebelum loncatan. Jadi besarnya adalah

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(8F_1^2 + 1)^{3/2} - 4F_1^2 + 1}{8F_1^2(2 + F_1^2)} \quad (2-17)$$

3. Tinggi loncatan

Adalah perbedaan antara kedalaman sesudah dan sebelum loncatan atau dapat dinotasikan sebagai berikut :

$$h_j = y_2 - y_1 \quad (2-18)$$

4. Panjang Loncatan

Panjang loncatan dapat didefinisikan sebagai jarak antara permukaan depan pintu loncatan hidrolis sampai suatu titik pada permukaan gelombang ombak yang segera menuju ke hilir. Secara teoritis panjang loncatan ini sukar untuk ditentukan, tetapi telah diselidiki dengan berbagai percobaan oleh ahli-ahli hidrolika. Rumus yang sering digunakan untuk mencari panjang loncatan adalah sebagai berikut :

$$L_j = 6,9 (y_2 - y_1) \quad (2-19)$$

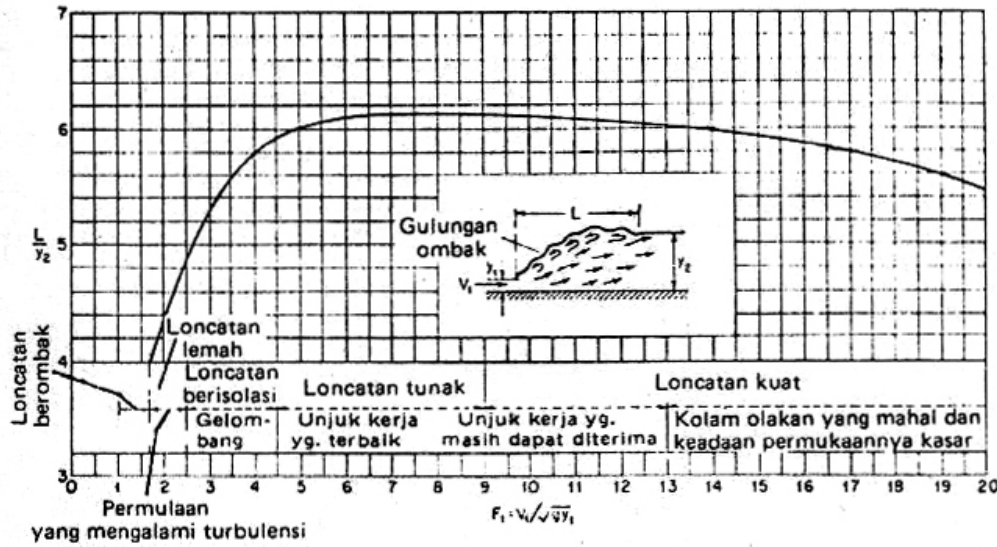
dengan :

y_1 = tinggi muka air sebelum loncatan (m)

y_2 = tinggi muka air sesudah loncatan (m)

L_j = panjang loncatan (m)

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat, menghasilkan kurva hubungan antara bilangan Froude F dan nisbah panjang loncatan terhadap kedalaman lanjutan L/y_2 . Kurva tersebut menunjukkan keteraturan dimana loncatan terbentuk. Untuk lebih jelasnya mengenai kurva hubungan tersebut, dapat dilihat pada gambar berikut.



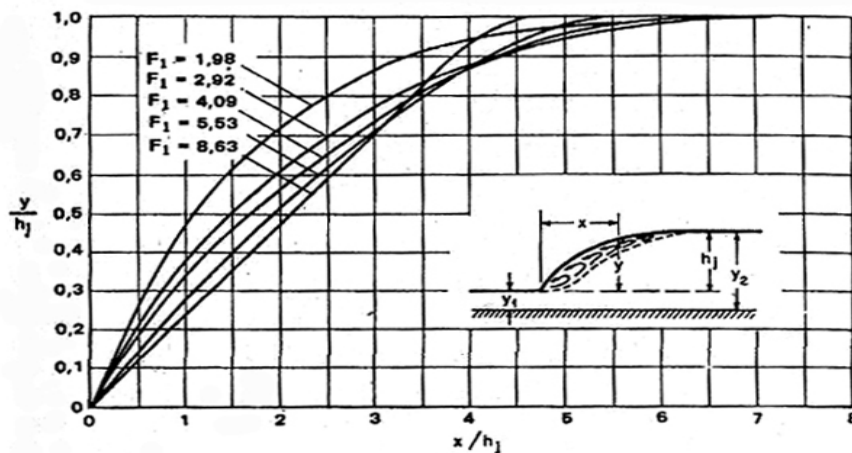
Gambar 2.10 Kurva hubungan L/y_2 dengan bilangan Froude

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 360

5. Profil Permukaan

Pengetahuan mengenai profil suatu loncatan diperlukan dalam merancang tinggi bebas dari dinding penahan suatu kolam olakan, dimana loncatan tersebut terjadi. Disamping itu juga diperlukan untuk menentukan tekanan yang digunakan pada rancangan struktur.

Berdasarkan data-data percobaan yang dilakukan Bakhmeteff dan matzke, didapat bukti bahwa profil permukaan loncatan hidrolis dapat digambarkan dengan kurva-kurva tak berdimensi berbagai harga F seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.11 Kurva hubungan antara x/h_j terhadap y/h_j

Sumber : Ven Te Chow, 1997 : 362

2.4 Pengendalian Loncatan Hidrolik

Dengan meletakkan kisi pada ujung pelimpah terjunan tegak, aliran dengan semburan yang berlebihan dapat dipisah menjadi 2 lembaran yang panjang yang jatuh secara vertikal pada jarak berdekatan. Jadi energi semburan dapat diredam tanpa harus menggunakan loncatan hidrolik, dengan demikian gerakan gelombang dapat diperkecil, jika bilangan Froude $F = 2,5$ sampai $4,5$. Terjunan tegak berkisi (terjunan peredam energi) ini dapat digunakan sebagai rancangan pengganti untuk kolam olakan, sehingga secara desain dapat lebih sederhana dan relatif lebih murah karena dapat menggantikan peran dan fungsi kolam olakan yang harus dibangun di hilir terjunan

Panjang lubang kisi dapat dihitung dengan persamaan (Chow, 1989: 383):

$$L_g = 4,1 Q [W N \sqrt{(2gy_1)}]^{-1} \quad (2-20)$$

dengan:

- L_g = panjang lubang kisi (ft)
- Q = debit total (ft^3/s)
- W = lebar (ft)
- N = jumlah lubang
- g = percepatan gravitasi (ft/s^2),
- y_1 = kedalaman pada hulu saluran (ft)

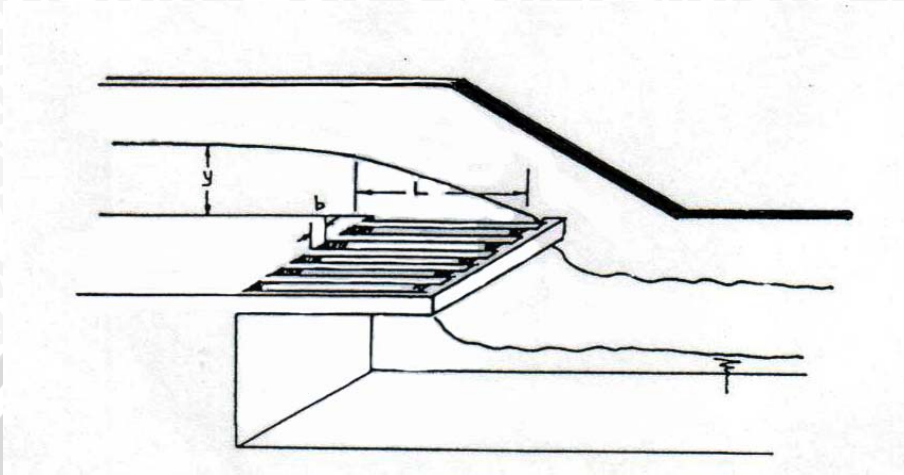
Sedangkan Peterka (1964) merencanakan bangunan untuk mereduksi energi pada saluran dengan merekomendasikan koefisien debit $C_d = 0.245$ untuk digunakan pada persamaan penentuan panjang kisi peredam. Panjang kisi yang digunakan menggunakan persamaan (Montes, 1998: 354):

$$L = \frac{Q}{C_d b N \sqrt{2gy}} \quad (2-21)$$

dengan :

- L = panjang lubang kisi (m)
- Q = debit total (m^3/dt)
- C_d = 0,245
- N = jumlah lubang kisi
- b = lebar tiap kisi (m)

- g = percepatan gravitasi (m/dt^2),
 y = tinggi muka air di hulu (m).



Gambar 2.12 Bangunan Terjun Tegak dengan Kisi Peredam

Sumber : Montes, 1998 : 355

2.5 Analisa Dimensi

Analisa dimensi merupakan teknik matematika yang berhubungan dengan dimensi dari suatu besaran fisik yang berpengaruh pada permasalahan yang dihadapi (Triatmodjo, 1999 : 188). Analisa dimensi dalam suatu penelitian hidrolika dilakukan untuk mengetahui faktor dominan yang menjadi dasar secara matematis untuk memperoleh hubungan antar variabel maupun hubungan antar parameter.

Pada analisa dimensi, pertama kali diperkirakan parameter-parameter fisik yang mempengaruhi aliran, lalu parameter-parameter tersebut dikelompokkan dalam suatu bentuk tak berdimensi sehingga akhirnya dapat ditetapkan fenomena aliran yang lebih baik.

Analisa dimensi dapat dibagi menjadi dua sistem, yaitu sistem gaya (F) – panjang (L) – waktu (T) (force – length – time, FLT) dan sistem massa (M) – panjang (L) – waktu (T) (mass – length – time, MLT). Ketiga besaran tersebut merupakan besaran bebas dan disebut besaran dasar. Dua metode pendekatan yang dapat digunakan dalam analisa dimensi adalah metode Rayleigh dan metode Buckingham (Triatmodjo, 1999 : 193).

1. Metode Rayleigh

Pada metode ini suatu fungsi dari beberapa variabel diberikan dalam bentuk persamaan berpangkat yang harus mempunyai kesamaan dimensi. Prosedur penggunaannya adalah :

- Ditulis hubungan suatu fungsi dengan semua variabel yang berpengaruh.
- Dibuat persamaan dimana variabel yang berpengaruh dipangkatkan dengan a, b, c, ... dan seterusnya.
- Dibuat persamaan dengan menuliskan semua variabel dalam bentuk dimensi dasar.
- Berdasarkan prinsip analisa dimensi, maka dicari nilai pangkat a, b, c, ... dengan menyelesaikan persamaan-persamaan yang terbentuk secara simultan.
- Substitusi nilai pangkat yang telah didapat pada persamaan utama.

Metode ini memiliki kelemahan, yaitu apabila terdapat banyak variabel, maka penyelesaiannya menjadi sulit.

2. Metode Buckingham

Teorema Buckingham menyatakan bahwa apabila terdapat n variabel di dalam persamaan kesamaan dimensi, dan jika variabel tersebut terdiri dari m dimensi dasar seperti (M – L – T), maka variabel tersebut dapat dikelompokkan ke dalam (n, m) suku bebas tak berdimensi.

Misalnya suatu variabel x_1 tergantung pada variabel bebas $x_2, x_3, x_4, \dots x_n$, maka fungsi tersebut dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$x_1 = k(x_2, x_3, x_4, \dots x_n)$$

Persamaan di atas dapat ditulis dalam bentuk :

$$f(x_2, x_3, x_4, \dots x_n) = C \quad (2-22)$$

Dengan :

C = konstanta

f = fungsi

n = variabel

m = dimensi dasar

Maka teorema Buckingham dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_1(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots \pi_n) = C \quad (2-23)$$

Langkah-langkah penggunaan teorema π Buckingham adalah :

1. Tulis persamaan yang mengandung n variabel yang berpengaruh di dalam permasalahan yang ditinjau.
2. Identifikasi variabel bebas.
3. Tentukan m variabel berulang dan tulis bentuk dari masing-masing nilai π . Setiap bentuk π terdiri dari variabel berulang dan satu variabel lain. Variabel berulang ditulis dalam bentuk pangkat.
4. Dengan bantuan prinsip kesamaan dimensi dicari nilai a, b, c, \dots dengan cara yang sama pada metode rayleigh.
5. Masukkan nilai-nilai pangkat tersebut pada persamaan.
6. Sesudah persamaan π ditentukan, tulis hubungan yang dicari.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan teorema Buckingham, yaitu :

1. Variabel-variabel harus mempunyai dimensi.
2. Tidak boleh ada dua atau variabel yang berdimensi sama.

Sedapat mungkin variabel berulang adalah variabel bebas.

2.6 Analisa Statistik

2.6.1. Analisa Regresi dan Penyesuaian Kurva

Untuk membantu menentukan persamaan yang menyatakan hubungan antara variabel, maka langkah pertama adalah mengumpulkan data yang menunjukkan nilai dari hubungan variabel yang diamati. Hubungan yang didapat bisa dinyatakan dalam persamaan matematik.

Untuk menentukan persamaan yang menyatakan hubungan antar variabel, terlebih dahulu dibuat diagram pencar (*Scatter Diagram*) dari data yang telah dikumpulkan. Dari diagram pencar tersebut, maka dapat dibayangkan suatu kurva regresi yang paling sesuai. Bentuk kurva dari peubah-peubah dapat berupa hubungan linier maupun tidak linier.

Penilaian subyektif harus dihindari saat penggambaran garis dari diagram pencar, untuk itu perlu dilakukan analisa statistika. Prosedur analisa statistika telah memberikan hasil yang lebih baik dalam mendapatkan kurva yang diinginkan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk penyesuaian kurva adalah metode kuadrat terkecil (*least square method*). Dalam hal ini jumlah kuadrat jarak vertikal dari titik-titik (X_i, Y_i) ke garis regresi adalah sekecil mungkin. Model regresi yang biasa digunakan adalah model regresi

linier, eksponensial, berpangkat, logaritmik, dan polinomial, namun dalam penelitian kali ini yang dipakai adalah model regresi linier, berpangkat, dan polinomial.

A. Model Regresi Linier

Dua variabel yang saling berpasangan $\{X_i, Y_i; i = 1, 2, 3, \dots n\}$, apabila dibuat hubungan secara linier maka model persamaan garis lurusnya adalah (Soewarno, 1995 : 140) : $Y = a.X + b$ (2-24)

Dengan :

Y = persamaan garis lurus Y atas X

a = koefisien regresi, merupakan koefisien arah dari garis regresi

b = konstanta yang merupakan titik potong dari garis regresi

Dengan metode kuadrat terkecil, besarnya koefisien a dan b dapat dihitung dengan :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}).(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})} \tag{2-25}$$

$$b = \bar{Y} - a.\bar{X} \tag{2-26}$$

Besarnya koefisien korelasi yang menunjukkan derajat hubungan antara variabel Xi dan variabel Yi adalah :

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}).(Y_i - \bar{Y})}{\left[\left\{ \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right\} \cdot \left\{ \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right\} \right]^{1/2}} \tag{2-27}$$

Dengan :

\bar{X} = rerata nilai X

\bar{Y} = rerata nilai Y

Sehingga persamaan garis lurus Y pada X menjadi :

$$Y = \bar{Y} + r.\left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x}\right).(X - \bar{X}) \tag{2-28}$$

Dengan :

σ_x = deviasi standar dari nilai X

$$\sigma_x = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad (2-29)$$

σ_y = deviasi standar dari nilai Y

$$\sigma_y = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad (2-30)$$

B. Model Regresi Berpangkat

Model regresi berpangkat mempunyai persamaan umum matematik sebagai berikut (Soewarno, 1995) : $Y = b.X^a$ (2-31)

Dengan : Y = regresi berpangkat Y terhadap X, merupakan variabel tak bebas

X = variabel bebas

a,b = parameter

Persamaan di atas dapat ditransformasikan ke dalam persamaan linier fungsi (log), sehingga menjadi :

$$\text{Log } Y_i = \log b + a.\log X_i \quad (2-32)$$

Dengan : $Y_i > 0$ dan $X_i > 0$

Persamaan (2.28) merupakan hubungan logaritma-logaritma antara log Y dengan log X yang berupa garis lurus dengan kemiringan (a) serta memotong sumbu log Y pada log b.

C. Model Regresi Polinomial

Persamaan regresi polinomial mempunyai beberapa orde yang dinyatakan hubungan dua atau lebih variabel. Untuk persamaan regresi polinomial orde 2 dapat dinyatakan sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$Y = A + B.X + C.X^2 \quad (2-33)$$

Sebagai penyelesaiannya dapat dilakukan dengan 3 persamaan sebagai berikut :

$$A.n + B.\sum X_i + C.\sum X_i^2 = \sum Y_i$$

$$A.\sum X_i + B.\sum X_i^2 + C.\sum X_i^3 = \sum Y_i.X_i$$

$$A. \sum Xi^2 + B. \sum Xi^3 + C. \sum Xi^4 = \sum Yi.Xi^2 \quad (2-34)$$

Persamaan (2.30) dapat diselesaikan sebagai berikut :

$$A = \frac{\sum Xi.\sum Xi^2.Yi}{(\sum Xi^2)^2 - n.\sum Xi^4} \quad (2-35)$$

$$B = \frac{\sum Xi.Yi}{\sum Xi^2} \quad (2-36)$$

$$C = \frac{-n.A}{\sum Xi^2} \quad (2-37)$$

Untuk mengetahui kuat tidaknya hubungan antara 2 peubah, digunakan koefisien korelasi dengan rumus :

$$R = \frac{\sum XY - n.(\overline{X.Y})}{\sqrt{(\sum X^2 - n.\overline{X^2}).(\sum Y^2 - n.\overline{Y^2})}} \quad (2-38)$$

Bila nilai $R = 0$ atau mendekati nol, maka dikatakan bahwa hubungan peubah-peubah sangat lemah. Bila $R = 1$ atau mendekati satu, dikatakan bahwa hubungan peubah-peubah sangat kuat, sedangkan bila nilai $R = -1$, maka dikatakan bahwa hubungan peubah-peubah sangat kuat tetapi dengan negatif (slope kurva bernilai negatif).

Untuk mengetahui kemantapan kurva regresi digunakan koefisien determinasi (R^2) yang merupakan fungsi kuadrat dari koefisien korelasi. Bila koefisien determinasi $R^2 = 0$ atau mendekati nol, dikatakan bahwa prediksi kurva regresi perlu dikaji kembali. Sebaliknya bila nilai $R^2 = 1$ atau mendekati satu, maka prediksi kurva regresi dapat diharapkan.

2.6.2. Pengujian Hipotesa

Dalam upaya untuk memahami, mempelajari dan mengamati suatu fenomena yang dilakukan dengan penelitian, perlu adanya kesimpulan atau dugaan sementara tentang fenomena tersebut. Untuk mengetahui sejauh mana kesesuaian dugaan sementara dan untuk menetapkan keputusan yang akan diambil, maka perlu dilakukan pengujian secara statistik (Yitnosumarto, 1990 : 289).

Pengujian hipotesa dapat terdiri dari uji t untuk data-data berpasangan dan Uji F untuk pengujian secara keseluruhan dengan tingkat kepercayaan tertentu.

A. Uji t untuk data berpasangan

$$dj = X_{1j} - X_{2j}; \{j = 1, 2, 3, \dots n\}$$

Jika rata-rata perbedaan simbol \bar{d} dan deviasi standar dari perbedaan adalah S, serta kesalahan standar (standar error) dari data adalah $S \sqrt{N}$, maka dapat digunakan Uji t sebagai berikut :

$$t = \frac{\bar{d}}{SE} \tag{2-39}$$

$$SE = \frac{S}{N^{0,5}} \tag{2-40}$$

- Dengan :
- t = nilai hitung
 - d = perbedaan rata-rata
 - SE = kesalahan rata-rata
 - S = deviasi standar
 - N = jumlah data

Dalam pengambilan keputusan diperlukan syarat-syarat sebagai berikut :

Jika nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka hipotesa diterima.

