



PETUNJUK TEKNIS
PRESERVASI BANGUNAN BAWAH JEMBATAN



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

PRAKATA

Salah satu aspek penting untuk menunjang keberhasilan pembinaan dibidang Jembatan adalah dengan tersedianya Norma, Standar ,Prosedur dan Kinerja (NSPK) yang dapat di terapkan di lapangan dengan mudah.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum telah menyusun Manual Preservasi Bangunan Bawah Jembatan.

Manual ini disusun dengan proses pembahasan beberapa tim ahli yang berkompeten dibidang pekerjaan jembatan, Manual Preservasi Bangunan Bawah Jembatan.. Manual ini digunakan untuk mendapatkan suatu acuan pekerjaan perencanaan preservasi dalam bentuk tipikal pada bangunan bawah dan pengaman jembatan

Apabila dalam pelaksanaan ditemui adanya kekurangan ataupun terdapat kekeliruan pada manual ini, mohon saran dan kritik dapat disampaikan untuk perbaikan dan penyempurnaan dikemudian hari.

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA

Ir. DJOKO MURJANTO, MSc

DAFTAR ISI

Ruang Lingkup	1
Acuan Normatif	1
BAB I. TIPE KERUSAKAN DAN ALTERNATIF PENANGANAN DITINJAU DARI ASPEK STRUKTUR.	
1. Retak Beton	5
2. Pengelupasan Beton (Gompal Beton/Spalling)	16
3. Beton Kropos (Honey Combing/Druming)	19
4. Beton Pecah atau Rontok	25
BAB II. PENANGANAN KERUSAKAN DITINJAU DARI ASPEK GEOTEKNIK	
1. Tipe kegagalan struktur ditinjau dari aspek geoteknik pada Elemen Bangunan	1
2. Faktor penyebab (sebab – akibat) Pergerakan Pada Elemen Bangunan	1
3. Penanganan Pergerakan Vertikal	3
4. Peningkatan daya dukung tanah dasar untuk abutmen atau dinding penahan	4
5. Penanganan Pergerakan Horizontal	7
6. Penanganan Pergerakan berputar	8
7. Perbaikan Oprit Atau Tanah Timbunan	10
BAB III. PEMASANGAN PANEL LANTAI BAJA ORTHOTROPIK DENGAN PELAKSANAAN PENUTUPAN JALAN SEBAGIAN	
1. Pengendapan / Pendangkalan	1
2. Scouring atau Penggerusan	3
3. Jenis Krib dan Penghalang	6
4. Lampiran Gambar Tipikal	

Ruang Lingkup

Manual ini disusun untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada bangunan bawah jembatan dan cara-cara penanganannya karena adanya kendala kendala yang dihadapi dilapangan diantaranya;

- Kendala yang sering muncul dalam hal penanganan pemeliharaan maupun perbaikan jembatan
- Sistem mendeteksi kerusakan jembatan
- Metode perbaikan yang digunakan
- Menggali pengalaman dari masing-masing daerah dalam penerapan pemeliharaan jembatan yang akan menjadi umpan balik penyempurnaan pengaturan yang telah dibuat

Panduan preservasi yang ada khususnya terkait bangunan bawah dan pengaman jembatan dirasa masih sederhana dan masih perlu penyempurnaan / kajian untuk dapat secara langsung diaplikasikan kepada pengguna dibidang perencanaan jembatan.

Perencanaan preservasi tersebut perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan kondisi kerusakan yang semakin bervariasi dimana saat ini telah banyak menurun nilai dan fungsi serta tingkat keamanannya

Perlu penyesuaian panduan analisis harga satuan yang diturunkan dari Spesifikasi Rehabilitasi tahun 2009 khususnya terkait dengan Bangunan Bawah dan Pengaman Jembatan dimana analisis tersebut sangat diperlukan untuk membantu dan mempercepat pekerjaan Preservasi jembatan.

Acuan Normatif

1. Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.
2. Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air, Bab VII Eksploitasi dan Pemeliharaan Bangunan Pengairan.
3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 48/PRT/1990 tentang Pengelolaan atas Air dan Sumber Air pada Wilayah Sungai.
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 63/PRT/1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai dan Bekas Sungai.
5. KP-03 Kriteria Perencanaan - Bagian Saluran, tahun 1986 tentang Kriteria Perencanaan Saluran.
6. KP-04 Kriteria Perencanaan - Bagian Bangunan, tahun 1986 tentang Kriteria Perencanaan Bangunan.
7. Bridge Management System (BMS) tahun 1992 tentang Panduan Pemeliharaan dan Rehabilitasi Jembatan.
8. Pedoman Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton Pada Jembatan

- Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2011
9. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Panduan Pemeliharaan dan Rehabilitasi Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia 2006
 10. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Panduan Pemeriksaan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia 2006
 11. Penanganan Daerah Aliran Sungai, Bahan Ajar Subdit Teknik Jembatan Dit Bina Teknik
 12. Tipikal Penanganan dan Perbaikan Struktur Jembatan tahun 2007, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Subdit Teknik Jembatan
 13. SOP Preservasi Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga
 14. Spesifikasi Rehabilitasi Jembatan tahun 2009, Direktorat Jenderal Bina Marga, Dep PU

Daftar Istilah

Air

Semua air yang terdapat pada, di atas, maupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

Angker

Bagian jembatan sebagai penambat tetap terhadap pergerakan lateral atau longitudinal

Banjir

Suatu keadaan situ yang aliran airnya tidak tertampung oleh situ.

Bronjong

Kawat yg di anyaman berbentuk kotak berfungsi sebagai wadah untuk diisi batu berguna untuk tahanan longsor, tanggul, tahanan erosi tepi pantai, sungai dan lain-lain.

Beton

Material batu buatan yang mampu menahan tekan tetapi tidak mampu menahan tarik

Dataran aluvial

Dataran yang terbentuk akibat proses-proses geomorfologi yang lebih didominasi oleh tenaga eksogen antara lain iklim, curah hujan, angin, jenis batuan, topografi, suhu, yang semuanya akan mempercepat proses pelapukan dan erosi.

Dataran Banjir (Floodplain)

Lahan yang pada waktu-waktu tertentu dapat terlanda atau tergenang air banjir.

Debit aliran

Volume air yang mengalir melalui penampang melintang sungai atau saluran dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam satuan l/det atau m³/det.

Drummy (Beton Keropos)

beton yang berongga, atau adanya pemisahan, atau kelemahan lain seperti terbentuknya lapisan permukaan yang tipis terpisah dari beton massanya.

Elemen

Bagian dari suatu struktur jembatan yang terdiri dari beberapa komponen

Galvanis

Lapisan khusus pada elemen baja untuk mengatasi perkaratan

Gerusan

Proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan dasar sungai.

Groundsill

Salah satu bangunan pengaturan sungai yang dibangun melintang sungai untuk menjaga agar dasar sungai tidak turun secara berlebihan.

Jembatan

Sistem struktur dengan dua perletakan atau lebih yang direncanakan secara analitis dan sistematis untuk menyebrangkan angkutan diatasnya melewati suatu halangan, sungai atau lautan

Konstruksi

Sistem struktur yang dibuat manusia dengan menerapkan kaidah-kaidah desain

Komponen

Bagian dari elemen suatu struktur yang mendukung terintegrasinya suatu sistem

Korosi

Kerusakan pada elemen jembatan akibat uap air oleh karat baja atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat dilingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendakinya.

Krib

salah satu bahan buatan guna penanganan sungai khususnya untuk pengamanan tebing sungai sebelah luar.

Meandering

sungai yang berkelok-kelok.

Pengerukan

mengambil tanah atau material dari lokasi di dasar air, biasanya perairan dangkal seperti danau, sungai, muara ataupun laut dangkal, dan memindahkan atau membuang ke lokasi lain.

Retak Geser

Retak dengan pola diagonal/miring.

Retak Struktural

Retak dengan pola vertikal/tegak.

Revetment

Bangunan pantai merupakan bangunan yang digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus.

Rip Rap

bangunan yang terletak dihilir kolam olah berupa susunan bongkahan batu alam atau blok-blok beton yang merupakan lapisan pelindungloncat air.

Sedimentasi

Proses pembentukan sedimen (endapan) dari batuan (tanah dan/atau batu).

Sungai

merupakan jalan air alami. mengalir menuju Samudera, Danau atau laut, atau ke sungai yang lain.

Spalling

terkelupasnya selimut beton baik besar maupun kecil sehingga tulangan pada beton tersebut terlihat.

Tulangan

Komponen baja batangan pada beton bertulang sebagai bagian yang menerima beban tarik

BAB I TIPE KERUSAKAN DAN ALTERNATIF PENANGANAN DITINJAU DARI ASPEK STRUKTUR

1. RETAK BETON

Alternatif Penanganan Retak beton

1.1 Coating/Pelapisan (Ilustrasi gambar C1)

Digunakan untuk *perbaikan retak Non Struktural*

Fungsi :

- *Memberikan lapisan perlindungan pada permukaan beton dari serangan bahan kimia ataupun struktur yang berada dilingkungan agresif seperti struktur didaerah laut*
- *Melindungi tulangan terhadap pengaruh luar.*
 - a. *Bahan-bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:*
 - Material epoxy coating
 - Material bonding agent
 - b. *Alat-alat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:*
 - Mesin gerinda
 - Sendok semen
 - Roskam
 - Styrofoam
 - Ember
 - Amplas
 - c. *Tahapan metode pengerjaan adalah :*

Kondisi lebar retak pada umumnya lebih kecil dari 0,5 mm / retak rambut (kriteria1)
Cukup dilakukan dengan penambahan plesteran agar tulangan besi tidak terhubung dengan udara luar yang nantinya akan menyebabkan korosi pada tulangan, tahapan yang dilakukan yaitu :

- Bersihkan retak tersebut dengan menggunakan sikat dan kemudian ditiup dengan angin
- Tutup retak tersebut dengan adukan semen yang encer / plesteran (semen + bahan tambahan).

Kondisi lebar retak antara 0,5 mm sampai 3 mm / Kriteria II

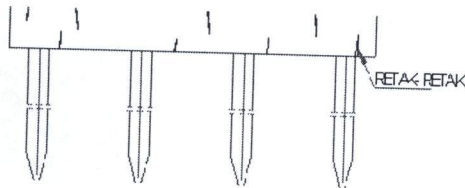
Dilakukan dengan cara Coating

Cara pelaksanaan Coating :

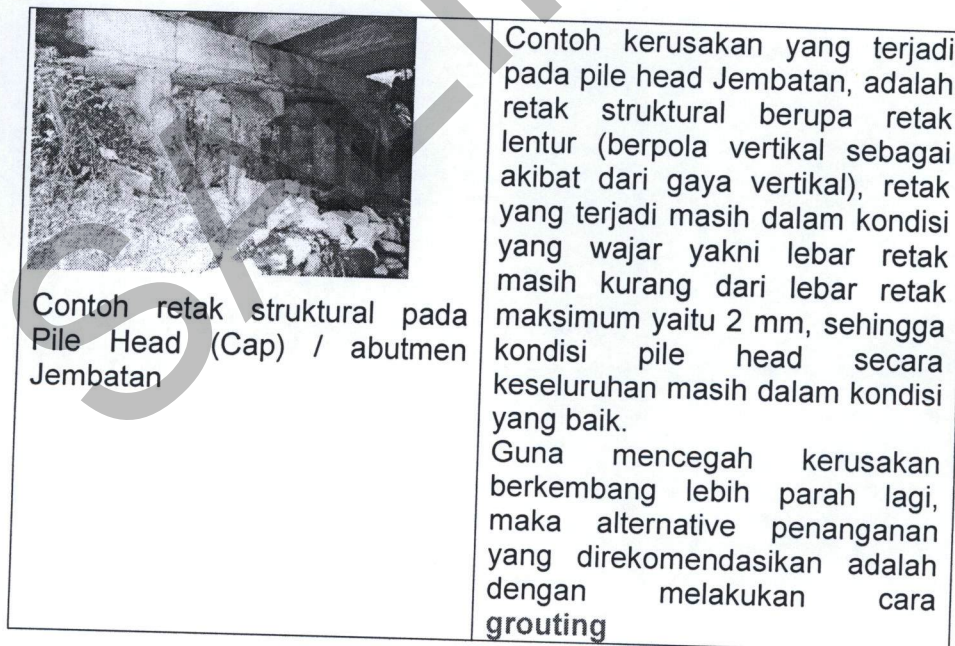
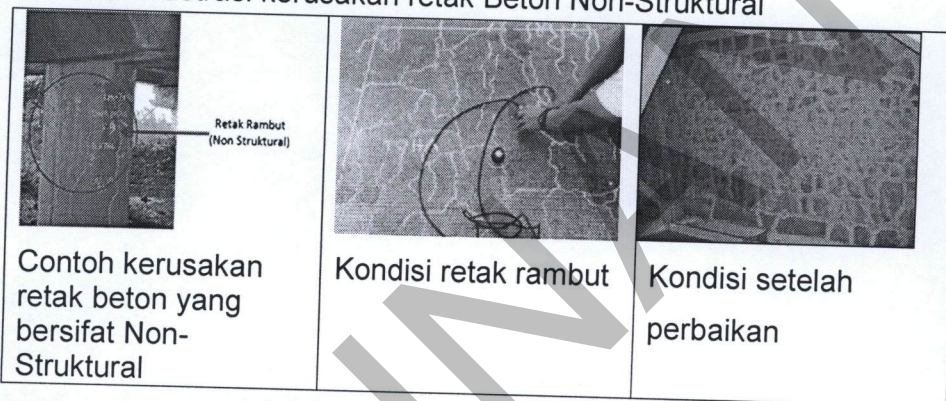
- Bentuklah pada bagian retak seperti huruf V sampai kedalaman kurang lebih 5 mm kemudian bersihkan bagian tersebut (permukaan beton pada bagian yang retak) dari semua kotoran dan debu dengan menggunakan sikat dan kemudian ditiup dengan angin yang bertekanan.
- Beri material bonding agent pada bagian yang retak.

- Tutup semua bagian yang retak / bagian V tadi dengan bahan adukan semen atau perekat epoxy coating yang telah disetujui kemudian dilapiskan pada sisi bagian V tadi.
- Biarkan material sampai mengeras selama 24 s/d 48 jam.
- Bersihkan bagian bekas coating dengan amplas.

Sketsa gambar C-1



Gambar Ilustrasi kerusakan retak Beton Non-Struktural



1.2 GROUTING

Digunakan untuk retak yang bersifat struktural

Tingkat kerusakannya masih dalam tahap wajar (ringan atau tidak parah) yakni lebar retak yang terjadi tidak melebihi 2 mm. (Lihat Gambar 3.a) namun demikian perlu dilakukan pemeriksaan kapasitas struktur yang mengalami retak, apabila struktur tersebut masih kuat untuk memikul beban, maka cukup dilakukan cara grouting dengan cairan epoxy pada daerah yang mengalami retak.

a. Bahan-bahan yang digunakan:

- Material epoxy
- Material resin injeksi

b. Alat-alat bantu yang diperlukan adalah:

- Mesin gerinda
- Pompa kompresor mini/tabung suntik
- Tabung pengatur angin
- Tabung material injeksi
- Bor beton
- Nepel plastic
- Selang plastic

c. Tahapan pelaksanaan grouting (untuk kasus retak) adalah sebagai berikut :

- Chipping pada jalur retak yang akan diperbaiki sampai kedalaman beton yang padat
- Bersihkan bagian permukaan struktur beton yang lemah / bagian yang retak yang akan diperbaiki dimensinya dari semua kotoran dan debu dengan menggunakan angin kompresor / sikat kawat sampai kedalaman struktur dengan mutu yang baik
- Beri tanda bagian struktur beton yang akan diperbaiki sesuai dengan kerusakan yang terjadi
- Bor pada bagian atas atau bawah pada lokasi retak untuk penempatan nepel plastik dengan jarak ± 20 cm.
- Pasang nepel plastik dan lem pada tempat-tempat yang telah dibor dengan menggunakan bahan epoxy.
- Tutup semua bagian yang retak dengan epoxy.
- Pekerjaan injeksi dilakukan dari lebar retak yang besar ke arah lebar retak yang kecil. Untuk pengerjaan injeksi bisa menggunakan dua alat yaitu:

a) Menggunakan mini Kompresor dan tahapannya adalah :

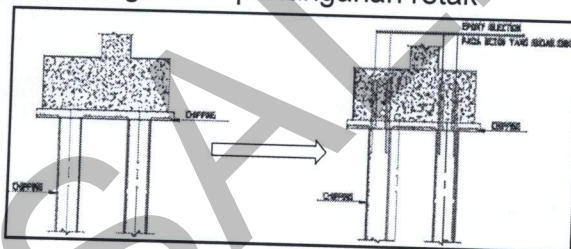
- Isi tabung dengan material injeksi dengan dosis sesuai prosedur/brosur.
- Hubungkan selang antara mini kompresor – tabung pengatur angin – tabung material injeksi – nepel.
- Hidupkan mini kompresor dengan tekanan 2-3 MPa (low pressure).

- Buka tabung pengatur angin dengan perlahan sampai campuran injeksi mengalir masuk ke nepel 1 dan mengisi bagian yang retak sampai material injeksi keluar dari lubang kontrol pada nepel ke 2.
- Ikat selang yang sudah terpasang pada nepel ke 2 agar cairan dapat menyebar ke seluruh bagian yang retak sehingga dapat terisi oleh material injeksi.
- Buka tabung pengatur angin dengan perlahan sampai campuran injeksi mengalir masuk ke nepel 3 dan mengisi bagian yang retak sampai material injeksi keluar dari lubang kontrol pada nepel 4.
- Ikat selang yang sudah terpasang pada nepel 4 agar cairan dapat menyebar ke seluruh bagian yang retak sehingga dapat terisi oleh material injeksi, lakukan dengan cara yang sama pada seluruh nepel yang terpasang.

b) Menggunakan tabung suntik dan tahapannya adalah :

- Isi tabung suntik dengan material injeksi dengan dosis sesuai prosedur/brosur.
- Tempatkan lubang tabung suntik ke lubang nepel-1.
- Gunakan tali karet untuk mendesak secara perlahan bahan epoxy yang ada di tabung suntik.
- Setelah isi dalam tabung di nepel-1 habis, segera tempatkan lubang tabung suntik ke lubang nepel-2.
- Biarkan material mengeras selama 24 jam untuk nepel-nepel plastik kemudian lepas.
- Bersihkan bagian bekas injeksi dengan amplas.

Ilustrasi gambar penanganan retak



1. Untuk pengelupasan elemen beton yang melebihi selimut beton, dilakukan cara Penambalan sebagai berikut :
 - Bersihkan bagian struktur beton yang lemah / retak yang akan diperbaiki dimensinya sampai kedalaman struktur dengan mutu yang baik
 - Beri tanda bagian struktur beton yang akan diperbaiki sesuai dengan kerusakan yang terjadi
 - Chipping bagian yang akan diperbaiki sampai kedalaman beton yang padat
- Catatan :

Dalam hal ini dapat digunakan alat bantu hammer sampai kedalaman sebagaimana ditunjukkan dalam gambar kerja atau bisa sampai melebihi tulangan existing sampai 2-3 cm di belakang baja tulangan

- Bersihkan bagian permukaan beton / struktur beton yang sudah dichipping dan juga baja tulangan dengan menggunakan compressor / semprotan udara bertekanan tinggi
- Untuk struktur kolom yang kondisinya sudah cukup kuat cukup disikat saja tanpa dichipping terlebih dahulu
- Periksa baja tulangan apakah memerlukan perbaikan, apabila berkarat, bersihkan karat dan perbaiki kemudian beri lapisan pelindung anti karat

2. Baja tulangan yang memerlukan perbaikan dilakukan sebagai berikut :

- Bersihkan baja tulangan dengan sikat kawat sampai tidak ada bagian yang terlepas dari baja tulangan
- Beri lapisan anti karat
- Pastikan semua baja tulangan terlapsi dengan baik
- Tunggu sampai kering
- Beri lapisan coating/priming bonding agent untuk melekatkan bahan patching pada beton lamadengan dimensi yang disyaratkan

3. Pemasangan acuan

- Pasang acuan yang kuat untuk menahan tekanan bahan grouting dengan dimensi yang disyaratkan
- Acuan harus kedap air dan permukaan yang licin
- Acuan diberi lubang untuk memasukkan bahan grouting dan lubang udara / lubang bor untuk pemasangan pipa aluminium (pipa inlet atau outlet) yang masing- masing diletakkan pada bagian awal atau bawah dan bagian akhir atau atas

4. Pelaksanaan

- Persiapan bahan campuran grouting
Campur bahan grouting sesuai dengan persyaratan dari pabrik pembuat, sebagai berikut :
 - Basahi permukaan struktur beton sampai lembab
 - Lapsi permukaan beton dengan bahan coating/ priming bonding agent
 - Pompakan bahan grout dengan sempurna ke dalam acuan
 - Pastikan semua bagian terisi dengan bahan grout
 - Tutup lubang bekas pemompaan
- Pekerjaan akhir :
 - Buka acuan setelah 3 hari
 - Lakukan curing sesuai dengan persyaratan selama bahan patching dalam proses pengikatan dan pengeringan



1.3 PERKUATAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP)

- FRP merupakan bahan non korosi, netral terhadap gaya magnet juga mempunyai kuat tarik yang lebih besar jika dibandingkan terhadap baja, modulus elastisitas kecil dan hubungan tegangan-regangan adalah elastis
- FRP merupakan material komposit berupa plat tipis yang didalamnya terdapat serat-serat karbon dan fiber yang digunakan sebagai perkuatan dalam konstruksi bangunan sipil yang dalam hal ini struktur bangunan yang sudah ada.
- Metode perbaikan kerusakan dengan FRP digunakan untuk *retak yang bersifat struktural dan jika dilihat secara visual tingkat kerusakannya dapat dinilai cukup parah (lebar retaknya sudah lebih dari 2 mm).*

Tujuan FRP :

Memberikan perlindungan pada tulangan terhadap pengaruh luar.

Sebagai perkuatan dalam mempertahankan fungsi struktur mempunyai sifat bahan :

- Non korosi
- Netral terhadap gaya magnet jika dibandingkan terhadap baja
- Mempunyai kuat tarik yang lebih besar
- Modulus elastisitas kecil
- Hubungan tegangan-regangan adalah elastis.

Keuntungan FRP sebagai bahan perkuatan struktur adalah :

- Teknik yang digunakan dalam pemasangan tidak menggunakan struktur oleh pihak lain.

- Meningkatkan kapasitas struktur dengan penambahan berat struktur sendiri adalah minimum.
- Teknik yang digunakan relatif cepat, meminimalkan waktu kerja.
- Material FRP lebih tipis dan lebih ringan daripada menggunakan perkuatan dari baja.

Kelemahan pemakaian FRP ini antara lain:

- a. Kurang tahan terhadap suhu tinggi
Dengan suhu sekitar 700 C bahan perekat epoxy resin akan berubah dari kondisi keras menjadi lunak, bersifat plastis sehingga daya lekatnya akan menurun.
- b. Tidak tahan terhadap sinar ultra violet,
Perlu dilakukan proteksi, misalnya pelapisan atau penutupan dengan mortar.

Tahapan pengerjaan pemasangan FRP adalah sebagai berikut :

1. Pengerjaan terkait FRP
 - Semua material harus dijaga kebersihan dan perawatannya guna mendapatkan hasil yang baik.
 - Pengerjaan semuanya dilakukan dengan bantuan alat
 - Pengerjaan dan pengaplikasian untuk menggabungkan bahan dalam membentuk selubung FRP ini harus sesuai dengan instruksi pabrik pembuat
 - Jumlah material pencampuran dilakukan hanya sekali saja tidak boleh melebihi jumlah yang ditentukan, seperti volume yang terlalu banyak yang dapat mempengaruhi tingginya temperatur pada waktu dilakukan pencampuran sehingga dapat merusak struktur pencampuran.

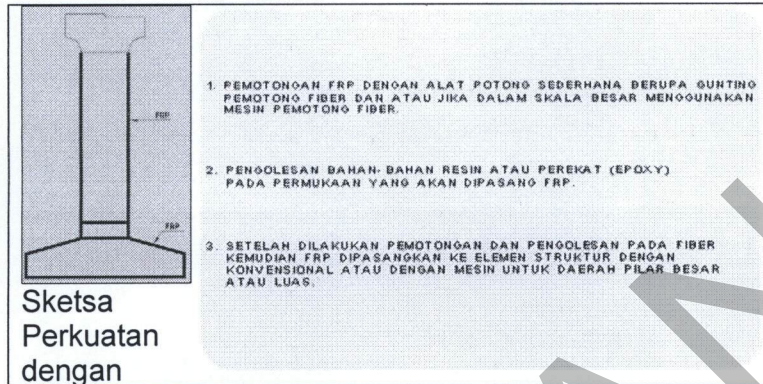
Persyaratan campuran bahan dalam tahapan pelaksanaan

- *Resin atau perekat terlebih dahulu diaduk agar struktur perekat tersebut merata kemudian dioleskan kepada permukaan pilar.*
- *Resin tersebut berfungsi untuk menyatukan wrap FRP dengan pilar beton. Bahan ini memiliki daya rekat yang kuat terhadap geser dan mampu memberikan rekatan terhadap FRP akibat beban aksial yang besar.*
 - Resin yang digunakan adalah epoxy dengan ketebalan olesan berkisar antara 1.5 – 2.0 mm dengan menggunakan roller dan ukuran ini cukup ideal untuk dibuat.
 - Jenis perekat ini tidak bersifat permanen atau mudah untuk dilepaskan dengan menggunakan scrub dan bahan pelarut.

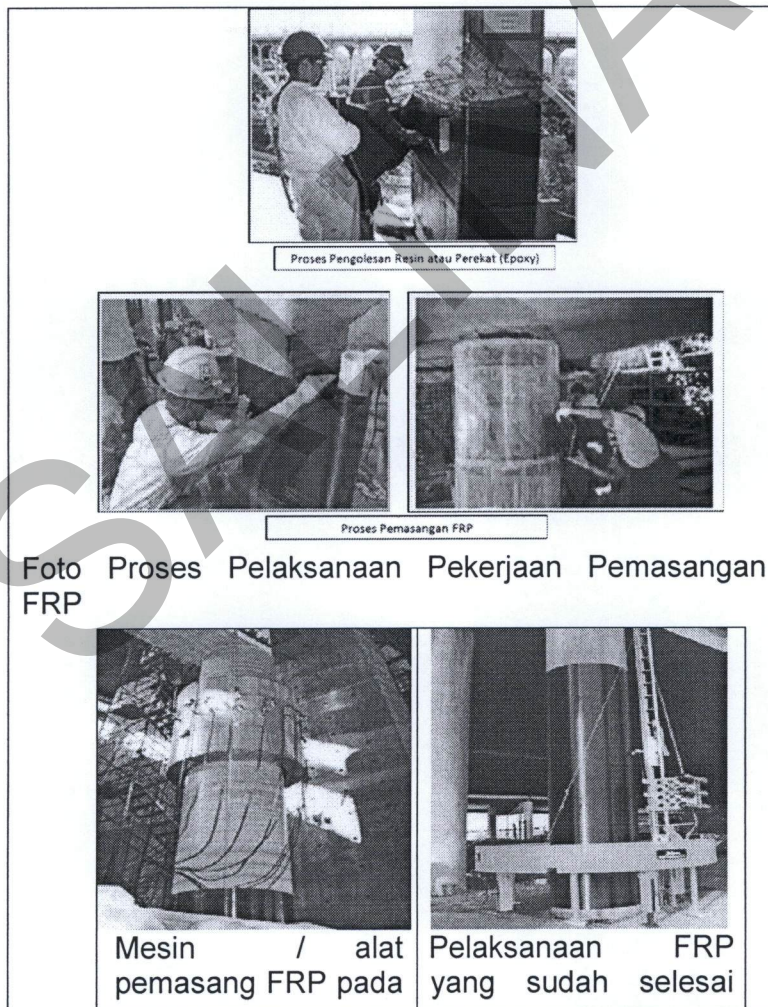
2. Pemasangan FRP pada kolom

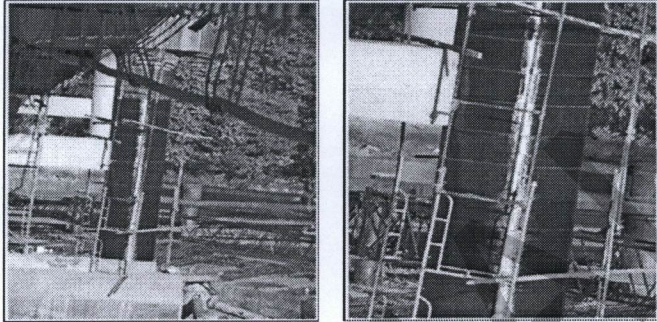
Menggunakan gunting pemotong fiber atau mesin pemotong fiber yang dipasangkan ke pilar dengan konvensional atau dengan mesin untuk daerah pilar berukuran besar atau luas.

Sketsa Tipikal penanganan Perkuatan dengan metode Fiber Reinforced Polymer (FRP) (Gambar C 3)



Gambar pelaksanaan pemasangan FRP



kolom bulat pilar penyangga jembatan	pada kolom pilar dan peralatannya yang masih terpasang
	
Contoh penanganan dengan FRP(sudah terpasang) pada elemen yang mengalami kerusakan	

1.4 PERKUATAN ELEMEN PADA PILAAR JEMBATAN

Pilar jembatan termasuk elemen struktur bangunan bawah jembatan yang sering mengalami kerusakan

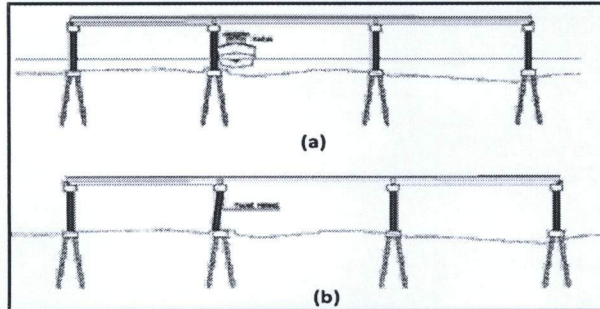
Jenis kerusakan :

- Retak pada struktur beton
- Miring dan bergesernya pilar jembatan

Penyebab kerusakan :

- Tertabraknya pilar oleh kapal atau ponton yang melintas di bawah jembatan / Tumbukan Pada Pilar Jembatan
- Tumbukan dari derasnya air sungai dan tumbukan benda-benda hanyutan lainnya yang melintas di bawah jembatan yang terbawa oleh aliran air sungai.

Gambar Ilustrasi existing / Sketsa C- 4



Gambar sketsa ilustrasi tertabraknya Pilar oleh kapal

Keterangan :

Gambar (a) menjelaskan tentang kondisi disaat kapal menabrak pilar jembatan.

Gambar (b) menjelaskan tentang kondisi setelah pilar tertabrak kapal, dimana pilar menjadi miring.

Alternatif penanganan untuk memperkuat elemen pilar jembatan :

a. Perkuatan dengan Pembesaran Dimensi Elemen

Penggunaan

Untuk retak beton telah dinilai cukup parahyaki jika retak sudah melebihi batas retak maksimum yaitu (pada umumnya) $> 2 \text{ mm}$ dan secara analisa perhitungan elemen sudah tidak mampu lagi dalam menerima beban yang terjadi (dalam hal ini tidak terjadi pergeseran pilar maupun kemiringan struktur pilar jembatan)

Pembesaran dimensi Pilar (Ilustrasi Gambar C-4)

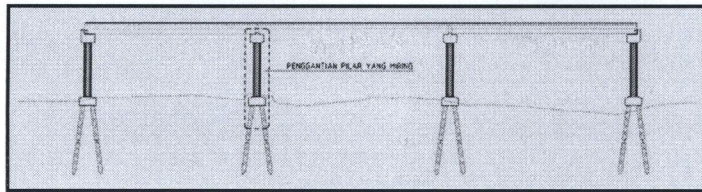


b. Perkuatan dengan Penggantian Elemen pada Pilar

Penggunaan

- Kerusakan pada p[lar jembatan berupa miringnya pilar jembatan dalam hal inikondisi pilar dikategorikan tidak terlalu parah.kemiringan yang terjadi masih dalam tahap wajar dan atau jika dilakukan analisis mengenai kekuatan struktur ternyata pilar masih mampu untuk memikul bebanmaka dapat dilaksanakan *Penggantian Elemen Pilaryang* miring dengan yang baru.

Penggantian Elemen Pilar (Ilustrasi Gambar C-4)

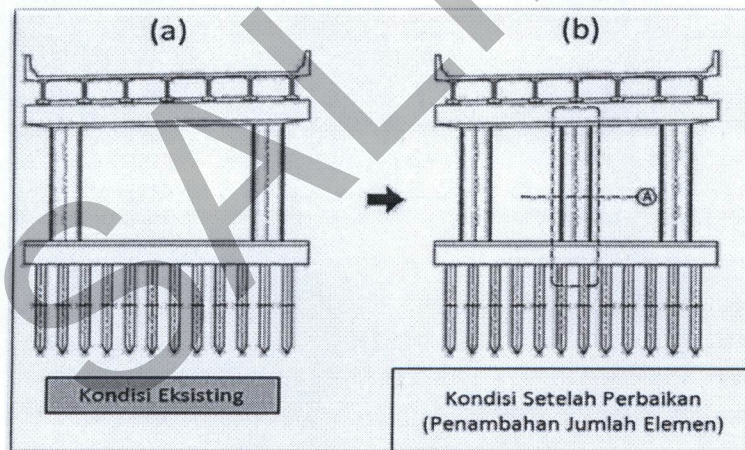


c. Perkuatan dengan Penambahan Jumlah pada Pilar Penggunaan

Perkuatan Dengan Penambahan Jumlah Elemen Penggunaan

- Untuk retak yang sudah dikategorikan parah yakni jika retak sudah melebihi batas retak maksimum yaitu 2mm dan kemampuan kekuatan elemen dalam menerima beban yang terjadi sudah menurun
- Untuk mengetahui apakah elemen masih mampu memikul beban atau tidak adalah dapat terlihat secara visual bahwa retak yang terjadi sudah sangat dalam sehingga yang terlihat hanya tulangan saja dan atau dengan melakukan analisis perhitungan kekuatan elemen.
- Untuk elemen yang tertumbuk hingga mengalami kondisi kerusakan yang sudah dikategorikan sangat parah sehingga secara visual terjadi kemiringan pilar yang dinilai sudah terlihat membahayakan atau kondisi pilarsudah sudah hampir roboh, dan atau jika sudah dilakukan analisis kekuatan pilar ternyata pilar tersebut sudah tidak mampu memikul beban, maka *Penambahan jumlah pilar* harus dilakukan.

Gambar ilustrasi Penambahan Jumlah Pilar (Ilustrasi Gambar C-4)



Keterangan :

- ☐ Kondisi (a) menjelaskan tentang kondisi awal, dimana jumlah pilar yang ada pada jembatan adalah 2 buah kolom .
- ☐ Kondisi (b) menjelaskan tentang kondisi setelah perbaikan, dimana jumlah pilar yang ada pada jembatan menjadi 3 buah kolom, hal ini dilakukan karena jembatan sudah tidak mampu memikul beban lagi jikadipasang hanya dengan 2 buah kolom, sebagai akibat dari kerusakan yang terjadi.

