TUGAS PAPER
MATA KULIAH TEKNIK SUNGAI
RANGKUMAN BAB III & IV BUKU DASAR-DASAR TEKNIK SUNGAI
(OEHADIJONO, 1993)

Lilis Fitri Handayani ¹⁾ Nur Hidayah Annas ²⁾ Arvian A. F. P. Pangarso ³⁾ Adi Puja
Parman ⁴⁾ Alan Pomari ⁵⁾ Micha Leza Kole ⁶⁾
^{1), 2), 3), 4), 5), 6)} Mahasiswa/i Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

BAB III
PENGEMBANGAN TEKNIK SUNGAI DI INDONESIA

1. SEJARAH PERKEMBANGAN TEKNIK SUNGAI

Pekerjaan teknik sipil disungai yang tertua didunia adalah disungai Nil Mesir. Bangunan pertama berupa bendungan yang dibangun pada jaman pemerintahan Raja Menes $\pm$ 3.200 tahun sebelum Masehi. Sungai Nil sering mendatangkan bencana banjir, maka bangunan berikutnya berupa danau-danau buatan sebagai bangunan pengendali banjir yaitu sekitar $\pm$ 2.160 hingga 1.788 sebelum Masehi. Danau-danau buatan yang dikagumi hingga saat ini adalah danau Moeris dimana panjang keliling danau adalah $\pm$ 725 km. Pekerjaan teknik sipil di sungai pada masa itu tidak didukung ilmu maupun teori-teori dasarnya hanya berdasarkan naluri (instink) ahli pikir waktu itu. Jadi para teknisi hanya menerapkan kemahiran naluri berpikir dan aturan hukum ibujari dalam perencanaan maupun pelaksanaan pembangunan. Dengan manusia dapat membaca dan menulis serta mengamati fonomena alam, maka dari pengalaman-pengalaman yang lalu para teknisi memulai dengan mengembangkan teori a.as dasar pengalaman pekerjaan yang sudah selesai. Baru pada tahun $\pm$ 1.500 sesudah Masehi pada masa Leonardo da Vinci dinilai penerapan pengembangan ilmu teknik, bahwa alur sungai terjadi karena adanya siklus hidrologi secara alami sepanjang jaman. Dengan disepakati teori tersebut, maka pakar-pakar cenderung mengadakan penelitian secara serius dan terus menerus akhirnya mereka menyimpulkan bahwa rupa bentuk dan karakter sungai ternyata dibentuk bukan saja oleh siklus hidrologi tapi gejala-gejala faktor lainnya yaitu : iklim, geologi, geomorphologi, vegetasi dan sebagainya. Baru pada tahun 1970 dimulai merintis “ilmu teknik sungai” dengan didirikannya sebuah sekolah di Perancis yang di namakan : “ECOLE DES PONTS ET CHAUSSES” dikota Paris. Sampai dengan tahun 1950 perencanaan teknik persungai masih berdasarkan hukum ibujari dan filsafat dengan faktor keamanan yang sangat tinggi. Buku ilmiah pertama yang terbit dengan judul “RIVER MECHANICS” hasil karya editor H. W. Shen dari Colorado State University Amerika Serikat. Buku tersebut diterbitkan pada tahun 1971 dengan judul : Ilmu Teknik Sungai (*River Engineering Science*). Secara sistematis baru dikembangkan oleh pakar-pakar belanda. Buku ilmiah pertama yang terbit dengan judul “PRINSIPLES OF RIVER ENGINEERING” dibawah dean redaktur : P. Ph Yanes, L Van Bendegom, J, Van den Berg, M de Vriea dan A. Zanen. Mulai saat itu teknik sungai merupakan disiplin ilmu tersendiri sebagai subdisiplin ilmu pengairan. Hingga saat ini telah banyak karya tulis yang membahas ilmu teknik sungai tang diterbitkan. Oleh THE

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT WAGNINGEN. Negeri Belanda.

