

KETIDAKSTABILAN TIMBUNAN OPRIT JEMBATAN AKIBAT DAMPAK PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAN POLA ALIRAN SUNGAI

M. Eddie Sunaryo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan
Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan,
Kementerian Pekerjaan Umum

Abstract

Development of infrastructure projects need to consider two aspect, namely structural strength and user comfortable. This includes bridge ramp embankments should fulfill stability criteria and bridge lifetime. There are a number of cases showing the decreasing stability level caused by several factors and the most important caused by changing land use pattern and river flows regime that affected stability of bridge construction, such as embankment, pillars, and retaining walls. In selecting the right method to be implemented, evaluation and analysis based on relevance problems are needed.

Keywords: infrastructure, strength of structure, comfortable, river flow regime

Abstrak

Dalam pembangunan infrastruktur, perlu mencermati dua hal, yaitu masalah kekuatan konstruksi dan kenyamanan bagi penggunaannya. Demikian halnya dengan konstruksi timbunan, seperti oprit jembatan, yang harus memenuhi kriteria stabilitas sesuai dengan umur rencana jembatan. Dalam beberapa kasus terjadinya penurunan tingkat stabilitas disebabkan oleh beberapa faktor penyebab, antara lain yang utama akibat perubahan tata-guna lahan dan perilaku pola aliran sungai, yang pada akhirnya mempengaruhi stabilitas bangunan utamanya seperti abutment dan pilar jembatan serta bangunan penahan lainnya. Dalam memilih metode penanganan yang perlu diimplementasikan diperlukan evaluasi dan analisis yang berawal dari relevansi permasalahan dengan faktor-faktor tersebut.

Kata-kata kunci: infrastruktur, kekuatan konstruksi, kenyamanan, pola aliran sungai

PENDAHULUAN

Perancangan dan pelaksanaan timbunan jalan di daerah tanah lunak perlu mempertimbangkan aspek stabilitas terhadap gaya yang bekerja. Aspek stabilitas ini mencakup keseimbangan antara beban, baik beban akibat berat sendiri maupun beban lalu lintas, terhadap kemampuan kuat geser lapisan tanah pendukungnya. Permasalahan yang terjadi pada timbunan untuk oprit jembatan menjadi lebih kompleks karena pengaruh perilaku sungai yang perlu diperhitungkan dengan seksama dan teliti karena beberapa kejadian yang terjadi pada oprit jembatan diakibatkan oleh permasalahan yang disebabkan oleh perilaku sungainya. Permasalahan yang terjadi pada timbunan oprit jembatan dapat berakibat pada ketidakstabilan abutmen jembatannya yang mengalami deformasi sehingga akan berdampak pada stabilitas kekuatan tiang pendukungnya. Deformasi yang terjadi pada abutmen jembatan dapat berakibat terganggunya stabilitas dan bergerak ke arah sungai sehingga akan berpengaruh pada perletakan dan gelagar jembatan yang berada di

atasnya. Berdasarkan pengamatan terhadap beberapa kasus deformasi abutmen jembatan, terdapat 2 (dua) tipe keruntuhan abutmen jembatan, yaitu: (1) abutmen jembatan terdorong bagian atasnya sehingga gelagar jembatan terdorong ke arah sungai, dan (2) abutmen jembatan terdorong bagian bawahnya sehingga gelagar jembatan bertendensi untuk terlepas dari kedudukannya.

Untuk kasus abutmen jembatan terdorong bagian atasnya, hasil pengamatan menunjukkan keruntuhan timbunan akibat beban timbunan oprit jembatan ditambah beban lalu lintas yang melebihi batas yang dapat didukung oleh abutmennya. Sedangkan kasus terdorongnya abutmen jembatan bagian bawah terjadi akibat berkurangnya tahanan lateral yang mendukung beban oprit jembatan dan lalu lintas. Dengan melihat pola ketidakstabilan abutmen jembatan tersebut, perlu dievaluasi dan dianalisis faktor penyebabnya yang sangat mempengaruhi karena kedua kondisi tersebut dapat terjadi, baik pada saat konstruksi selesai maupun pada saat masa pelayanannya.

Daerah-daerah seperti Kalimantan dan beberapa daerah yang umumnya diketahui bahwa aliran sungai juga dipengaruhi oleh arus pasang surut dan naiknya permukaan air secara signifikan, perlu dicermati dengan seksama, terutama bila direncanakan untuk membangun konstruksi timbunan oprit yang tinggi. Konstruksi timbunan oprit yang tinggi ini pada dasarnya diperlukan sebagai persyaratan ruang bawah jembatan untuk lalu lintas air sehingga tipikal moda transportasi sungai yang sesuai dengan kebutuhan dapat melaluinya.