Catatan :

Untuk katagori kerusakan parah terkait dengan penetapan metode /alternatif penanganan yang diuraikan pada butir a), b) dan c) diatas perlu dikaji yakni :

- Untuk mengetahui apakah elemen masih mampu memikul beban atau tidak adalah dapat terlihat secara visual bahwa retak yang terjadi apakah kondisi kerusakan sudah masuk katagori sangat parah (pada umumnya terlihat hanya tinggal tulangan saja)atau masih bisa diperbaiki tanpa perkuatan dan disarankanagar tetap melakukan analisis perhitungan guna mengecek kapasitas kekuatan elemen baik untuk kondisi mendesak maupun jangka panjang seiring berjalannya waktu.

2. PENGELUPASAN BETON (GOMPAL BETON/ SPALLING)

Hilang / terkelupasnyanya sebagian elemen beton dari struktur beton secara keseluruhan atau permukaan terbentuk serpihan / bongkahan baik yang berskala besar maupun kecil sehingga tulangan kelihatan

Penyebab :

- Proses korosi yang berkelanjutan dan pengembangan pada baja tulangan
- Kesalahan penanganan
- Kurang tebalnya selimut beton
- Adanya hantaman / tumbukan / tertabrak sesuatu benda pada struktur beton sehingga *tulangan pada beton tersebut terlihat*, hal ini apabila proses korosi berkelanjutan baik yang berskala besar maupun kecil dibiarkan dengan bertambahnya waktu, tulangan akan berkarat atau terkorosi dan akhirnya tulangan akan patah
- Reaksi kimia dari sulfat yang terdapat pada tanah atau air tanah dengan beton yang dapat menyebabkan mengembangnya beton sehingga menjadi mudah pecah
- Abrasi dari kerakal, bongkahan dan rombakan lain yang dibawa oleh aliran air pada permukaan beton.

Foto / Contoh gambar



2.1 PATCHING

Keterangan

- Gambar Ilustrasi metode Patching*



-
- 17

- Buang atau lepaskan semua bagian beton yang lepas dan rusak / lemah sampai bagian beton yang baik / kuat terlihat dan dalam keadaan bersih sampai batas beton bebas terkarbonasi / lapuk;
- Bersihkan permukaan beton yang sudah dibobok dengan menggunakan angin kompresor / sikat kawat dan beri tanda bagian beton yang akan diperbaiki dimensinya sesuai kerusakan yang terjadi
- ❑ Usahakan membersihkan beton sampai ± 15 mm di belakang baja tulangan agar didapat ikatan yang baik;
- ❑ Periksa baja tulangan apakah terdapat korosi. *jika terdapat korosi* maka memerlukan perbaikan sebagai berikut :
 - Bersihkan semua baja tulangan yang berkarat ringan pada permukaannya dengan sikat kawat sampai tidak ada bagian yang terlepas dari baja tulangan
 - Beri lapisan anti karat dengan cairan pelindung karat
 - Pastikan semua baja tulangan terlapisi dengan baik dan tunggu sampai kering
 - Untuk yang berkarat berat diganti dengan baja tulangan yang baru dengan cara dilas
 - Kaitkan atau ikatkan baja tulangan yang baru jika didapat bagian baja tulangan yang diameternya hilang lebih dari 20 %;
- c. Persiapan untuk bahan *campuran patching*
 - Campur bahan patching dengan baik sesuai petunjuk/ persyaratan produk yang digunakan dari pabrik pembuat
 - Basahi permukaan struktur beton yang akan *patching* sampai kondisi lembab
 - Lapisi permukaan beton tersebut dengan bahan perekat / coating pada permukaan beton lama yang kering dengan bahan cairan perekat beton Priming Bonding Agent yang disetujui dengan merata
 - Biarkan lapisan bonding agent tersebut mengering dalam waktu sekitar 20 sampai 30 menit setelah pelapisan.
 - Aduk bahan *patching* dengan baik dan sesuai petunjuk produk yang digunakan
 - Aplikasikan bahan patching epoxy coating / adukan material tersebut dengan merata / tutup seluruh bagian permukaannya dan tekan dengan tangan yang menggunakan sarung karet tangan sampai seluruh permukaan yang akan ditambal sesuai dimensi yang diharapkan
 - Ratakan permukaan struktur/ *patching* tersebut dengan menggunakan spatula atau alat lain yang sesuai sampai permukaan *patching* tersebut kelihatan
 - Diamkan lapisan material epoxy coating mengeras selama 24 jam

- Bersihkan dengan menggunakan amplas sampai permukaan patching tersebut benar-benar halus dan merata
- d. Pekerjaan akhir
 - Lakukan curing /perawatan pada permukaan *patching* tersebut selama bahan patching dalam proses pengikatan / pengeringan dan pengerasan

2.2 GROUTING

Cara penambalan dengan tahapan melalui proses pengelupasan elemen beton / spalling yang melebihi selimut beton dapat digunakan metode *grouting*. Tujuan dari *grouting* ini untuk merekatkan kembali beton yang mengalami pemisahan (metode perbaikan dimensi) dengan melakukan pengecoran memakai bahan non-shrink mortar.

Catatan / keterangan

- Metode ini dapat dilakukan secara manual atau menggunakan pompa.
- Pada metode perbaikan ini yang perlu diperhatikan adalah bekisting yang terpasang harus benar-benar kedap agar tidak ada kebocoran spasi yang mengakibatkan keropos dan harus kuat agar mampu menahan tekanan dari bahan grouting.
- Material yang digunakan harus memiliki sifat mengalir dan tidak susut.
- Umumnya digunakan bahan dasar semen atau *epoxy*.

Bahan dan Peralatan / alat bantu grouting serta tahapan pelaksanaan grouting seperti dilakukan dengan cara yang sama pada penanganan cara grouting untuk retak beton (butir 1.2)

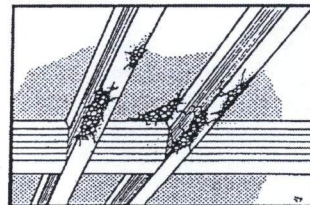
3. BETON KEROPOS (HONEY COMBING / DRUMMY)

Beton yang berongga / tidak padat atau adanya pemisahan, atau kelemahan lain seperti terbentuknya lapisan permukaan yang tipis terpisah dari beton massanya.

Faktor penyebab :

- Cara penanganan / pengerjaan yang kurang baik
- Material halus beton yang masuk tidak dapat mengisi rongga antara agregat dan baja karena :
 - ❑ Agregat terlalu kasar dan kurangnya butiran halus termasuk semen (Faktor perbandingan air semen tidak tepat)
 - ❑ Kurangnya pemadatan atau pemadatan yang tidak sempurna karena terlalu rapatnya baja tulangan
 - ❑ Adanya pemisahan atau kelemahan lain seperti pasta semen keluar dari cetakan (bekisting) yang tidak rapat

Ilustrasi gambar kerusakan beton krops



Contoh kerusakan beton krops

		
Beton kropos sehingga terlihat tulangnya (cukup membahayakan)	Beton kropos sehingga terlihat tulangnya (cukup parah)	Beton kropos tidak terlalu parah
		
Kondisi struktur beton kropos (cukup membahayakan)	Beton kropos dan pengelupasan beton yang tampak tulangan	

Alternatif Penanganan Beton keropos (honey combing / drummy)

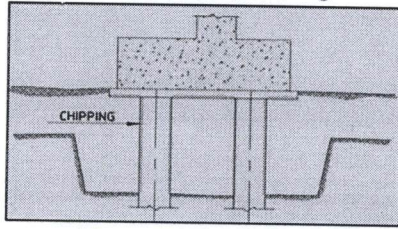
CHIPPING & CONCRETING

Tepat digunakan untuk kerusakan beton yang mengalami pengeroposan *dimana kerusakan yang terjadi tidak terlalu parah, atau masih dalam batas wajar.*

Tahapan pelaksanaan pekerjaan :

- Beton yang kropos / rapuh, di chipping hingga mencapai beton yang baik
Catatan
Bilamana terdapat retak ringan, usahakan pelaksanaan chipping dilakukan secara teratur dalam bentuk V dimana bentuk V ini bisa diisi dengan semen grouting atau mortar epoxy yaitu campuran epoxy dengan agregat halus dimana semen grouting atau epoxy mortar akan menempel dengan baik pada beton atau baja.
- Bersihkan dengan cara menyemprot air atau dengan kompresor, bisa juga disikat memakai ijuk
Catatan
 - ▣ Bila baja tulangan mengalami korosi, harus dibersihkan terlebih dahulu dari bagian yang telah terkontaminasi
 - ▣ Bilamana kondisi tulangan beton menunjukkan sudah rusak maka tambahkan besi beton baru yang dilaskan pada tulangan lama atau tambah wire mesh.
- Lapi / siramkan bahan pelekats agar beton lama dan beton baru menjadi monolit

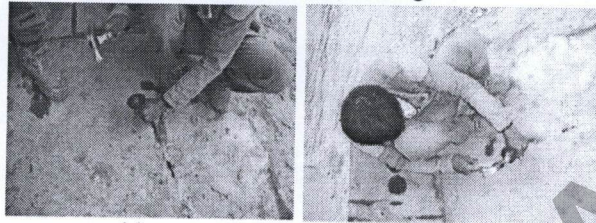
- Lakukan pengecoran beton (Concreting) setelah semua siap
Ilustrasi gambar penanganan metode chipping



Sketsa pelaksanaan perbaikan kerusakan dengan metode Chipping

Catatan :

Mutu beton untuk concreting harus sama atau lebih kuat dari beton semula. Dapat dilihat pada gambar berikut.



(a)

(b)

Gambar Pelaksanaan Perbaikan Kerusakan dengan Metode Chipping

Keterangan :

Gambar (a) menjelaskan pemahatan segitiga (Chipping) dilakukan pada daerah yang mengalami kerusakan dan tidak menyentuh tulangan.

Gambar (b) menjelaskan tentang proses pembersihan permukaan dengan disemprot air atau dengan compressor atau disikat memakai ijuk.

3.2 GROUTING

Penanganan dengan cara injeksi grouting dapat digunakan / cocok untuk penanganan perbaikan krops beton dimana kondisi elemen kerusakannya di area yang sulit terjangkau

Tujuan

Dengan cara menginjeksi bahan grouting yang relatif cair ke dalam cetakan, sedemikian rupa sehingga ikatan antara besi tulangan dan beton dapat kembali seperti semula dan beton pun dianggap masif. Dengan ketentuan tekanan injeksi grouting tidak boleh diambil lebih besar dari kemampuan tarik ijin beton

Perbaikan dengan cara grouting secara umum dalam hal ini dilakukan seperti cara / hal yang sama pada penanganan untuk beton krops, rontok, penglupasan, gompal.

Bahan grouting adalah sebagai berikut :

- Mortar grouting
Terdiri dari campuran semen, pasir dan air dengan perbaikan berat 1 semen : 2 pasir : 1 air.
Bahan ini bisa digunakan untuk lubang keropos yang besar
- Semen grouting
Terdiri dari campuran semen grouting dan air dengan perbandingan berat 1 : 1, dipakai untuk lubang keropos yang kecil atau pada daerah retak
- Chemical grouting
Terdiri dari bahan epoxy yang relatif cair, digunakan pada daerah retak bagian dalam yang dilaksanakan dengan cara injeksi.
Pekerjaan injeksi grouting bisa dilakukan sebagai berikut :
 - a. Lakukan bor pada area elemen beton yang retak mengikuti titik-titik / tanda yang telah direncanakan dan bersihkan lubang tersebut
 - b. Pasang pada lubang bor tersebut pipa aluminium untuk pipa inlet dan outlet, masing-masing diletakkan pada bagian awal atau bawah dan bagian akhir atau atas
 - c. Antara pipa dan beton ditutup dengan bahan adhesive, kemudian tutup permukaan yang keropos atau retak dengan lapisan sealent atau spesi yang cepat mengeras
 - d. Bila penutup permukaan sudah mengeras, sistem inlet dan outlet ini perlu dicoba dengan air sebagai bahan groutingnya,
 - Periksa bagian permukaan yang telah ditutup bila terlihat masih bocor perlu ditambah ulang.
 - Bila sistem telah berfungsi dengan baik, injeksi grouting sudah bisa dilaksanakan
 - e. Jika terlihat bahan grouting telah keluar dari pipa outlet, menandakan daerah yang digrouting telah terisi penuh, pipa outlet bisa ditutup
 - f. Setelah bahan grouting mengeras, pipa inlet dan outlet dipotong, Catatan
Berdasarkan hasil pengujian, injeksi epoxy dapat memulihkan dan meningkatkan kekuatan maupun daktilitas komponen struktur yang diperbaiki tersebut.

JACKETING

Tepat digunakan untuk perbaikan penanganan :

- Kerusakan pengeroposan beton yang sudah cukup parah (terlihat tulangan) dengan melapisi seluruh atau sebagian permukaan beton
- Kerusakan pada permukaan beton yang mengalami pelapukan atau disintegrasi.

Perbaikan dilakukan dengan dengan melapisi seluruh atau sebagian permukaan beton.

Catatan :

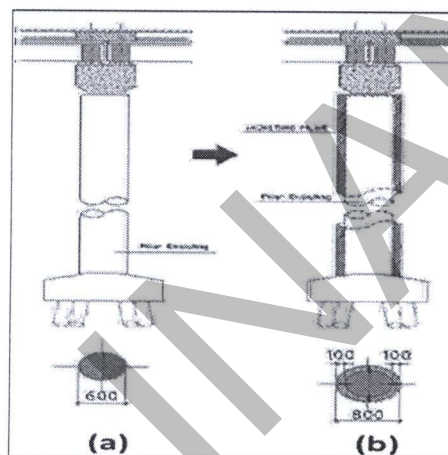
Bila ukuran dimensi beton setelah jacketing mejadi lebih besar, sehingga penampang beton dapat menahan beban yang lebih besar, maka perbaikan ini bisa digolongkan strengthening

Pekerjaan jacketing dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- Perbaiki terlebih dahulu semua bagian beton yang telah lapuk (terkontaminasi) atau menghilangkan semua bagian beton yang retak-retak berat
- Lapisi beton lama dengan bahan perekat
- Cor beton perlapis, bila bidang yang dilapisi sangat luas dapat dipakai secara shotcrete.

Catatan

Untuk ketebalan lebih dari 5 cm perlu diperkuat dengan kawat anyaman agar tidak terjadi retak-retak sebagai akibat adanya susut pada beton



GambarSketsa Pelaksanaan Perbaikan Kerusakan dengan Metode Jacketing

Keterangan :

Gambar (a) menjelaskan tentang kondisi awal, dimana elemen yang tergambar adalah elemen yang masih dalam keadaan belum di jacketing.

Gambar (b) menjelaskan tentang kondisi elemen eksisting yang diperbaiki dengan metode jacketing dimana elemen eksisting masih dipertahankan keberadaannya.

Metode konstruksi Jacketing dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- Bersihkan semua bagian beton yang rontok, lapuk / retak-retak berat (terkontaminasi)
- Lapisi beton lama dengan bahan perekat
- Pasang bekisting pelat baja dan klem bagian atas atau puncak dari bekisting.
- Lakukan dewatering (pengurangan kadar air/pengeringan) pada bagian elemen ini untuk memudahkan pekerjaan.

Catatan

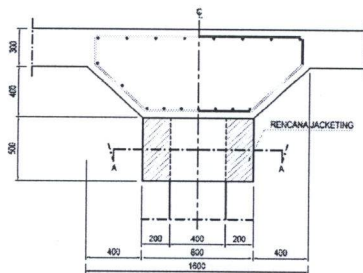
Berikan seal dengan karet-karet seperlunya jika air masih terus mengalir.

- Setelah semua siap, lakukan pengecoran dengan menggunakan beton dengan spesifikasi yang disyaratkan.

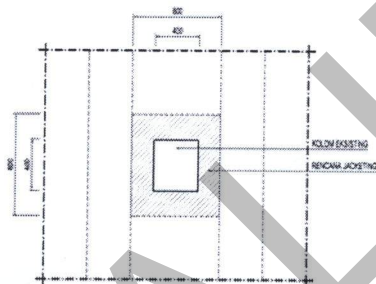
Catatan

Pengecoran beton dilakukan berlapis, bila bidang yang dilapisi sangat luas dapat dipakai secara shotcrete. Untuk ketebalan lebih dari 5 cm perlu diperkuat dengan kawat anyaman agar tidak terjadi retak-retak sebagai akibat adanya susut pada beton

- Setelah proses pengecoran selesai dilakukan, proses pemompaan dapat dihentikan.
- Setelah waktu 2-3 hari, lakukan pembongkaran dengan membuka klem.

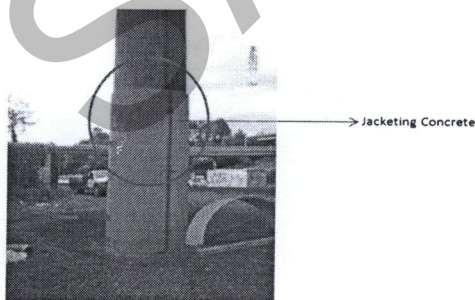


Sketsa metode Jacketing pada pilar beton Jembatan (Tampak samping / melintang)



Sketsa metode Jacketing pada pilar beton Jembatan (Denah / Tampak atas)

Gambar penanganan dengan cara Jacketing (sudah terpasang)



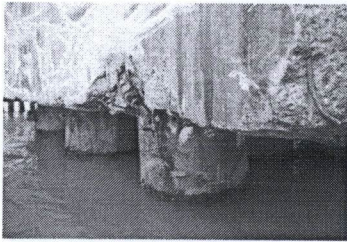
4. BETON PECAH ATAU RONTOK

Pecah / rontok yaitu terlepasnya atau hilangnya sebagian atau keseluruhan beton pada elemen jembatan dan jika kerontokan ini terjadi sangat parah maka kemungkinan bisa terjadi yang tersisa hanyalah tinggal tulangnya saja, jika demikian kerusakan ini sangat berbahaya terhadap ketahanan jembatan dalam memikul beban yang bekerja.

Beberapa faktor penyebab :

- Faktor lingkungan (tertabrak ponton/kapal)
- Interaksi langsung antara beton dengan air
- Ekspansi baja tulangan akibat terjadinya karat
- Selimut beton yang kurang tebal
- Tertabraknya bangunan bawah jembatan oleh kapal atau ponton yang melintas di bawah jembatan.

Contoh gambar / foto struktur beton yang mengalami kerontokan / pecah



Beton Rontok terjadi pada pilar Cap

Penanganan untuk kerusakan beton rontok / pecah :

4.1 PATCHING

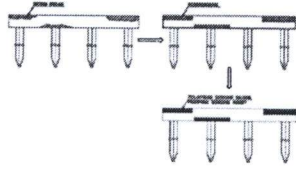
Patching digunakan untuk kerusakan beton pecah atau rontok yang tidak terlalu parah (tidak sampai menembus tulangan) dan pada area yang tidak luas.

- ❑ Metode perbaikan ini adalah metode perbaikan manual, dengan melakukan penempelan mortar secara manual.
 - ❑ Pada saat pelaksanaan yang harus diperhatikan adalah penekanan pada saat mortar ditempelkan sehingga benar-benar didapatkan hasil yang padat.
 - ❑ Material yang digunakan harus memiliki sifat mudah dikerjakan, tidak menyusut dan tidak jatuh setelah terpasang, terutama untuk pekerjaan perbaikan overhead.
- a. Bahan –bahan yang umum digunakan adalah sebagai berikut:
- Monomer mortar
 - Polymer mortar
 - Epoxy mortar
- b. Tahapan pengerjaan *patching*

(Lihat / cara yang sama untuk penanganan ini pada butir 2.1 terdahulu tentang metode Patching)

Gambar Ilustrasi metode Patching

(Seperti tercantum pada butir 2.1 terdahulu)



SALINAN

Pencegahan terkait jenis kerusakan pada pilar

Pemasangan Fender Disekitar Pilar Jembatan

Alternatif penanganan untuk melindungi pilar jembatan dari tumbukan kapal atau ponton dan juga dari benda-benda lainnya yang dapat mengakibatkan kerusakan pada pilar jembatan adalah dengan memasang fender disekitar pilar jembatan.

Prinsip mendasar struktur fender menurut RSNI T-02-2005 yakni:

1. Struktur fender sebagai peredam energi tumbukan kapal sampai ke tingkat kekuatan ijin pilar jembatan;
2. Struktur fender sebagai pelindung pilar jembatan terhadap energi tumbukan kapal.

Tipe-tipe fender(Berdasarkan RSNI T-02-2005)

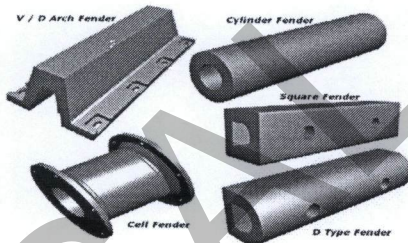
- a. Fender yang didukung oleh tiang
Penggunaan
 - Untuk meredam beban tumbukan
 - Kelompok tiang yang dihubungkan oleh cap yang kaku adalah suatu struktur pelindung dengan tahanan tinggi terhadap gaya tumbukan kapal.
 - Tiang individual dan tiang yang dihubungkan oleh cap yang fleksibel dapat digunakan juga pelindung pilar
 - Kelompok tiang dapat terdiri dari tiang vertikal yang menahan energi dengan lenturan atau tiang miring yang menahan energi dengan tekanan dan lenturan.
 - Deformasi plastis dan kerusakan tiang diijinkan dengan syarat kapal terhenti sebelum menabrak pilar atau, tumbukan diredam sampai tingkat kekuatan pilar dan pondasi.
 - Struktur tiang pelindung dapat dibuat secara berdiri sendiri, atau dipasang pada pilar. Tiang kayu, baja atau beton dapat digunakan sesuai kondisi lapangan, beban tumbukan dan pertimbangan ekonomis.
- b. Fender dolfin
 - Dolfin merupakan struktur sel sirkular dari turap baja yang dipancang, dan diisi beton serta ditutup dengan cap beton.
 - Dolfin dapat dibuat dari komponen beton pracetak, atau di pracetak secara keseluruhan di luar lapangan dan kemudian dibawa mengapung ke lokasi.
 - Fungsi fender sebagai tiang pancang kadang-kadang digabung dalam desain sel. Prosedur perencanaan dolfin berdasarkan perubahan energi yang terjadi selama pembebanan tumbukan rencana.

Hubungan dan korelasi energi-simpangan dikembangkan untuk mekanisme peredaman berikut:

- ☐ Kerusakan bagian depan kapal;
- ☐ Terangkatnya bagian depan kapal;

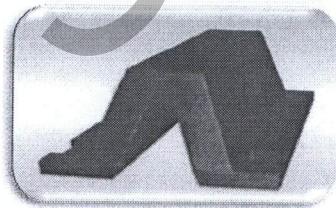
- ⑦ Gesekan antara kapal dan dolfin
 - ⑦ Gesekan antara kapal dan dasar sungai;
 - ⑦ Geseran dolfin;
 - ⑦ Rotasi dolfin;
 - ⑦ Deformasi dolfin (dibatasi kurang dari $\frac{1}{2}$ diameter sel, sel diperbolehkan mengalami deformasi plastis dan runtuh parsial).
- c. Fender pulau
- Fender pulau sekeliling pilar jembatan adalah proteksi sangat efektif terhadap tumbukan kapal. Pulau terdiri dari pasir atau batuan dengan permukaan luar dari batuan pelindung berat untuk menahan gelombang dan arus. Geometri pulau sesuai dengan kriteria berikut:
- Tumbukan kapal diredam melalui pulau sampai ke tingkat kapasitas lateral pilar dan pondasi pilar;
 - Dimensi pulau sedemikian rupa agar penetrasi kapal ke dalam pulau tidak menyebabkan sentuhan kapal pada pilar.
- d. Fender terapung
- Fender terapung terdapat dalam berbagai sistem:
- Sistem jaringan kabel: kapal berhenti oleh sistem kabel terjangkar dalam dasar perairan yang diberi pelampung di depan pilar;
 - Ponton terjangkar: ponton terapung yang terjangkar dalam pasar perairan di depan pilar untuk meredam tumbukan kapal.

Bentuk elemen fender



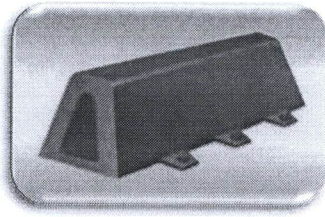
Tipe elemen fender dari bahan rubber(yang seringkali digunakan):

a. KVF Fender (Fender type V)



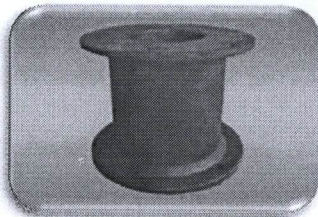
Gambar KVF Fender

b. KAF Fender (Fender type A)



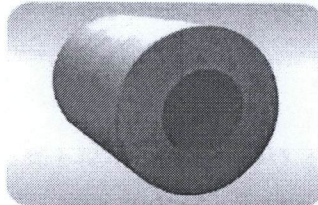
Gambar KAF Fender

c. KCEF Fender (Fender type cell)



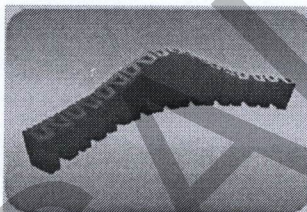
Gambar KCEF Fender

d. KCF Fender (Fender Type Cylindrical/Hollow)



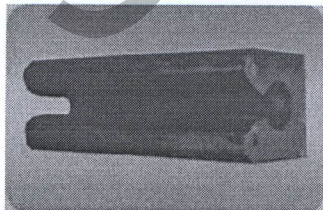
Gambar KCF Fender

e. KWF Fender (Fender type W)



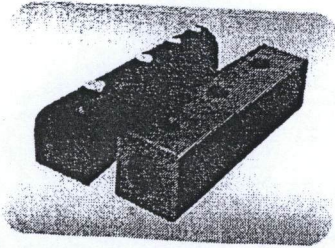
Gambar KWF Fender

f. K8F Fender (Fender type 8)



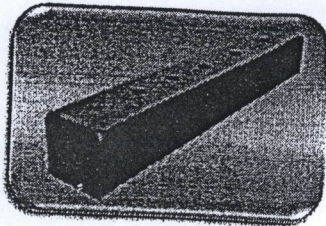
Gambar K8F Fender

g. KDF dan KRCF Fender (Fender type D dan RC)



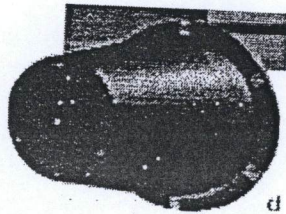
Gambar KDF dan KRCF Fender

h. KSF Fender (Fender type Square)



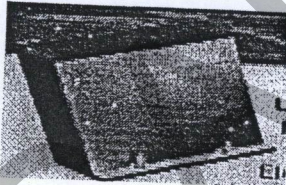
Gambar KSF Fender

i. Super Cone Fender



Gambar Super Cone Fender

j. Unit Elemen Fender

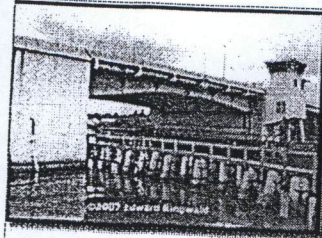


Gambar Unit Elemen Fender

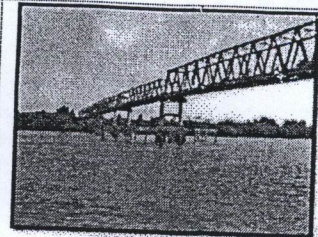
Foto contoh pemasangan fender



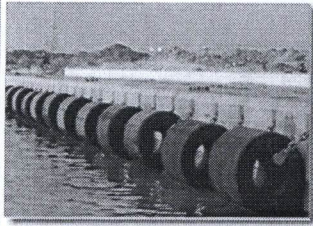
Fender yang terbuat dari Kayu



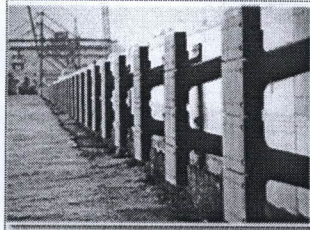
Fender yang Terbuat dari Beton



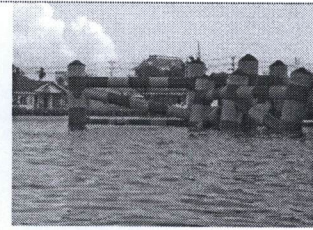
Fender yang terbuat dari Baja



Fender yang terbuat dari karet



Fender yang terbuat dari karet



Fender yang terbuat dari baja

SALINAN

BAB II PENANGANAN KERUSAKAN DITINJAU DARI ASPEK GEOTEKNIK

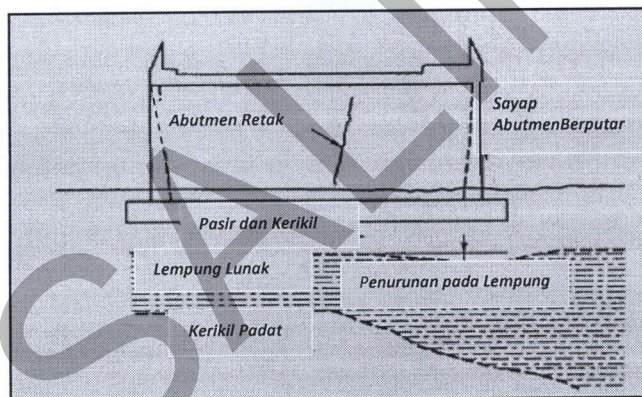
Elemen bangunan bawah jembatan (Abutmen, pilar, pondasi dan struktur bangunan pengaman jembatan seperti dinding penahan tanah, sayap jembatan dan oprit jembatan) merupakan elemen struktur jembatan yang langsung berhubungan dengan geoteknik.

Elemen – elemen tersebut sering mengalami kegagalan atau keruntuhan yang disebabkan oleh beberapa faktor mulai dari kondisi lapisan tanah yang labil hingga konstruksi yang salah sebagai contoh gangguan teknis seperti pembebanan yang berlebihan dan gangguan non teknis seperti bencana alam dan lain sebagainya, hal ini berakibat kegagalan pada elemen bangunan.

Dalam aspek geoteknik berikut ini akan dicoba kajian mengenai penyebab dan akibat yang ditimbulkan dari kegagalan yang ada.

1. Tipe kegagalan struktur ditinjau dari aspek geoteknik pada Elemen Bangunan

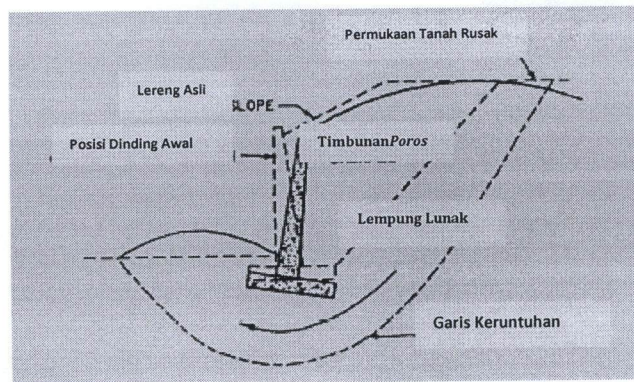
- Tipe Pergerakan dan Penyebab terhadap Elemen Bangunan
- Tipe Pergerakan pada Elemen Bangunan
- Pergerakan vertikal (penurunan) Kondisi tanah lunak atau gambut (daerah Kalimantan dan Sumatera)
- Pergerakan horizontal : Abutmen, pilar (pada kasus-kasus tertentu) dan bangunan pengaman jembatan dapat bergerak horizontal,
- Pergerakan berputar (Rotation) : Kasus keruntuhan tanah dasar atau perbedaan penurunan pada lapisan tanah.



Sketsa Penurunan sebagian pada abutmen

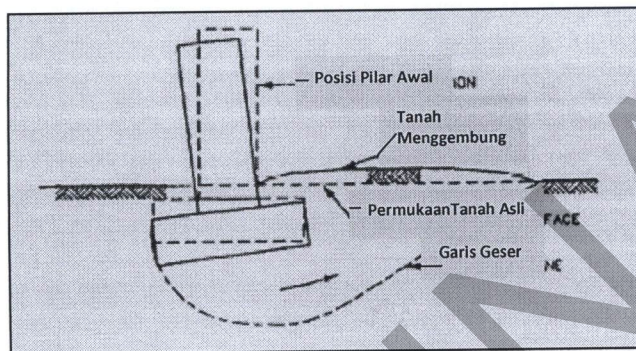
2. Faktor penyebab (sebab – akibat) Pergerakan Pada Elemen Bangunan

- Keruntuhan lereng (Slope Failure) / keruntuhan geser pada lereng terjadi karena muatan geser horizontal pada lereng, galian pada kaki lereng atau gangguan pada kakitimbunan



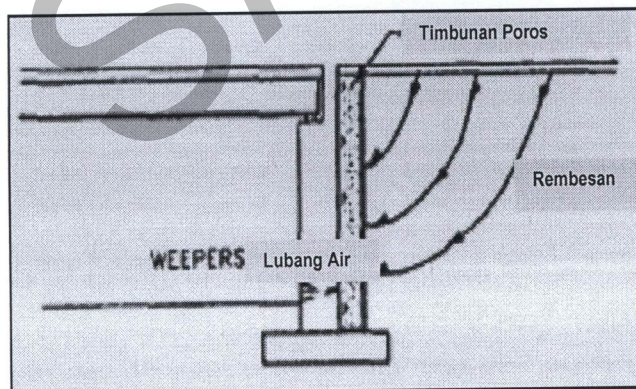
Sketsa Keruntuhan pada lereng (Slope failure)

- Kegagalan Tahanan Dasar (Bearing Failure) : Penurunan atau perputaran pada pondasi yang disebabkan oleh penurunan tegangan geser pada bawah pondasi.



Sketsa Penurunan Bearing Kapasitas

- Rembesan (Seepage) : Aliran air dari posisi tanah tertinggi ke posisi tanah terbawah di belakang dinding penahan, mengakibatkan :
 - Pembebanan di belakang dinding akan bertambah
 - Meningkatnya tegangan air pori,
 - Sistem subdrain timbunan yang kurang berfungsi



Sketsa Rembesan yang tertahan di belakang abutmen

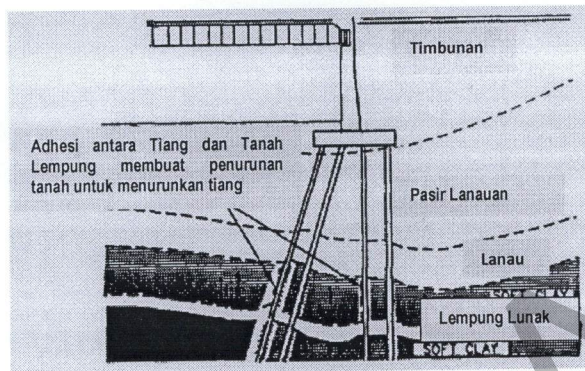
- Naik – Turun permukaan air (Rapid Draw Down) :

Kondisi dimana permukaan air banjir datang secara cepat dan turun secara cepat akan memberikan efek penambahan beban pada tanah tipe granular (pasir).