Di Indonesia pekerjaan Teknik sipil di sungai sudah dimulai pada tahun 528 Masehi. Yaitu pada kerajaan Tarumanegara. Pekerjaan tersebut berupa pembangunan saluran baru yang airnya diambil dari sungai Chandabhaga (sekarang sungai Bekasi) untuk keperluan ibukota Tarumanegara (Bekasi) Saluran baru itu bernama sungai Gomali dengan panjang 6.122 M. Pada jaman kerajaan Kahuripan dalam tahun 1037 Masehi, oleh Raja Airlangga membangun tanggul penangkis banjir sungai Brantas dan dapat dilaksanakan dengan sempurna dan kokoh. Dengan adanya dengan bebas banjir tersebut maka lahan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tambak ikan maupun pemukiman. Pengembangan teknik sungai yang modern yang dimulai pada tahun 1680. Pembangunan itu berupa saluran sedotan dari sungai Cisadane ke sungai Angke. Saluran tersebut dinamakan Mokervaart. Maksud dibangunnya saluran sodetan itu adalah menambah keperluan air minum di Jakarta, pengelontaran kota bagian bawah dan untuk lalu lintas air. Pada tahun 1918 oleh Prof. Ir. Van Breen dibangun saluran banjir (Banjir Kanaal) dari sungai Ciliwung untuk Mengamankan Kota Jakarta. Pada tahun 1852-1857 di Jawa Timur tepatnya di Mlirip (Mojokerto) pada sungai Brantas dibangun Bendung gerak Lengkong sebagai bangunan pengatur banjir. Bendung gerak kedua dibangun disungai Citarum tepatnya di Desa Walahar. Pada tahun 1880 pembangunan pengatur banjir sungai Cimanuk dengan saluran Rambatan. Pada tahun 1962 di bangun bendung sementara di Kedungsamak dan Kaliginding untuk keperluan daerah irigasi Tebu di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah. Pada tahun 1878 pembangunan bangunan pengatur banjir di daerah Demak Jawa Tengah juga dimaksudkan untuk keperluan, Kolmatase rawa di daratan Juana. Pada tahun 1902 dibangun daerah irigasi banjir Cahyana di Kabupaten Banjarnegara. Pada tahun 1910 diadakan normalisasi sungai Porong Surabaya. Pada tahun 1912 dibangun bangunan *Jetty* di Cokroyasan pada muara sungai Jali Kabupaten Porworejo dengan maksud supaya mulut muara sungai Jali tidak tertutup oleh pasir laut pada musim kering. Dengan selesainya perang dunia ke I dibangun secara besar-besaran pabrik gula di Jawa karena waktu itu ekspor gula merupakan primadona. Untuk menunjang pembangunan pabrik gula diperlukan unsur penunjang yaitu :

- a. Pusat Listrik Tenaga Air, guna mengoperasikan mesin-mesin.
- b. Jaringan irigasi untuk mengairi areal perkebunan tebu.

Kedua unsur penunjang pada sungai dibangun bendung atau bendungan dengan segala perlengkapannya seperti : Bangunan Pengambilan, Saluran Pembilasan atau Kolam Pengendapan Pasir, Saluran Pembawa Air, Pusat Pembangkit, Bangunan Pelimpas Banjir dan sebagainya.

Tahun 1920 dimulai pembangunan PLTA besar-besaran (ukuran waktu itu) yaitu PLTA Bengkok, PLTA Dago, PLTA Cipanunjang, PLTA Lamajan, PLTA Ubrug, PLTA Kracak di Jawa Barat, kemudian PLTA Tantang, PLTA Katenger di Jawa Tengah dan PLTA Sengguruh di Jawa Timur sampai pecah perang dunia ke II. Guna menunjang perencanaan teknis bangunan air disungai, akan telah dimulai pula kegiatan penunjang perangkat lunak (*software*) yaitu sebagai berikut :

