

**PROSES PEMBENTUKAN MEANDER SUNGAI DAN HUBUNGANNYA DENGAN
ANGKUTAN SEDIMEN
(Percobaan Laboratorium)**

(Dimuat pada Jurnal JTM, 2006)

Indratmo Soekarno

Staf Dosen Departemen Teknik Sipil ITB
Email: Indratmo@lapi.itb.ac.id, Tlp. 022-2502533
dan

Dede Rohmat

Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
email: wiras_mja@yahoo.com, Tlp. 08156415481

Abstrak. Fokus studi ini adalah untuk memperoleh suatu rejim kondisi morfologi sungai tertentu, khususnya di daerah meander. Dengan terbentuknya meander, akan terjadi keseimbangan antara debit air dan hasil sedimen dalam suatu dimensi; luas, kedalaman, kemiringan dan radius kurva sungai tertentu. Studi ini juga mengkaji waktu pencapaian keseimbangan dan perkembangan distribusi aliran. Eksperimen telah dilakukan dengan menggunakan sedimen non kohesif $D_x = 0.4$ mm.

Abstract.

The focus of this study is to obtain a regime of condition of certain river morphology, especially at meander area. With formed its meander, will happened balance among discharge and result of sediment in certain river dimension are; wide, deepness, curve radius and gradient. This study also study time attainment of balance and stream distribution growth. Experiment have been conducted by using sediment is non cohesive $D_x = 0.4$ mm.

1. PENDAHULUAN

Bumi adalah dinamis, dan material serta pembentukannya terus menerus diubah oleh berbagai gaya/energi, seperti gravitasi, panas, *orogency* and *isostacy*. Perubahan mempengaruhi aktivitas air yang mengalir di permukaan. Suatu sungai akan berkembang dengan sendirinya untuk mencapai kondisi keseimbangan (rejim). Pembentukan dimensi sungai pada suatu keseimbangan sangat dominan dipengaruhi oleh variabel aliran dan hasil sediment, serta ukuran dan distribusi *bed load*.

Alur sungai dapat berbentuk lurus, berkelok-kelok atau perjalinan (*braiding*). Secara alamiah, kelokan sungai mempunyai kondisi dinamis. Dimensinya secara perlahan berubah tergantung atas *input-output* sungai. Lekukan sungai dan genangan (*pool/riffle*) terjadi secara berulang. Panjang gelombang dan amplitudo meander (kelokan), sebagaimana halnya dengan jarak (ruang) *pool/riffle*, berhubungan dengan lebar saluran. *Pools* (genangan) berhubungan dengan tekukan kelokan (*meander*). Garis tengah aliran (*crossovers*) bergerak ke arah sisi luar tebing, dan cenderung berpindah ke arah lateral -bawah (*riffles*).

Penyebab pembentukan meander hingga saat ini masih membingungkan. Beberapa hipotesis utama yang berkembang antara lain: 1) Pembentukan meander dihasilkan oleh hidraulik aliran; 2) Pembentukan meander dihasilkan oleh kebutuhan kapasitas dan kemampuan membawa beban dari hulu; 3) Pembentukan meander diakibatkan oleh prinsip kerja yang paling kecil. Tampaknya suatu sungai mencoba untuk memelihara bentuk salurannya yang paling efisien untuk transportasi beban yang tersedia. Ketika ada suatu ketidakseimbangan masukan dan keluaran sedimen melalui suatu potongan sungai tertentu, saluran dengan sendirinya akan melakukan penyesuaian untuk menjaga keseimbangan.