- Beban Tarikan (hisapan) akibat penurunan tanah :
- Penurunan pondasi pada tanah labil dimana proses konsolidasi masih berlangsung atau penambahan pembebanan timbunan yang mengakibatkan penurunan tanah lebih cepat terjadi.

Penanganan perbaikan :

Melakukan perembesan dengan memasang Subdrain untuk mengalirkan air pori



Sketsa Penurunan pondasi pada kondisi tanah lunak

3. Penanganan Pergerakan Vertikal

a) Meningkatkan kapasitas dukung tanah dasar (Penanganan B.1.A)

Peningkatan daya dukung tanah dasar untuk pilar atau kolom (Penanganan B.1.A.1)

Penyebab :

Scouring atau gerusan pada sekitar pilar dan kerusakan struktur.

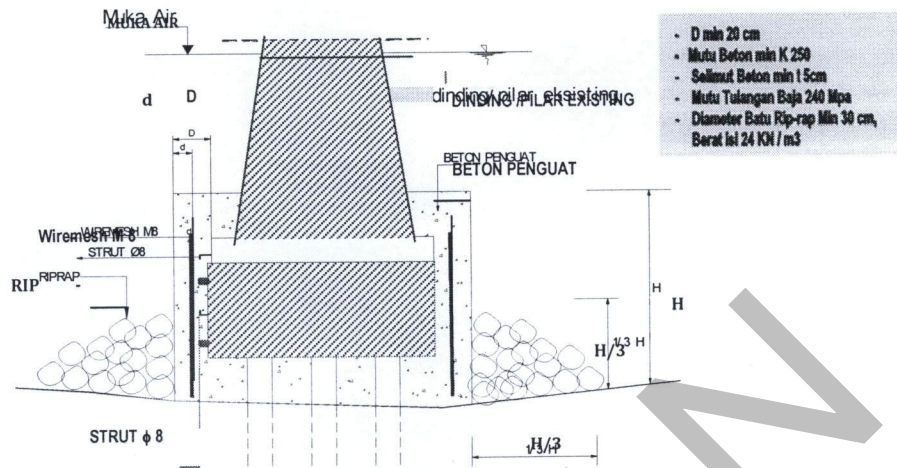
Cara penanganan : (Penanganan hampir serupa cara / aspek Hidrolika)

Memberikan penambalan pada bagian luar pilar yang terkena gerusan dan ditambah dengan pemasangan batu kali / bangunan Rip-Rap seperti sketsa gambar dibawah (tentang perbaikan daya dukung tanah dasar pada pilar setelah perbaikan)

Cara / Langkah-langkah perbaikan

- Pasang bangunan sementara pada sekitar pilar jika kondisi air sungai merendam dasar pilar.
- Memasang tulangan berupa wiremesh pada sekeliling pilar (dianjurkan mengikuti Penulangan Eksisting)
- Memasang besi penjarak antara beton lama dengan tulangan (Welded Wiremesh Reinforcing) dan penjarakan antara sebagai selimut beton, jarak dapat digunakan minimal 5cm.
- Pasang bekisting sekeliling rencana penambahan beton.
- Cor beton hingga penuh.

- Pasang rip-rap di sekeliling pilar hanya bagian bawahnya saja, tinggi ukuran rip-rap dipasang minimal hingga dasar pondasi eksisting dengan diameter minimal 30cm.

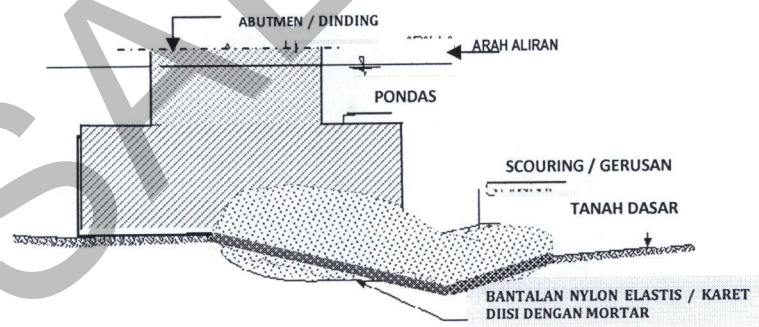


Sketsa Perbaikan daya dukung tanah dasar pada pilar atau kolom (Sketsa gambar B.1.A.1)

4. Peningkatan daya dukung tanah dasar untuk abutmen atau dinding penahan (Penanganan B.1.A.2)

Cara :

- Melakukan grouting pada bagian bawah yang terkena scouring seperti pada sketsa gambar (tentang perbaikan daya dukung tanah dasar pada abutmen / setelah perbaikan)

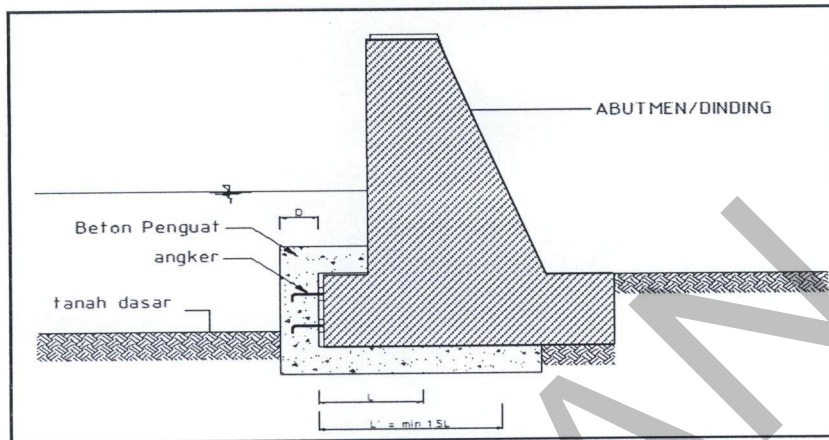


Perbaikan daya dukung tanah dasar pada abutmen dengan cara grouting pada bagian bawah yang terkena scouring (Sketsa gambar B1A2)

Cara / Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan

- Pasang bangunan sementara pada sekitar pilar jika kondisi air sungai merendam dasar abutmen.
- Pasang balon flexible berbahan nylon dan lakukan *grouting*.

- Setelah melakukan tahap ini tentunya harus ditindak lanjuti dengan perbaikan struktur atas jika ada kerusakan atau perubahan posisi.
- b. Memberi perkuatan dengan cor-coran beton pada kaki / dibawah abutmen atau dinding penahan seperti pada sketsa gambar tentang perbaikan daya dukung tanah dasar pada abutmen



Sketsa perkuatan pada kaki abutment atau dinding penahan. (Sketsa gambar B1A3)

Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan

- Pasang bangunan sementara pada sekitar pilar jika kondisi air sungai merendam dasar abutmen.
- Topang abutmen sementara menggunakan batuan jika diperlukan.
- Angkat material tanah yang rusak atau telah hancur dari dasar abutmen.
- Pasang angker pada abutmen untuk menyatukan dengan beton baru, pemasangan angker dilakukan sedalam minimal 3" dan berjarak minimal 75cm.
- Lakukan pengecoran.
- Pasang Riprap di depan abutmen.

b).Penambahan Jumlah Tiang (Penanganan B.1.B)

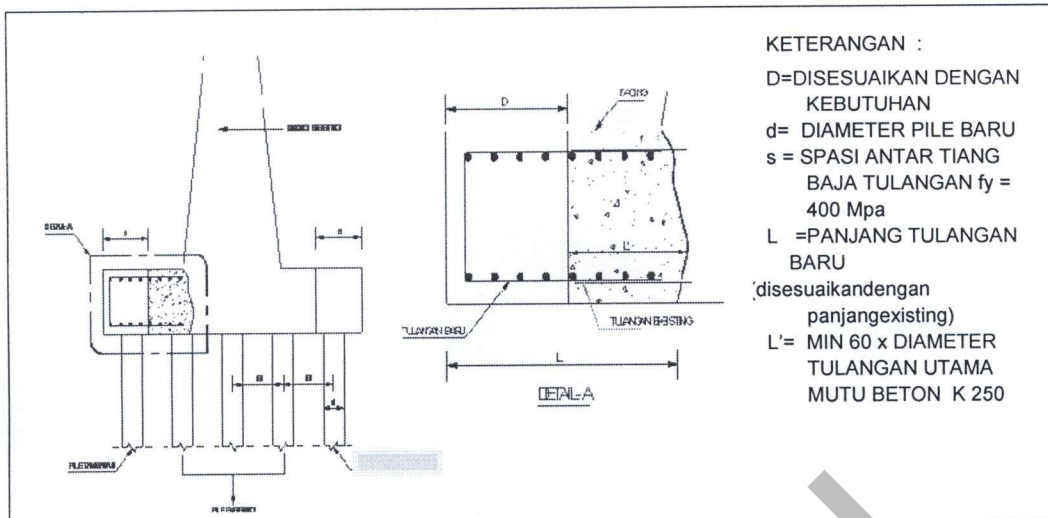
Permasalahan terjadinya kasus Penurunan (*Settlement*)

Penyebab :

Terjadi bilamana pada saat pelaksanaan pemancangan tidak ditemukan lapisan tanah keras sehingga hanya mengandalkan tahanan sisi tiang saja untuk menahan beban struktur diatasnya.

Cara perbaikan :

Dengan melakukan penambahan jumlah tiang dimana harus diikuti dengan pelebaran dasar pondasi atau abutmen.



Penambahan jumlah tiang pada abutmen/pilar. (Sketsa gambar B1.B)

Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan

- Pasang bangunan sementara pada sekitar abutmen jika kondisi air sungai merendam dasar abutmen.
- Angkat atau topang (dongkrak) sementara bangunan atas jembatan.
- Pasang penambahan tiang baru (sesuaikan dengan perhitungan penurunan dan pembebanan yang terjadi)
- Bongkar sebagian dasar pondasi/abutmen untuk menyambung tulangan.
- Pasang tulangan dan bekisting.
- Lakukan pengecoran pada penambahan pelebaran dasar pondasi dan bagian beton yang terbongkar pada eksisting.

c) Peninggian ketinggian dinding atau abutmen (Penanganan B.1.C)

Dilakukan jika terjadi kasus penurunan dalam skala kecil dan dianggap telah berakhir masa konsolidasinya.

Cara perbaikan :

Melakukan pendongkrakan pada bangunan atas dan menambah ketinggian dinding menggunakan beton atau bantalan baja/kayu.

d) Mengurangi Beban Vertikal (Penanganan B.1.D)

Tujuan :

Melakukan tindakan pengawasan terhadap pembebanan lalu lintas yang lewat supaya beban yang diterima struktur tidak melebihi rencana pembebanan yang diizinkan.

Cara perbaikan :

Melaksanakan penyaringan beban kendaraan yang melewati jembatan pada pos-pos penjaga timbangan.

5. Penanganan Pergerakan Horizontal (Penanganan B.2)

a).Perbaikan Subdrain (Penanganan B.2.A)

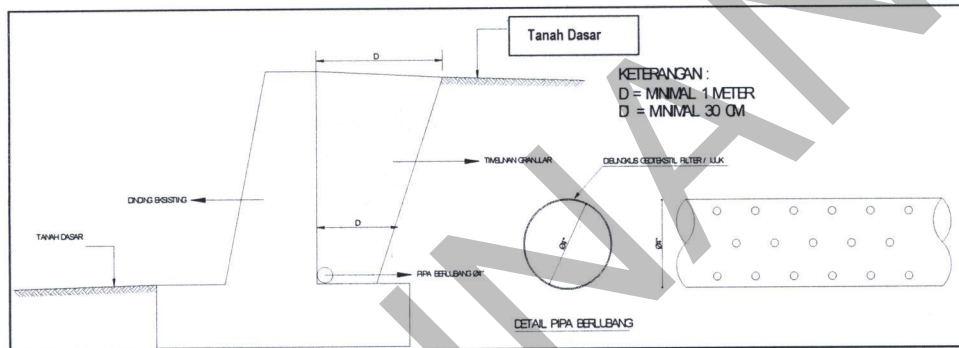
Tujuan :

- Mengalirkan aliran air yang berada pada tanah dibelakang dinding penahan atau abutmen, tanah tersebut bisa berupa tanah asli atau tanah timbunan yang didatangkan diluar lokasi.
- Air tersebut mengisi pori-pori pada massa tanah, sehingga massa tanah menjadi berat karena jenuh oleh air.

Kejenuhan pada massa tanah bisa menjadi penambahan beban horizontal pada dinding.

cara perbaikan :

Dengan pemasangan drainase dibawah (subDraine) berupa pipa penyalir horizontal atau mengganti material di belakang dinding dengan material tanah granular (pasir)



Perbaikan Subdrain Pada Tanah Di Belakang Dinding.

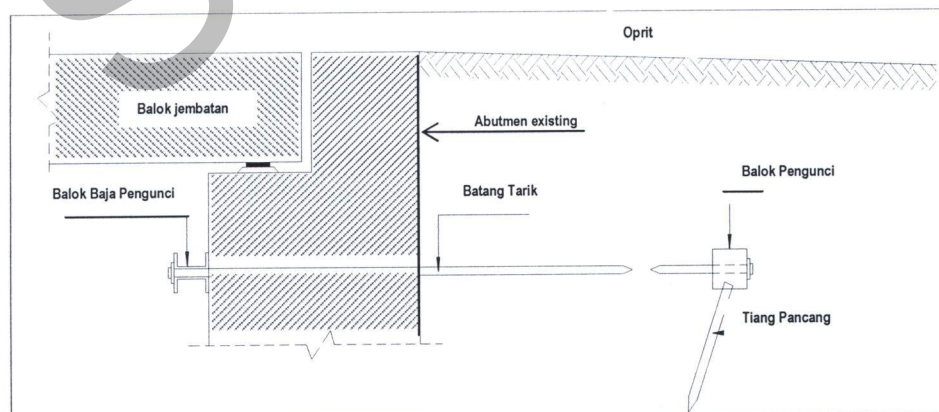
b).Perkuatan Menggunakan Ground Anker (Penanganan B.2.B)

Penyebab

Beban kendaraan atau menurunnya stabilitas geser dinding.

Tujuan :

Untuk menahan pergerakan yang lebih jauh dari gerakan horizontal abutmen atau dinding.



Gambar Perkuatan Menggunakan Ground Anker.

Cara perbaikan yang di lakukan :

- Pasang anker pada dinding atau abutmen dengan cara mengebor pada dinding beton. Jarak pemasangan berjarak maksimal 1 meter pada arah memanjang dan melebar dinding.
- Pasang anker pada lubang yang tersedia dengan kedalaman antara 20 meter – 30 meter arah horizontal pada dinding.
- Buatlah lubang pada sayap jembatan di kedua sisi untuk memasang tautan (*deadman*) tepat pada ujung rencana kedalaman horizontal lubang.
- Gunakan kabel tarik atau batang tarik baja antara lubang anker dengan tautan.
- Pasang balok baja dari double I-profil sebagai ring pada ujung lubang permukaan.
- Kunci kabel atau batang tarik pada ujung lubang menggunakan mur pengunci.

c).Perbaikan Tanah Timbunan(Penanganan B.2.C)

Penyebab :

Kualitas timbunan yang buruk akan mengakibatkan tegangan air pori meningkat jika terjadi rembesan air baik dari air hujan, air limpasan atau air banjir.

Tujuan :

Untuk mengurangi beban horizontal yang ada pada dinding (termasuk bronjong dan *gravity wall*).

Cara perbaikan :

Hal ini dilakukan sama dengan cara perbaikan untuk pengaruh rembesan (*seepage*) yang ditangani dengan penanganan perbaikan sub Drain yang telah di bahas sebelumnya.

6. Penanganan Pergerakan berputar (Penanganan B.3)

Penyebab :

Kegagalan yang sering terjadi pada tanah dasar

Sebagai contoh

Error! Reference source not found.. Akibat dari kegagalan tanah dasar yang mengalami gelincir adalah bangunan menjadi miring ke sisi dalam atau berputar bahkan gerakan gelincir ini dapat merusak seluruh bangunan jika tidak segera diperbaiki.

Tujuan :

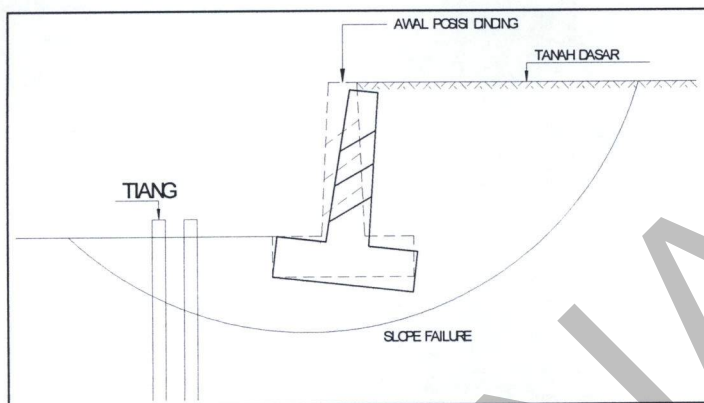
Memberi perkuatan untuk menahan geser pada tanah yang mengalami gelincir

Cara perbaikan :

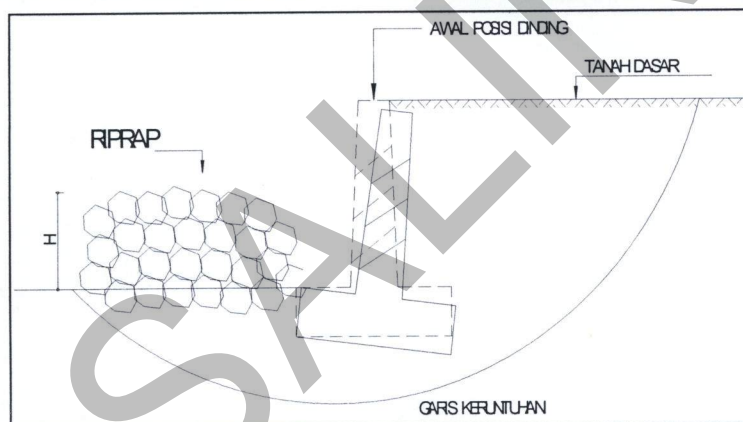
Pemasangan cerucuk atau pancang atau riprap atau sheetpile disimpan di depan konstruksi yang mengalami gelincir.

Hal ini sering dilakukan pada dinding penahan tanah, bronjong, turap bahkan abutmen. Perkuatan jenis ini harus memperhitungkan dari jenis tanah dasar yang ada di lokasi, misalnya pergerakan gelincir pada daerah tanah lunak lebih cocok menggunakan perkuatan cerucuk atau tiang. Jika pergerakan gelincir pada daerah tersebut ditemui tanah kerasnya dangkal

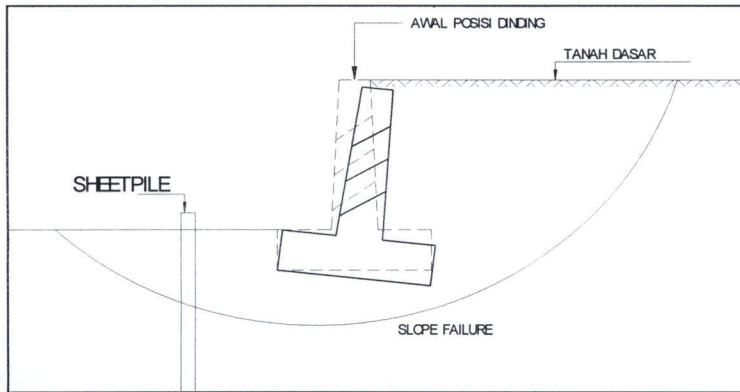
Dilakukan bilamana pemasangan tiang atau sheetpile yang dipasang dengan cara dipancang tidak dapat dilakukan makaterkait dalam hal ini yang lebih cocok adalah penggunaan tiang dengan cara di bor (*Boredpile*). Hal semacam ini sering ditemui pada daerah-daerah yang mempunyai kondisi geologi batuan seperti daerah perbukitan dan pegunungan.



Gambar Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan Cerucuk/Tiang.



Gambar Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan Rip-rap.



Gambar Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan *Sheetpile*.

Langkah perbaikan yang dilakukan :

- Pasang cerucuk atau tiang atau sheetpile dengan cara dipancang.
- Jarak dan kedalaman pemancangan harus diperhitungkan dengan kondisi tanah yang ada.
- Pasangan riprap didepan bangunan yang mengalami gelincir (**Error! Reference source not found.**)
- Perhitungkan berat riprap dengan aspek hidrolika untuk berat setiap batu riprap yang akan digunakan
- Jika perkuatan menggunakan boredpile, gunakan bangunan sementara jika permukaan air naik dan merendam bangunan.
- Lakukan pengeboran untuk membuat lubang sesuai dengan diameter yang direncanakan.
- Masukkan tulangan bored pile.
- Cor lubang menggunakan adukan beton (Disarankan menggunakan K-250 untuk cast in situ)

7. Perbaikan Oprit Atau Tanah Timbunan

Penyebab

Kegagalan oprit atau timbunan pada konstruksi bawah jembatan sering terjadi pada daerah-daerah yang memiliki tanah dasar lunak. Daya dukung tanah dasar yang kecil mengakibatkan terjadi penurunan dan ketidakstabilan oprit atau timbunan. Beberapa penyebab kegagalan oprit atau timbunan diantaranya :

- Daya dukung tanah kecil
- Gangguan pada kaki timbunan
- Tinggi timbunan melebihi tinggi aman atau melebihi tinggi kritis
- Penurunan atau konsolidasi yang masih terjadi

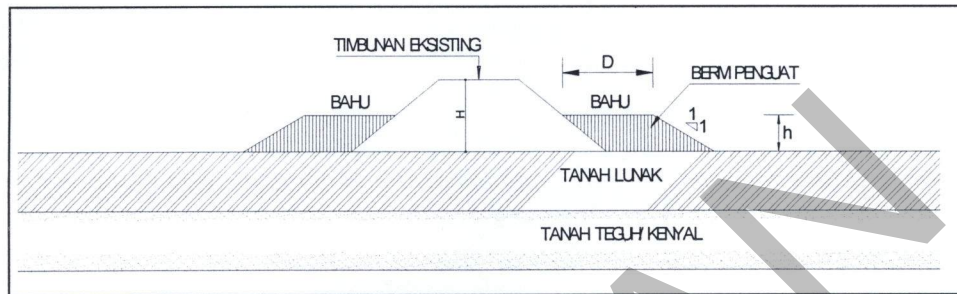
Perbaikan oprit atau timbunan dapat diasumsikan juga penambahan atau leveling kembali pada posisi ketinggian oprit atau timbunan setelah dilakukan perkuatan dan penanganan.

Beberapa bentuk penanganan untuk kegagalan oprit dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu :

a.) Penambahan Bahu Pada Kaki Timbunan (*Counter weight*)(Penanganan B.4.A)

Tujuan

Untuk menambah kekuatan tahanan geser pada tanah dasar yang mengalami keruntuhan sehingga angka faktor keamanan (FS) meningkat. Jenis material timbunan yang digunakan harus material yang bagus dan layak seperti halnya tanah untuk timbunan. Penanganan semacam ini dapat dilakukan pada daerah yang masih kosong disekitar opit jembatan karena akan memerlukan lahan. Pekerjaan penanganan ini sering dijumpai pada kondisi tanah yang lunak.



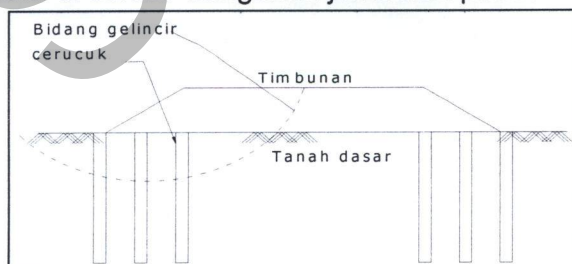
Gambar Penanganan menggunakan bahu timbunan (*Counter weight*).

Langkah perbaikan yang dilakukan :

- Lakukan berbarengan pada kedua sisi.
- Pada tanah lunak akan lebih baik bila bahu dan timbunan utama dilakukan secara bertahap.
- Setelah selesai timbunan bahu, maka mulailah melakukan penambahan/leveling pada timbunan utama.

Perkuatan Stabilitas Timbunan(Penanganan B.4.B)

Tujuan untuk meningkatkan angka faktor keamanan (FS). Perkuatan ini dapat menggunakan cerucuk kayu, bambu atau beton bahkan penggunaan turap. Pemasangan cerucuk pada dasarnya sama seperti penambahan pada bahu timbunan. Hal ini dapat dilakukan pada daerah yang memiliki tanah lunak dan kondisi di sekitar bangunan jembatan padat.



Gambar Perkuatan Stabilitas Menggunakan Cerucuk.

Cara langkah perbaikan yang dilakukan :

- Harus dilakukan terlebih dahulu adalah bidang gelincir yang terjadi

- Lakukan pemancangan atau bored pile pada lereng timbunan pada kedua sisi memotong bidang gelincir.

SALINAN

BAB.III KERUSAKAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN DAN ALTERNATIF PENANGANAN DARI ASPEK HIDROLOGI

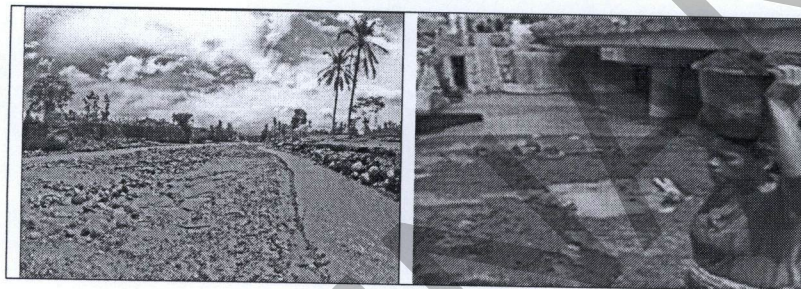
Permasalahan yang sering terjadi pada bangunan bawah

- Pengendapan
- Scouring / gerusan

1. Pengendapan / Pendangkalan

Adanya angkutan sedimen dari hulu sungai ke arah hilir sungai, yang menyebabkan material-material sedimen tersebut terendak di sepanjang aliran sungai yang dapat mengakibatkan alur sungai menjadi sempit sehingga menyebabkan kecepatan aliran sungai menjadi lebih besar atau dapat mengakibatkan terjadinya afflux yang berlebihan.

Foto :



Alternatif penanganan:

A. Pengerukan

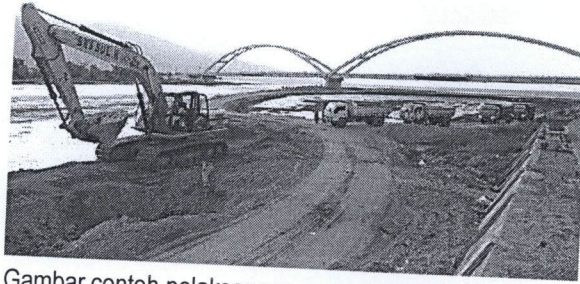
Tujuan

- Untuk mengembalikan sungai pada bentuk semula
- Cara Pelaksanaan.
- Dilakukan secara menyeluruh sepanjang area yang tersedimentasi di sungai tersebut.

Pengerukan tidak bisa dilakukan secara setempat di sekitar jembatan saja, karena hal tersebut hanya menjadi solusi sementara dimana area yang dikeruk akan terisi kembali dengan material sedimentasi dalam waktu cepat.

Sebagai alternatif penanganan yang lebih tepat bisa dilengkapi dengan pembuatan Parit Pembersih dan Perkerasan di area yang telah dikeruk.

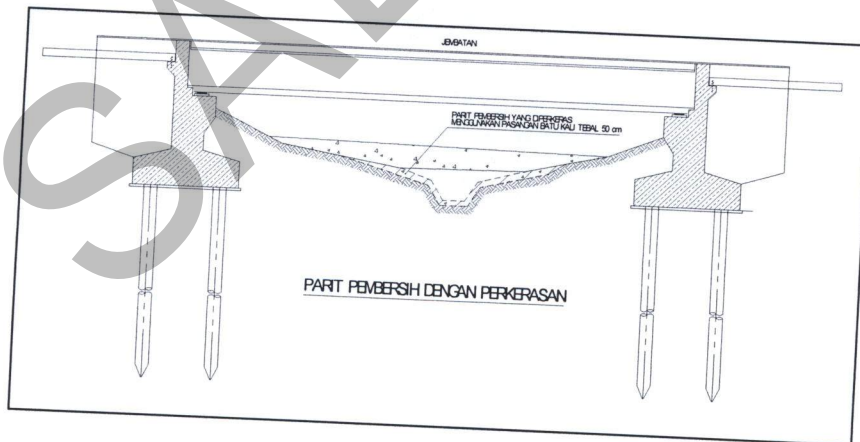
SALINAN



Gambar contoh pelaksanaan pengerukan sungai (sketsa gambar A1)

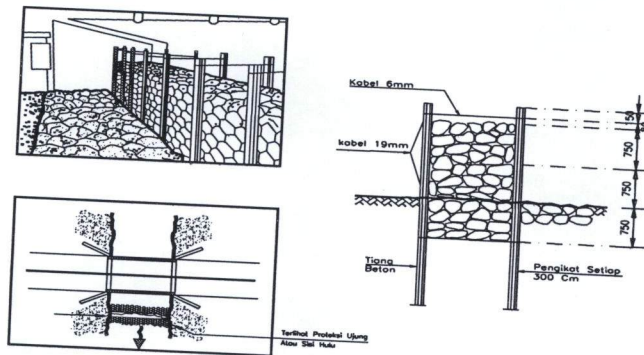
B. Pembersihan Farit dengn Perkerasan

- Untuk menghilangkan endapan /mengurangi pendangkalan yang terjadi akibat arus sungai yang ada dengan cara pembuatan pelantain alur / parit pembersih menggunakan perkerasan yang cukup rendah pada dasar sungai diarea yang telah dikeruk
- Tepat digunakan untuk bentang jembatan yang relatif pendek atau sungai-sungai dengan lebar yang kecil terutama dengan kondisi aliran sungai yang dangkal dimana aliran memungkinkan bisa dipindahkan
- Catatan
- Jika arah aliran sungai menyamping dalam timbunan, gunakan krib, bronjong, dinding penahan tanah / beton, turap atau cara-cara pengaman lainnya guna mengamankan daerah yang penting, misalnya tanah timbunan atau pilar.
- Perkerasan dapat dilakukan pada seluruh dasar sungai dibawah jembatan Sebagai kelemahan dalam hal ini gerusan cenderung terjadi pada ujung hilir perkerasan kucuali bagian ini berhubungan langsung dengan dengan batuan yang tidak tererosi



Sketsa gambar Parit Pembersih dengan Perkerasan.(sketsa gambar A2)

C. Pagar Ganda Dengan Isian Batu



Pengaman Dasar Sungai dengan Pagar Ganda

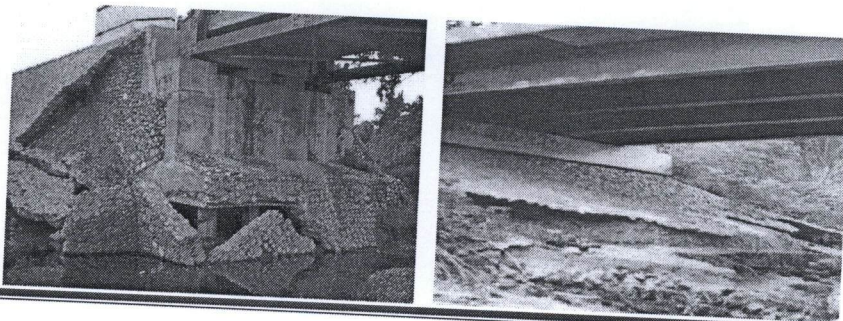
2. Scouring atau Penggerusan

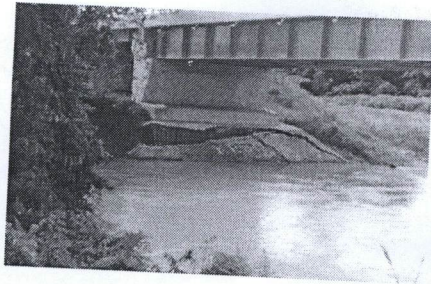
Reaksi aliran air

1. Penggerusan tegak lurus terhadap arah aliran disebut abrasi
2. Penggerusan sejajar terhadap arah aliran / pengikisan air disebut erosi.
3. Penggerusan memutar / turbulensi terhadap arah aliran air disebut scoursi, aktivitas penggerusan disebut scouring

Sebab / akibat

- Dasar sungai secara terus menerus naik dan sedimen yang hanyut terbawa arus banjir bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara luas membentuk dataran aluvial.
 - Pada daerah dataran yang rata dengan alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif sehingga akan terbentuk meander (belokan-belokan sungai) hal ini akan mengalami penggerusan pada sisi luar
 - Arus sungai dengan kecepatan tertentu yang mengikis tebing sungai.
 - Air permukaan dari jalan yang menyebabkan scouring pada daerah tanah timbunan pada waktu bergerak menuju sungai akibat tidak adanya parit pembuangan air yang baik.
 - Adanya penghalang di sungai yang mengakibatkan aliran sungai berubah menuju daerah tebing sungai.
- Foto / gambar Struktur Bangunan Bawah dan Pengaman Jembatan yang terkena

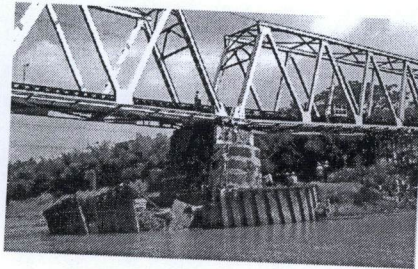




Gerusan pada pilaryang berada ditebing sungai



Gerusan pada abutmen



GambarKerusakan Pilar akibatscouring



Gambar Gerusan pada Abutmen Jembatan

Alternatif Penanganan

a. Krib

Krib adalah suatu konstruksi perlindungan tebing sungai yang dipasang arah melintang, sejajar atau mempunyai sudut tertentu terhadap arah aliran dengan maksud untuk mengubah pola dan sifat aliran untuk suatu tujuan dalam melindungi talud dari bahaya erosi serta perubahan perilaku arus aliran sungai. Krib bekerja sebagai penghalang aliran sungai pada daerah yang akan diperbaiki yang mengarah pada pengendapan material.

