

PENGUNAAN BAN MOBIL BEKAS PADA BENDUNG KONSOLIDASI DALAM BELOKAN SUNGAI RINGAN (III) UNTUK KESEIMBANGAN DASAR SUNGAI

I Made Udiana¹ (imadeudiana10@gmail.com)

ABSTRAK

Perubahan dasar sungai berlangsung terus menerus, sehingga mempengaruhi morfologi sungai dan berpengaruh pada kestabilan sistem. Usaha sungai untuk mencapai kestabilan itu, menyebabkan timbulnya belokan pada sungai. Usaha pengaturan sungai dengan menempatkan bendung konsolidasi pada belokan ditujukan untuk mengatur dan mengurangi penggerusan dan pengendapan, sehingga tercapai keseimbangan dasar sungai. Dengan melihat jenis-jenis material yang sudah ada untuk konstruksi bendung konsolidasi, timbullah gagasan penulis menggunakan ban mobil bekas ukuran 195/60 HR15 sebagai alternatif untuk konstruksi tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis kemiringan rata-rata yang terjadi tiap potongan dan kedalaman gerusan maksimum yang terjadi terhadap pengaruh penempatan bendung konsolidasi pada model sungai dengan belokan ringan (III) serta pada kondisi debit minimum, debit rata-rata dan debit maksimum agar konstruksi berfungsi mengatur arah aliran dengan baik, sehingga tercapai keseimbangan dasar sungai. Analisa data pada uji model fisik pada sungai dasar tidak tetap meliputi analisa model fisik sungai dasar tidak tetap, analisa model sungai sebelum dan sesudah ditempatkan bendung konsolidasi dengan rumus empiris dan perhitungan dengan Program *Excel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan bendung konsolidasi yang sesuai pada potongan $\frac{1}{2}(4b-5)$ untuk belokan ringan (III) dengan $I_r = 0,00111$, $I_s = 0,00008$ dan $I_d = 0,01049$, dimana $I_s < I_r < I_d$, sehingga memberikan keseimbangan dasar sungai yang baik.

Kata Kunci: Uji model fisik; Bendung konsolidasi; Ban mobil bekas; Belokan ringan

ABSTRACT

The changes in river beds continuously, changing the morphology of river and bringing about gradual change on the stability of the river system. The natural drive in a river to achieve stability will result in the formation of river bends. The effort to manage a river by putting consolidation weir on river bends is aimed at regulating and reducing the aggradation and degradation, in order to achieve balance in the river flow. After considering various kinds of available material for constructing consolidation dam and groynes, the writer comes up with an idea to use alternative material for that purpose, that is secondary car tire with a dimension of 195/60 HR15. This research is aimed at analyzing the condition of topographic changes in a model of river bed, the slope of each section and the maximum depth of the degradation which result from the construction of consolidation weir on the model for the river that is using bends light (III), of minimum discharge, average discharge and maximum discharge, in order to determine the proper course of water flow, so as to achieve balance in river beds. The analysis on physical model test on movable beds includes: analysis of physical model of the movable beds, analysis of river model before and after putting consolidation weir with using empirical formulas which is calculated using the Excel Program. The results showed that the placement of consolidation weirs was appropriate for section $\frac{1}{2}(4b-5)$ for river bend light (III) with $I_r = 0,00111$, $I_s = 0,00008$ and $I_d = 0,01049$, where $I_s < I_r < I_d$, can achieve the balance for river bed.

Key words: Physical model test; Consolidation weir; Secondary car tire; Bends light

¹ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

PENDAHULUAN

Pengaturan keseimbangan dasar pada belokan sungai yaitu untuk mengatasi adanya penggerusan pada sisi belokan luar dan pengendapan pada sisi belokan dalam. Usaha pengaturan sungai (*river training*) dengan menempatkan bendung konsolidasi dan memasang susunan krib jenis tertentu sedemikian rupa ditujukan untuk mengatur dan mengurangi penggerusan dan pengendapan. Penempatan bangunan pengatur pada belokan sungai seperti bendung konsolidasi diharapkan akan dapat menstabilkan dasar sungai. Pemasangan krib diharapkan akan mendistribusikan kecepatan untuk menjadi lebih seragam dan mengatur arah aliran dengan baik, sehingga tercapai keseimbangan dasar sungai.