Terdorongnya bagian bawah abutmen jembatan akibat berkurangnya gaya penahan lateral ini diakibatkan oleh perubahan pola aliran sungai dibahas di tulisan ini dengan mengevaluasi dan menganalisis faktor penyebabnya. Dalam pengamatan terhadap beberapa kejadian yang terjadi, baik dari kajian literatur maupun dari permasalahan yang terjadi, pengaruh terdorongnya abutmen jembatan bagian bawah ini berdampak pada patahnya pondasi tiang pendukungnya. Dalam mengatasi permasalahan terganggunya abutmen jembatan yang demikian perlu dilakukan kajian yang tidak hanya dari sudut geoteknik tetapi juga dari sudut permasalahan hidrolika keairan.

TANAH PROBLEMATIK

Deposisi Keberadaan Tanah Problematik

Tanah problematik diketahui dari *morphology* atau keberadaannya dan dapat ditemukan di pegunungan atau perbukitan. Bila dilihat dari proses pembentukannya dapat dijumpai di dataran sebagai tanah yang terbentuk dari *alluvial deposit* dan kadang-kadang dijumpai di sela-sela perbukitan yang dicirikan sebagai lembah atau dikenal dalam berbagai literatur sebagai *bogs*, yang merupakan daerah cekungan yang mencirikan lembah.

Alluvial deposit ini terbentuk dari proses transportasi yang dipengaruhi oleh proses pembentukan satuan geology batuan dasar dan dipengaruhi oleh kondisi geohidrologinya, yang keberadaannya perlu diketahui baik pada masa lampau maupun pada saat akan dibangunnya infrastruktur yang direncanakan. Karakteristik *properties* tanah problematik

yang berupa *alluvial deposit* ini dipengaruhi oleh tingkat dekomposisinya tipe geologi batuan dasar pada proses pembentukannya.

Karakteristik Propertis Tanah Problematic

Panduan Geoteknik1 (Depkimpraswil, 2002) memberikan definisi tanah lunak sebagai tanah-tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara seksama dapat menyebabkan problem ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang. Tanah lunak tersebut merupakan bagian dari tanah problematic, dengan cakupan lainnya tanah ekspansif. Tanah lunak mempunyai sifat kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi. Depkimpraswil (2002) membagi tanah lunak ke dalam dua tipe, yaitu lunak yang umumnya mengandung kadar lempung cukup tinggi (organik dan nonorganik) dan tanah gambut. Perbedaan antara tanah lunak, tanah gambut, dan tanah ekspansif yang mempunyai *properties* berbeda walaupun dikelompokkan dalam tanah problematic diperlihatkan pada Tabel 1 dan proses metode untuk mengidentifikasi dan cara pengenalan karakteristiknya diperlihatkan pada diagram alir yang terdapat pada Tabel 2.

Keberadaan tanah problematic dan tanah gambut terkait dengan kadar abu. Bila diperhatikan dari klasifikasi, menurut SNI dan beberapa acuan klasifikasi asing seperti ASTM dan AASHTO, Von Post (1980) mengklasifikasi tanah gambut lebih detail sebagai H-1 sampai dengan H-10, dengan memperhatikan kandungan dan dekomposisi seratnya.

Tabel 1 Hubungan dan Perbedaan kelompok Tanah Problematic antara Tanah Lunak, Tanah Gambut, dan Tanah Ekspansif (Sunaryo, 2013)

Tanah Lunak	Tanah Gambut	Tanah Ekspansif
1. Kuat geser sangat kecil dan kompresibilitas sangat tinggi.		1. Sifat kembang-susut dengan perbedaan yang sangat tinggi.
2. Tanah lunak ini biasanya terdiri dari tanah kohesif yang bercampur dengan material organik dan gambut.		2. Kuat geser sangat kecil dan kompresibilitas sangat tinggi.
3. Umumnya dijumpai pada daerah dataran rendah dan merupakan endapan sedimen lokal atau endapan yang berasal dari pembusukan tumbuhan dan material endapan pantai/danau.		3. Menimbulkan masalah sebagai dasar pondasi, baik jalan maupun bangunan lainnya.
4. Ketebalan tanah lunak ini dapat mencapai 30 sampai dengan 40 meter.		4. Menimbulkan masalah lereng galian/timbunan dan sulit diantisipasi.
5. Dijumpai di daerah perbukitan, misalnya pada daerah konfergen, sehingga dapat diidentifikasi sebagai daerah yang labil.		

