SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 8730:2019

Keselamatan dan kesehatan kerja pada konstruksi dan ereksi gelagar beton pracetak jembatan

ICS 91.120.25

Badan Standardisasi Nasional

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

© BSN 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata iii
Pendahuluan iv
1 Ruang lingkup 1
2 Acuan normatif 1
3 Istilah dan definisi 1
4 Informasi dari Pengguna Jasa 6
5 Tanggung jawab pemberi kerja dan pekerja 6
6 Aspek keselamatan dalam desain konstruksi 10
7 Pabrikasi gelagar 16
8 Penanganan dan penyimpanan 21
9 Transportasi 23
10 Ereksi gelagar 26
Lampiran A (informatif) Contoh gambar-gambar peralatan ereksi gelagar beton pracetak 40
Lampiran B (informatif) Contoh daftar simak pekerjaan ereksi gelagar beton pracetak 45
Lampiran C (informatif) Contoh format dokumen Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja (RK3K) Pelaksanaan 51
Lampiran D (informatif) Contoh format dokumen Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko K3 dan Pengendalian Risiko K3 (IBPRP) 52
Lampiran E (informatif) Contoh format dokumen Analisis Keselamatan Pekerjaan (AKP) 54
Lampiran F (informatif) Matriks penilaian risiko dan kriteria penilaian kekerapan dan keparahan risiko bahaya 55
Bibliografi 56

Tabel 1 – Batasan kecepatan angin izin untuk operasi pesawat angkat 30
Tabel F.1- Matriks penilaian risiko 55
Tabel F.2 – Kriteria penilaian kekerapan risiko bahaya 55
Tabel F.3 – Kriteria penilaian keparahan risiko bahaya 55

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Gambar 1 – titik angkat pengangkatan gelagar (a): dengan *frame* baja, (b): dengan *lifting loop/lug* 13
Gambar 2 - sistem pengangkatan dengan menggunakan *lifting inserts* 13
Gambar 3 - Bantalan karet menumpu dengan baik pada dudukan perletakan 14
Gambar 4 – Penggunaan pelat baja sebelum diangkut ke lapangan 19
Gambar 5 - Gelagar yang diikat pada truk saat pengangkutan 25
Gambar 6 - Pagar pembatas sebagai sistem pencegahan jatuh 28
Gambar 7 - Pengangkatan dengan pesawat angkat ganda 29
Gambar 8 - Jarak aman pesawat angkat terhadap saluran udara tegangan tinggi (SUTET) 32
Gambar 9 - Perancah yang menumpu pada kepala fondasi 38
Gambar A.1 – Lifting clutch 40
Gambar A.2 – Fixing/lifting inserts 40
Gambar A.3 – Spreader beam 40
Gambar A.4 – *Strongback* 41
Gambar A.5 – *Falsework* 41
Gambar A.6 – Rigging gear 41
Gambar A.7 – Pesawat angkat tipe *crawler* 42
Gambar A.8 – Pesawat angkat dengan *outrigger* 42
Gambar A.9 – Jinker trailer 42
Gambar A.10 – *Bolster* 43
Gambar A.11 – *Ferrules* 43
Gambar A.12 – Penyangga (*props*) 43
Gambar A.13 – *Tie down* 44
Gambar A.14 – *Strands* 44
Gambar A.15 – *Lifting loop* 44

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Prakata

Standar sistem keselamatan pada konstruksi dan ereksi gelagar beton pracetak jembatan merupakan standar yang disusun dalam rangka meningkatkan keselamatan konstruksi dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Aspek keselamatan sangat penting dalam pelaksanaan konstruksi sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi dan Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.

Standar ini mengacu pada *Construction and erection of bridge beams, Industrial Standard, Worksafe Victoria 2004.*

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Balai Litbang Struktur Jembatan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Standar ini telah dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 24 September 2018 di Bandung yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan terkait, yaitu Asosiasi Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (A2K4), konsumen, pakar, dan pemerintah. SNI ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 5 Desember 2018 sampai dengan 24 Desember 2018 dan disetujui menjadi Rancangan Akhir SNI (RASNI) untuk ditetapkan menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Pendahuluan

Aspek keselamatan sangat penting baik dalam setiap tahap konstruksi yaitu sejak tahap perencanaan, perancangan, pemilihan penyedia jasa, pelaksanaan, operasi dan pemeliharaan, hingga tahap pembongkaran dan pembangunan kembali. Hal ini juga berlaku untuk konstruksi jembatan yang menggunakan gelagar beton pracetak.

Di dalam dokumen ini disusun standar yang mencakup aspek manajemen keselamatan konstruksi dalam pelaksanaan pembangunan jembatan, khususnya pada tahapan ereksi gelagar beton pracetak serta elemen-elemen beton pracetak lainnya yang digunakan dalam konstruksi jembatan.

Standar ini dimaksudkan sebagai acuan, baik bagi para perencana, pelaksana, maupun otoritas pekerjaan umum khususnya bidang jalan dan jembatan dalam melakukan pekerjaan konstruksi.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Sistem keselamatan pada konstruksi dan ereksi gelagar beton pracetak jembatan

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan sistem keselamatan pada konstruksi dan ereksi gelagar beton pracetak jembatan yang meliputi aspek desain, pabrikasi, penyimpanan, transportasi, dan ereksi gelagar beton pracetak dan elemen-elemen beton pracetak lainnya yang digunakan dalam konstruksi jembatan.

Standar ini tidak mencakup:

a. gelagar beton pracetak yang tersusun dari beberapa segmen individu (segmental) yang dipasang di tempat dengan menggunakan *launching gantry*,
b. gelagar beton pracetak yang dipasang dengan menggunakan peluncur atau *form traveller.*

2 Acuan normatif

SNI 2052:2017, *Baja tulangan beton.*

SNI 1725:2016, *Pembebanan jembatan.*

SNI 7833:2012, *Tata cara perancangan beton pracetak dan prategang untuk bangunan gedung.*

SNI 03-3631:1994, *Perancah, mutu dan cara uji tekan statis.*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan standar ini, istilah dan definisi berikut digunakan. Beberapa di antaranya dijelaskan berupa gambar pada Lampiran A.

3.1
ahli K3 konstruksi
tenaga teknis yang mempunyai kompetensi khusus di bidang K3 Konstruksi dalam merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi SMK3 Konstruksi yang dibuktikan dengan sertifikat pelatihan dan kompetensi yang diterbitkan oleh lembaga atau instansi yang berwenang sesuai dengan Undang-Undang

3.2
alat pelindung diri (APD)
suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja

3.3
angka keamanan (*safety factor*)
rasio beban maksimum yang mengakibatkan kegagalan alat angkat terhadap beban yang diizinkan

3.4
bahaya (*hazard*)
keadaan eksisting, baru, atau potensial atau peristiwa yang dapat membahayakan keselamatan di lingkungan kerja

3.5
balok angkat (*lifting beam/spreader beam*)
elemen dalam sistem ereksi yang berfungsi untuk distribusi beban saat pengangkatan gelagar

3.6
beban kerja aman (*safe working load*)
beban maksimum yang dapat diangkat dengan aman oleh pesawat angkat dan diperoleh dengan cara membagi beban minimum yang menyebabkan kegagalan (*minimum breaking load*) dengan angka keamanan

3.7
breising (*bracing*)
elemen sementara yang memberikan stabilitas untuk mencegah elemen beton pracetak terguling

3.8
elemen pracetak
elemen beton struktur yang dicetak di tempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur

3.9
ereksi (*erection*)
pengangkatan dan pemasangan elemen struktur pracetak

3.10
erektor
perusahaan atau perseorangan yang bertanggung jawab terhadap ereksi elemen-elemen pracetak

3.11
***fixing inser*t**
komponen atau sistem yang dipasang pada elemen dan digunakan untuk mengait elemen pada struktur atau menyokong elemen struktur lain