2. PEMBUATAN SALURAN - DEBIT

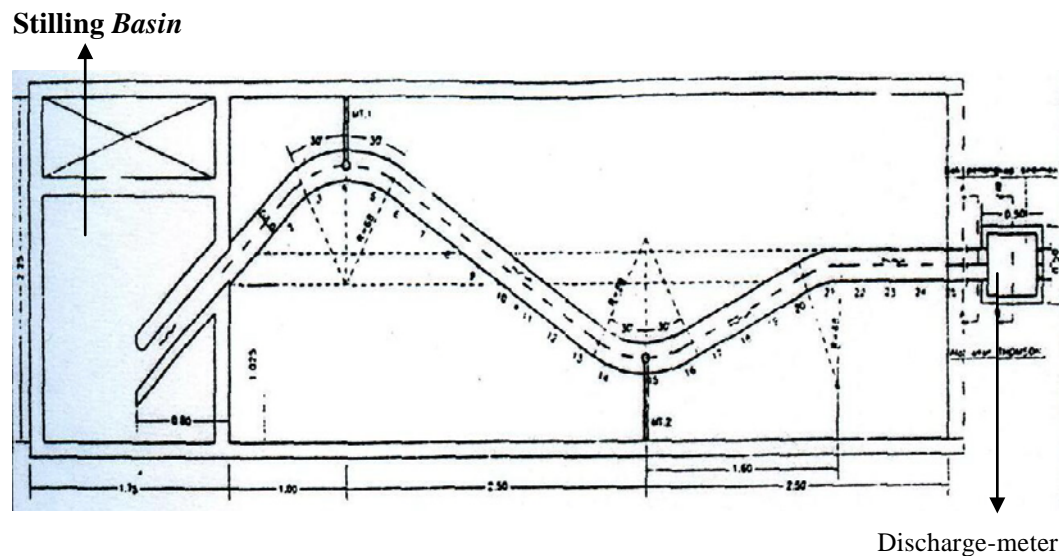
Banyak perhatian telah dicurahkan untuk hubungan debit (aliran) terhadap morfologi saluran. Para pemerhati umumnya sepakat bahwa aliran pembentuk saluran adalah frekuensi aliran yang tinggi muka airnya (*water level*) memenuhi seluruh penampang basah saluran (*bankfull*). Frekuensi debit tersebut terjadi pada interval 1,5 tahun. Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa terjadi pelebaran saluran yang luar biasa sebagai hasil peningkatan debit dan perubahan frekwensi banjir *bankfull* pada daerah aliran sungai yang terkena urbanisasi.

Paper ini dimaksudkan untuk mempresentasikan hasil studi laboratorium tentang proses pembentukan meander dan hubungannya dengan tranportasi sediment.

3. PERSIAPAN PERCOBAAN

Percobaan telah dilaksanakan di Laboratorium Model Hidraulik, Departemen Teknik Sipil – ITB, pada Ruang berukuran panjang 6,25 meter dan lebar 2,20 meter. Penampang melintang saluran adalah: lebar 0,20 meter dan kedalaman 0,10 meter (berbentuk segi empat) pada awal percobaan (lihat Gambar 1).

Saluran dibuat dari pasir non-koheusif yang mempunyai diameter $D_{50} = 0.4$ mm dan spesifik gravity (berat jeis butir) $S_6 = 2.7$. Untuk asupan sediment suatu wadah khusus dirancang untuk penelitian ini.



Gambar 1. Rencana saluran untuk studi pembentukan proses meander

4. PELAKSANAAN PERCOBAAN

Menggunakan pompa listrik, air dikirimkan dari pompa ke dalam *stilling basin* yang terletak di ujung atas saluran. Air dialirkan melalui dinding bagian hulu. Hal ini dimaksudkan untuk mengatur keseragaman aliran. Pada awal percobaan, kedalaman aliran ditetapkan pada 0.08 m. Kedalaman air ini dipertahankan hingga mencapai kondisi keseimbangan.

