



# FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KEGAGALAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN YANG SERING TERJADI

Wawan Witarnawan

## RINGKASAN

Kegagalan dari suatu bangunan bawah jembatan di dalam masa pelayanannya dapat diakibatkan oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut dapat timbul sewaktu bangunan bawah masih dalam tahap perencanaan, pelaksanaan maupun akibat faktor lingkungan luar yang mempengaruhinya.

Dari pengalaman, diskusi-diskusi dengan Instansi yang terkait serta dari bahan bacaan yang ada, maka penulis mencoba untuk menyusun faktor-faktor penyebab kegagalan bangunan bawah jembatan, akibat-akibat yang ditimbulkannya serta cara-cara penanggulangannya di dalam bentuk sangat bersahaja (pointers) dengan harapan agar lebih mudah untuk dimengerti.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan di dalam tulisan ini, untuk itu saran dan koreksi dari pembaca sangat diharapkan.

## 1. DEBIT BANJIR :

Debit bajir sering melampaui debit banjir rencana, karena :

- Kurang diperhatikannya kondisi daerah aliran sungainya dengan unsur-unsur : Topografi, geologi/keadaan tanah, penggunaan lahan/tanah (Vegetasi) dan sebagainya yang mempengaruhi angka koefisien pengaliran (*run off*)
- Kapasitas jembatan menjadi sempit/berkurang akibat terjadinya agradasi dasar sungai di samping akibat hambatan aliran oleh sampah, batang-batang pohon yang hanyut dan sisa bangunan pembantu pelaksanaan jembatan.

### Akibat/Resiko ;

Jembatan dapat runtuh mendadak akibat *over topping* dan tekanan aliran yang sangat besar.

### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Desain kriteria penentuan debit banjir rencana perlu diperhatikan dengan seksama sehubungan dengan kondisi daerah aliran sungainya.
- Dilihat dari segi hidraulik bangunan bawah jembatan dapat digolongkan sebagai bangunan air sehingga di dalam perencanaan teknisnya harus memenuhi desain kriteria hidrolis secara cermat di samping desain kriteria bangunan sipilnya.

- Memelihara kelancaran aliran sungai khususnya di bawah jembatan dengan memperhatikan desain kriteria hidrolisnya. Arah aliran sungai dari udik ke hilir diusahakan sesuai dengan arah pangkal dari pilar jembatan.
- Kapasitas lewat kolong jembatan harus dapat melewati debit banjir rencana, dengan tinggi jagaan (*free board*) yang cukup bebas untuk dapat melewati sampah, batang-batang pohon yang hanyut.

## 2. KONSTRUKSI PENGAMAN :

Konstruksi pengaman bangunan bawah jembatan terhadap aliran sungai dan angkutan sedimen sering tidak masuk dalam paket desain dan pelaksanaan pembuatan konstruksi jembatan, padahal dilihat dari segi hidraulika bangunan bawah jembatan dapat digolongkan sebagai bangunan air yang dalam perencanaan teknisnya kriteria hidrolis harus dipenuhi di samping kriteria bangunan sipilnya sendiri.

### Akibat/Resiko ;

Bila kemudian konstruksi pengaman bangunan bawah jembatan terhadap aliran sungai dan angkutan sedimen menjadi terlupakan, sering menimbulkan aliran-aliran sekunder yang mengakibatkan terjadinya penggerusan lokal di sekitar bangunan bawah jembatan, sehingga kestabilan bangunan bawah jembatan akan terganggu. Apabila jembatan dibangun pada sungai yang masih mengalami proses degradasi yang aktif, karena tidak diperhatikannya keadaan tersebut,



maka penggerusan lokal yang terjadi di sekitar kaki bangunan bawah jembatan menjadi lebih besar dan akan membahayakan kestabilan bangunan bawah jembatan.

#### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Sedapat mungkin konstruksi pengaman bangunan bawah jembatan terhadap aliran sungai dan angkutan sedimen, apabila memang diperlukan dimasukkan dalam paket desain dan pelaksanaan pembuatan konstruksi jembatan.
- Terhadap jembatan yang mempunyai kecenderungan, sedang atau sudah mengalami masalah akibat aliran sungai dan angkutan sedimen (penggerusan lokal, degradasi dan sebagainya), supaya segera dibangun/dipasang konstruksi pengamannya.
- Di dalam perencanaan teknis dari konstruksi pengaman bangunan bawah jembatan tersebut harus memenuhi desain kriteria hidraulisnya.