3.12
gambar perencanaan (*design drawing*)
gambar yang dibuat oleh perencana yang menunjukkan keseluruhan proyek dan elemen-elemen yang dirakit dan detail-detail sesuai dengan persyaratan perencanaan

3.13
gaya jeking (*jacking force*)
gaya sementara yang dihasilkan oleh alat yang mengakibatkan tegangan tarik baja prategang pada beton prategang

3.14
insinyur pemeriksa (*proof engineer*)
insinyur yang bertanggung jawab memeriksa, memvalidasi rancangan dan dokumentasi yang dibuat oleh insinyur perencana dan/atau insinyur perencana ereksi

3.15
insinyur perencana ereksi (*erection design engineer*)
insinyur yang bertanggung jawab dalam perencanaan pekerjaan sementara dalam proyek konstruksi dan metode ereksi elemen-elemen pracetak

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

3.16
insinyur profesional bersertifikat (*licensed design professional*)
perseorangan tersertifikasi untuk desain struktur praktis seperti yang didefinisikan oleh persyaratan statuta hukum sertifikasi insinyur profesional atau kebijakan ketika proyek tersebut dibangun dan yang bertanggung jawab terhadap desain strukturnya; dalam dokumen lain, juga dirujuk sebagai insinyur profesional bersertifikat

3.17
keselamatan dan kesehatan kerja (K3)
kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja

3.18
keselamatan dan kesehatan kerja konstruksi (K3 konstruksi)
kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi

3.19
keselamatan konstruksi
segala kegiatan yang meliputi kegiatan keteknikan dalam mewujudkan pekerjaan konstruksi yang aman dan handal serta menjaga keselamatan pekerja dan lingkungan

3.20
kuasa pengguna anggaran (KPA)
pejabat yang memperoleh kuasa dari Pengguna Anggaran untuk melaksanakan sebagian kewenangan dan tanggung jawab penggunaan anggaran pada Kementerian Negara/Lembaga yang bersangkutan

3.21
lifting clutch
alat yang digunakan untuk menghubungkan kabel sling dengan *lifting inserts*

3.22
pabrikator
perusahaan atau perseorangan yang bertanggung jawab dalam pabrikasi elemen-elemen beton pracetak

3.23
pejabat pembuat komitmen (PPK)
pejabat yang diberi kewenangan oleh Pengguna Anggaran/Kuasa Pengguna Anggaran untuk mengambil keputusan dan/atau melakukan tindakan yang dapat mengakibatkan pengeluaran anggaran belanja negara/anggaran belanja daerah

3.24
pekerja
setiap orang yang bekerja dengan menerima upah atau imbalan dalam bentuk lain

3.25
pekerjaan konstruksi
keseluruhan atau sebagian kegiatan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, pembongkaran, dan pembangunan kembali suatu bangunan.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

3.26
pelatihan K3
pelatihan-pelatihan yang disusun untuk memberi bekal kepada personel yang ditunjuk perusahaan untuk dapat menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja

3.27
pemberi kerja
orang perseorangan, pengusaha, badan hukum, atau badan-badan lainnya yang mempekerjakan tenaga kerja dengan membayar upah atau imbalan dalam bentuk lain. Dalam industri konstruksi, pemberi kerja mencakup Pengguna Jasa, Penyedia Jasa, dan Subpenyedia Jasa

3.28
pembuat gambar teknik (*drafter*)
orang yang bertanggung jawab menyiapkan gambar teknik (*shop drawing*)

3.29
pengangkut (*transporter*)
perusahaan atau perseorangan yang bertanggung jawab mengangkut elemen-elemen beton pracetak ke lokasi proyek

3.30
pengguna jasa atau pemilik pekerjaan
pemilik atau pemberi pekerjaan yang menggunakan layanan Jasa Konstruksi

3.31
pengguna anggaran (PA)
pejabat pemegang kewenangan penggunaan anggaran Kementerian Negara /Lembaga/Perangkat Daerah

3.32
pengunci (*fixings*)
komponen yang keras pada sambungan dan berfungsi sebagai transfer beban di antara elemen-elemen yang disambung

3.33
penilik (*spotter*)
tenaga yang bertugas untuk melakukan pengawasan (mengamati) agar seseorang berada pada jarak yang aman dari potensi bahaya

3.34
penulangan struktur (*structural reinforcement*)
penulangan, termasuk tulangan baja dan tendon prategang untuk kontrol retak atau menahan gaya akibat beban yang bekerja dan pengaruh temperatur/susut

3.35
penulangan tambahan (*additional reinforcement*)
penulangan tambahan terhadap penulangan struktur yang diberikan untuk menahan gaya-gaya saat transportasi atau ereksi beban

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

3.36
penyangga sementara (*falsework*)
struktur sementara yang digunakan untuk menyokong struktur utama sampai konstruksinya cukup kuat untuk menahan berat sendirinya

3.37
penyedia jasa
pemberi layanan Jasa Konstruksi

3.38
pesawat angkat (*crane*)
suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan, mengangkat muatan baik bahan atau barang atau orang secara vertikal dan atau horizontal dalam jarak yang ditentukan

3.39
***platform* ereksi (*erection platform*)**
dasar tempat pijakan pesawat angkat selama proses ereksi elemen-elemen pracetak

3.40
rencana keselamatan dan kesehatan kerja kontrak (RK3K)
dokumen lengkap rencana penyelenggaraan SMK3 Konstruksi Bidang PU dan merupakan satu kesatuan dengan dokumen kontrak suatu pekerjaan konstruksi, yang dibuat oleh Penyedia Jasa dan disetujui oleh Pengguna Jasa, untuk selanjutnya dijadikan sebagai sarana interaksi antara Penyedia Jasa dengan Pengguna Jasa dalam penyelenggaraan SMK3 Konstruksi Bidang PU

3.41
sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) konstruksi
bagian dari sistem manajemen organisasi pelaksanaan pekerjaan konstruksi dalam rangka pengendalian risiko K3 pada setiap pekerjaan konstruksi

3.42
sistem pengikatan (*rigging system*)
satu sistem yang terdiri atas rangkaian sling, katrol, *spreader beam* (atau alat lainnya) yang digunakan untuk menghubungkan pesawat angkat dengan elemen yang diangkat

3.43
strongback
elemen sementara yang dihubungkan dengan elemen lain untuk perkuatan elemen selama proses pengangkatan, transportasi, atau ereksi

3.44
surat izin layak operasi (SILO)
surat keterangan yang menyatakan bahwa kendaraan atau pesawat angkat telah memenuhi persyaratan administrasi dan kelayakan teknis untuk melakukan kegiatan konstruksi

3.45
surat izin operator (SIO)
surat keterangan yang menyatakan izin perseorangan di dalam sebuah perusahaan dalam hal kelayakan mengoperasikan pesawat angkat

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

4 Informasi dari Pengguna Jasa

Informasi dari Pengguna Jasa sangat penting dalam tahapan desain dan konstruksi gelagar jembatan, terutama saat ereksi gelagar akan dilakukan di atas jalan raya atau jalan rel. Informasi tersebut harus tersedia untuk pihak-pihak terkait jauh sebelum tahap tender sebagai bagian dari dokumen tender. Informasi dari Pengguna Jasa mencakup hal-hal sebagai berikut:

a. nama seluruh otoritas yang berwenang dengan siapa Penyedia Jasa akan berinteraksi dan meminta persetujuan terkait dengan tempat pekerjaan dan aktivitas konstruksi,
b. jadwal waktu dan durasi kegiatan konstruksi yang diharapkan sehubungan dengan pekerjaan ereksi gelagar atau perihal layanan transportasi eksisting. Informasi harus mencakup waktu yang hilang karena proses dan pemberlakuan sistem perizinan,
c. lokasi dan jenis fasilitas pelayanan di sekitar lokasi,
d. persyaratan yang harus dipenuhi oleh Penyedia Jasa untuk menjaga tingkat arus lalu lintas jalan raya atau jalan rel yang telah ditentukan,
e. setiap pembatasan jam proyek konstruksi, misalnya waktu mulai dan selesai di daerah pemukiman, dan
f. masalah lain yang dapat mempengaruhi desain dan konstruksi jembatan.