Tujuan penggunaan Krib disungai adalah :

- Memperlambat arus (kecepatan aliran) pada daerah talud sungai, pengarah arus aliran sungai.
- Mengatur aliran sungai sedemikian rupa sehingga pada waktu muka air tinggi air dapat mengalir dengan cepat dan tidak membahayakan dinding talud sungai.
- Mengatur distribusi kecepatan aliran sedemikian rupa sehingga dapat meminimalkan atau tidak memperparah terjadinya erosi dan pengendapan sedimen yang mengubah dinding talud sungai.
- Menjaga kondisi alur sungai yang digunakan sebagai jalur transportasi air agar tetap mempunyai kedalaman yang cukup untuk dapat dilayari

Pemilihan jenis Krib dengan dasar pertimbangan sebagai berikut:

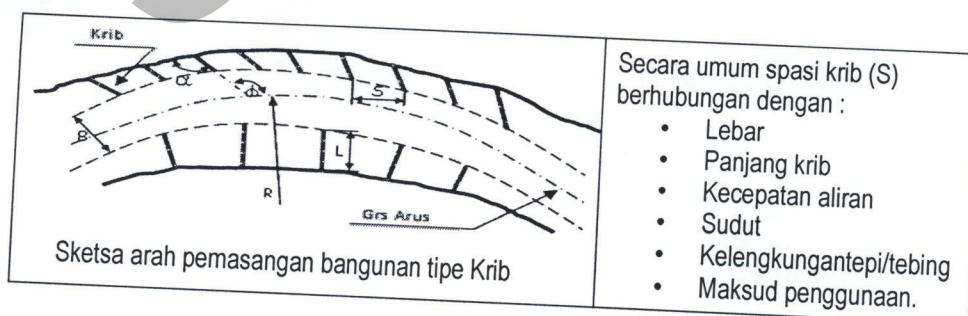
- Krib akan difungsikan sebagai pelindung tebing, bekerja sebagai penghalang aliran sungai / pengarah arus atau untuk perbaikan alinemen sungai. Yaitu

pada daerah yang akan diperbaiki yang mengarah pada pengendapan material

c. Jenis dan nilai manfaat dari bangunan Krib tersebut.

1. Jenis krib berdasarkan pembuatannya
 - Krib beton bertulang
 - Krib kayu
 - Krib pasangan batu
 - Krib bronjong
 - Krib dengan bahan kombinasi
2. Jenis krib berdasarkan sifat hidraulik
 - Krib lolos air (permeable)
 - Krib kedap air (impermeable)
 - Krib semi lolos air (semi permeable)
3. Jenis krib berdasarkan arah pemasangan
 - Krib dengan arah melintang terhadap aliran
 - Krib dengan arah sejajar terhadap arah aliran
 - Krib dengan arah membentuk sudut tertentu terhadap arah aliran, dapat kearah hulu atau hilir.
4. Jenis krib berdasarkan letak pemasangan terhadap muka air
 - Krib dengan elevasi mercu setinggi bantaran
 - Krib diletakkan didasar sungai
5. Jenis krib berdasarkan lama waktu pemakaian
 - Krib permanen
 - Krib semi permanen
 - Krib darurat
6. Jenis krib berdasarkan susunan atau deretan tiang krib, terdapat krib dengan satu deretan tiang atau lebih.
7. Jenis krib berdasarkan lokasi pembuatan
 - Krib yang dibuat dilokasi pemasangan
 - Krib yang dibuat dipabrik

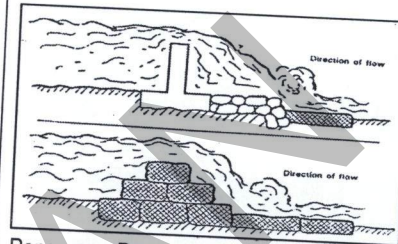
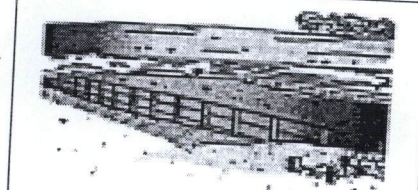
Gambar Ilustasi denah Krib



3. Jenis Krib dan Penghalang

Penghambat aliran air

- Berupa Bangunan yang tidak tembus air dibangun di atas dasar sungai, berupa tanggul dan arahnya tegak lurus dengan aliran sungai.
- Strukturnya bisa fleksibel (misalnya tiang pancang dengan dinding panel) atau kaku (misalnya dinding pasangan batu kali, blok beton, bronjong).
- Krib menghalangi aliran pada daerah yang akan diperbaiki sehingga mengakibatkan pengendapan material.



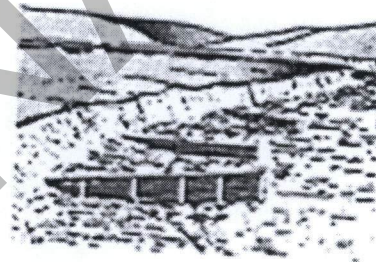
Pengaman Dasar Sungai, Dinding Beton atau Bronjong

Perlindungan tebing dan penghambat aliran air

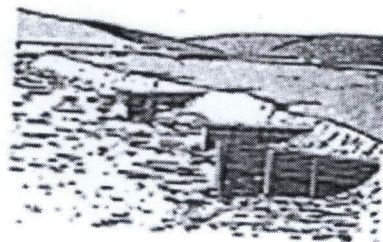
- Dalam bentuk pagar yang tegak dan rendah dibangun dalam alur sungai sepanjang tebing sungai dan tegak lurus aliran sungai. Pagar ini merupakan suatu jajaran tiang dan penahan horisontal. (Biasanya struktur ini mempunyai luas bidang yang kurang dari 50% menahan aliran sungai).
- Merupakan bangunan tembus air yang dapat berfungsi memperlambat arus aliran yang menyebabkan mengendapnya sedimen dan pembentukan tebing sungai baru dalam alur sungai

Catatan

Perbedaan dari penahan ini dari Krib adalah lebih tinggi, dan fungsinya lebih diarahkan pada pengamanan tebing.



Pembentukan tebing baru



Penyelamat tebing

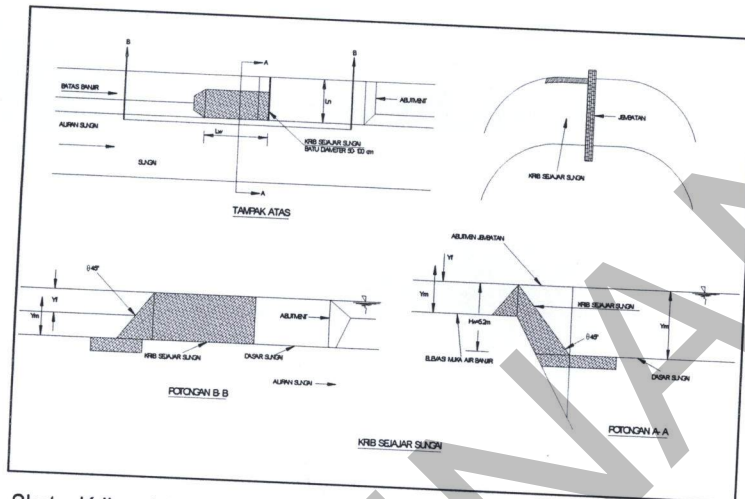
a. Paralel Rock (Krib Sejajar Sungai)

Bangunan ini berupa dinding dengan struktur yang kaku, bisa digunakan dari pasangan batu / batu kali, blok beton ataupun bronjong dan arahnya sejajar dengan aliran sungai yang dipasang dibagian hulu jembatan, sehingga energi arus sudah melemah pada saat melewati struktur jembatan

Fungsi :

- Menahan erosi, gerusan dan longsoran dinding sungai (pengaman tebing sungai)
- Melindungi struktur abutmen jembatan dengan cara melemahkan / pengurangan energi aliran arus sungai.
- Memperlambat aliran yang menyebabkan mengendapnya sedimen dan pembentukan tebing sungai baru dalam alur sungai

Gambar Ilustrasi



Sketsa Krib sejajar sungai. (Sketsa gambar A 3)

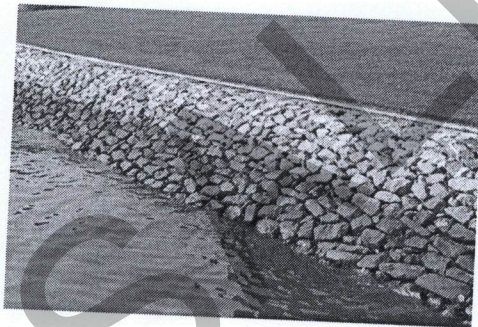
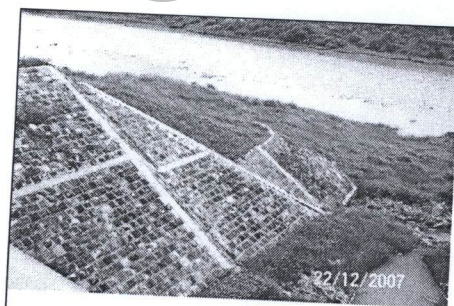
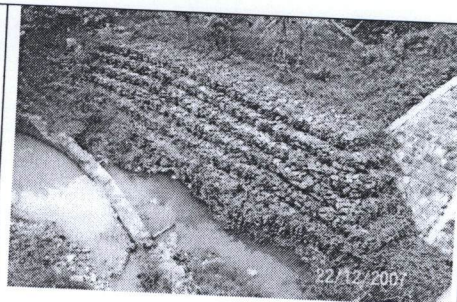


Foto Contoh krib sejajar sungai



Contoh krib sejajar sungai.



Contoh krib sejajar sungai.

b. Serial Rock (Krib Tegak Lurus Sungai dipasang secara Seri)

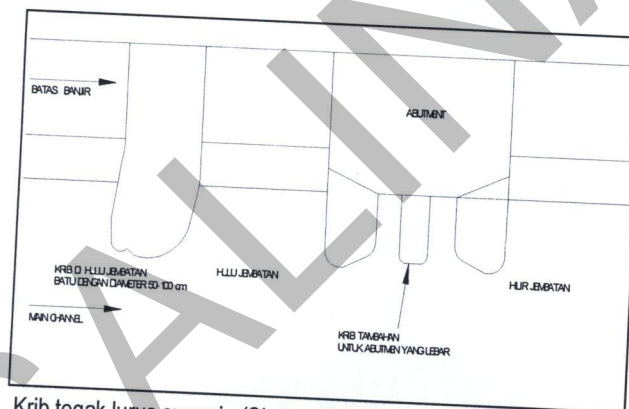
Bangunan berupa dinding dengan struktur yang kaku (misalnya batu kali, blok beton dan bronjong) dan arahnya tegak lurus dengan aliran sungai yang dipasang dibagian hulu jembatan sehingga energi arus sudah melemah pada saat melewati struktur jembatan

Fungsi :

- Menahan erosi, gerusan dan longsor dinding sungai
- Melindungi struktur abutmen jembatan dengan cara melemahkan / pengurangan energi aliran arus sungai
- Memperlambat aliran yang menyebabkan mengendapnya sedimen dan pembentukan tebing sungai baru dalam alur sungai
- Bekerja sebagai penghalang aliran sungai pada daerah yang akan diperbaiki yang mengarah pada pengendapan material dan tumbuhnya tanaman

Cara :

Dengan menggunakan batu-batu yang dipasang diarah hulu jembatan pada posisi tegak lurus sungai sedemikian rupa sehingga energi arus yang dihasilkan sudah melemah pada saat melewati struktur jembatan.



Krib tegak lurus sungai (Sketsa gambar A-4)



Foto contoh krib tegak lurus sungai.

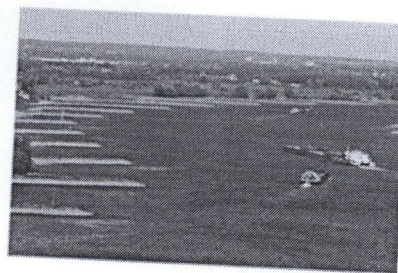
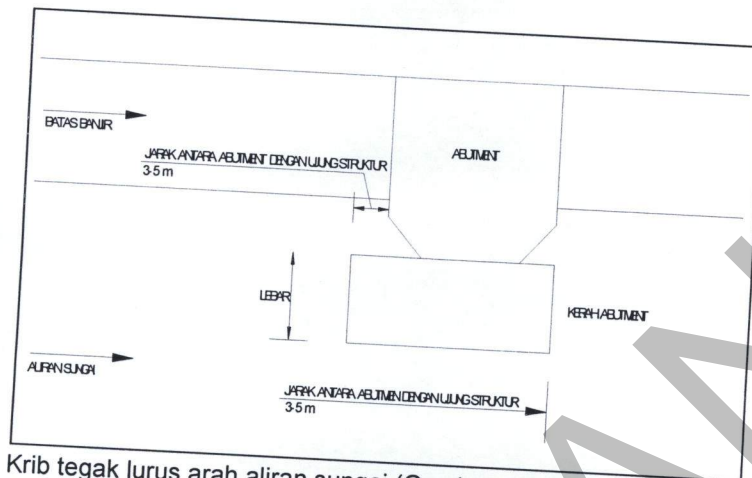


Foto contoh krib tegak lurus dan sebagian membentuk sudut terhadap arah aliran sungai.

c. Abutment Collar (Kerah Abutment)

Fungsi : Untuk menahan gerusan yang terjadi agar tidak mengganggu struktur abutment.

Cara : Dengan cara memberi struktur pelindung di depan abutmen berupa batu – batu



Krib tegak lurus arah aliran sungai. (Gambar Sketsa A 4)

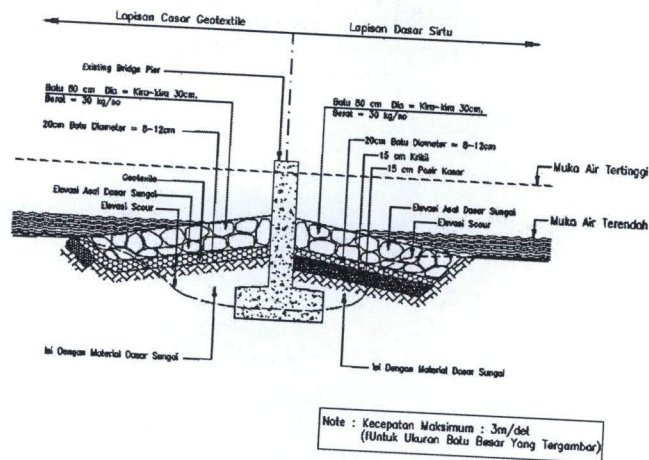


Foto Contoh Kerah abutment

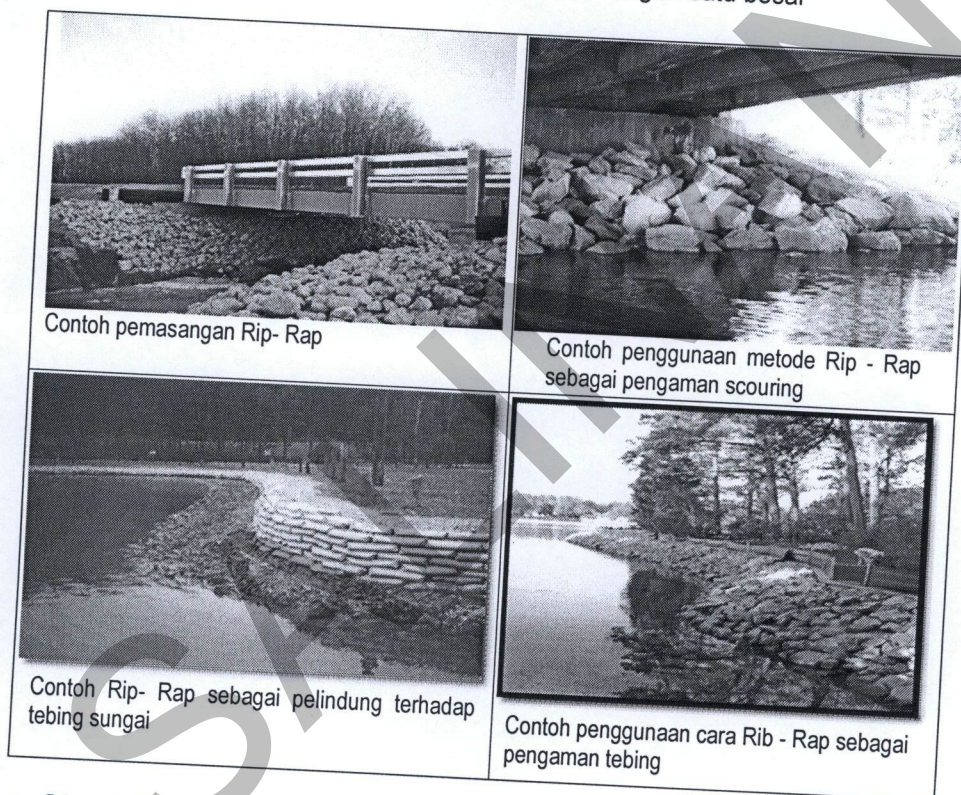
d Rip – Rap

Fungsi : Untuk menahan gerusan yang terjadi agar tidak mengganggu struktur abutment maupun pilar

Cara : Memberi struktur pelindung di depan abutment ataupun disekeliling pilar yang terbuat dari batu-batu besar.



Sketsa gambar Rip Rap atau pasangan batu besar



e. Sheet Pile

Fungsi :

- Menahan gerusan yang terjadi agar tidak mengganggu stabilitas struktur pondasi bangunan abutmen ataupun pilar yang terdapat pada alur sungai /DAS (Konstruksi permanen}
- Digunakan jika kedalaman penggerusan cukup besar dan lokasi tanah keras cukup dalam
- Sebagai pelindung struktur abutment dilakukan dalam kondisi bilamana proteksi dengan menggunakan pasangan batu tidak memungkinkan atau kurang efisien.

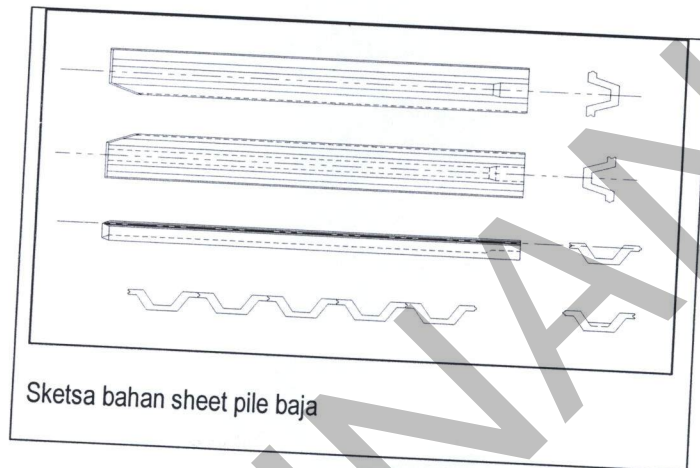
- Sebagai pelengkap konstruksi perkuatan pada kombinasi bangunan pengaman yang menggunakan Ambang Pengontrol Dasar Sungai (umumnya dapat dikombinasi dengan jenis rip-rap)

Cara /

penggunaan : Memberi struktur pelindung di depan abutmen pada kondisi kedalaman penggerusan cukup besar sehingga dalam pertimbangan alternatif penanganannya bila dilakukan proteksi dengan menggunakan batu kurang / tidak efisien lagi

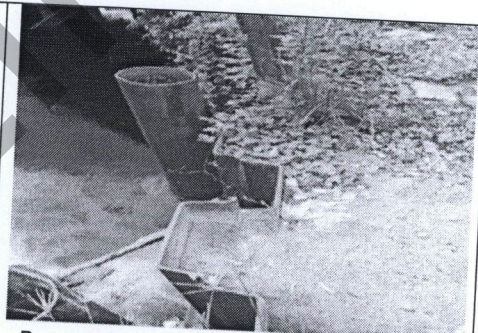
Bahan : Dapat digunakan dari bahan beton atau baja

Cara :

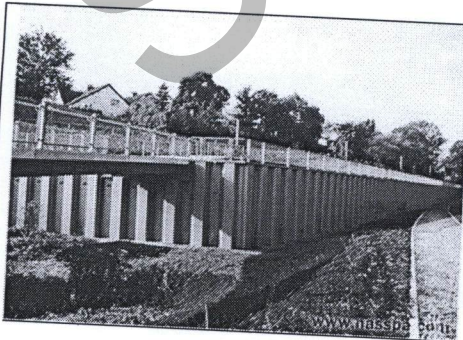


Sketsa bahan sheet pile baja

Sketsa pemasangan Sheet Pile



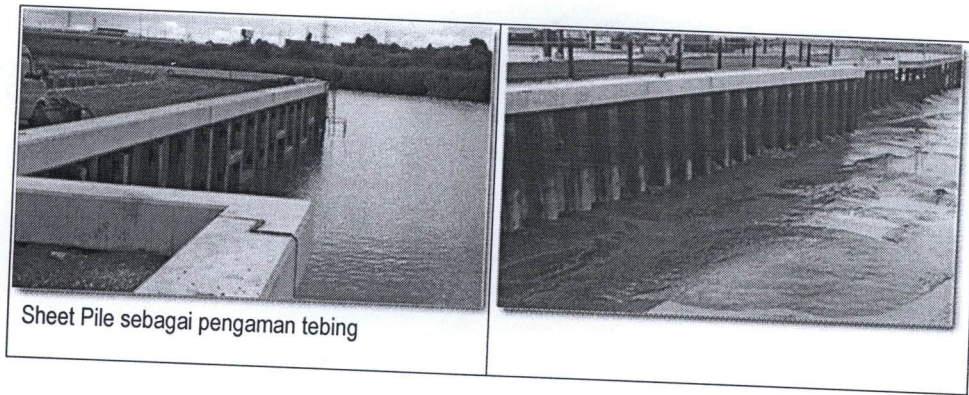
Pengamanan tebing sungai dengan turap baja



Contoh Pemasangan Sheet Pile



Contoh Penggunaan Sheet Pile

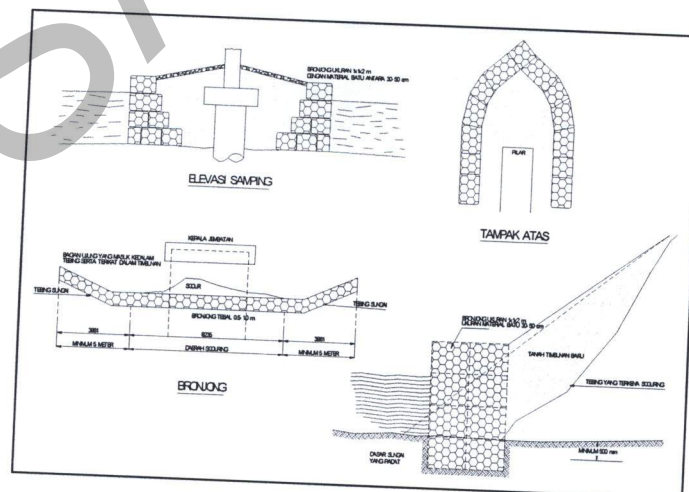


f. Bronjong

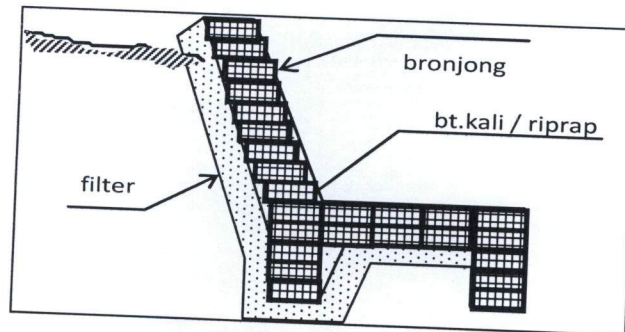
Bronjong terbuat dari kawat anyaman yang sudah digalvanis dan kemudian diisi dengan batu atau batuan sungai (matras batu) sebagai pengaman yang diletakkan diatas atau dekat dasar sungai, lereng galian, lereng timbunan, tebing sungai dan tembok pangkal jembatan dengan berat sendiri bronjong akan bertahan pada tempatnya

Fungsi / Penggunaan :

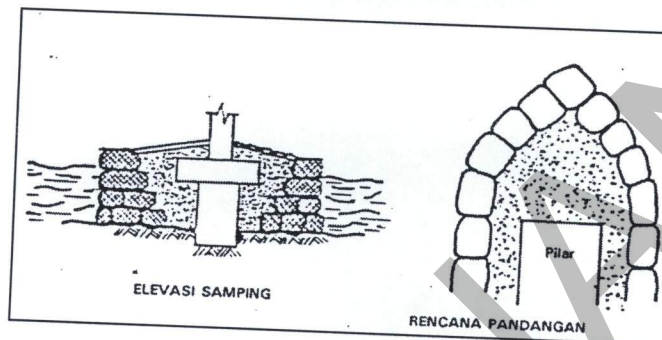
- Untuk mengurangi ataupun pencegah scouring pada dasar sungai, tebing sungai dan yang terkait dengan bangunan bawah jembatan (Abutmen / Pilar) yang akan terjadi termasuk mengatasimasalah pengikisan pada bagian atas tanah timbunan yang tidak dilindungi
- Dipasang bilamana terjadi penurunan / degradasi yang dangkal dengan arah melintang penuh selebar sungai. Dapat dibuat dari beton, bronjong, pemagaran ganda dengan pengisian batu di antaranya, turap baja dan cara lainnya.
- Bisa dipasang sebagai bangunan pengaman yang tetap, maupun bersifat sementara (tidak permanen)
- Sebagai konstruksi pasangan yang dikombinasikan untuk mencegah pengaruh terhadap bangunan pengaman tipe lainnya (dinding penahan tanah, Rip-rap dll)



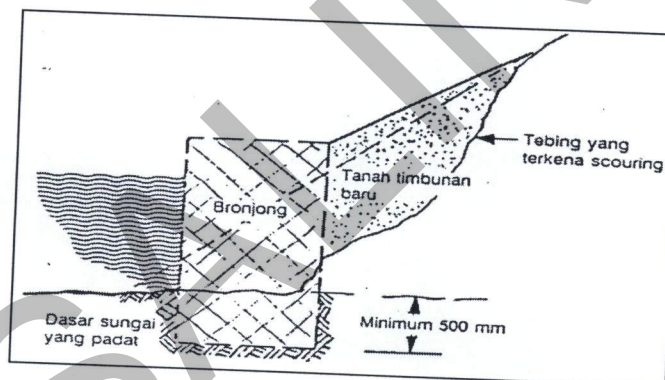
SketsaBronjong sebagai bangunan pengaman abutmen / pilar



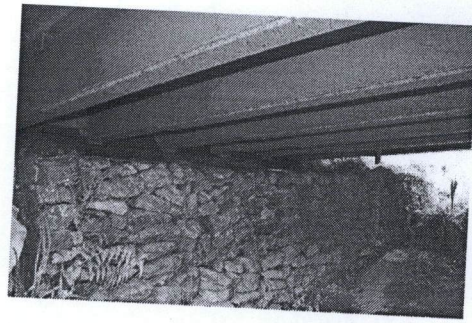
SketsaBronjong/ Rip-Rap sebagai bangunan pengaman tebing sungai



SketsaBronjong / Rip-Rap sebagai bangunan pengaman pilar



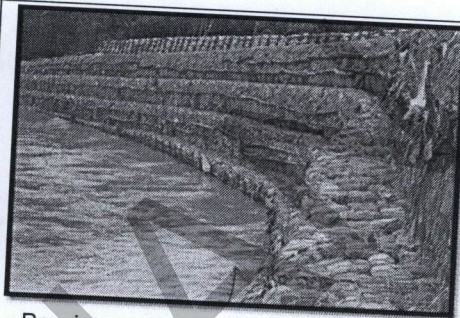
SketsaBronjong sebagai bangunan pengaman tebing



Bronjong untuk melindungi kepala jembatan dari aliran sungai yang berlebih



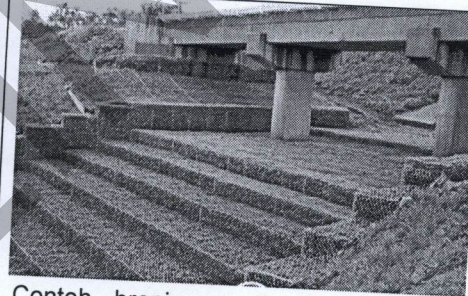
Pemasangan Bronjong sebagai pengaman tebing



Bronjong sebagai pengaman tebing



Gabion / Bronjong pencegah erosi



Contoh bronjong sebagai bangunan pengaman dasar sungai yang dangkal akibat penurunan (arah melintang penuh selebar sungai)

g. Turaf

Fungsi / Penggunaan :

Sebagai pengamanan struktur bangunan bawah (abutmen, pilar dan pondasi) dan tebing sungai dalam menahan gerusan yang terjadi cocok digunakan pada kondisi air sungai yang relatif dalam dan/atau tanah lunak.

Turap baja

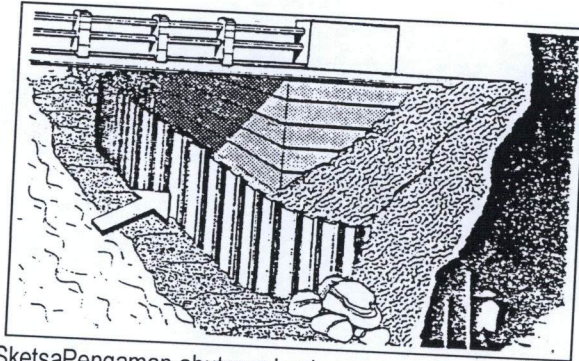
Suatu jenis tiang pancang khusus yang digunakan untuk menahan tanah isian atau pengamanan terhadap scouring.

Jenis turap baja yang banyak digunakan ialah jenis baja dengan bentuk tiang pancang yang dapat saling mengikat.

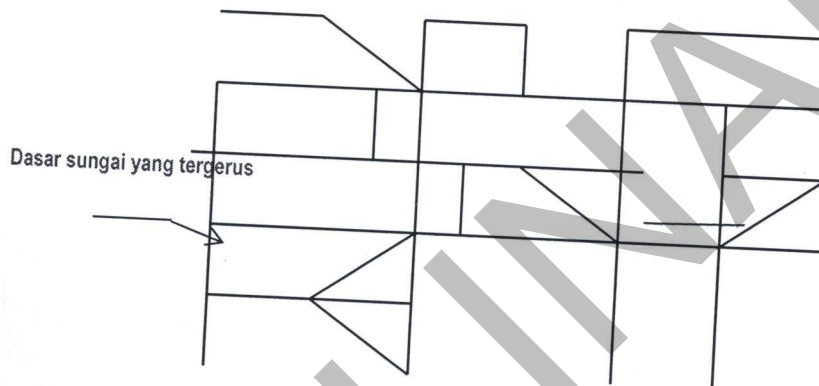
Cara :

Dipasang mulai dari kaki perkuatan talud sampai pada lapisan material yang tidak tererosi atau dibawah dasar gerusan yang diharapkan resiko :

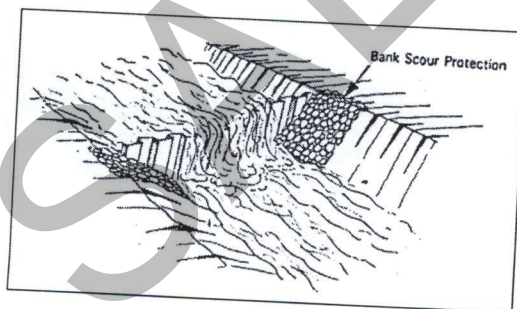
resiko keruntuhan yang disebabkan oleh gerusan yang tidak diketahui sebelumnya dapat dikurangi sebagai perkuatan tambahan yaitu dapat dilakukan dengan mengikat dinding pancang pada blok penahan atau jangkar yang sejenis



Sketsa Pengaman abutmen jembatan dengan konstruksi Turap



Sketsa Turap sebagai pelindung pilar



Sketsa Pengaman Dasar Sungai dengan Turap Baja

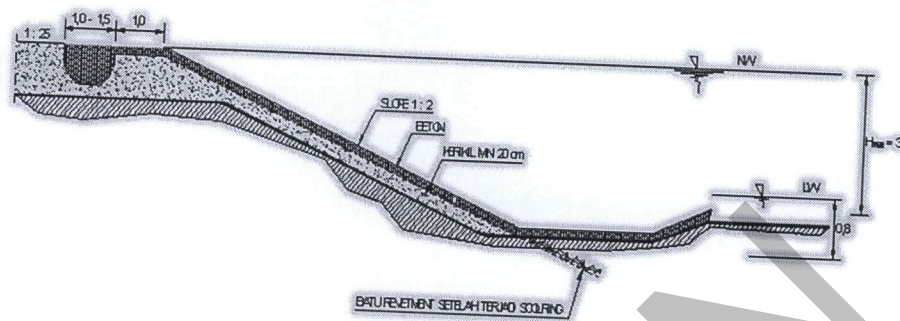
h. Revetment

Konstruksi perkuatan / perlindungan tebing sungai maupun timbunan yang terkena masalah scouring dari bahan batu, beton ataupun kombinasi beton dan batu. Penting untuk diperhatikan tentang gaya angkat terkait dengan berat Revetment harus mampu menahan gaya-gaya hidrolis, apabila revetment kurang berat maka akan dapat *longsor/sliding* karena komponen gaya normal yang kurang atau koefisien gesekan dengan lapisan bawahnya (sub soil) kecil

Fungsi : Untuk menahan gerusan yang terjadi agar tidak mengganggu struktur abutment atau tebing sungai

Penggunaan : Kondisi air sungai yang dangkal dimana aliran air dapat dipindahkan selama pelaksanaan

h.1. Revetment Beton

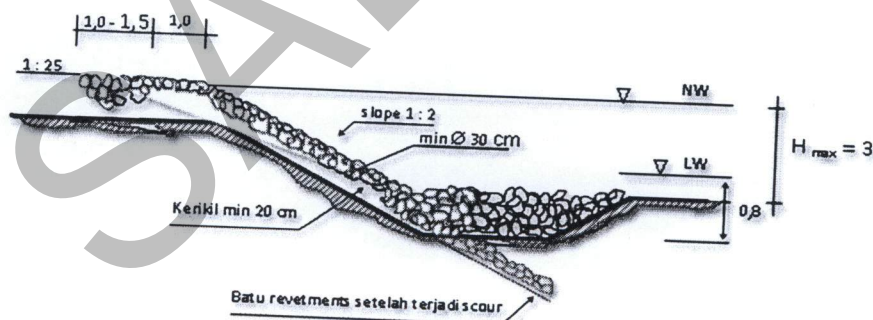


Sketsa gambar Revetment beton



Contoh pelindung tebing sungai dengan Rivetmen beton.

h.2. Revetment Batu Kali



Sketsa gambar perliindungan dengan Revetment batu kali.