B. Uji F (Fisher-Test) untuk data keseluruhan

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan	Jumlah Varian	Perkiraan Varian	Uji F
Antar Kelas	$k - 1$	V_2	$S_1^2 = \frac{V_2}{k - 1}$	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$
Dalam Kelas	$N - k$	V_1	$S_2^2 = \frac{V_1}{N - k}$	
Total	$N - 1$	N_t	$\frac{V_t}{N - 1}$	

$$V_t = \sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n_j} (X_{ji} - \bar{X})^2 \tag{2-41}$$

Dengan :

- V_t = variasi total diantara pengamatan
- i = 1, 2, 3, ... k = jumlah kelas
- k = total jumlah kelas
- j = 1, 2, 3, ... k = data dalam sebuah kelas
- n_j = jumlah data dalam kelas ke-i

\bar{X} = rata-rata total

N = total jumlah pengamatan dari seluruh kelas

X_{ji} = data j dalam pengamatan kelas ke- i

$$V_1 = \sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n_j} (X_{ji} - \bar{X})^2 \quad (2-42)$$

$$V_2 = \sum_{i=1}^{i=k} n_i \cdot (\bar{X}_i - \bar{X})^2 \quad (2-43)$$

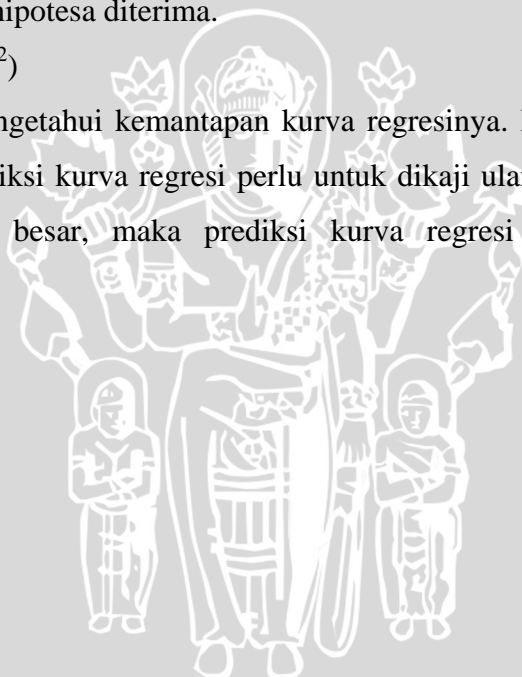
$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{V_2 \cdot (N - k)}{N_1 \cdot (k - 1)} \quad (2-44)$$

Untuk aturan dalam pengambilan keputusan adalah :

Jika $F_{\text{test}} < F_{\text{tabel}}$, maka hipotesa diterima.

C. Koefisien Determinasi (R^2)

Digunakan untuk mengetahui kemantapan kurva regresinya. Bila nilai koefisien determinasi kecil, maka prediksi kurva regresi perlu untuk dikaji ulang. Sebaliknya bila nilai koefisien determinasi besar, maka prediksi kurva regresi dapat diharapkan mendekati kesesuaian.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lingkup Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penempatan kisi peredam terhadap Konsentrasi kandungan oksigen terlarut (DO) dan karakteristik loncatan. Sehingga dapat memberikan informasi dan masukan dalam perencanaan terjunan dalam hubungannya dengan proses mandiri aliran air memperbaiki kualitasnya (*self Purification*)

Penelitian ini bersifat eksperimental di laboratorium dan tidak berskala (*nonscale*), dengan demikian pemakaian alat dalam percobaan tentunya mempunyai perbedaan karakteristik fisik dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan.

Pemilihan Parameter DO daripada parameter kualitas air lainnya adalah karena kebutuhan oksigen biokimia (Biological Oxygen Demand) adalah parameter yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan bakteri untuk memecah atau mengoksidasi bahan buangan yang ada didalam air. Jadi, nilai BOD bukan menunjukkan banyaknya jumlah bahan buangan dalam air, tetapi menunjukkan nilai relatif kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan buangan tersebut. Konsumsi oksigen dapat diketahui dengan mengoksidasi air pada suhu 20⁰C selama 5 hari. Nilai BOD adalah selisih konsentrasi oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi. Pengukuran selama 5 hari dengan suhu 20⁰C ini hanya menghitung 68% dari bahan organik yang teroksidasi. Sedangkan kebutuhan oksigen kimia (Chemical Oxygen Demand) adalah jumlah oksigen (dalam mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter air menggunakan oksidator K₂CR₂O₇ (kalium dichromat) yang berfungsi sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) dan kandungan COD pada terjunan justru akan meningkat ketika suspended load sebelum terjunan akan jatuh lepas dan ter olak, sehingga oksigen Terlarut (DO) menjadi pilihan untuk dipelajari dan dikaji selain juga karena DO termasuk Standar Baku Air Minum (minimal 5 ppm) baru dapat dikatakan air sehat.

3.2. Persiapan Penelitian

Penelitian ini memakai fasilitas yang tersedia pada Laboratorium Hidrolika Dasar Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan beberapa peralatan

yang dibuat sendiri sesuai dengan keperluan penelitian. Karakteristik alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Saluran percobaan, terdiri dari :

- Jenis : *open channel*
- Bahan : *perspex glass* (kekasaran Manning 0.013)
- Panjang : 7 meter
- Lebar : 0.078 meter
- Kedalaman : 0.22 meter
- Kemiringan : $0,0001 \approx 0$

Saluran peraga yang digunakan berbentuk persegi dan tidak berskala (*non scale*).

2. Alat ukur tinggi muka air (*point gauge*)

Alat ini digunakan untuk mengukur kedalaman air, alat ini terdiri dari jarum baja dengan ujung meruncing yang dapat digerakkan naik turun sesuai dengan kedalaman air yang diukur. *Point gauge* ini digunakan untuk menentukan kestabilan debit yang mengalir. Karena debit air yang mengalir melalui pompa mudah berubah-ubah. Sehingga diperlukan alat untuk memantau kestabilan debit yang mengalir. Sedangkan *point gauge* yang lainnya dipergunakan untuk mengukur kedalaman air pada jarak-jarak yang telah ditetapkan.

3. Tabung Pitot (*pitot tube*)

Alat ini dipergunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada saluran. Perhitungan kecepatan *pitot tube* didasarkan pada beda tinggi tekan air pada selang pitot.

4. *Stop Watch*

Dipergunakan untuk mencatat waktu pada saat melakukan penakaran debit. Debit takar persatuan waktu dapat diketahui melalui volume air pada gelas ukur dibagi dengan waktu penakaran.

5. Pompa Air

Berfungsi untuk memompa air dari bak penampungan air dialirkan ke saluran peraga melalui pipa-pipa yang ada. Pompa ini dilengkapi dengan kran-kran pengatur yang berfungsi untuk mengatur debit yang akan disalurkan ke saluran peraga.

6. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur debit yang keluar dari *outlet* saluran (debit takar). Gelas ukur terbuat dari bahan mika transparan yang dilengkapi dengan angka-angka pembacaan.

7. Model Bangunan Terjunan Tegak
 - Bahan : kayu kamper
 - Lebar model : 0.078 meter
 - Panjang model : 1,8 meter
 - Tinggi bangunan (Z) : 6cm
 - Variasi tinggi muka air di hulu (y) : 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5 cm
8. Model Bangunan Kisi Peredam
 - Panjang : 8 cm (Kisi pertama)
18 cm (Kisi kedua)
12 cm (Kisi ketiga)
 - Lebar : 7,8 cm
 - Lebar tiap lubang : 1 cm
 - Lebar tiap kisi : 0.7 cm
9. Peralatan Pengujian oksigen terlarut
 - Buret
 - Statif
 - Klem buret
 - Erlenmeyer
 - Pipet takar
 - Pipet tetes
 - Pipet ukur
 - Botol Winkler

Bahan yang dipergunakan

 - Sampel air
 - Larutan $MnSO_4$ 50%
 - Indikator amilum
 - Larutan H_2SO_4 4 N
 - Larutan $Na_2S_2O_3$ 0,01 N
 - Larutan NaOH + KI

3.3. Macam Variabel dan Parameter Penelitian

Dalam suatu penelitian akan terdapat banyak parameter serta variabel yang akan diamati dan diukur untuk selanjutnya dianalisa. Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan parameter dan variabel, sehingga dapat diketahui hubungan-hubungannya dengan melakukan analisa dimensi.

1. Parameter

Parameter merupakan faktor yang ditetapkan selama dalam proses penelitian. Pada penelitian ini secara umum parameter-parameter yang digunakan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

Tabel 3.1. Pengelompokan parameter penelitian.

Parameter pada saluran peraga	Parameter pada model bangunan terjunan tegak	Parameter pada model kisi peredam
<ul style="list-style-type: none"> - Penampang segiempat - Lebar dasar 7,8 cm - Tinggi saluran 22 cm - Panjang 7 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Berbentuk balok - Lebar 7,8 cm - Panjang 180 cm - Tinggi 6 cm 	<ul style="list-style-type: none"> - Berbentuk segiempat yang berlubang - Lebar 7,8 cm - Panjang 8 cm (kisi pertama) - Panjang 18 cm (kisi kedua) - Panjang 12 cm (kisi ketiga) - Lebar lubang 1 cm

2. Variabel

Variabel merupakan faktor dalam penelitian yang dapat dipengaruhi. Pada penelitian ini banyak terdapat variabel-variabel terukur yang nantinya akan digunakan dalam analisa. Untuk mempermudah analisa, maka variabel-variabel dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

Tabel 3.2. Pengelempokan variabel penelitian

Variabel bebas	Variabel tergantung
<ul style="list-style-type: none"> - Tinggi muka air hulu - Panjang kisi peredam 	<ul style="list-style-type: none"> - Tinggi air di hilir terjunan - Oksigen Terlarut - Debit air - Kecepatan air - Letak loncatan

Disamping parameter-parameter dan variabel-variabel di atas, faktor penting lainnya yang sangat berpengaruh dalam analisa data adalah penggunaan konstanta. Pada

panelitian ini. Konstanta yang sering digunakan adalah percepatan gravitasi (g). Pada pengolahan data hasil penelitian, konstanta percepatan gravitasi yang digunakan adalah $9,81 \text{ m/dt}^2$. Dari hasil pengelompokan parameter dan variabel penelitian. Selanjutnya dilakukan analisa dimensi antara parameter dan variabel terhadap besaran massa (M), panjang (L), dan waktu (T). Kemudian dijabarkan dalam bentuk matrik untuk mengetahui hubungan dan fungsi tiap parameter dan variabel.

3. Regresi dan Korelasi

Jika data terdiri dari dua variabel atau lebih perlu dipelajari bagaimana cara variabel variabel tersebut berhubungan. Hubungan yang didapat umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel variabel studi yang menyangkut suatu masalah ini dinamakan dengan Analisis Regresi. Pada analisis regresi ada dua jenis variabel, yaitu variabel atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon (Sudjana 1992 ; 310)

Untuk membantu menentukan persamaan yang menyatakan hubungan peubah, maka langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang menunjukkan nilai peubah yang diamati. Kemudian dibuat diagram pancar (Scater Diagram) data hasil pengukuran sehingga dapat dibayangkan suatu kurva regresi yang menyatakan hubungan antara peubah (priyantoro dkk 1997 ; 11)

Regresi non linier dipakai apabila regresi linier tidak dapat menggambarkan bentuk hubungan kelinieran. Banyak pula data pengamatan yang terjadi sebagai akibat adanya lebih dari dua variabel, untuk ini diadakan kajian regresi berganda.

Persoalan berikutnya yang dirasa perlu jika data hasil pengamatan terdiri dari banyak variabel adalah seberapa kuat hubungan antara variabel variabel. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel- variabel dinamakan koefisien korelasi . koefisien korelasi adalah $-1 \leq r \leq +1$ nilai $r = -1$ menunjukkan adanya hubungan linier sempurna tak langsung (korelasi negatif) antara X dan Y . $r = +1$ menunjukkan adanya hubungan linier sempurna langsung (korelasi positif) antara X dan Y dan $r = 0$ menyatakan tidak terdapat hubungan antara X dan Y .

3.4. Langkah-langkah Penelitian

3.4.1 Kalibrasi *Pitot* (Alat Ukur Kecepatan)

Sebelum melakukan serangkaian percobaan sesuai dengan perlakuan-perlakuan yang telah direncanakan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi merupakan proses awal sebelum melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui faktor

koreksi dari sarana penelitian yang digunakan. Maksud dari kalibrasi pitot ini adalah agar pada saat melakukan pengukuran, kecepatan yang terukur mempunyai tingkat ketelitian, kebenaran, dan ketepatan yang memadai sesuai dengan kondisi peralatan yang ada serta untuk mendapatkan suatu persamaan matematis yang merupakan persamaan kecepatan yang baru hasil dari kalibrasi.

Langkah-langkah dalam melakukan proses kalibrasi alat ukur kecepatan ini adalah sebagai berikut :

1. Pada bagian hulu aliran ditempatkan *piont gauge* untuk menetapkan tinggi muka air.
2. Mengalirkan debit pada saluran percobaan sampai kondisi konstan. Pengukuran debit dilakukan secara manual dengan menggunakan gelas ukur dan *stop watch*. Penakaran debit dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan debit rata-rata.
3. Mengukur tinggi muka air (y) pada beberapa bagian dan memasang *pitot tube* pada beberapa bagian yang telah ditentukan tersebut serta mengukur beda tinggi tekan (Δh) yang terjadi pada *pitot tube*. Pengukuran dilakukan pada jarak $1/6 y$ dan $1/2 y$ dari dasar saluran, $1/6 y$ dari permukaan aliran.
4. Mengulangi langkah 1 dan 2 untuk beberapa debit yang berbeda. Setelah didapatkan (Δh) pitot dan koefisien pengaliran (c) dapat dicari kecepatan pitot kemudian diplot pada diagram pencar (*scatter diagram*) hubungan antara kecepatan dari debit takar dan kecepatan pengalirannya.
5. Selanjutnya didekati dengan kurva regresi yang paling sesuai dan didapatkan persamaan regresi serta korelasinya dan persamaan regresi yang dihasilkan tersebut merupakan persamaan kecepatan aliran pada pitot.

3.4.2. Penelitian pemasangan Kisi Peredam pada ujung hilir Terjunan Tegak

Dalam penelitian ini dilakukan pada kondisi aliran bebas, tahapan percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Memasang bangunan terjun tegak dengan tinggi (s).
2. Mengalirkan debit berdasarkan tinggi muka air hulu (y_0) dengan mengatur bukaan kran sehingga didapatkan suatu besaran debit (Q).
3. Setelah keadaan muka air stabil, dilakukan pencatatan kondisi yang terjadi, yaitu tinggi muka air di hulu (y_0), kecepatan di hulu (v_0), kedalaman air di awal loncatan (y_1), kecepatan di awal loncatan (v_1), jarak loncatan terhadap bangunan terjunan tegak (L_d) dijumlah dengan panjang loncatan hidrolis (L_j) yang dinamakan L_T , tinggi muka air di hilir (y_2), kecepatan muka air di hilir (v_2).
4. Mengulangi langkah No. 2 dengan mengatur tinggi muka air hulu (y_0).

5. Setelah semua variasi tinggi muka air pada terjunan tegak dengan ketinggian tertentu selesai. Kemudian kisi peredam dipasangkan pada ujung terjunan tegak lalu dilakukan percobaan seperti tahapan diatas mulai tahapan 2-4.
6. Pengambilan Sampel air. Pengambilan sampel dilakukan pada dua titik pada aliran sebelum terjunan dan setelah melewati terjunan. Titik pengambilan sampel diwakili dengan kode A dan B. Kode pengambilan di sebelum terjunan (hulu) adalah **A** dan setelah terjunan (hilir) adalah **B**.

Contoh penomoran dan pengkodean adalah sebagai berikut :

TK₁ - A - 01 : pengambilan sampel sebelum terjunan dengan Y₁ (kisi pertama)

TK₁ - B - 01 : pengambilan sampel setelah terjunan dengan Y₁ (kisi pertama)

TK₂ - A - 01 : pengambilan sampel sebelum terjunan dengan Y₁ (kisi kedua)

TK₂ - B - 01 : pengambilan sampel setelah terjunan dengan Y₁ (kisi kedua)

TK₁ - A - 02 : pengambilan sampel sebelum terjunan dengan Y₂ (kisi kedua)

TK₁ - B - 02 : pengambilan sampel setelah terjunan dengan Y₂ (kisi kedua)

T = Terjunan

A = After terjunan

K = Kisi peredam

B = Befor terjunan

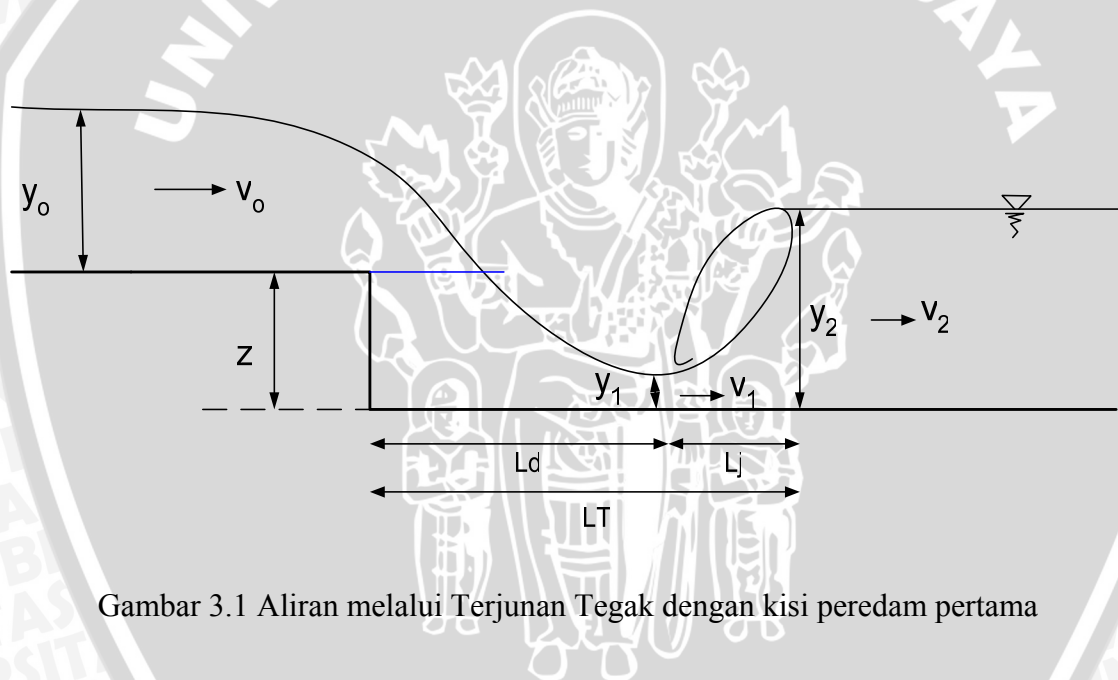
Selanjutnya sesuai urutan penomoran disesuaikan dengan urutan ketinggian yang digunakan.

7. Pengujian Sampel air :

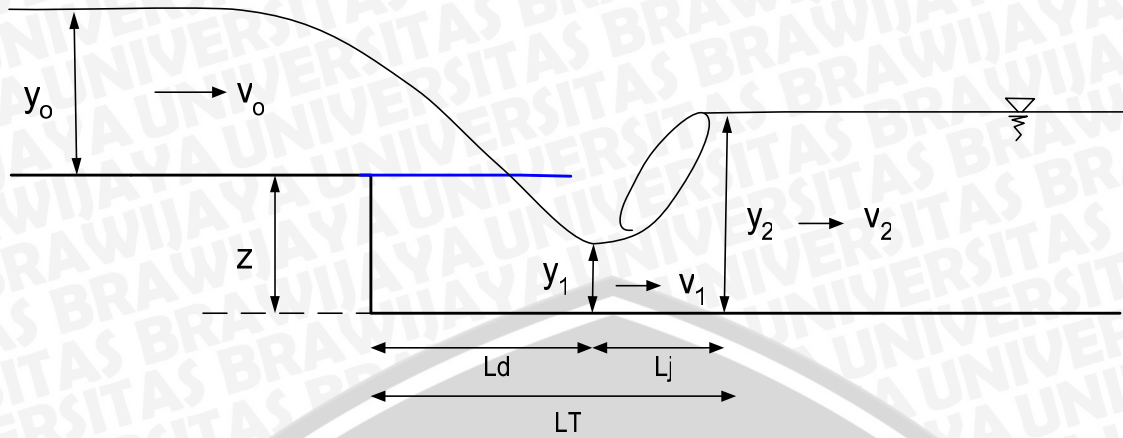
- Isi botol Winkler dengan air sampel sampai penuh, kemudian meutup pelan-pelan dan juga jangan sampai terdapat gelembung udara.
- Tambahkan 1 mL larutan MnSO₄ 50% dengan pipet. Ujung pipet harus tercelup ke dalam air sampel dalam botol Winkler.
- Dengan cara yang sama tambahkan 1 mL larutan NaOH + KI. Tutup botol pelan-pelan sehingga tidak terdapat gelembung udara di dalamnya. Kocok dengan cara membolak-balikkan botol tersebut, kemudian biarkan selama 10 menit.
- Memindahkan kan semua larutan dalam botol di atas ke dalam erlenmeyer.
- Tambahkab \pm 4 mL larutan H₂SO₄ 4 N sehingga semua endapan larut, biarkan selama lebih kurang 5 menit.
- Titrasi larutan ini dengan larutan baku Na₂S₂O₃ 0,01 N sampai timbul warna kuning muda. Tambahkan 5 tetes indikator amilum. Lanjutkan titrasi sampai warna biru lenyap.