5 Tanggung jawab pemberi kerja dan pekerja

Pemberi kerja dan pekerja harus dapat:
a. mengidentifikasi dan mengendalikan risiko yang dapat terjadi saat pabrikasi, transportasi, dan ereksi gelagar jembatan,
b. meminimalkan risiko bahaya terhadap kesehatan dan keselamatan.

Praperencanaan dan koordinasi antara pihak-pihak terkait harus dilakukan guna memaksimalkan manfaat gelagar jembatan beton pracetak dengan aman.

Ereksi gelagar jembatan, terutama di atas jalan raya atau jalan rel membutuhkan hubungan dan kerja sama yang baik antara Pengguna Jasa, otoritas yang berwenang, dan Penyedia Jasa.

Pada tahap tender dan perencanaan, Pengguna Jasa harus jelas dalam menentukan batasan-batasan metode konstruksi untuk Penyedia Jasa sesuai dengan tahapan kegiatan konstruksi. Pengaturan manajemen lalu lintas sangat penting untuk pekerjaan gelagar yang diangkat di atas jalan raya atau jalan rel. Untuk ereksi gelagar di atas jalan rel, pengalihan lalu-lintas tidak dapat dilakukan karena jalurnya sudah tetap, sehingga kegiatan konstruksi dilakukan dalam jangka waktu yang terbatas selama penutupan jalur. Kebutuhan untuk fokus pada konstruksi utama dalam waktu yang singkat membutuhkan perencanaan yang terperinci dan membutuhkan teknik khusus. Hal tersebut menjadi tanggung jawab insinyur perencana untuk memastikan bahwa jembatan dirancang dan diperinci sehingga dapat dibangun sesuai rencana. Pertimbangan harus diperhatikan pada batasan yang diberikan oleh Pengguna Jasa, jalur layanan di sekitar proyek, kebutuhan keamanan publik, akses jalan, dan jalan keluar.

Sebelum tahap pabrikasi, Penyedia Jasa bersama dengan pabrikator dan erektor, harus merencanakan cara pelaksanaan dan urutan ereksi dengan lengkap sebagaimana dimaksud oleh perencana. Setiap variasi dalam desain atau detail gelagar harus disetujui oleh perencana. Kolaborasi antara insinyur perencana, Penyedia Jasa, pabrikator, dan erektor diperlukan untuk memastikan keamanan di seluruh tahapan konstruksi.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

5.1 Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja

Pekerja harus bekerja dengan aman dan harus memiliki kompetensi kerja melalui pelatihan dan uji sertifikasi agar dapat bekerja dalam sistem kerja yang aman.

Penyedia Jasa harus memastikan adanya Ahli K3 bersertifikat untuk melakukan pengawasan yang ketat terhadap pekerja untuk melaksanakan pekerjaannya dengan aman.

Program-program pelatihan harus dapat mengidentifikasi kebutuhan untuk kesehatan dan keselamatan bagi pekerja dan manajernya, serta harus memberikan peluang bagi individu-individu yang memiliki keterampilan untuk diberi pengakuan dan untuk mengembangkan pengetahuan serta keterampilan baru.

Program pelatihan harus disusun sedemikian sehingga mengarah pada kualifikasi yang diakui secara nasional dan harus diberikan oleh organisasi pelatihan yang terakreditasi. Program pelatihan yang dimaksud termasuk program pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja (K3 konstruksi, K3 peralatan berat, dan K3 umum) konstruksi bidang pekerjaan umum.

5.2 Keselamatan dan kesehatan kerja

Penyedia Jasa harus memberikan kesempatan kepada pekerja untuk sepenuhnya terlibat dalam pengembangan prosedur identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan metodologi pengendalian risiko. Ketentuan perihal sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) konstruksi harus merujuk pada peraturan pemerintah yang berlaku tentang SMK3 konstruksi bidang pekerjaan umum.

Dalam pelaksanaan proyek, salah satu dokumen SMK3 yang harus tersedia yaitu dokumen Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kontrak (RK3K) yang dibuat oleh Penyedia Jasa pada saat pelaksanaan kontrak, dibahas dan ditetapkan oleh Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) pada saat rapat persiapan pelaksanaan. Contoh dokumen RK3K dapat dilihat pada Lampiran C standar ini.

Penyedia Jasa memiliki tugas mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan keselamatan pekerja saat bekerja, yaitu:

a. menyediakan dan menjaga lingkungan kerja yang aman,
b. menyediakan dan menjaga fasilitas untuk keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja,
c. memastikan bahwa mesin dan peralatan yang sesuai dengan pekerjaannya, yaitu dirancang, dibuat, disiapkan, dan dipelihara agar aman untuk para pekerja,
d. memastikan bahwa pekerja terlindung dari bahaya dalam pekerjaan mereka,
e. memberikan prosedur untuk menangani keadaan darurat yang mungkin timbul saat pekerjaan berlangsung.

Induksi keselamatan harus dirancang untuk memastikan seluruh pekerja menerima dan memahami seluruh informasi dan instruksi yang diperlukan untuk melakukan tugas dengan aman.

Pekerja harus bertanya pada atasannya tentang masalah keselamatan dan kesehatan kerja yang tidak dipahami.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Sebelum proyek dimulai, semua pekerja termasuk Penyedia Jasa harus diinformasikan beberapa hal sebagai berikut:
a. prosedur darurat,
b. bahaya yang dapat dialami saat bekerja,
c. bahaya yang dapat ditimbulkan saat bekerja yang dapat membahayakan orang lain,
d. cara-cara untuk meminimalkan kemungkinan bahaya menjadi sumber bahaya bagi diri mereka sendiri dan orang lain,
e. kebutuhan pelatihan kesadaran keselamatan ketika bekerja berdekatan dengan jalur rel kereta api,
f. lokasi dan penggunaan peralatan keselamatan yang benar,
g. pengarahan aktivitas kerja.

Penyedia Jasa harus memberi tahu pekerja tentang hasil pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja.

Penyedia Jasa juga bertanggung jawab atas kesehatan dan keselamatan orang-orang yang bukan pekerja mereka, misalnya Subpenyedia Jasa atau pengunjung yang berada di area pekerjaan.

Penyedia Jasa harus mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan pekerja tidak membahayakan orang lain saat bekerja, termasuk masyarakat atau pengunjung di tempat kerja.

Bergantung sifat dan durasi kunjungan lapangan, pengunjung harus diberikan pengarahan keamanan lapangan dan/atau disertai dengan orang yang telah diberi induksi keselamatan.

Pekerja memiliki tanggung jawab untuk memperhatikan keselamatan dan kesehatan diri mereka sendiri saat bekerja. Pekerja juga harus memastikan bahwa tindakan mereka tidak membahayakan atau menempatkan orang lain dalam risiko.

Pekerja harus bersikap kooperatif dengan pemberi kerja dalam hal keselamatan dan kesehatan kerja.

5.3 Manajemen risiko

Penyedia Jasa harus memiliki metode yang efektif untuk mengidentifikasi bahaya dan untuk menentukan apakah terdapat bahaya yang signifikan yang membutuhkan tindakan lebih lanjut.

Bahaya yang dapat menyebabkan kematian atau cedera serius pada umumnya dapat dikenali dengan baik. Namun, cedera yang berkembang secara bertahap dalam jangka waktu yang lama, seperti cedera akibat pengangkatan beban manual, kanker kulit akibat paparan sinar ultraviolet, dan gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kebisingan, seringkali sulit dikenali.

Untuk memastikan manajemen risiko yang tepat, penilaian risiko yang disebut sebagai Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko K3 dan Pengendalian Risiko K3 (IBPRP) harus dilakukan oleh Penyedia Jasa dalam hubungannya dengan perwakilan K3 dari Penyedia Jasa dan/atau pekerja yang terlibat dalam pekerjaan.