Dengan melihat jenis-jenis material yang sudah ada untuk konstruksi bendung konsolidasi dan krib, maka timbul gagasan penulis menggunakan ban mobil bekas sebagai alternatif untuk konstruksi tersebut. Jenis ban mobil bekas yang dipakai untuk konstruksi bendung konsolidasi dan krib adalah jenis ban radial (bekas) ukuran 195/60 HR 15, karena tersedianya ban jenis ini di lapangan cukup banyak, mudah didapat dan harganya cukup murah. Penggunaan ban mobil bekas mempunyai kekuatan yang baik, awet, sangat fleksibel, aman dari faktor hidrologi, hidraulik dan konstruksi serta merupakan rekayasa teknik sebagai teknologi ramah lingkungan serta dapat memberikan pengetahuan baru selain jenis-jenis material yang sudah ada untuk konstruksi bendung konsolidasi dan krib. Penggunaan ban mobil bekas untuk bendung konsolidasi belum ada serta keefektifannya perlu diuji

Sehubungan dengan penggunaan ban mobil bekas untuk konstruksi bendung konsolidasi, maka rencana teknis dari bendung konsolidasi adalah konstruksi bendung konsolidasi tunggal masif bercelah dengan lantai olakan dilengkapi bantalan beton dan konsolidasi pondasi, yang dipasang melintang pada belokan sungai.

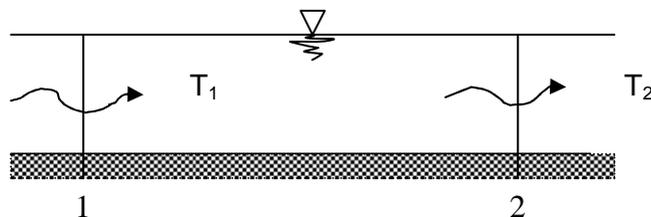
TINJAUAN PUSTAKA

Model Sungai

Prinsip dari model adalah membentuk kembali masalah yang ada di lapangan (prototip) ke dalam skala yang lebih kecil sehingga fenomena yang ada di dalam model sebangun dengan yang ada di prototip. Untuk keperluan analisa perlu dibuat model sungai yang mencerminkan keadaan dan perilaku sungai sebenarnya, yaitu mencakup pengaliran dan pergerakan sedimen yang mungkin dihasilkan dari model dengan dasar tidak tetap/bergerak (*movable bed models*).

Keseimbangan Dasar Sungai

Sungai dikatakan dalam keadaan seimbang apabila sungai tersebut tidak mempunyai daya angkut sedimen serta tidak ada perubahan baik secara memanjang maupun horisontal atau dengan kata lain setiap ruas sungai mampu bertahan terhadap gaya tarik aliran sungai.



Gambar 1. Mekanisme Transpor Sedimen

Pengetahuan tentang transpor sedimen berguna untuk mengetahui suatu sungai dalam keadaan tertentu apakah akan terjadi seimbang (equilibrium), penggerusan (degradasi) atau pengendapan

(agradasi). Mekanisme transpor sedimen pada penampang memanjang sungai dapat dilihat pada Gambar 1 di atas.

Berdasarkan gambar 1, maka proses sedimen – dasar terjadi apabila :

- (i) Bila $T1 = T2$, maka proses sedimen seimbang dan kondisi dasar stabil
- (ii) Bila $T1 < T2$, maka proses sedimen erosi dan kondisi dasar degradasi
- (iii) Bila $T1 > T2$, maka proses sedimen pengendapan dan kondisi agradasi

Keseimbangan dasar sungai terjadi karena proses agradasi dan degradasi. Proses agradasi merupakan suatu keadaan dimana debit sedimen yang masuk (Q_s) lebih besar dari debit sedimen seimbang (Q_{se}), sedangkan degradasi adalah suatu keadaan dimana debit sedimen yang masuk (Q_s) lebih kecil dari pada debit sedimen seimbang (Q_{se}) dalam satuan waktu (Priyantoro, D., 1999 : 2).

Keseimbangan statis

Suatu kondisi dimana aliran akan berubah menjadi aliran tetap (*steady flow*) dan aliran tersebut tidak mengandung sedimen disebut keseimbangan statis sesuai gambar 3. White (1940), memberi perumusan mengenai keseimbangan partikel (butiran) di dasar sungai. Pernyataannya adalah bahwa gaya ganggu (*disturbing force*) yang merupakan resultante gaya seret (*drag force*) dan gaya angkat (*lift force*) akan sebanding dengan tegangan gesek dasar (*bottom shear stress*) sungai dan luas permukaan partikel (D^2) dan gaya tahan gravitasi sebanding dengan berat partikel di dalam air (Priyantoro, D., 1999 : III-10) dengan rumus :

$$(\rho_s - \rho_w).g.D^3 = F \tag{1}$$

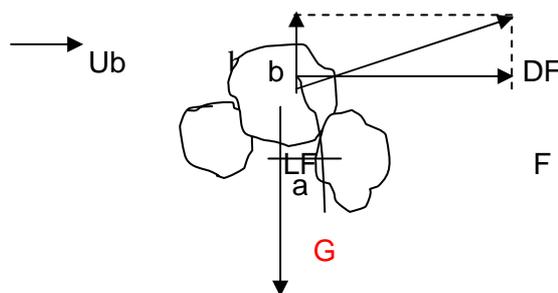
$$\tau_o < C. (\rho_s - \rho_w).g. D$$

Dimana :

- ρ_s = kerapatan butiran.
- ρ_w = kerapatan air.
- g = percepatan gravitasi.
- D = diameter partikel.
- F = gaya ganggu.
- τ_o = tegangan geser = $\rho_w.g.h.I$.
- h = tinggi air
- I = kemiringan dasar saluran.