- Pemasangan alat curah hujan dimulai sejak tahun 1879 di DAS Brantas dan sampai dengan perang dunia kedua meletus seluruh DAS di Jawa sudah terpasang semua walaupun belum lengkap.
- Pemasangan alat pengukur banjir juga dimulai pada sungai Brantas pada tahun 1882 sampai dengan meletusnya perang dunia ke dua pemasangan alat tersebut telah terpasang pada sungai-sungai yang potensial.
- Pembuatan peta topografi pada sungai-sungai yang potensial di Jawa sudah diambil sejak tahun 1885.
- Penyelidikan geologi pada sungai-sungai penting di Jawa sudah dimulai sejak tahun 1916.

Analisa penetapan debit banjir dengan metode Melchior bagi sungai-sungai penting di Jawa telah dimulai pada tahun 1895. Sungai-sungai penting di Jawa pada waktu itu adalah sebagai berikut :

1. Ciujung	8. Citarum	15. Serayu	22. Madiun
2. Cidurian	9. Cimanuk	16. Brogowonto	23. Brantas
3. Cisadan	10. Cipunegara	17. Progo	
4. Ciliwung	11. Cisanggarung	18. Tuntang	
5. Cianten	12. Citanduy	19. Lusi	
6. Bekasi	13. Pemali	20. Juana	
7. Cibeet	14. Comal	21. Bengawan Solo	

Di seluruh Indonesia terdapat sejumlah 1.288 buah sungai yang dinili potensial namun sampai dengan akhir Repalita V atau akhir PJPT 1 baru sejumlah 308 buah sungai yang dapat ditangani. Diantaranya sungai-sungai atau wilayah sungai yang menonjol adalah :

1. Krueng Aceh	8. Citarum	15. Progo
2. Arakundo	9. Cilimanuk-Cisanggarung	16. Bengawan solo
3. Wampu	10. Citanduy	17. Brantas
4. Ular	11. Serayu	18. Saddang Maloso
5. Bah Bolon	12. Kedu Seltan	19. Jeneberang
6. Asahan	13. Pamali Comal	
7. Ciliwung	14. Jratunseluna	

2. POTENSI TENAGA AIR DI INDONESIA

Berdasarkan kondisi topografi di Indonesia yang kaya raya dengan pegunungan-pegunungan dimana sungai-sungainya menyusuri lembah-lembah dengan kemiringan yang terjal. Dengan debit air yang cukup, dengan perbedaan ketinggian aliran maka sungai memiliki energi potensial yang dapat dipakai untuk membangkitkan turbin-turbin pembangkit listrik. Dari hasil studi yang dilakukan oleh PLN dari sejumlah 1.280 lokasi potensial tenaga air seluruh Indonesia yang teridentifikasi diperkirakan memiliki potensi energy sebesar 77.800 MW.

Irian Jaya memiliki sungai dengan potensi tenaga air yang sangat besar yaitu pada rencana PLTA sebagai berikut :

Memberamo I	=	3.610 MW
Idenburg	=	1.543 MW
Memberamo II	=	1.432 MW
Kayan II	=	2.188 MW

Sampai dengan akhir Maret 1993, daya terpasang seluruh Indonesia baru 2.907,295 MW. Ini berarti bahwa potensi tenaga listrik yang tersimpan seluruh Indonesia baru dimanfaatkan sebesar 3%. Mengingat bahwa dalam mengembangkan potensi tenaga air diperlukan data-data penunjang seperti, topografi, hidrologi, geomorphologi, geologi dan lain-lain serta data konsumen yang memerlukan, maka sangat diperlukan kegiatan survei berupa pengumpulan data penunjang tersebut. Hanya pulau Jawa saja yang dianggap data-data tersebut tersedia cukup, namun kalah bersaing dengan sumber energy primer lainnya seperti batu bara, solar, panas bumi dan nuclear. Satu dan lainnya karena pembangunan PLTA memerlukan studi yang lama, pembangunan lama dan biaya investasi tinggi walaupun setelah beroperasi biayanya sangat rendah.