- Ulang minimal 3 kali.
 - Mencatat volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan.
8. Analisa Oksigen terlarut teoritis dalam aliran dengan menggunakan rumusan hasil penelitian terdahulu yang kemudian dikelompokkan berdasarkan variabel yang mempengaruhinya, yaitu variabel debit, ketinggian terjunan, dan panjang kisi peredam untuk mendapatkan konsentrasi udara teoritis.
 9. Pembuatan Grafik hasil oksigen terlarut pengamatan dikelompokkan menjadi empat pengamatan pada ketinggian terjunan yang sama dengan debit yang berbeda dan Panjang kisi yang berbeda.

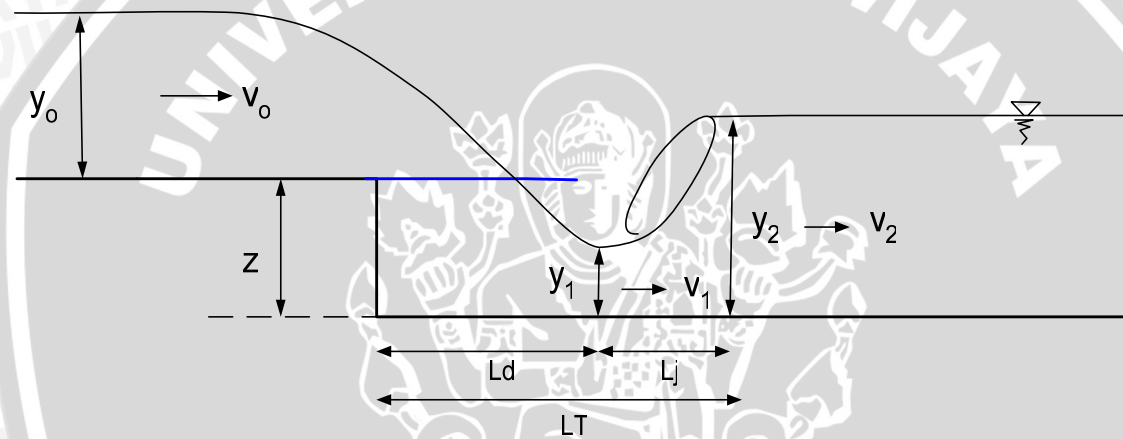
Sketsa rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



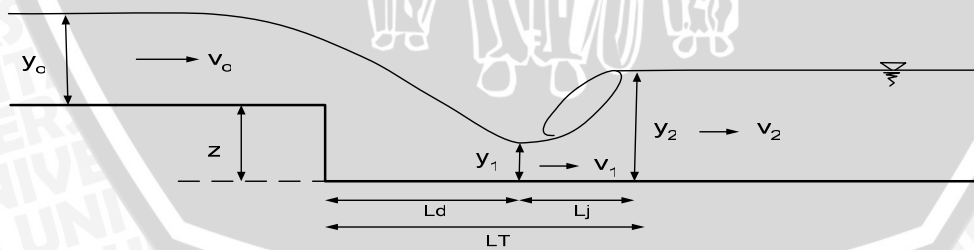
Gambar 3.1 Aliran melalui Terjunan Tegak dengan kisi peredam pertama



Gambar 3.2 Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam kedua



Gambar 3.3 Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam ketiga



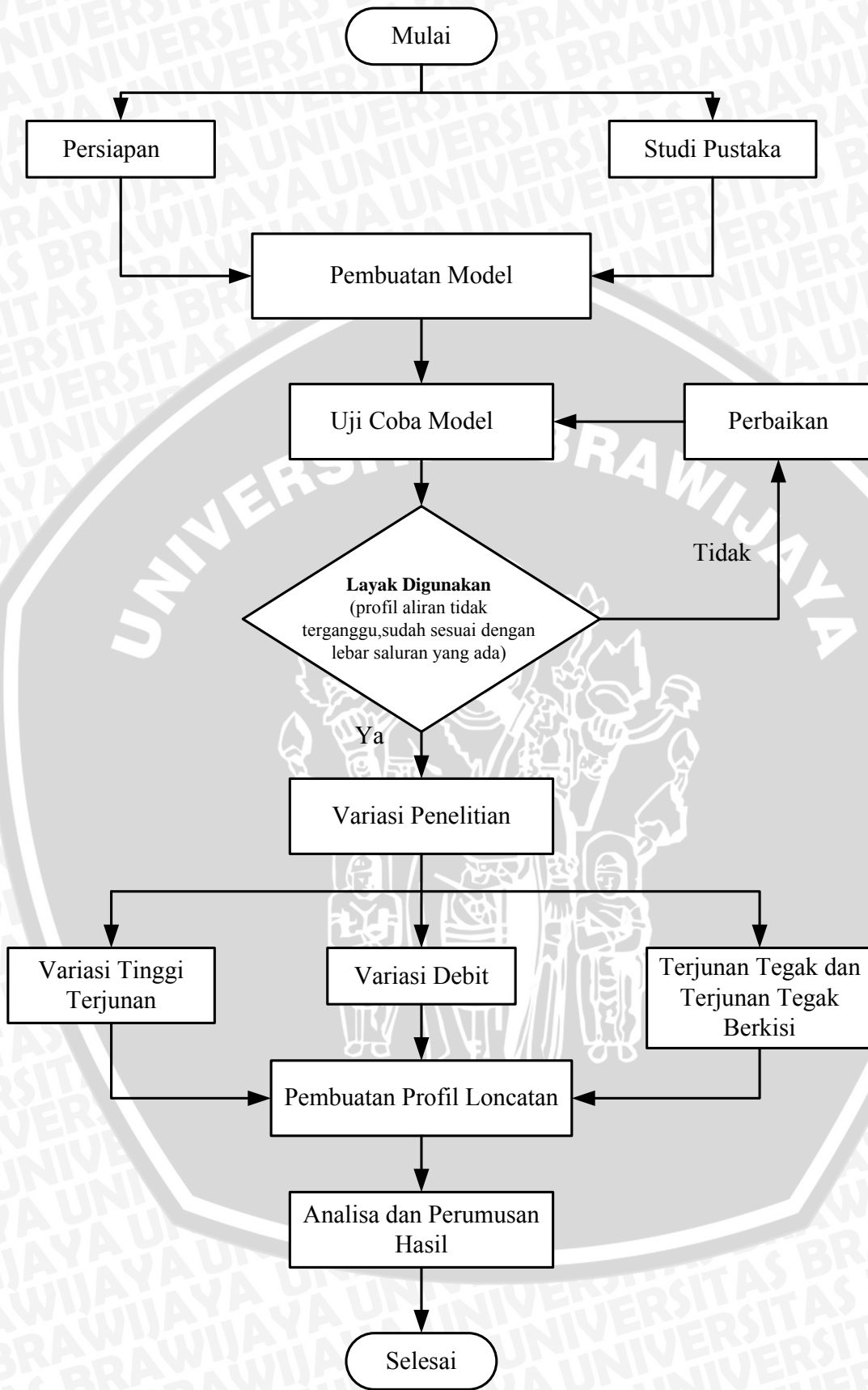
Gambar 3.4 Aliran melalui Terjunan Tegak tanpa pemasangan Kisi Peredam

Tabel 3.3 Rencana Perlakuan

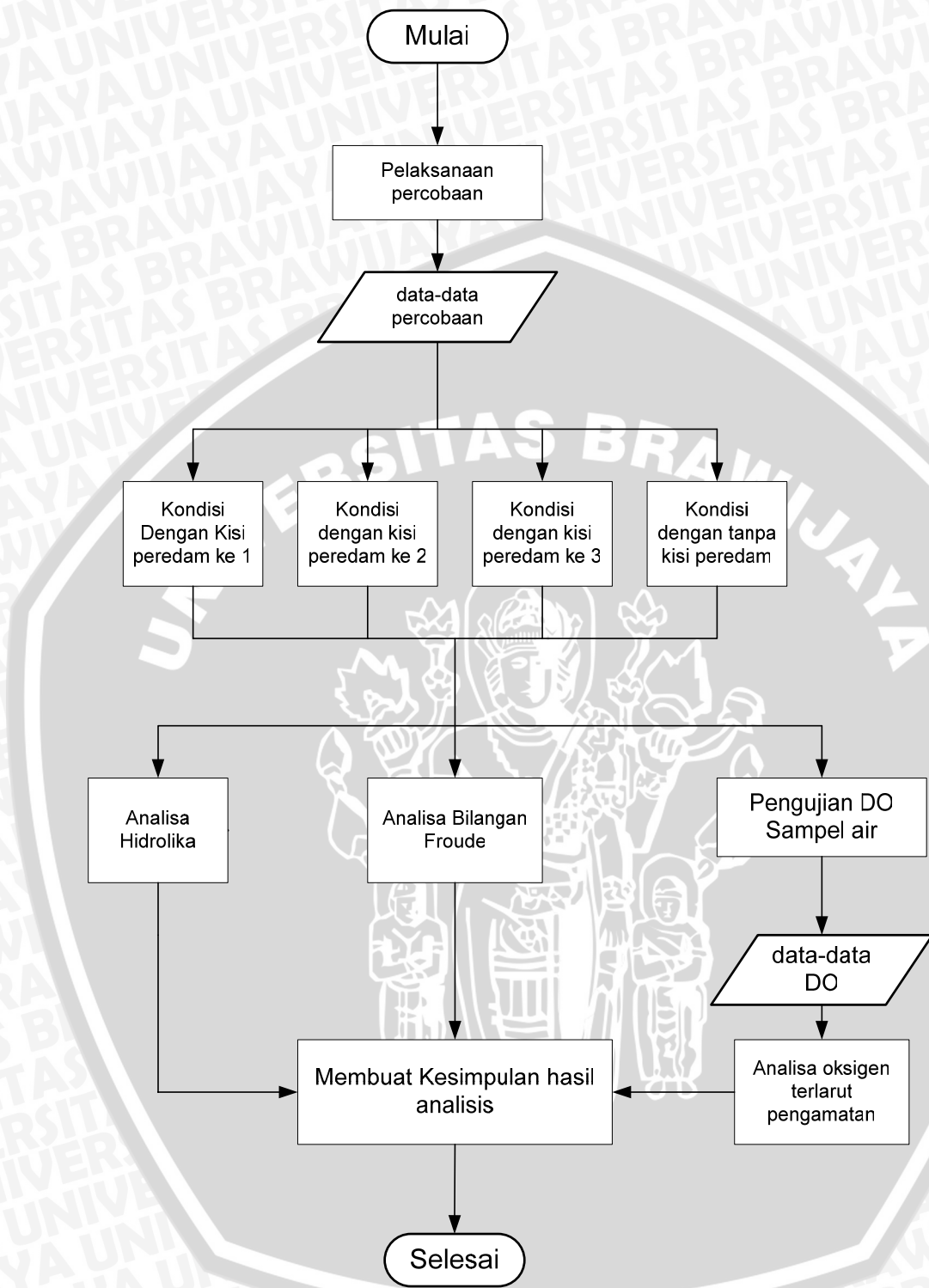
variasi tinggi Z	Terjunan Tegak tanpa kisi	Terjunan tegak dengan kisi 1	Terjunan tegak dengan kisi 2	Terjunan tegak dengan kisi 3	Dimensi Kisi	
	Variasi tinggi muka air hulu	Variasi tinggi muka air hulu	Variasi tinggi muka air hulu	Variasi tinggi muka air hulu		
	y_0	y_0	y_0	y_0		
[1]	[2]	[3]	[3]	[3]	[4]	[5]
z1	y_1	y_1	y_1	y_1	L	b
	y_2	y_2	y_2	y_2		
	y_3	y_3	y_3	y_3		
	y_4	y_4	y_4	y_4		
	y_5	y_5	y_5	y_5		

Keterangan :

- [1] Tinggi terjunan : 6 cm
- [2] & [3] Variasi tinggi muka air hulu : 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5 cm
- [4] Panjang kisi peredam pertama: 8 cm.
- [5] Panjang kisi peredam kedua: 18 cm
- [6] Panjang kisi peredam ketiga: 12 cm
- [7] Lebar lubang kisi peredam : 1 cm.



Gambar 3.5 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



Gambar 3.6 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

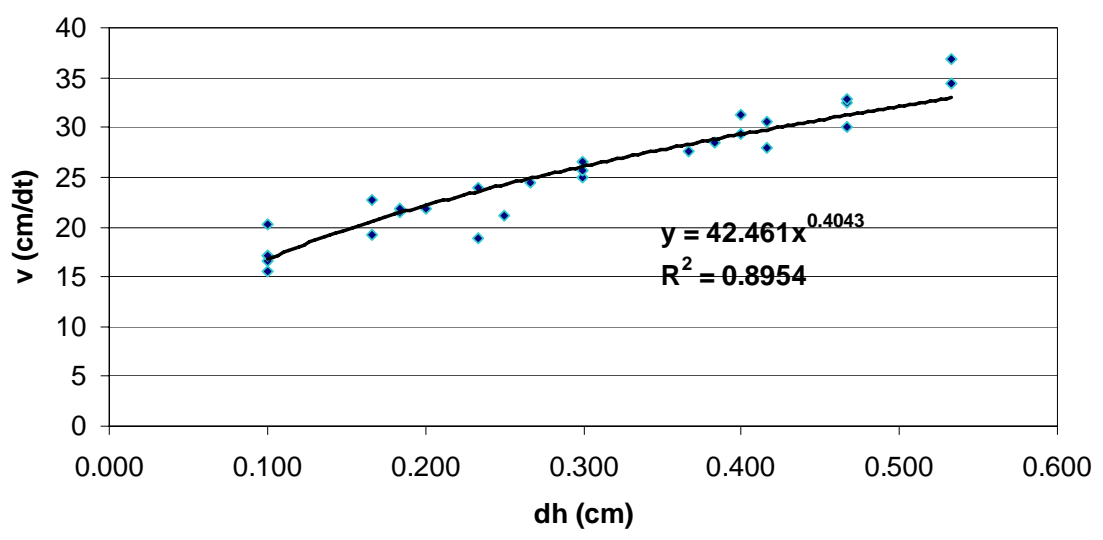
4.1 Kalibrasi Laboratorium

Tabel 4.1 Kalibrasi Pitot

h air di sal. (cm)	Q (ml/dt)	h air di Thomson	dh (cm)			dh rerata (cm)	A (cm ²)	V = Q/A (cm/dt)
			bawah	tengah	atas			
2.16	382.2428	2.75	0.1	0.2	0.2	0.167	16.848	22.68773
2.41			0.1	0.1	0.1	0.100	18.798	20.33423
2.85			0.1	0.1	0.1	0.100	22.23	17.19491
2.96			0.1	0.1	0.1	0.100	23.088	16.55591
3.95	477.1238	3.55	0.1	0.1	0.1	0.100	30.81	15.486
3.56			0.1	0.1	0.1	0.100	27.768	17.18251
3.19			0.1	0.2	0.2	0.167	24.882	19.17546
2.85			0.1	0.2	0.25	0.183	22.23	21.46306
3.46	674.1929	4.2	0.3	0.3	0.3	0.300	26.988	24.98121
3.97			0.1	0.2	0.25	0.183	30.966	21.77204
4.08			0.2	0.25	0.3	0.250	31.824	21.18505
4.59			0.2	0.25	0.25	0.233	35.802	18.83115
5.1	867.9232	4.7	0.15	0.25	0.2	0.200	39.78	21.81808
4.64			0.2	0.2	0.3	0.233	36.192	23.98108
4.32			0.3	0.3	0.3	0.300	33.696	25.75745
4.02			0.3	0.4	0.4	0.367	31.356	27.67965
4.51	1057.645	5.2	0.4	0.5	0.5	0.467	35.178	30.06552
4.84			0.4	0.4	0.45	0.417	37.752	28.0156
5.12			0.2	0.3	0.4	0.300	39.936	26.4835
5.55			0.2	0.3	0.3	0.267	43.29	24.43162
5.97	1326.471	5.6	0.25	0.4	0.5	0.383	46.566	28.48584
5.55			0.35	0.4	0.5	0.417	43.29	30.64152
5.24			0.4	0.5	0.5	0.467	40.872	32.45428
4.93			0.4	0.6	0.6	0.533	38.454	34.49502
5.14	1480.206	6	0.3	0.6	0.7	0.533	40.092	36.92024
5.78			0.3	0.5	0.6	0.467	45.084	32.83218
6.08			0.3	0.4	0.5	0.400	47.424	31.21217
6.46			0.3	0.4	0.5	0.400	50.388	29.37616

Sumber : Laboratorium Hidrolika Saluran Terbuka

Kalibrasi Pitot

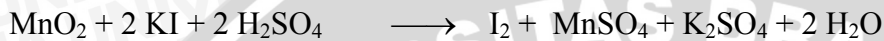


Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi Pitot



4.2 Analisa Kandungan DO Pada Terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi

Penetapan kadar oksigen terlarut dapat dilakukan dengan metode titrimetri Winkler. Prinsip dasarnya oksigen yang terdapat di dalam air diikat dengan $Mn(OH)_2$. Senyawa $Mn(OH)_2$ yang terjadi direaksikan dengan larutan KI dalam suasana asam. Senyawa I_2 yang dibebaskan dapat dititiasi dengan larutan baku $Na_2S_2O_3$ dan sebagai indikator digunakan larutan amilum. Adapun persamaan reaksinya sebagai berikut:



berikut ini tabel perhitungan Nilai DO :

Tabel 4.6 Perhitungan DO untuk Kisi 1 (8cm)

Sampel	V1	N-Thio	Hasil	V2-2	Hasil Akhir DO (ppm)
T6K1 A-01	0.450	0.101	363.600	98	3.710204082
T6K1 B-01	0.400	0.101	323.200	98	3.297959184
T6K1 A02	0.451	0.101	364.408	98	3.71844898
T6K1 B-02	0.400	0.101	323.200	98	3.297959184
T6K1 A-03	0.456	0.101	368.448	98	3.759673469
T6K1 B-03	0.400	0.101	323.200	98	3.297959184
T6K1 A-04	0.4516	0.101	364.893	98	3.723395918
T6K1 B-04	0.400	0.101	323.200	98	3.297959184
T6K1 A-05	0.421	0.101	340.168	98	3.471102041
T6K1 B-05	0.400	0.101	323.200	98	3.297959184

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Perhitungan DO untuk Kisi 2 (18cm)

Sampel	V1	N-Thio	Hasil	V2-2	Hasil Akhir DO (ppm)
T6K2 A-01	0.451	0.101	364.408	98	3.718448980
T6K2 B-01	0.350	0.101	282.800	98	2.885714286
T6K2 A-02	0.4512	0.101	364.570	98	3.720097959
T6K2 B-02	0.350	0.101	282.800	98	2.885714286
T6K2 A-03	0.490	0.101	395.920	98	4.040000000
T6K2 B-03	0.350	0.101	282.800	98	2.885714286
T6K2 A-04	0.4515	0.101	364.812	98	3.722571429
T6K2 B-04	0.350	0.101	282.800	98	2.885714286
T6K2 A-05	0.4514	0.101	364.731	98	3.721746939
T6K2 B-05	0.350	0.101	282.800	98	2.885714286