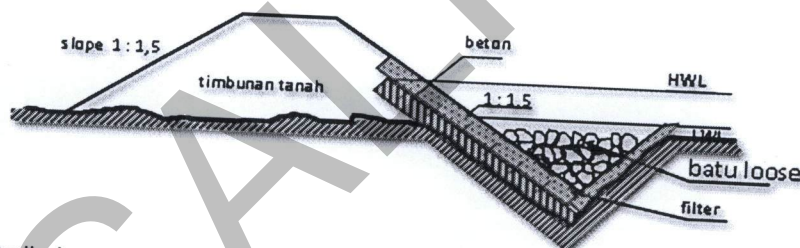
Contoh Revetmen Batu kali



Contoh pemasangan Revetmen Batu kali

Pemasangan Revetmen Batu kali

h.3 Revetmenkombinasi beton dan batu kali



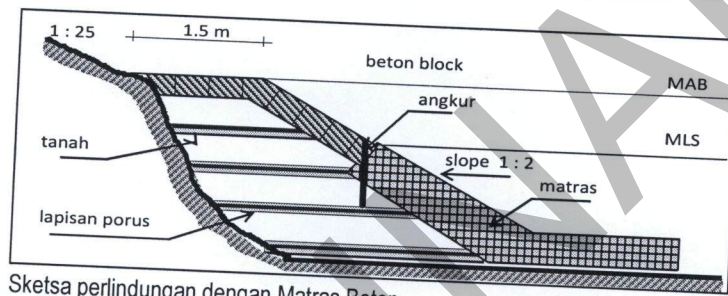
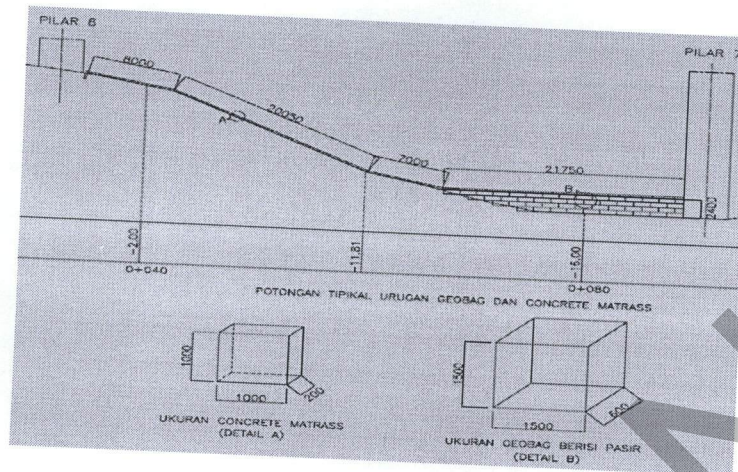
Perlindungan terhadap timbunan menggunakan kombinasi beton dan batu kali (Revetments of Guiding dike).

i. Matras Beton

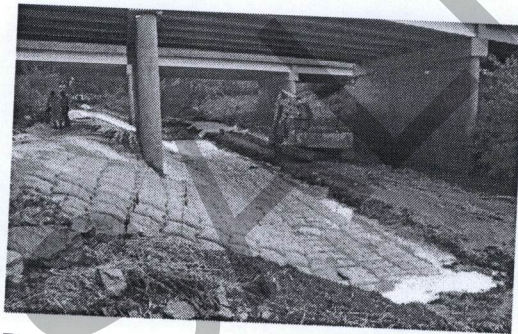
- Pelindung tebing sungai akibat scouring
- elemen konstruksi yang dibentuk dengan cara menyuntikkan suatu bahan grout koloid ke dalam suatu cetakan yang terbuat dari bahan fabric sintetik.
- Ketebalan matras ditentukan oleh penyekat woven di dalam fabric tersebut.
- Sistem ini mengijinkan konstruksi dari elemen-elemen yang berbeda, yang dapat digunakan untuk pencegahan erosi, memperbaiki aliran air, atau sebagai bahan kedap air (*waterproofing*). Berbagai jenis matras telah dipatenkan.

Bahan

- Campuran beton yang biasa digunakan sebagai bahan pengisi adalah semen (tipe V untuk aplikasi pada lingkungan maritim) sebesar 600 kg/m^3 , pasir 1200 kg/m^3 , air 360 kg/m^3 (rasio $w/c = 0,6$).

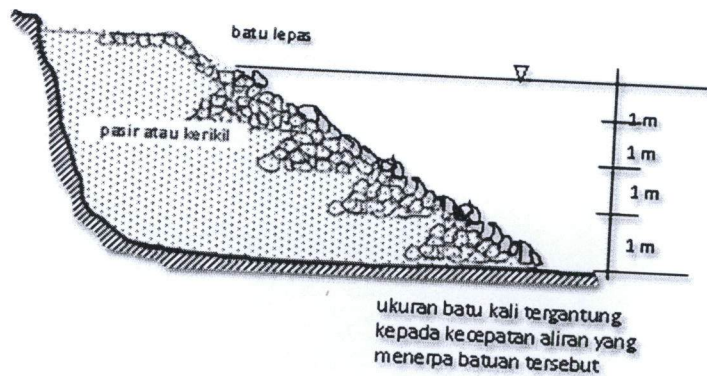


Sketsa perlindungan dengan Matras Beton



Pemasangan Matras Beton pada tebing sungai

Pelindung Tebing sungai dengan pasangan Batu Kali



Catatan :

Didalam perencanaan teknis untuk menetapkan pemilihan tipe bangunan pengaman atau perlindungan terhadap gerusan aliran sungai sering digunakan rekomendasi berdasarkan nilai faktor stabilitas seperti Revetment, Matras blok beton, Rip-Rap dan jenis struktur pengaman lainnya

j. Groundsill

- Salah satu bangunan pengatur sungai yang dipasang melintang sepanjang lebar sungai, pada umumnya dibangun diatas tanah aluvial yang tidak terlalu keras
- Pada umumnya digunakan pada sungai dengan kemiringan yang cukup terjal
- Sebagai pendukung konstruksi Groundsill ini tepat digunakan lapisan pondasi tipe tiang pancang untuk mencegah erosi bawah tanah
- Apron Grounsill pada umumnya dikombinasi dengan perhitungan dasar sungai guna melindungi tubuh tgroun sill terhadap gerusan / erosi

Tipe Groundsill

Ground sill datar

Dibangun pada kondisi bilamana muka dasar tanah hampir tidak punya terjunan dan elevasi mercunya hampir sama tinggi dengan permukaan dasar sungai

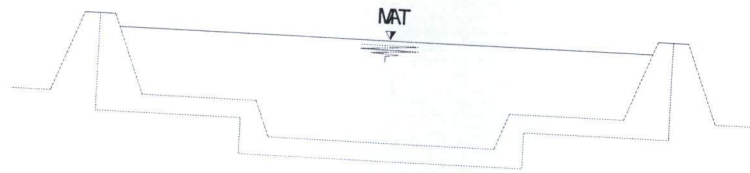
Groundsill tipe pelimpah

Dibangun pada kondisi muka dasar sungai memiliki terjunan sehingga elevasi permukaan dasar sungai disebalah hilir konstruksi Grounsill lebih tinggi dari pada elevasi permukaan dasar sebelah hulu yang dengan maksud untuk lebih melandaikan kemiringan dasar sungai untuk

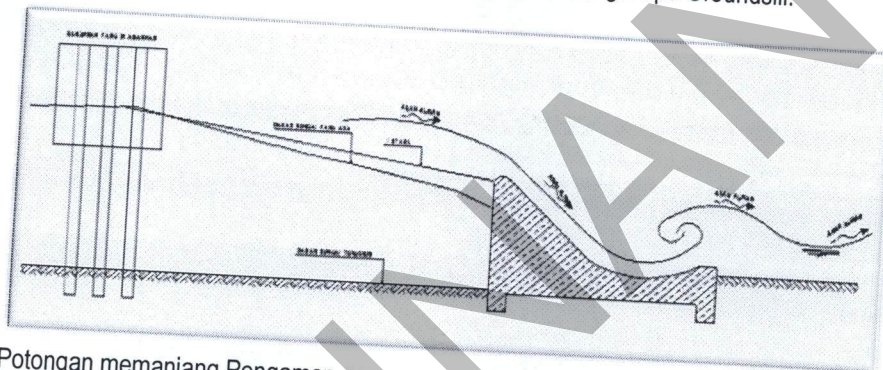
Fungsi / Kegunaan :

- Menjaga agar permukaan dasar sungai tidak terjadi penurunan kembali atau mencegah penurunan yang terlalu berlebihan
- Untuk menahan gerusan dan perlindungan terhadap abutment jembatan dengan menggunakan material batu kali.
- Untuk memperkecil kecepatan aliran sungai yang cukup tinggi atau melemahkan energi arus akibat aliran sungai yang deras

Gambar Ilustrasi :

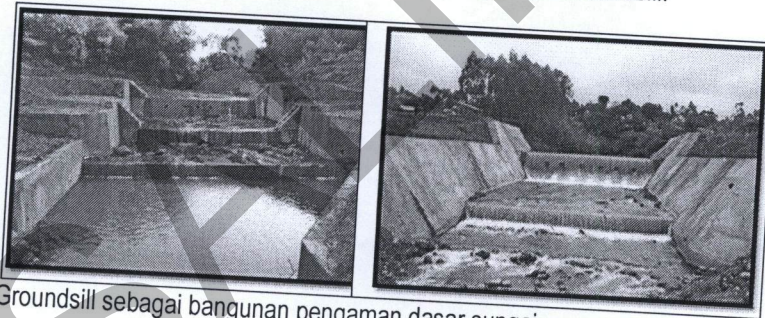


Sketsa / Potongan memanjang Pengaman gerusan sungai tipe Groundsill.

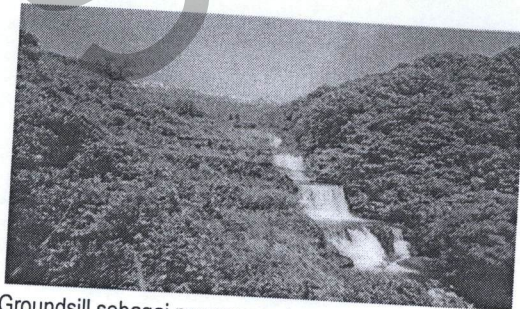


Potongan memanjang Pengaman gerusan sungai tipe Groundsill.

Sketsa /



Groundsill sebagai bangunan pengaman dasar sungai



Groundsill sebagai pengaman dasar sungai dengan kemiringan yang cukup terjal

K. Perkuatan Lereng

Perkuatan lereng dapat dibedakan dalam 3 (tiga) jenis, yaitu :

1. Perkuatan lereng tanggul

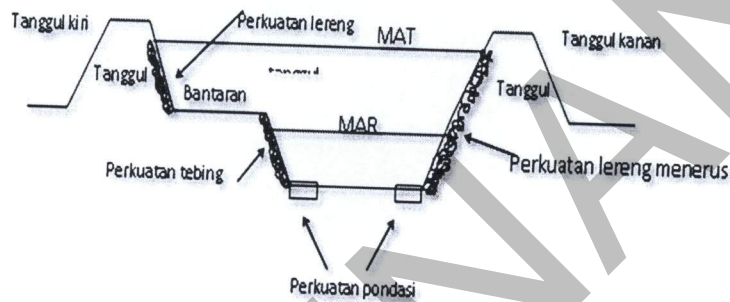
Untuk melindunginya terhadap gerusan arus sungai dan konstruksi yang kuat perlu dibuat pada tanggul-tanggul yang sangat dekat dengan tebing alur sungai atau apabila terjadi pukulan air.

2. Perkuatan tebing sungai

Dibangun pada alur sungai untuk melindungi tebing dari gerusan air sungai dan mencegah proses meander pada alur sungai dan perlu diadakan pengamanan terhadap kemungkinan kerusakan pada bangunan disaat terjadi banjir.

3. Perkuatan lereng menerus

Dibangun pada lereng tanggul dan tebing sungai secara menerus.



Klasifikasi Perkuatan lereng

L. TETRAHIDRA

Tujuan : Untuk menahan gerusan arah hilir sungai



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A0
1 : 100

JUDUL

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN
DITINJAU DARI ASPEK HIDROLOGI

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN PERMASALAHAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN DITINJAU DARI ASPEK HIDROLOGI

NO.	NAMA KERUSAKAN	PENANGANAN	
		JENIS PENANGANAN	KODE
1	PENDANGKALAN	PROSES PENGURUKAN	A1
2	GERUSAN PADA ABUTMEN	PARIT PEMBERSIH DENGAN PERKERASAN	A2
		PARALEL ROCK / KRIB	A3
		SERIAL ROCK / KRIB	A4
		ABUTMEN COLLAR	A5
		RIPRAP	A6
		SHEETPILE	A7
		BRONJONG	A8
		REKETMEN BETON	A9
		REKETMEN BATU KALI	A10
		GROUND SHILL	A11
3	GERUSAN PADA TIANG PANGANG	PARALEL ROCK / KRIB	A3
		SERIAL ROCK / KRIB	A4
		ABUTMEN COLLAR	A5
		RIPRAP	A6
		SHEETPILE	A7
		BRONJONG	A8
		REKETMEN BETON	A9
		REKETMEN BATU KALI	A10
		GROUND SHILL	A11



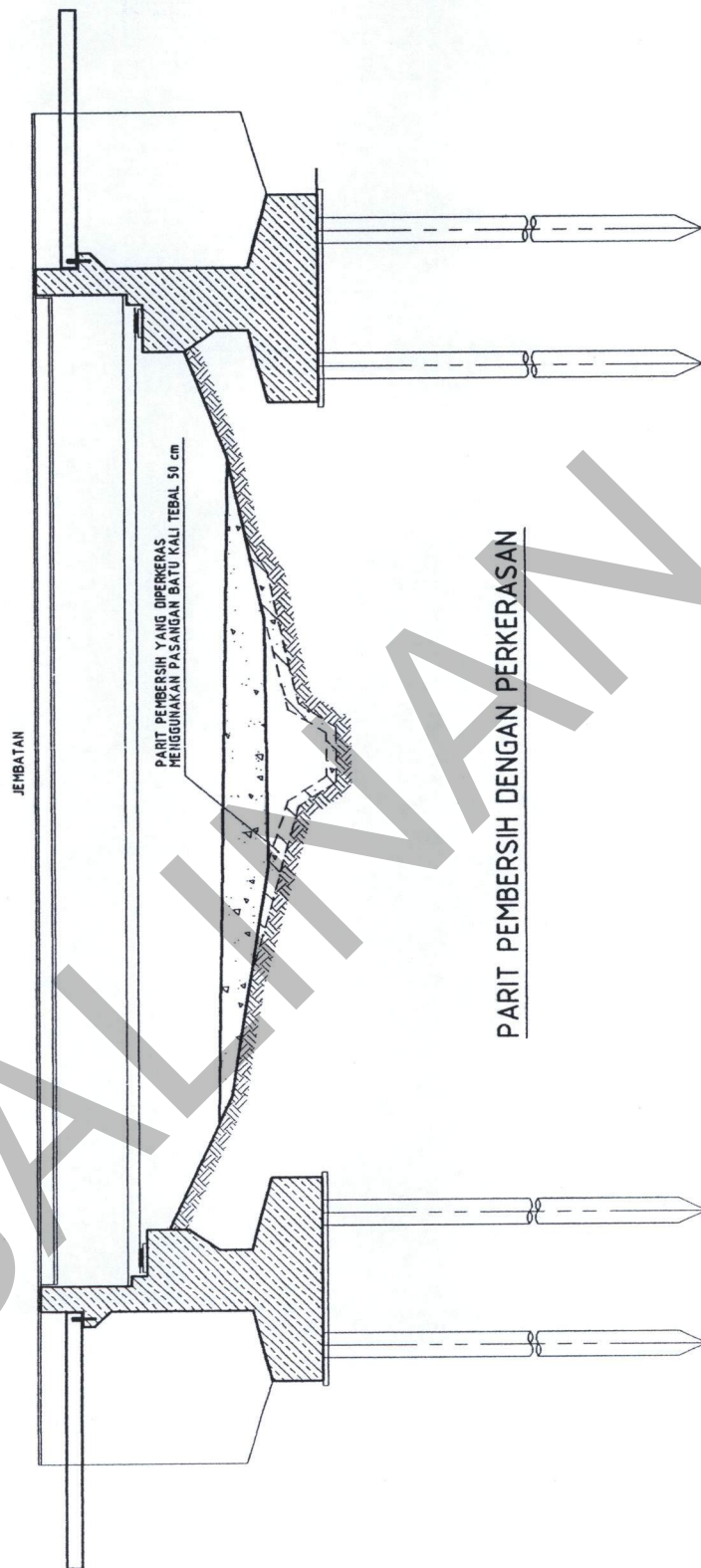
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A1
1 : 100

JUDUL

A2 - PARIT PEMBERSIH
DENGAN PERKERASAN



PARIT PEMBERSIH DENGAN PERKERASAN



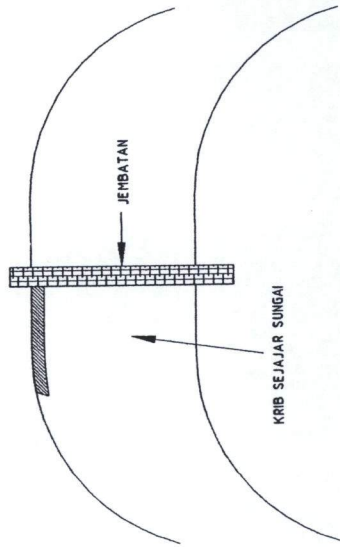
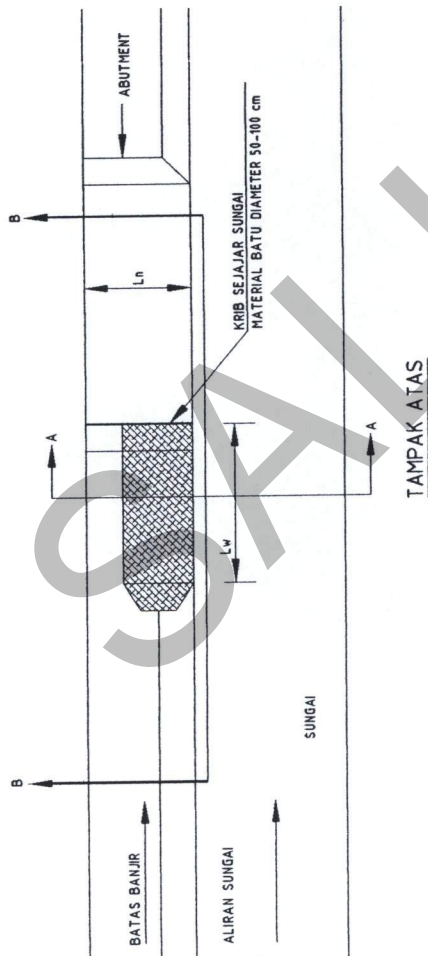
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

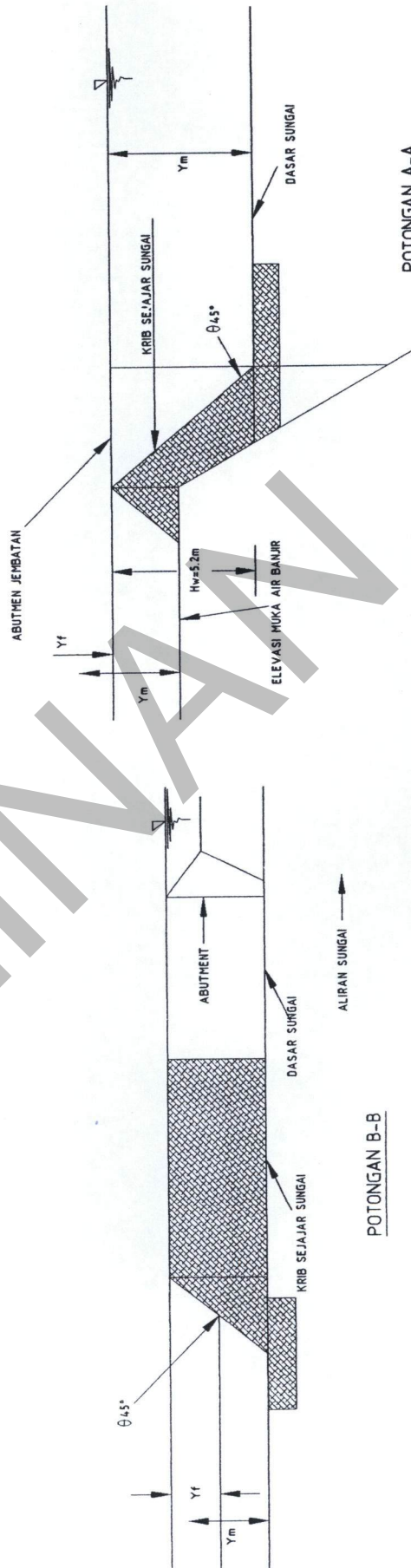
Kode Gambar
AG-A2
1 : 100

JUDUL

A3 - PARALEL ROCK



TAMPAK ATAS



POTONGAN A-A

POTONGAN B-B

KRIB SEJAJAR SUNGAI

ALIRAN SUNGAI



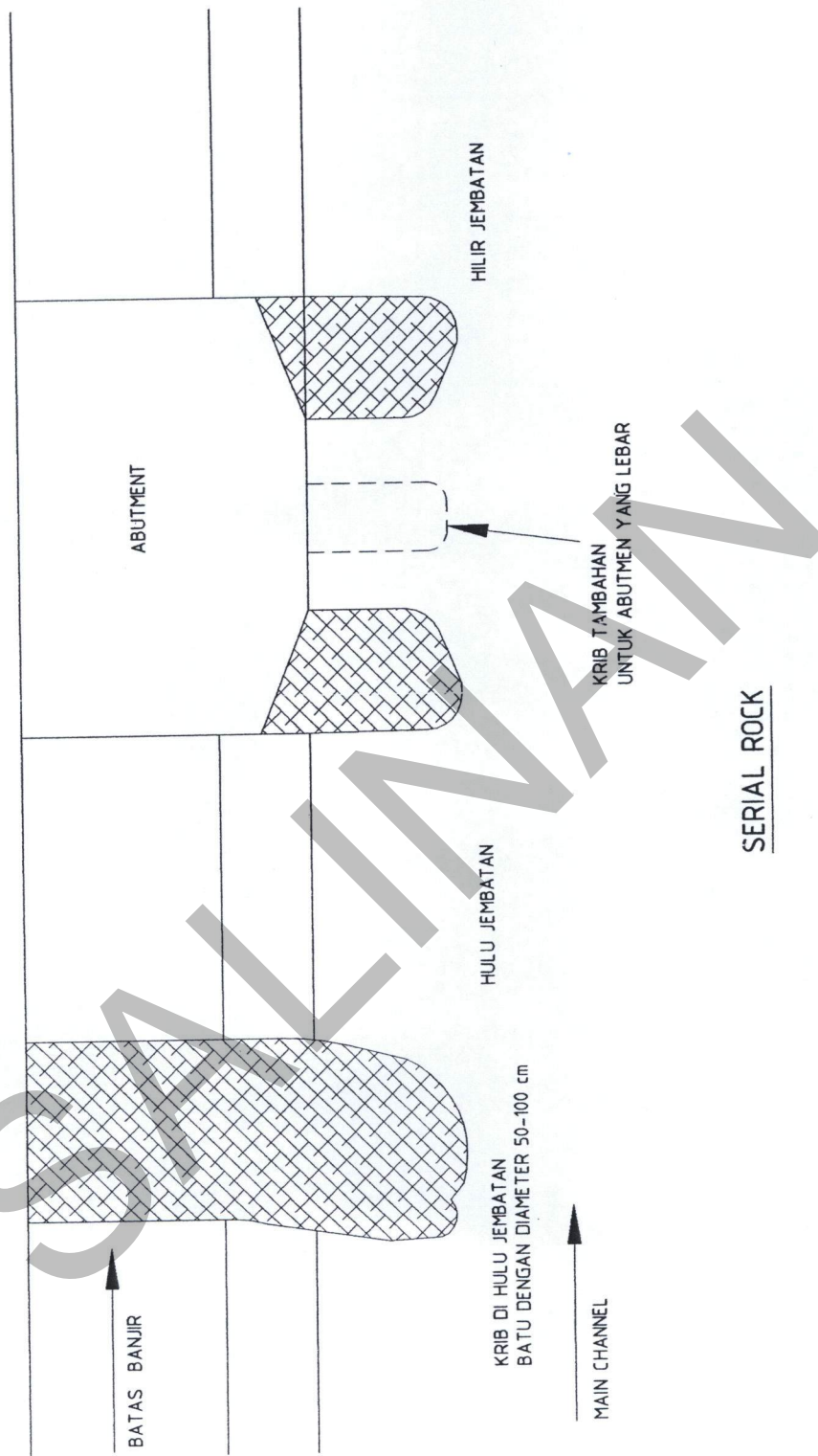
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARCA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A3
1 : 100

JUDUL

A4 - SERIAL ROCK





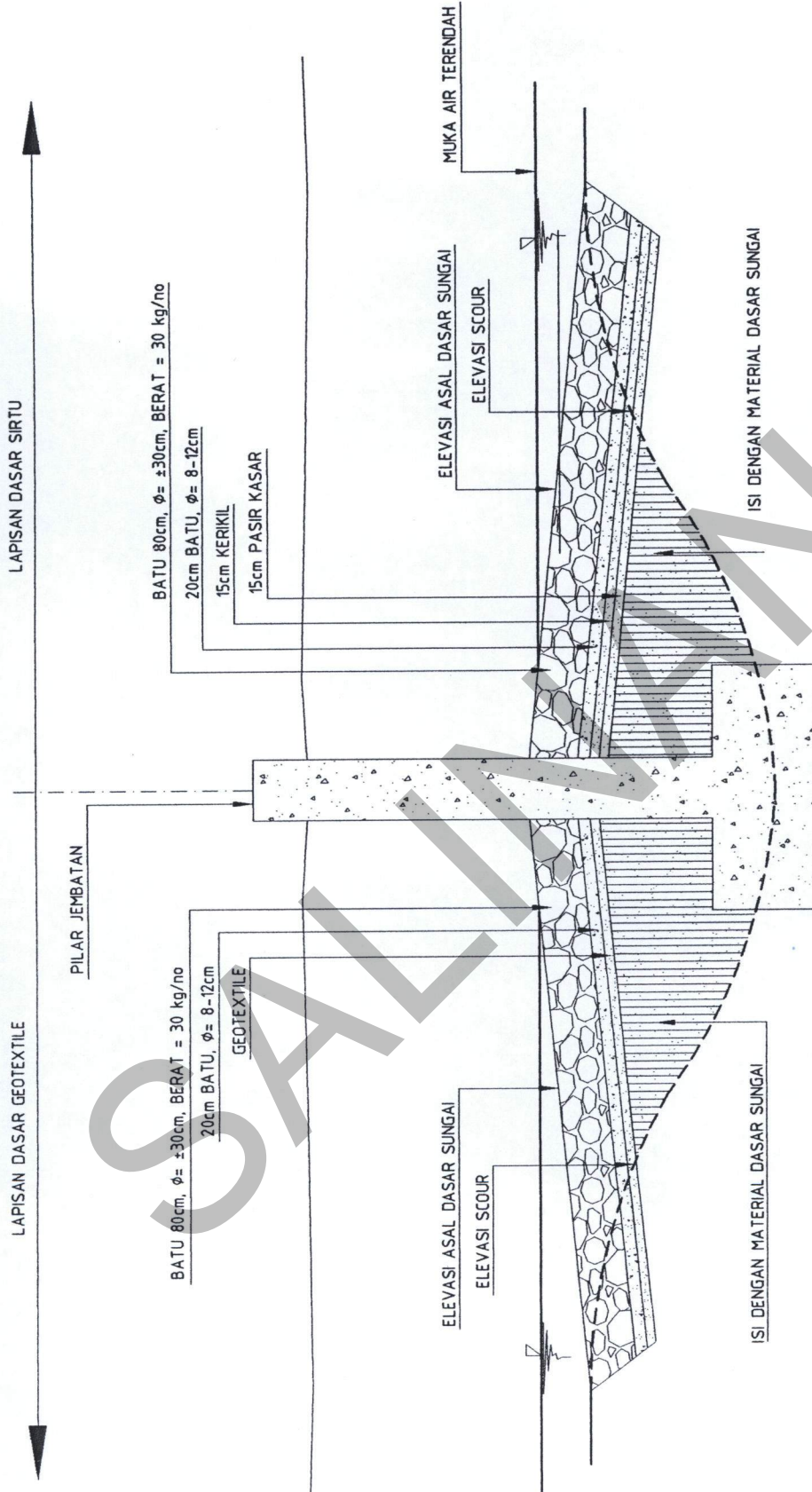
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A5
1:100

JUDUL

A6 - RIP RAP



CATATAN:
KECEPATAN MAKSIMUM = 3m/detik
(UNTUK UKURAN BATU BESAR YANG TERGAMBAR)

RIP RAP



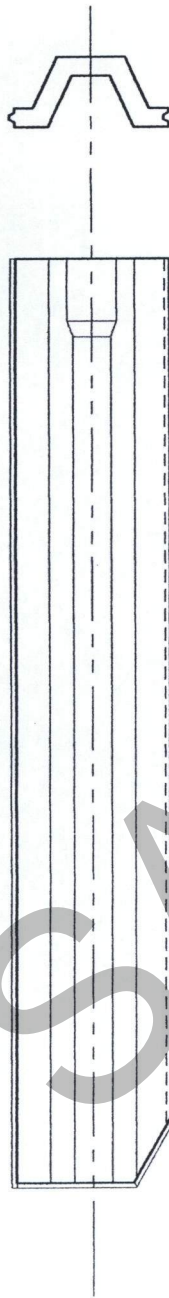
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A6
1 : 100

JUDUL

A7 - SHEET PILE



TOP END

DETAIL DIMENSI SHEET PILE



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

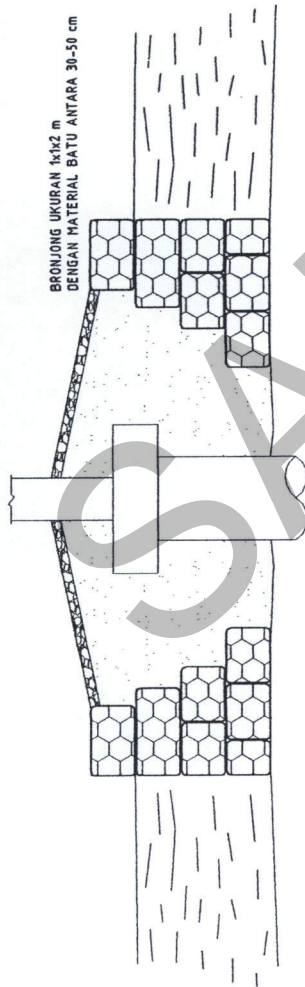
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A7

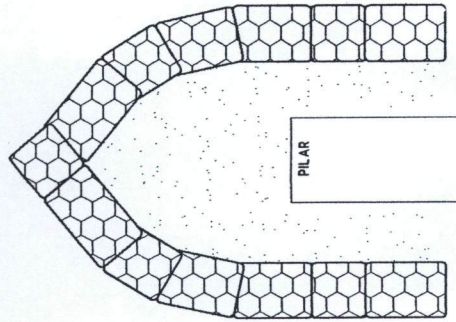
1 : 100

JUDUL

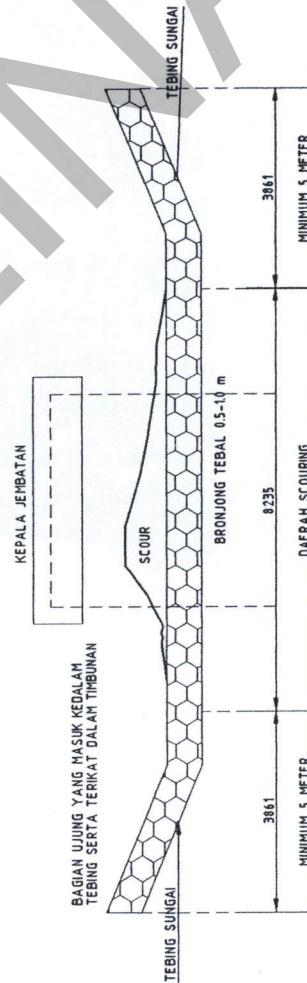
A8 - BRONJONG



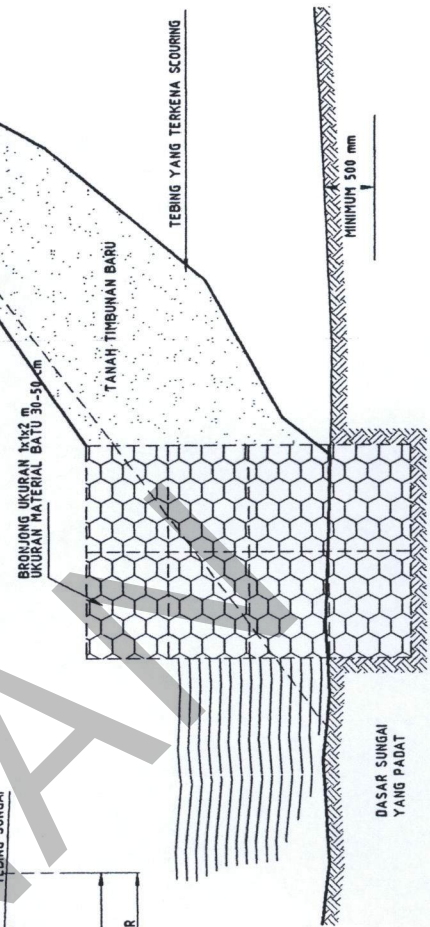
ELEVASI SAMPING



TAMPAK ATAS



BRONJONG





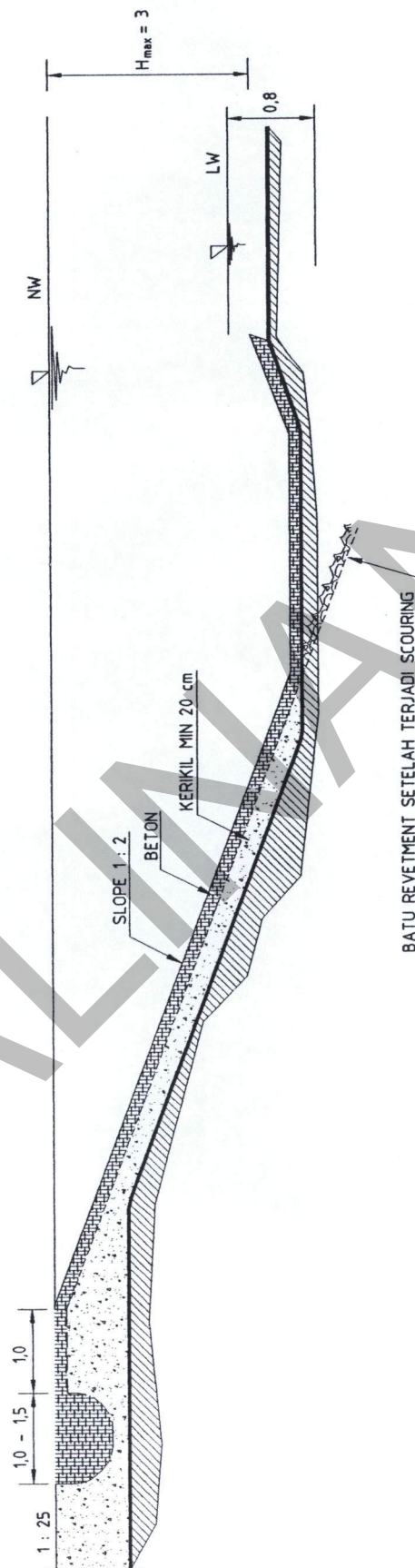
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A9
1 : 100

