TUGAS PAPER
MATA KULIAH TEKNIK SUNGAI
RANGKUMAN BAB XIII APLIKASI TEORI TEKNIK
SUNGAI PADA PEKERJAAN BANGUNAN TEKNIK SIPIL
BUKU DASAR DASAR TEKNIK SUNGAI (OEHADIJONO, 1993)

Achmad Jafar¹⁾ Gufron Ardiansyah²⁾ Muhammad Ramadhan³⁾

^{1) 2) 3)} Mahasiswa/iProdi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

BAB XIII

**APLIKASI TEORI TEKNIK SUNGAI PADA PEKERJAAN BANGUNAN
TEKNIK SIPIL**

6. NAVIGASI

1. PENGANTAR

Semakin modern kehidupan manusia, kebutuhan akan transportasi semakin meningkat. Transportasi tidak hanya saja untuk penumpang, tetapi juga ternak, komoditi dan produk industri. Pemasangan komoditi perdagangan dengan fasilitas transportasi yang nyaman dan handal akan menjamin kelancaran arus perdagangan, bahkan akan meningkat volume barang maupun penumpang. System transportasi dibedakan antara :

- Transportasi darat : Jalan, jalan baja (Railway), ban berjalan (belt conveyor), jalan kabel (cable way), Jalan pipa (pipeline).
- Transportasi air : Danau, danau buatan, laut, sungai dan saluran buatan.
- Transportasi udara : Kapal terbang, balon.

Yang dibahas dalam tulisan ini adalah transportasi sungai atau navigasi (pelayaran). Menurut sejarah transportasi sungai di dunia sudah dimulai sejak 4.000 tahun sebelum masehi dan hingga saat ini masih memegang peranan penting. Dengan perkembangan ilmu teknologi, maka teknik sungai menjadi disiplin ilmu tersendiri. Transportasi sungai kecuali menunjang kelancaran arus barang dan penumpang juga akan meningkatkan kegiatan ekonomi. Dalam tulisan ini tidak dibahas mengenai armada pelayaran, fasilitas pelayaran maupun keselamatan pelayaran. Karena ilmu-ilmu tersebut telah memiliki disiplin ilmu tersendiri. Pokok bahasan pada navigasi sungai diutamakan tentang pelayaran, jarak jauh dan ditinjau dari segi ekonomi teknik (engineering economic) serta keselamatan pelayaran kapal. Dari hasil pengamatan selama 2 dekade di Eropa diperoleh perbandingan biaya pengangkutan melalui sungai, jalan baja (kereta api) dan jalan raya adalah = 1:4:10. Akhir-akhir ini harga bahan bakar minyak (BBM) cenderung naik, maka angkutan melalui sungai akan menjadi menarik (attractive). Di Eropa dijumpai pula transportasi komoditi melalui saluran pipa dan ternyata lebih murah. Hanya saja komoditi melalui saluran pipa (pipeline) terbatas pada komoditi yang berupa cairan.

Di Eropa sepanjang daerah alur pelayaran sungai Rhine dijumpai berbagai jenis transportasi yaitu: saluran pipa, jalan baja (rail road), jalan darat (road way), dan alur pelayaran. Data terakhir (1991) menunjukkan bahwa angkutan barang melalui pelayaran sungai Rhine mencapai 200 jut ton/tahun. Transportasi melalui sungai atau saluran buatan merupakan salah satu

alternative dari system transportasi. Keuntungan dari pada transportasi sungai adalah dapat mengangkut sejumlah barang yang jauh lebih banyak dari pada menggunakan system transportasi lainnya atau dengan kata lain transportasi sungai memiliki keunggulan komparatif. Namun demikian study kelayakan (feasibility study) perlu dikerjakan terlebih dahulu sebelum menginjak pada tahap implementasi. Studi tersebut harus dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi baik regional maupun nasional.