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Perhitungan DO untuk Kisi 3 (12cm)

Sampel	V1	N-Thio	Hasil	V2-2	Hasil Akhir DO (ppm)
T6K3 A-01	1.10	0.101	888.800	98	9.069387755
T6K3 B-01	1.00	0.101	808.000	98	8.244897959
T6K3 A-02	1.101	0.101	889.608	98	9.077632653
T6K3 B-02	1.00	0.101	808.000	98	8.244897959
T6K3 A-03	1.10	0.101	888.800	98	9.069387755
T6K3 B-03	0.98	0.101	791.840	98	8.080000000
T6K3 A-04	1.10	0.101	888.800	98	9.069387755
T6K3 B-04	1.00	0.101	808.000	98	8.244897959
T6K3 A-05	1.10	0.101	888.800	98	9.069387755
T6K3 B-05	1.00	0.101	808.000	98	8.244897959

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Perhitungan DO untuk Tanpa Kisi

Sampel	V1	N-Thio	Hasil	V2-2	Hasil Akhir DO (ppm)
T6 A-01	1.125	0.101	909.000	98	9.275510204
T6 B-01	1.11	0.101	896.880	98	9.151836735
T6 A-02	1.13	0.101	913.040	98	9.316734694
T6 B-02	1.11	0.101	896.880	98	9.151836735
T6 A-03	1.15	0.101	929.200	98	9.481632653
T6 B-03	1.11	0.101	896.880	98	9.151836735
T6 A-04	1.128	0.101	911.424	98	9.300244898
T6 B-04	1.11	0.101	896.880	98	9.151836735
T6 A-05	1.128	0.101	911.424	98	9.300244898
T6 B-05	1.11	0.101	896.880	98	9.151836735

Sumber : Hasil Perhitungan

Sedangkan untuk pengambilan sampel sudah sesuai menurut batasan permasalahan Hipotesa pada penelitian ini yaitu seberapa besar efektifitas untuk kenaikan DO tiap simulasi yang dikerjakan. Jadi antara sampel dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu Terjunan Tegak tanpa kisi dan Terjunan Tegak berkisi (L_1 , L_2 , L_3), sementara itu Nilai Hasil Uji DO sendiri untuk tiap kelompok tidak dapat diperbandingkan karena berapa syarat parameter tidak memenuhi yang pertama yaitu Waktu pengambilan sampel, kedua adalah contoh air sampel itu sendiri yang diperlakukan sesuai simulasi hidrolika alirannya dan kemudian faktor suhu. Tetapi sesuai hipotesis awal bahwa pengkajian adalah seberapa efektif terjunan dan terjunan berkisi (L_1 , L_2 , L_3) dalam perubahan kandungan DO peneliti dapat membandingkan Kenaikan DO untuk tiap ketinggian hulu

yang berbeda untuk tiap sampelnya. Berikut tabel Perhitungan kenaikan DO sebelum dan setelah terjunan :

Tabel 4.10 Kandungan DO Sebelum Terjunan

Z = 6 cm	Kisi 1	Kisi 2	Kisi 3	Tanpa Kisi
Q ₁	3.297959184	2.885714286	8.244897959	9.151836735
Q ₂	3.297959184	2.885714286	8.244897959	9.151836735
Q ₃	3.297959184	2.885714286	8.080000000	9.151836735
Q ₄	3.297959184	2.885714286	8.244897959	9.151836735
Q ₅	3.297959184	2.885714286	8.244897959	9.151836735

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.11 Kandungan DO Setelah Terjunan

Z = 6 cm	Kisi 1	Kisi 2	Kisi 3	Tanpa Kisi
Q ₁	3.710204082	3.718448980	9.069387755	9.275510204
Q ₂	3.71844898	3.720097959	9.077632653	9.316734694
Q ₃	3.759673469	4.040000000	9.069387755	9.481632653
Q ₄	3.723395918	3.722571429	9.069387755	9.300244898
Q ₅	3.471102041	3.721746939	9.069387755	9.300244898

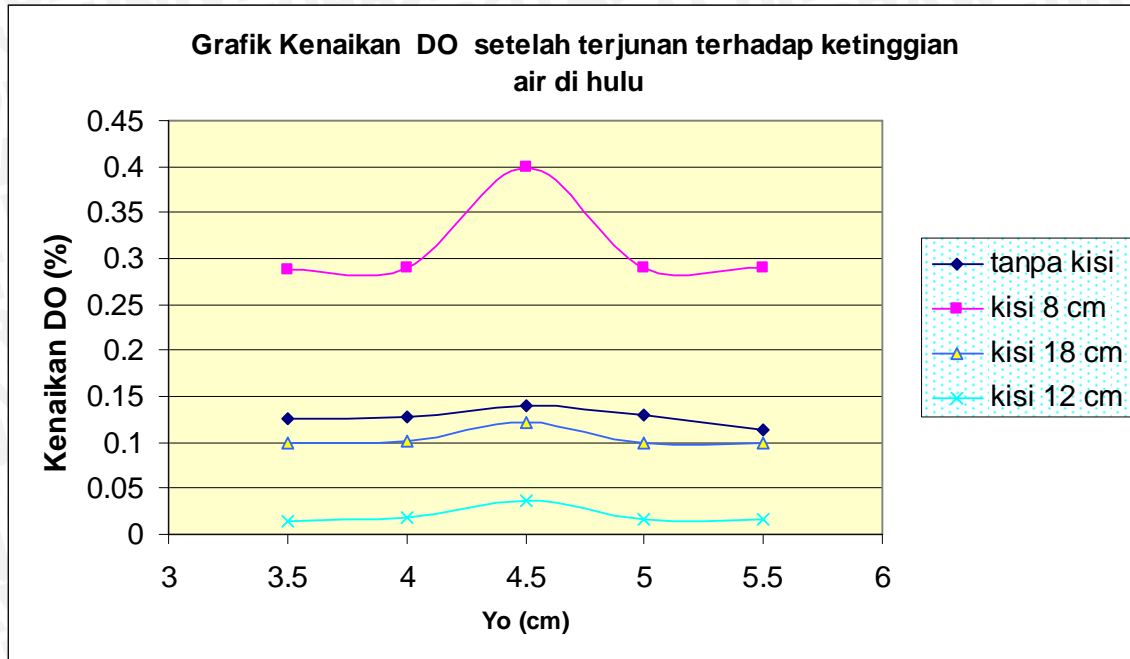
Sumber : Hasil Pengujian



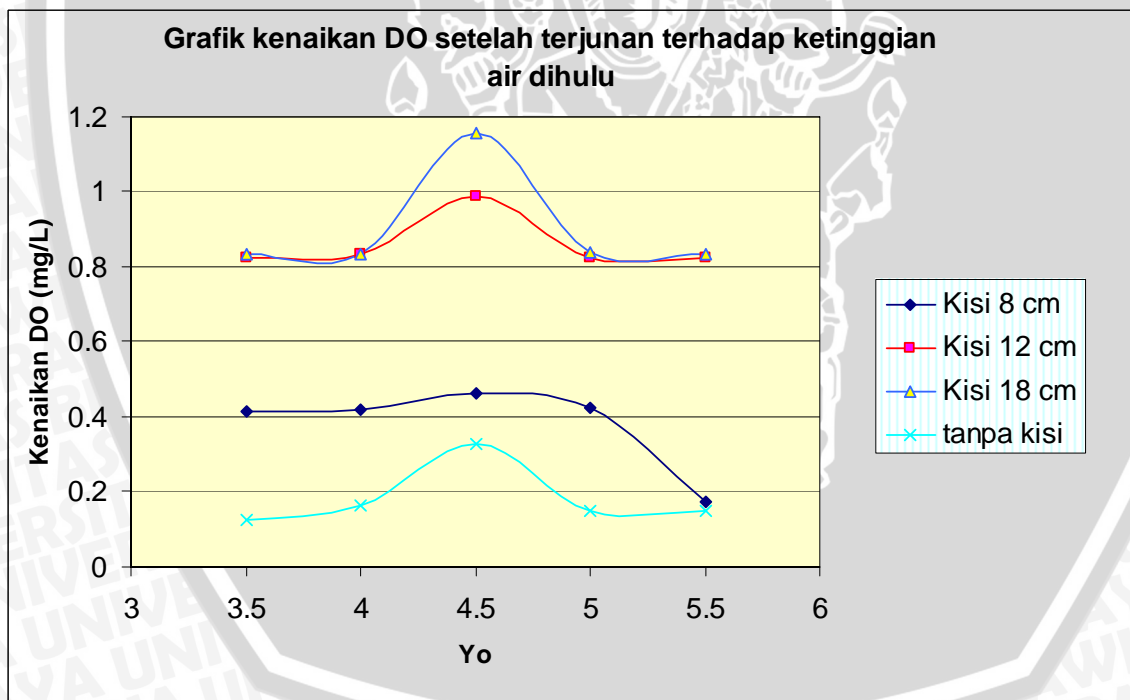
Tabel 4.12. Perhitungan selisih kenaikan DO

No Sampel	DO (ppm)	Yo (cm)	kenaikan DO (%)	kenaikan DO (ppm)
T6K1 A-01	3.710204082	3.5	0.125	0.412244898
T6K1 B-01	3.297959184			
T6K1 A-02	3.71844898	4	0.128	0.420489796
T6K1 B-02	3.297959184			
T6K1 A-03	3.759673469	4.5	0.140	0.461714286
T6K1 B-03	3.297959184			
T6K1 A-04	3.723395918	5	0.129	0.425436735
T6K1 B-04	3.297959184			
T6K1 A-05	3.471102041	5.5	0.052	0.173142857
T6K1 B-05	3.297959184			
T6K2 A-01	3.71844898	3.5	0.289	0.832734694
T6K2 B-01	2.885714286			
T6K2 A-02	3.720097959	4	0.289	0.834383673
T6K2 B-02	2.885714286			
T6K2 A-03	4.040000000	4.5	0.400	1.154285714
T6K2 B-03	2.885714286			
T6K2 A-04	3.722571429	5	0.290	0.836857143
T6K2 B-04	2.885714286			
T6K2 A-05	3.721746939	5.5	0.290	0.836032653
T6K2 B-05	2.885714286			
T6K3 A-01	9.069387755	3.5	0.100	0.824489796
T6K3 B-01	8.244897959			
T6K3 A-02	9.077632653	4	0.101	0.832734694
T6K3 B-02	8.244897959			
T6K3 A-03	9.069387755	4.5	0.122	0.989387755
T6K3 B-03	8.080000000			
T6K3 A-04	9.069387755	5	0.100	0.824489796
T6K3 B-04	8.244897959			
T6K3 A-05	9.069387755	5.5	0.100	0.824489796
T6K3 B-05	8.244897959			
T6 A-01	9.275510204	3.5	0.014	0.123673469
T6 B-01	9.151836735			
T6 A-02	9.316734694	4	0.018	0.164897959
T6 B-02	9.151836735			
T6 A-03	9.481632653	4.5	0.036	0.329795918
T6 B-03	9.151836735			
T6 A-04	9.300244898	5	0.016	0.148408163
T6 B-04	9.151836735			
T6 A-05	9.300244898	5.5	0.016	0.148408163
T6 B-05	9.151836735			

Sumber : Perhitungan



Gambar 4.2 Grafik KenaikanDO (%) setelah terjun terhadap ketinggian air di hulu



Gambar 4.3 Grafik Kenaikan DO (ppm) setelah terjun terhadap ketinggian air di hulu

4.3. Verifikasi nilai kedalaman kritis (y_c)

Untuk mengontrol aliran yang melalui bangunan terjun dan kontrol ketelitian dalam pengukuran data, maka perlu dilakukan uji kesesuaian. Kedalaman kritis (y_c) merupakan faktor penting yang digunakan untuk membuktikan bahwa kondisi aliran yang terjadi pada model fisik yang digunakan adalah benar. Uji kesesuaian yang dilakukan adalah dengan membandingkan nilai y_c penelitian dan nilai y_c empiris yang diperoleh berdasarkan persamaan Chow. Hasil verifikasi nilai kedalaman kritis adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13. Perbandingan nilai y_c empiris dan y_c penelitian pada terjunan tegak

No	Z = 6 (cm)	y_o (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Yc (cm) Empiris	Yc (cm) penelitian	KR Yc (%)
1	tanpa kisi	5.5	2128.707	280.093	0.370	4.308	4.100	4.836
2		5	2045.539	269.150	0.342	4.195	3.980	5.134
3		4.50	1561.343	205.440	0.199	3.504	3.420	2.398
4		4	1330.609	175.080	0.145	3.150	3.000	4.753
5		3.5	1143.280	150.432	0.107	2.847	2.650	6.909

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.14. Nilai y_c penelitian pada terjunan tegak berkisi

No	Z = 6 (cm)	y_o (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Yc (cm) penelitian
1	kisi 8cm	5.500	2100.000	276.316	0.360	4.200
2		5.000	1576.881	207.484	0.203	3.700
3		4.500	1258.330	165.570	0.129	3.300
4		4.000	938.095	123.434	0.072	2.670
5		3.500	732.778	96.418	0.044	2.230
6	kisi 12cm	5.500	1475.714	194.173	0.178	4.220
7		5.000	1178.572	155.075	0.113	3.780
8		4.500	1062.143	139.756	0.092	3.350
9		4.000	950.000	125.000	0.074	3.000
10	kisi 18cm	3.500	858.586	112.972	0.060	2.600
11		5.500	2170.393	285.578	0.385	4.300
12		5.000	2057.383	270.708	0.346	3.810
13		4.500	1454.956	191.442	0.173	3.300
14		4.000	1282.342	168.729	0.134	3.000
15	3.500	973.574	128.102	0.077	2.600	

Sumber : Hasil Penelitian

Selanjutnya untuk mengetahui kesesuaian antara y_c penelitian dan y_c empiris perlu dilakukan pengujian, yaitu pengujian T (t test) dan pengujian F (F test) dengan derajat

kepercayaan (1%) dan (5%). Dengan aturan pengambilan keputusan uji distribusi t sebagai berikut :

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian t untuk nilai y_c berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$t_{hitung} = 0.1122$$

$$t_{tabel} \rightarrow \alpha = 1\% \rightarrow 2,41$$

$$\alpha = 5\% \rightarrow 1,675$$

Kesimpulan :

$t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_c hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_c empiris dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Pengujian F dilakukan dengan aturan :

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian F untuk nilai y_c berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$F_{hitung} = 0.000481$$

$$F_{tabel} \rightarrow \alpha = 1\% \rightarrow 251,2153$$

$$\alpha = 5\% \rightarrow 6288,593$$

Kesimpulan :

$F_{hitung} < F_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_c hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_c empiris dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

4.4. Verifikasi nilai kedalaman (y_1)

Tabel 4.15. Perbandingan nilai y_1 empiris dan y_1 penelitian pada terjunan tegak

No	Z = 6 (cm)	y_o (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Y1 (cm) Empiris	Y1 (cm) penelitian	KR Y1 (%)
1	tanpa kisi	5.5	2128.707	280.093	0.370	2.124	2.140	0.754
2		5	2045.539	269.150	0.342	2.053	2.100	2.278
3		4.5	1561.343	205.440	0.199	1.632	1.700	4.166
4		4	1330.609	175.080	0.145	1.425	1.500	5.292
5		3.5	1143.280	150.432	0.107	1.252	1.260	0.621

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.16. Nilai y_1 penelitian pada terjunan tegak berkisi

No	Z= 6 (cm)	y_0 (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Y1 (cm) penelitian
6	kisi 8	5.500	2100.000	276.316	0.360	4.8
7		5.000	1576.881	207.484	0.203	3.55
8		4.500	1258.330	165.570	0.129	3.4
9		4.000	938.095	123.434	0.072	2.35
10		3.500	732.778	96.418	0.044	1.9
11	kisi 12	5.500	1475.714	194.173	0.178	4.300
12		5.000	1178.572	155.075	0.113	4.000
13		4.500	1062.143	139.756	0.092	3.450
14		4.000	950.000	125.000	0.074	2.450
15		3.500	858.586	112.972	0.060	1.900
16	kisi 18	5.500	2170.393	285.578	0.385	4.1
17		5.000	2057.383	270.708	0.346	3.57
18		4.500	1454.956	191.442	0.173	3.45
19		4.000	1282.342	168.729	0.134	3.17
20		3.500	973.574	128.102	0.077	2.86

Sumber : Hasil Penelitian

Selanjutnya untuk mengetahui kesesuaian antara y_1 penelitian dan y_1 empiris perlu dilakukan pengujian, yaitu pengujian T (t test) dan pengujian F (F test) dengan derajat kepercayaan (1%) dan (5%). Dengan aturan pengambilan keputusan uji distribusi t sebagai berikut :

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian t untuk nilai y_1 berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$t_{hitung} = 0.2411$$

$$t_{tabel} \rightarrow \alpha = 1 \% \rightarrow 2,41$$

$$\alpha = 5 \% \rightarrow 1,675$$

Kesimpulan :

$t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_1 hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_1 empiris dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Pengujian F dilakukan dengan aturan :

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian F untuk nilai y_1 berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$F_{hitung} = 0.00621$$

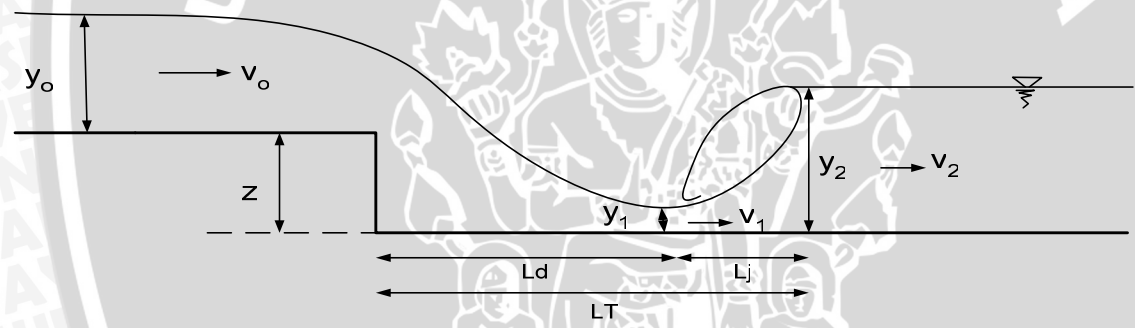
$$F_{tabel} \rightarrow \alpha = 1\% \rightarrow 251,2153$$

$$\alpha = 5\% \rightarrow 6288,593$$

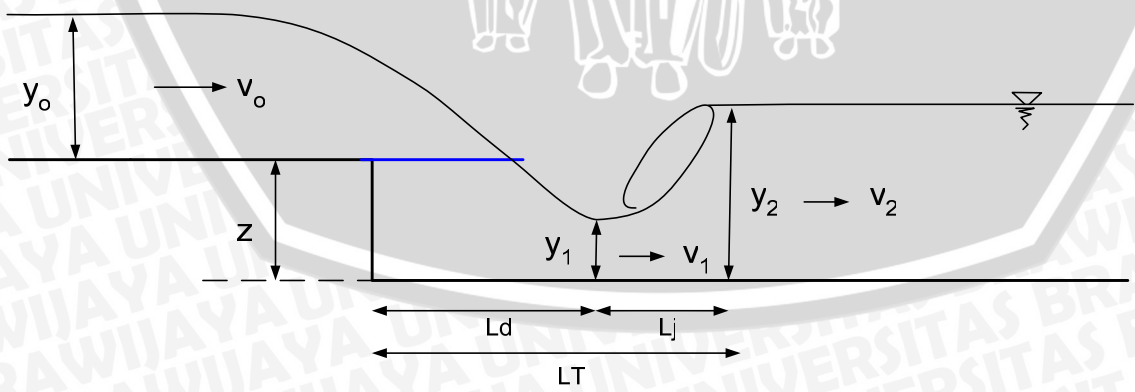
Kesimpulan :

$F_{hitung} < F_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_1 hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_1 empiris dengan resiko kesalahan 1% dan 5%.