JUDUL

A9 - REVETMEN BETON



REVETMEN BETON



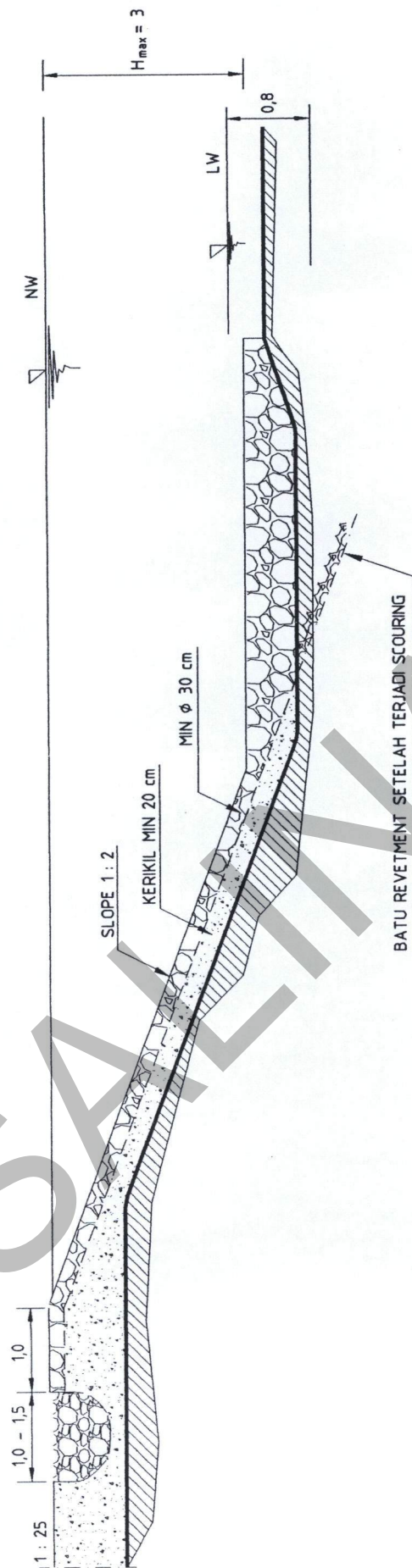
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A9
1 : 100

JUDUL

A10 - REVETMEN BATU KALI



REVETMEN BATU KALI



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

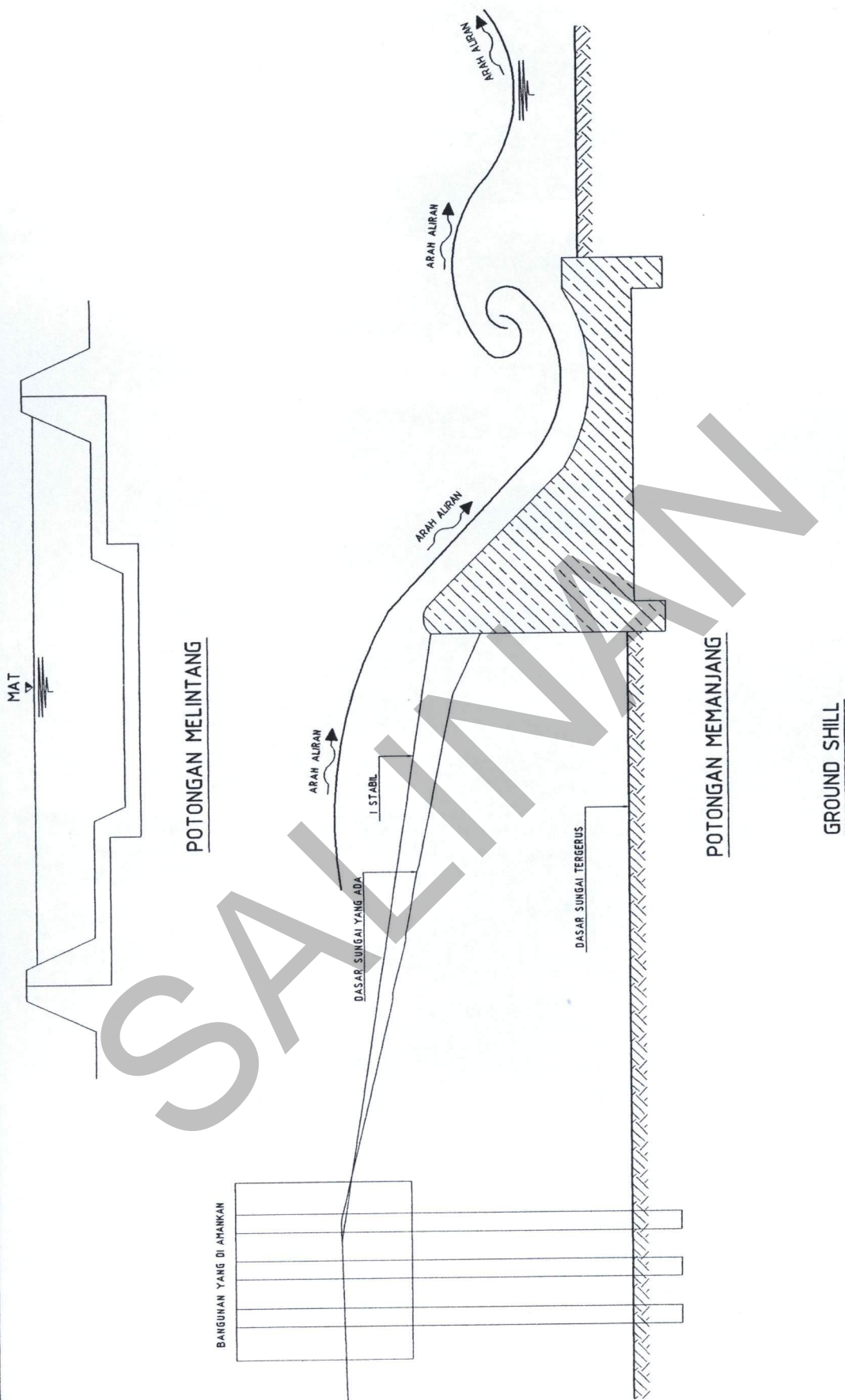
Kode Gambar

AG-A10

1 : 100

JUDUL

A12 - GROUND SHILL





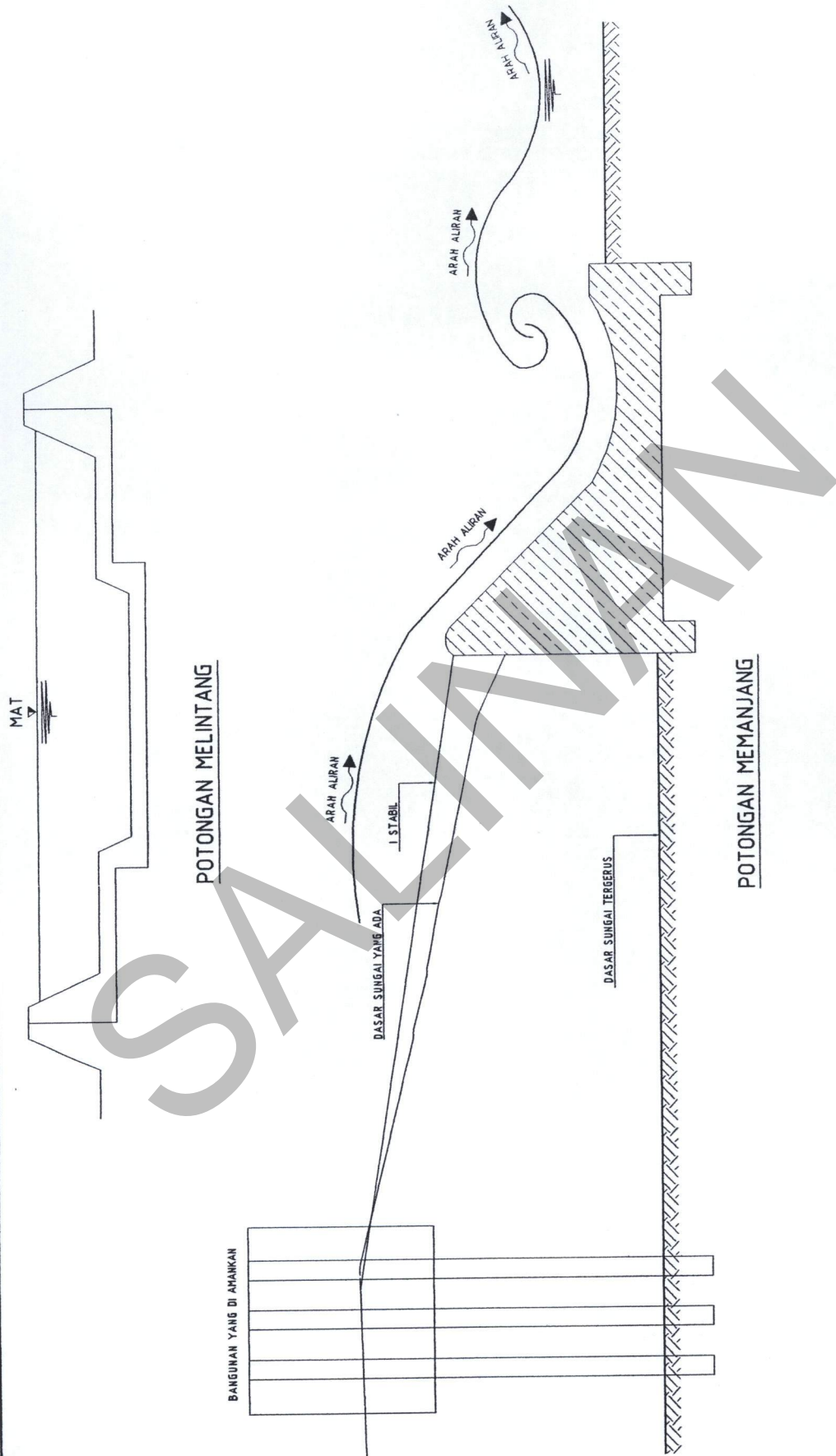
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-A10
1 : 100

JUDUL

A12 - GROUND SHILL





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-50
1 : 100

JUDUL

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN
DITINJAU DARI ASPEK GEOTEKNIK

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN PERMASALAHAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN DITINJAU DARI ASPEK GEOTEKNIK

NO	JENIS KERUSAKAN	JENIS PENANGANAN	KODE PENANGANAN
1.	Bergerak ke arah vertikal	Meningkatkan Kapasitas Daya Dukung Tanah Dasar	B.1.A.1
			B.1.A.2
			B.1.A.3
			B.1.B
2.	Bergerak ke arah Horizontal	Perbaikan Subdrain	B.2.A
		Perkuatan Menggunakan Ground Anker	B.2.B
3.	Bergerak Berputar	Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan Tiang	B.3
		Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan Riprap	
		Perkuatan Penahan Gelincir Menggunakan Sheetpile	
4.	Kegagalan Oprtit / Timbunan Tanah	Penambahan Bahu Pada Kaki Timbunan	B.4.A
		Perkuatan Stabilitas Timbunan	B.4.B



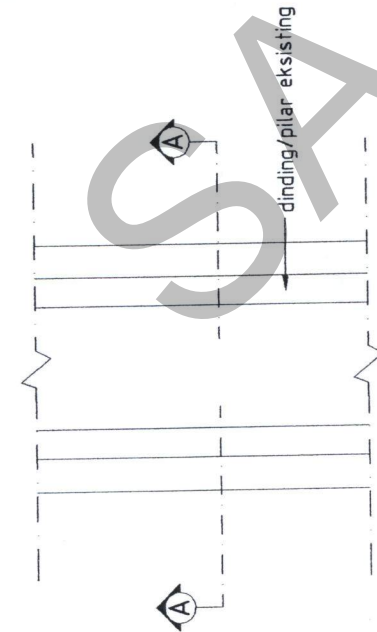
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

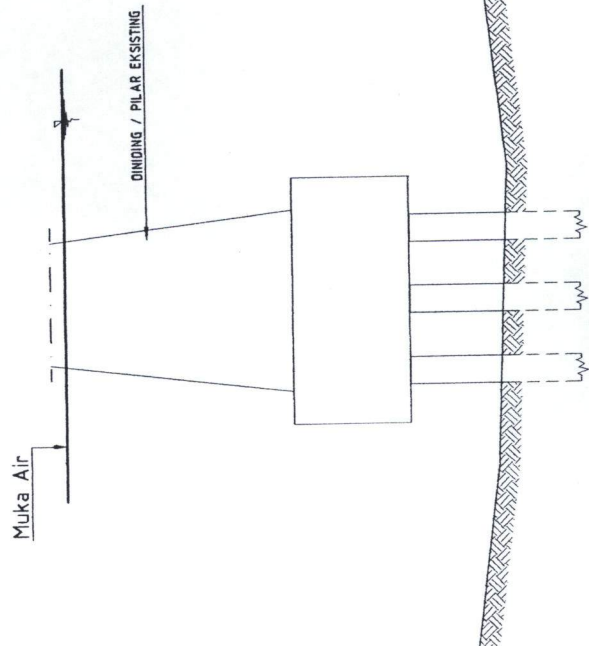
Kode Gambar
AG-B1
1 : 100

JUDUL

B.1.A.1 - MENINGKATKAN KAPASITAS
DAYA DUKUNG TANAH DASAR

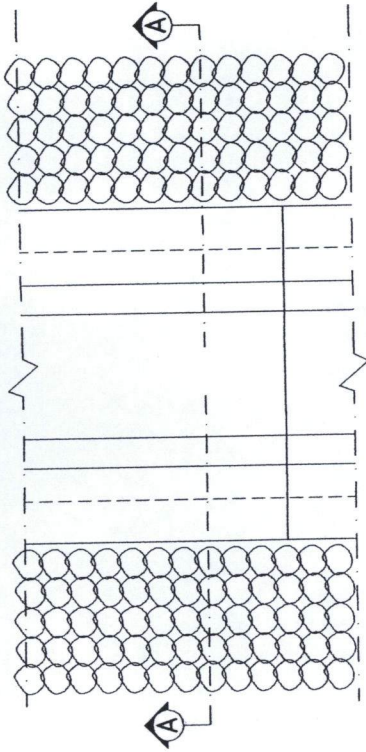


DENAH DINDING
SKALA : NTS

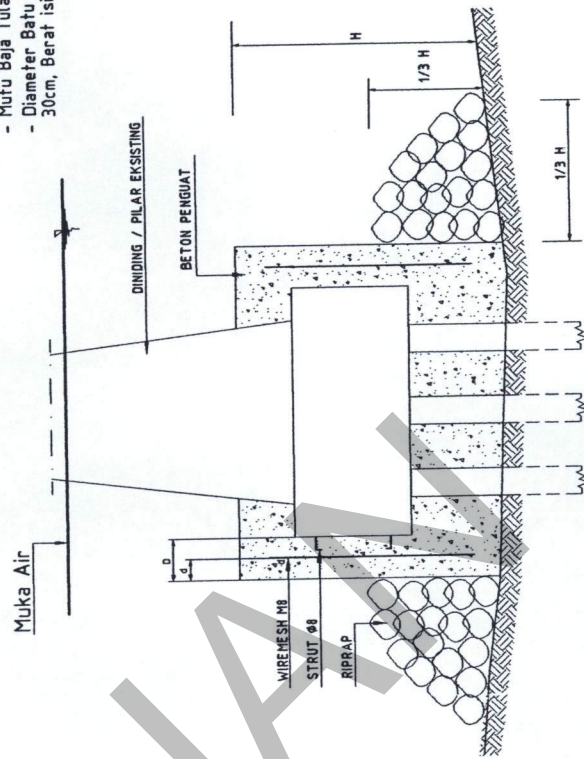


POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI EKSTING



DENAH DINDING
SKALA : NTS



POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI SETELAH PERBAIKAN

- KETERANGAN :
- D = Min 20 cm
 - Beton Minimal Mutu K-250
 - d = Min 5 cm (Selimut Beton)
 - Mutu Baja Tulangan 240 MPa
 - Diameter Batu Riprap Min. 30cm, Berat isi 24 kN/m³



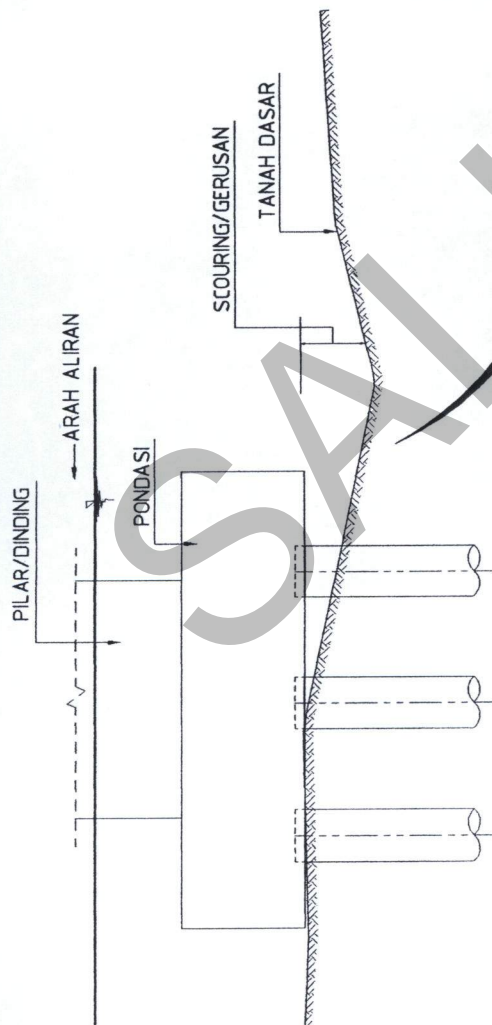
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

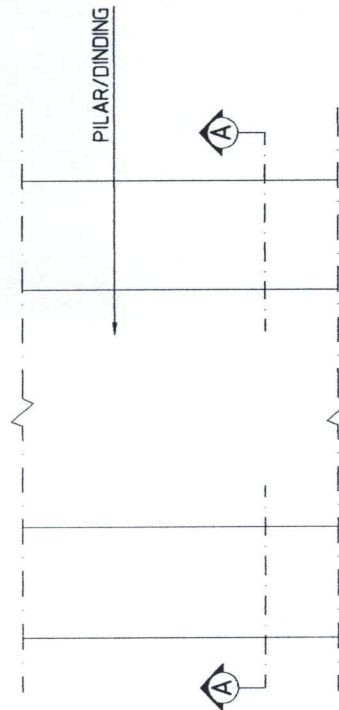
Kode Gambar
AG-82
1 : 100

JUDUL

B.1.A.2 - MENINGKATKAN KAPASITAS
DAYA DUKUNG TANAH DASAR

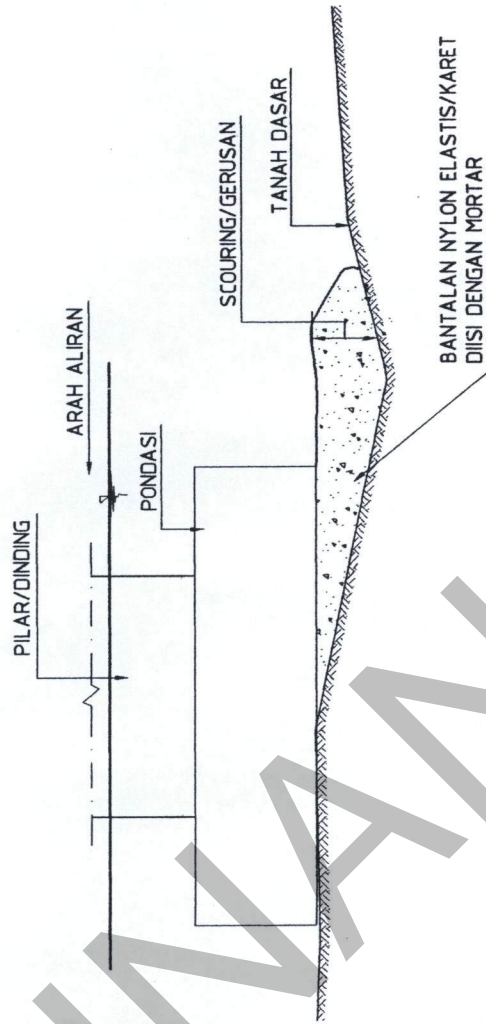


POTONGAN A-A
SKALA : NTS



DENAH PILAR/DINDING
SKALA : NTS

KETERANGAN :
MORTAR (BETON K-175)



KONDISI SETELAH PERBAIKAN

KONDISI EKSISTING



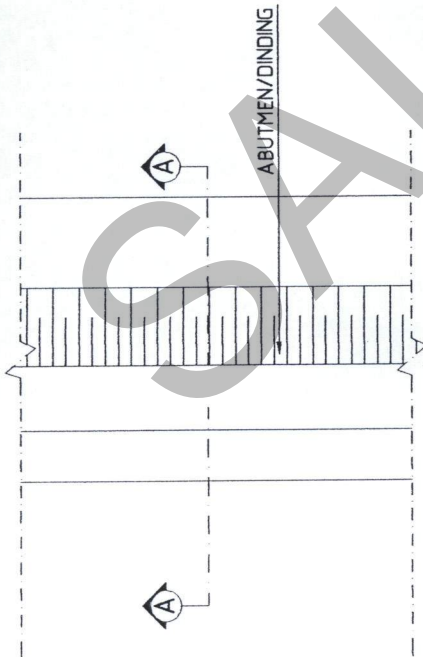
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

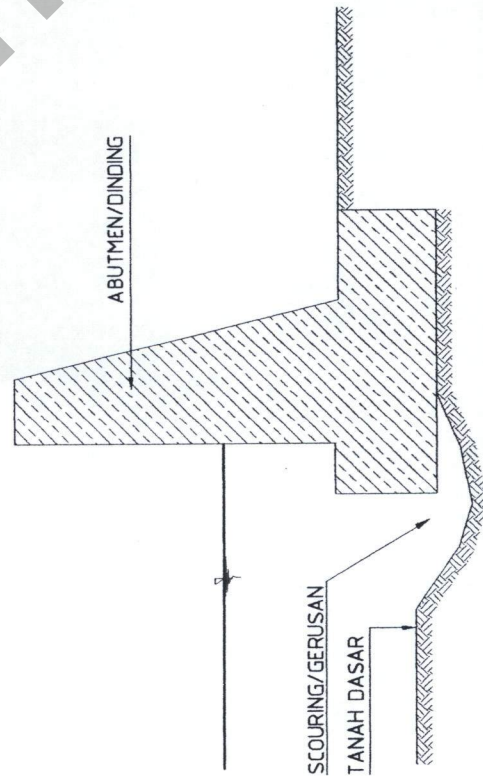
Kode Gambar
AG-83
1 : 100

JUDUL

B.1.A.3 - MENINGKATKAN KAPASITAS
DAYA DUKUNG TANAH DASAR

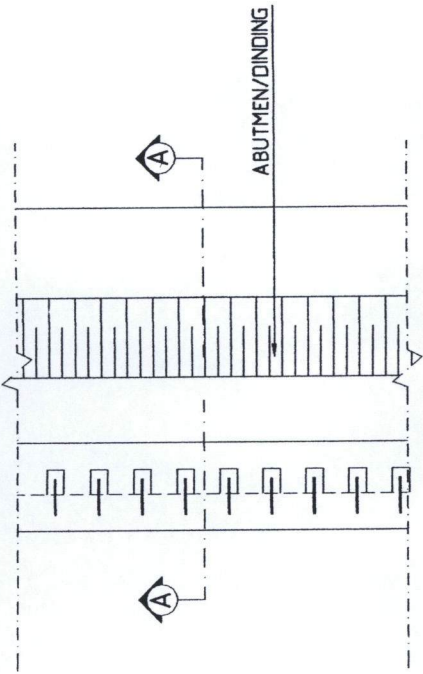


DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS

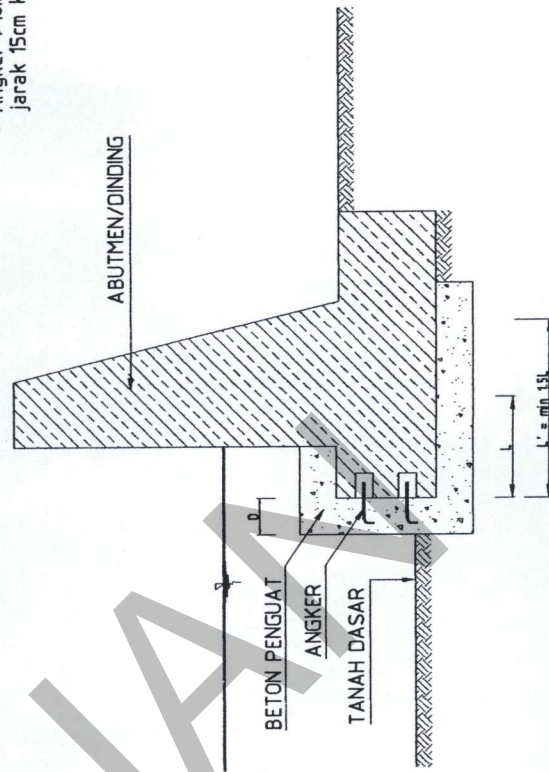


POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI EKSTING



DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS



POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI SETELAH PERBAIKAN

KETERANGAN :

- D = Min 20 cm
- Beton Minimal Mutu K-250
- Angker ϕ 16mm, jarak 15cm ke semua arah



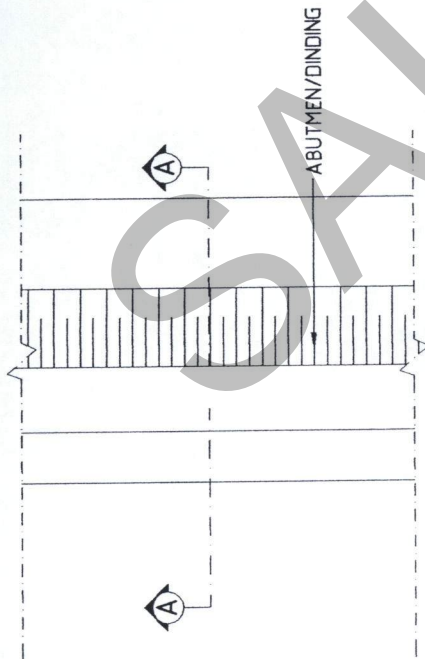
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

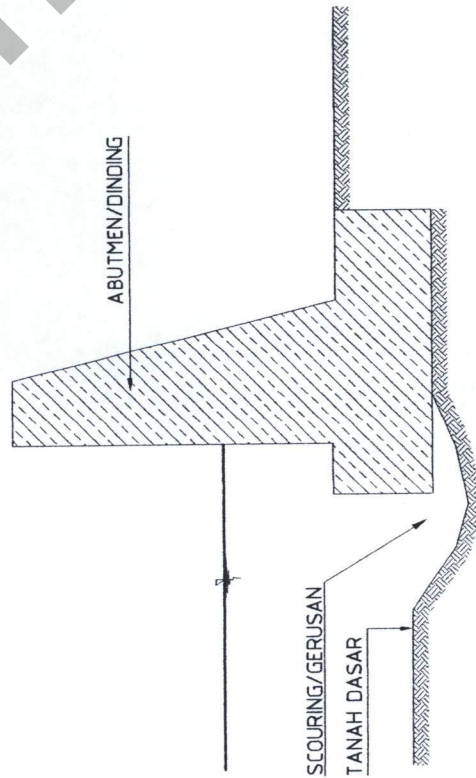
Kode Gambar
AG-B4
1 : 100

JUDUL

B.1.A.3 - MENINGKATKAN KAPASITAS
DAYA DUKUNG TANAH DASAR
(Lanjutan)

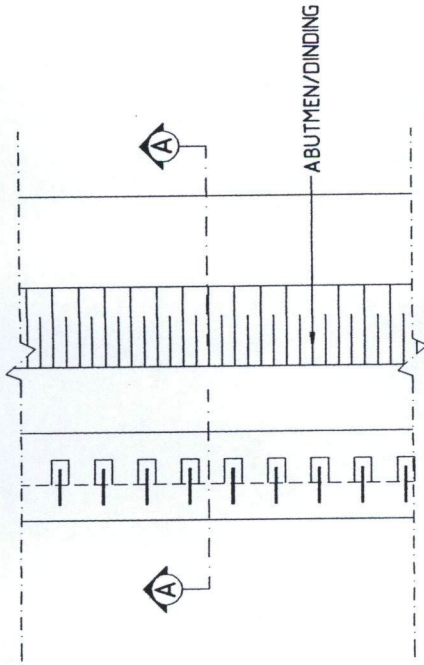


DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS

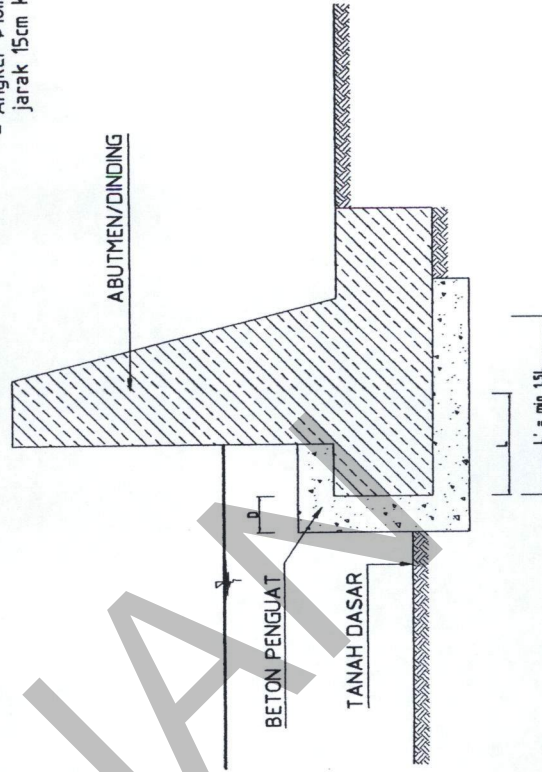


POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI EKSTING



DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS



POTONGAN A-A
SKALA : NTS

KONDISI SETELAH PERBAIKAN

KETERANGAN :
- D = Min 20 cm
- Beton Minimal Mutu K-250
- Angker $\phi 16\text{mm}$,
jarak 15cm ke semua arah



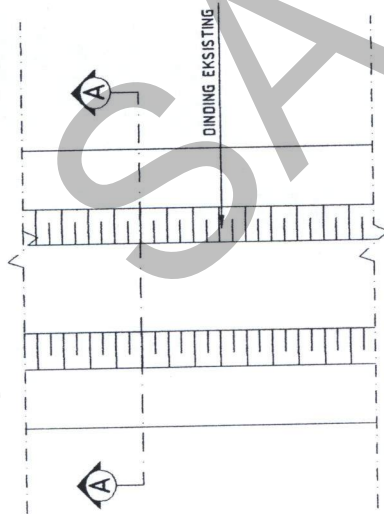
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

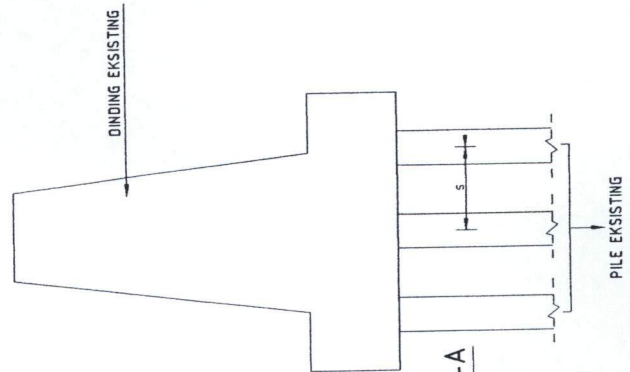
Kode Gambar
AG-BS
1 : 100

JUDUL

B.1B - MENINGKATKAN KAPASITAS
DAYA DUKUNG TANAH DASAR

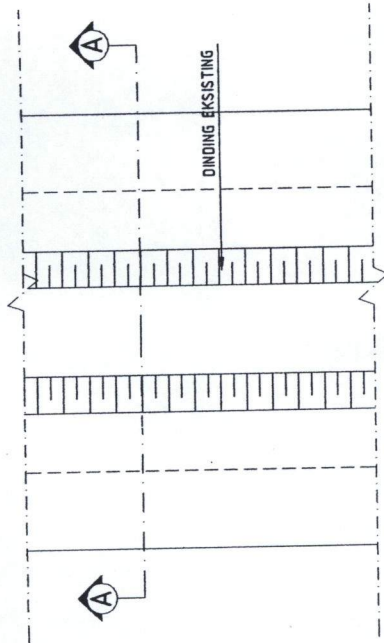


DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS

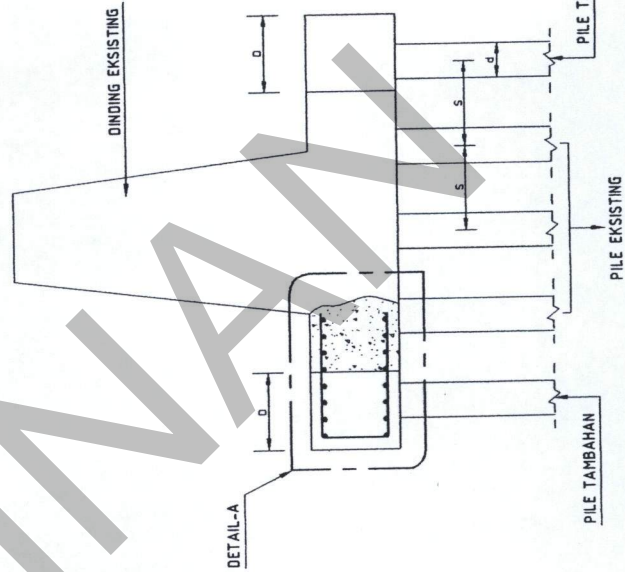


POTONGAN A-A
SKALA : NTS

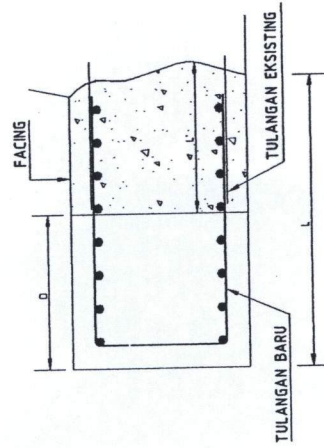
KONDISI EKSTING



DENAH ABUTMEN/DINDING
SKALA : NTS



DETAIL-A



DETAIL-A
SKALA : NTS

KETERANGAN :
D = DISESUAIKAN DENGAN KEBUTUHAN
d = DIAMETER PILE BARU (DISESUAIKAN DENGAN EKSTING)
S = SPASI ANTAR TIANG BAJA TULANGAN $f_y = 400 \text{ MPa}$
L = PANJANG TULANGAN BARU
L' = DISESUAIKAN PANJANGNYA DENGAN EKSTING
MUTU BETON = K-250