2. PENGATURAN (PERBAIKAN) SUNGAI UNTUK NAVIGASI.

Pengaturan atau perbaikan saluran pada sungai harus diperhatikan atau dipertimbangkan tentang permintaan (demand) dari konsumen terhadap biaya perunit dari jumlah cargo yang akan diangkut dan dibandingkan dengan system transportasi lainnya (pipa, kereta api, dan truk), dengan demikian akan memperoleh satu persaingan yang sehat. Pemecahan yang optimal (optimum solution) harus berdasarkan biaya yang diperkirakan akan dikeluarkan untuk perbaikan sungai (river improvement), biaya operasi dari armada per ton serta biaya pemeliharaan saluran. Secara umum dapat dikatakan bahwa peningkatan investasi pada pekerjaan di sungai (riverworks) akan mengurangi biaya operasi, karena :

- Kapal mengangkut dapat digunakan yang ukurannya lebih besar.
- Kapal-kapal yang saat ini dipakai akan lebih efisien dan pemakainnya lebih lama.

Hal ini karena ada jaminan bahwa saluran pada sungai yang telah diperbaiki lebar dan kedalamannya memenuhi persyaratan teknik pelayaran. Kemungkinan lain kecuali efisien, maka navigasi akan diperoleh juga keuntungan hal-hal sebagai berikut.

- Penyempurnaan desain kapal yang berkaitan dengan akar pelayaran.
- Pelayanan pemanduan (pilot service) lebih mantap.
- Pelayanan patrol berupa pelampung pelayaran (buoyage) pada batas-batas alur saluran dapat dipasang sesuai standar spesifikasi yang diminta.
- Penunjang navigasi seperti : radar, mercu suar, telekomunikasi.

3. DESAIN KAPAL DAN KLASIFIKASI.

Yang dimaksud desain kapal dalam teknik sungai adalah bagaimana menyeleksi hubungan antara dimensi kapal-kapal terhadap pekerjaan sungai. Desain kapal dimaksudkan untuk menentukan dimensi alur pelayaran (saluran) terhadap macam-macam ukuran kapal yang diperkirakan akan berlalu lalang. Adapun dimensi saluran (alur pelayaran) dibatasi oleh keperluan navigasi hal-hal sebagai berikut :

- Kedalaman saluran
- Lebar saluran
- Radius saluran
- Kecepatan arus saluran
- Gelombang

Yang dimaksud dengan klasifikasi adalah alur pelayaran yang memiliki karakteristik adalah alur pelayaran yang memiliki karakteristik saluran yang mampu mengakomodasikan lalu lalang karakteristik saluran yang mampu mengakomodasikan lalu lalang untuk kelas-kelas tertentu dari kapal.

Adapun desain kapal adalah dimensi spesifik kelas kapal yang direncanakan untuk keperluan mendesain pekerjaan-pekerjaan di sungai. Hal ini tidak berarti bahwa kelas-kelas kapal yang lebih besar kelasnya tidak boleh belajar pada waktu muka air sungai tinggi yang memungkinkan kapal tersebut lewat. Demikian pula pada waktu muka air rendah sudah tentu kelas kapal yang sudah di desain boleh saja lewat dengan mengurangi muatan.

4. TIPE KAPAL

Pada bab ini hanya membahas tipe kapal yang sangat umum saja bagi keperluan dasar perencanaan umum di pekerjaan sungai khususnya pekerjaan sipil. Pembahasan yang lebih rinci diberikan dalam mata kuliah Navigation Engineering di Jurusan Perkapalan. Bagi keperluan pekerjaan sipil di sungai yang harus diketahui adalah tipe kapal sebagai berikut :

a. Bargas bermesin sendiri

Pada dasarnya untuk keperluan transportasi yang cepat dan relative untuk mengangkut cargo-cargo yang mahal. Bargas bermesin sendiri tidak hanya untuk transportasi sungai. Tetapi juga cocok untuk transportasi sungai, tetapi juga cocok untuk transportasi di pantai-pantai. Bargas ini diperlukan sebagai kapal untuk sungai maupun saluran buatan terutama adanya pengaruh gelombang.

b. Iring-iringan bargas yang didorong.