C = konstanta yang tergantung pada kondisi aliran, bentuk partikel dan posisi partikel terhadap partikel yang lain.

Stabilitas dari partikel non kohesip pada dasar saluran tergantung pada gaya gerak seperti berat dalam air (*sumerged weight*) = G , gaya seret (*drag force*) = DF , gaya angkat (*lift force*) = LF dan resultante gaya seret dengan gaya angkat adalah gaya ganggu (*disturbing force*) = F . Gaya gerak partikel non kohesip pada dasar saluran, digambarkan sesuai Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Gaya Gerak Partikel Non Kohesip

Keseimbangan kritis

Keseimbangan kritis adalah keseimbangan batas pada saat akan mulai terjadi gerakan. Bila gaya hidrodinamik bekerja pada suatu butiran sedimen atau agregat dari partikel sedimen non kohesip telah mencapai suatu nilai yang bertambah sedikit saja akan menimbulkan pergerakan dikatakan suatu keadaan kritis. Bila suatu kondisi kritis tersebut mencapai suatu nilai besaran sebesar gaya gesek dasar saluran, maka kecepatan rata-ratanya telah mencapai kondisi kritis.

Analisa pergerakan butiran sedimen berdasarkan teori keseimbangan kritis. Teori keseimbangan kritis didasarkan pada pertimbangan gaya seret berkaitan dengan kecepatan aliran, dengan keseimbangan kritis (Priyantoro, D., 1999 : III-11) yang dirumuskan dengan

$$\Psi_{cr} = \frac{(U^*_{cr})^2}{\Delta \cdot g \cdot D}$$

$$\Delta = \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} \quad (2)$$

Dimana :

Ψ_{cr} = gaya seret kritis.

U^*_{cr} = kecepatan gesek kritis.

Δ = kerapatan relatif (*relative density*).

g = percepatan gravitasi.

D = diameter partikel.

ρ_s = kerapatan butiran.

ρ_w = kerapatan air.

Shields (1936), telah mengadakan penyelidikan yang sistematis terhadap hubungan antara Ψ_{cr} , U^*_{cr} , τ_{cr} dan mendapatkan kesimpulan bahwa $\Psi_{cr} = f(Re^*)$. Oleh Shields telah dibuat grafik gambar 4-2 (Priyantoro, D., 1987 : 28) yang menggambarkan saat mana sebuah partikel bergerak dan diam.

Keseimbangan dinamis

Aliran sedimen yang bergerak dari hulu dengan debit sedimen yang konstan akan membentuk alur dasar sungai yang stabil disebut dengan keseimbangan dinamis sesuai gambar 3. Kemiringan stabil dinamis dapat diperoleh dari formula angka transportasi sedimen (Priyantoro, D., 2000 : 11) sebagai berikut :

$$I_e = \left[\frac{qb \cdot (s \cdot g \cdot d)^2}{10d} \right]^{3/5} \frac{\Psi}{qc \cdot g} \quad (3)$$

Dimana :

I_e = kemiringan stabil dinamis.

qb = volume sedimen yang masuk ke dalam alur sungai per satuan lebar.

s = berat spesifik.

g = gaya gravitasi (m/det^2).

d = ukuran butir rata-rata (m).

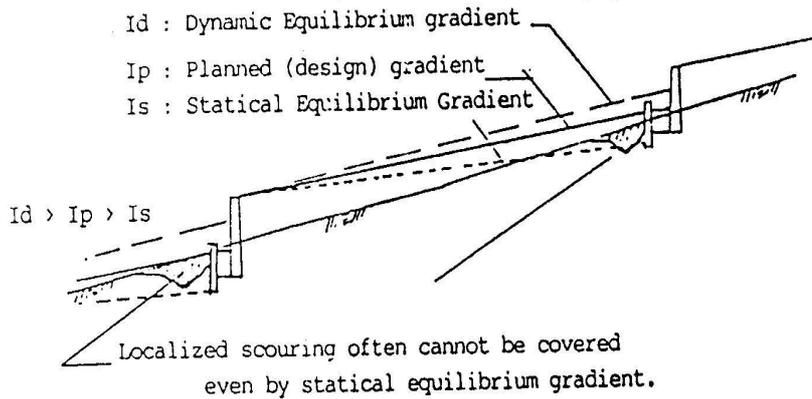
Ψ = gaya gesek (m/det).

qc = debit per satuan lebar (m^3/det).