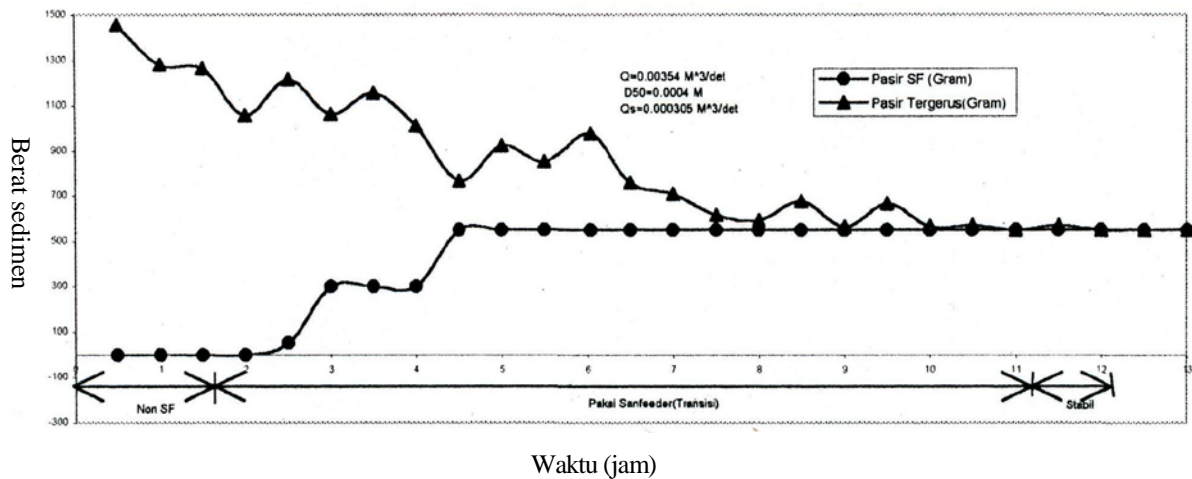
Selama percobaan berlangsung, penampang melintang saluran mulai berubah, dinding saluran tererosi dan bentuk panampang melintang saluran berubah menjadi *parabolic* (lihat Gambar 5). Keluaran sedimen telah disesuaikan sedemikian rupa, sehingga asupan ke dan luaran dari saluran mempunyai jumlah yang kurang lebih sama. Penyesuaian untuk mencapai keseimbangan pengangkutan sedimen memerlukan waktu sekitar 13 jam. Setelah itu perubahan kecil masih terjadi karena ada perubahan kelurusan saluran. Pengamatan dilaksanakan selama 108 jam sampai tidak ada lagi perubahan pola saluran.

5. HASIL-HASIL

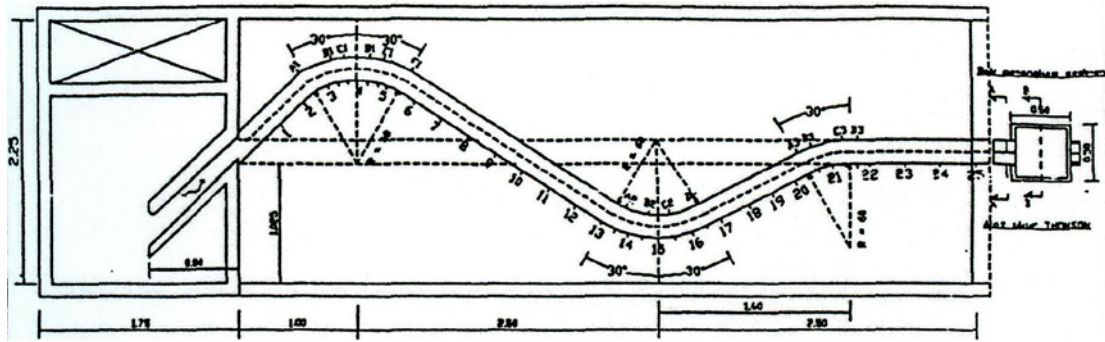
1. Aliran air yang kontinu dicobakan sampai dimensi saluran stabil. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi rejim sekitar 13 jam. Dengan kondisi ini terdapat keseimbangan antara inputs-outputs sedimen (Gambar 2. Kemajuan pola saluran ditunjukkan pada Gambar 3. Setelah 13 jam, tidak ada lagi perubahan signifikan pada pola saluran.
2. Hubungan antara debit air dan sedimen, dan pola saluran (kemiringan, lebar, kedalaman dan kecepatan) disajikan pada Gambar 4. Hal ini menunjukkan bahwa data eksperimen dan aplikasi konsep kebutuhan energi minimum yang dikembangkan oleh Chang (1987), tampaknya terdapat hubungan erat.
3. Potongan melintang berubah dengan waktu ditunjukkan oleh Gambar 5. Gambar 5 dengan jelas menunjukkan bahwa migrasi ke arah lateral sangat progresif. Gerusan terdalam (-4,46 cm) terdapat pada bagian hilir lekukan kedua .
4. Dengan $Q = 0.00354 \text{ m}^3/\text{detik}$ hasil-hasil percobaan adalah sebagai berikut :