Iring-iringan bargas yang didorong oleh kapal bermesin yang disebut kapal penghela atau dalam bahasa inggris disebut tug boat. Jumlah bargas yang didorong tergantung pada kekuatan kapal penghela (besarnya PK) dan beratnya muatan. Namun secara umum rata-rata kapal penghela mendorong 6 bargas, walaupun kadang-kadang dijumpai tug boat mendorong sampai 8 bargas dalam arah pengaliran ke hilir (downstream). Menurut pengalaman system transportasi ini menghemat bahan bakar, tenaga kerja dan biaya pembangunan per ton km (construction cost per ton km). diperlukan NAKODA professional dan berpengalaman. Berikut disajikan contoh 3 formasi irng-iringan bargas yang didorong oleh kapal 3 formasi iring-iringan bargas yang didorong oleh kapal penghela (tug boat). Lihat gambar 73 sbb :

GAMBAR 73

FORMASI 1 :

Dua bargas atau lebih didorong oleh tugboat.

FORMASI 2 :

Dua berdempet didorong oleh tugboat.

FORMASI 3 :

Dua bargas mengapit tugboat dan mendorong 2 bargas yang ada didepanya.

c. Iring-iringan bargas yang ditarik.

Iring-iringan bargas yang ditarik oleh kapal penghela (tug boat), ternyata biaya pembangunan per ton km lebih mahal dari pada iring-iringan bargas yang didorong. Kendali semacam itu mengakibatkan kurang diminati oleh pengusaha. Walaupun iring-iringan bargas yang ditarik oleh

tugboat masih terlihat disana-sini, tapi jumlahnya sangat sedikit dan cenderung akan hilang.

5. CONTOH NAVIGASI SUNGAI NIGER.

Perbaikan alur sungai untuk keperluan navigasi pada dasarnya berdasarkan permintaan atas kesibukan (kepadatan) lalu lintas kapal yang diperkirakan akan terjadi untuk masa yang akan datang, yaitu 5 tahun s.d 25 tahun. Misalnya saja perbaikan alur sungai Niger di Nigeria, industry pengecoran besi dan baja didekat kota Ajaokuta yang jaraknya dari pelabuhan Harcourt 560 km dan dari pelabuhan warri (daerah delta) sungai Niger 430 km. (Lihat gambar 71).

Bahan baku biji besi (iron ore) disamping mengambil dari dalam negeri juga direncanakan tambahan impor dari luar negeri. Kebutuhan bijih besi impor untuk tahap I (5 tahu pertama) direncanakan 360.00 ton pertahun. Pada tahap ke II kebutuhan ijih besi impor akan naik menjadi 2.500.000 ton. Dari pabrik pengfecoran besi tersebut akan dikembangkan menjadi produk-produk baja seperti, baja profil, besi beton dan pipa. Produk-produk tersebut akan di transportasikan dari kota Ajaokuta kepelabuhan Harcourt dan pelabuhan Warri serta kota Lokoja. Alur penyiaran dari Warri ke Lokoja desain kapal adalah : iring-iringan bargas tiap unit dengan formasi = 2 x 2 bargas + tugboat (pusher). Adapun dimensinya sebagai berikut :

- Panjang formasi = 150 m
- Lebar rasuk = 21 m
- Muatan kosong (draught looded) = 2,5 m

Dari persyaratan tersebut diatas, maka alur pelayaran yang diminta oleh perencana (designer) menjadi :

- Lebar dasar alur pelayaran = 80 m – 90 m
- Jari-jari lengkung (bend radius) = 450 m – 600 m
- Kedalaman air yang tersedia se-kurang-kurangnya
- (Least Avaliable death = LAD) = 2,5 m

Untuk pelayaran di daerah pedalaman diperhitungkan jaminan waktu pelayaran untuk 10 bulan. Apabila terjadi adanya pendangkalan alur pelayaran harus disediakan mesin keruk (dredging machine). Untuk pelayaran dari lokasi O nya kepelan=buhan Harcowit, walaupun kedalaman dan lebar memenuhi syarat, tetapi sungai itu berbentuk meander dimana belokannya tajam, maka panjang formasi dibatasi hannya 40 m saja.

