Majalah Ilmiah

Maranatha

Vol. 16 / Nomor 2 / Juli 2009

Studi Deskriptif tentang *Casuality Orientation* pada Guru-guru SMA "X" Bandar Lampung dalam Pemertahanan Profesi
Endeh Azizah dan Fiena Widiastuty

Rekayasa Kualitas dalam Penentuan *Setting* Mesin dengan Metode *Taguchi* (Produk Kain Polyester)
Rudy Wawolumaja dan Lindawati

Pemanfaatan Standar *Unicode* untuk Aplikasi Kamus Digital Huruf China
Agus Prijono dan Mulyadi Alamsyah

Pembentukan Kelokan Sungai
Maria Christine

Interferensi Bahasa Asing dalam Bahasa Indonesia di Bidang Layanan Publik dan Bisnis
Rosida Tiurma Manurung

Sarapan Ditinjau dari Sudut Ilmu Gizi
Meilinah Hidayat

Literature Studies on Intangible Assets: From the Perspectives of Theory of the Firm
Sam PD Anantadjaya

Konsep Administrasi Pendidikan
Rosemarie

ISSN : 0854 - 7084

ISSN 0854-7084

MAJALAH ILMIAH MARANATHA

Volume 16 Nomor 2 Juli 2009

DAFTAR ISI

Studi Deskriptif tentang *Casuality Orientation* pada Guru-guru SMA "X" Bandar Lampung dalam Pemertahanan Profesi 1 – 5
Endeh Azizah dan Fiena Widiastuty

Rekayasa Kualitas dalam Penentuan *Setting* Mesin dengan Metode *Taguchi* (Produk Kain Polyester) 6 – 17
Rudy Wawolumaja dan Lindawati

Pemanfaatan Standar *Unicode* untuk Aplikasi Kamus Digital Huruf China 18 – 33
Agus Prijono dan Mulyadi Alamsyah

Pembentukan Kelokan Sungai 34 – 46
Maria Christine

Interferensi Bahasa Asing dalam Bahasa Indonesia di Bidang Layanan Publik dan Bisnis 47 – 52
Rosida Tiurma Manurung

Sarapan Ditinjau dari Sudut Ilmu Gizi 53 – 58
Meilinah Hidayat

Literature Studies on Intangible Assets: From the Perspectives of Theory of the Firm 59 – 73
Sam PD Anantadjaya

Konsep Administrasi Pendidikan 74 – 83
Rosemarie

Pembentukan Kelokan Sungai

Maria Christine
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Abstract

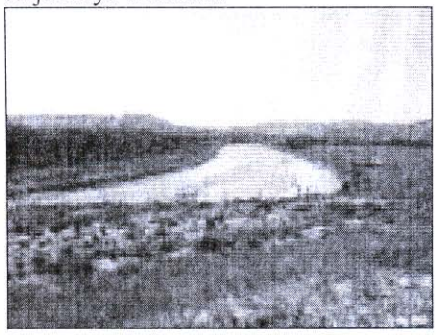
The floodplains of the river are underlain by alluvial deposits. These deposits form the alluvial aquifer that is the focus of this research. This paper explores the underlying mechanism of river to form and process alluvial channels. The study uses several theories, such as the regime theory, minimum stream power, mathematical modeling of flow in meander bends, stability analysis. Futhermore, this paper proposes a model of the alluvial aquifer movement. Little Missouri is selected as an example of alluvial river form.

Keywords: *alluvial aquifer, alluvial channel, river*

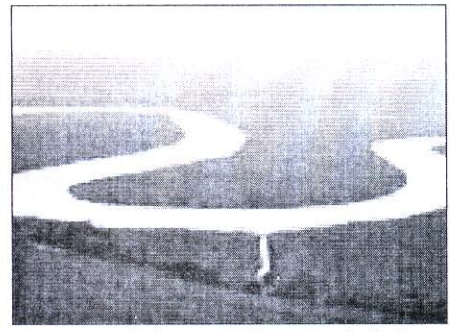
I. Pendahuluan

Secara umum, sungai jarang yang mempunyai bentuk lurus, selalu berkelok. Hal ini terjadi akibat adanya perpindahan sedimen/angkutan dari sisi yang satu ke sisi yang lain atau tempat yang lain. Perubahan satu sisi selalu mengakibatkan perubahan ke sisi yang lain akibat adanya perubahan debit sungai yaitu adanya hujan lokal/setempat adanya tambahan maupun pengurangan endapan akibat angin dan lain sebagainya.

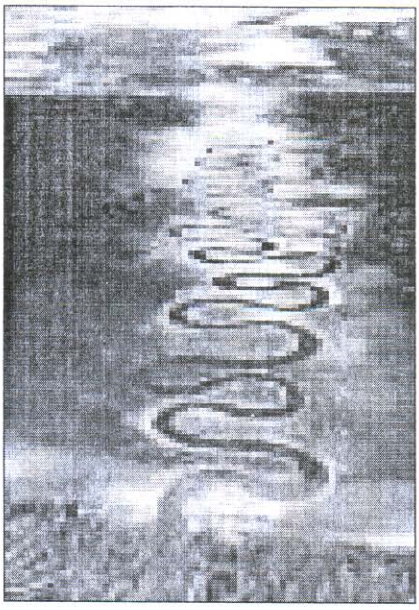
Bentuk denah dari sungai mulai dari lurus sampai berkelok, bahkan kelokan tersebut dapat pula mengakibatkan kolam-kolam pribadi. Gambar 1 dan 2 memperlihatkan salah satu contoh sungai, yaitu Sungai Little Missouri dengan kelokan yang cukup tajam. Tata letak kelokan Sungai Alluvial dapat dilihat pada Gambar 3. Mengapa terjadi perubahan ini? Perubahan ini terjadi karena adanya ketidakmantapan dinding maupun dasar saluran dan inilah yang merupakan awal terjadinya kelokan.