3. PENGEMBANGAN TEKNIK SUNGAI DI INDONESIA

A. UMUM

Teknik sungai mencakup dua bidang kegiatan yaitu perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak akan mencakup kegiatan sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data penunjang (hidrologi, meteorology, topografi, geologi, morfologi, vegetasi dan sebagainya).
- b. Survei tambahan mengenai butir (a) diatas.
- c. Studi penjajangan (*reconnaissance study*).
- d. Studi kelayakan (*feasibility study*).
- e. Engineering design termasuk dokumen tender.
- f. Model test.

Perangkat keras akan mencakup kegiatan sebagai berikut :

- a. Pengaturan alur sungai.
- b. Pengaturan dasar sungai.
- c. Pengendalian tinggi muka air.
- d. Pengendalian banjir.
- e. Pengendalian sedimentasi.
- f. Pengendalian kualitas air.

Bangunan-bangunan pengatur yang bersifat permanen antara lain :

- Pelindung tebing.
- Tanggul.
- Krib.
- Dinding pemisah aliran.
- Bendung penutup pada cabang sungai.
- Bendungan (urugan, beton).

Bangunan-bangunan pengendalian yang bersifat permanen sesuai dengan fungsinya antar lain :

- Bendung tetap.
- Bendung gerak (klep, ayunan, silinder, segmen, dsb).

Pengendalian kualitas air mencakup penelitian kualitas fisik dan kualitas kimia unruk kegunaan air seperti : Air minum, tenaga air, irigasi, industry, pertanian, pariwisata dan sebagainya.

B. PERKEMBANGAN TEKNIK SUNGAI DI INDONESIA

a. Sebelum Penjajahan

Pada tahun 528 Masehi telah dimulainya pekerjaan di sungai berupa saluran air dimana airnya diambil dari sungai Chandraphaga (sekarang Bekasi). Pelaksanaan pekerjaan tersebut atas perintah raja Tarumanegara untuk keperluan air minum ibukota. Airnya waktu itu sangat jernih. Pada abad 10 pada jaman Empu Sendok dari kerajaan Ishana dibangun jaringan irigasi dimana airnya diambil dari anak cabang sungai Brantas. Nama saluran induknya adalah Harinjing (sekarang Serinjing). Pada abad 11 (tepanya mulai tahir, 1037 Masehi) dibangun tanggul penangkis banjir sungai Brantas, yaitu oleh raja Airlangga. Atas dasar pengalaman dari zaman Tarumanegara, Empu Sendok dan Airlangga, pekerjaan disungai semakain berkembang yaitu zaman kerajaan Majapahit, kerajaan Demak dan kerajaan Mataram. Pembangunan itu belum didukung oleh teori, jadi berdasarkan naluri yang kuat dari pakar waktu itu. Pekerjaan sungai waktu itu kepada pemanfaatannya untuk irigasi dan air minum serta tanggul disepanjang tebing alur sungai untuk melindungi terhadap bahaya banjir.

b. Selama Penjajahan

Pengembangan teknik sungai yang didukung oleh teori ilmiah dimulai pada tahu 1680 berupa saluran sodetan dari sungai Cisadane ke sungai Angke yang diamankan saluran *Mokervaart*. Berikut sidajikan bangunan sungai terkenal yaitu :