Gambar 4.4 Aliran melalui Terjunan Tegak



Gambar 4.5 Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam

4.5. Verifikasi nilai kedalaman (y_2)

Tabel 4.17. Perbandingan nilai y_2 empiris dan y_2 penelitian pada terjunan tegak

No	Z = 6 (cm)	y_0 (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Y2 (cm) Empiris	Y2 (cm) penelitian	KR Y2 (%)
1	tanpa kisi	5.5	2128.707	280.093	0.370	7.616	7.940	4.249
2		5	2045.539	269.150	0.342	7.454	7.150	4.081
3		4.5	1561.343	205.440	0.199	6.443	6.550	1.668
4		4	1330.609	175.080	0.145	5.910	5.730	3.038
5		3.5	1143.280	150.432	0.107	5.445	5.280	3.024

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.18. Nilai y_2 penelitian pada terjunan tegak berkisi

No	Z = 6 (cm)	y_0 (cm)	Q (cm^3/dt)	q (cm^2/dt)	Dn	Y2 (cm) penelitian
1	kisi 8	5.5	2100.000	276.316	0.360	7.000
2		5.0	1576.881	207.484	0.203	6.550
3		4.5	1258.330	165.570	0.129	6.200
4		4.0	938.095	123.434	0.072	5.200
5		3.5	732.778	96.418	0.044	4.400
6	kisi 12	5.5	1475.714	194.173	0.178	7.100
7		5.0	1178.572	155.075	0.113	6.700
8		4.5	1062.143	139.756	0.092	6.100
9		4.0	950.000	125.000	0.074	5.550
10	kisi 18	3.5	858.586	112.972	0.060	4.400
11		5.5	2170.393	285.578	0.385	7.540
12		5.0	2057.383	270.708	0.346	6.950
13		4.5	1454.956	191.442	0.173	6.400
14		4.0	1282.342	168.729	0.134	5.630
15	3.5	973.574	128.102	0.077	5.100	

Sumber : Hasil Penelitian

Selanjutnya untuk mengetahui kesesuaian antara y_2 penelitian dan y_2 empiris perlu dilakukan pengujian, yaitu pengujian T (t test) dan pengujian F (F test) dengan derajat kepercayaan (1%) dan (5%). Dengan aturan pengambilan keputusan uji distribusi t sebagai berikut :

Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian t untuk nilai y_2 berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$t_{hitung} = 0.4402$$

$$t_{tabel} \rightarrow \alpha = 1\% \rightarrow 2,41$$

$$\alpha = 5 \% \rightarrow 1,675$$

Kesimpulan :

$t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_2 hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_2 empiris dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Pengujian F dilakukan dengan aturan :

Jika $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

Jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka data berbeda nyata

Hasil pengujian F untuk nilai y_2 berdasarkan perhitungan diperoleh :

$$F_{\text{hitung}} = 0.005177$$

$$F_{\text{tabel}} \rightarrow \alpha = 1 \% \rightarrow 251,2153$$

$$\alpha = 5 \% \rightarrow 6288,593$$

Kesimpulan :

$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_2 hasil penelitian mempunyai kesesuaian dengan nilai y_2 empiris dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Hipotesa dari penelitian ini adalah

- ▲ H_0 : Terdapat pengaruh terjunan tegak berkisi terhadap panjang loncatan
- ▲ H_1 : Tidak terdapat pengaruh terjunan tegak berkisi terhadap panjang loncatan

4.6. Analisa Dimensi

Pengkajian penelitian ini menyangkut banyak variabel yang berpengaruh. Maka penting dilakukan analisa dimensi sebelum menganalisa data. Analisa dimensi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar variabel yang digunakan dalam analisa data dan pembahasan. Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan variabel yang disajikan sebagai berikut :

1. Variabel bebas :

- Tinggi bangunan terjunan tegak (z)
- Kedalaman air hulu (y_0)
- Panjang kisi peredam (L_{kisi})
- Lebar kisi peredam (b_{kisi})

2. Variabel tergantung :
 - Debit (Q)
 - Kecepatan (v)
 - Kedalaman kritis (y_c)
 - Kedalaman air sebelum loncatan (y_1)
 - Kedalaman air setelah loncatan (y_2)
 - Panjang terjun dan loncatan hidrolis (LT)
3. Variabel yang lain : percepatan gravitasi (g)

Pangkat-pangkat $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ merupakan pangkat dari besaran pokok M, L, T, sehingga dapat disusun seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.19. Pengelompokan variabel dengan besaran pokok M-L-T

Kelompok Variabel	Variabel bebas				Variabel tergantung						Variabel lain
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Peubah	Z	y_0	L_{kisi}	B_{kisi}	Q	V	y_c	y_1	y_2	LT	g
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
T	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-2

Variabel tak berdimensi yang disusun berdasarkan suku-sukunya :

$$\alpha_1 = 0$$

$$\beta_1 = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + 3k_5 + k_6 + k_7 + k_8 + k_9 + k_{10} + k_{11}$$

$$\gamma_1 = -k_5 - k_6 - 2k_{11}$$

Eliminasi $k_2 + k_{11}$

$$2k_{11} = -k_5 - k_6$$

$$k_{11} = -0.5k_5 - 0.5k_6$$

$$k_2 = -k_1 - k_3 - k_4 - 3k_5 - k_6 - k_7 - k_8 - k_9 - k_{10} - k_{11}$$

$$= -k_1 - k_3 - k_4 - 3k_5 - k_6 - k_7 - k_8 - k_9 - k_{10} - (-0.5k_5 - 0.5k_6)$$

$$= -k_1 - k_3 - k_4 - 3k_5 - k_6 - k_7 - k_8 - k_9 - k_{10} + 0.5k_5 + 0.5k_6$$

$$= -k_1 - k_3 - k_4 - 2.5k_5 - 0.5k_6 - k_7 - k_8 - k_9 - k_{10}$$

Tabel 4.20. Matriks Langhar untuk bilangan tak berdimensi (π)

Tanda Variabel	k ₁	k ₃	k ₄	k ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	k ₂	K ₁₁
peubah	Z	L kisi	B kisi	Q	V	y _c	y ₁	y ₂	LT	y ₀	g
π_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
π_3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
π_4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0
π_5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-2.5	-0.5
π_6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.5	-0.5
π_7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0
π_8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0
π_9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0
π_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari matriks pada tabel di atas dapat diketahui hubungan antara variabel dalam satu bilangan tak berdimensi sebagai berikut :

$$\pi_1 = \frac{Z}{y_0} \quad \pi_3 = \frac{L_{kisi}}{y_0} \quad \pi_4 = \frac{B_{kisi}}{y_0} \quad \pi_5 = \frac{Q}{y_0^{2.5} \cdot g^{0.5}}$$

$$\pi_6 = \frac{V}{\sqrt{y_0 \cdot g}} \quad \pi_7 = \frac{y_c}{y_0} \quad \pi_8 = \frac{y_1}{y_0} \quad \pi_9 = \frac{y_2}{y_0} \quad \pi_{10} = \frac{LT}{y_0}$$

Hasil eliminasi bilangan tak berdimensi di atas dapat digunakan untuk membentuk bilangan tak berdimensi yang lain. Dalam hal ini bilangan tak berdimensi yang dapat dibentuk adalah:

$$\pi_{11} = \pi_1/\pi_7 = \frac{z}{y_0} \cdot \frac{y_0}{y_c} = \frac{z}{y_c} \quad \pi_{12} = \pi_7/\pi_8 = \frac{y_c}{y_0} \cdot \frac{y_0}{y_1} = \frac{y_c}{y_1}$$

$$\pi_{13} = \pi_9/\pi_8 = \frac{y_2}{y_0} \cdot \frac{y_0}{y_1} = \frac{y_2}{y_1} \quad \pi_{14} = \pi_{10}/\pi_8 = \frac{LT}{y_0} \cdot \frac{y_0}{y_1} = \frac{LT}{y_1}$$

Dari semua bilangan tak berdimensi tersebut tampak bahwa π_6 merupakan bilangan froude (Fr) dihulu loncatan hidrolis. Selanjutnya bilangan-bilangan tak berdimensi tersebut digunakan untuk membentuk hubungan antar variabel untuk

mendapatkan kurva hubungan bilangan tak berdimensi yang dapat digunakan sebagai acuan perencanaan.

4.7. Analisa Aliran Sebelum dan Setelah Menggunakan Kisi Peredam (L_1, L_2, L_3)

Sesuai rumusan masalah yang ada, maka perlu dilakukan pengamatan terhadap kondisi aliran sebelum menggunakan kisi peredam. Variabel-variabel yang akan dianalisa yaitu : kedalaman air di hulu (y_1) dan hilir (y_2), bilangan Froude (Fr_1), dan jumlah panjang terjun dengan loncatan hidrolis (LT). Data-data tersebut diperoleh dari kedalaman air kritis (y_c) dan tinggi bangunan terjunan tegak (z) yang berbeda-beda. Hasil pengamatan terhadap variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

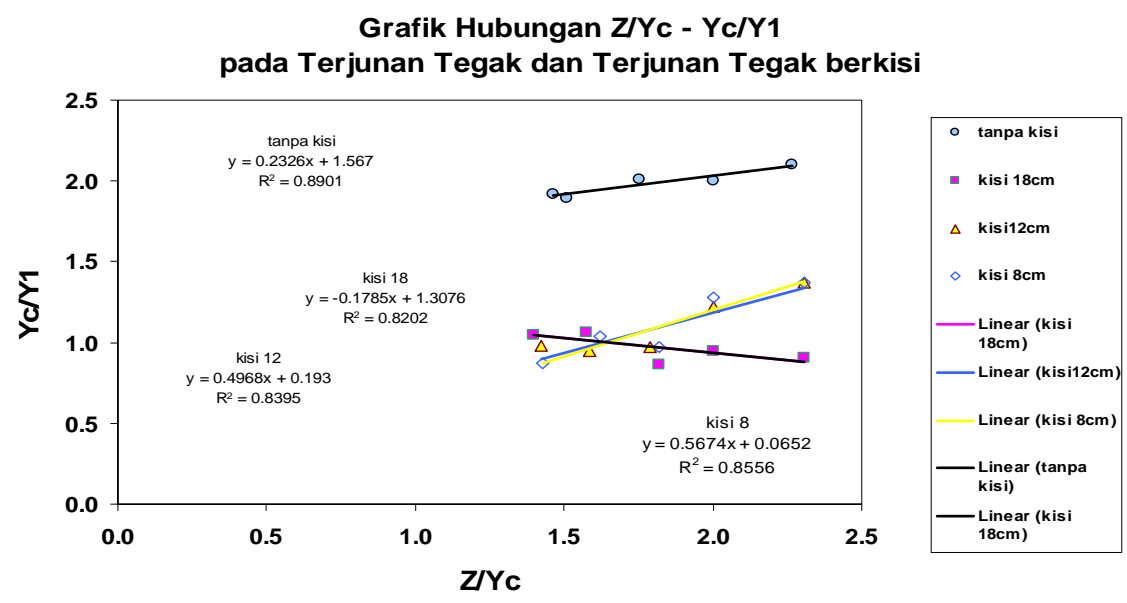
Tabel 4.21. Hubungan antara Z/y_c terhadap y_c/y_1

Z= 6	Yo	yc tegak	y1 tegak	Z/yc	yc/y1
tanpa kisi	5.5	4.1	2.14	1.463	1.916
	5	3.98	2.1	1.508	1.895
	4.5	3.42	1.7	1.754	2.012
	4	3	1.5	2.000	2.000
	3.5	2.65	1.26	2.264	2.103
kisi 8cm	5.5	4.2	4.8	1.429	0.875
	5	3.7	3.55	1.622	1.042
	4.5	3.3	3.4	1.818	0.971
	4	3	2.35	2.000	1.277
	3.5	2.6	1.9	2.308	1.368
kisi 12cm	5.5	4.22	4.3	1.422	0.981
	5	3.78	4	1.587	0.945
	4.5	3.35	3.45	1.791	0.971
	4	3	2.45	2.000	1.224
	3.5	2.6	1.9	2.308	1.368
kisi 18 cm	5.5	4.3	4.1	1.395	1.049
	5	3.81	3.57	1.575	1.067
	4.5	3.3	3.82	1.818	0.864
	4	3	3.17	2.000	0.946
	3.5	2.6	2.86	2.308	0.909

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil penelitian terdahulu sudah didapatkan semakin besar nilai Z, maka nilai y_c/y_1 akan semakin tinggi. perhitungan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa Nilai y_c/y_1 untuk Z = 6 cm tanpa kisi berkisar antara 1,895 – 2,012, Z = 6 cm kisi 8 cm berkisar

antara 0,875 – 1,368, $Z = 6$ cm kisi 12 cm berkisar antara 0,971 – 1.368, dan $Z = 6$ cm kisi 18 cm 0.864 -1,067, untuk lebih jelasnya perhatikan grafik.



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Z/y_c terhadap y_c/y_1

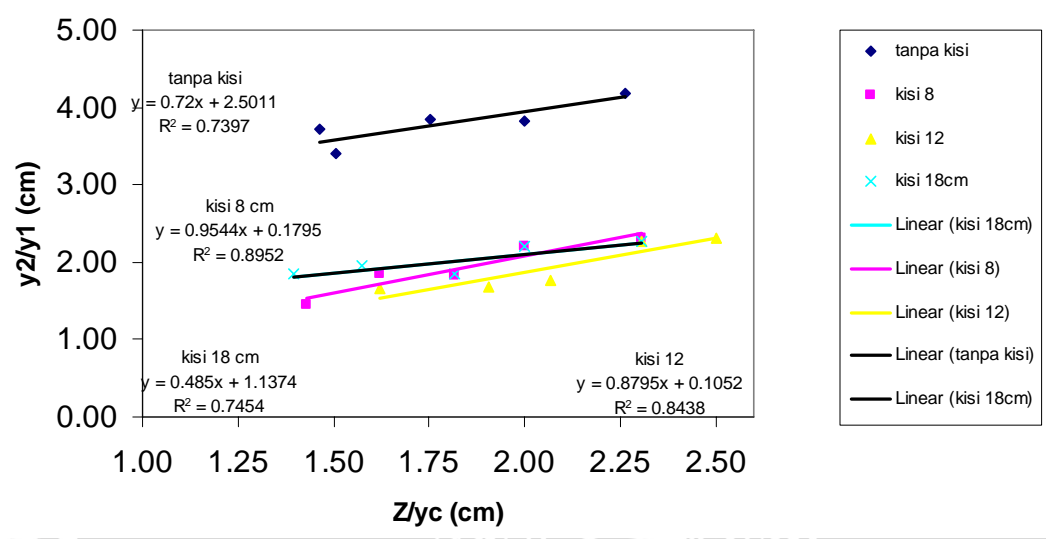
Tabel 4.22. Hubungan antara Z/y_c terhadap y_2/y_1

Z= 6	Yo	yc tegak	y1 tegak	y2 tegak	Z/yc	y2/y1
tanpa kisi	5.5	4.1	2.14	7.94	1.463	3.710
	5	3.98	2.1	7.15	1.508	3.405
	4.5	3.42	1.7	6.55	1.754	3.853
	4	3	1.5	5.73	2.000	3.820
	3.5	2.65	1.26	5.28	2.264	4.190
kisi 8cm	5.5	4.2	4.8	7	1.429	1.458
	5	3.7	3.55	6.55	1.622	1.845
	4.5	3.3	3.4	6.2	1.818	1.824
	4	3	2.35	5.2	2.000	2.213
	3.5	2.6	1.9	4.4	2.308	2.316
kisi 12cm	5.5	3.700	4.3	7.1	1.622	1.651
	5	3.150	4	6.7	1.905	1.675
	4.5	2.900	3.45	6.1	2.069	1.768
	4	2.600	2.45	5.55	2.308	2.265
	3.5	2.400	1.9	4.4	2.500	2.316
kisi 18 cm	5.5	4.3	4.1	7.54	1.395	1.839
	5	3.81	3.57	6.95	1.575	1.947
	4.5	3.3	3.52	6.5	1.818	1.847
	4	3	2.56	5.63	2.000	2.199
	3.5	2.6	2.25	5.1	2.308	2.267

Sumber : Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kecenderungan yang terjadi nilai y_2/y_1 fluktuatif untuk panjang kisi yang berbeda, tetapi kisi peredam memiliki nilai y_2/y_1 lebih rendah daripada tanpa menggunakan kisi peredam untuk tiap ketinggian hulu. Untuk lebih jelasnya perhatikan grafik.

Grafik Hubungan Z/y_c - y_2/y_1 pada terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi



Gambar 4.7. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap y_2/y_1

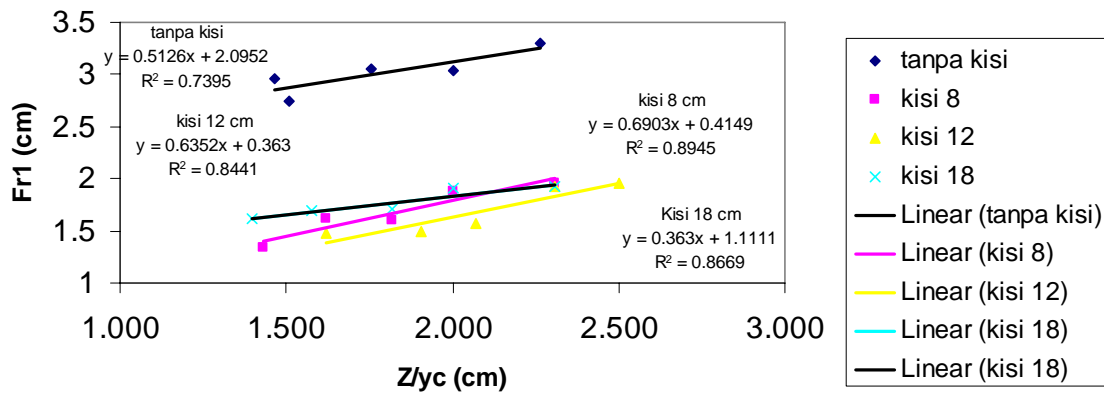
Tabel 4.23. Hubungan antara Z/y_c terhadap Fr_1

Z = 6	Yo	yc tegak	y1 tegak	y2 tegak	Fr1 tegak	Z/yc
tanpa kisi	5.5	4.1	2.14	7.94	2.956	1.463
	5	3.98	2.1	7.15	2.738	1.508
	4.5	3.42	1.7	6.55	3.058	1.754
	4	3	1.5	5.73	3.034	2.000
	3.5	2.65	1.26	5.28	3.298	2.264
kisi 8cm	5.5	4.2	4.8	7	1.339	1.429
	5	3.7	3.55	6.55	1.470	1.622
	4.5	3.3	3.4	6.2	1.604	1.818
	4	3	2.35	5.2	1.885	2.000
	3.5	2.6	1.9	4.4	1.959	2.308
kisi 12cm	5.5	3.700	4.3	7.1	1.479	1.622
	5	3.150	4	6.7	1.497	1.905
	4.5	2.900	3.45	6.1	1.564	2.069
	4	2.600	2.45	5.55	1.923	2.308
	3.5	2.400	1.9	4.4	1.959	2.500
kisi 18 cm	5.5	4.3	4.1	7.54	1.616	1.395
	5	3.81	3.57	6.95	1.694	1.575
	4.5	3.3	3.52	6.4	1.710	1.818
	4	3	2.56	5.63	1.914	2.000
	3.5	2.6	2.25	5.1	1.924	2.308

Sumber : Perhitungan

Hasil pengamatan pada tabel di atas menunjukkan bahwa ketiga kisi peredam mempunyai bilangan froude yang lebih kecil dari terjunan tanpa kisi peredam (dengan tinggi muka air di hulu tetap). Sedangkan semakin panjang kisi peredam, bilangan Froude yang terjadi semakin besar (dengan tinggi muka air di hulu tidak tetap) sehingga menggunakan rerata tiap aplikasi kisi peredam, untuk kisi peredam dengan panjang kisi 8 cm nilai rerata Froude adalah 1,651, kisi peredam dengan panjang kisi 12 cm memiliki nilai rerata Froude 1,685, dan kisi peredam dengan panjang kisi 18 cm memiliki nilai rerata Froude 1.77, Hubungan antara rasio tinggi bangunan terjun (Z) dengan kedalaman kritis (y_c) terhadap bilangan Froude yang terjadi dapat dilihat pada grafik.