Di dalam IBPRP terdapat daftar bahaya dan penanganannya, termasuk prosedur keamanan yang harus dilaksanakan. Persyaratan minimum IBPRP meliputi:
a. identifikasi bahaya,
b. penilaian risiko bahaya yang teridentifikasi,
c. tindakan pengendalian yang diperlukan untuk meminimalkan risiko bahaya,

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

d. identifikasi orang yang bertanggung jawab untuk melaksanakan dan melakukan pengendalian.

Selain itu, diperlukan juga Analisis Keselamatan Pekerjaan (AKP) yang dibuat berdasarkan tahapan pekerjaan tanpa penilaian tingkat risiko. Contoh dokumen IBPRP dan AKP dapat dilihat pada Lampiran D dan E.

Penilaian risiko merupakan hasil kali antara nilai kekerapan dengan nilai keparahan suatu risiko. Untuk menentukan suatu risiko apakah berada pada kategori rendah, sedang atau tinggi dapat menggunakan matriks penilaian risiko seperti pada Lampiran F.

Potensi bahaya atau risiko harus dikurangi dengan cara mengubah atau memodifikasi metode kerja yang diusulkan atau dengan menggunakan alat bantu K3.

Jika terdapat potensi bahaya pada pekerjaan, penanganan harus dilakukan untuk mengisolasi bahaya dan meminimalkan risiko terhadap para pekerja. Dalam keadaan tersebut, tindakan seperti pemberian barikade di area bahaya, ketentuan pelatihan khusus keselamatan dan instruksi kerja, penggunaan alat pelindung diri, dan pemasangan tanda-tanda peringatan harus dilaksanakan. Langkah-langkah tersebut harus didiskusikan dengan pekerja dan dievaluasi untuk memastikan efektivitas langkah penanganan dan tidak menimbulkan bahaya lain.

Cara perencanaan yang dapat dilakukan untuk mencegah risiko cedera adalah dengan melakukan identifikasi, penilaian, dan kemudian pengendalian risiko. Pada tahap kontrol terdapat hierarki tindakan pengendalian bahaya yang harus dilakukan. Proses-proses untuk mengelola risiko tersebut termasuk dalam berbagai peraturan keselamatan dan kesehatan kerja dan harus diikuti sebagai bagian dari proses manajemen risiko.

Untuk proyek pekerjaan rel kereta api, diperlukan penilaian risiko keselamatan rel yang khusus oleh pihak otoritas perkeretaapian jika dianggap terdapat risiko pekerjaan terhadap operasional kereta api.

5.4 Pemberitahuan insiden

Berdasarkan Undang-Undang tentang keselamatan kerja, otoritas K3 (Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi) harus segera diberi tahu oleh pemberi kerja atau orang yang bertanggung jawab di tempat kerja jika terjadi kematian di tempat kerja, cedera yang membutuhkan perawatan medis darurat, atau kejadian berbahaya yang menghadapkan seseorang pada risiko langsung terhadap kesehatan dan keamanan. Misalnya, jatuhnya beban saat proses pengangkatan, runtuhnya pesawat angkat, atau runtuhnya bagian struktur tertentu.

5.5 Risiko cedera

Cedera umum yang terjadi saat konstruksi jembatan adalah cedera pada ligamen dan cedera otot. Cedera tersebut umumnya terjadi pada pekerja yang mengangkat, membawa, atau mendorong suatu benda yang berat. Hal tersebut dikenal dengan penanganan beban manual. Cedera ligamen dan otot lainnya terjadi akibat benda berat yang jatuh atau tertabrak oleh suatu benda yang berat.

Meskipun beberapa cedera dapat disebabkan oleh satu aktivitas, seperti mengangkat atau memindahkan benda yang berat. Namun, umumnya cedera diakibatkan oleh sejumlah aktivitas dalam waktu yang lama. Pengurangan risiko yang timbul dari beberapa aktivitas

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

individu akan menghasilkan pengurangan yang signifikan terhadap risiko keseluruhan bagi para pekerja.

Undang-Undang tentang keselamatan kerja mewajibkan pemberi kerja untuk mengeliminasi risiko yang timbul dalam pekerjaan. Jika eliminasi tidak dapat dilakukan, mengurangi risiko harus dilakukan semaksimal mungkin. Peraturan tersebut juga mengatur kewajiban untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko apa pun terhadap pekerjaan manual individu. Mengatasi risiko pada saat perencanaan tahapan proyek akan menjadi lebih baik karena perubahan dapat dilakukan pada tahap-tahap tersebut dengan dampak yang minimum. Perencanaan kerja harus memperhitungkan tugas manual individu untuk dilakukan dan metode-metode tersebut harus dibuat sedemikian sehingga mengurangi risiko cedera. Misalnya, tugas pemotongan kepala tiang pancang dengan *jack hammer* harus dilakukan penilaian. Perencana dan Penyedia Jasa harus menetapkan teknik konstruksi alternatif yang menghindari kebutuhan untuk pemotongan kepala tiang pancang secara manual. Jika hal tersebut tidak dapat dilakukan, metode lain seperti penggunaan mesin dapat digunakan untuk menurunkan tingkat risiko penanganan beban manual.

Peraturan mengenai penanganan beban memberikan panduan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengidentifikasi bahaya penanganan beban manual, penilaian tingkat risiko cedera, dan kontrol risiko cedera.

6 Aspek keselamatan dalam desain konstruksi

6.1 Desain struktur

Pasal ini mencakup aspek-aspek keselamatan konstruksi yang perlu diperhitungkan dalam desain gelagar jembatan untuk memastikan penanganan, penyimpanan dan ereksi gelagar yang aman. Untuk gelagar yang akan dipasang di atas jalan raya atau jalan rel, desain harus memperhitungkan waktu yang tersedia untuk proses ereksi gelagar.

6.1.1 Konfigurasi struktur

Gelagar harus dirancang untuk ditempatkan langsung pada pilar, perletakan permanen lainnya atau bagian dari struktur permanen. Jika gelagar direncanakan untuk ditempatkan pada struktur penyokong atau penyangga sementara, struktur penyokong tersebut harus dirancang dan didokumentasikan oleh perencana ereksi sesuai dengan persyaratan pada subpasal 10.11 dan persyaratan sebagai berikut.

a. Konfigurasi struktur harus diperiksa pada semua tahap konstruksi untuk stabilitas dan keselamatan. Gelagar beton pracetak harus memiliki kestabilan yang baik saat peletakan. Misalnya dengan memberikan bentuk kursi (*dapped end*) pada kedua ujung gelagar.
b. Ketentuan untuk pengangkatan, akses trotoar, sistem pencegahan jatuh, atau ketentuan lain untuk menjamin pelaksanaan konstruksi yang aman harus dimasukkan ke dalam dokumen perencanaan.

6.1.2 Toleransi dimensi

Toleransi-toleransi dimensi elemen jembatan harus diperhitungkan oleh perencana jembatan. Kombinasi sudut, kemiringan, dan kelengkungan dapat menjadi kompleks, dan perhatian khusus harus diberikan pada pendetailan untuk memberikan kejelasan dimensi dan tata letak pada gambar.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Celah antara gelagar dan di ujung gelagar harus diperhitungkan dengan tepat. Batas atas toleransi harus diberikan terhadap akumulasi toleransi.

Toleransi perencanaan untuk gelagar dan struktur penyokong harus ditentukan dalam spesifikasi dan gambar rencana.

Sistem perletakan harus dirancang berdasarkan toleransi yang telah ditetapkan dengan memperhitungkan geometri tiga dimensi struktur.

6.1.3 Prategang

Pemberian gaya prategang pada gelagar dapat dilakukan dengan metode pratarik (*pre-tensioning*) atau dengan pascapenarikan (*post-tensioning*) tendon.