Keseimbangan rencana

Keseimbangan dasar sungai terjadi karena proses pengendapan (agradasi) dan penggerusan (degradasi). Keseimbangan dasar sungai sebagai keseimbangan rencana sungai akan tercapai

apabila kemiringan dasar sungai tersebut terletak diantara kemiringan statis dan kemiringan dinamis. Keseimbangan rencana sungai dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Keseimbangan Rencana Sungai

Belokan Sungai

Menurut Ranga Raju (1986), tikungan/belokan sering terjadi dalam saluran air alami dan perlu disediakan meskipun dalam saluran buatan karena keterbatasan dalam trase saluran yang demikian. Aliran dalam tikungan/belokan adalah tidak seragam dan lebih rumit menganalisisnya daripada yang ada dalam saluran lurus, karena adanya percepatan normal dalam aliran lengkung. Menurut Kinori (1984), sungai yang bermeander adalah sungai yang mempunyai belokan kurang lebih teratur membentuk fungsi sinus pada bidang datarannya. Biasanya terdiri dari beberapa seri belokan yang dihubungkan oleh bagian yang lurus yang disebut dengan “*crossing*” dan mempunyai kemiringan dasar yang sangat landai.

Jenis belokan sungai

Pada ruas sungai yang landai trasenya akan membentuk kurva yang biasanya berbentuk huruf S. Pada ruas sungai yang trasenya membentuk kurva atau berbelok-belok, maka penggerusan dasar sungai terjadi di belokan luar dan kadang-kadang muka air naik lebih tinggi dari muka air rata-rata dan dapat menyebabkan terjadinya limpasan.

Untuk melihat jenis belokan sungai, maka kelengkungan kurva dinyatakan dengan R/B. Berdasarkan R/B jenis belokan dapat diklasifikasikan (Sosrodarsono, S. dkk, 1994 : 328), sebagai berikut :

1. Untuk $3 \leq R/B \leq 5$ sebagai belokan berat (I),
2. Untuk $5 < R/B < 10$ sebagai belokan sedang (II),
3. Untuk $10 \leq R/B \leq 15$ sebagai belokan ringan (III).

Aliran pada belokan sungai

Pada saluran alami (sungai) sering terdapat tikungan yang memiliki aliran yang kompleks. Garis arus alirannya tidak hanya kurvi linier, tapi juga jalin menjalin yang menghasilkan arus spiral dan gelombang bersilangan. Gaya sentrifugal yang terjadi pada aliran yang mengelilingi tikungan menghasilkan suatu hal yang disebut super elevasi. Super elevasi adalah peristiwa naiknya permukaan air tanggul luar disertai penurunan permukaan air tanggul dalam.

Aliran spiral berkaitan dengan gerakan-gerakan partikel-partikel air sepanjang lintasan helikal searah dengan arah umum aliran. Selain komponen kecepatan normal terhadap penampang lintang saluran, juga terdapat kecepatan transversal.

Komponen transversal ini akan menimbulkan aliran sekunder pada bidang penampang lintang yang besarnya tergantung pada antara lain :

1. Bilangan Reynold.
2. Posisi di belokan (pada awal belokan atau akhir belokan).
3. Perbandingan antara radius kelengkungan dengan lebar sungai.
4. Perbandingan antara lebar dengan kedalaman sungai.

Penyebab utama terjadinya aliran spiral pada tikungan/belokan sungai adalah sebagai berikut :

1. Gesekan pada dinding saluran yang menyebabkan kecepatan filamental lebih tinggi pada daerah di dekat pusat dibandingkan di dekat dinding saluran.
2. Gaya sentrifugal yang membelokkan partikel-partikel air dari gerak garis lurus.
3. Distribusi kecepatan vertikal yang terjadi pada saluran.

Secara teoritis Rozovskii memberikan persamaan koefisien kehilangan energi sehubungan dengan kehilangan energi di tikungan (Raju, Ranga K.G., 1986 : 289), yaitu :

$$C_L = 24 \cdot \left(\frac{h\theta}{r_c} \right) \left(\frac{\sqrt{g}}{C} + \frac{2,5 \cdot g}{C^2} \right) \quad (4)$$

Dimana :

C_L = koefisien kehilangan energi pada belokan sungai.

C = koefisien kekasaran Chezy.