Grafik hubungan Z/y_c - Fr_1 pada Terjunan Tegak dan Terjunan Tegak Berkisi



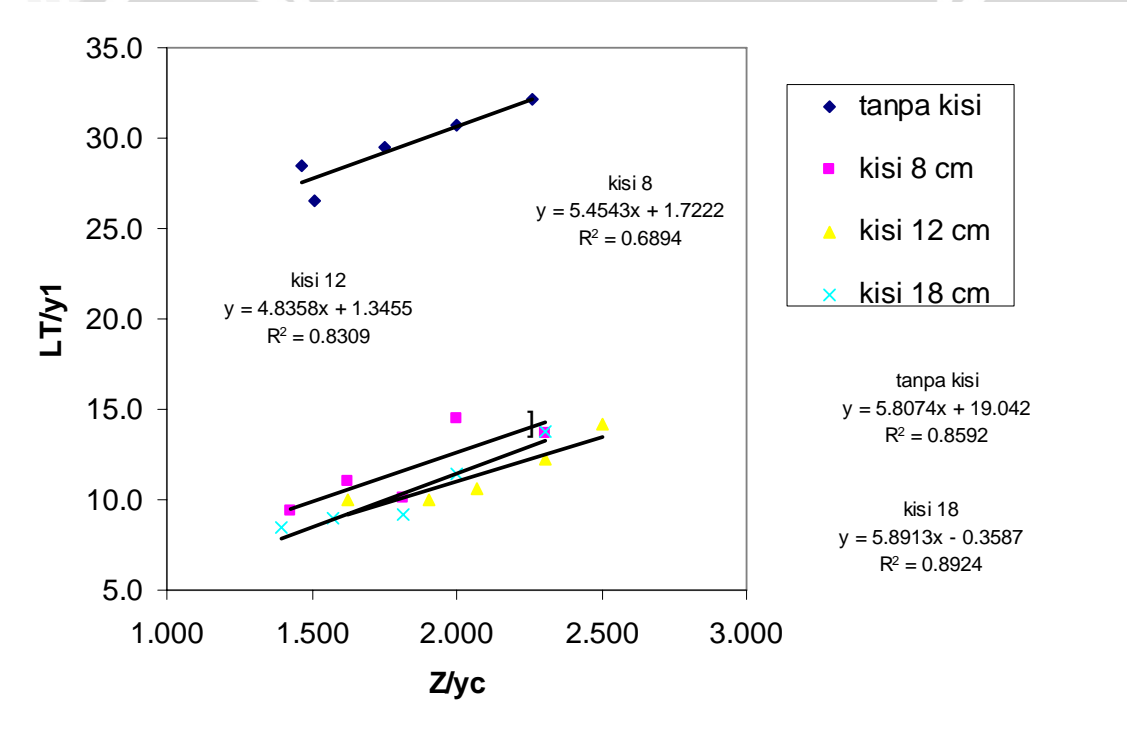
Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap Fr_1

Tabel 4.24. Hubungan antara Z/y_c terhadap LT/y_1

Z= 6	yo (cm)	yc (cm)	y1 (cm)	Z/yc	Ld (cm)	Lj (cm)	LT (cm)	LT/y1
tanpa kisi	5.50	4.10	2.14	1.463	21.0	40.0	61.00	28.505
	5.00	3.98	2.10	1.508	19.8	36.0	55.80	26.571
	4.50	3.42	1.70	1.754	17.2	33.0	50.20	29.529
	4.00	3.00	1.50	2.000	16.0	30.0	46.00	30.667
	3.50	2.65	1.26	2.264	13.5	27.0	40.50	32.143
rerata								29.483
kisi 8cm	5.50	4.20	4.80	1.429	13.0	32.0	45.00	9.375
	5.00	3.70	3.55	1.622	9.0	30.0	39.00	10.986
	4.50	3.30	3.40	1.818	7.5	27.0	34.50	10.147
	4.00	3.00	2.35	2.000	8.0	26.0	34.00	14.468
	3.50	2.60	1.90	2.308	8.0	18.0	26.00	13.684
rerata								11.732
kisi 12cm	5.50	3.70	4.30	1.622	11.0	32.0	43.00	10.000
	5.00	3.15	4.00	1.905	10.0	30.0	40.00	10.000
	4.50	2.90	3.45	2.069	8.5	28.0	36.50	10.580
	4.00	2.60	2.45	2.308	8.0	22.0	30.00	12.245
	3.50	2.40	1.90	2.500	9.0	18.0	27.00	14.211
rerata								11.407
kisi 18 cm	5.50	4.30	4.10	1.395	9.8	25.0	34.80	8.488
	5.00	3.81	3.57	1.575	8.9	23.0	31.90	8.936
	4.50	3.30	3.52	1.818	8.2	24.0	32.20	9.148
	4.00	3.00	2.56	2.000	6.3	23.0	29.30	11.445
	3.50	2.60	2.25	2.308	7.0	24.0	31.00	13.778
rerata								10.359

Sumber : Perhitungan

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa ketiga kisi peredam mampu untuk meminimalkan panjang terjun dan loncatan hidrolis. Tabel di atas menunjukkan hubungan antara Z/y_c dengan LT/y_1 ,dimana untuk terjunan tanpa kisi cm nilai LT/y_1 berkisar antara 26,571 – 32,143 cm, dengan kisi 8 cm nilainya berkisar antara 9,375 – 14,468 cm, dengan kisi 12 cm nilai LT/y_1 berkisar antara 10,00 – 14,211 cm, dan dengan kisi 18 cm nilai LT/y_1 berkisar antara 8,488 – 13,778 cm jadi dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa kisi peredam dapat menekan nilai LT/y_1 , semakin panjang kisi peredam maka nilai LT/y_1 semakin rendah. Hubungan Z/y_c dan LT/y_1 dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.9. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap LT/y_1

Tabel 4.25. Perhitungan Keefektifan peredaman aliran

y_o (cm)	Fr_1 (cm)				Kefektifan Peredaman kisi 8 cm (%)	Kefektifan Peredaman 12 cm (%)	Kefektifan Peredaman kisi 18 cm(%)
	Tak berkisi	kisi 8cm	kisi 12cm	kisi 18 cm			
5.5	2.956	1.339	1.479	1.616	54.708	49.952	45.342
5	2.738	1.470	1.497	1.694	46.336	45.341	38.152
4.5	3.058	1.604	1.564	1.710	47.525	48.838	44.079
4	3.034	1.885	1.923	1.914	37.863	36.617	36.933
3.5	3.298	1.959	1.959	1.924	40.583	40.583	41.654
				rerata	45.403	44.266	41.232

Sumber : Perhitungan

Keefektifan Peredaman aliran untuk tiap kisi mengalami Fluktuasi untuk tiap perbandingan Terjunan dan salah satu terjunan berkisi pada ketinggian y_o yang diperlakukan. Hal ini membuat kami mengambil kesimpulan Keefektifan kisi peredam pada kenyataannya dilapangan juga akan dilalui debit-debit yang berbeda dengan ketinggian y_o yang berbeda pula sehingga dfinisi keefektifan dalam hal ini adalah seberapa besar kisi dengan panjang (L_1, L_2, L_3) mampu meredam dengan berbagai variasi debit yaitu dengan mengambil rerata peredaman untuk y_o yang disimulasikan. Berdasarkan perhitungan keefektifan peredaman untuk keefektifan Kisi 8 cm adalah 45,403%, keefektifan kisi 12 cm adalah 44,266% dan keefektifan kisi 18 cm adalah 41,232%.

Tabel 4.26. Perhitungan Energi Spesifik

y_o (cm)	E_o/E_1 (rugi-rugi energi)			
	Tak berkisi	kisi 8cm	kisi 12cm	kisi 18 cm
5.5	0.8057	0.0032	0.0183	0.0304
5	0.5807	0.0429	0.0125	0.0410
4.5	0.7174	0.0217	0.0186	0.0149
4	0.6510	0.1195	0.0950	0.0729
3.5	0.6372	0.1540	0.1540	0.0620
rerata	0.6784	0.0683	0.0597	0.0442

Energi Spesifik kisi peredam pada kenyataannya dilapangan juga akan dilalui debit-debit yang berbeda dengan ketinggian y_o yang berbeda pula sehingga dalam hal ini adalah seberapa besar kisi dengan panjang (L_1, L_2, L_3) menghasilkan Rugi-rugi Energi atau perbedaan energi spesifik sebelum dan sesudah terjadinya loncatan besarnya rugi-

rugi energi. Berdasarkan perhitungan ketiga kisi menghasilkan energi spesifik tidak sebesar terjunan tegak. Untuk kisi peredam 8 cm manghasilkan Energi spesifik 0,0683 Untuk kisi peredam 12 cm manghasilkan Energi spesifik 0,0597 Untuk kisi peredam 18 cm manghasilkan Energi spesifik 0,0442.

4.8. Analisa kurva hubungan antar variabel dan pengujian statistika

Hubungan antar variabel berdasarkan data hasil penelitian membentuk suatu kurva diagram pencar dalam sistem koordinat. Kemudian dilakukan pengujian secara statistika untuk mengetahui kesesuaian dari bentuk persamaan kurva yang diperoleh.

Untuk mengetahui kuat atau tidak hubungan dua variabel atau lebih ditunjukkan oleh koefisien korelasi (r). Makin kuat hubungan tersebut, nilai korelasi makin mendekati nilai 1 atau -1 , dan makin lemah hubungan tersebut makin mendekati nol. Sedangkan pengujian hipotesis yang digunakan adalah uji F dan uji t dengan taraf kepercayaan (α) adalah sebesar 1% dan 5%. Adapun aturan keputusan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Untuk uji F aturan yang digunakan yaitu :

Bila F hitung $<$ F tabel, maka data tidak berbeda nyata

Bila F hitung $>$ F tabel, maka data berbeda nyata

Sedangkan pada uji t digunakan aturan yaitu :

Bila t hitung $<$ t tabel, maka data tidak berbeda nyata

Bila t hitung $>$ t tabel, maka data berbeda nyata

Dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan didapat hasil regresi adalah :

Tabel 4.27. Persamaan kurva hubungan antara z/ y_c dengan y_c/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam

No	Z	Persamaan Kurva
1	Tanpa	$(y_c/y_1) = 0,2326(Z/ y_c) + 1,567$
2	Kisi 8 cm	$(y_c/y_1) = 0,5674(Z/ y_c) + 0,0652$
3	Kisi 12 cm	$(y_c/y_1) = 0,4968(Z/ y_c) + 0,193$
4	Kisi 18 cm	$(y_c/y_1) = -0,1785(Z/ y_c) + 1,3076$

Sumber : hasil perhitungan

Dari analisa regresi dan pengujian hipotesis y_c/y_1 diperoleh hasil sebagai berikut :

Pengujian t dan F untuk nilai y_c/y_1 pada terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi

$$t_{\text{hitung}} = 0.1122 \quad F_{\text{hitung}} = 0.000481$$

Sedangkan nilai t dan F tabel yaitu :

$$t_{\text{tabel}} \rightarrow \begin{array}{l} \alpha = 1 \% \rightarrow 2,41 \\ \alpha = 5 \% \rightarrow 1,675 \end{array} \quad F_{\text{tabel}} \rightarrow \begin{array}{l} \alpha = 1 \% \rightarrow 251,2153 \\ \alpha = 5 \% \rightarrow 6288,593 \end{array}$$

Kesimpulan :

$t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_c/y_1 hasil regresi mempunyai kesesuaian dengan nilai y_c/y_1 penelitian dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Tabel 4.28. Persamaan kurva hubungan antara z/ y_c dengan y_2/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam

No	Z	Persamaan Kurva
1	Tanpa	$(y_2/y_1) = 0,72(Z/ y_c) + 2,5011$
2	Kisi 8 cm	$(y_2/y_1) = 0,9544 (Z/ y_c) + 0,1795$
3	Kisi 12 cm	$(y_2/y_1) = 0,8795(Z/ y_c) + 0,1052$
4	Kisi 18 cm	$(y_2/y_1) = 0,485(Z/ y_c) + 1,1374$

Sumber : hasil perhitungan

Dari analisa regresi dan pengujian hipotesis y_2/y_1 diperoleh hasil sebagai berikut :

Pengujian t dan F untuk nilai y_2/y_1 pada terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi

$$t_{\text{hitung}} = 0.4402 \quad F_{\text{hitung}} = 0.005177$$

Sedangkan nilai t dan F tabel yaitu :

$$t_{\text{tabel}} \rightarrow \begin{array}{l} \alpha = 1 \% \rightarrow 2,41 \\ \alpha = 5 \% \rightarrow 1,675 \end{array} \quad F_{\text{tabel}} \rightarrow \begin{array}{l} \alpha = 1 \% \rightarrow 251,2153 \\ \alpha = 5 \% \rightarrow 6288,593 \end{array}$$

Kesimpulan :

$t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai y_2/y_1 hasil regresi mempunyai kesesuaian dengan nilai y_2/y_1 penelitian dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

Tabel 4.29. Persamaan kurva hubungan antara z/ y_c dengan Fr_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam

No	Z	Persamaan Kurva
1	Tanpa	$(Fr_1) = 0,5126(Z/ y_c) + 2,0952$
2	Kisi 8 cm	$(Fr_1) = 0,6903 (Z/ y_c) + 0,4149$
3	Kisi12 cm	$(Fr_1) = 0,6352(Z/ y_c) + 0,363$
4	Kisi 18 cm	$(Fr_1) = 0,363(Z/ y_c) + 1,1111$

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 4.30. Persamaan kurva hubungan antara z/ y_c dengan LT/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam

No	Z	Persamaan Kurva
1	Tanpa	$(LT/y_1) = 5,8074(Z/ y_c) + 19,042$
2	Kisi 8 cm	$(LT/y_1) = 5,4543 (Z/ y_c) + 1.7222$
3	Kisi12 cm	$(LT/y_1) = 4,8358(Z/ y_c) + 1,3455$
4	Kisi 18 cm	$(LT/y_1) = 5,8913(Z/ y_c) - 0,3587$

Sumber : hasil perhitungan

Dari analisa regresi dan pengujian hipotesis LT/y_1 diperoleh hasil sebagai berikut :

Pengujian t dan F untuk nilai LT/y_1 pada terjunan tegak dan terjunan tegak berkisi

$$t_{hitung} = 0,0106 \quad F_{hitung} = 0,0001123$$

Sedangkan nilai t dan F tabel yaitu :

$$t_{tabel} \rightarrow \alpha = 1 \% \rightarrow 2,41 \quad F_{tabel} \rightarrow \alpha = 1 \% \rightarrow 251,2153$$

$$\alpha = 5 \% \rightarrow 1,675 \quad \alpha = 5 \% \rightarrow 6288,593$$

Kesimpulan :

$t_{hitung} < t_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

$F_{hitung} < F_{tabel}$, maka data tidak berbeda nyata

Maka nilai LT/y_1 hasil regresi mempunyai kesesuaian dengan nilai LT/y_1 penelitian dengan resiko kesalahan 1 % dan 5 %.

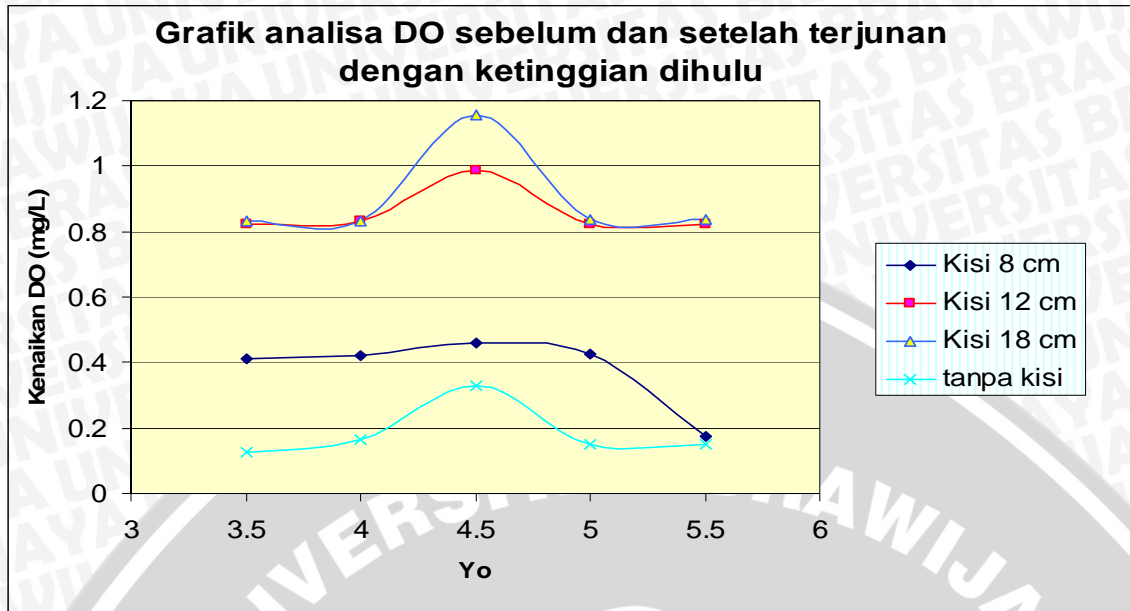
4.9. Pembahasan

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa untuk terjunan tegak, nilai y_1 penelitian dan y_1 empiris mempunyai perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan angka kesalahan relatif kurang dari 10%. Hal ini terjadi pada semua variasi panjang kisi peredam ($L_1 = 8$ cm, $L_2 = 12$ cm, $L_3 = 18$ cm dan tanpa kisi peredam). Angka kesalahan relatif yang kurang dari 10% menunjukkan bahwa penentuan koordinat y_1 dan y_2 penelitian dapat diprediksi dengan perhitungan empiris dengan tingkat keakuratan 90%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian dalam penggunaan rumus dari bilangan terjun (D_n) untuk terjunan dengan ujung tegak. Besar y_1 yang terjadi adalah antara 1,26-4,8 cm. Hal serupa juga terjadi pada perbandingan y_2 empiris dan y_2 penelitian pada terjunan tegak. Besar y_2 yang terjadi adalah antara 4,40 - 7.940cm.

Demikian pula yang terjadi pada bilangan Froude (Fr_1) nilai Fr_1 penelitian dan Fr_1 empiris mempunyai perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan angka kesalahan relatif kurang dari 10%. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai antara 2,738 sampai 6,056. Dari sini terlihat bahwa loncatan yang terjadi adalah sebagian besar jenis loncatannya berupa gulungan ombak yang mempunyai nilai antara 2,6936 – 3,298 dan sebagian kecil termasuk loncatan lemah yang mempunyai nilai antara 1,338 – 1,661.

Sedangkan pada perbandingan panjang total antara panjang terjun dengan loncatan hidrolis (LT) penelitian dengan perhitungan rumus diketahui bahwa nilai LT penelitian dan LT empiris mempunyai perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan angka kesalahan relatif kurang dari 10%. Hal ini terjadi pada semua variasi panjang kisi peredam ($L_1 = 8$ cm, $L_2 = 12$ cm, $L_3 = 18$ cm dan tanpa kisi peredam) untuk terjunan tegak. Angka kesalahan relatif yang kurang dari 10% menunjukkan bahwa penentuan koordinat LT penelitian dapat diprediksi dengan perhitungan empiris dengan tingkat keakuratan 90%.