1. Bendung untuk irigasi.

Tahun 1857 – Lengkok	Tahun 1912 – Danawarih
Tahun 1859 – Glapan	Tahun 1917 – Rentang
Tahun 1862 – Kedungsamak	Tahun 1921 – Pamarayan
Tahun 1886 – Pekalen	Tahun 1936 – Benteng
Tahun 1905 – Congkar	Tahun 1930 – Pasar Baru
Tahun 1908 – Kepulungan	Tahun 1930 – Rancasumur
Tahun 1910 – Canguwang	Tahun 1929 – Suko Sewu
Tahun 1912 – Jati	Tahun 1925 – Walahar
2. Bendung untuk PLTA.
 - Tahun 1922 – Kracak
 - Tahun 1924 – Ubrug
 - Tahun 1926 – Bengkok
 - Tahun 1928 – Dago
 - Tahun 1930 – Jelok
 - Tahun 1931 – Lamajan
 - Tahun 1932 – Mendalan
 - Tahun 1932 – Siman
 - Tahun 1934 – Ketenger
3. Waduk-waduk untuk irigasi.
 - Tahun 1917 – Prijetan
 - Tahun 1926 – Setu Patok
 - Tahun 1926 – Gunung rawa
 - Tahun 1933 – Gembong
 - Tahun 1933 – Pacal
 - Tahun 1934 – Penjlin
 - Tahun 1940 – Malahayu

4. Waduk-waduk untuk PLTA.
Tahun 1930 – Cipanunjang
Tahun 1932 – Cileunca

Disamping yang disebutkan diatas pekerjaan-pekerjaan sungai lainnya adalah :

5. Saluran banjir berikut pintu-pintu pengatur yaitu : Melindungi kota-kota Jakarta – Surabaya – Semarang dan Solo.
6. Tanggul penangkis banjir disungai-sungai Brantas, Bengawan Solo, Tuntang, Serang, Serayu, Citanduy, Cimanuk, dan Citarum.
7. Sudetan di Bengawan Solo dan Kali Brantas.
8. Navigasi kali di Porong, kali Surabaya, Ciliwung, Citarum, Cimanuk, Musi, Batanghati, Asahan, Barito, Kapuas.

Bangunan-bangunan di sungai tersebut hingga saat ini masih utuh. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunannya didukung oleh ilmu dan teknologi yang maju.

c. Pembangunan Sejak Proklamasi Kemerdekaan

Pekerjaan disungai merupakan salah satu aspek daripada pembangunan “pengairan”. Karena setiap program pekerjaan disungai harus menjadi satu kesatuan perencanaan pengembangan wilayah dalam ruang lingkup pembangunan wilayah dan merupakan pembangunan jangka panjang secara menyeluruh dan terpadu. Pengembangan wilayah sungai adalah upaya mendayagunakan sumber-sumber air secara menyeluruh pada suatu wilayah pengembangan yang dikaitkan dengan DAS-DAS sekitarnya (*inter-basin*). Di Indonesia sampai dengan akhir tahun anggaran 1993/1994 baru 30% saja dari seluruh sungai yang ditangani pemerintah untuk dimanfaatkan berbagai macam tujuan. Demikian pula puluhan gunung berapi di Indonesia yang mempengaruhi karakteristik sungai, baru 4 gunung saja yang ditangani pemerintah yaitu : Gunung Merapi, Gunung Kidul, Gunung Semeru dan Gunung Agung.

Pekerjaan-pekerjaan sungai yang menonjol adalah sebagai berikut :

1. Bendungan Serbaguna.
Tahun 1976 – Jatiluhur
Tahun 1970 – Selorejo
Tahun 1972 – Karangates
Tahun 1976 – Riam Kanan
Tahun 1977 – Lahor
Tahun 1977 – Wlingi
Tahun 1978 – Sempor
Tahun 1979 – Parangjoho
Tahun 1980 – Wongiri
Tahun 1984 – Wadaslintang
Tahun 1985 – Kedongombo
Tahun 1987 – Bakaru
2. Sabo Dam dan Check Dam.
Tahun 1973 – Mandalan
Tahun 1975 – Toko

Dan terusan check dam yang di bangun oleh departemen pekerjaan umum dan gunung gulungan serta beberapa sungai yang banyak membawa puing-puing maupun sediman.