KONDISI SETELAH PERBAIKAN



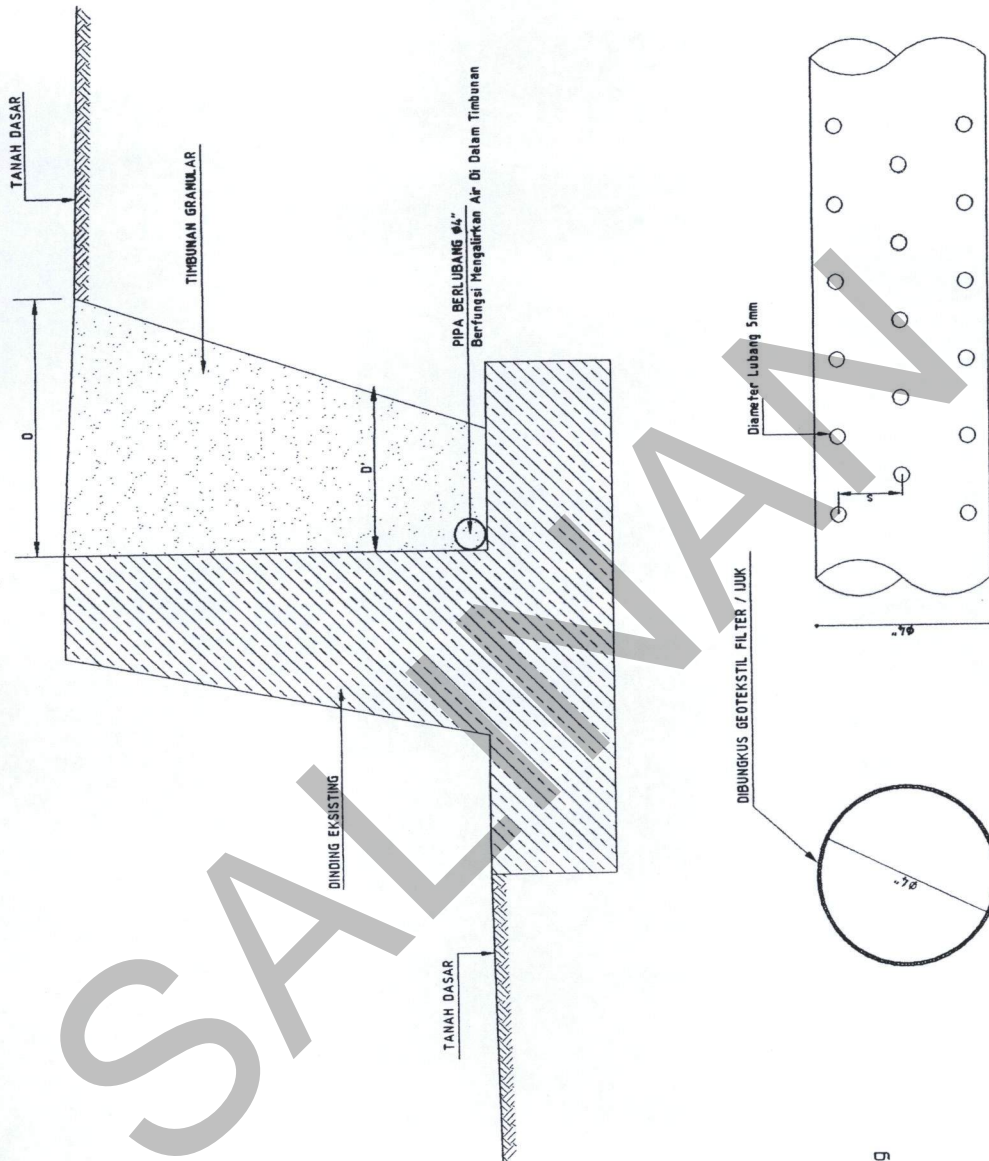
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-B6
1 : 100

JUDUL

B.2.A - PERBAIKAN SUBDRAIN



KETERANGAN :

- D = MINIMAL 1 METER
- D' = MINIMAL 30 CM
- s = 1/12 keliling pipa
- Tanah Timbunan Dibekang Dinding adalah tanah granular (pasir)

DETAIL PIPA BERLUBANG



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

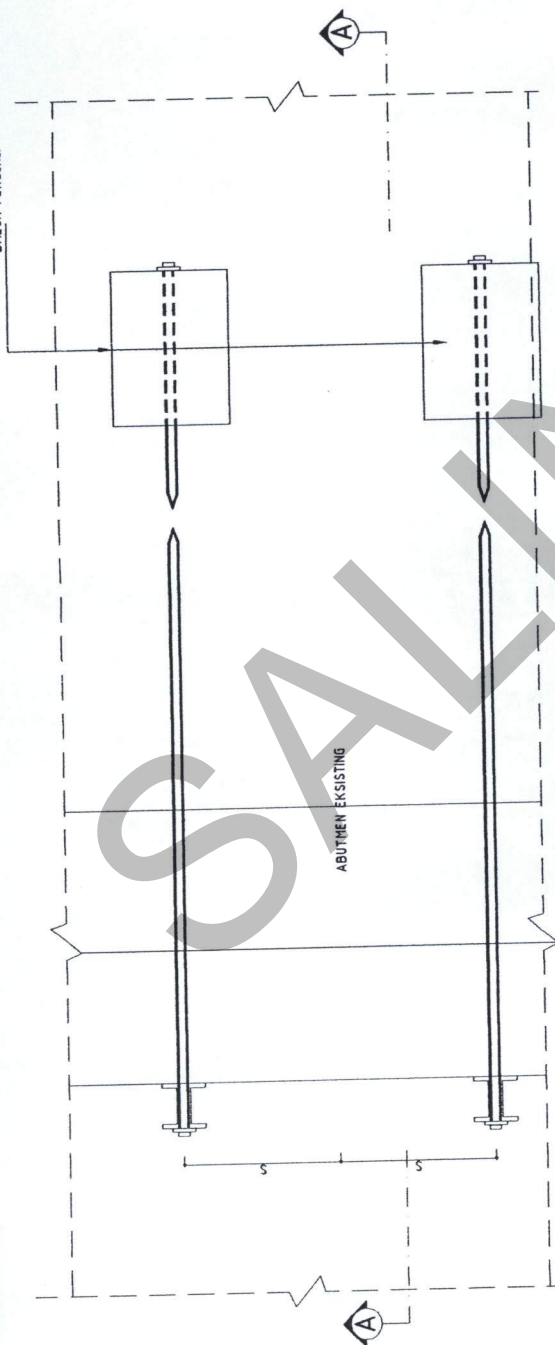
Kode Gambar
AG-87

1 : 100

JUDUL

B.2.B - PERKUATAN MENGGUNAKAN
GROUND ANKUR

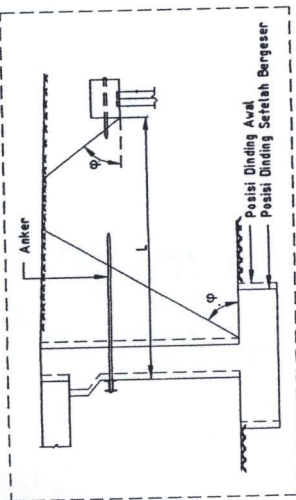
BALOK PENGUNCI



ABUTMEN EKSTISTING

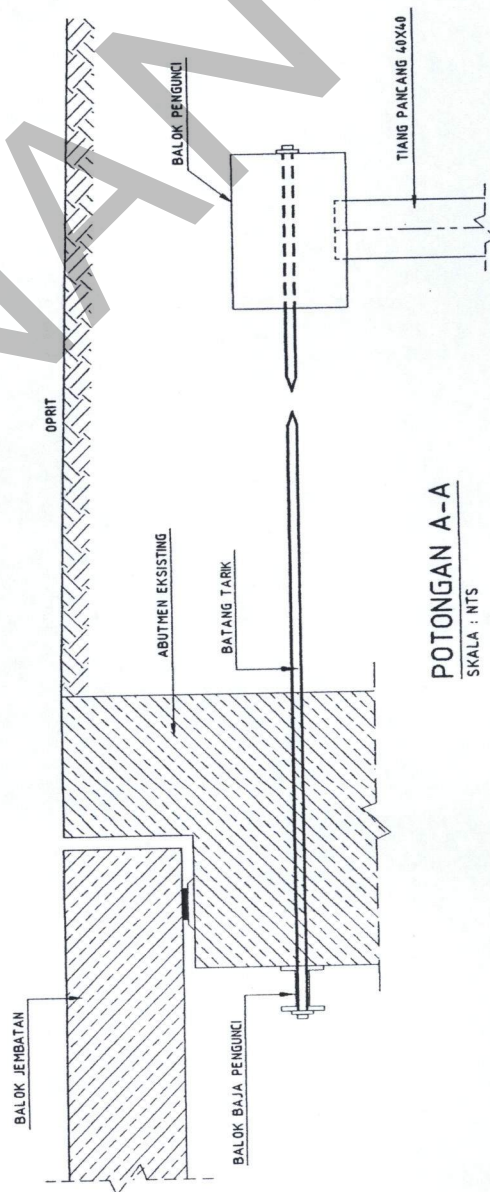
DENAH ABUTMEN/DINDING

SKALA : NTS



KETERANGAN :

- Kekuatan Anker dan Stran Harus Dihitung
- Jarak S harus dihitung
- L = Panjang Anker 20 - 30m
- 'φ'Sudut Geser Dalam Tanah



POTONGAN A-A

SKALA : NTS



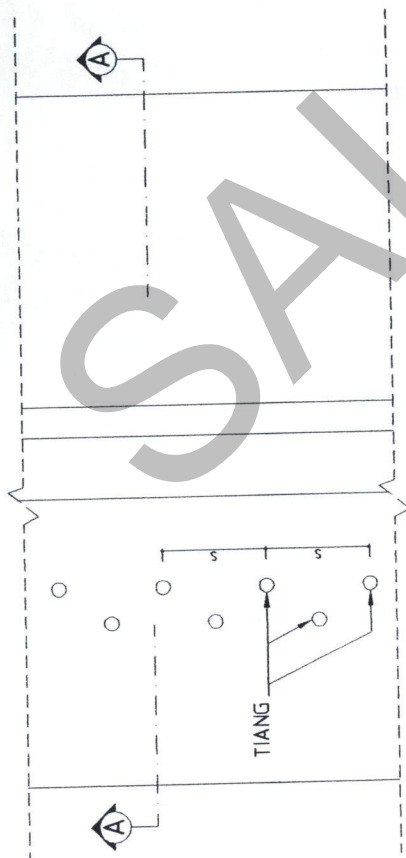
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-89
1 : 100

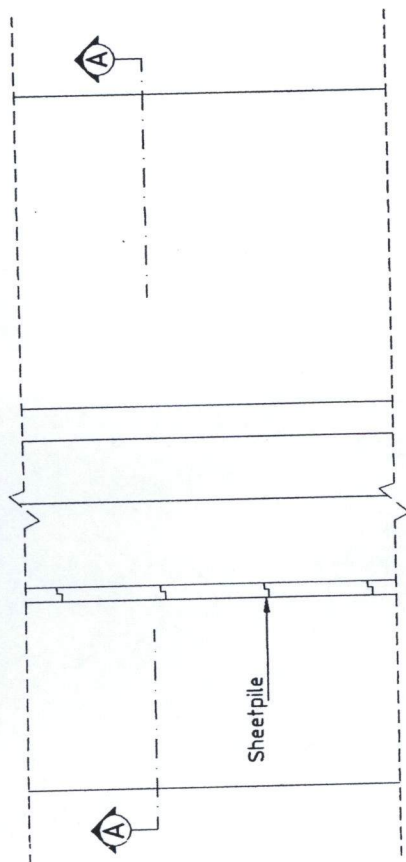
JUDUL

B.3 - PERKUATAN PENAHAN GELINCIR



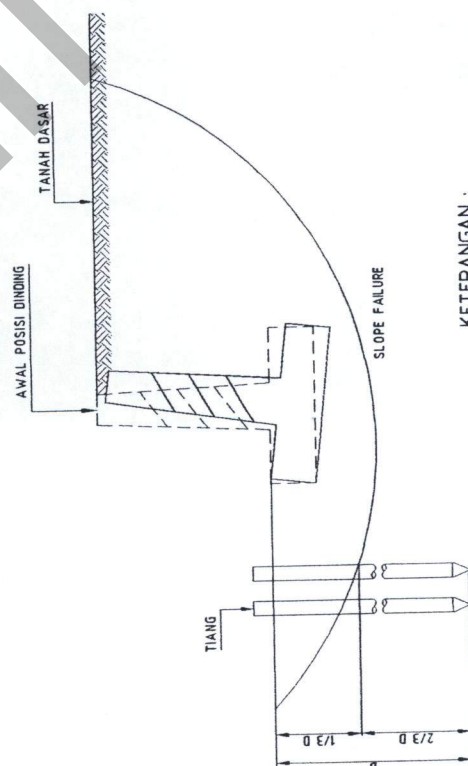
DENAH ABUTMEN/DINDING

SKALA : NTS



DENAH ABUTMEN/DINDING

SKALA : NTS

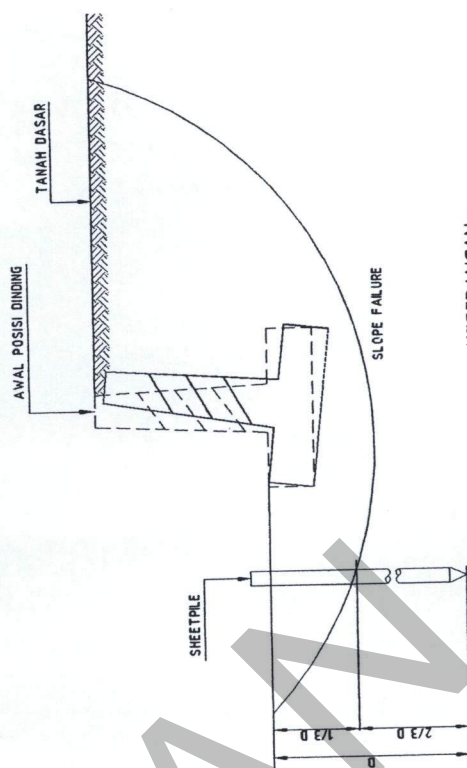


POTONGAN A-A

SKALA : NTS

KETERANGAN :

- Kekuatan Tiang Harus Dihitung
- Jarak S harus dihitung



POTONGAN A-A

SKALA : NTS

KETERANGAN :

- Kekuatan Sheetpile Harus Dihitung
- Jarak S harus dihitung

PENANGANAN MENGGUNAKAN TIANG

PENANGANAN MENGGUNAKAN SHEETPILE



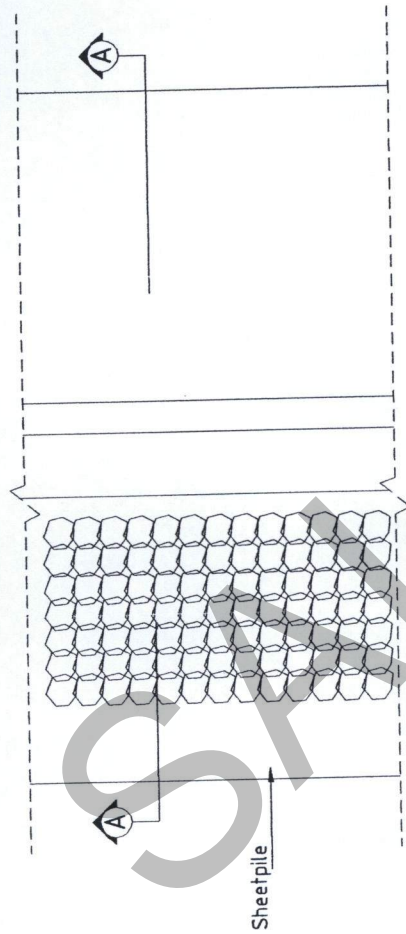
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-89
1 : 100

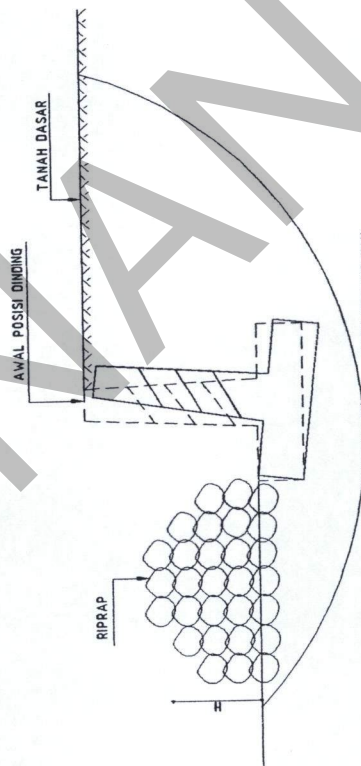
JUDUL

B.3 - PERKUATAN PENAHAN BELINCR
(Lanjutan)



DENAH ABUTMEN/DINDING

SKALA : NTS



KETERANGAN :

- H= tinggi batu RIPRAP harus dihitung
- Diameter Batu Riprap Min. 30cm, Berat isi 24 kN/m³

POTONGAN A-A

SKALA : NTS

PENANGANAN MENGGUNAKAN RIPRAP



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

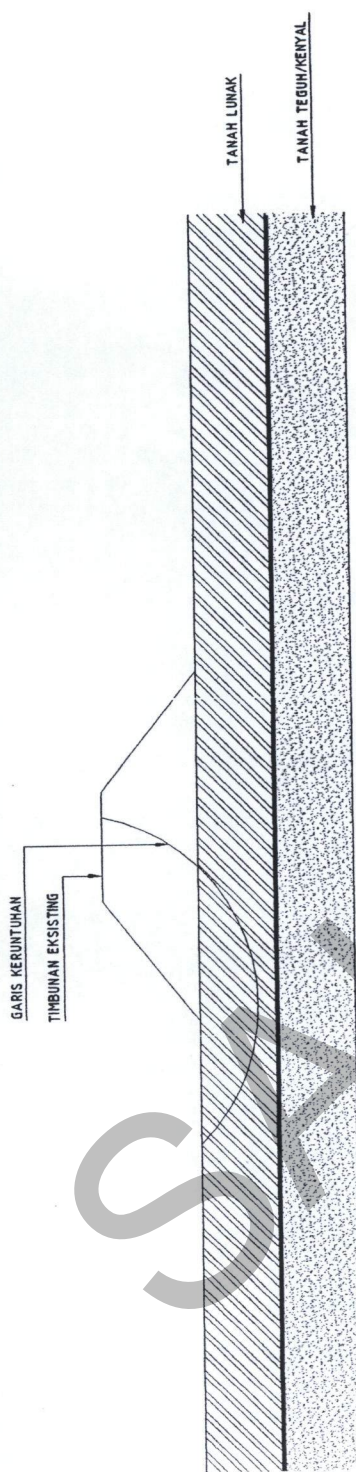
Kode Gambar

AG-810

1 : 100

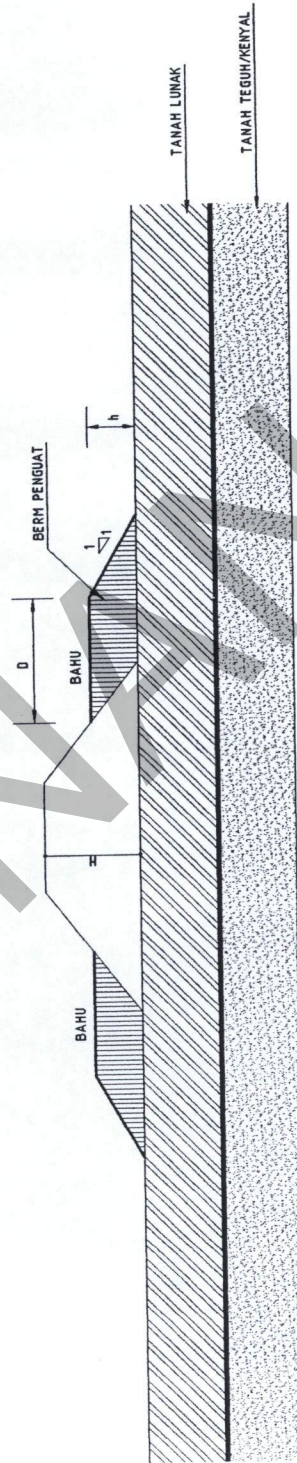
JUDUL

B.4.A - PENAMBAHAN BAHU
PADA KAKI TIMBUNAN



KONDISI TIMBUNAN EKSTING

SKALA : NTS



KONDISI TIMBUNAN SETELAH PERBAIKAN

SKALA : NTS

KETERANGAN :
- BERM PENGUAT TERBUAT DARI TIMBUNAN PILIHAN
- $D = \text{DIHITUNG}$
- $h = 1/3H$



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

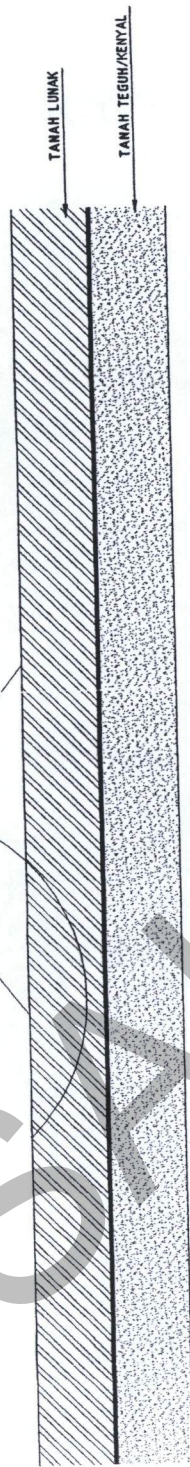
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-811
1 : 100

JUDUL

B.4.B
PERKUATAN STABILITAS TIMBUNAN

GARIS KERUNTUHAN
TIMBUNAN EKSTING

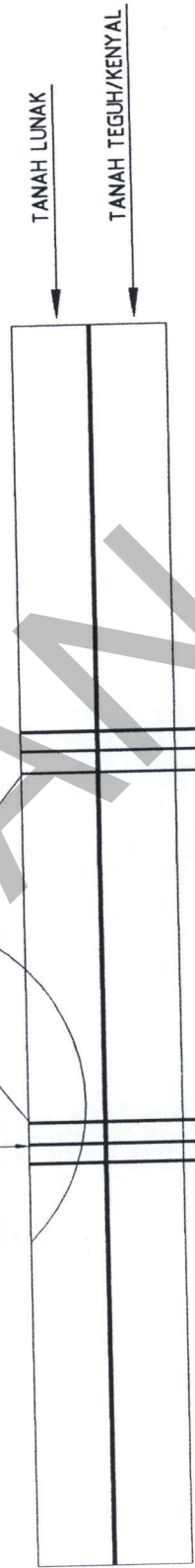


KONDISI TIMBUNAN EKSTING

skala : nts

GARIS KERUNTUHAN
TIMBUNAN EKSTING

CERCUK PERKUATAN
(Gelam/ Bambu)



KONDISI TIMBUNAN SETELAH PERBAIKAN

skala : nts



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENANGANAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-0
1:100

JUDUL

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN
DITINJAU DARI ASPEK STRUKTUR

RESUME ALTERNATIF PENANGANAN PERMASALAHAN BANGUNAN BAWAH JEMBATAN DITINJAU DARI ASPEK STRUKTUR

NO.	NAMA KERUSAKAN	PENANGANAN	
		JENIS PENANGANAN	KODE
1	RETAK BETON (CRACK)	COATING	C1
		GROUTING	C2
		PERKUATAN DENGAN FIBER REINFORCED POLYMER (FRP)	C3
		PERKUATAN DENGAN PENAMBAHAN JUMLAH ELEMEN	C4
2	PENGELUPASAN BETON (SPALLING)	PATCHING	C5
		GROUTING	C2
		CHIPPING	C6
		GROUTING	C2
3	BETON KEROPOS (DRUMMY)	JACKETING	C7
		PATCHING	C5
		PENGANTIAN ELEMEN	C9
		PENAMBAHAN JUMLAH ELEMEN	C4
4	BETON PECAH/RONTOK	PENAMBAHAN FENDER	C10
5	TUMBUKAN PADA PILAR JEMBATAN		



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C1
1 : 50

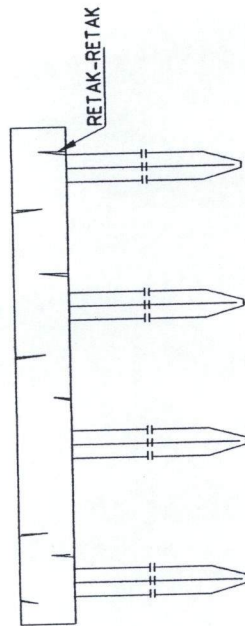
JUDUL

C1 - COATING

METODE KONSTRUKSI

1. BERSIHKAN PERMUKAAN BETON PADA BAGIAN YANG RETAK DARI SEMUA KOTORAN DAN DEBU.
2. BERI MATERIAL BONDING AGENT PADA BAGIAN YANG RETAK.
3. TUTUP SEMUA BAGIAN YANG RETAK DENGAN BAHAN EPOXY COATING.
4. BIARKAN MATERIAL SAMPAI MENERAS SELAMA 24 JAM.
5. BERSIHKAN BAGIAN BEKASCOATING DENGAN AMPLAS.

GAMBAR





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

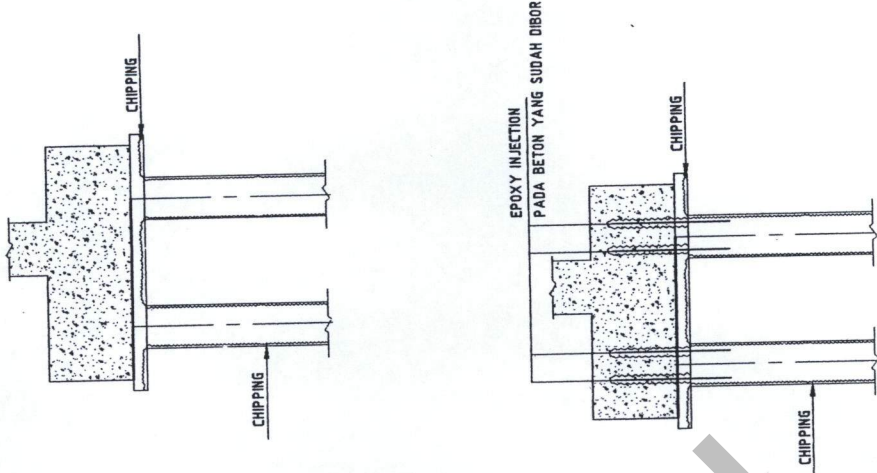
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar

AG-C2
1:50

JUDUL

C2 - GROUTING

FOTO	METODE KONSTRUKSI	GAMBAR
	<ol style="list-style-type: none">1. CHIPPING PADA JALUR RETAK.2. BERSIHKAN BETON PADA BAGIAN YANG RETAK DARI SEMUA KOTORAN DAN DEBU DENGAN MENGGUNAKAN ANGIN KOMPRESSOR ATAU SIKAT KAWAT.3. BOR PADA BAGIAN ATAS ATAU BAWAH PADA LOKASI RETAK UNTUK PENEMPATAN NEPEL PLASTIK DENGAN JARAK ± 20 cm.4. PASANG NEPEL PLASTIK DAN LEM PADA TEHPAT-TEMPAT YANG TELAH DI BOR DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN EPOXY.5. TUTUP SEMUA BAGIAN YANG RETAK DENGAN EPOXY.6. PEKERJAAN EPOXY DILAKUKAN DARI LEBAR RETAK YANG BESAR KE ARAH LEBAR RETAK YANG KECL.	



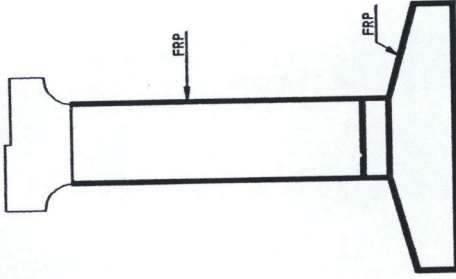
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AB-C3
1 : 50

JUDUL

C3 - PERKUATAN DENGAN FRP
(FIBER REINFORCED POLYMER)

FOTO	METODE KONSTRUKSI	GAMBAR
PENGGOLESAN RESIN ATAU PEREKAT (EPOXY)	1. PEHOTONGAN FRP DENGAN ALAT POTONG SEDERHANA BERUPA GUNTING PEHOTONG FIBER DAN ATAU JIKA DALAM SKALA BESAR MENGGUNAKAN MESIN PEHOTONG FIBER.	
PENASANGAN FRP	2. PENGGOLESAN BAHAN-BAHAN RESIN ATAU PEREKAT (EPOXY) PADA PERMUKAAN YANG AKAN DIPASANG FRP.	
MESIN ALAT PASANG FRP	3. SETELAH DILAKUKAN PEHOTONGAN DAN PENGGOLESAN PADA FIBER KEMUDIAN FRP DIPASANGKAN KE ELEMEN STRUKTUR DENGAN KONVENSIONAL ATAU DENGAN MESIN UNTUK DAERAH PILAR BESAR ATAU LUAS.	
FRP YANG SUDAH TERPASANG		



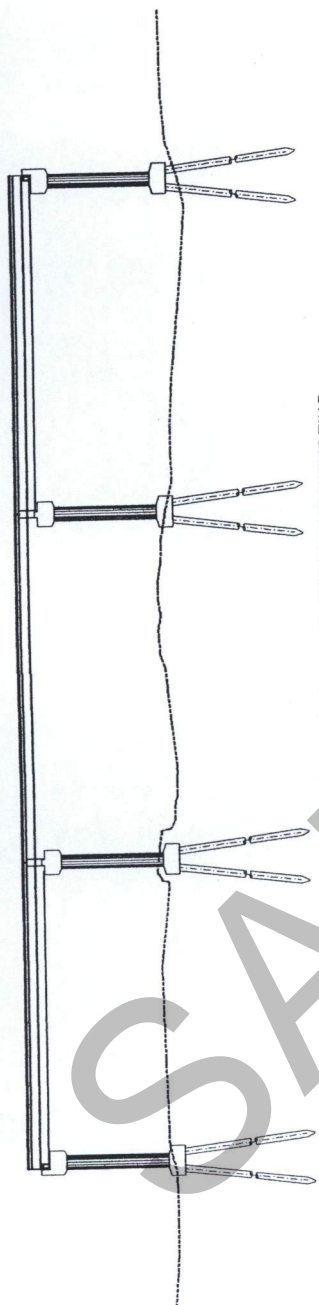
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

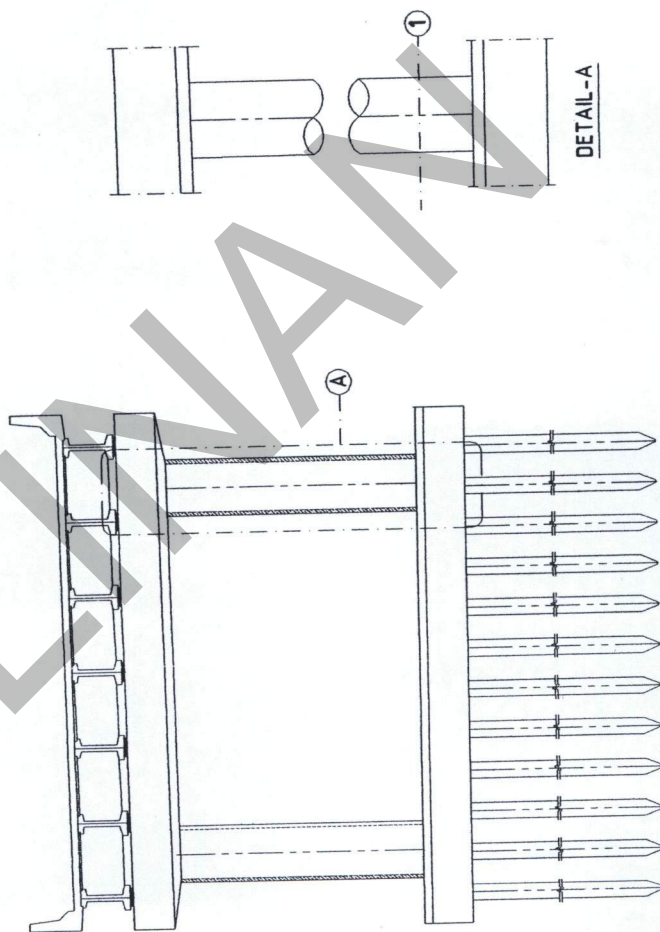
Kode Gambar
AG-C4
1 : 100

JUDUL

C4 - PERKUATAN ELEMEN JEMBATAN
(ILLUSTRASI KERUSAKAN)



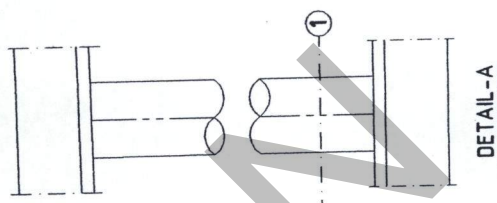
POTONGAN MEMANJANG JEMBATAN EKSTING



POTONGAN MELINTANG JEMBATAN EKSTING



POTONGAN-1



DETAIL-A



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

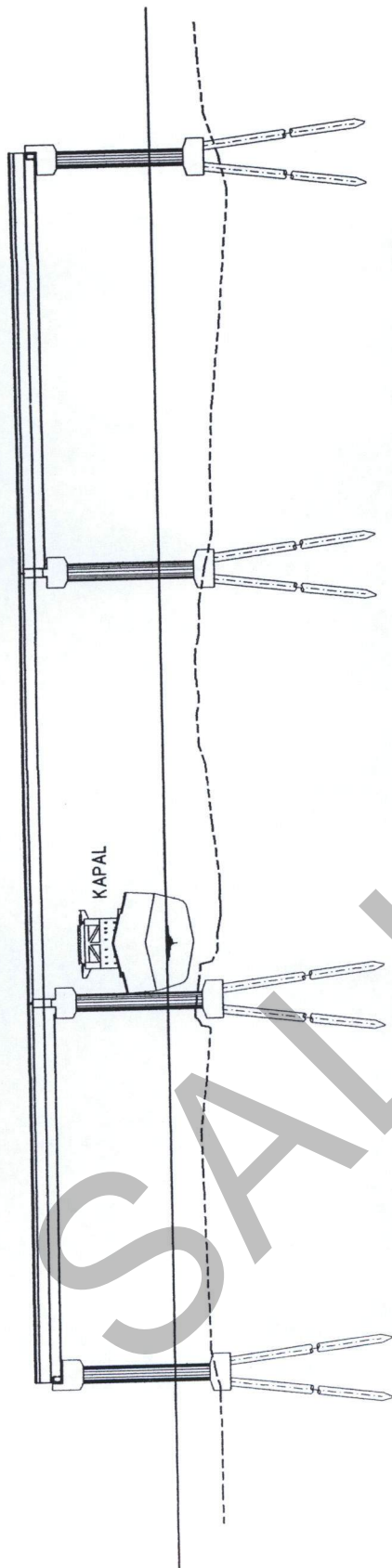
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C5
1 : 100

JUDUL

C4 - PERKUATAN ELEMEN JEMBATAN
(ILLUSTRASI KERUSAKAN)
LANJUTAN

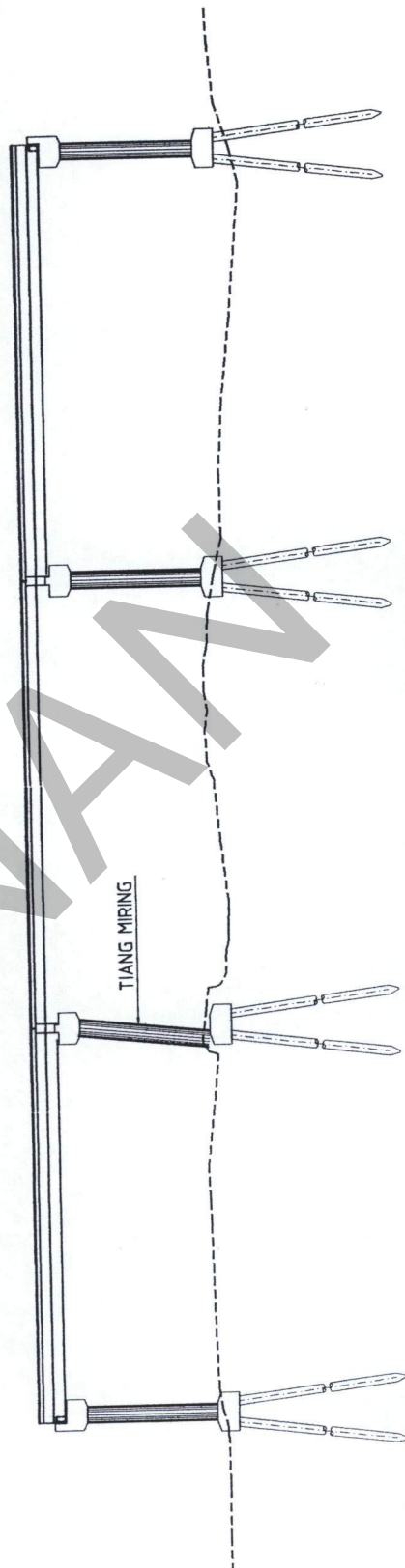
1.