Variabel	Bagian Lurus	Awal Meander	Bagian Lekukan
Kemiringan	0.00431	0.00113	0.0258
Lebar (m)	0.42 (0.45)	0.46(0.51)	0.56 (0.56)
Kecepatan V (m/dt)	0.249 (0.244)	0.298 (0.245)	0.297 (0.258)
Kedalaman (m)	0.030(0.031)	0.0258 (0.029)	0.033(0.0319)

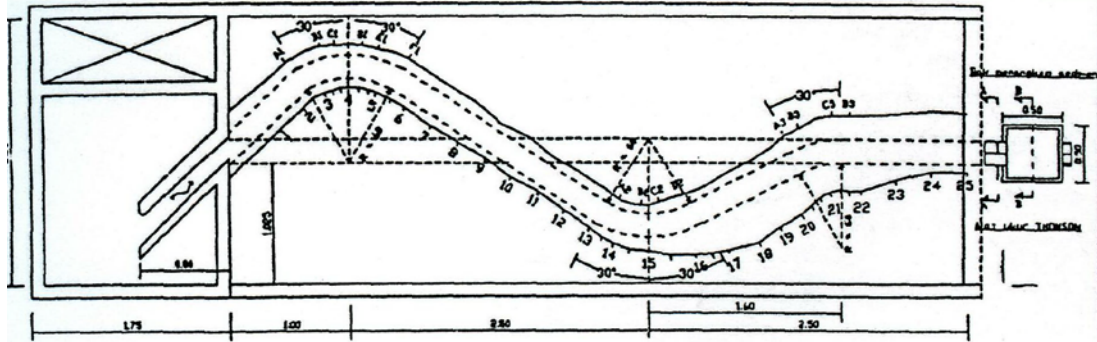
Note : Data dalam kurung adalah hasil laboratorium



Gambar 2. Suplai sediment dan pengangkutan

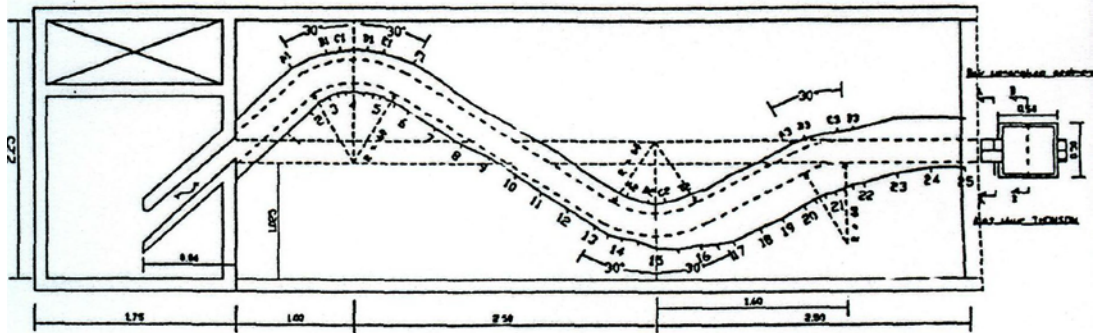


(a)