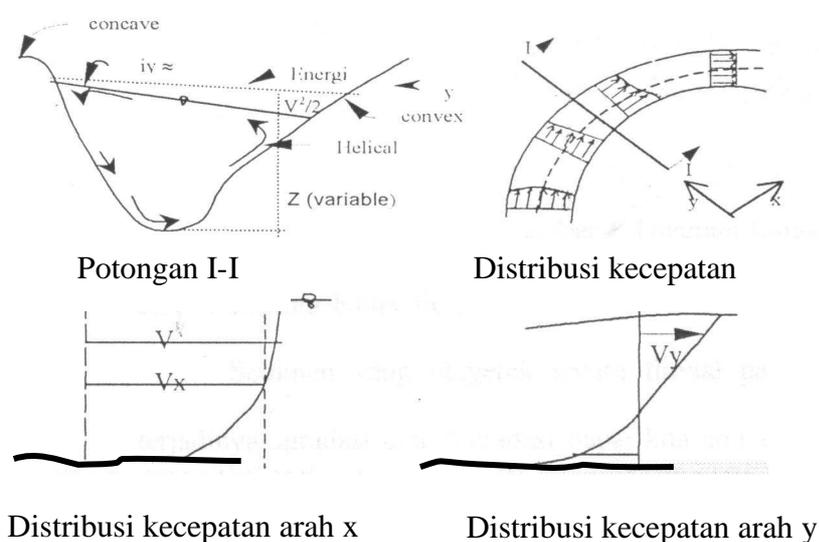
h = kedalaman air rata-rata (m).

θ = sudut belokan (rad).

r_c = jari-jari garis aliran rata-rata (m).

g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²).

Teori tentang aliran yang terjadi pada belokan sungai (Priyantoro, D., 1988 : 11), dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut :



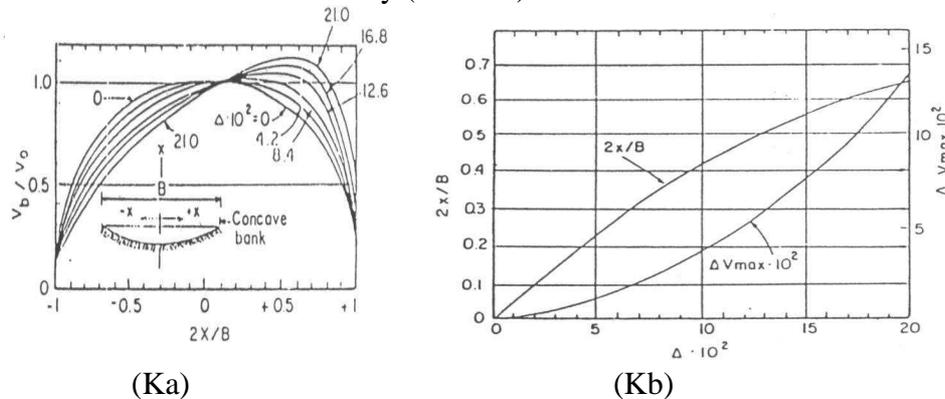
Gambar 4. Skematik Aliran Pada Belokan

Menurut Karaki, dalam penyelidikannya memperhatikan faktor tegangan geser (τ) pada bagian sisi luar dan sisi dalam sepanjang belokan, memperoleh hasil yang disajikan dalam bentuk grafik (Priyantoro, D., 1988 : 12-13) pada gambar 5 dan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta = 0,42 \cdot \alpha \cdot \frac{H_{max}}{B} \cdot \frac{g^{1/2}}{C} \quad (5)$$

Dimana :

- Δ = parameter pembantu Karaki.
- α = sudut belokan ($^{\circ}$).
- H_{\max} = kedalaman air maksimum (m).
- B = lebar tampang sungai (m).
- C = koefisien kekasaran Chezy ($m^{1/2}/det$).



Gambar 5. Diagram Karaki.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Tempat penelitian pengujian model fisik konstruksi bendung konsolidasi dan krib menggunakan ban mobil bekas pada belokan terhadap keseimbangan dasar sungai pada model sungai di Laboratorium Teknik Sungai dan Rawa, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian

Bahan untuk penelitian tentang pengujian model fisik konstruksi bendung konsolidasi dan krib menggunakan ban mobil bekas pada belokan sungai terhadap keseimbangan dasar sungai untuk model sungai dasar tidak tetap (*movable bed models*) dengan skala distorsi di Laboratorium Sungai dan Rawa, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yaitu : air, tanah, pasir, semen, kerikil, batubara, kawat beton, triplex 5 mm, benang, paku, usuk, reng dan slang phonix presser luft DIN 20018-2001 (karet) diameter 30 mm.

Alat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan peralatan yang ada di Laboratorium Sungai dan Rawa, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Karakteristik peralatan yang digunakan yaitu bak penampung air, pompa air (diesel), model fisik sungai dengan belokan, alat ukur debit jenis Rechbox sesuai foto lampiran 16, alat ukur kecepatan aliran (*current meter*), theodolit dan perlengkapannya sesuai foto lampiran 17, alat duga muka air (meteran taraf), penyipat datar (*water pass*), jam yang jarumnya dapat dijalankan dan dihentikan untuk mengukur waktu (*stop watch*), jaring-jaring, busur derajat, gunting, tang, palu, bak penenang hulu dan bak penampung sedimen hilir.

