

**PENGARUH LAMA ALIRAN DAN VARIASI DEBIT
TERHADAP PERUBAHAN BENTUK SALURAN MEANDER
PADA KELOKAN 90⁰**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Aksenta Yudi Pratama
03003110047**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2005**

627.540 7
Pra
P
2001

**PENGARUH LAMA ALIRAN DAN VARIASI DEBIT
TERHADAP PERUBAHAN BENTUK SALURAN MEANDER
PADA KELOKAN 90°**



R. 12531
Pg. 12813.



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Aksenta Yudi Pratama
03003110047**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
2005**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : AKSENTA YUDI PRATAMA
NIM : 03003110047
Jurusan : TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : PENGARUH LAMA ALIRAN DAN VARIASI DEBIT
TERHADAP PERUBAHAN BENTUK SALURAN
MEANDER PADA KELOKAN 90°

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



[Handwritten Signature]
Hi Ika Yuliantina, MS
NIP. 131 754 952

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : AKSENTA YUDI PRATAMA
NIM : 03003110047
Jurusan : TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : PENGARUH LAMA ALIRAN DAN VARIASI DEBIT
TERHADAP PERUBAHAN BENTUK SALURAN
MEANDER PADA KELOKAN 90°

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Pembimbing I :



Ir. Sarino, MsCE
NIP. 131 804 342

Pembimbing II :



Ir. Helmi Haki, MT
NIP. 131 933 014

Motto:

Rencanakan Hidup sesuai dengan yang kita harapkan.

Jalani hidup sesuai dengan yang kita rencanakan.

Raihlah Segala yang terbaik yang bisa kita capai, selama menjalani hidup.

Ku Persembahkan Skripsi ini kepada :

*Mama, Papa, dan Adik-adik tercinta.
Seseorang yang telah memberi banyak semangat
dan pelajaran dalam menjalani hidup ini.*

Pengaruh Lama Aliran Dan Variasi Debit Terhadap Perubahan Bentuk Saluran Meander Pada Kelokan 90°

ABSTRAK

Sungai yang merupakan alur alamiah yang mengalirkan air dan bahan-bahan yang terkandung di dalamnya, akan selalu menyesuaikan dirinya. Dalam upaya penyesuaian diri, sungai akan mengalami proses erosi, transportasi, dan sedimentasi hingga saat dimana sungai berada pada suatu keadaan seimbang. Dengan kata lain sungai tidak lagi mengalami proses erosi atau pun juga deposisi. Untuk mengetahui proses penyesuaian diri dari sungai maka dilakukan penelitian. Hingga kita dapat memprediksi proses penyesuaian diri dari suatu sungai dari waktu ke waktu hingga sungai tersebut mengalami keseimbangan.

Penelitian dilakukan dengan membuat model fisik saluran. Model dasar dibuat dari pasangan batu bata dengan panjang 11 m, lebar 3 m, dan tinggi 0,5 m. Saluran dibuat dari pasir uniform dengan lebar saluran 0,2 m, dan kedalamannya 0,1 m. Berikutnya saluran dialiri air dengan debit yang konstan, dan hal ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan debit yang berbeda dan telah ditentukan. Beberapa parameter yang mempengaruhi perubahan morfologi sungai, namun dalam penelitian ini hanya dibatasi oleh lamanya aliran (waktu), debit, dan sedimen. Dan pengamatan hanya dilakukan pada kelokan 90° saja.

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa lama pengaliran dan besarnya debit aliran yang mengalir sangat berpengaruh kepada perubahan bentuk saluran, pengangkutan sedimen, dan keseimbangan saluran.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan izi dan karuniaNya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini, banyak sekali halangan yang penulis hadapi. Namun berkat kerja keras, ketekunan dan bantuan dari berbagai pihak, yang akhirnya menghantarkan ke pintu gerbang keberhasilan.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan, bimbingan, pengarahan, dan saran dari berbagai pihak. Karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H Hasan Basri, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Ir Hj. Ika Juliantina, MS., Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Erika Buchari, MSc., Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Sarino, MscE., Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Helmi Haki, MT., Dosen Pembimbing II.
6. Mama, Papa, dan adik-adikku Dinda, dan Ade atas dukungan moril yang dilimpahkan.
7. Bayu, Ari, Ipuz, Iwan, Weni, Yayan, Ari, Deska, Anggo, Ichal, Iyay, Joni, dan Rio, teman-teman senasib.
8. Diah, Wiwid, Fitri, Roland, Dini, Yopi, Sri, dan Bain, yang telah mendahului.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena adanya keterbatasan penulis. Terutama keterbatasan ilmu

pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu kiranya para pembaca dapat memaklumi akan segala kekurangan dan kelemahan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat dan semoga kita selalu dalam lindungan Allah SWT.