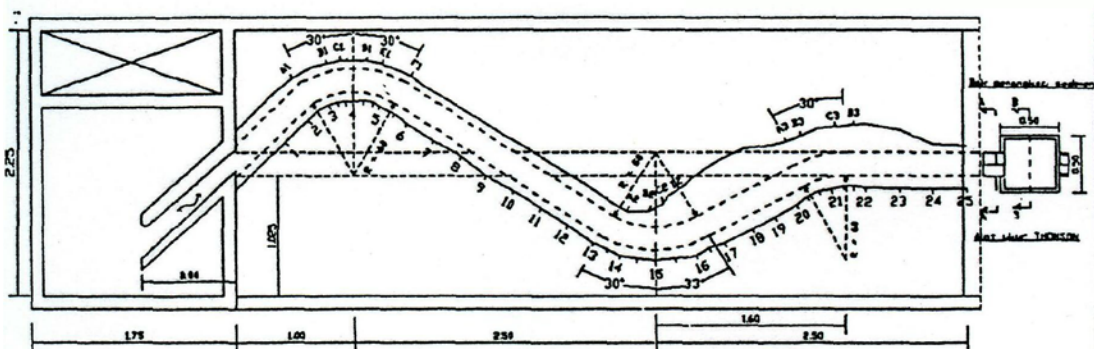
DENAH
Scale 1 : 25

(b)



DENAH
Scale 1 : 25

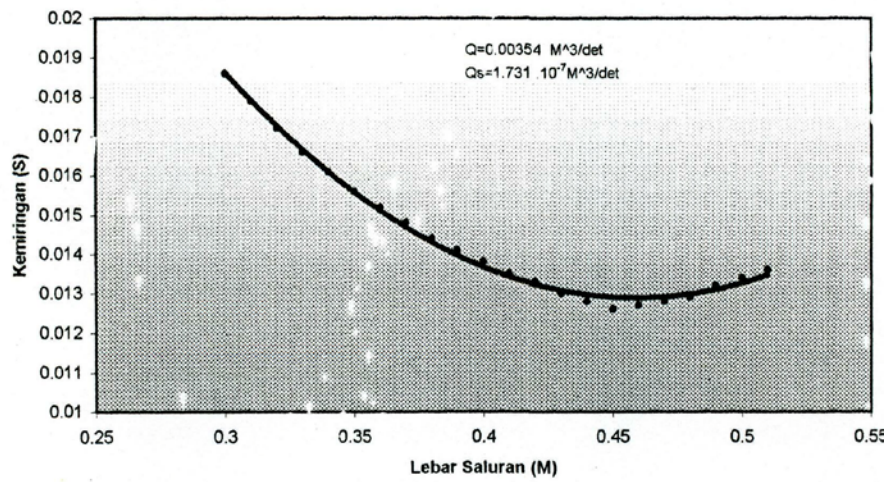
(c)



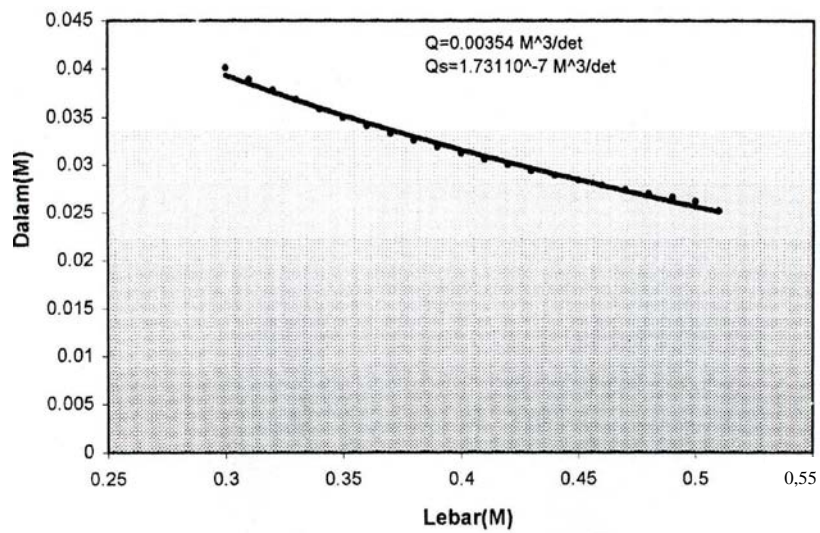
DENAH
Scale 1 : 25

(d)