Gambar 1 Sungai Little Missouri



Gambar 2 Sungai dengan kelokan yang cukup tajam



Gambar 3 Tata letak kelokan Sungai Alluvial

Tulisan ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk melihat seberapa besar dari jari-jari kelokan dan seberapa lama saluran tersebut mencapai keseimbangan berdasarkan teori pembentukan kelokan. Teori-teori pembentukan kelokan diperoleh dari hasil penelitian dari Graf (1971), Gregory (1977), Morosawa (1988) serta Yalin (1977). Teori pembentukan yang dibahas meliputi teori regim, teori daya minimum, model matematika dari tikungan yang berkelok, analisis stabilitas, perubahan dasar yang stabil, simulasi dari perpindahan kelokan, tinjauan gerusan tepi, serta usulan model perpindahan kelokan. Kelokan yang terjadi pada Sungai Little Misouri dipilih sebagai contoh pembentukan kelokan sungai.

II. Teori Regim (*Regime Theory*)

Teori Regim ini diawali oleh ilmuwan Inggris atas dasar penelitian sungai di India, yaitu Kennedy (1895), Lacey (1929), Lane (1937). Mereka melihat adanya hubungan empirik pada geometri saluran alluvial. Dalam bentuk aslinya teori Regim ini hanya merupakan hubungan antara panjang kelokan dengan debit, yang kemudian oleh Blench (1966) dibuatlah sedikit perubahan dengan memasukkan satu konstanta yaitu ketergantungan dari sifat endapan.

III. Teori Daya Minimum (*Minimum Stream Power*)

Teori ini menganggap regim geometri dan kemiringan dasar saluran dari sebuah sungai tidak tergantung dari pasang surut, tetapi merupakan variabel

yang saling bergantungan karena dalam jangka panjang debit dan beban endapan memaksa mengalirkan air ke danau (basin).

Keberadaan daya arus minimum pada arus alluvial, lebar, kedalaman, dan kemiringan diatur oleh daya arus (*stream power*) per unit panjang saluran adalah minimum, di mana hubungan fisik aliran adalah aliran menerus, sementara daya lawan (*resistance*) dan angkutan endapan adalah tetap.

Analisis ini juga termasuk analisis statistik dari teori variansi minimum (*theory of minimum variance*). Langbein dan Leo Pold (1966), serta Yang (1976) mengemukakan kecepatan waktu dari pemakaian energi akan membentuk aliran yang berkelok. Sementara Chang (1984) mengembangkan analisis berdasarkan kurva maksimum di mana sungai melakukan kerja minimum sewaktu membelok dan Chang juga menerangkan perkembangan kelokan di mana sungai mempunyai kecenderungan mencari kemiringan yang minimum untuk kondisi tersebut.

IV. Model Matematika di Tikungan yang Berkelok (*Mathematical Modeling of Flow in Meander Bends*)

Model ini dipelopori oleh Rozovski (1957). Masalah yang sangat kompleks dari persamaan Navier Stokes harus disederhanakan dengan berbagai pendekatan. Engelund (1974), Kikkawa, Ikeda dan Kitagawa (1976), Odgaard (1981), serta Falcon dan Kennedy (1983) mengatakan antara lain bahwa di dalam penyederhanaan hipotesis ini bentuk kurva kecil dan kedalaman air dangkal serta tidak adanya dinding samping yang artinya sungai sangat lebar dibandingkan dengan kedalamannya (saluran dengan lebar tak terhingga).

De Vriend (1981) menganalisis bahwa aliran dalam saluran terbuka merangkum aliran yang masuk dan keluar kelokan serta adanya effek samping dalam arah melintang. Struiksma (1983) membuktikan bahwa dengan model yang sederhana, di mana titik tertinggi (*point bar*) terletak pada bagian awal dari tikungan dan harus didistribusikan ulang secara lateral oleh air dan endapan karena timbul gangguan aliran pada saat masuk kelokan.

V. Analisis Stabilitas

Timbulnya kelokan didasari oleh persamaan hidrodinamik dengan anggapan kelokan merupakan masalah stabilitas. Teori Bar merupakan anggapan dasar dari perkembangan perpindahan alternatif bar pada saluran yang lurus sebagai akibat dari terbentuknya kelokan. Ide dasar bahwa dasar saluran alluvial datar pada saluran lurus dibawah kondisi kritis akan menjadi tidak stabil. Dasar yang tidak stabil tersebut dianggap sebagai masalah bentuk Bar (*Bar Formation*).

Teori ini juga mempunyai anggapan bahwa dasar terendam di dalam saluran yang dangkal, tetapi dengan adanya gerusan tepi. Berkelok dan beranyam merupakan perlakuan yang sangat berbeda, meskipun keduanya mempunyai fenomena yang sama yaitu ketidakstabilan (Hansen (1967),

Callender (1969), Englund (1970), Parker (1976), dan Fredsoe (1978). Kelokan yang tidak stabil bukan merupakan peristiwa dalam saluran yang lurus dan berbeda dari alternatif bar yang tidak stabil, di samping itu mereka juga menemukan dua cara kerja yang sama, yaitu panjang dan lengkung.

Ikeda dkk (1981) memperlihatkan pertumbuhan kelokan serta alternatif perpindahan serta perkembangannya merupakan dua fenomena yang berbeda, yaitu resonansi, daya yang dikembangkan oleh saluran yang berbentuk sinus dan dasar yang tidak stabil. Panjang gelombang didekati dengan alternatif pemilihan bar dan pada fenomena resonansi kelokan yang ditemukan bahwa tiga kali lebih besar daripada ketidakstabilan bar.