Model karakteristik fisik sungai

Data hipotetik karakteristik fisik sungai dengan belokan ringan (III), sebagai berikut :

1. Penampang : Trapesium, kemiringan talud 1 : 2
2. Jari-jari (R_3) : 12,0 B
3. Sudut belokan (θ_3) : 80°
4. Tinggi talud : 5,00 m
5. Lebar : 30,00 m
6. Debit : $45 \text{ m}^3/\text{dt}$, $80 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $115 \text{ m}^3/\text{dt}$
7. Diameter material : $D_{50} = 2,75 \text{ mm}$, $D_{90} = 6,75 \text{ mm}$.
8. Bentuk alur sungai : Model sungai dengan belokan ringan (III) dan skala disesuaikan dengan ruangan.

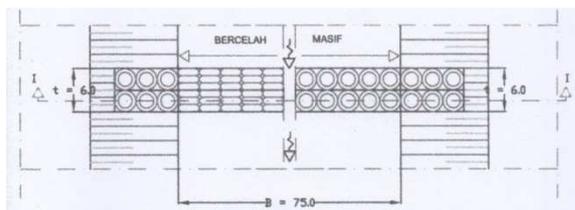
Kalibrasi dan verifikasi model fisik

Sebelum melakukan pengujian terhadap model bangunan terlebih dahulu dilakukan kalibrasi dan verifikasi untuk memastikan parameter-parameter yang mengalir pada model mempunyai ketelitian. Beberapa parameter kontrol yang harus dilakukan antara lain :

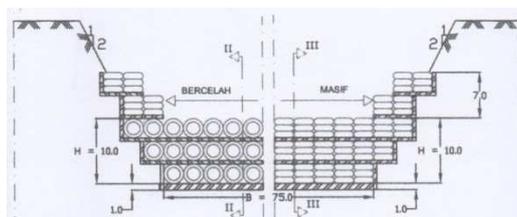
1. Apakah aliran yang terjadi turbulen ?
2. Apakah U_m lebih besar U_{cr} (Grafik Shields) ?
3. Seberapa jauh memenuhi kesebangunan froude dan kekasaran ?
4. Apakah kesalahan muka air dapat diterima ?

Perencanaan model fisik konstruksi bendung konsolidasi

Model fisik konstruksi bendung konsolidasi tunggal dengan ban mobil bekas ukuran 195/60 HR 15 yang akan diuji direncanakan dengan rencana teknis dari konstruksi bendung konsolidasi tunggal yaitu susunan ban mobil bekas setengah lebar sungai dari sisi tebing belokan luar sampai ke arah tengah sungai konstruksinya masif dengan posisi ban tidur/rebah terdiri dari dua baris ban dan tiap baris di susun sembilan susun ke atas dan pada setiap tiga susun ban diikatkan pada bantalan beton, kemudian di dalam masing-masing susunan ban diisi beton isian campuran 1PC : 3 pasir : 5 kerikil. Untuk setengah lebar sungai lagi dari tengah sungai sampai ke arah belokan dalam konstruksinya bercelah, posisi ban berdiri/tegak terdiri dari enam baris dan tiap baris di susun tiga susun ke atas dan pada setiap satu susun ban diikatkan pada bantalan beton, kemudian di antara masing-masing susunan ban diisi beton isian campuran 1 PC : 3 pasir : 5 kerikil. Susunan ban mobil bekas di bagian bawah/dasar dan di sisi tebing belokan luar dan belokan dalam diikatkan pada matras beton. Formasi pemasangan konstruksi bendung konsolidasi melintang pada belokan sungai adalah dipasang antara potongan (*section*) 4-6 sesuai dengan kondisi gerusan dan endapan yang terjadi pada belokan. Gambar model fisik konstruksi bendung konsolidasi sesuai Gambar 4 di bawah ini.



a. Denah Bendung Konsolidasi



b. Pot. I-I Bendung Konsolidasi

Gambar 4. Model Fisik Konstruksi Bendung Konsolidasi Dari ban Mobil Bekas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Prototip Pada Belokan

Penampang	: trapesium	Vp min	: 1,1047 m/dt
Talud	: 1 : 2	Vp rata2	: 1,3696 m/dt
Lebar (B)	: 30 m	Vp max	: 1,5647 m/dt
n	: 0,025	Cp min	: 39,962 m ^{1/2} /dt
ρs	: 2990kg/m ³	Cp rata2	: 41,580 m ^{1/2} /dt
m	: 0,50	Cp max	: 42,503 m ^{1/2} /dt
Ip	: 0,000575	C90pmin	: 60,721 m ^{1/2} /dt
D50p	: 0,00275 m	C90prata	: 63,462 m ^{1/2} /dt
D90p	: 0,00675 m	C90max	: 65,200 m ^{1/2} /dt