Gaya-gaya prategang harus diperhitungkan dengan gaya jeking sebelum dan setelah kehilangan prategang. Asumsi yang digunakan untuk menghitung variabel-variabel saat pemberian jeking harus ditunjukkan pada gambar.

Gambar harus mencakup detail-detail sebagai berikut:
a. tahapan proses pada sistem pascapenarikan yaitu urutan penarikan tendon,
b. tahapan penarikan tendon apakah diberikan satu kali penarikan (*single end tensioned*) atau dua kali penarikan (*double end tensioned*). Jika dua kali penarikan, apakah penarikan dilakukan bertahap atau bersamaan,
c. tahapan *de-stressing*, yaitu urutan *strand* pratarik dilepaskan,
d. perencanaan gaya jeking untuk penarikan,
e. batas kehilangan gaya jeking,
f. batas untuk penarikan di daerah angkur,
g. total elongasi per tendon diukur di belakang dongkrak sebelum penguncian,
h. asumsi toleransi elongasi saat pemberian gaya jeking,
i. untuk komponen beton pratarik, gaya per *strand* diberikan sebagai gaya akhir pada proses pratarik yaitu setelah batas perpendekan yang terjadi pada saat penarikan dan kehilangan prategang pada *couplers, jack,* dan angkur.

Sesuai dengan SNI 7833:2012, tendon pratarik dan tendon pascapenarikan tidak boleh ditarik lebih dari 75% dari kekuatan maksimumnya selama proses penarikan.

6.1.4 Penulangan

Penulangan pada gelagar bagian atas harus diperinci sedemikian sehingga meminimalkan risiko cedera bagi para pekerja, dengan tanpa mengurangi integritas struktural desain, misalnya dengan menggunakan sengkang tertutup dan bukan kait yang terbuka.

Perencana harus memeriksa setiap detail penulangan, seperti selimut beton dan kerapatan tulangan. Hal tersebut penting khususnya untuk *strand* pratarik. Fleksibilitas dan toleransi yang memadai harus disediakan. Jari-jari pembengkokan tulangan harus diperhitungkan pada seluruh pendetailan dengan gambar berskala, diameter tulangan, termasuk deformasi tulangan. Jika diperlukan, gunakan gambar tampak secara tiga dimensi.

6.1.5 Perhitungan massa

Perencana harus menghitung secara akurat massa setiap gelagar atau elemen gelagar, yang diperlukan pada tahapan perhitungan kapasitas pesawat angkat, transportasi, dan ereksi.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Pengetahuan tentang material yang digunakan sangat penting dalam menghitung massa beton karena berat isi agregat dapat bervariasi. Berat isi yang digunakan dalam perhitungan massa gelagar harus diberikan pada gambar, dan tidak boleh kurang dari 2200 kg/m^3 untuk beton bertulang dan beton prategang.

Jika terdapat perbedaan antara massa aktual dan teoritis umumnya berkaitan dengan perubahan penampang dan keberadaan rongga.

6.1.6 Revisi gambar

Apabila terdapat revisi detail konstruksi atau prosedur, gambar yang sesuai atau dokumen lain harus diperbarui dan revisi ditunjukkan dengan jelas pada gambar. Pembaruan sementara dapat dilakukan dengan menandai atau mempersiapkan detail gambar dengan tangan, memberi tanggal, dan disetujui serta ditandatangani oleh perancang dan insinyur pemeriksa.

6.2 Metode konstruksi

Metode konstruksi dan tahapan-tahapannya harus dimasukkan di dalam seluruh proses desain mulai dari tahap proyek yang paling awal.

6.2.1 Tahapan konstruksi

Tahapan konstruksi yang ditentukan dalam perencanaan harus ditampilkan dalam gambar desain. Ketika terdapat perubahan pada tahapan konstruksi, perubahan tersebut harus didokumentasikan dengan baik.

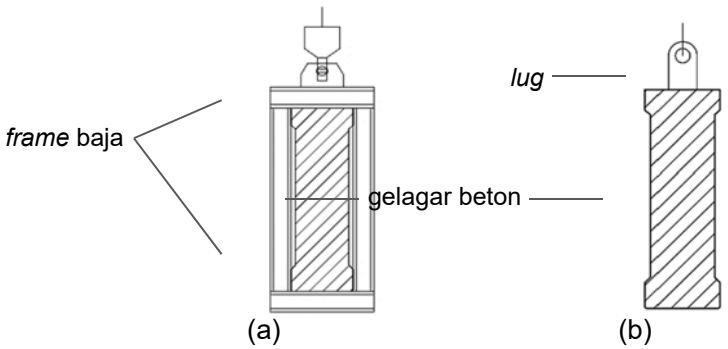
6.2.2 Pengangkatan

Semua komponen harus dirancang untuk dapat dipasang menggunakan metode yang aman, praktis, dan sesuai dengan persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja. Oleh sebab itu, diperlukan konsultasi dengan seluruh pihak terkait untuk mencapai keamanan serta hasil yang efektif dan efisien.

Gelagar harus dianalisis oleh perencana terhadap gaya-gaya akibat pengangkatan satu pesawat angkat. Desain harus memungkinkan untuk sudut kawat sling hingga 90º. Sudut sling maksimum harus dinyatakan dengan jelas pada gambar, karena hal tersebut akan menentukan ukuran serta kapasitas pesawat angkat yang dibutuhkan dan menentukan tegangan di bagian gigi pengangkat dan *lifting insert*.

Jika diperlukan lebih dari satu titik angkat di setiap ujung gelagar, kawat sling harus dipasang berpasangan di setiap titik di ujung gelagar dan pada jarak yang sama dari pusat gravitasi. Titik angkat harus berada di atas pusat gravitasi gelagar untuk tujuan stabilitas pengangkatan. Titik angkat dapat menggunakan *frame* baja sebagai penggantung (Gambar 1a) atau menggunakan *lifting loop/lug* yang dipasang menyatu pada balok (Gambar 1b).

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

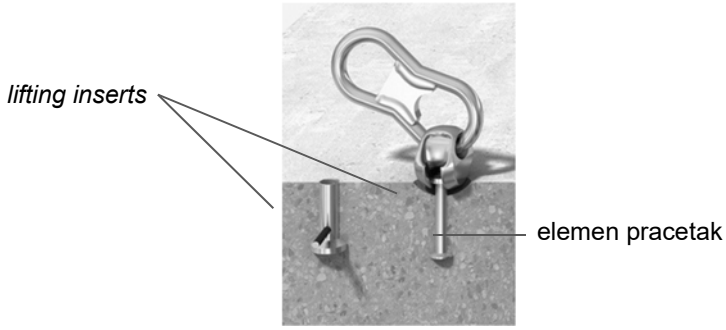


Gambar 1 – titik angkat pengangkatan gelagar (a): dengan *frame* baja, (b): dengan *lifting loop/lug*

Kombinasi tiga titik angkat di setiap ujung gelagar tidak boleh digunakan karena kompleksnya sistem pengikatan yang diperlukan. *Lifting insert* (Gambar 2) harus dirancang untuk semua beban kombinasi yang mungkin selama tahap pengangkatan, baik saat di pabrik elemen pracetak maupun di lokasi konstruksi.

Penggunaan *strand* prategang tidak diperbolehkan untuk digunakan pada tahap pengangkatan. Jika tidak ada alternatif selain penggunaan *strand* untuk digunakan sebagai *lifting inserts*, *strand* tersebut harus:

a. dirancang dengan faktor beban sebesar 4, termasuk pengaruh impak,
b. ditempatkan pada sudut angkat yang tepat, yaitu secara vertikal untuk dua pesawat angkat atau *spreader beam*, dan dengan sudut angkat yang sesuai untuk pengangkatan dengan satu pesawat angkat,
c. memiliki *lifting loop* yang dilindungi oleh selongsong baja dengan jarak 40-50 mm di atas permukaan beton,
d. memiliki panjang pengangkuran minimum 600 mm,
e. permukaan bersih dari kontaminan seperti karat, oli, atau lumpur,
f. diameter kait minimal empat kali diameter *strand.*



Gambar 2 - sistem pengangkatan dengan menggunakan *lifting inserts*

Jika peralatan, asesoris, atau braket yang digunakan tidak standar (*custom*) atau tidak berlisensi, peralatan tersebut harus dirancang oleh perencana yang memenuhi persyaratan kompetensi di bidangnya.