VI. Perubahan Dasar yang Stabil

Oleson dan Struiksma (1983) mengasumsikan perkembangan dan perubahan dasar yang stabil dari alternatif jenis bar merupakan akibat dari adanya perubahan aliran di hulu (*Overshoot Phenomenon*), yang lebih baik dari perpindahan dengan alternatif bar yang timbul dari kelokan sungai. Dengan memasukkan asumsi bahwa kelokan merupakan awal dari perubahan aliran yang dapat mengakibatkan perubahan kurva, juga ditemukan panjang gelombang dapat menambah atau mengurangi ossilasi dasar yang stabil sesuai dengan kelokan pada keadaan alam.

Seminara dan Tubino (1988, 1989) memperlihatkan adanya eksistensi dan interaksi antara perpindahan alternatif bar dan pembentukan kelokan. Kemungkinan lain yang timbul di dalam pembentukan kelokan, yaitu adanya pengaruh dari model gerusan.

VII. Simulasi dari Perpindahan Kelokan

Perpindahan kelokan terjadi karena adanya proses gerusan tepi sebagian akibat dari pertumbuhan arah lateral dan perubahan di hilir dari sungai yang berkelok. Kecepatan dari perpindahan tepi tidak dipengaruhi oleh faktor yang berbeda, demikian pula:

a. Keadaan hidrolik tepi dan karakteristik pembentukan saluran (kecepatan, *shear stress*, topografi dasar saluran, dll).
b. Karakteristik fisik tepi (elevasi tepi, bentuk penampang melintang, kompossisi tanah, ada atau tidak adanya tumbuhan, kadar air, dll).
c. Kualitas gerusan oleh kerja air (temperatur, kadar larutan kimia, dll).

VIII. Tinjauan Gerusan Tepi

Beberapa pakar telah meninjau tentang gerusan tepi, seperti:

a. Murphey Rohrer (1983) dan Neill (1987) menjelaskan bahwa gerusan tepi merupakan bagian dalam proses angkutan endapan.
b. Hickin (1978) mengutarakan bahwa gerusan tepi terjadi disebabkan adanya aliran utama.

c. Kitandis dan Kennedy (1984) menyebutkan bahwa gerusan tepi terjadi akibat aliran sekunder. Jika dibandingkan dengan aliran utma aliran sekunder itu kecil, tetapi besar pengaruhnya terhadap proses gerusan tepi.
d. Daniel (1971), Hickin (1974), dan Brice (1974) menerangkan bahwa geometrik tikungan berkembang secara perlahan-lahan.
e. Ferguson (1983) membuat model secara kinematik yang hasilnya lebih baik dari model dinamik di mana aliran sekunder dapat mengubah tikungan menjadi tidak semetris (dari penampang melintang berbentuk segiempat pada bagian lurus menjadi segitiga pada tikungan)
f. Ikeda, Parker, dan Sawai (1981) mengasumsikan bahwa kecepatan perpindahan tepi seimbang terhadap perbedaan kecepatan menyinggung di tepi dan nilai reratanya (berhubungan dengan kondisi aliran seragam dalam saluran lurus tidak terhingga). Di samping itu, hukum mengenai gerusan untuk aliran tunak/steady dan topografi dasar dapat dikembangkan untuk tikungan dengan panjang tidak terhingga.

IX. Usulan Model Perpindahan Kelokan

Simulasi perpindahan keelokan menuntut adanya model matematik sebagai fenomena yang melibatkan aliran yang melewati tikungan, efek perkembangan serta perubahan dasar dan proses gerusan serta penimbunan. Peninjauan adanya interaksi antara gerakan air terhadap endapan sehingga perubahan dasar dalam arah melintang sama pentingnya dengan perubahan dasar dalam arah memanjang. Oleh sebab itu, hal ini tidak dapat diabaikan pada saat perhitungan topografi dasar pada saluran yang menikung.

Pada perhitungan dapat dipakai model MIANDRAS atau program jadi MATLAB di mana dalam model ini membagi perhitungan menjadi dua bagian:

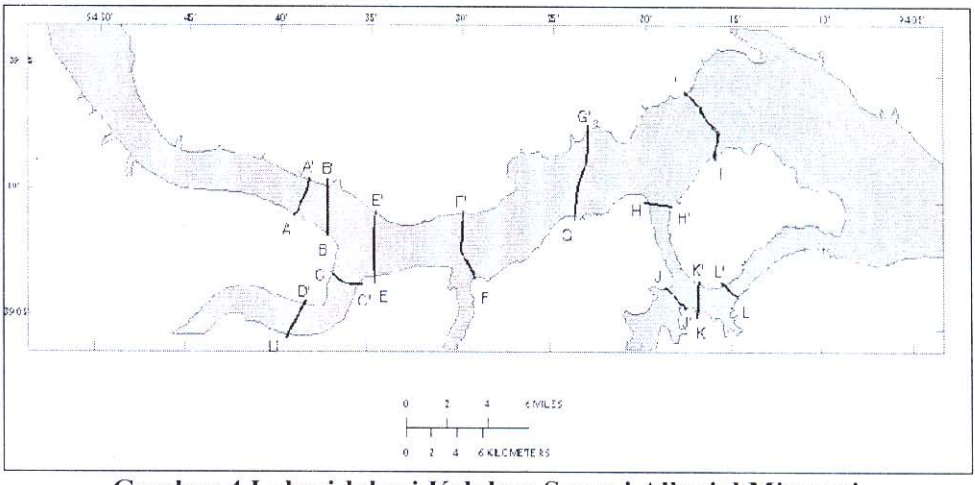
1. Perhitungan aliran lapangan dan topografi dasar saluran.
2. Perhitungan gerusan tepi (perpindahan sungai)

Pada model aliran dan dasar saluran diramalkan dasar dalam keadaan linier dengan analisis dua dimensi untuk model topografi dasar sungai yang dikembangkan oleh Koch dan Folkstra (1980), Olesen (1983), Struiksma dkk (1985).