3. Tanggul-tanggul dikali Brantas, kali Porong, Bengawan Solo, Citanduy, Cimanuk, S. Ular, S. Wampu, S. Saddang, S. Jeneberang, S. Maloso dan sebagainya.
4. Krib-krib dan Lindungan Tebing.
Kali. Brantas, kali Porong, Bengawan Solo, Citanduy, Cimanuk, S. Ular, S wampu, S. Saddang, S. Jeneberang dan sebagainya.
5. Normalisasi Sungai.
Bengawan Solo, Kali Brantas, Sungai Musi, Sungai Batanghari, sungai Barito.

BAB IV

MORFOLOGI SUNGAI

1. PENGERTIAN

Morfologi sungai adalah ilmu yang mempelajari tentang : geometri, jenis dan perilaku sungai dengan segala aspek pembahasannya dalam dimensi ruang dan waktu. Dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling berkaitan. Sifat-sifat sungai sangat dipengaruhi oleh luas dan bentuk daerah aliran sungai serta kemiringan sungai. Indonesia terdiri dari pulau-pulau khususnya Sumatera, Jawa, dan Sulawesi yang terdiri dari lebih 70% berupa pengunungan yang berakibat DAS tidak luas, kemiringan alur sungai cukup tajam. Data-data mengenai morfologi sungai merupakan salah satu dari beberapa jenis data hidraulik yang diperlukan dalam desain adalah yang berkaitan dengan hidraulika bangunan teknik sipil. Beberapa macam pekerjaan sipil dibidang persungai yaitu :

- Perbaikan dan pengaturan sungai.
- Pemanfaatan air sungai untuk berbagai tujuan.
- Pengembangan wilayah sungai.
- Perbaikan dan pelestarian lingkungan sungai.
- Navigasi.

Teknik sungai memberikan gambaran mengenai berbagai macam sifat sungai dan berdasarkan pengetahuan ini maka peranan perencanaan bangunan dan pekerjaan sipil menjadi sangat penting dengan tujuan pemanfaatan air sungai maupun sungainya sendiri. Berbagai bidang ilmu pengetahuan seperti topografi, meteorologi, morfologi, geologi, hidrologi, hidrolika dan mekanika tanah serta teknik konstruksi berperan utama dalam penanganan teknik persungai dengan maksud agar sungai-sungai dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kehidupan masyarakat. Walaupun demikian karena karakter sungai berbeda-beda dan cenderung memiliki sifat khusus, maka desain dan metode pelaksanaan pekerjaan mungkin akan berbeda antara sungai satu dengan sungai lainnya. Demikian pula penanganan perbaikan atau pengembangan sungai, metode yang diterapkan di bagian hulu akan berbeda dengan dibagian hilir, bahkan perbaikan tebing kanan kemungkinan akan berbeda pula. Secara umum dapat dikatakan bahwa studi mengenai morfologi sungai adalah bentuk mencoba menguraikan

mengenai tipe-tipe raut muka (*typical features*) dari pada sungai-sungai. Bentuk raut muka sungai dibentuk oleh tiga dimensi yaitu :

- Pengaruh waktu kewaktu.
- Pengaruh air yang membawa endapan (*sediment*) maupun puing-puing (*debris* atau *foins*)..
- Pengaruh fenomena alam.

Sudah banyak yang menulis mengenai morfologi sungai, namun sedikit sekali yang menyiapkan lukisan dalam bentuk buku pegangan. Umumnya yang ditulis itu pendapat-pendapat dari pakar geologi, karena itu pendekatannya melalui fenomena geologi. Yang terkenal di dunia ada handbook yang ditulis oleh “Leopold” pada tahun 1964, dan kemudian oleh “Schumm” pada tahun 1972.