### 3. SIFAT PERILAKU ALIRAN SUNGAI :

Kurang dipahami oleh sebagian perencanaan jembatan mengenai sifat perilaku aliran sungai dengan segala aspek perubahan # permasalahannya dalam dimensi ruang dan waktu, sehingga desain kriteria dari morfologi sungai dengan parameter-parameternya kurang/belum diperhatikan, diantaranya menyangkut :

- Keadaan medan dari daerah aliran sungai dengan unsur topografi, geologi/keadaan tanah, penggunaan tanah dan sebagainya, yang berpengaruh terhadap koefisien pengaliran dan angkutan sedimen.
- Keadaan material dasar sungai, palung, tebing dan lembah sungai yang dipengaruhi oleh keadaan geologinya.
- Keadaan hidrologi di palung sungai dengan parameter: debit (Q), tinggi air (h) sebagai fungsi dari waktu (t) atau hidrograph.
- Keadaan hidraulika di palung sungai yang dipengaruhi oleh: hidrologi palung, keadaan bentuk dan ukuran palung, kekasaran palung dengan parameter aliran debit (Q) tinggi air (h), kecepatan aliran (v), tekanan (p) dan gaya geser ( $\tau$ ).
- Keadaan angkutan sedimen dengan segala masalahnya seperti: erosi medan, degradasi, sedimentasi, abrasi, longsor tebing, *bank caving*, *local scouring*, *meandering*, *braiding* dan sebagainya.
- Pengaruh timbal balik antara bentuk dan ukuran struktur yang mengganggu aliran de-

ngan perubahan sifat dan parameter dinamis sungai.

- Pengaruh kelautan seperti : Gelombang, pasang, pasang surut, kegaraman, angkutan sedimen di pantai/muara dan sebagainya.

#### Akibat/Resiko ;

- Apabila kedalaman pondasi tidak ditentukan berdasarkan kriteria-kriteria desain hidrolis (penggerusan lokal, degradasi, arah aliran, longsor tebing dan sebagainya), maka kestabilan bangunan bawah jembatan akan terganggu/terancam.
- Apabila dengan adanya jembatan bukaan aliran sungai menjadi lebih sempit, sehingga dalam hal material dasar sungai tidak mudah tergerus (tanah keras) akan mengakibatkan terjadinya pelimpasan (*over topping*), sehingga tekanan aliran akan bertambah besar dan kestabilan bangunan bawah jembatan dapat terancam.
- Dalam hal material dasar sungai mulai tergerus (tanah lunak) akan terjadi degradasi dasar sungai dan local scouring yang cukup berat sehingga kestabilan bangunan bawah jembatan akan terancam.
- Bila lokasi jembatan berada pada bagian sungai yang berpindah-pindah (*braided river*), maka akan timbul bahaya gerusan pada salah satu sisi kaki bawah jembatan, sehingga kestabilan bangunan bawah jembatan akan terganggu.

#### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Di dalam penentuan lokasi, lebar bentang jembatan, jenis dan kedalaman pondasi, bentuk pilar/kepala jembatan selain dihitung kekuatannya terhadap beban lalu lintas dan tekanan tanah, perlu diperhitungkan pula aspek-aspek morfologi sungainya (desain kriteria hidrolis).
- Di dalam perencanaan jembatan perlu diadakan pengamatan dan pendataan mengenai kondisi medan daerah aliran sungai, kondisi dan keadaan material dasar, angkutan sedimen, sifat aliran dan sebagainya secara seksama, agar di dalam perencanaan teknisnya aspek-aspek yang berpengaruh dapat diperhitungkan secara baik dan menyeluruh.
- Dalam hal jembatan terpaksa harus dibangun pada bagian sungai yang selalu berpindah-pindah (*braided river*), maka perlu dibuat konstruksi perkuatan tebing (*revetment*).



#### 4. ASPEK YANG MEMPENGARUHI :

Terpakunya sebagian perencana jembatan terhadap pengalaman-pengalaman terdahulu tanpa memperhatikan dan mempertimbangkan aspek-aspek hidrolis, hidrologis, perubahan lingkungan dan sebagainya yang berpengaruh pada perubahan sifat-sifat dan parameter dinamis sungai (morfologi sungai)

##### **Akibat Resiko :**

Bila bentuk, ukuran, kedalaman pondasi pilar dan kepala jembatan dibuat secara sama tanpa mengindahkan lokasi jembatan, situasi/kondisi tanah, serta aliran sungai yang ada, maka kestabilan bangunan bawah akan cepat terganggu.

##### **Penanggulangan/Pencegahan ;**

Pada setiap perencanaan jembatan hendaknya harus selalu diperhitungkan pada segala aspek yang berpengaruh dan selalu dipenuhi semua desain kriteria yang berkaitan dengan kestabilan konstruksi jembatan, termasuk juga desain kriteria hidrolis, mengingat keadaan morfologi sungai yang berbeda antara sungai yang satu dengan sungai yang lainnya dan antara lokasi yang satu dengan lainnya.