Komponen pengangkatan yang tidak memiliki sertifikat produsen harus diuji beban. Jika hal tersebut tidak dapat dilakukan karena dimensi yang besar atau kapasitas beban komponen yang besar, sistem jaminan kualitas harus dilakukan dengan memperhitungkan:

a. analisis desain pihak ketiga,
b. identifikasi material,
c. pemeriksaan tidak merusak las dan pengecoran,

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

d. pemeriksaan tidak merusak lainnya yang sesuai.

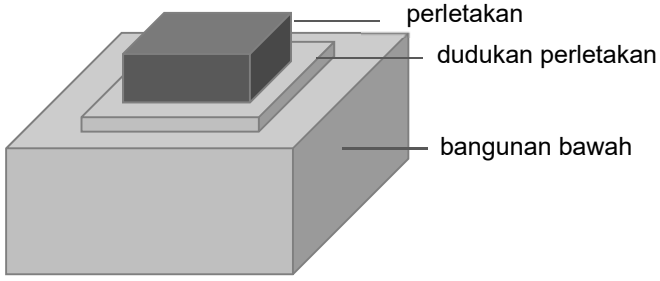
6.2.3 Pencegahan terhadap jatuh

Penyedia Jasa harus memastikan bahwa pencegahan terhadap jatuhnya objek (baik manusia ataupun benda lain) diberikan kepada seluruh pekerja yang terlibat dalam ereksi. Insinyur desain ereksi harus bekerja sama dengan erektor untuk memastikan desain gelagar termasuk detail desain tertentu, *cast in ferrules*, atau ketentuan lainnya untuk hubungan sistem pencegahan jatuh sementara. Hal ini termasuk penyediaan pagar pembatas sementara, penyokong untuk lantai pekerjaan sementara, atau titik angkur untuk sistem penahan atau penangkapan objek benda yang jatuh. Jika erektor belum ditunjuk pada saat desain awal, pemberi kerja harus memastikan bahwa ketentuan tersebut dan modifikasi desain harus dibuat mengikuti penunjukan erektor. Hal ini harus dilakukan sebelum *shop drawing* selesai dan sebelum pabrikasi dimulai.
Petunjuk perhitungan kapasitas angkur untuk sistem pengangkuran dapat merujuk pada SNI 7833:2012. Perencana ereksi harus menunjukkan di dalam *shop drawing* lokasi, kapasitas, dan penggunaan angkur yang diperbolehkan untuk keselamatan.

6.2.4 Perletakan

Perencanaan perletakan harus memperhitungkan tahapan ereksi gelagar dan persyaratan pengaturan serta stabilitas. Sebagai contoh, perletakan harus ditempatkan secara horizontal, tetapi jika perletakan tersebut berada di atas dudukan dengan kemiringan tertentu, penahan sementara atau permanen harus dirancang untuk mencegah pergerakan gelagar dan/atau perletakan selama konstruksi.

Perhatian khusus harus diberikan pada pemasangan perletakan sehingga toleransi yang cukup diberikan untuk penempatan gelagar pada perletakan. Perletakan harus memiliki ukuran yang sesuai dan toleransi yang cukup untuk penempatan dan penyesuaian posisi gelagar (Gambar 3). Perletakan harus memiliki ukuran lebar minimum 80% dari lebar sayap bawah gelagar untuk stabilitas.



Gambar 3 - Bantalan karet menumpu dengan baik pada dudukan perletakan

6.2.5 Transportasi

Perancangan gelagar harus memperhitungkan pengaruh dinamik beban selama transportasi. Geometri gelagar harus sedemikian sehingga dapat dipindahkan dengan aman dengan peralatan yang tersedia. Perancang dan/atau Penyedia Jasa harus menetapkan batasan ketinggian, lebar, atau massa sesuai dengan rute pengangkutan.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Beban impak dan pengaruh gaya karena eksentrisitas pada gelagar selama transportasi harus diperhitungkan di dalam desain. Stabilitas lateral selama transportasi harus diperiksa dan breising sementara harus disediakan.

Titik perletakan yang akan digunakan selama tahap transportasi harus ditampilkan pada gambar desain, sekaligus dengan batas toleransi di lokasi titik tersebut. Batas toleransi di lokasi titik-titik perletakan gelagar harus memperhitungkan ruang yang cukup untuk pelat dudukan.

Metode untuk menahan gelagar selama transportasi harus dimasukkan di dalam desain. Desain penahan harus memastikan bahwa gelagar dapat diangkat dan beban awal dapat diangkut oleh pesawat angkat sebelum pelepasan penahan. Persetujuan perencana harus diperoleh terhadap sistem perletakan gelagar selama transportasi.

6.2.6 Perencanaan ereksi gelagar beton pracetak

Beberapa hal berikut harus diperhitungkan saat mendesain ereksi gelagar beton pracetak di atas jalan raya atau jalan rel.

a. Pengaturan pengangkatan yang digunakan untuk pemasangan gelagar harus didiskusikan dengan erektor dan pengangkatan elemen lainnya harus dirancang dengan baik.
b. Jika gelagar harus dipasang atau diangkat secara berpasangan, pengaku vertikal dan horizontal harus dirancang untuk memberikan stabilitas pada gelagar.
c. Ketentuan untuk jeking gelagar pada tumpuan untuk penyesuaian posisi perletakan.
d. Untuk lokasi di atas atau di sekitar rel kereta api yang dialiri arus listrik atau sumber listrik lainnya, desain ereksi gelagar harus meminimalkan kemungkinan pesawat angkat atau gelagar bersentuhan langsung dengan sumber listrik tersebut.

6.3 Desain pekerjaan sementara dan peralatan khusus konstruksi

Desain pekerjaan sementara minimal harus mencakup hal-hal sebagai berikut:

a. rancangan dan gambar teknis terperinci untuk sistem penyokong sementara,
b. perhitungan stabilitas sementara dan permanen struktur di seluruh tahap ereksi dan pembongkaran,
c. perincian metode untuk penyediaan akses yang aman ke semua zona kerja pada struktur sementara dan permanen,
d. pengencangan baut pada pekerjaan sementara untuk menyokong selama pembuatan gelagar,
e. metode untuk melindungi struktur sementara dan permanen terhadap beban impak akibat lalu lintas jalan raya dan kereta api. Beban untuk parapet atau sandaran harus ditentukan berdasarkan kondisi lapangan dan harus merujuk pada SNI 1725:2016,
f. sistem manajemen lalu lintas yang diterapkan di lapangan: Perencana pekerjaan sementara harus membuat pengaturan manajemen lalu lintas dan desain pekerjaan sementara yang sesuai. Misalnya, diperlukan ruang untuk rambu-rambu atau penghalang untuk manajemen lalu lintas di dalam atau di sekitar lokasi pekerjaan sementara.

6.3.1 Daerah tapak untuk pesawat angkat

Persiapan lokasi harus menjadi bagian dari paket perencanaan pekerjaan sementara, dan penilaian kondisi tanah harus dilakukan untuk semua area penyimpanan dan penanganan. Daerah tapak pesawat angkat harus secara khusus dilakukan penilaian daya dukung tanah.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Pijakan kayu tidak boleh digunakan jika terdapat kemungkinan pijakan tersebut berada di bawah air bahkan untuk jangka waktu yang singkat.