Tabel 2 Nilai Karakteristik Tanah Problematic (Tanah Lunak dan Gambut)

Nilai Sondir dan N-SPT vs Konsistensi			Nilai N-SPT vs Kepadatan dan ϕ			
Consistency	N	Qu (kPa)	N	Compactness	Relative Density (%)	ϕ°
Very Soft	0 to 2	< 25				
Soft	2 to 4	25 to 30				
Medium Stiff	4 to 8	50 to 100	0 to 4	Very Loose	0 - 15	< 28
Stiff	8 to 12	100 to 200	4 to 10	Loose	15 - 35	28 - 30
Very Stiff	15 to 30	200 to 400	10 to 30	Medium Dense	25 - 65	30 - 36
Hard	> 30	> 400	> 50	Very Dense	> 85	> 41

Ketidakstabilan Timbunan Oprit dan Dampak yang Diakibatkan

Konsistensi tanah lunak yang diketahui mempunyai nilai daya dukung rendah dapat dilihat dari interpretasi hasil uji N-SPT dan Dutch Cone Penetrometer (Sondir) yang diperlihatkan pada Tabel 2 dan Gambar 8. Dengan memperhatikan kondisi tersebut dapat diketahui bahwa tanah akan menimbulkan permasalahan stabilitas subgrade yang akan mempengaruhi konstruksi lapisan perkerasan yang berada di atasnya, dan stabilitas subgrade, yang berupa konstruksi timbunan, yang terganggu karena menurunnya Faktor Keamanan (FK) Global karena berada di atas tanah lunak yang sangat kompresibel dan mempunyai daya dukung rendah.

Permasalahan ketidakstabilan timbunan oprit jembatan ini berdampak sangat besar karena umumnya dibangun dengan ketinggian yang dirancang untuk dapat mengakomodasi lalu lintas yang lewat di bawahnya. Kemantapan timbunan oprit sebagai bagian infrastruktur jalan dan jembatan perlu diimplementasikan berdasarkan analisis dan evaluasi yang hasilnya dapat memenuhi persyaratan dalam mengadopsi lalu lintas tanpa suatu kendala.

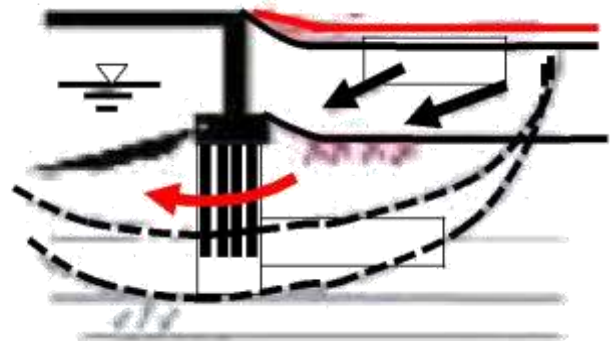
Dampak yang berasal dari ketidakstabilan timbunan oprit jembatan dapat dilihat pada kejadian-kejadian berikut:

1. Terjadi penurunan yang tiap tahun perlu di-*rising* atau di-*overlay* atau dilakukan penambahan lapisan beraspal sebagai wujud pemenuhan persyaratan standar pelayanan minimum bagi pengguna jalan, yaitu aman dan nyaman. Untuk kejadian penurunan timbunan oprit, agar memenuhi standar pelayanan minimum berlalu lintas perlu dilakukan *overlay*, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.
2. Bila penurunan yang terjadi ini bertambah secara signifikan, baik secara cepat atau selama masa konstruksi maupun untuk waktu yang cukup lama atau selama masa pelayanan, akan berdampak pada struktur bangunan di sekitarnya. Tentunya dengan penambahan lapisan perkerasan untuk mewujudkan standar pelayanan minimum yang disyaratkan, akan berdampak terhadap menurunnya tingkat stabilitas timbunan oprit secara signifikan. Kecepatan penurunan timbunan oprit yang terjadi dapat dipengaruhi oleh tingkat konsistensi tanah lunak yang berada di bawahnya dan tinggi timbunan yang dibangun. Ada 3 kejadian yang menunjukkan adanya gangguan terhadap stabilitas abutmen jembatan dengan mekanisme kejadian yang berbeda:
 - a. Kasus ke satu adalah akibat beban timbunan oprit yang melebihi tinggi batasnya, yaitu tedorongnya bagian atas abutmen jembatan yang akan berdampak terhadap terdorongnya gelagar jembatan serta lantai jembatan, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Kejadian yang umum untuk kasus ini disebabkan oleh tekanan horizontal aktif yang tidak mampu diimbangi oleh tekanan horizontal pasif akibat timbunan meningkat secara signifikan karena keberadaannya di atas tanah lunak yang tidak begitu tebal dan beban timbunan itu sendiri yang bertambah karena mengalami *leveling* dan kejenuhan, misalnya akibat banjir yang dapat naik sampai mendekati lantai jembatan.
 - b. Kasus ke dua akibat tinggi timbunan yang melebihi tinggi kritisnya yang ditopang oleh lapisan tanah lunak yang tebal sehingga berakibat terdorongnya bagian bawah abutmen jembatan yang diakibatkan karena hilangnya penahan lateral dan/atau bertambahnya daya dorong akibat beban timbunan di atas lapisan tanah lunak, seperti diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Serta terdorongnya bangunan di sekitarnya dan terangkat tanah di kiri kanan timbunan oprit dan akibat dampak penurunan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