Dimensi dari armada (formasi bergas dan pusher) dimana komposisinya sudah ditetapkan harus menjamin kelancaran suplai bijih besi maupun produk baja yang saling menunjangmg yaitu antara lain:

- Suplai bijih besi impor di pelabuhan Harcourt dimana secara teratur waktu dan jumlahnya yang didatangkan dari luar negeri menggunakan kapal samudera (ocean going vessles).
- Suplai produk baja dari pabrik pengecoran baja di Ajaokota yang dikirim melalui kota Niger ke pelabuhan Harcourt dan pelabuhan Warri.
- Suplai bijih besi impor di pelabuhan Harcourt dimana secara teratur waktu dan jumlahnya yang didatangkan dari luar negeri menggunakan kapal samudera (Ocean-going vessles).

- Suplai produk baja dari pabrik pengecoran baja di Ajaokota yang dikirim melalui sungai Niger ke pelabuhan Harcourt dan pelabuhan warri.
- Tersedianya gudang-gudang penyimpanan bijih besi (open storage) dan penyimpanan produk baja (open storage dan shut storage) di pelabuhan Ajaokota, pelabuhan Warri dan kota Lakoja. Demikian pula kota-kota Lokaja, Indah, Illushi, Onitsha dan kota Omuya.

Kota-kota tersebut adalah tempat pengumpulan bijih besi lokal, serta keperluan produk-produk baja di pelabuhan.

- Rasio bongkar muat dari bijih besi dan produk baja terhadap iring-iringan bargas terutama kedalaman air.
- Peralatan lainnya seperti bongkar muat, belt conveyor, truk-truk dan sebagainya.
- Tersedianya fasilitas pelabuhan, keselamatan pelayaran dan komunikasi.

6. PINTU AIR NAVIGASI (NAVIGATION LOCKS)

a. Pengertian Lock

Sungai-sungai besar yang sudah dinormalisasi dituntut kedalaman tertentu yang diperlukan untuk pelayaran (navigasi). Disamping itu banyak pula sungai-sungai besar difungsikan kecuali untuk pelayaran, juga untuk tenaga listrik. Untuk menjamin kelancaran navigasi, maka dapat diatasi dengan membangun struktur khusus yang disebut pintu air untuk navigasi (lock).

Tipe pintu untuk navigasi bermacam-macam yaitu : ambang pintu air (mitre, engsel (hinged), luncur (sliding), angkat tegak (vertical lift), tenggelam dengan as horizontal, petak (sector) dengan as vertikal, pembalikan (reversed) dan lain- lain. Sistem pengisian air dalam lock biasanya menggunakan katup (value) yang diangkat keatas. Kupu-kupu atau katup slinder. Pintu darurat umumnya digunakan balok penahan (stop logs). Ruangan yang ditutup (kolam) harus di desain sedemikian rupa sehingga stabil, terutama akibat gaya-gaya yang bekerja seperti, hidrodinamik, benturan kapal, tekanan tanah, air tanah dan gaya hidrodinamik keatas. Ruang bebas harus ditambahkan sekurang-kurangnya 1,00 m keatas untuk kapal-kapal besar yang melewati lock tersebut, sedangkan sekelilingnya antara 1 hingga 5 m untuk kapal yang panjang. Pintu sebelah hulu biasanya lebih rendah (pendek) daripada pintu disebelah hilir, karena evaluasi muka air memang berbeda. Pada waktu pengisian dan pengurangan ruangan nlock akan selalu terjadi pengaliran yang tidak seragam (unsteady flow) tidak hanya terjadi didalam ruangan lock, tetapi juga pengaliran yang menuju lock, karena itu bergas-bergas, perahu maupun kapal harus diikat erat-erat. Gaya-gaya hidronamik pada waktu pengisian lebih besar dari pada waktu pengurangan. Tergantung dari pda ukuran dan cara pengambilan lock-lock, lock dapat dikategorikan pada 4 macam yaitu:

- 1) Lock dengan pengisian dan pengosongan langsung melaluio pintu-pintu. Metode ini dipergunakan untuk lock ukuran kecil dan menengah.
- 2) Lock dengan pengisian tidak langsung dengan menggunakan fasilitas gorong-gorong (culvert) yang lokasinya pada sisi-sisi dinding lock dan didasar lock yang dihubungkan dengan ruangan lock dimana desain pengeluaran pengalihan harus dihitung dengan cermat.
- 3) Lock dengan ukuran besar baik lebar panjang dan kedalaman air didesain untuk digunakan bagi kapal-kapal besar. Pada lock ini

perbedaan muka air disebelah hulu lock dan disebelah hilir lock adalah besar (high heads). Karena itu cara mendesain terusan menjamin agar selama pengisian dan pengosongan, dibuat agar penyebaran pengaliran harus merata diseluruh lock.

- 4) Lock dimensi kombinasi antara pengisian langsung dan tidak langsung.

Contoh lihat gambar 71

b. Lock dengan Pengisian Langsung

Lock untuk beda tinggi rendah sampai medium ($H < 12 \text{ m}$) mempunyai dimensi lebar $B = 12 \rightarrow 24 \text{ m}$ panjang $L = 120 \rightarrow 230 \text{ m}$. Bentuk umum berupa prismatik dengan dinding vertikal dan sarung lock padat (solid) yang seluruhnya dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak. Lock-lock yang tua dilengkapi dengan pintu di atas dengan pembukaan dan penutupan yang langsung dipasangkan pada pintu (gambar 72). Untuk lock-lock yang baru merupakan penyempurnaan pintu yang lama dimana pintu-pintu bagian hulu dapat berputar dengan sumbu putar horizontal atau dapat menggunakan pintu luncur (gambar 71 a.d) proses pembukaan pintu merupakan pengisian langsung harga lebih murah dan pemeliharaannya sederhana. Metode lain cara pengisian lock menggunakan pintu sektor (sektor gate) seperti contoh pada gambar 71 e.

c. Pengisian dan Pengosongan Tidak Langsung

Cara pengisian dan pengosongan tidak langsung dimana $H > 12 \text{ m}$ ukuran lebar paling pendek $B = 12 \text{ m}$ dengan dilengkapi suatu gorong-gorong (culvert) yang panjang baik dinding sisi atau pada dasar lock. Gambar 71 c dan d, gorong-gorong terletak pada dasar lock. Banyak sistem di dunia konstruksi pengisian dan pengosongan lock yang tidak dibahas dalam naskah ini. Lock dengan ukuran besar yaitu lock Bag Springs di sungai Tennessee USA. Dengan dimensi $H = 26,04 \text{ m}$, $B = 33,52 \text{ m}$ dan $L = 182,33 \text{ m}$.

7. Pelabuhan Sungai

a. Umum

Dengan adanya transportasi melalui sungai diperlukan terminal pemberhentian yang disebut pelabuhan (inland port). Pelabuhan mempunyai beberapa fungsi yaitu :

- 1) Melayani bongkar (unloading) dan muat (loading) dan muat dari kapal ke pelabuhan dan sebaliknya.
- 2) Melayani bongkar muat barang dari kapal ke perahu atau bargas.
- 3) Melayani bongkar muat barang cair (minyak, aspal cair)
- 4) Melayani arus naik turun penumpang atau ternak.

Untuk tidak mengganggu kegiatan satu dan lainnya maka pelabuhan itu dibagi-bagi menjadi zona-zona sesuai dengan jenis barang, antara lain : zona biji tambang (ore), zona hewan, dan zona bunker bahan cair dan sebagainya.