Untuk melindungi jembatan-jembatan yang secara hidrolis keadaannya kurang menguntungkan, maka perlu dibuat konstruksi pengaman bawah jembatan terhadap aliran sungai dan angkutan sedimen.

#### 5. KETERBATASAN BIAYA :

Terbatasnya biaya baik untuk konstruksi jembatan sendiri maupun untuk konstruksi bangunan pengaman yang diperlukan.

##### **Akibat/Resiko :**

- Bentang jembatan pendek, sehingga mengakibatkan lebar bukaan aliran sungai di bawah jembatan menjadi lebih kecil sehingga kapasitas lewat bawah jembatan akan kecil, hal ini dapat mengakibatkan perubahan parameter aliran yaitu: tinggi air (h), kecepatan (v) dan tekanan (p) yang akhirnya terjadi gerusan lokal, degradasi dasar sungai. Pada debit besar kemungkinan jembatan akan runtuh.
- Pondasi pilar/kepala jembatan tidak/kurang dalam dan tidak sesuai dengan kondisi setempat, sehingga tidak dipenuhinya desain kriteria hidrolis (dalam penggerusan lokal, degradasi dan sebagainya). Hal ini dapat mengakibatkan kestabilan bangunan bawah jembatan terancam.

##### **Penanggulangan/Pencegahan ;**

Biaya yang diperlukan untuk pengamanan jembatan tersebut tidak hanya diperhitungkan terhadap nilai dari konstruksi jembatan itu sendiri tetapi harus diperhitungkan terhadap nilai fungsi dari jembatan tersebut.

#### 6. PERUBAHAN LINGKUNGAN :

Terjadinya perubahan lingkungan baik oleh alam itu sendiri maupun perubahan akibat kegiatan manusia.

##### **Akibat/Resiko :**

- Bila perubahan terjadi pada vegetasi di daerah aliran sungai, maka koefisien aliran akan berubah.
- Sehingga debit air sungai akan lebih besar dari debit rencana.
- Bahan-bahan hanyutan yang dibawa aliran berbeda. Hal di atas akan menimbulkan berubahnya aliran sungai dan angkutan sedimen disertai tekanan aliran banjir yang lebih besar yang dapat meruntuhkan jembatan.
- Bila terjadi penggalian/pengambilan bahan di sekitar lokasi jembatan, maka pola aliran sungai akan berubah dan degradasi dasar sungai yang lebih besar akan terjadi. Dengan demikian penggerusan setempat di sekitar kaki pilar dan kepala jembatan akan bertambah besar sehingga kestabilan bangunan bawah jembatan akan terganggu.

##### **Penanggulangan/Pencegahan ;**

- Perlu diadakan pendataan kembali terhadap pola dan jenis vegetasi di daerah aliran sungai dikaitkan dengan debit yang akan terjadi.
- Perlu diadakan pengukuran dasar sungai secara berkala untuk mencegah keruntuhan jembatan.
- Melarang pengambilan/penggalian bahan di sekitar lokasi jembatan dengan menentukan batas minimum ke arah udik maupun ke arah hilir.
- Perlu reboisasi pada *catchment area* di hulu sungai serta melakukan pencegahan dan pengawasan terhadap perusakan hutan.
- Perlu kerjasama antar instansi yang terkait dengan pengawasan terhadap kerusakan hutan.



## 7. PERUBAHAN RENCANA :

Adanya perubahan rencana di lapangan

### Akibat/Resiko ;

Bila perubahan tersebut mengakibatkan keamanan konstruksi menjadi lebih kecil, maka umur dari jembatan akan lebih pendek dari umur rencana.

### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Setiap perubahan rencana di lapangan perlu di informasikan/diasistensikan kepada perencana.
- Perlu dibuat "*as built drawing*" dari konstruksi yang dikerjakan di lapangan.

## 8. AKURASI DATA :

Data-data hasil penyelidikan tanah tidak seksama dan tidak tepat, sebagai contoh misalnya :

- Jumlah titik penyelidikan tanah kurang mewakili evaluasi secara keseluruhan.
- Peralatan yang tidak memadai sehingga tidak dapat menembus lensa.
- Tidak diberikan saran-saran dan alternatif pemecahan sesuai dengan situasi dan kondisi daerah setempat.

### Akibat/Resiko ;

Perencanaan/perhitungan yang tidak mantap, banyak didasarkan pada anggapan-anggapan atau pendekatan.

- Perencana akan mengambil koefisien keamanan terlalu besar karena kekhawatirannya bangunan bawah/jembatan runtuh, hal ini mengakibatkan perencanaan yang tidak ekonomis.
- Tidak tepatnya pemilihan jenis/macam pondasi.
- Penggantian jenis/material pondasi sering mengakibatkan kerugian material dan keterlambatan waktu pelaksanaan.

### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Perlu pengamatan yang seksama/terus menerus selama pelaksanaan pondasi sehingga bila terjadi penyimpangan- penyimpangan dapat diketahui secara dini.
- Perlu penyelidikan tanah kembali dengan peralatan yang lebih memadai untuk memastikan jenis pondasi yang paling sesuai. Untuk lebih akurat titik penyelidikan tanah dapat dilaksanakan pada lokasi bangunan bawah.

- Kemungkinan diperlukan percobaan pembebanan (*loading test*) untuk mengetahui daya dukung yang mendekati kebenaran.

## 9. PETUNJUK PELAKSANAAN:

Kurang memahami pentingnya pedoman-pedoman pelaksanaan pada detail konstruksi yang ada.

Sebagai contoh misalnya :

- Alat pancang yang dipergunakan tidak memadai, terlalu kecil atau terlalu besar.
- Pemancangan yang dipaksakan untuk mengejar kelendering pemancangan sekecil mungkin.
- Cara pelaksanaan pemancangan yang salah (arah dan lokasi pemancangan, penyambungan tiang, tanah tidak digali terlebih dahulu dan lain-lain).

### Akibat/Resiko ;

- Tiang pancang tidak menembus lapisan keras di samping daya dukungnya tidak mencukupi, hal ini sangat berbahaya bila terjadi *scouring* pada dasar sungai.
- Sering terjadi kerusakan pada tiang pancang (retak, bengkok, pecah tiang pancang tidak terpakai dan sebagainya).
- Terjadi kesulitan pada pemancangan sehingga panjang tiang tidak merata.
- Bisa mengakibatkan waktu pelaksanaan.

### Penanggulangan/Pencegahan ;

- Cara dan petunjuk pelaksanaan perlu dicantumkan dalam design/gambar perencanaan.
- Pemilihan/penggunaan peralatan yang tepat.
- Bila peralatan yang memadai tidak ada/sulit didapatkan, segera didiskusikan dengan designernya untuk segera diadakan penyesuaian design.
- Perlu pengawasan yang ketat, sehingga keterlambatan waktu bisa ditekan semaksimal mungkin.

## 10.KONSULTAN SUPERVISI:

Tenaga Konsultan Supervisi yang ditempatkan di lapangan kurang berpengalaman dan tidak cukup jumlahnya.

### Akibat/Resiko ;

- Karena kurangnya pengawasan, mutu bahan yang dipergunakan/dibuat tidak terkontrol.
- Mutu dan hasil-hasil pelaksanaannya pun tidak terkontrol.

- Untuk dapat mencapai mutu yang diharapkan/direncanakan, perlu adanya perubahan-perubahan design (revisi), sehingga penambahan biaya pelaksanaan seringkali tidak dapat terelakan lagi.
- Bila terlambat menanganinya bisa berakibat fatal (terjadi *sliding*, miring, hanyut dan sebagainya).
- *Time schedule* tidak tepat lagi (mundur).

#### **Penanggulangan/Pencegahan ;**

- Tenaga-tenaga konsultan supervisi harus betul-betul berpengalaman dalam bidang teknik jembatan (perencanaan, geoteknik dan lain-lain, sesuai dengan *technical proposalnya*).
- Jumlah tenaga konsultan supervisi juga harus memadai/cukup sehingga pengawasan di lapangan lebih sering terkontrol.
- Pada waktu pelaksanaan pekerjaan bagian jembatan yang sifatnya primer dan merupakan kunci dari pada tahap pekerjaan- pekerjaan selanjutnya, tenaga-tenaga utama dari konsultan supervisi harus berada dan petugas di lapangan untuk melakukan pekerjaan pengawasan secara ketat.

#### **11.CHEEKING SEBELUM PELAKSANAAN :**

Sebelum pelaksanaan proyek jembatan dimulai, tidak diadakan *cheeking* kembali pada pengukuran dasar sungai. (karena sesuatu hal, peil dasar atau lebar sungai sudah mengalami perubahan).

#### **Akibat/Resiko ;**

- Ketinggian Sub struktur berubah, bisa mengakibatkan revisi pada pondasinya.
- Bentang jembatan bertambah.
- Biaya bertambah.
- Waktu pelaksanaan bertambah.

#### **Penanggulangan/Pencegahan ;**

Jauh sebelum proses tender, adanya perubahan-perubahan pada sungai yang bersangkutan, dapat dilaporkan kepada *designer* yang menangani perencanaan teknisnya.

#### **Penulis:**

*Ir. Wawan Witarnawan, Msc lulusan jurusan Sipil ITB tahun 1980 dan program S2 Jalan Raya ITB tahun 1984. Bekerja di Pusat Litbang Jalan sejak tahun 1980 sekarang sebagai pejabat (fungsional) peneliti pada Bidang Konstruksi Bangunan Pelengkap Jalan.*