Spesifikasi Teknik Ban Mobil Bekas di Prototip

Ø luar ban mobil bekas	(Db)	: 60,00 m
Ø dalam ban mobil bekas	(Dd)	: 38,10 m
Tebal ban mobil bekas	(tb)	: 20,00 m

Spesifikasi Teknik Ban Mobil Bekas di Model

Ø luar ban mobil bekas	(Db)	: 3,00 cm
Ø dalam ban mobil bekas	(Dd)	: 2,00 cm
Tebal ban mobil bekas	(tb)	: 1,00 cm

Kebenaran Model Sungai

Material	D50 (mm)	D90 (mm)	ρs (kg/m ³)	C (m ^{1/2} /dt)
A	0,500	1,597	2630	51,339
B	0,650	1,690	2647	50,898

Evaluasi Karakteristik Material

Berdasarkan evaluasi karakteristik antara material A dan B, maka material B merupakan pilihan terbaik untuk belokan ringan (III) :

Belokan	Parameter	Mterial B
Ringan (III)	Kondisi Froude	0,567
	Kondisi Kekasaran	0,334
	Tilting	4,20x10 ⁻⁵
	Waktu morfologi	83,616
	Kesalahan max m.a	1,483

Dengan menggunakan material B kesesuaian model dapat tercapai dengan dukungan bukti sebagai berikut:

Kesebangunan Froude dan kesalahan muka air

Keadaan Model Sungai Sebelum Pengaliran

Belokan	B (m)	R (m)	θ (°)	Lm (m)
Ringan (III)	0,75	3=12,0B	3 = 80°	24,59
	0,75	6= 6,0B	6 = 40°	

Kemiringan di model = $I_m = 1,15 \times 10^{-3}$

Analisa dan Pembahasan Kondisi Model Sebelum Ditempatkan Bangunan

Jenis aliran dengan bilangan Froude $Fr < 1,0$ berarti sub kritis, sifat aliran dengan bilangan Reynold $Re > 12500$ berarti turbulen, kondisi butiran $Um > Ucr$ berarti bergerak, kondisi hidraulik dominan hidraulik kasar, klasifikasi regime aliran $Fr < 0,4 - 1,0$ berarti regime aliran rendah dan bentuk dasar berdasarkan Fr dan U/U^* dunes. Akibat perlakuan model sesudah pengaliran sebelum ditempatkan bangunan, maka panjang gerusan I dan II pada kondisi debit maksimum dan kemiringan rata-rata yang terjadi (Irt) dari awal belokan (*section 2*) sampai rencana tempat kedudukan bendung konsolidasi kondisi Q_{max} adalah sebagai berikut:

Belokan	Panjang Gerusan belokan pertama (m)	Panjang Gerusan belokan kedua (m)	Irt belokan ringan (III) <i>sect.2-TKBK</i> (Q_{max})
Ringan (III)	2,78	4,47	0,02825

Kemiringan statis dan dinamis dan kemiringan rata-rata yang terjadi (Irt) dari awal sampai akhir *section* (*sect. 1-9/10*) sampai rencana tempat kedudukan bendung konsolidasi kondisi Q_{max} pada model sungai hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

Kondisi	Kemiringan statis (I_s)	Kemiringan dinamis (I_d)	Irt belokan ringan (III) Q_{max}
Q_{min}	0,00017	0,01371	Q_{max}
Q_{rata2}	0,00010	0,01165	0,00231
Q_{max}	0,00008	0,01049	

Analisa dan Pembahasan Kondisi Model Sesudah Ditempatkan Bendung Konsolidasi

Jenis aliran dengan bilangan Froude $Fr < 1,0$ berarti sub kritis, sifat aliran dengan bilangan Reynold $Re > 12500$ berarti turbulen, kondisi butiran $Um > Ucr$ berarti bergerak, kondisi hidraulik dominan hidraulik kasar, klasifikasi regime aliran $Fr < 0,4 - 1,0$ berarti regime aliran rendah dan bentuk dasar berdasarkan Fr dan U/U^* dunes. Akibat perlakuan model sesudah pengaliran sesudah ditempatkan bendung konsolidasi, maka kemiringan rata-rata yang terjadi (Irt) dari awal belokan (*section 2*) sampai tempat kedudukan bendung konsolidasi kondisi Q_{max} adalah Irt belokan ringan (III) *sect.2-BK* = 0,00111

Formasi yang sesuai penempatan bendung konsolidasi yaitu di model sungai dengan belokan ringan (III) pada *section 1/2(4b-5)*.

Jadi berdasarkan perhitungan kedalaman gerusan maksimum dengan rumus empiris untuk krib permeabel menurut Altunin (1962), *local scour* dengan metode New Zealand Railways dan untuk krib impermeabel yang terkecil menurut Laursen (1963), maka kedalaman gerusan maksimum terkecil yang terjadi sesudah dipasang krib, baik krib permeabel maupun impermeabel adalah kedalaman gerusan maksimum dengan perhitungan menurut Laursen (1963).