Persamaan mengacu kepada aliran lapangan, angkutan endapan, dan topografi dasar yang membicarakan penyimpangan dari angkutan endapan langsung akibat adanya gaya gesek/*shear stress*, kemiringan dasar dalam arah melintang. Jhanneson dan Parker (1987) menjelaskan pengaruh dari momentum aliran sekunder akan membuat gesekan dasar dalam arah melintang (menjadi kasar). Persamaan yang dipakai dilinierkan dengan mengambil batasan yang cukup kecil.

X. Gambar Kelokan yang Terjadi pada Sungai Little Missouri

Pada bagian ini menjelaskan kelokan yang terjadi pada Sungai Little Missouri. Gambar 4 memperlihatkan beberapa lokasi kelokan Sungai Alluvial Missouri.

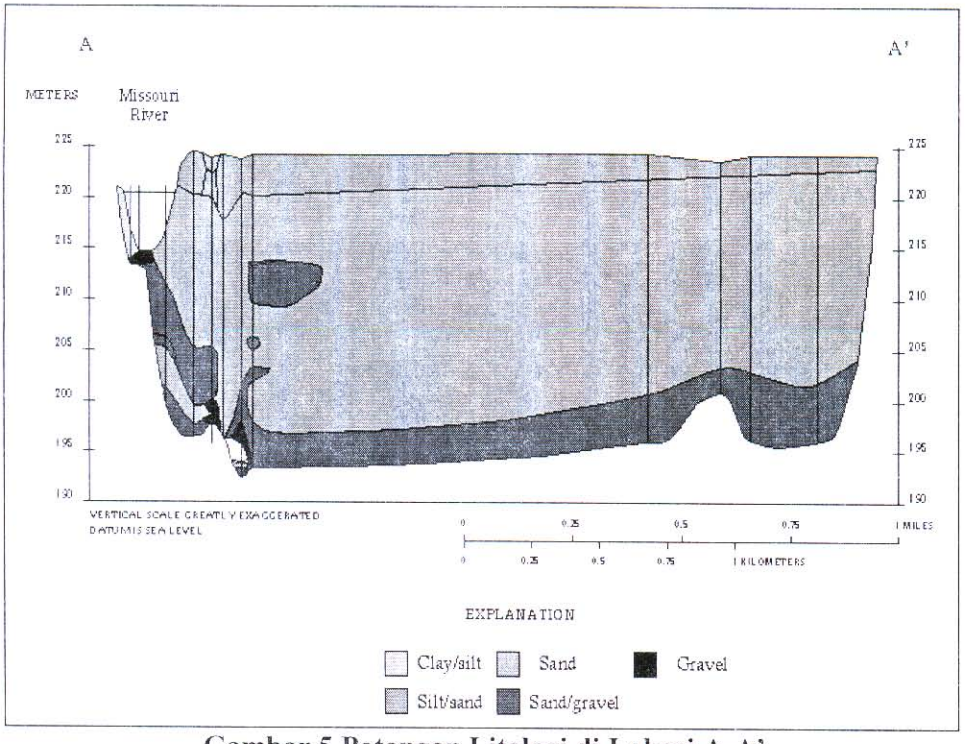


Gambar 4 Lokasi-lokasi Kelokan Sungai Alluvial Missouri

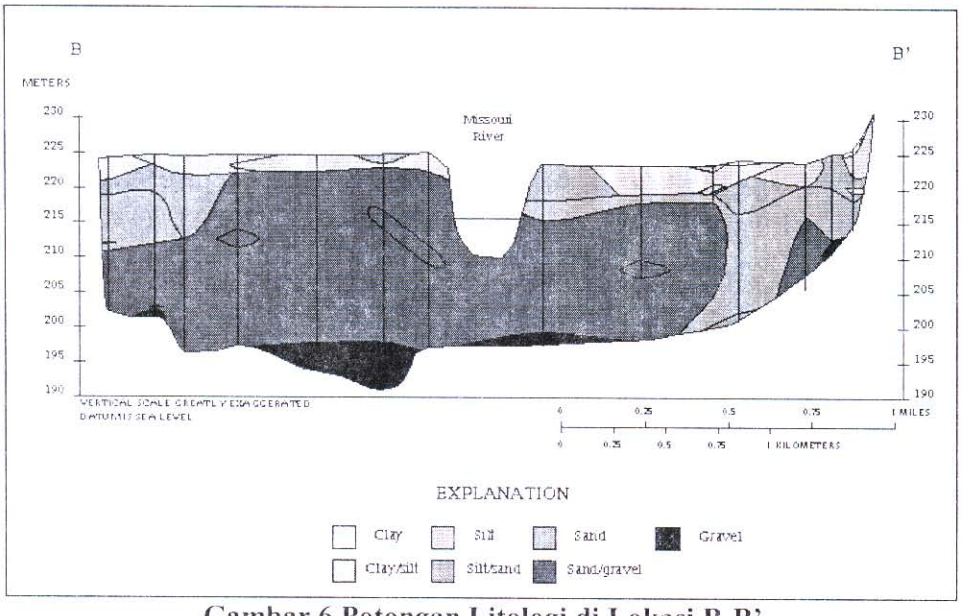
Gambar 5-16 menunjukkan potongan litologi di lokasi A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J', K-K' serta L-L'. Potongan litologi di lokasi A-A', B-B', E-E', F-F', G-G', and I-I' terdapat di Sungai Missouri, di mana lapisan lempung dan lanau di daerah yang dangkal, lapisan pasir di kedalaman yang sedang dan lapisan kerikil serta batuan di daerah yang dalam. Potongan litologi E-E' dan F-F' terdapat lapisan batuan yang sangat dalam dan runcing.

Potongan litologi di lokasi C-C' dan D-D' terdapat di Sungai Kansas. Lapisan batuan pada lokasi ini sama dengan lapisan batuan di Sungai Misouri. Potongan litogi di lokasi C'C' mengandung lanau dan pasir-lanau yang lebih banyak dari Sungai Missouri.dan mempunyai aliran batuan keras yang dalam di mulut Sungai Kansas. Sementara potongan litologi di lokasi D-D' mempunyai lapisan batuan dan bentuk lapisan batuan keras seperti mangkok yang sama dengan yang dimiliki pada Sungai Missouri.