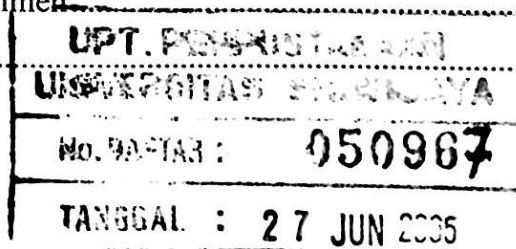
Wassalamu'alaikum, Wr, Wb.

Indralaya, Maret 2005

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
SURAT SELESAI TUGAS AKHIR.....	i
MOTTO.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Teoritis	4
2.1.1. Aliran Saluran Terbuka	4
2.2. Sungai.....	5
2.2.1 Geometri Sungai.....	6
2.2.2. Morfologi Sungai	6
2.2.3. Pola alur Sungai	7
2.3. Proses Perubahan Alur Sungai	8
2.4. Sedimen.....	11
2.4.1. Macam-macam Sedimen.....	13
2.4.2. Sifat-sifat Sedimen.....	14



2.4.3. Gerakan Sedimen	17
2.4.4. Pengangkutan Sedimen	18
2.5. Keseimbangan Dasar Pada Sungai	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1. Umum.....	25
3.2. Alat dan Bahan	25
3.2.1. Alat.....	25
3.2.2. Bahan.....	26
3.3. Skema Percobaan Dan Pengolahan Data	27
3.4. Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1. Tahap Persiapan	28
3.4.2. Pengukuran Percobaan	29
BAB IV HASIL, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Persiapan Penelitian	36
4.1.1. Uji Coba Sand Feeder	36
4.1.2. Pengukuran Debit Air	37
4.1.3. Analisa Hasil Butiran Sedimen	38
4.1.4. Data Keseimbangan Gerusan pada Saluran Akibat Aliran	39
4.2. Analisa Hasil Pengamatan Dan Pembahasan	55
4.2.1. Muatan Sedimen.....	55
4.2.2. Perubahan Bentuk Melintang Kelokan 90°	56
4.2.3. Lebar Saluran	56
4.2.4. Kedalaman Saluran Tiap-tiap Kelokan	57
4.2.5. Perhitungan Sedimen Menggunakan Rumus	60
4.2.6. Perubahan Bentuk Melintang Pada Kelokan 90° Terhadap Lamanya Aliran.....	70
BAB V PENUTUP.....	78
5.1. Kesimpulan	78
5.2. Saran.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Pembagian batuan sedimen berdasarkan ukuran.....	13
2.2. Harga Porositas.....	15
2.3. Skala Ukuran Partikel Berdasarkan American Geophysical Union.....	17
2.4. Kinematic Viscosity.....	21
4.1. Hasil uji coba sand feeder.....	37
4.2. Hasil Pengukuran Debit Air.....	38
4.3. Hasil Analisa Saringan.....	39
4.4. Data Keseimbangan Gerusan pada Saluran Akibat Aliran pada Q_1	40
4.5. Data Keseimbangan Gerusan pada Saluran Akibat Aliran pada Q_2	41
4.6. Data Keseimbangan Gerusan pada Saluran Akibat Aliran pada Q_3	42
4.7. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q_1 Sebelum Dialiri.....	46
4.8. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q_1 Sebelum Dialiri.....	46
4.9. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q_1 Sebelum Dialiri.....	47
4.10. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q_1 Sebelum Dialiri.....	47
4.11. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q_1 Sebelum Dialiri.....	47
4.12. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q_2 Sebelum Dialiri.....	48
4.13. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q_2 Sebelum Dialiri.....	48
4.14. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q_2 Sebelum Dialiri.....	48

4.15. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q ₂	
Sebelum Dialiri.....	49
4.16. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q ₂	
Sebelum Dialiri.....	49
4.17. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q ₃	
Sebelum Dialiri.....	49
4.18. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q ₃	
Sebelum Dialiri.....	50
4.19. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q ₃	
Sebelum Dialiri.....	50
4.20. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q ₃	
Sebelum Dialiri.....	50
4.21. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q ₃	
Sebelum Dialiri.....	50
4.22. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q ₁	
Setelah Dialiri.....	50
4.23. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q ₁	
Setelah Dialiri.....	50
4.24. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q ₁	
Setelah Dialiri.....	52
4.25. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q ₁	
Setelah Dialiri.....	52
4.26. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q ₁	
Setelah Dialiri.....	52
4.27. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q ₂	
Setelah Dialiri.....	53
4.28. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q ₂	
Setelah Dialiri.....	53