Untuk menjaga keamanan dan keselamatan penumpang seluruh zona pelabuhan harus dipagar, sedangkan jalur arus kegiatan harus memiliki sendiri. Cara menentukan besar kecilnya pelabuhan sangat tergantung dari pada jumlah kapasitas pemindahan (transfer capacity) barang dan

penumpang baik berdasarkan statistik arus barang dan penumpang 10 tahun yang lalu dan 10 tahun yang akan datang.

b. Fasilitas Pelabuhan

Fasilitas pelabuhan dalam rangka menunjang pelayanan terhadap pemakai jasa pelabuhan terdiri dari :

- Dermaga
- Tambatan
- Gudang pemupukan barang
- Lapangan pemupukan barang
- Bunker cairan dan bunker air
- Jaringan jalan
- Jalan kereta api dan stasiun
- Alat bongkar muat
- Terminal penumpang
- Perkantoran
- Lapangan parkir kendaraan
- Kapal untuk pelayanan pemanduan
- Truk pemadam api
- Peralatan keamanan

c. Jenis Pelayanan

Arus barang dapat dikategorikan menurut fungsinya yaitu :

- Antar negara (impor dan ekspor)
- Antar pulau (bongkar dan muat)
- Bahan bakar minyak dan LNG

Demikian pula harus diperhatikan untuk arus penumpang dan hewan termasuk dan peti kemas. Dari uraian tersebut maka jenis pelayanan diklasifikasikan sebagai berikut :

- Pelayanan samudera (asing dan nasional)
- Pelayanan nusantara (antar pulau)
- Pelayanan local (masuk kepedalaman = hulu sungai)
- Pelayanan khusus.

Pelabuhan besar diindonesia hingga saat ini yaitu

- Pelabuhan Banjarmasin di sungai Barito (Kalimantan Selatan)
- Pelabuhan Martapura di sungai Martapura (Kalimantan Selatan)
- Pelabuhan Palembang di sungai Musi (Sumatera Selatan)

d. Penentuan Kapasitas Pelabuhan

Dalam menentukan besarnya atau luasnya zone pelabuhan, di samping dituntut adanya alur sungai pelayaran yang memenuhi standar internasional, juga ditentukan oleh kapasitas pemindahan (transfer capacity) barang dan penumpang.

Untuk Pelabuhan kecil, dapat langsung dibangun dermaga itu pada tebing sungai dengan pertimbangan sedikit-dikitnya tiga perahu dapat berjajar dan bargas untuk barang dapat berputar leluasa.

Untuk pelabuhan sedang (medium), dapat dibangun agak menjorok dari tebing sungai dengan pertimbangan alur sungai dapat dilayani dua

kapal dengan bebas lalu lalang sesuai dengan standar kapal yang diijinkan masuk. Umumnya kapal dengan bobot mati maksimum 4.000 DWT (Dead Weight Ton).

Untuk pelabuhan besar, apabila memenuhi persyaratan pada alur sungai terdapat zone untuk berlabuh sementara sambil menunggu perijinan dan Syahbandar untuk merapat, adanya alur sungai khusus untuk lalu lintas navigasi keluar masuk pelabuhan, dan kapal yang akan merapat didorong/ditarik oleh kapal khusus (tugboat).

Cara menentukan lokasi pelabuhan sangat tergantung dari kondisi setempat yang distudi dari segala aspek, dan yang menentukan adalah aspek ekonomi. Pelabuhan besar juga ditentukan adanya fasilitas barang yang menggunakan langsung maupun tidak langsung cara penanganan mekanik (fully replaced by discontinus or continuous mechanical handling) yaitu dengan conveyor belts, pneumatic conveyors dan pompa, terutama untuk memindahkan benda-benda cair.

Karena pada saat ini memasuki jaman canggih, maka untuk pelabuhan-pelabuhan baru harus dilengkapi dengan fasilitas pergudangan yang modern termasuk system handling mekanik dan otomatis. Untuk barang-barang yang kelengasan tinggi dilengkapi dengan bangunan beratap serta pengangkutannya harus digunakan kran diatas. Terpisah dari zone kegiatan handling tersebut yang jaraknya cukup jauh adalah bangunan tanki yang mudah terbakar.

Seluruh kegiatan pelabuhan harus dimonitor dari kantor khusus yang computerized baik untuk control jarak jauh maupun untuk memproses data.

DAFTAR PUSTAKA

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