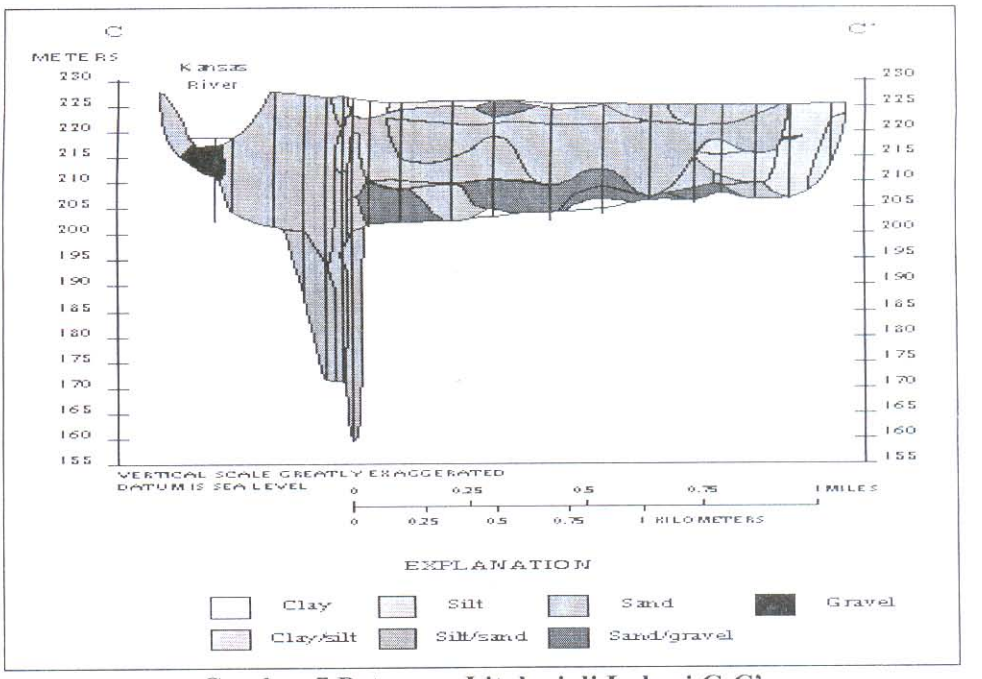
Potongan litologi di lokasi H-H', J-J', K-K', dan L-L' terdapat pada Sungai Little Blue dan saluran dekat Danau City Army Ammunition Plant. Lapisan batuan sama dengan yang terdapat pada Sungai Missouri dan Kansas, tetapi lanau dan pasir lanau ada di bagian yang dangkal dan pasir dan kerikil hanya sedikit di bagian yang dalam.



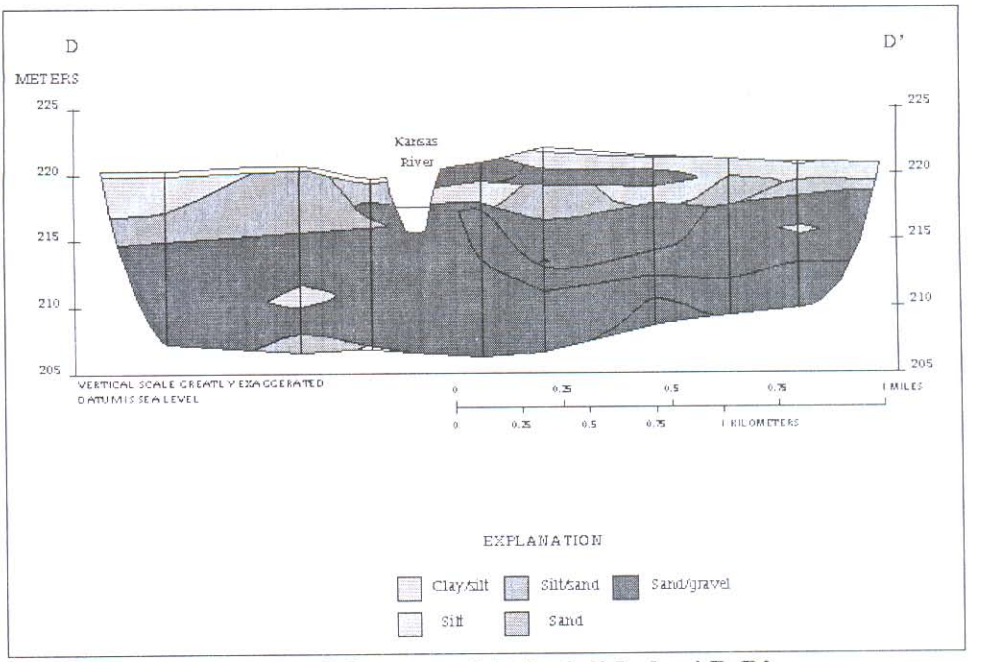
Gambar 5 Potongan Litologi di Lokasi A-A'