2. UNSUR MORFOLOGI SUNGAI

Unsur morfologi yang harus diketahui sebagai penunjang kegiatan desain bangunan teknik sipil adalah : fenomena dan karakter sungai, parameter fenomena sungai serta dimensinya. Geometri atau bentuk sungai data berubah dalam dimensi ruang baik horizontal maupun vertikal dan waktu dari akibat daripada perubahan morfologi sungai. Kondisi morfologi yang cenderung selalu berubah harus dipelajari secara rutin dan teratur juga dipantau dengan menerus. Data-data hasil studi dan pemantauan dijadikan bahan pendukung untuk keperluan desain, konstruksi (pembangunan), eksploitasi dan sistem pemeliharannya baik untuk bangunan-bangunannya maupun sungainya sendiri.

3. PERUBAHAN MORFOLOGI SUNGAI

Perubahan morfologi sungai yang distudi serta sebagai data pendukung pekerjaan desain menyangkut aspek-aspek sebagai berikut :

- a. Geometri (bentuk) sungai.
- b. Hidograf.
- c. Hidrolika.
- d. Angkutan sedimen.
- e. Geoteknik.
- f. Lingkungan dan sebagainya.

A. GEOMETRI SUNGAI

Studi geometri sungai akan mencakup pembuatan peta topografi, alur, palung dan lembah. Potongan-potongan horizontal dan vertikal diperlukan pada lokasi yang kemungkinan atraktif untuk dikembangkan. Adapun data-data yang diperlukan adalah :

- Panjang sungai.
- Lebar sungai.
- Elevasi.
- Kemiringan.
- Sudut belokan.
- Azimuth.
- Arah arus

Data-data tersebut diperoleh dengan cara pengukuran di lapangan. Pengukuran lapangan dapat dilaksanakan secara :

- Pengukuran teriris.

- Foto udara.
- Foto radar.

Kemudian dari hasil pengukuran dibuat peta topografi yang berguna untuk membuat peta lokasi pengembangan sungai. Selanjutnya dapat dibuat penampang dan melintang sungai yang diperlukan. Biasanya selama mengadakan pengukuran tanah untuk membuat peta topografi juga diadakan penyelidikan-penyelidikan lainnya seperti : kualitas air, sedimen, koefisien, pengaliran dan sebagainya.

B. HIDOGRAF

Hidograf merupakan salah satu luaran dari hidrologi di dalam DAS yang sangat penting sebagai data penunjang kegiatan desain. Data-data yang dimaksud adalah :

- Debit puncak (peak discharge).
Jangka waktu untuk mencapai debit puncak.
- Kecepatan naik dan turunnya pengaliran.
- Volume banjir.
- Volume pengaliran.
- Tinggi muka air.

Pengaliran itu perlu di pertimbangkan terhadap pengaruh geometri sungai, terutama di daerah-daerah dimana batuannya mudah tererosi, sering terjadi banjir-banjir besar, daerah-daerah yang gundul dan sebagainya. Pengaliran kecil perlu di pertimbangkan terhadap ketersediaan air bagi rencana pemanfaatan air bagi tujuan-tujuan tertentu (listrik irigasi, industri, air minum, navigasi, dan sebagainya) serta sistem eksploitasi dan pemeliharaan.

C. HIDROLIKA

Dibedakan menjadi hidrolika sungai dan hidrolika bangunan.