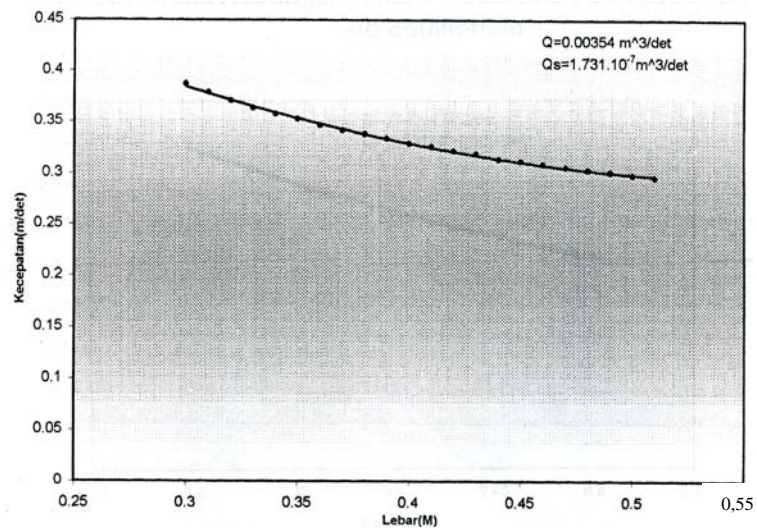
Gambar 3. Perpindahan kelurusan saluran; (a) pada $t = 0$ jam; (b) pada $t = 13$ jam; (c) pada $t = 54$ jam; dan (d) pada $t = 108$ jam.



(a)



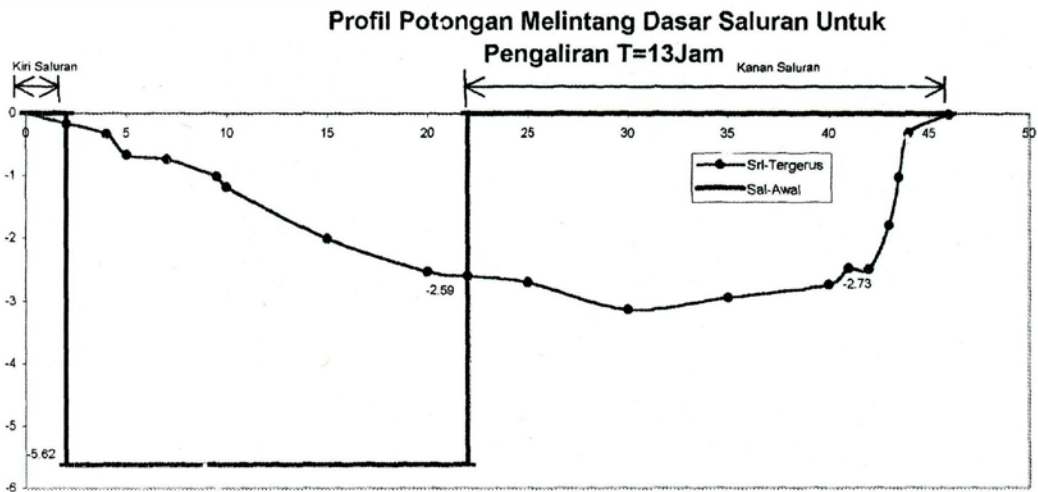
(b)



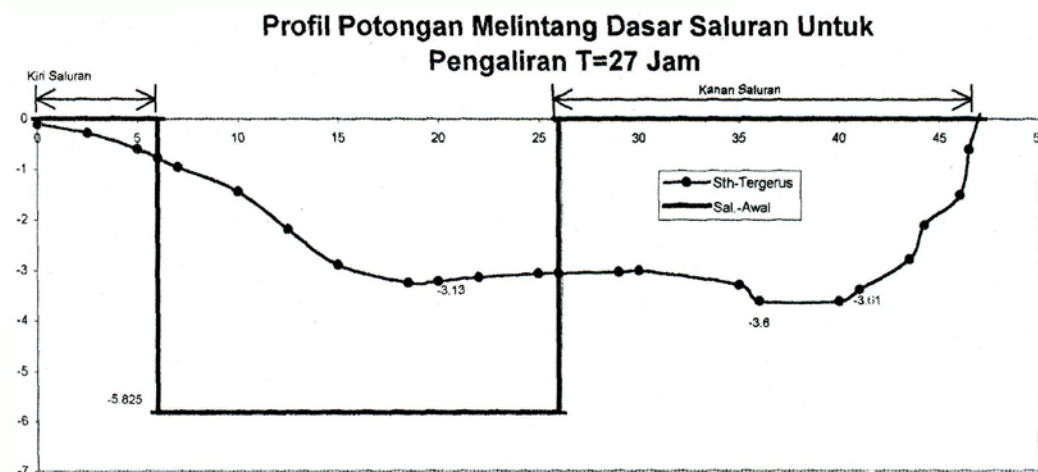
(c)