Jika penggunaan pijakan kayu diperbolehkan, kemampuan kayu untuk menahan beban hancur dan tegangan lainnya harus diperiksa. Perencana desain ereksi harus memeriksa dan menyatakan bahwa kayu yang digunakan adalah dari jenis dan kelas yang ditentukan dalam desain.

6.3.2 Metode konstruksi untuk ereksi

Metode ereksi dan pekerjaan sementara yang terkait harus sesuai dengan metode kerja yang sesuai dengan persyaratan pada Pasal 10 standar ini.

7 Pabrikasi gelagar

7.1 Pra-perencanaan

Sebelum pabrikasi elemen pracetak, pihak-pihak yang terlibat dalam desain, pabrikasi, transportasi dan proses ereksi harus saling berkoordinasi perihal perencanaan konstruksi dan tahapan ereksinya. Faktor-faktor yang perlu diperhitungkan dalam proses tersebut mencakup:

a. pembatasan akses lapangan dan jalan lokal,
b. ukuran, bentuk, dan berat komponen,
c. ukuran, konfigurasi, mobilitas, dan akses pesawat angkat,
d. tahapan pengiriman,
e. persyaratan transportasi,
f. jaringan listrik seperti kabel listrik, tiang listrik, termasuk jaringan listrik kereta api.
g. pengaturan hunian untuk Penyedia Jasa yang beroperasi di atas atau di atas jalan raya atau rel kereta api,
h. penghalang bawah tanah (lubang, dan lain-lain.),
i. waktu kerja (malam atau siang).

7.2 Gambar-gambar

Shop drawing untuk setiap elemen beton pracetak harus disiapkan dan diperiksa oleh pihak-pihak yang terkait sebelum dimulai tahapan pabrikasi. Pemeriksaan ini harus sesuai dengan persyaratan subpasal 6.1.6.

Pengaruh superelevasi melintang jembatan terhadap dimensi dan kemiringan masing-masing komponen perlu diperhitungkan dalam pendetailan gelagar jembatan.

Untuk efektivitas dan efisiensi pekerjaan, tahapan pengecoran, penyimpanan, pengiriman dan persyaratan ereksi harus diperhitungkan sebelum memulai pabrikasi gelagar.

7.3 Bekisting

Bekisting harus dirancang dan dibuat sesuai dengan SNI 03-3631:1994. Konstruksi beton pracetak umumnya membutuhkan penggunaan bekisting secara berkali-kali dan pembongkaran bekisting yang lebih awal, dan persyaratan ini harus diperhitungkan dalam desain bekisting.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Desain bekisting atau cetakan untuk elemen beton pracetak akan dipengaruhi oleh bagaimana elemen-elemen dicor dan ditangani, dan beban-beban yang ada selama pabrikasi. Beberapa hal berikut harus diperhitungkan.

a. Persyaratan akhir permukaan dapat mempengaruhi pemilihan orientasi elemen pracetak dalam cetakan. Kualitas akhir pekerjaan dengan muka cetakan vertikal dapat berbeda dengan cetakan horizontal. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan pengecoran dua tahap.
b. Cetakan untuk elemen-elemen seperti gelagar memerlukan ketentuan khusus untuk mengakomodasi pemberian gaya prategang. Pada umumnya, cetakan samping harus dilepas sebelum pemberian gaya prategang. Ujung-ujung harus diperinci untuk memudahkan pelepasan komponen.
c. Baik adhesi maupun friksi dapat dikurangi dengan penggunaan senyawa pelepasan cetakan mutu tinggi.
d. Adhesi pada permukaan cetakan datar meningkat karena adanya air. Adhesi tersebut dapat dikurangi dengan cara mengangkat secara perlahan pada satu ujung atau tepi elemen. Gaya friksi meningkat pada sisi vertikal atau dekat dengan bagian vertikal pada cetakan. Untuk mengurangi friksi, sisi cetakan harus diperinci dengan gambar yang cukup atau dilepas untuk memungkinkan cetakan terpisah dari elemen.
e. Untuk menghindari beban berlebih pada *lifting inserts*, cetakan dapat digetarkan sambil secara perlahan salah satu ujung elemen pracetak diangkat.

Jika digunakan pembentuk rongga-rongga pada gelagar, bagian tersebut harus dalam posisi yang tetap untuk mencegah gerakan selama pengecoran beton. Gaya apung harus diperhitungkan dan dapat menjadi signifikan saat pengecoran beton.

7.4 Prategang

Produsen elemen-elemen prategang harus menyadari akan potensi bahaya dan risiko terhadap proses pemberian prategang dan harus memiliki langkah-langkah pengendalian yang memadai untuk melindungi pekerja dari seluruh risiko tersebut.

Detail-detail pemberian gaya prategang, termasuk tahapan pascapenarikan harus sesuai dengan gambar perencanaan.

Gaya prategang harus seperti yang ditentukan pada gambar perencanaan. *Allowance* harus diperhitungkan untuk kehilangan pada proses jeking dan penarikan angkur. Gaya jeking dan elongasi *strand* harus dicatat sesuai dengan persyaratan gambar perencanaan.

7.5 Penulangan

Penulangan harus sesuai dengan persyaratan SNI 2052:2017. Tulangan harus dipasang sesuai dengan standar perancangan struktur beton untuk jembatan yang berlaku dan disokong pada posisi yang benar untuk mencegah pergeseran selama pengecoran beton.

Jika *plastic-tipped metal bar* digunakan untuk menyokong penulangan di sisi luar, perhatian harus diberikan untuk memastikan bahwa ujung-ujung plastik tidak rusak selama atau setelah proses pabrikasi.

7.6 *Lifting inserts*

Lifting inserts harus memiliki tipe dan kapasitas yang ditentukan dalam gambar dan merupakan produk berlisensi. Jika produk tidak berlisensi digunakan, produk tersebut harus dirancang khusus oleh seseorang yang memenuhi syarat keanggotaan Lembaga Insinyur

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Indonesia dan yang kompeten di bidang tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas *lifting insert* meliputi:
a. kuat tekan beton elemen pracetak saat diangkat,
b. panjang penyaluran *lifting insert,*
c. arah pembebanan baik itu geser maupun tarik.

Tidak boleh ada modifikasi terhadap lokasi *lifting inserts* yang ditentukan pada gambar tanpa persetujuan tertulis dari insinyur perencana dan/atau insinyur desain ereksi. Jika terdapat perubahan, gambar tersebut harus diubah dan disetujui oleh insinyur desain.

Lifting inserts harus diposisikan secara akurat dan diikat dengan aman sesuai dengan rekomendasi pabrikan dan terinci pada gambar. *Lifting inserts* tidak boleh dilas.

Untuk memastikan kompatibilitas saat pemasangan, semua jenis *lifting insert* harus berasal dari pabrikan yang sama dan memiliki ukuran yang sama. *Lifting clutch* yang memiliki kecocokan dengan *lifting insert* harus tersedia dan digunakan.

7.7 Pengecoran beton

Sebelum pengecoran beton, beberapa pemeriksaan harus dilakukan sesuai dengan gambar, khususnya pemeriksaan terhadap:
a. dimensi bekisting,
b. stabilitas bekisting,
c. detail tepi dan penetrasi,
d. detail-detail sambungan,
e. lokasi *lifting insert*, jenis, dan penguncian terhadap tulangan,
f. ukuran tulangan, lokasi, selimut beton, dan penguncian tulangan,
g. efektivitas minyak untuk pelepasan bekisting.

Inspeksi harus dilakukan oleh tenaga yang terlatih, kompeten, dan independen. Rekaman-rekaman harus disimpan sebagai bukti sertifikat kesesuaian.
Ketika pemesanan beton, pemasok harus diberi tahu tentang:
a. kuat tekan beton karakteristik yang ditentukan,
b. persyaratan spesifik yang dibutuhkan,
c. kuat tekan beton yang dibutuhkan pada saat pengangkatan,
d. ukuran agregat maksimum,
e. *slump* yang dibutuhkan,
f. persyaratan desain khusus, misalnya warna, kandungan semen, dan faktor air semen,
g. akses menuju lapangan, tingkat persediaan beton yang diperlukan dan metode pengecoran, misalnya jenis pompa.