1. Hidraulika sungai.

Air sungai dapat menunjukkan gejala diam dan mengalir. Air yang mengalir dapat menjadi sifat-sifat : laminar, turbulen, pusaran, loncatan, menghantam dan sebagainya. Air mengalir karena adanya perbedaan tinggi, semakin besar volume air dan semakin besar perbedaan tingginya, maka tekanan airnya semakin besar. Jelaslah bahwa pengaliran itu kecuali mengakibatkan tenaga geseran terhadap dinding yang bersinggungan juga tenaga gerusan kikisan. Karena itu pengaliran di sungai dapat menyeret partikel dasar sungai, tergantung dari jenis tanah atau batuan. Apabila arah pengaliran sungai berubah atau karena terhalang oleh benda-benda, maka akan dapat dilihat dengan jelas arah hidrauliknya. Pengaliran itu berupa tenaga angkut dan tenaga angkat sedimen. Angkutan sedimen itu dapat berupa muatan dasar dan muatan layang. Faktor sedimen meliputi jenis material, diameter butiran dan volume persatuan waktu. Akibat angkutan sedimen yang ikut mengalir berarti gaya seret menjadi lebih besar apabila kemiringan sungai besar, lazim disebut degradasi. Namun apabila pengalirannya lambat maka butiran yang berat-berat diendapkan terlebih dahulu. Pengendapan sedimen lazim disebut aggradasi. Degradasi berarti penurunan dasar alur sungai atau dasar palung sungai. Parameternya adalah panjang, lebar, dan

dalam. Agradasi berarti kenaikan dasar alur sungai atau dasar palung sungai. Parameternya adalah : panjang, lebar, dan tinggi (tebal). Mengingat bahwa arah pengaliran itu tergantung pada kondisi lama, maka arah itu menjadi sembarangan, sehingga mengakibatkan berbagai macam tenaga yaitu :

- Penggerusan lokal pengaliran terhadap struktur dasar sungai.
- Pengerowongan tebing sungai akibat aliaran helikoidal, aliran spiral atau pusaran air. Akibatnya tebing sungai dapat longsor.
- Angkutan material lain berupa biotis, abiotis, dan bahan-bahan kimia.
- Penghanyutan material oleh rembesan-rembesan pada tebing sungai.
- Karakter sungai dapat membentuk sungai menjadi meander atau berjaln. Sungai meander adalah bentuk sungai yang sinusoidal (berliku-liku) didataran dan memanjang. Sungai berjaln (braided river) adalah bentuk kombinasi sungai di dataran yang banyak jumlahnya.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi morfologi sungai adalah :

- Tempat dan tipe semua bangunan teknik sipil.
- Pengaruh lingkungan seperti : pembabatan atau pembakaran hutan, penambangan.
- Pengaruh kelautan yaitu : air mengandung garam (saline water), sadimentasi dan erosi karena pengaruh gelombang dan angin laut, arus laut dan pasang surut.
- Pengaruh gempa bumi, letusan gunung berapi, angin topan.

2. *Hidraulika Bangunan*

- Struktur bangunan air harus di perhitungkan terhadap penentuan bentuk hidroliknya dan dalam hal ini harus diperhitungkan pula perubahan morfologi sungai dan sifat hidrauliknya.
- Sifat hidraulik bangunan mengacu kepada rumus-rumus yang menyatakan antara fenomena dan parameter aliran. Apabila terdapat beberapa rumus gunakan rumus-rumus tersebut dan pilihlah mana yang paling aman.
- Rumus-rumus hidrolika bangunan di dapatkan secara teoritis juga secara empiris. Rumus-rumus tersebut mengenai : banjir, koefisien run off, perkolasi, lengkung hidrograf, gelombang, kavitasi, kapasitas spillway, peredaman energi, penggerusan, tekanan hidrostatik, tekanan sedimentasi, gaya angkat (uplift) dan sebagainya.
- Bentuk bangunan kecuali di kaji dengan rumus desain hidrolik, tapi juga harus dikaitkan dengan morfologi sungai. Oleh karena itu dimensi bangunan maupun bentuk hidrolik bangunan harus di uji melalui penyelidikan laboratorium juga penyelidikan dilapangan.

Kesimpulan daripada butir 1, 2, 3 adalah : pengaruh morfologi sungai dengan segala perubahannya akibat kegiatan pembangunan dan produknya harus dipertimbangkan dalam desain bangunan pada tingkat keamanan dan risiko.

DAFTAR PUSTAKA

Oehadijono.(1993). *Dasar Dasar Teknik Sungai*. Jakarta: Universitas Hasanuddin.