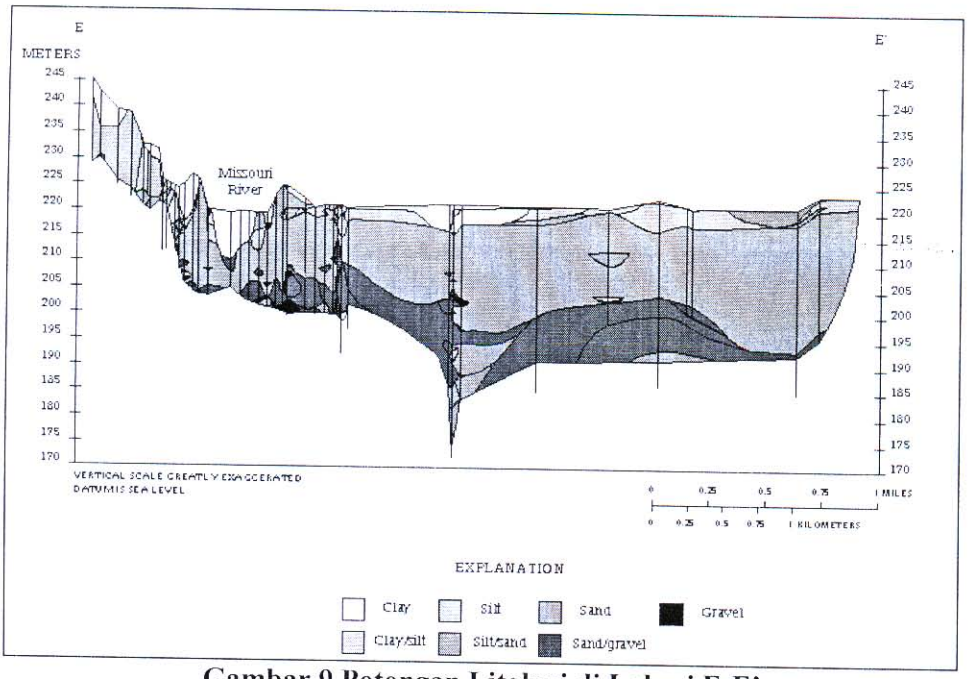
Gambar 6 Potongan Litologi di Lokasi B-B'



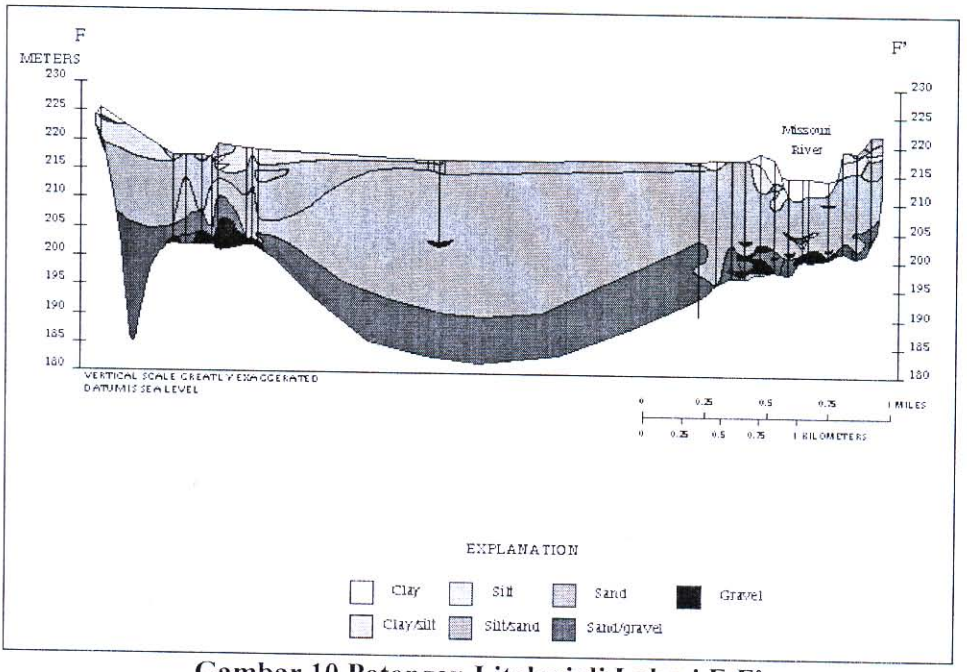
Gambar 7 Potongan Litologi di Lokasi C-C'



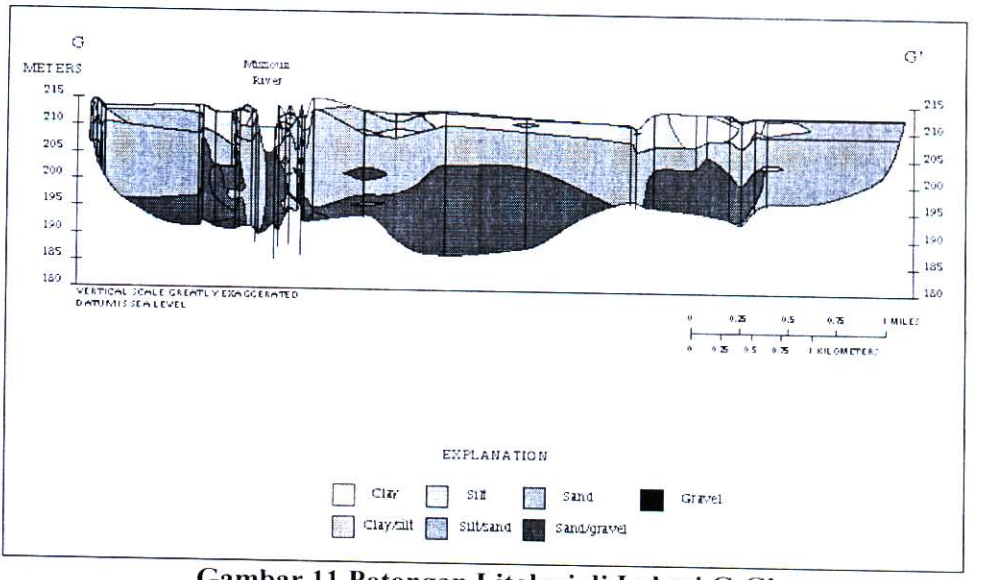
Gambar 8 Potongan Litologi di Lokasi D-D'