Gambar 4. Perbandingan antara data percobaan dan aplikasi konsep kebutuhan energi minimum pada lekukan saluran; (a) lebar saluran dengan kemiringan (%); (b) lebar saluran dengan

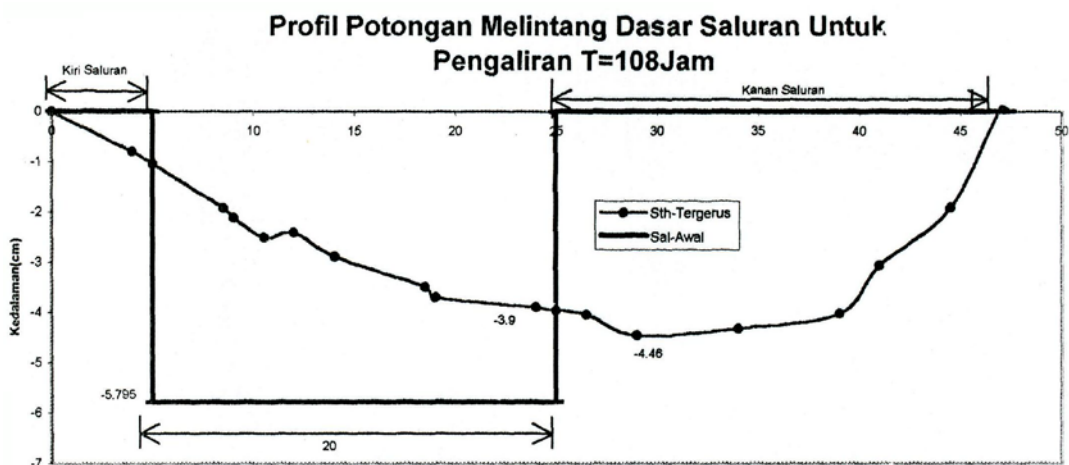
kedalaman (m); dan (c) lebar saluran dengan kecepatan (m/dt)



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Potongan melintang saluran menuju kondisi keseimbangan; (a) pada $t = 13$ jam; (b) pada $t = 27$ jam; dan (c) pada $t = 108$ jam.

6. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Percobaan memperlihatkan bahwa konsep kebutuhan energi minimum (Chanr, 1987), tergambar erat pada hasil percobaan skala laboratorium.
2. Suatu dimensi meander pada saluran akan terbentuk pada saat saluran berada dalam keseimbangan. Keseimbangan tercapai pada waktu 13 jam.
3. Percobaan lanjutan diperlukan dengan menggunakan bahan van kohesif.

7. KEPUSTAKAAN

1. Howard H. Chang, "*Fluvial Processes in River Engineering*" A. Willy Interscience Publication San Diego State University New York (1987)
2. Indratmo Soekarno, "*Mathematical and Experimental Modelling of Flow and Transverse Bed Slope in 180° Channel Bends*", Ph.D. Thesis, Strathclyde University, UK. (1991)
3. Kim Wium Olesen, "*Bed Topography in Shallow River Bends*", Ph.D Thesis, Communications on Hydraulic and Geotechnical Engineering.
4. Morisawa, M., Geomorphology Texts "*River : Form and Process*", Longman, London.
5. Odgaard A, Jacob, M. ASCE, "*Bed Topography in Shallow River Bends*", Ph. D Thesis, Communication on Hydraulic and Geotechnical Engineering.