4.29. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q ₂ Setelah Dialiri.....	53
4.30. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q ₂ Setelah Dialiri.....	54
4.31. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q ₂ Setelah Dialiri.....	54
4.32. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 1 Q ₃ Setelah Dialiri.....	54
4.33. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 2 Q ₃ Setelah Dialiri.....	55
4.34. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 3 Q ₃ Setelah Dialiri.....	55
4.35. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 4 Q ₃ Setelah Dialiri.....	55
4.36. Koordinat Geometri, kedalaman, dan Lebar Saluran pada Pot. 5 Q ₃ Setelah Dialiri.....	56
4.37. Berat kering sedimen pada saat seimbang.....	56
4.38. Lebar saluran pada kelokan 90°.....	57
4.39. Kedalaman saluran pada kelokan 90°.....	59
4.40. Hasil Perhitungan Muatan Sedimen	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pola Alur Sungai	8
2.2. Proses Penggerusan dan Longsornya Tebing.....	9
2.3. Letak Gerusan dan Pengendapan pada Meander Sungai.....	10
2.4. Skematis Pengangkutan Sedimen.....	19
2.5. Grafik Tegangan Kritis Menghitung Bed Load dengan Rumus Duboy's.....	21
2.6. Diagram Shield's.....	22
2.7. Pintu Ambang Thompson.....	24
3.1. Skema Percobaan dan Pengolahan Data	27
3.2. Denah Layout Model Hidraulik	32
3.3. Detail Potongan Kelokan 90°	33
3.4. Uji Coba Sand Feeder.....	34
3.5. Penimbangan Sampel Pasir	34
3.6. Saluran Sebelum Pengaliran.....	35
3.7. Gambar Kelokan 90°	35
3.8. Saluran pada saat Pengaliran	36
3.8. Pengukuran Titik Koordinat.....	36
4.1. Grafik Hubungan antara Bukaannya pada Sand Feeder terhadap Banyaknya Pasir yang Keluar Selama 5 Menit.....	37
4.2. Grafik Hubungan Besarnya Debit terhadap Bukaannya Pompa	38
4.3. Grafik Hasil Analisa Saringan.....	39
4.4. Grafik Hubungan antara Berat Sedimen Tergerus Kering dengan Berat dari Sand Feeder terhadap Waktu Pada Debit I	44
4.5. Grafik Hubungan antara Berat Sedimen Tergerus Kering dengan Berat dari Sand Feeder terhadap Waktu Pada Debit II	44
4.6. Grafik Hubungan antara Berat Sedimen Tergerus Kering dengan Berat dari Sand Feeder terhadap Waktu Pada Debit II	45

4.7. Profil Melintang Saluran	46
4.8. Grafik hubungan lebar rata-rata saluran terhadap waktu	58
4.9. Grafik hubungan perubahan kedalaman sisi dalam dan luar kelokan 90° saluran terhadap waktu pada Q_1	59
4.10. Grafik hubungan perubahan kedalaman sisi dalam dan luar kelokan 90° saluran terhadap waktu pada Q_2	60
4.11. Grafik hubungan perubahan kedalaman sisi dalam dan luar kelokan 90° saluran terhadap waktu pada Q_3	61
4.12. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_1 pada potongan 1	71
4.13. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_1 pada potongan 2	71
4.14. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_1 pada potongan 3	72
4.15. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_1 pada potongan 4	72
4.16. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_1 pada potongan 5	73
4.17. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_2 pada potongan 1	73
4.18. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_2 pada potongan 2	74
4.19. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_2 pada potongan 3	74
4.20. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_2 pada potongan 4	75
4.21. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_2 pada potongan 5	75
4.22. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_3 pada potongan 1	76
4.23. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_3 pada potongan 2	76
4.23. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_3 pada potongan 3	77
4.24. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_3 pada potongan 4	77
4.25. Perubahan bentuk melintang kelokan 90° Q_3 pada potongan 2	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data-Data Hasil Pengujian
- Lampiran 2 : Gambar Perubahan Bentuk Saluran
- Lampiran 3 : Surat-surat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diantara proses geologi, air yang mengalir merupakan proses yang sangat penting bagi manusia. Manusia tergantung pada sungai sebagai sumber energi, transportasi, dan irigasi. Dan dataran sungai yang subur merupakan tempat yang paling baik untuk tempat tinggal manusia. Sebagai agen yang dominan untuk merubah bentang alam, aliran air telah membentuk lingkungan fisik manusia.

Meskipun manusia sangat tergantung pada air yang mengalir, namun tak sedikit sungai yang rusak karena ulah manusia. Pencemaran yang secara sengaja atau pun tidak disengaja sedikit demi sedikit membuat sungai menjadi tidak sesuai dengan fungsinya, yang seharusnya menyediakan air bersih untuk memenuhi kebutuhan manusia akan air bersih.