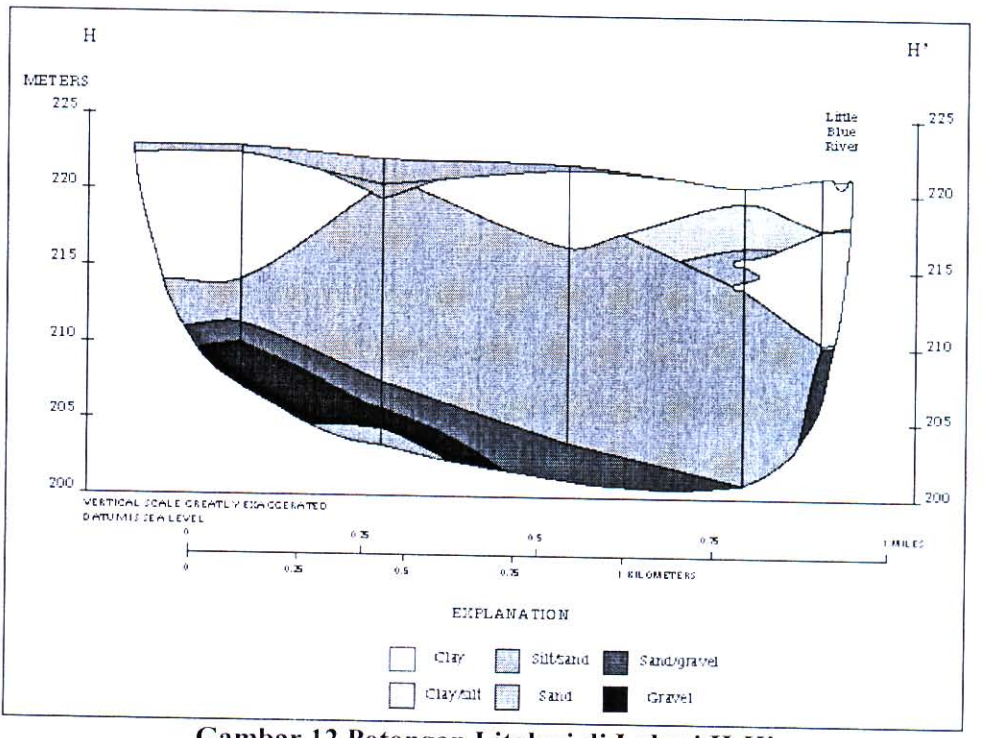
Gambar 9 Potongan Litologi di Lokasi E-E'



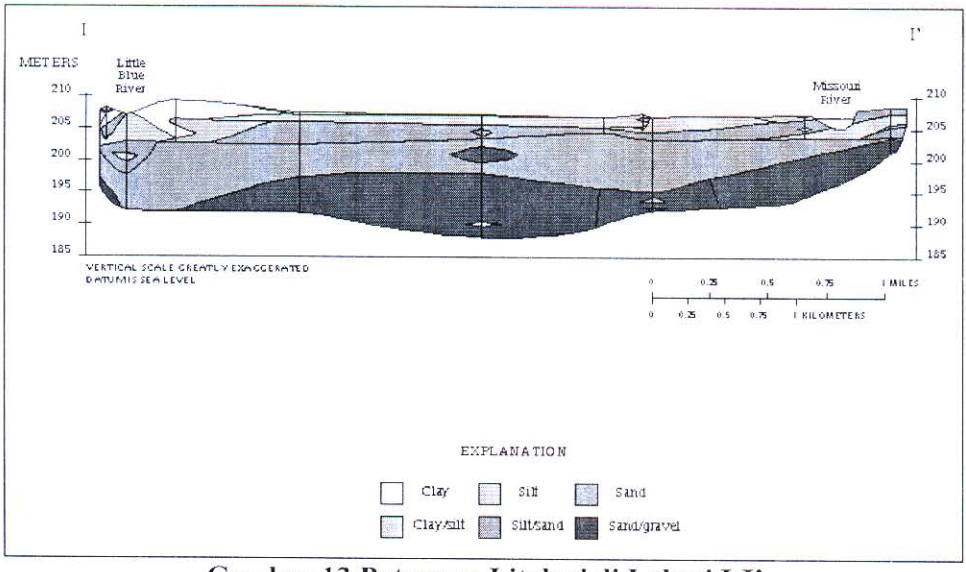
Gambar 10 Potongan Litologi di Lokasi F-F'



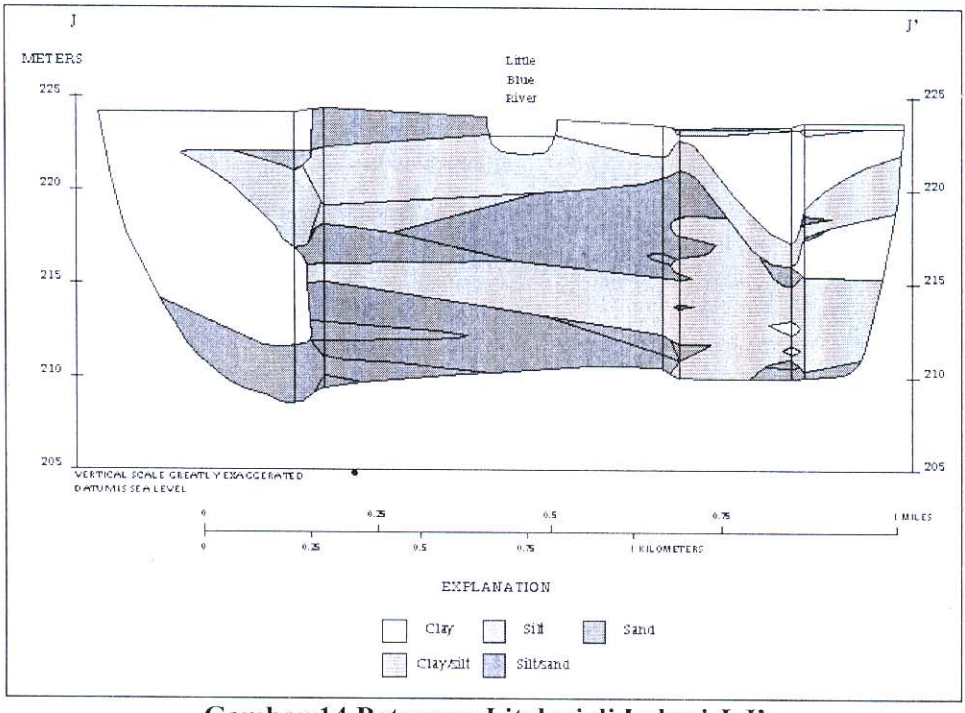
Gambar 11 Potongan Litologi di Lokasi G-G'