Kondisi 1

Kondisi ini menjelaskan tentang ilustrasi tertabraknya salah satu pilar jembatan oleh kapal yang melintas di bawah jembatan.
(terlihat dalam arah memanjang jembatan)

2.



Kondisi 2

Kondisi ini menjelaskan tentang ilustrasi miringnya pilar sebagai akibat dari tertabraknya pilar oleh kapal yang melintas di bawah jembatan.



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

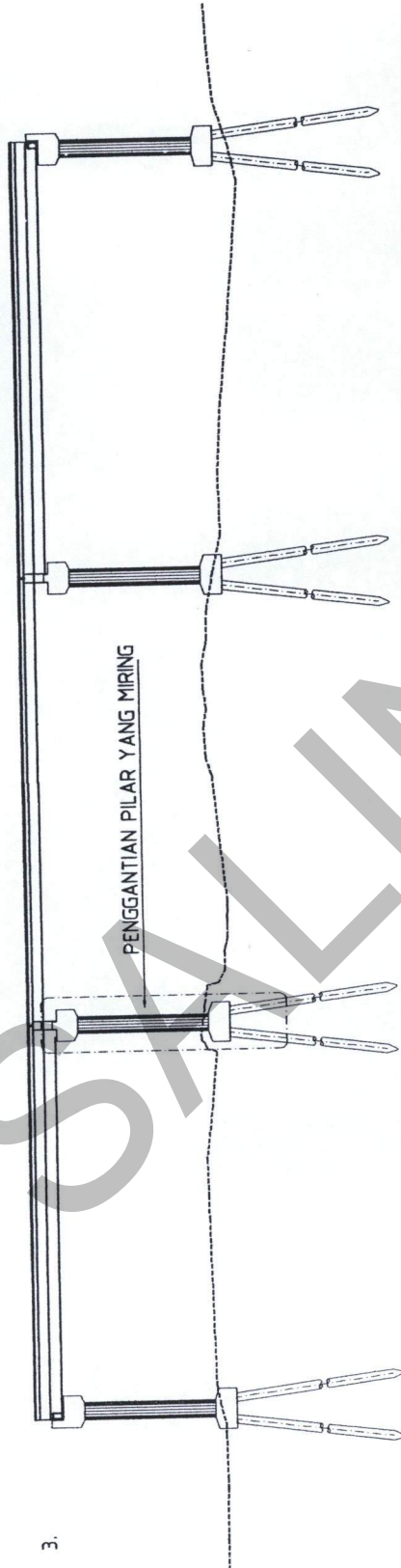
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C6
1 : 100

JUDUL

C4 - PERKUATAN ELEMEN JEMBATAN
(PENGANTIAN ELEMEN)

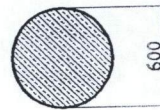
3.



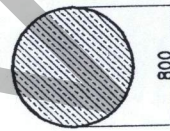
Kondisi 3

Kondisi ini menjelaskan tentang ilustrasi penggantian pilar yang miring dengan pilar yang baru.

Jika setelah dilakukan analisis ternyata dimensi pilar eksisting masih mampu memikul beban, maka dimensi untuk pilar yang baru (pilar pengganti) lebih besar dari pada pilar eksisting. Jika setelah dilakukan analisis ternyata dimensi pilar eksisting sudah tidak mampu memikul beban, maka dimensi untuk pilar yang baru (pilar pengganti) lebih besar dari pada pilar eksisting.



DIMENSI PILAR EKSISTING



DIMENSI PILAR BARU



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

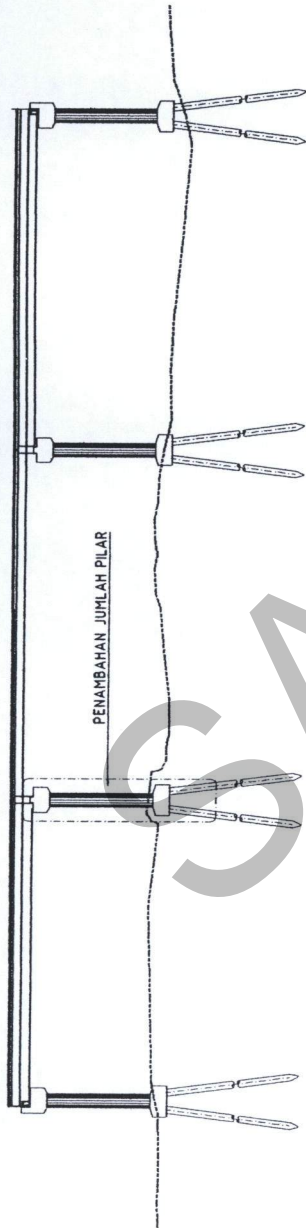
GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C7
1 : 100

JUDUL

C4 - PENAMBAHAN JUMLAH ELEMEN

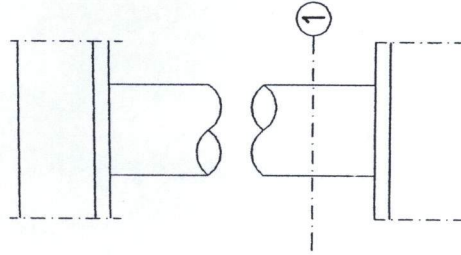
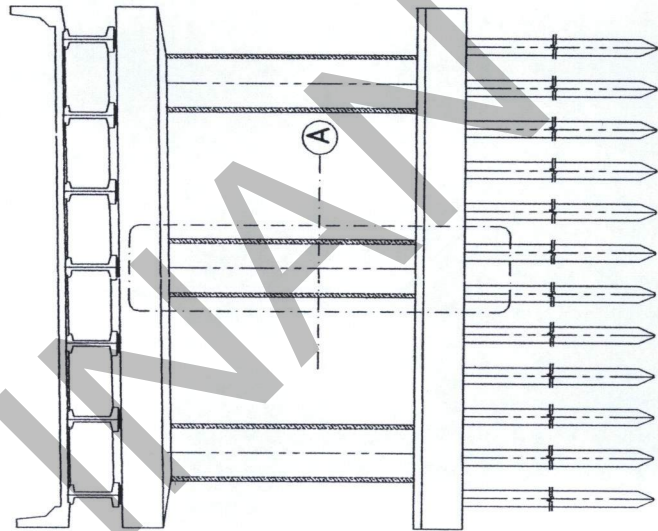
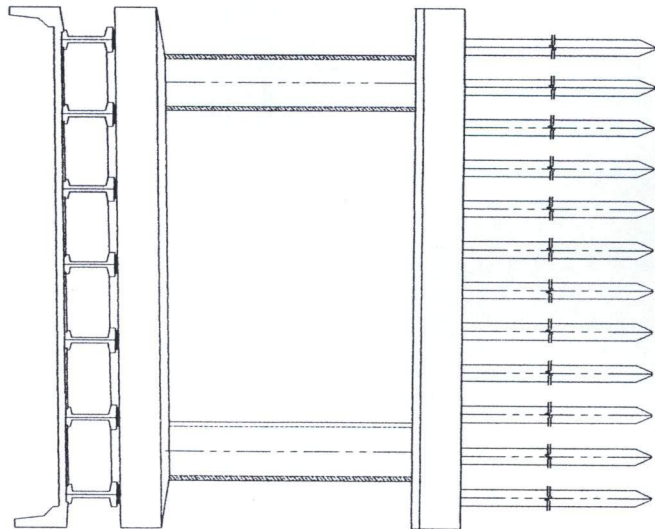
4.



Kondisi 4

Kondisi ini menjelaskan tentang ilustrasi penambahan jumlah pilar.

Jika setelah dilakukan analisis perbaikan berupa penggantian dimensi pilar ternyata masih tidak mampu memikul beban maka penambahan jumlah pilar sebaiknya dilakukan.



DETAIL - A
SKALA 1 : 50

POTONGAN - 1
SKALA 1 : 50



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C8
1 : 50

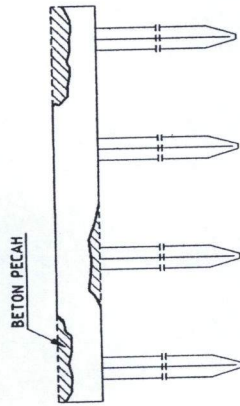
JUDUL

C5 - PATCHING

METODE KONSTRUKSI

GAMBAR

1. PEMBOBOKAN PADA DAERAH YANG PECAH SAMPAI TERLIHAT TULANGAN.

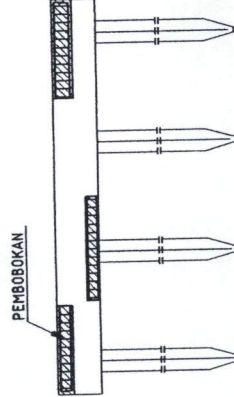


2. BERSIHKAN PERMUKAAN BETON YANG SUDAH DIBOBOK.

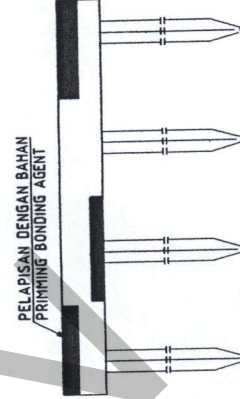
3. BASAHI PERMUKAAN BETON YANG AKAN DI PATCHING SAMPAI KONDISI LEMBAB.

4. - LAPISI PERMUKAAN BETON TERSEBUT DENGAN BAHAN PRIMING BONDING AGENT DENGAN MERATA.

- BIARKAN LAPISAN BONDING AGENT TERSEBUT MENERING DALAM WAKTU SEKITAR 20-30 MENIT SETELAH PELAPISAN.



5. APLIKASIKAN ADUKAN MATERIAL TERSEBUT DENGAN MERATA DAN TEKAN DENGAN TANGAN YANG MENGGUNAKAN SARUNG KARET SAMPAI SEMUA PERMUKAAN YANG AKAN DITAMBAH TERTAMBAH.






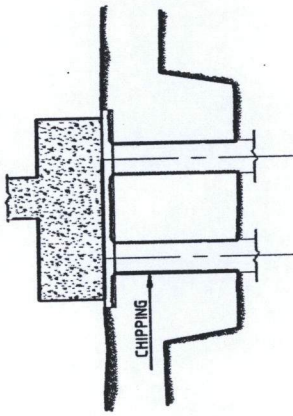

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C9
1 : 50

JUDUL

C6 - CHIPPING

FOTO	METODE KONSTRUKSI	GAMBAR
	<p>1. PEMAHATAN SEGITIGA (CHIPPING) DILAKUKAN PADA DAERAH YANG MENGALAMI KERUSAKAN DAN TIDAK MENYUTUH TULANGAN.</p>	
	<p>2. DILAKUKAN PROSES PEBERSIHAN PERMUKAAN DENGAN DISEMPROT AIR ATAU DENGAN COMPRESSOR ATAU DISIKAT MEMAKAI JUK.</p>	



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C10
1 : 50

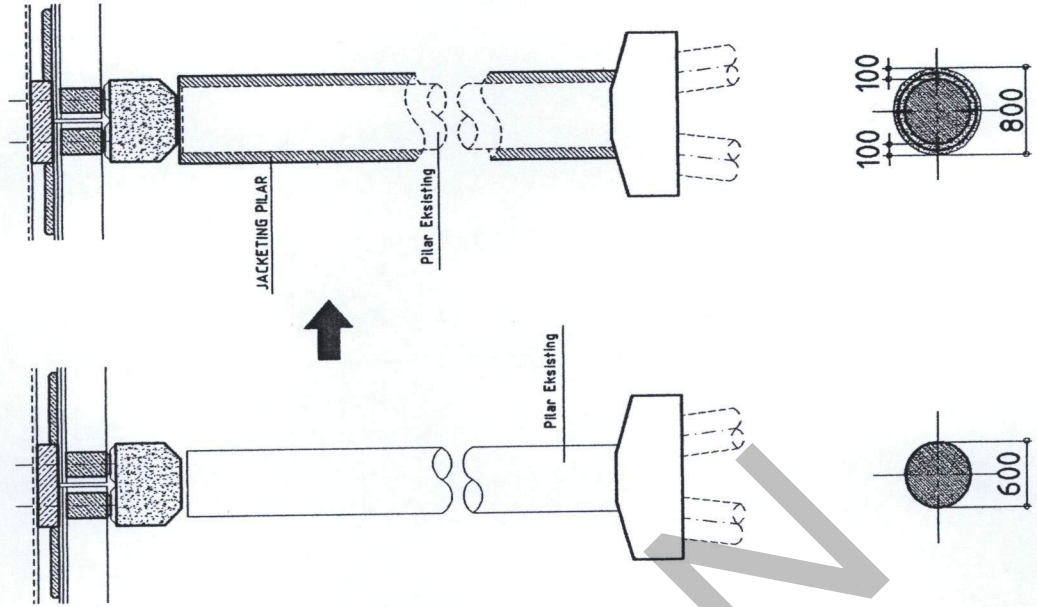
JUDUL

C7 - JACKETING

METODE KONSTRUKSI

1. PASANG BEKISTING PELAT BAJA DAN KLEM BAGIAN ATAS/PUNCAK DARI BEKISTING.
2. LAKUKAN DEWATERING (PENGURANGAN KADAR AIR) PADA BAGIAN PILE INI UNTUK MEMUDAHKAN PEKERJAAN.
3. BERIKAN SEAL DENGAN KARET-SEPERLUNYA JIKA AIR MASIH TERUS MENGALIR.
4. SETELAH SEMUA SIAP, LAKUKAN PENGEORAN DENGAN MENGGUNAKAN BETON DENGAN SPESIFIKASI YANG DISYARATKAN.
5. SETELAH PROSES PENGEORAN SELESAI DILAKUKAN, PROSES PEMOMPAAN DAPAT DIHENTIKAN.
6. SETELAH WAKTU 2-3 HARI, LAKUKAN PEMBONGKARAN DENGAN MEMBUKA KLEM.

GAMBAR





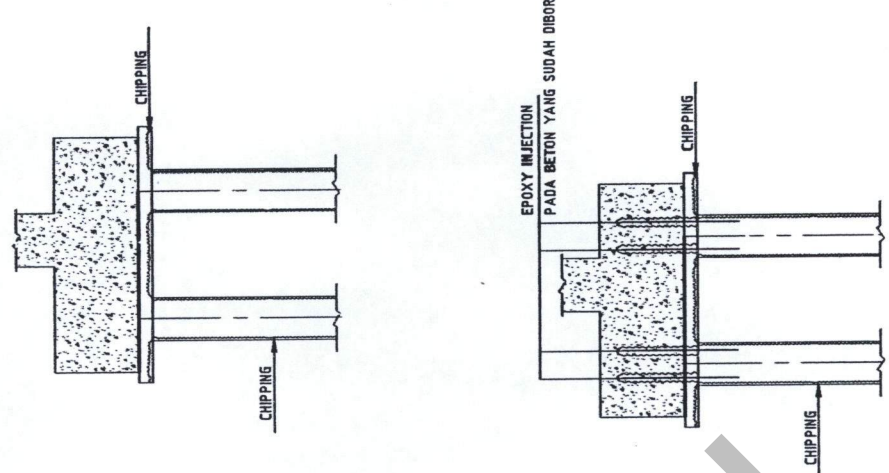
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C2
1 : 50

JUDUL

C2 - GROUTING

FOTO	METODE KONSTRUKSI	GAMBAR
	<ol style="list-style-type: none">1. CHIPPING PADA JALUR RETAK.2. BERSIHKAN BETON PADA BAGIAN YANG RETAK DARI SEMUA KOTORAN DAN DEBU DENGAN MENGGUNAKAN ANGIN KOMPRESSOR ATAU SIKAT KAWAT.3. BOR PADA BAGIAN ATAS ATAU BAWAH PADA LOKASI RETAK UNTUK PENEMPATAN NEPEL PLASTIK DENGAN JARAK ± 20 cm.4. PASANG NEPEL PLASTIK DAN LEM PADA TEMPAT-TEMPAT YANG TELAH DI BOR DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN EPOXY.5. TUTUP SEMUA BAGIAN YANG RETAK DENGAN EPOXY.6. PEKERJAAN EPOXY DILAKUKAN DARI LEBAR RETAK YANG BESAR KE ARAH LEBAR RETAK YANG KECIL.	



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

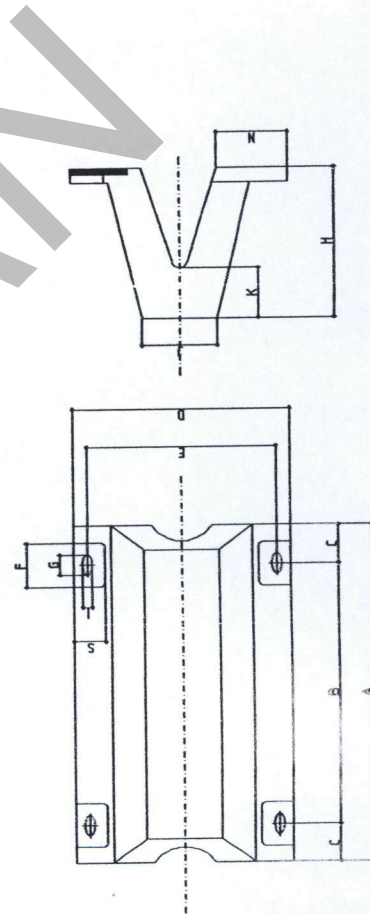
Kode Gambar
AG-C11
1: 100

JUDUL

C10 - RUBBER FENDER
(KVF FENDER)

STANDARD DIMENSION OF V FENDER

Height	Size		A	B	C	D	E	F	G	S	I	J	K	H	N	P	Q	R	M	Unit mm (No. Of Bolt)
	Length	Width																		
200 H	1.000	1.000	400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	4.0000
	1.500	1.500	600	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	6.0000
	2.000	2.000	800	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	8.0000
	2.500	2.500	1.000	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	10.0000
	3.000	3.000	1.200	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	12.0000
250 H	1.000	1.000	450	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	4.5000
	1.500	1.500	650	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	6.5000
	2.000	2.000	850	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	8.5000
	2.500	2.500	1.050	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	10.5000
	3.000	3.000	1.250	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	12.5000
300 H	1.000	1.000	500	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	5.0000
	1.500	1.500	700	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	7.0000
	2.000	2.000	900	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	9.0000
	2.500	2.500	1.100	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	11.0000
	3.000	3.000	1.300	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	13.0000
400 H	1.000	1.000	600	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	6.0000
	1.500	1.500	800	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	8.0000
	2.000	2.000	1.000	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	10.0000
	2.500	2.500	1.200	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	12.0000
	3.000	3.000	1.400	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	14.0000
500 H	1.000	1.000	700	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	7.0000
	1.500	1.500	900	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	9.0000
	2.000	2.000	1.100	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	11.0000
	2.500	2.500	1.300	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	13.0000
	3.000	3.000	1.500	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	15.0000
600 H	1.000	1.000	800	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	8.0000
	1.500	1.500	1.000	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	10.0000
	2.000	2.000	1.200	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	12.0000
	2.500	2.500	1.400	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	14.0000
	3.000	3.000	1.600	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	16.0000
800 H	1.000	1.000	1.000	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	10.0000
	1.500	1.500	1.200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	12.0000
	2.000	2.000	1.400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	14.0000
	2.500	2.500	1.600	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	16.0000
	3.000	3.000	1.800	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	18.0000
1000 H	1.000	1.000	1.200	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	12.0000
	1.500	1.500	1.400	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	14.0000
	2.000	2.000	1.600	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	16.0000
	2.500	2.500	1.800	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	18.0000
	3.000	3.000	2.000	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	20.0000





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

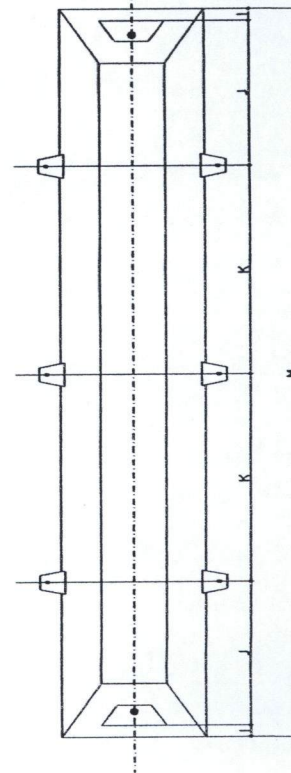
Kode Gambar
AG-C12
1 : 100

JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(KAF FENDER)

STANDARD DIMENTION OF A FENDER

Site		A	B	C	D	E	H	G	I	J	K	H	Bed Hole	W	Notes
Height	Length														No. of Bolt
200 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
150 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
100 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
500 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
600 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
800 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6
1000 H	1600	350	950	125	445	175	200	25	15	550	-	1500	#19	1"	4
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	400	-	1500	-	-	4
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	600	800	1500	-	-	6
	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	650	-	2500	-	-	6





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

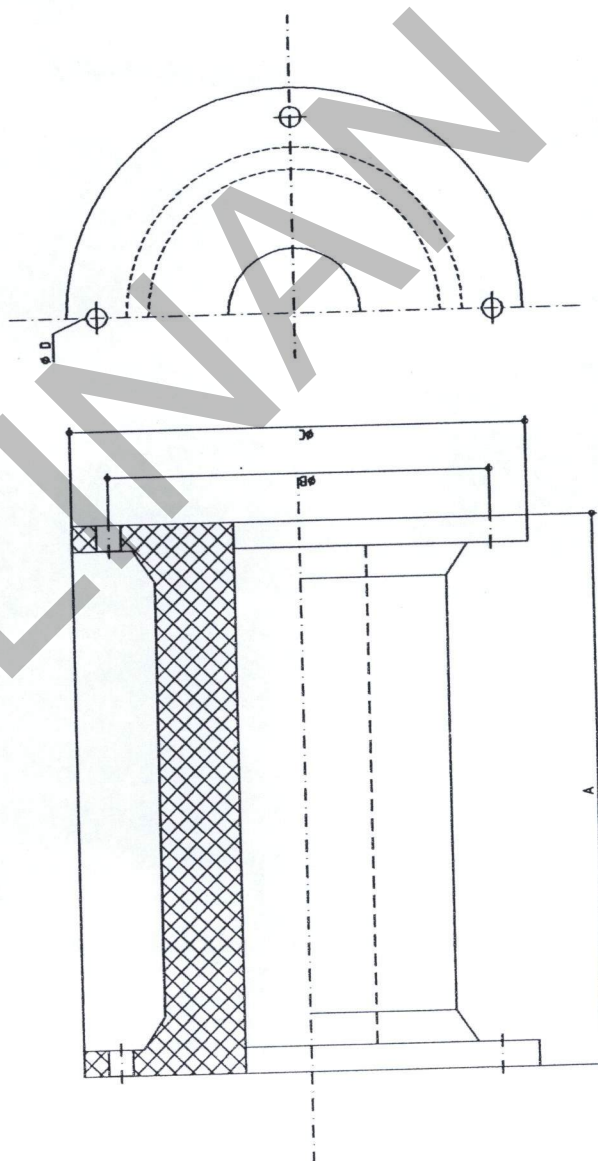
Kode Gambar
AG-119
1 : 50

JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(KCEF FENDER)

STANDARD DIMENSION OF CELL FENDER

Size	A	B	C	D	E	F	S"	NUMB. OF HOLE
KCEF 400	400	550	650	30	25	175	7/8	4
KCEF 500	500	550	650	32	25	185	1	4
KCEF 630	650	700	840	39	25	210	1 1/8	4
KCEF 800	800	900	1050	40	30	230	1 1/4	6
KCEF 1000	1000	1100	1300	47	35	255	1 1/2	6
KCEF 1150	1150	1300	1500	50	37	290	1 5/8	6
KCEF 1250	1250	1450	1650	53	40	290	1 3/4	6
KCEF 1450	1450	1650	1850	61	42	350	2	6
KCEF 1600	1600	1800	2000	61	45	350	2	8
KCEF 1700	1700	1900	2100	66	50	375	2 1/4	8
KCEF 2000	2000	2200	2400	74	50	430	2 1/2	8
KCEF 2250	2250	2300	2550	74	57	430	2 1/2	8
KCEF 2500	2500	2700	2950	74	70	430	2 1/2	10
KCEF 3000	3000	3150	3350	90	75	510	3	12





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-CM
1:50

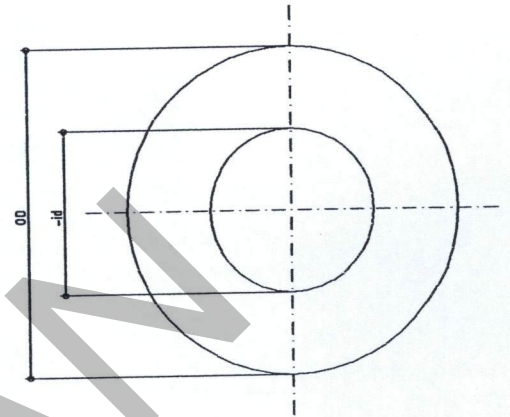
JUDUL

C10 - FENDER FENDER
(KCF FENDER)

STANDARD DIMENSION OF CYLINDRICAL FENDER

Unit: mm		Weight (kg/m)	
OD x ID (mm)	IO/OD	R (Ton)	E (Ton-m)
100 x 50	0.50	4.38	0.08
125 x 65	0.52	5.20	0.13
150 x 75	0.50	6.63	0.18
175 x 75	0.43	9.36	0.28
200 x 90	0.45	9.99	0.36
200 x 100	0.50	8.77	0.34
250 x 125	0.50	11.01	0.52
300 x 150	0.50	13.15	0.75
380 x 190	0.50	16.72	1.20
400 x 200	0.50	17.53	1.34
450 x 225	0.50	19.78	1.69
500 x 250	0.50	28.03	2.85
600 x 300	0.50	33.64	4.08
700 x 400	0.57	33.13	5.30
750 x 400	0.53	38.74	6.22
800 x 400	0.50	44.85	7.34
875 x 500	0.57	41.39	8.26
925 x 500	0.54	47.07	9.48
1000 x 500	0.50	46.99	11.42
1050 x 600	0.57	56.07	11.93
1100 x 600	0.55	49.64	13.35
1200 x 600	0.50	67.28	16.51
1200 x 700	0.58	55.25	15.39
1300 x 700	0.54	66.26	18.76
1300 x 750	0.58	60.65	18.14
1400 x 700	0.50	78.49	22.43
1400 x 750	0.54	71.87	21.81
1400 x 800	0.57	66.16	21.20
1500 x 750	0.50	84.10	25.79
1500 x 800	0.53	77.47	25.08
1600 x 800	0.50	89.70	29.36
1600 x 900	0.56	77.17	27.83
1650 x 900	0.55	72.58	30.07
1750 x 900	0.51	94.70	34.66
1750 x 1000	0.57	82.67	33.13
1800 x 900	0.50	100.92	37.10
1850 x 1000	0.54	93.88	37.92
2000 x 1000	0.50	112.23	45.87
2000 x 1200	0.60	88.79	42.30
2100 x 1200	0.57	99.29	47.60
2200 x 1200	0.55	110.40	53.41
2400 x 1200	0.50	134.66	65.95

LENGHT AS REQUIRED



All energi absorption (EA) and reaction (RF) values are at deflection equal to ID of fender. Standar Tolerance apply. Performance Values are for a 1000 mm long fender.
Tolerance $\pm 10\%$



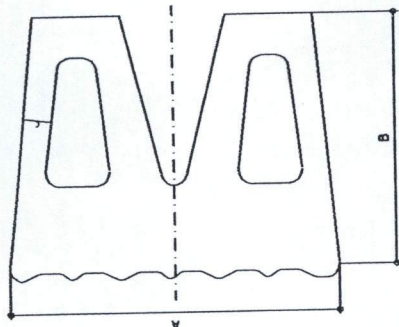
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-CIS
1 : 50

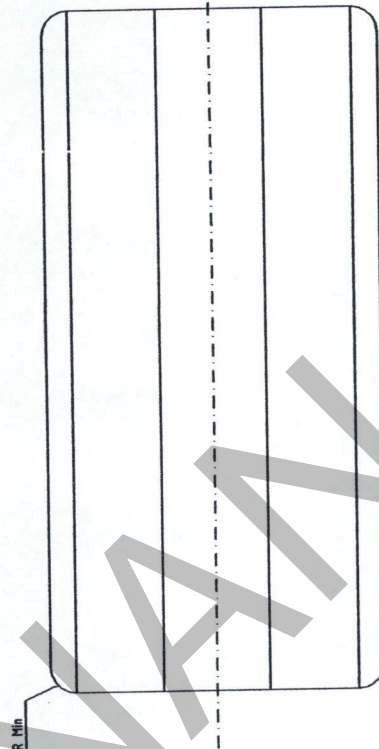
JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(KWF FENDER)



STANDARD DIMENSION OF W FENDER

Fender Type	A (mm)	B (mm)	C (mm)	R min (mm)
KWF 32-20	320	200	40	600
KWF 40-25	400	250	50	800
KWF 48-30	480	300	60	900





DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

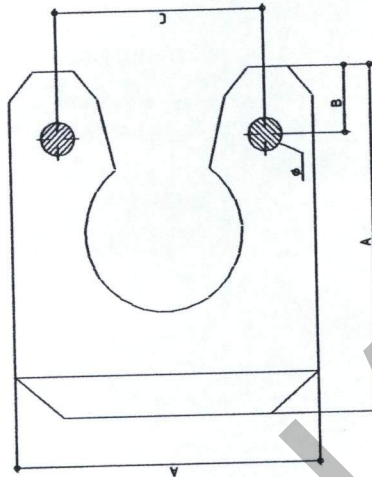
Kode Gambar
AB-C16
1 : 50

JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(K8F FENDER)

STANDARD DIMENSION OF 8 FENDER

Fender Type	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Ø Bar (mm)
K8E	200	40	140	20
K8A	250	50	150	20
K8B	304	60	184	25
K8C	350	70	210	25



K8F FENDER



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C17
1 : 50

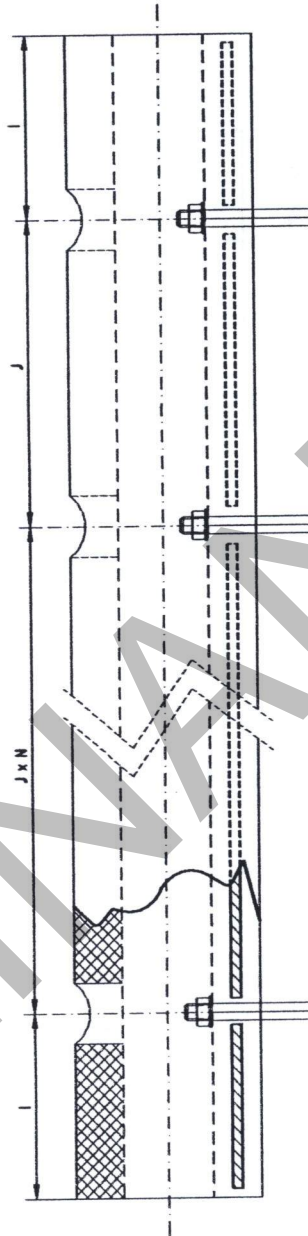
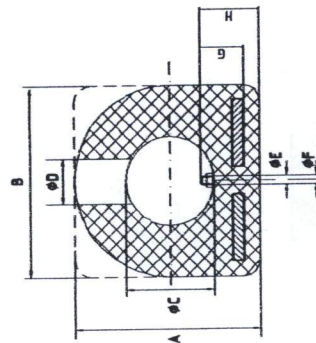
JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(KDF & KRCF FENDER)

STANDARD DIMENSION OF KDF & KRCF FENDER

Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	KDF				KRCF			
											EA (Ton-m)	RF (Ton)	EA (Ton-m)	RF (Ton)	EA (Ton-m)	RF (Ton)	EA (Ton-m)	RF (Ton)
150 H x Ø 75	150	150	14	75	M12	14	40	60			0.17	8.58	0.34	12.87				
200 H x Ø 100	200	200	18	100	M16	18	60	80			0.31	11.44	0.62	17.16				
250 H x Ø 125	250	250	22	125	M20	22	80	100			0.48	14.30	0.95	21.45				
300 H x Ø 150	300	300	26	150	M24	26	90	120			0.69	17.16	1.39	25.74				
400 H x Ø 200	400	400	32	200	M30	32	100	150	150-200	250-350	1.23	22.88	2.47	34.32				
500H x Ø 250	500	500	40	250	M36	40	130	180			1.93	3.85	3.85	42.90				

Note : Performance refers to the state at 40% deflection (Tolerance ± 10%)



SALINAN



DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
DIREKTORAT BINA TEKNIK
Sub Dit. Teknik Jembatan

GAMBAR TIPIKAL PENGAMAN BANGUNAN
BAWAH JEMBATAN

Kode Gambar
AG-C20
1 : 50

JUDUL

C10 - FENDER (Lanjutan)
(UNIT ELEMEN FENDER)

STANDARD DIMENSION OF UNIT ELEMEN FENDER

Fender	H	A	B	C	D	F	J	M	W	K	E	Anchor	Weight (kg/m)
UE 250	250	107	114	69	20	152	31	25-35	214	50	300	M20	30
UE 300	300	130	138	84	25	184	38	30-40	260	50	300	M24	42
UE 400	400	160	183	99	25	244	38	30-40	320	250	500	M24	93
UE 500	500	195	229	119	30	306	42	40-52	390	250	500	M30	130
UE 550	550	210	252	126	32	336	42	40-52	420	250	500	M30	160
UE 600	600	225	275	133	35	366	42	40-52	450	250	500	M30	174
UE 700	700	270	321	163	35	428	56	50-65	540	250	500	M36	258
UE 750	750	285	344	170	38	458	56	50-65	570	250	500	M36	296
UE 800	800	300	366	178	38	486	57	50-65	600	250	500	M36	310
UE 900	900	335	412	198	42	550	60	57-80	670	250	500	M42	400
UE 1000	1000	365	458	212	46	610	60	57-80	730	250	500	M42	476
UE 1200	1200	435	557	252	46	736	61	65-90	870	250	500	M48	653
UE 1400	1400	495	641	282	50	856	67	65-90	990	250	500	M48	955
UE 1600	1600	565	733	321	50	978	76	75-100	1130	250	500	M56	1220