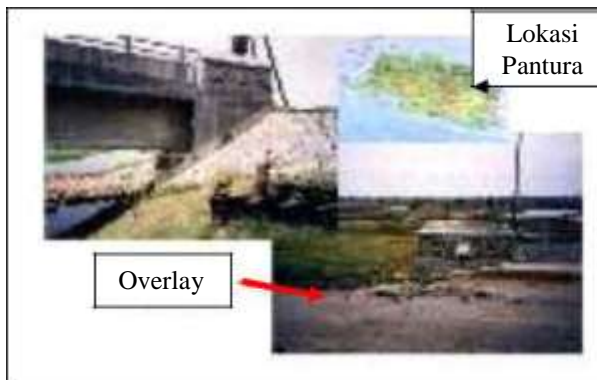
- c. Kasus ke tiga lebih banyak diakibatkan oleh berkurangnya tahanan lateral akibat perilaku sungai yang mengubah penampang sungai secara signifikan sehingga mengakibatkan degradasi dasar sungai, erosi tebing sungai, dan turbulensi yang terjadi di depan abutment karena terhambatnya arus sungai oleh material bongkahan yang berada di antara daerah aliran di bawah jembatan. Untuk kejadian ke tiga ini mekanisme keruntuhan abutmen jembatan seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4, yang umumnya tidak disertai terangkatnya tanah di sampingnya.



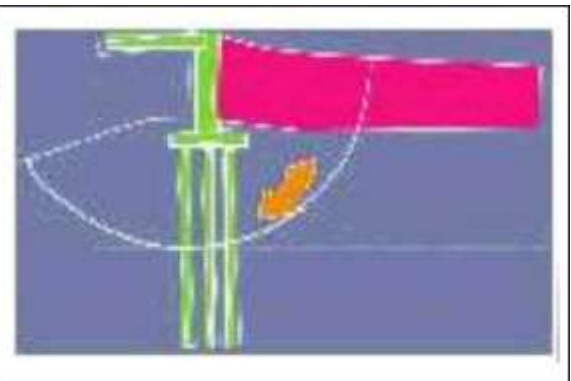
Gambar 1 Kondisi Penurunan Timbunan Oprit Jembatan di Lokasi Pantura yang Selalu Di-overlay



Gambar 2 Bagian Atas Abutmen Jembatan Terdorong oleh Timbunan Oprit di Lokasi Pantura



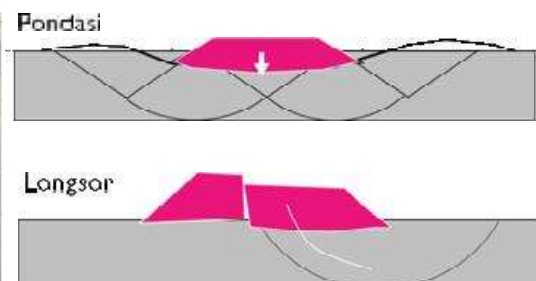
Gambar 3 Keruntuhan dan/atau Dampak Penurunan Timbunan Oprit Jembatan di Lokasi Pantura



Gambar 4 Perkiraan Bidang Runtuh Longsoran Timbunan Oprit Jembatan di Lokasi Pantura



Gambar 5 Kondisi Keruntuhan Abutmen Jembatan Akibat pada Tanah Lunak Berdampak pada Bangunan Sekitar