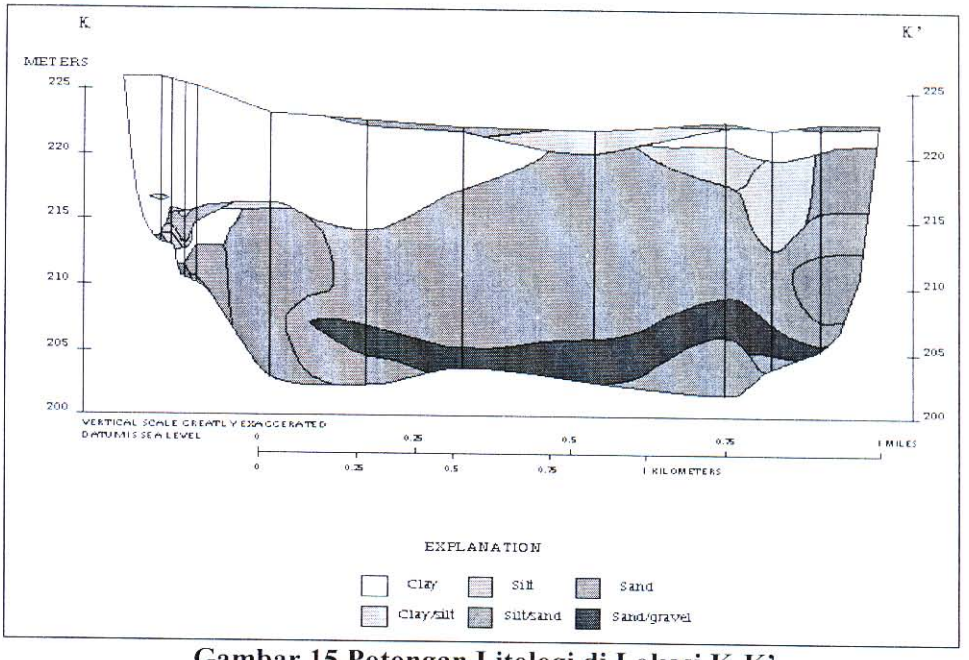
Gambar 12 Potongan Litologi di Lokasi H-H'



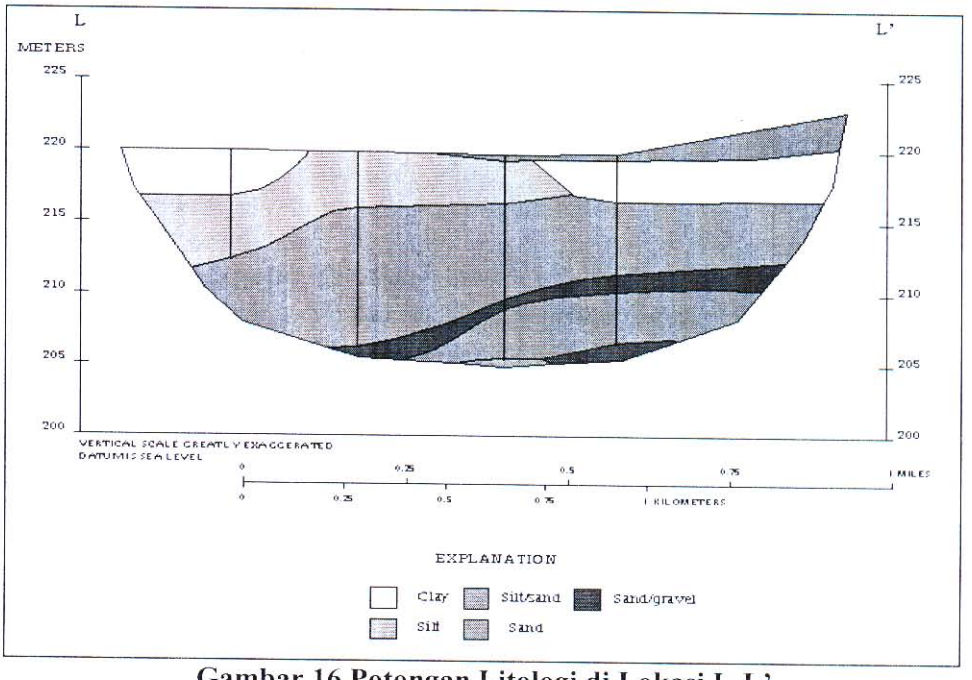
Gambar 13 Potongan Litologi di Lokasi I-I'



Gambar 14 Potongan Litologi di Lokasi J-J'



Gambar 15 Potongan Litologi di Lokasi K-K'



Gambar 16 Potongan Litologi di Lokasi L-L'

XI. Simpulan

Kelokan yang terjadi pada suatu saluran yang secara umum dikenal dengan nama sungai telah diakibatkan oleh adanya beberapa gangguan seperti:

1. Perubahan Debit
2. Kondisi tepi yang kurang stabil
3. Adanya perubahan kecepatan aliran
4. Waktu.

Daftar Pustaka

Graf, W. H. (1971). *Hydraulics of Sediment Transport,* McGraw-Hill, New York.

Gregory, K. J. (1977). *River Channel Changes,* John Wiley and Sons, London.

Morosawa, M. (1988). *River Form and Process,* New York.

Yalin, M. S. (1977). *Mechanics of Sediment Transport,* Second edition, Pergamon Press, Oxford.