Dengan kelayakan data dan perhitungan hidrolis aliran maka hasil uji DO pada setiap simulasi dengan Kesalahan Relatif penelitian kurang dari 10 % dapat dilihat seperti berikut ini :



Gambar 4.10 Grafik Analisa DO (ppm) sebelum dan setelah terjunan dengan ketinggian air di hulu

Grafik diatas menunjukkan Kecendrungan kenaikan Nilai DO meningkat semakin bertambahnya panjang kisi Untuk setiap Ketinggian air di hulu (variasi debit).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Terjunan tegak memberikan pengaruh terhadap Kandungan Oksigen Terlarut pada bagian hilir yaitu meningkatnya konsentrasi Oksigen Terlarut dengan peningkatan sebagai berikut :

Tabel 5.1. Kenaikan DO pada Terjunan Tegak

Yo (cm)	kenaikan DO (%)	kenaikan DO (ppm)
3.5	0.014	0.1237
4	0.018	0.165
4.5	0.036	0.330
5	0.016	0.148
5.5	0.016	0.148

2. Terjunan Tegak Berkisi memberikan pengaruh terhadap Kandungan Oksigen Terlarut pada bagian hilir yaitu meningkatnya konsentrasi Oksigen Terlarut dengan peningkatan sebagai berikut :

Tabel 5.2. Kenaikan DO pada Terjunan Tegak Berkisi

Yo	kenaikan DO		
	Kisi 1 (8 cm)	Kisi 2 (18 cm).	Kisi 3 (12 cm).
3.5	0.412	0.833	0.824
4	0.42	0.834	0.833
4.5	0.462	1.1542	0.989
5	0.425	0.837	0.824
5.5	0.173	0.836	0.824

Pada kisi dengan panjang 8cm Kenaikan DO terjadi antara 0,4122 – 0,4617 ppm
 Pada kisi dengan panjang 12cm Kenaikan DO terjadi antara 0,8245 – 0,9894 ppm
 Pada kisi dengan panjang 18cm Kenaikan DO terjadi antara 0,8327 – 1,1543 ppm.
 Kondisi maksimum kenaikan DO terjadi pada saat ketinggian di hulu 4,5 cm, karena begitu tinggi muka air hulu bertambah maka aliran akan semakin tenggelam dan proses penyaringan akan semakin rendah sehingga kontak air dengan udara tetap ada peningkatan dari kandungan oksigen di hulu tetapi lebih kecil daripada apabila ketinggian muka air di hulu tidak mengakibatkan aliran hampir tenggelam.

3. Terjunan Tegak Berkisi mampu membuat panjang awal terjun sampai akhir loncatan hidrolik menjadi lebih pendek dari terjunan tanpa menggunakan kisi peredam. Panjang awal terjun sampai akhir loncatan hidrolik (LT) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.3. Panjang Loncatan Hidrolik Terjunan Tegak dan Terjunan Tegak Berkisi

y ₀	LT (cm)			
	Tanpa kisi	Kisi 18 cm	Kisi 12 cm	Kisi 8 cm
3.5	61	34.8	43	45
4	55.8	31.9	40	39
4.5	50.2	32.2	36.5	34.5
5	46	29.3	30	34
5.5	40.5	31	27	26

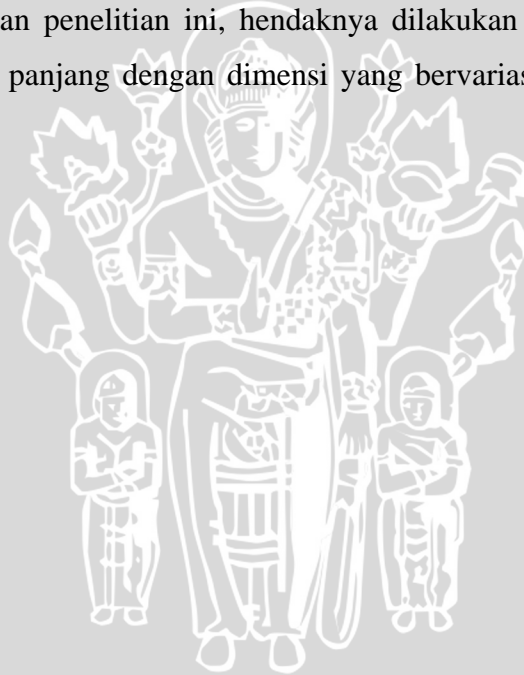
Setelah Terjunan Tegak diberi kisi peredam dengan spesifikasi yaitu berbentuk segiempat, dengan lebar 7,8 cm dan lebar lubang 1 cm ternyata juga mampu mereduksi besarnya energi yang terjadi yaitu nilai Bilangan Froude (Fr₁) yaitu nilai Fr₁ sebelum menggunakan kisi peredam antara 2,738 – 3,298, kemudian setelah menggunakan kisi peredam dengan panjang 8 cm mampu turun hingga 1,339 – 1,959. kemudian menggunakan kisi peredam dengan panjang 12 cm mampu turun hingga 1,479 – 1,959 kemudian menggunakan kisi peredam dengan panjang 18 cm mampu turun hingga 1,616 – 1,924. Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan peredaman mencapai persentase antara 37,863% - 54,708% dengan rerata 45,403% untuk kisi 8 cm, keefektifan peredaman mencapai persentase antara 36,617% - 49,952% dengan

rerata 44,266% untuk kisi 12 cm dan keefektifan peredaman mencapai persentase antara 36,933% - 45,342% dengan rerata 41,232% untuk kisi 18 cm.

5.2. Saran

Mengacu pada hasil penelitian, analisa dan kesimpulan yang telah diuraikan, maka perlu disarankan beberapa hal :

1. Adanya penelitian lebih lanjut untuk bangunan-bangunan air lainnya seperti terjunan bertangga atau bangunan terjunan atau limpasan lainnya dengan berbagai variasi penambahan struktur yang meningkatkan olakan tetapi tidak mempengaruhi fungsional dari bangunan itu sendiri yang meningkatkan kemungkinan terjadinya peningkatan kandungan oksigen terlarut.
2. Untuk mengembangkan penelitian ini, hendaknya dilakukan pada saluran yang lebih besar dan lebih panjang dengan dimensi yang bervariasi sehingga didapat hasil yang lebih baik.



REPOSITORY.UB.AC.ID

**UJI MODEL FISIK HIDROLIK EFEKTIFITAS TERJUNAN
TEGAK BERKISI DAN PERUBAHAN KANDUNGAN OKSIGEN
TERLARUT DALAM ALIRAN**

SKRIPSI



Disusun oleh :

LALU GEDE SRIAJI JAYABAYA

NIM. 0210640044

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK**

MALANG

2007



LEMBAR PERSETUJUAN

**UJI MODEL FISIK HIDROLIK EFEKTIFITAS TERJUNAN TEGAK
BERKISI DAN PERUBAHAN KANDUNGAN OKSIGEN
TERLARUT DALAM ALIRAN**

SKRIPSI

Disusun oleh :

LALU GEDE SRIAJI JAYABAYA

NIM. 0210640044

Menyetujui :

Ketua Kelompok Dosen Keahlian

PSDA

Ir. Mohammad Bisri, MS.

NIP. 131 645 152

Pembimbing I

Pembimbing II

Very Dermawan, ST, MT.

NIP. 132 232 480

Sumiadi, ST, MT.

NIP. 132 258 192

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : Uji Model Fisik Hidrolik Efektifitas Terjunan Tegak Berkisi Terhadap Perubahan Kandungan Oksigen Terlarut Dalam Aliran. Uji Model Fisik Pada Terjunan Dengan empat Bentuk Ujung Terjunan (Terjunan Tegak Dan Terjunan Tegak dengan 3 bentuk kisi Peredam dengan panjang bervariasi)

Skripsi merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh mahasiswa Fakultas teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Very Dermawan, ST, MT selaku dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini
2. Bapak Sumiadi, ST, MT selaku dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini
3. Ibu Dr.Ir. Aniek Masrevaniah, Dipl. HE selaku Kepala Laboratorium Hidrolika Dasar Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
4. Bapak Usman atas bantuannya dalam pengambilan data
5. Bapak Sapto atas bantuannya dalam pengujian sampel
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Kami menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan, pengalaman serta kemampuan kami. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

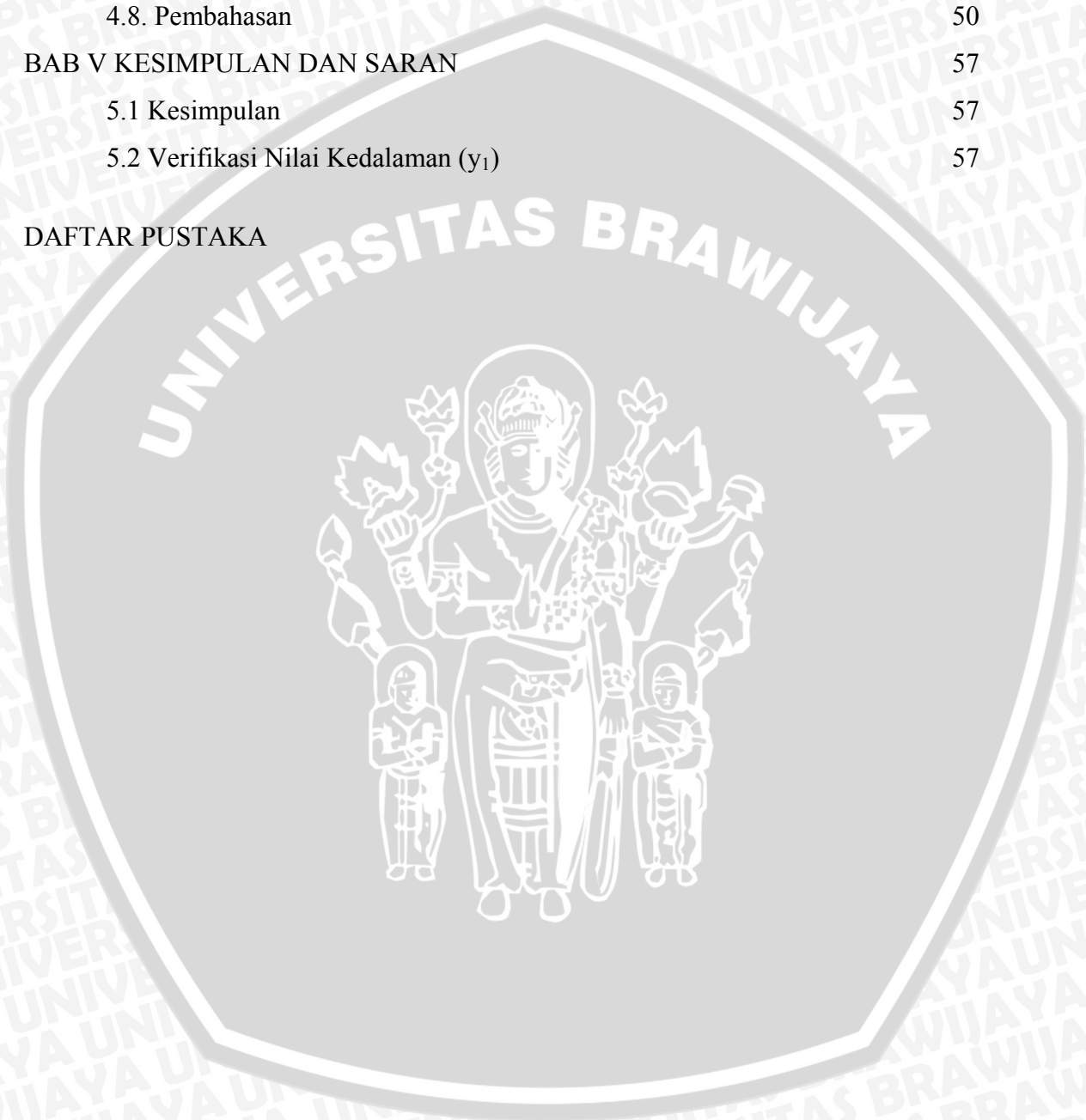
Malang, Mei 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
ABSTRAK	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Manfaat dan Tujuan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bangunan Terjun Tegak	4
2.2 Loncatan Hidrolik	6
2.2.1 Jenis loncatan Hidrolik	8
2.2.2 Sifat-Sifat Dasar Loncatan Hidrolik	9
2.3 Pengendalian Loncatan Hidrolik	12
2.4 Analisa Dimensi	13
2.4 Analisa Statistik	15
2.4.1 Analisa Regresi dan Penyesuaian Kurva	15
2.4.2 Pengujian Hipotesa	18
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lingkup Penelitian	20
3.2 Persiapan Penelitian	20
3.3 Macam Variabel dan Parameter Penelitian	21
3.4. Langkah-langkah Penelitian	23
3.4.1 Kalibrasi Pitot	23
3.4.2 Penelitian Pemasangan Kisi Peredam	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Verifikasi Nilai Kedalaman Kritis (y_c)	28
4.2 Verifikasi Nilai Kedalaman (y_1)	30

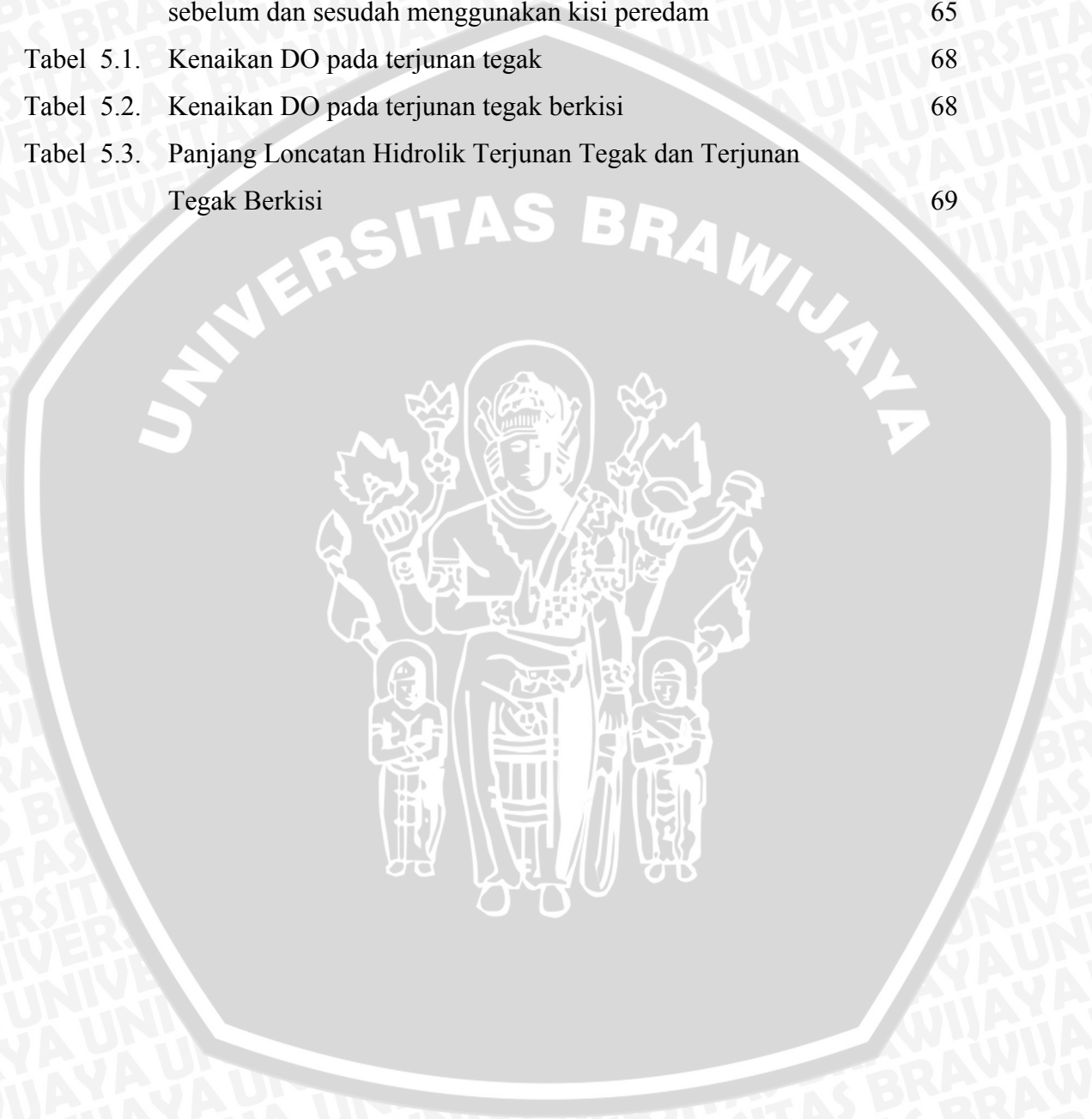
4.3 Verifikasi Nilai Kedalaman (y_2)	31
4.4. Analisa Dimensi	32
4.5. Analisa Aliran Sebelum Menggunakan Kisi Peredam	35
4.6. Analisa Aliran Setelah Menggunakan Kisi Peredam	40
4.7. Analisa Kurva Hubungan Antar Variabel Dan Pengujian Statistika	46
4.8. Pembahasan	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Verifikasi Nilai Kedalaman (y_1)	57
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Pengelompokan Parameter Penelitian	29
Tabel 3.2	Pengelompokan Variabel Penelitian	29
Tabel 3.3	Rencana Perlakuan	35
Tabel 4.1	Kalibrasi Laboratorium	38
Tabel 4.2	Data Penelitian (tanpa kisi)	41
Tabel 4.3	Data Penelitian (kisi 18 cm)	41
Tabel 4.4	Data Penelitian (kisi 12 cm)	42
Tabel 4.5	Data Penelitian (kisi 8 cm)	42
Tabel 4.6	Perhitungan DO untuk Kisi 1 (8cm)	43
Tabel 4.7	Perhitungan DO untuk Kisi 2 (18cm)	43
Tabel 4.8	Perhitungan DO untuk Kisi 3 (12cm)	44
Tabel 4.9	Perhitungan DO untuk Tanpa Kisi	44
Tabel 4.10	Kandungan DO Sebelum Terjunan	45
Tabel 4.11	Kandungan DO Setelah Terjunan	45
Tabel 4.12.	Perhitungan selisih kenaikan DO	46
Tabel 4.13.	Perbandingan nilai y_c empiris dan y_c penelitian pada terjunan tegak	48
Tabel 4.14.	Nilai y_c penelitian pada terjunan tegak berkisi	48
Tabel 4.15.	Perbandingan nilai y_1 empiris dan y_1 penelitian pada terjunan tegak	49
Tabel 4.16.	Nilai y_1 penelitian pada terjunan tegak berkisi	50
Tabel 4.17.	Perbandingan nilai y_2 empiris dan y_2 penelitian pada terjunan tegak	52
Tabel 4.18.	Nilai y_2 penelitian pada terjunan tegak berkisi	52
Tabel 4.19.	Pengelompokan variabel dengan besaran pokok M-L-T	54
Tabel 4.20.	Matriks Langhar untuk bilangan tak berdimensi (π)	55
Tabel 4.21.	Hubungan antara Z/y_c terhadap y_c/y_1	56
Tabel 4.22.	Hubungan antara Z/y_c terhadap y_2/y_1	57
Tabel 4.23.	Hubungan antara Z/y_c terhadap Fr_1	59
Tabel 4.24.	Hubungan antara Z/y_c terhadap LT/y_1	60
Tabel 4.25.	Perhitungan Keefektifan peredaman aliran	62
Tabel 4.26.	Perhitungan Energi Spesifik	62
Tabel 4.27.	Persamaan kurva hubungan antara z/y_c dengan y_c/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam	63