Gambar 6 Kondisi Keruntuhan Timbunan pada Tanah Lunak

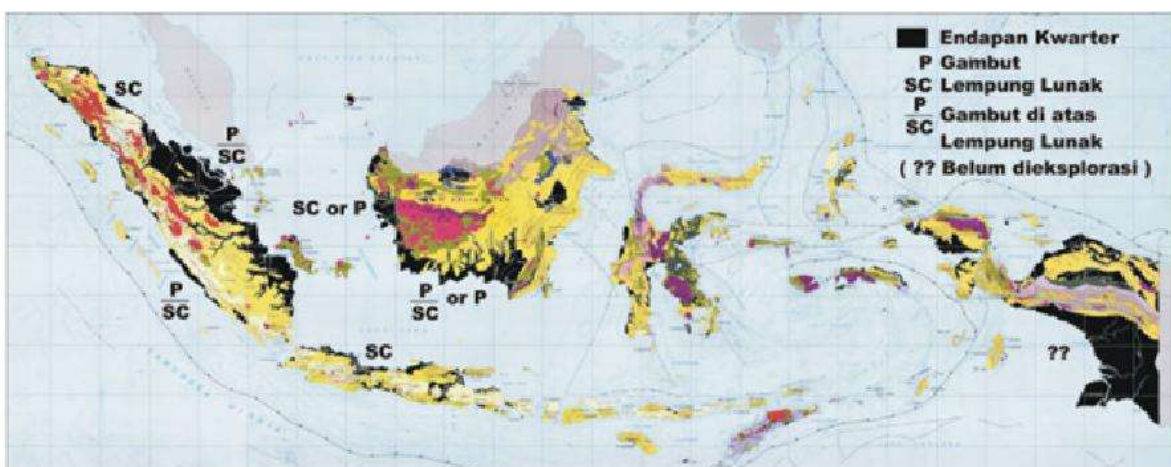
STABILITAS TIMBUNAN OPRIT JEMBATAN TERHADAP TINGKAT KEMANTAPAN ABUTMEN DAN BANGUNAN SEKITAR

Dengan melihat kejadian di lapangan, dengan dikenalnya ada 3 kasus kejadian yang mengindikasikan dampak penurunan timbunan oprit secara nyata dan mempengaruhi stabilitas abutmennya, perlu di tinjau stabilitas globalnya. Bila untuk memenuhi standar pelayanan minimum lalulintas dilakukan *overlay*, perlu diperhatikan dampak yang ditimbulkan tersebut karena tidak hanya abutmen jembatan terganggu tetapi tiang pen dukungnya juga mengalami deformasi.

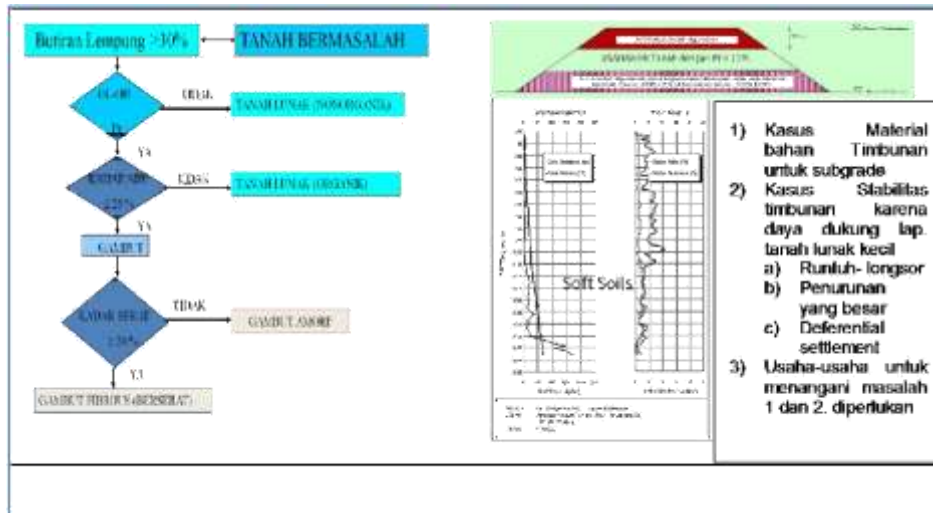
Langkah yang perlu diperhatikan adalah dengan mengetahui keberadaan *aluvial deposit* berdasarkan peta yang diperlihatkan pada Gambar 7. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap sejarah terbentuk lapisan endapan sedimen ini dari proses terbentuknya Geology Batuan Dasar, proses transportasi, serta kondisi karakteristiknya. Yang terakhir adalah mempelajari kondisi geohidrologinya dan melakukan evaluasi dan analisis terhadap stabilitas timbunan oprit jembatan yang keberadaannya perlu memenuhi:

1. Standar pelayanan minimum berlalulintas.
2. Stabilitas konstruksi timbunan oprit jembatan dengan memperhatikan:
 - a. Kondisi lahan yang merupakan penyebaran tanah lunak dan gambut.
 - b. Kemampuan daya dukung tanah lunak dalam mendukung beban timbunan oprit yang tentunya harus memenuhi ketentuan persyaratan tinggi sehingga lalulintas yang melalui di bawah jembatan.
 - c. Faktor Keamanan (FK) Global, baik diakibatkan berkurangnya tahanan lateral maupun bertambahnya gaya dorong yang disebabkan oleh beban timbunan.
 - d. Kondisi lingkungan dan perilaku sungai secara historis.

Keberadaan tanah lunak atau gambut dapat diketahui dengan mempelajari distribusi penyebarannya. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Lokasi Keberadaan Tanah Lunak dan Tanah Gambut di Indonesia (Geoguide-1, 2003)



Gambar 8 Diagram Alir untuk Metode dalam Mengenal Jenis Tanah Lunak dan Gambut
(Sumber: Sunaryo, 2013)

Evaluasi dan analisis terhadap karakteristik tanah lunak atau gambut dilakukan berdasarkan hasil data investigasi geoteknik sehingga diperoleh informasi karakteristik stratifikasi tanah lunak atau gambut, seperti diperlihatkan pada Gambar 8. Evaluasi dan analisis yang diperlihatkan pada Gambar 8 ini sangat penting karena mekanisme keruntuhan timbunan oprit yang dibangun di atas tanah lunak atau tanah gambut sangat berbeda. Pada stabilitas timbunan oprit yang dibangun di atas tanah lunak, umumnya berlaku penurunan konsolidasi yang dapat dimulai dari saat pelaksanaan konstruksi sampai dengan masa layannya. Pada stabilitas timbunan oprit yang dibangun di atas tanah gambut umumnya akan mengalami keruntuhan pada masa konstruksi. Keadaan ini diakibatkan oleh karena tanah gambut umumnya sangat lunak dan kompresibilitasnya tinggi sampai dengan sangat tinggi, sehingga pada saat dibangun akan langsung mengalami penurunan, yang disebut penurunan langsung.

Hal lain lagi yang perlu diperhatikan adalah terjadinya keruntuhan yang berdampak pada terdefomasinya abutmen jembatan, yang dapat dikenali: (a) pada saat lapisan tanah lunak mengalami penurunan kuat geser secara signifikan selama masa proses konsolidasi sehingga keruntuhan timbunan juga terjadi dan (b) pada saat lapisan tanah gambut mengalami penurunan kuat geser secara signifikan karena adanya beban timbunan oprit disaat yang sama waktu dibangun.

METODE PEMECAHAN PERMASALAHAN AKIBAT KETIDAKSTABILAN TIMBUNAN OPRIT

Sebagai penilaian awal stabilitas timbunan, Depkimpraswil4 (2002) memberikan rekomendasi untuk melakukan perhitungan tinggi kritis timbunan sebagai berikut:

1. Menentukan dan mencari nilai kuat geser tak terdrainase (c_u) rata-rata sampai kedalaman 5 meter atau setebal lapisan lempung lunak bila kurang dari 5 meter;
2. Merencanakan material timbunan dengan mengambil berat isi (γ) tertentu yang sesuai dengan persyaratan tanah dasar sebagai daya dukung pondasi perkerasan jalan.
3. Menghitung kemampuan tinggi timbunan maksimum yang aman dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Mengakomodasi beban material timbunan dengan nilai kepadatan sesuai dengan kondisi lapangan dan dapat bertambah bila mengalami penjumlahan, mengalami pertambahan lapisan, serta mengakomodasi beban lalu lintas. Dengan memperhitungkan beban terhadap tegangan penutup (yang mempengaruhi gaya aktif horizontal). selanjutnya semua beban ini disebut adalah tegangan normal pada bidang keruntuhan (σ).
 - b. Mengakomodasi tinggi batas minimum untuk lalu lintas di bawah jembatan yang melaluinya, untuk sungai yang harus dapat dilalui kapal dan untuk jalan yang harus dapat dilalui kendaraan.
 - c. Mengevaluasi tinggi timbunan batas dan dapat ditentukan dengan menghitung dan membandingkan terhadap rencana tinggi timbunan dengan persamaan tinggi timbunan batas:

$$H_c = \frac{4c_u}{\gamma}$$

dengan:

H_c = tinggi kritis timbunan (m)

c_u = kuat geser tak terdrainase (kN/m^2)

γ = berat isi timbunan (kN/m^3)

sehingga $FK = H_c / H$, atau $H \geq H_c$

Perhitungan stabilitas timbunan pada intinya adalah menghitung besar faktor keamanan atau FK_{minimum} yang didefinisikan sebagai perbandingan antara kuat geser yang bekerja (s) dengan tegangan geser yang dibutuhkan untuk menjaga kesetimbangan (τ). Dalam bentuk persamaan menjadi:

$$FK = \frac{s}{\tau}$$

Apabila kuat geser yang digunakan adalah kuat geser efektif, faktor keamanannya adalah:

$$FK = \frac{c' + (\sigma - u)\tan\phi'}{\tau}$$

dengan:

c' = kohesi tanah pada kondisi tegangan efektif

ϕ' = sudut geser dalam pada kondisi tegangan efektif

σ = tegangan normal pada bidang keruntuhan

u = tegangan air pori = $\sigma - u$

τ = tegangan geser untuk menjaga kesetimbangan

Apabila kuat geser yang digunakan adalah kuat geser total, faktor keamanannya dihitung dengan persamaan berikut:

$$FK = \frac{c + \sigma \tan \phi}{\tau}$$

dengan:

- c = kohesi tanah pada kondisi tegangan total
- ϕ = sudut geser dalam pada kondisi tegangan total
- σ = tegangan normal pada bidang keruntuhan
- τ = tegangan geser untuk menjaga kesetimbangan

Hal yang paling penting adalah menentukan besar penurunan total timbunan akibat penurunan seketika (penurunan elastik) yang berasal dari beban masa timbunan, penurunan konsolidasi primer, dan konsolidasi sekunder terhadap daya dukung kemampuan tanah dasarnya.

Penurunan total dihitung dengan persamaan berikut:

$$S_{tot} = S_i + S_p + S_s$$

dengan:

- S_{tot} = penurunan total
- S_i = penurunan seketika atau elastik tanah dasar
- S_p = penurunan akibat konsolidasi primer (akhir dari penurunan primer tanah dasar)
- S_s = penurunan akibat konsolidasi sekunder (konsolidasi sekunder tanah dasar)

Pada tanah-tanah anorganik, termasuk tanah gambut, penurunan konsolidasi sekunder umumnya kecil sehingga bisa diabaikan. Nilai C_c dan C_v diperoleh dari pengujian konsolidasi sebagai berikut:

i) Penurunan:

$$S_i = \mu_1 \times \mu_0 \times \frac{q_n \times B}{E}, \quad S_c = \frac{\Delta e}{1+e_0} \times H, \quad \Delta e = C_c \times \log \frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0},$$

sedangkan S_s relatif sangat kecil.

ii) Waktu konsolidasi:

$$Tv = \frac{Cv \times t}{H_t^2}$$

Dalam keadaan tanah mencapai jenuh (*fully saturated*), nilai parameter kuat geser tak terdrainase adalah $c_u = s_u$ dan $\phi_u = 0$ yang harus diperoleh dari uji triaksial tak terkonsolidasi-tak terdrainase (*unconsolidated undrained*, UU), uji geser baling (*vane shear*, VST), atau sondir (CPT-U = *Cone Penetrometer Test Undrained*).

Nilai parameter kuat geser efektif, yaitu c' dan ϕ' , harus diperoleh dari uji triaksial terkonsolidasi-terdrainase (*consolidated drained*, CD), triaksial terkonsolidasi-tak terdrainase (*consolidated undrained*, CU), dengan pengukuran tekanan air pori atau dari uji geser langsung.