Beberapa permasalahan sungai yang diantaranya pencemaran seperti disebutkan di atas, ada pula pendangkalan dan penyempitan/pelebaran. Dari masalah yang terjadi pada sungai, salah satu yang menarik perhatian adalah terjadinya perubahan morfologi sungai, terutama pada arah melintang pada kelokan. Faktor yang mempengaruhi perubahan itu adalah antara lain dengan adanya pengikisan, sedimentasi, perubahan bentuk denah, dan perubahan alur.

Pada daerah aliran sungai dimana terdapat kelokan, pada debit tertentu akan mengakibatkan perubahan bentuk saluran karena penggerusan pada dasar sungai. Penggerusan terbesar terdapat pada tepi bagian luar kelokan dan pendangkalan akibat sedimentasi pada kelokan dalamnya. Hal ini terjadi karena kecepatan maksimum terdapat pada bagian luar kelokan. Perubahan bentuk tadi akan terjadi secara terus menerus sehingga tercapai keseimbangan pada sungai tersebut. Dimana pada saat seimbang ini saluran terlihat sudah mulai stabil. Perubahan lebar hampir tidak ada dan sedimen yang keluar dan masuk bisa dikatakan hampir sama.

Sehubungan dengan masalah tersebut, maka pada laporan penelitian ini akan diadakan suatu kajian laboratorium terhadap perubahan-perubahan yang mungkin terjadi pada dasar saluran pada tikungan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu masukan yang dapat membantu untuk memprediksi berapa lama terjadinya keseimbangan pada dasar sungai serta pendangkalan yang mungkin terjadi pada bagian-bagian tertentu pada sungai. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa variasi debit yang ditentukan dan elevasi dasar sungai yang bervariasi.

1.2. Perumusan Masalah

Sungai, seiring dengan waktu berjalan akan mengalami perubahan terhadap bentuk melintangnya. Bagian yang banyak mengalami perubahan adalah pada kelokan. Perubahan tersebut dapat berupa gerusan yang terjadi pada tikungan luar dan sedimentasi pada tikungan dalam. Gerusan dan sedimentasi tersebut dapat menimbulkan erosi tebing dan pelebaran saluran.

Permasalahan di atas mungkin saja dapat diatasi apabila kita dapat memprediksi kapan gerusan dan sedimentasi tersebut terjadi. Oleh karena itu maka kajian laboratorium ini untuk mengkaji sejauh mana aliran mempengaruhi perubahan bentuk saluran.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah :

- a. Mengetahui perubahan lebar saluran arah melintang pada kelokan 90° .
- b. Mengetahui perubahan kedalaman saluran arah melintang pada kelokan 90° .
- c. Mengetahui pengaruh lama aliran dan debit terhadap perubahan bentuk saluran.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam kajian ini pembahasan hanya dibatasi oleh :

- Lama aliran
- Debit aliran
- Hanya pada kelokan 90°

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, disusun menjadi beberapa bab pembahasan, yaitu :

Bab I : PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis memberikan gambaran mengenai latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian perubahan morfologi/bentuk melintang sungai melalui penggunaan model hidraulik.

Bab III: METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisikan prosedur kerja penggunaan model di laboratorium untuk mendapatkan parameter-parameter sungai yang mempengaruhi bentuk sungai.

Bab IV : HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan data-data yang didapat dari penelitian, dianalisa dan dicari hubungan antara debit, jari-jari, penggerusan, dan sedimentasi terhadap perubahan bentuk melintang sungai.

Bab V : PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan hasil analisa data-data yang telah dihasilkan dari percobaan melalui model hidraulik.

DAFTAR PUSTAKA

- Indratmo, Soekarno, Diktat Morfologi dan Hidrolika Sungai. Kelompok Bidang Keahlian Rekayasa Sumber Air, Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung, 1977.
- Jansen, P.PH, "Principles of Rivers Engineering", Pitman, London, 1978.
- Robert J Kodoatie, "Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa", Andi Yogyakarta, 2000.
- Rijn, L. Vm, "Principles of Sediment Transport In River, Estaries, and Coastal Sea", Aqua Publications, 1993.
- Schum, S. A, "Rivers Morfologi", Benchmark Paper in Geology, "Dowden Hatchinson and Ross Inc. Pennylavia, 1972.
- Simons, D, B and Senturk F, "Sediment Transport Technology Water and sediment Dynamics", Water Resource Publication.
- Legono, Joko, Teknik Sungai, Paskasarjana, Universitas Gajah Mada, 1999.
- Yiniarti, Ir, Dipl. He, "Diktat Kuliah Angkutan Sedimen", Program Pendidikan Spesialis I, Pengembangan Sumber Daya Air (PSDA) kerja sama dengan Dep. PU-ITB Bandung, 1997
- Verhoef, P. N. W, Geologi Untuk Teknik Sipil, 1994.