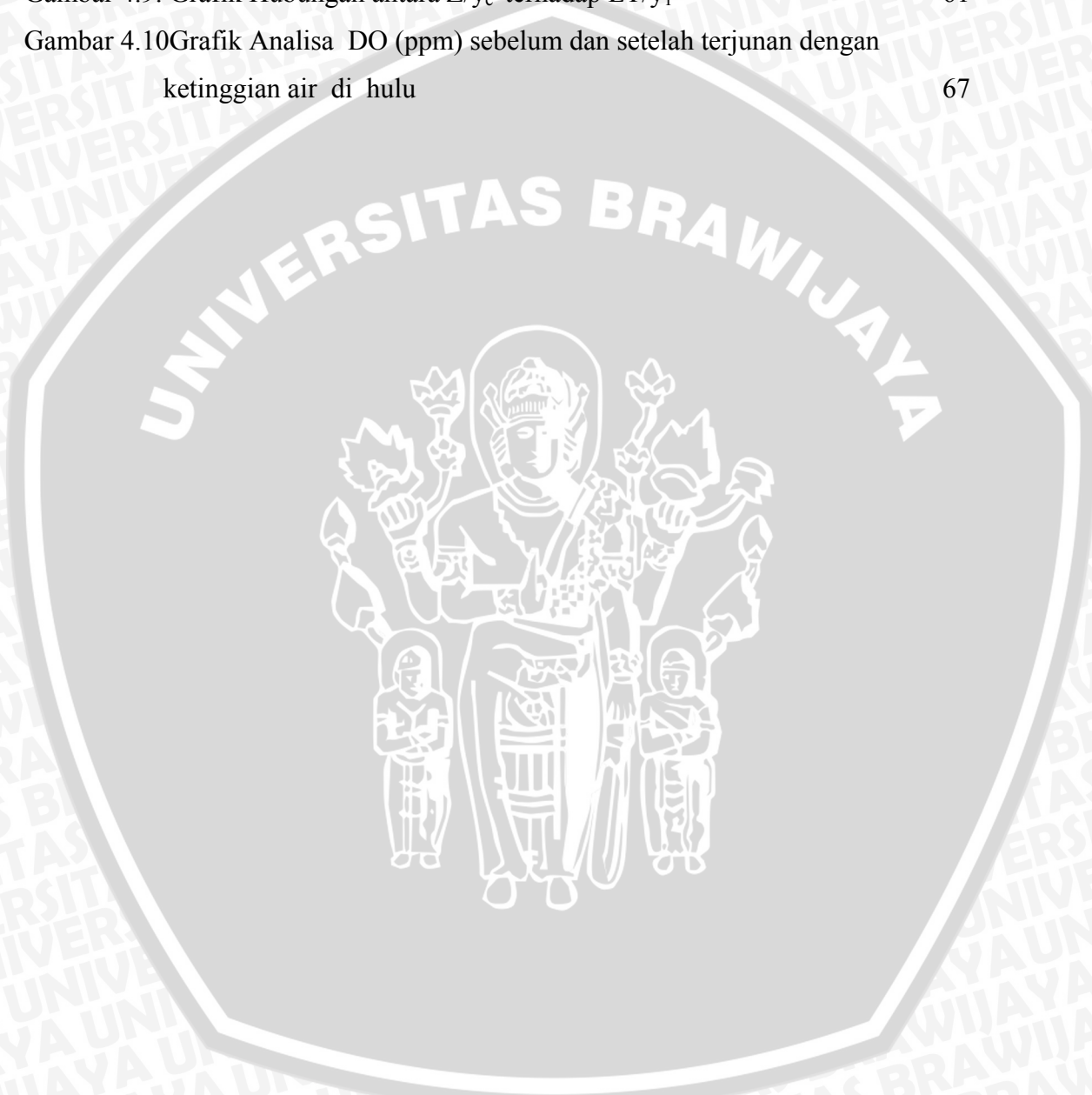
Tabel 4.28. Persamaan kurva hubungan antara z/y_c dengan y_2/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam	64
Tabel 4.29. Persamaan kurva hubungan antara z/y_c dengan Fr_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam	65
Tabel 4.30. Persamaan kurva hubungan antara z/y_c dengan LT/y_1 sebelum dan sesudah menggunakan kisi peredam	65
Tabel 5.1. Kenaikan DO pada terjunan tegak	68
Tabel 5.2. Kenaikan DO pada terjunan tegak berkisi	68
Tabel 5.3. Panjang Loncatan Hidrolik Terjunan Tegak dan Terjunan Tegak Berkisi	69



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bangunan terjunan tegak	8
Gambar 2.2	Geometri aliran pada pelimpah terjunan lurus	9
Gambar 2.3	Persamaan momentum dalam loncatan hidrolik pada saluran segi empat	10
Gambar 2.4	Kurva hubungan antara $F1$ dan y_2/y_1	12
Gambar 2.5	Loncatan berombak	12
Gambar 2.6	Loncatan Lemah	13
Gambar 2.7	Loncatan bersilasi	13
Gambar 2.8	Loncatan tetap	13
Gambar 2.9	Loncatan kuat	14
Gambar 2.10	Kurva hubungan L/y_2 dengan bilangan Froude	16
Gambar 2.11	Kurva hubungan antara x/h_j terhadap y/h_j	16
Gambar 2.12	Bangunan Terjun Tegak dengan Kisi Peredam	18
Gambar 3.1	Aliran melalui Terjunan Tegak dengan kisi peredam pertama	33
Gambar 3.2	Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam Kedua	34
Gambar 3.3	Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam Ketiga	34
Gambar 3.4	Aliran melalui Terjunan Tegak tanpa pemasangan Kisi Peredam	34
Gambar 3.5	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	36
Gambar 3.6	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	37
Gambar 4.1	Grafik Kalibrasi Pitot	39
Gambar 4.2	Grafik Kenaikan DO (%) setelah terjunan terhadap ketinggian air di hulu	44
Gambar 4.3	Grafik Kenaikan DO (ppm) setelah terjunan terhadap ketinggian air di hulu	44

Gambar 4.4 Aliran melalui Terjunan Tegak	51
Gambar 4.5 Aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam	51
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Z/y_c terhadap y_c/y_1	57
Gambar 4.7. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap y_2/y_1	58
Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap Fr_1	60
Gambar 4.9. Grafik Hubungan antara Z/y_c terhadap LT/y_1	61
Gambar 4.10 Grafik Analisa DO (ppm) sebelum dan setelah terjunan dengan ketinggian air di hulu	67



DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Simbol	Satuan
Beda tinggi tekan pada <i>pitot tube</i>	Δh	cm
Bilangan Froude	Fr	-
Bilangan Terjun	D_n	-
Debit Aliran	Q	m ³ /dt
Debit per satuan lebar	q	m ² /dt
Kecepatan aliran di hulu bangunan terjun	v_0	cm/dt
Kecepatan aliran di hulu loncatan hidrolik	v_1	cm/dt
Kecepatan aliran di hilir loncatan hidrolik	v_2	cm/dt
Kedalaman air di hulu bangunan terjun	y_0	cm
Kedalaman air di hulu loncatan hidrolik	y_1	cm
Kedalaman air di hilir loncatan hidrolik	y_2	cm
Kedalaman kritis	y_c	cm
Kesalahan relative	KR	cm
Jari-jari terjunan radial	r	cm
Panjang loncatan hidrolik	L_d	cm
Percepatan gravitasi	g	cm/dt ²
Tinggi bangunan terjun	z	cm
Volume Larutan Titrasi	V_1	mg
Volume Sampel	V_2	mg

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan
Lampiran A	Gambar profil aliran
Lampiran B	Foto-foto selama penelitian di laboratorium Saluran Terbuka
Lampiran C	Foto peralatan pengujian DO
Lampiran D	Foto sampel air



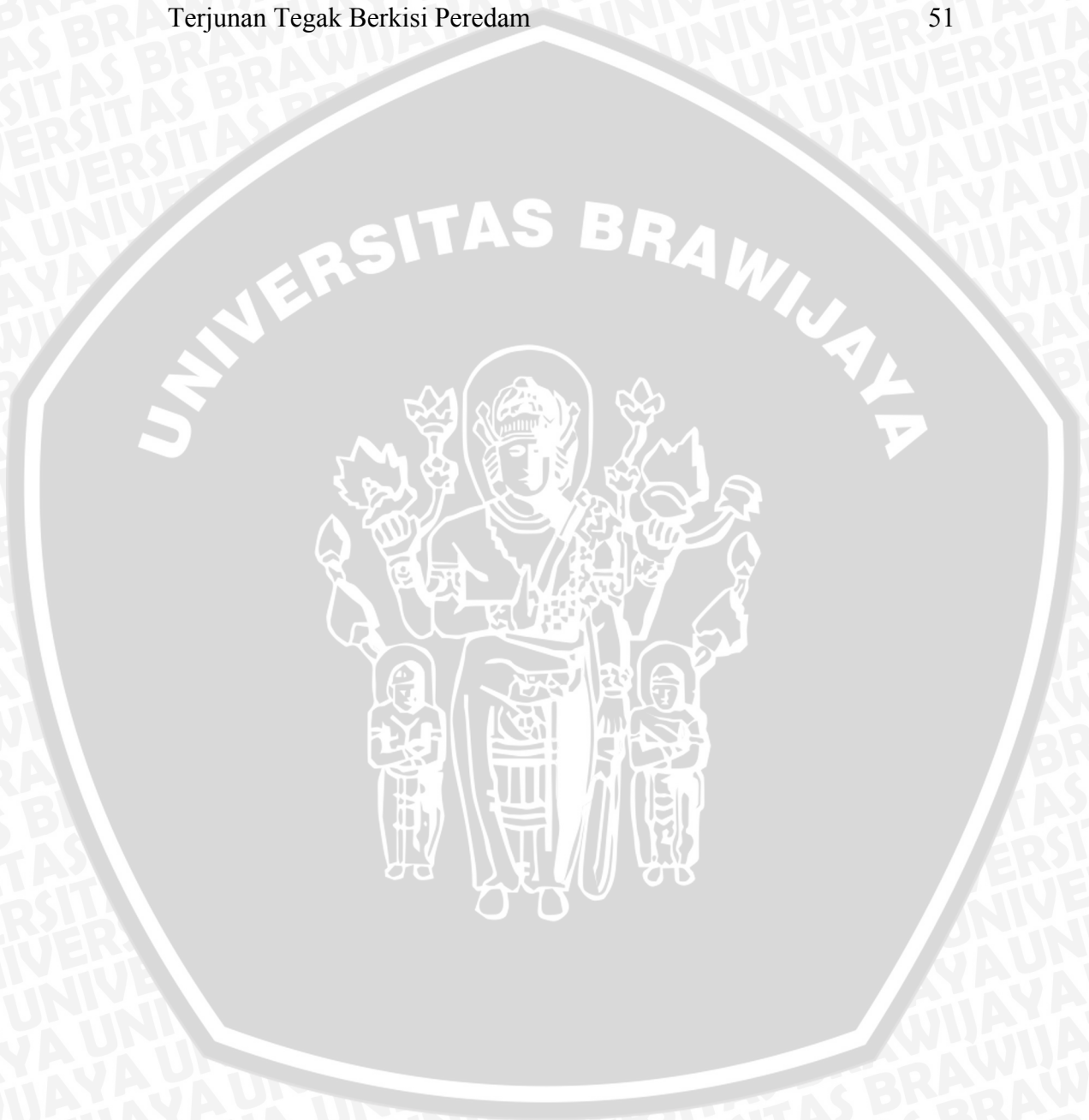
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1986) *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02*, Direktorat Jenderal Pengairan DPU, C.V. Galang Persada, Bandung.
- Chow, Ven Te. (1989) *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Montes, Sergio. (1998) *Hydraulics of Open Channel Flow*, ASCE Press, Reston USA.
- Raju, K. G. R. (1986) *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode-metode Statistik Untuk Analisa Data*. Jilid 2, Penerbit Nova, Bandung.
- Subramanya, (1986) *Flow in Open Channel*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Triatmodjo, B. (1996) *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran A	Pengelompokan Parameter Penelitian	22
Tabel 3.2	Pengelompokan Variabel Penelitian	22
Tabel 3.3	Rencana Perlakuan	25
Tabel 4.1	Perbandingan Nilai Y_c Hasil Penelitian Dan Y_c Empiris Pada Terjunan Tegak	28
Tabel 4.2	Perbandingan Nilai Y_1 Hasil Penelitian Dan Y_1 Empiris Pada Terjunan Tegak	30
Tabel 4.3	Perbandingan Nilai Y_2 Hasil Penelitian Dan Y_2 Empiris Pada Terjunan Tegak	31
Tabel 4.4	Pengelompokan Variabel Dengan Besaran Pokok M-L-T	33
Tabel 4.5	Matriks Langhar Untuk Bilangan Tak berdimensi (π)	34
Tabel 4.6	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap y_c/y_1	35
Tabel 4.7	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap y_2/y_1	36
Tabel 4.8	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap Fr	38
Tabel 4.9	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap LT/ y_1	39
Tabel 4.10	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap y_c/y_1	41
Tabel 4.11	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap y_2/y_1	42
Tabel 4.12	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap Fr	43
Tabel 4.13	Hubungan Antara Z/y_c Terhadap LT/ y_1	45
Tabel 4.14	Persamaan Kurva Hubungan Antara Z/y_c Dengan y_c/y_1 Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Kisi Peredam	47
Tabel 4.15	Persamaan Kurva Hubungan Antara Z/y_c Dengan y_2/y_1 Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Kisi Peredam	47

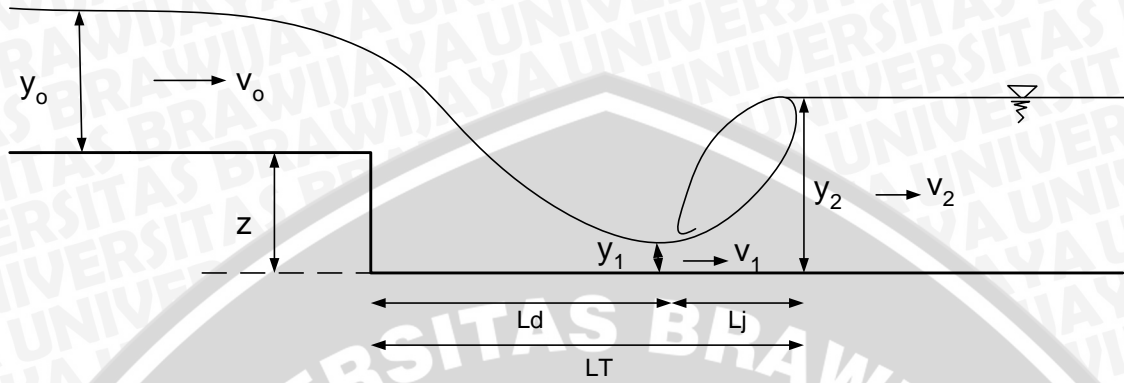
Tabel 4.16	Persamaan Kurva Hubungan Antara Z/y_c Dengan F_r Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Kisi Peredam	48
Tabel 4.17	Persamaan Kurva Hubungan Antara Z/y_c Dengan LT/y_1 Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Kisi Peredam	49
Tabel 4.18	Perbandingan Nilai y_c/y_1 Terjunan Tegak Dengan Terjunan Tegak Berkisi Peredam	51



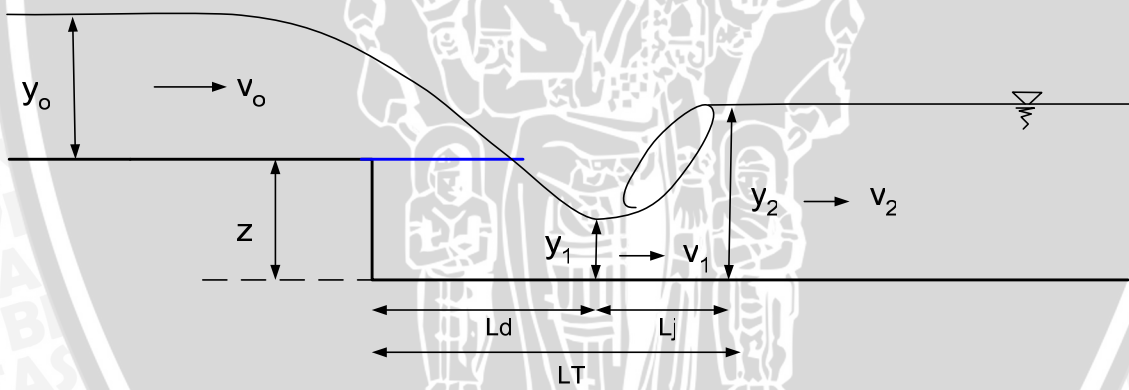
LAMPIRAN



Lampiran A



Gambar A.1. Profil aliran melalui Terjunan Tegak



Gambar A.2. Profil aliran melalui Terjunan Tegak setelah pemasangan Kisi Peredam

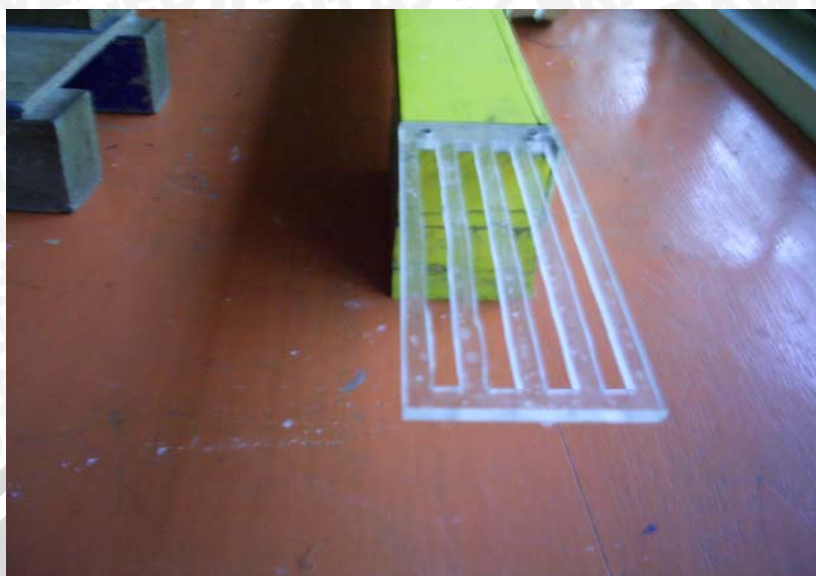
Lampiran B



Gambar B.1. Foto Peralatan Yang Digunakan Dalam Penelitian



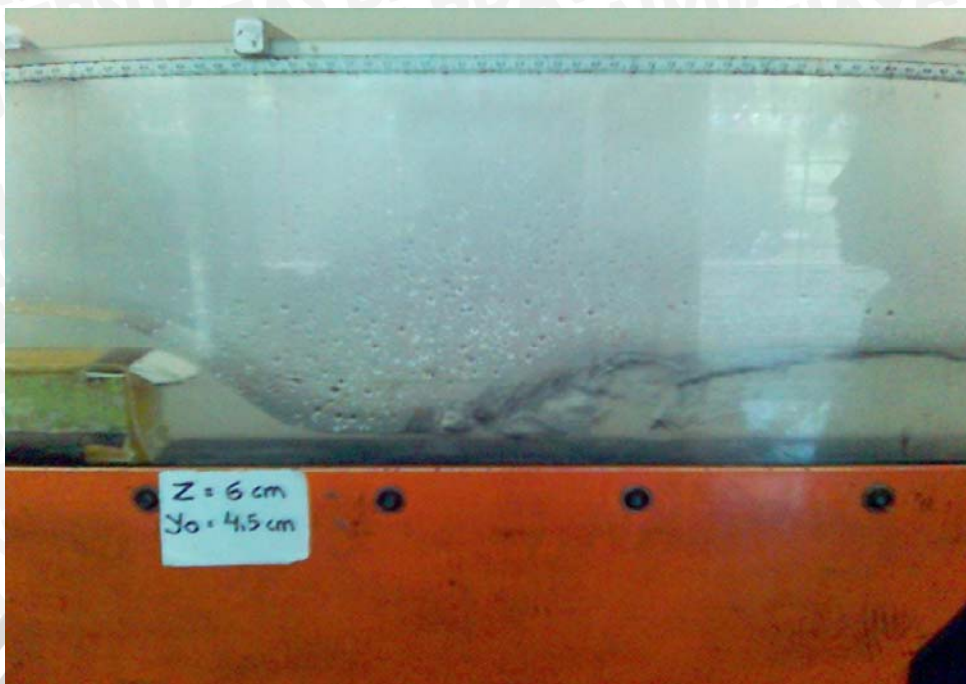
Gambar B.2 Foto Alat ukur Debit Tipe Thomson



Gambar B.3. Foto Model Kisi Peredam



Gambar B.4. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 3,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.5. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.6. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 5,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.7. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (18 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 3,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.8. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (18 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.9. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (18 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 5,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.10. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (12 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.11. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (12 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.12. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (12 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.13. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (12 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 5,5$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.14 Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (8 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4$ cm) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6$ cm).



Gambar B.15. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (8 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 4,5\text{cm}$) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6\text{ cm}$).



Gambar B.16. Foto Pengaliran Pada Terjunan Tegak Berkisi Peredam (8 cm) Dengan Tinggi Muka Air Hulu ($Y_o = 5,5\text{cm}$) dan Tinggi Terjunan ($Z = 6\text{ cm}$).

Lampiran C



Gambar C.1. Foto Botol Winkler dengan volume 100 mg



Gambar C.2. Foto Enlemeyer



Gambar C.3. Foto Buret dan Klem Buret



Gambar C.4. Foto Pipet Ukur

Lampiran D



Gambar D.1. Foto Contoh Sampel



Gambar D.2. Foto Contoh Penomoran Sampel