Stabilitas Timbunan terhadap Tata-guna Lahan dan Pola Aliran Sungai

Hubungan antara tata guna lahan dan pola aliran sungai tidak secara langsung tetapi diindikasikan saling mempengaruhi. Untuk beberapa kasus di lapangan dijumpai masalah banjir yang dapat berdampak pada periode banjir tahunan dengan frekuensi yang tidak menentu. Sebagai contoh dampak banjir ini adalah yang pernah terjadi pada Februari 2014 di Sungai Comal. Ketinggian air sungai mencapai lantai jembatan sehingga mengakibatkan naiknya tegangan air pori dan beban timbunan menjadi jenuh. Peningkatan tegangan air pori berakibat menurunkan nilai kuat geser sehingga FK akan berkurang secara signifikan dan hal ini diperlihatkan dalam memperhitungkan stabilitas timbunan terhadap keseimbangan momen dan tegangan geser. Beban timbunan yang menyebabkan meningkatnya tingkat kejenuhan akan mengakibatkan timbunan oprit jembatan tidak stabil dan keadaan ini dijelaskan dalam memperhitungkan stabilitas timbunan terhadap tinggi kritis dan memperhitungkan stabilitas timbunan terhadap keseimbangan momen dan tegangan geser.

Hal selanjutnya yang merupakan dampak akibat perubahan Tata Guna Lahan, selain mengindikasikan perubahan pola distribusi banjir tahunan, adalah perubahan volume dan kecepatan sungai yang menjadi lebih deras sehingga mengakibatkan perubahan pola aliran sungai. Hal ini memicu terjadinya beberapa kasus, seperti:

1. Terjadinya beberapa kasus erosi pada daerah tikungan luarnya sedangkan pada tikungan dalam mengalami sedimentasi (Gambar 9).
2. Terjadinya material bongkahan besar yang terbawa dan sebagian material yang terhanyut akan tertahan dan akan terbentuk sebagai ambang di aliran sungai (Gambar 10).
3. Bila volume ambang cukup besar dan menghalangi arus sungai, akan terjadi turbulensi dan berdampak pada penggerusan dasar sungai atau dikenal dengan degradasi sungai sehingga tiang pancang pilar menjadi terlihat (Gambar 10).
4. Keruntuhan abutmen (Gambar 3 dan Gambar 4) yang terjadi diakibatkan oleh berkurangnya tahanan lateral dan berkurangnya tahanan geser serta bertambahnya beban sehingga berdampak pada stabilitas abutmen jembatan.



Gambar 9 Pola Aliran Sungai yang Berdampak Erosi pada Tikungan Luarnya



Gambar 10 Pola Aliran Sungai yang Berdampak Terjadinya Degradasi Dasar Sungai

SIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Dua hal penting yang perlu diperhatikan dalam pembangunan dan peningkatan infrastruktur adalah kekuatan struktur konstruksi dan pemenuhan standar pelayanan minimum untuk menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.
2. Pesatnya perkembangan pembangunan akan berdampak pada perubahan dan gangguan terhadap tata guna lahan yang akan berdampak pada perubahan pola aliran sungai.
3. Tata guna lahan secara tidak langsung akan mempengaruhi pola aliran sungai, terutama terjadinya erosi pada tikungan luar pada saat banjir dengan membawa material bongkahan yang dapat tertahan dialiran menjadikan ambang sungai.
4. Ambang sungai yang terjadi akan mengakibatkan turbulensi perubahan arus sungai dan bilamana menjadi deras maka akan berkembang menjadi terbentuknya degradasi dasar sungai yang secara berkelanjutan.
5. Penurunan kuat geser penahan abutmen jembatan dapat diakibatkan oleh hilangnya gaya lateral pasif yang dipengaruhi oleh degradasi dasar sungai.
6. Deformasi abutmen dengan bagian bawah terdorong kearah sungai selain diakibatkan oleh faktor penyebab, seperti ketidakmampuan tanah dasar atau tanah lunak dalam mendukung timbunan oprit yang melewati tinggi batasnya, juga karena berkurangnya penahan lateral pasif di depan abutmen.
7. Untuk mengatasi permasalahan ketidakstabilan abutmen jembatan perlu dilakukan evaluasi terhadap perubahan tata guna lahan dan pola aliran sungai selain ketentuan standar seperti memperhitungkan kemampuan tinggi timbunan yang dapat didukung, penurunan yang terjadi (besar dan lamanya) serta keseimbangan batas gaya dorong yang tidak boleh melewati gaya penahannya.

REFERENSI

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. Geoguide-1. *Perencanaan Timbunan pada Tanah Lunak*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Sunaryo, E. 2013. *Bahan Paparan dan Bahan Ajar Peningkatan SDM di Propinsi Aceh*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Sunaryo, E. 2014. *Rangkuman dan Dokumentasi Laporan Advis Teknik*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Von Post. 1980. *Sistem Klasifikasi Tanah Organik dan Tanah Gambut*. Terjemahan. Balkema Publisher. Brookfield, VT.