Dari hasil pengujian hipotesis perlakuan sesudah ditempatkan bendung konsolidasi pendekatan rerata dan langsung pada belokan ringan (III) Keseimbangan Tercapai dan hipotesis diterima

KESIMPULAN

Kemiringan rata-rata yang terjadi tiap *section* dengan pendekatan rerata dan langsung sesudah ditempatkan bendung konsolidasi tunggal dengan lantai olakan menggunakan ban mobil bekas ukuran 195/60 HR 15 pada model sungai dengan belokan berat (I) di *section 5a*, belokan sedang (II) di *section 5* dan belokan ringan (III) di *section 1/2(4b-5)* dengan tiga seri debit adalah sebagai berikut :

1. Kemiringan rata-rata yang terjadi tiap *section* dengan pendekatan rata-rata sesudah ditempatkan bendung konsolidasi tunggal pada formasi yang sesuai di model dengan belokan

berat (I), sedang (II) dan ringan (III) lebih kecil dari kemiringan rata-rata yang terjadi pada kondisi sebelum ditempatkan bangunan.

2. Kemiringan rata-rata yang terjadi dengan pendekatan langsung sesudah ditempatkan bendung konsolidasi tunggal pada formasi yang sesuai di model dengan belokan berat (I), sedang (II) dan ringan (III) lebih kecil dari kemiringan rata-rata yang terjadi pada kondisi sebelum ditempatkan bangunan.
3. Kemiringan rata-rata dasar sungai yang terjadi di hulu dan di hilir bendung konsolidasi berada diantara kemiringan statis dan dinamis berarti keseimbangan dasar sungai tercapai dan penempatan bendung konsolidasi tunggal pada formasi yang sesuai cocok untuk regime aliran rendah. Untuk lebih sempurnanya kemiringan rata-rata dasar sungai yang terjadi di hilir bendung konsolidasi hendaknya ditempatkan bendung konsolidasi ambang datar (*girdle type*).

SARAN

Penelitian ini masih mempunyai keterbatasan, maka disarankan sebagai berikut :

1. Untuk lebih sempurnanya penelitian ini, maka pada hilir bendung konsolidasi ditempatkan bendung konsolidasi (*girdle type*), sehingga kemiringan rencana yang didapat menjadi lebih baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dengan peninjauan terhadap regim aliran transisi dan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Balachandar, R. and Kells, J. A. 1997. *Local Channel Scour in Uniformly Graded Sediments : The Time-Scale Problem*, Canadian Journal of Civil Engineering, 24 : 799-807.
- Chaudhry, M. Hanif. 1993. *Open-Channel Flow*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Chow, V. T. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta.
- De Vries, M. 1977. *Scale Models in Hydraulic Engineering*, Delft University of Technology, Delft.
- Fauzan B.M. 2001. *Memilih dan Merawat Ban Mobil*, Puspa Swara, Jakarta.
- Hoffmans, G. J. C. M. and Pilarczyk, K. W. 1995. *Local Scour Downstream of Hydraulic Structures*, Journal of Hydraulic Engineering, 121 (4) : 326-340.
- Hsieh, Wen Shen. 1979. *Modeling of River*, John Wiley & Son, Canada.
- Jansen, P.Ph. et al. 1979. *Principle of River Engineering*, Pitman Publication, London.
- Kinori, B.Z. and Mevorach, J. 1984. *Manual of Surface Drainage Engineering*, Volume II, Elsevier, London.
- Legono, D.1987. *Morfologi Sungai*, PAU-UGM, Yogyakarta.
- Novak, P. and Cabelka, J. 1981. *Models in Hydraulics Engineering*, Delft University of Technology, Delft.
- Patersen, Margaret, S. 1986. *River Engineering*, Prentice Hall, New Jersey.
- Pilarczyk, K.W. et al. 1995. *River Training Techniques*, AA Balkema, Rotterdam.
- Priyanto, D. dkk. 2000. *Analisa Pengaruh Penempatan Bendung Konsolidasi Terhadap Keseimbangan Dengan Menggunakan Dasar Sungai Model Fisik Sungai Dasar Tidak Tetap (Moveable Bed) dengan Skala Distorsi*, Penelitian Seri 1, Laporan Hibah Penelitian (*Research Grant*), Program Studi Teknik- Universitas Brawijaya, Malang.

- Reinauer, R. and Hager, W. H. 1997. *Supercritical Bend Flow*, Journal of Hydraulic Engineering, 123 (3) : 208-218.
- Sosrodarsono S. dkk. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Subramanya, K. 1984. *Flow In Open Channels*, First Revised Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
- Walter Hans. 1984. *Hydraulic of Sediment Transport*, Water Resources Publication, Michigan-USA.