Vibrator harus digunakan untuk memadatkan beton. Perhatian khusus harus diberikan untuk pemadatan beton di sekitar lokasi angkur prategang, *lifting insert*, dan yang berdekatan dengan bagian sudut dan tepi.

Beton harus dicor dengan cara yang seragam dan benar-benar tersebar di area pengecoran sebelum dimulai proses pemadatan.

7.8 Kapasitas penampang beton

Kapasitas penampang beton sehubungan dengan gaya prategang yang dapat ditransfer ke elemen atau elemen-elemen beton pracetak yang dapat diangkat dari cetakan tergantung pada:

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

a. tegangan-tegangan yang ditimbulkan saat transfer gaya prategang,
b. tegangan-tegangan pada elemen beton saat *handling* dan pengangkatan.

Kapasitas penampang beton pada awal pengangkatan tidak boleh kurang dari nilai yang ditentukan pada gambar.

Kapasitas penampang beton pada awal pengangkatan harus ditentukan dengan metode yang mewakili kekuatan beton dalam elemen.

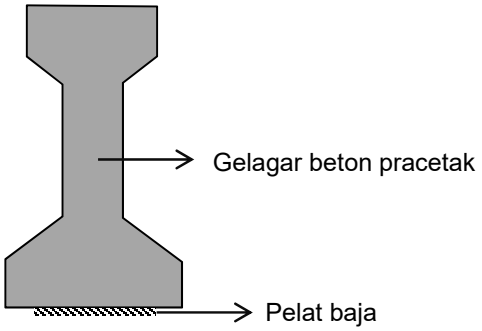
Mutu beton yang lebih tinggi dari yang ditentukan oleh insinyur desain diperlukan untuk memungkinkan pembongkaran bekisting lebih awal dan pengangkatan.

7.9 Perawatan

Kekuatan, kekedapan terhadap air, dan daya tahan beton bergantung pada perawatan beton. *Release agents* yang digunakan dalam pembuatan beton pracetak elemen harus diperiksa kompatibilitasnya dengan senyawa perawatan, *joint sealant*, dan bahan *finishing* lainnya. Bekisting harus dibongkar secara hati-hati untuk mencegah kerusakan. Jika elemen pracetak mengalami kerusakan, sistem perbaikan yang diusulkan harus diserahkan kepada dan disetujui oleh insinyur desain sebelum perbaikan dilakukan.

7.10 Perletakan

Pelat perletakan harus tetap di bagian bawah gelagar sebelum pengangkutan ke lapangan (Gambar 4). Prosedur kerja yang sesuai harus ditetapkan untuk perbaikan atau penanganan bawah gelagar dengan cara yang aman. Hal tersebut akan membutuhkan gelagar untuk disokong sementara dan memiliki ketinggian yang cukup dari level dasar untuk memungkinkan akses serta ruang kerja yang memadai.



Gambar 4 – Penggunaan pelat baja sebelum diangkut ke lapangan

7.11 Breising sementara, *strongback*, dan *tie down*

Elemen beton pracetak yang berbentuk tidak umum, atau langsing, memerlukan perkuatan saat diangkat, diangkut, dan dipasang. Teknik perkuatan dapat berupa penambahan *strongback*, penahan sementara, atau penggunaan *lifting beam*.

Insinyur desain dan/atau insinyur desain ereksi harus dapat menentukan jenis perkuatan sementara/persyaratan khusus pengangkatan yang diperlukan untuk pengangkatan, pengangkutan, dan pemasangan elemen. Hal ini untuk memastikan bahwa beban yang

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

diterapkan ke elemen oleh sistem pengangkatan masih sesuai dengan kapasitas yang dirancang.

Ketentuan harus dibuat untuk pemasangan kait ke dalam elemen untuk setiap *tie-down* atau breising yang diperlukan baik untuk transportasi atau untuk penyokong sementara selama ereksi.

7.12 Ketentuan khusus untuk pengecoran di lapangan

Untuk elemen-elemen yang dicor ditempat, pelat dasar beton digunakan sebagai dasar lantai pengecoran. Beban selama masa konstruksi harus diperhitungkan saat merancang dasar lantai pengecoran. Stabilitas keseluruhan elemen selama dan setelah pengecoran harus diperhitungkan, dan breising sementara dapat digunakan untuk memberikan stabilitas. Elemen pracetak jembatan cenderung sangat berat, dan pertimbangan khusus harus diberikan untuk persyaratan pengangkatan. Hal Ini termasuk akses dan beban yang diberikan oleh pesawat angkat terhadap pijakannya.

7.13 Identifikasi elemen

Selama atau segera setelah pabrikasi, semua elemen beton pracetak harus ditandai secara permanen dengan tanda identifikasi yang menunjukkan:
a. nama proyek,
b. nama Pengguna Jasa,
c. petunjuk tanda identifikasi,
d. tanggal pengecoran/pabrikasi,
e. arah muat truk,
f. orientasi dalam struktur,
g. perlengkapan jembatan seperti pagar pembatas harus dimasukkan ke dalam massa jembatan.

Persyaratan identifikasi ini dimaksudkan untuk meningkatkan keamanan, tidak hanya di lokasi konstruksi, tetapi juga di halaman pengecoran.

Massa elemen penting untuk konstruktabilitas (pekerjaan yang menggunakan pesawat angkat, transportasi, struktur pendukung, dan lain-lain). Oleh sebab itu, semua gelagar harus ditimbang secara fisik sebelum pengiriman. *Load cells* harus dipasang di semua pesawat angkat di halaman pengecoran untuk meminimalisasi risiko beban berlebih baik pada pesawat angkat maupun sistem pengikatan selama pengangkatan gelagar.

7.14 Sertifikat kesesuaian pabrikan

Sebelum transportasi atau pemasangan elemen beton pracetak, Penyedia Jasa atau produsen harus mempersiapkan sertifikat kesesuaian pabrikan yang menyatakan bahwa pembuatan elemen dilakukan sesuai dengan gambar yang telah disetujui.

Sertifikat kesesuaian pabrik harus diberikan kepada erektor dan tersedia di lapangan pada saat pengangkatan elemen-elemen yang tercantum di dalam sertifikat.

Sertifikat harus menyertakan detail-detail sebagai berikut untuk setiap elemen:
a. kuat tekan beton,
b. tanggal produksi,
c. nomor identifikasi,

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

d. massa,
e. konfirmasi nomor, jenis, dan kapasitas *lifting inserts*
f. jaminan kualitas.

7.15 Aspek pengawasan

Aspek pengawasan pada pelaksanaan konstruksi dapat merujuk pada peraturan yang berlaku tentang pedoman pengawasan penyelenggaraan dan pelaksanaan pemeriksaan konstruksi.

Pengawasan harus mencakup pengendalian mutu untuk melakukan tes yang diperlukan, dan pemeriksaan fasilitas pekerjaan konstruksi. Inspeksi harus mencakup, tetapi tidak terbatas pada, tinjauan kondisi bentuk dan dimensi, profil, alinyemen, prosedur pembuatan beton, dan proses penarikan (*stressing*) pada beton prategang.

Penyedia Jasa harus memiliki program jaminan kualitas (*quality plan*) yang akan dioperasikan di bawah pengawasan langsung pengawas kendali mutu. Pengawas kendali mutu akan bertanggung jawab untuk fungsi-fungsi berikut.

a) Mempertahankan program pengendalian sesuai dengan jadwal yang ada,
b) Mengontrol semua syarat teknis dalam pekerjaan beton dan aspek penerimaan pekerjaan.
c) Mengawasi proses pemberian pratekan (*stressing*) sesuai dengan prosedur yang ditetapkan untuk pracetak/beton pratekan.
d) Menginspeksi dimensi elemen, posisi *strand*, penulangan, *lifting insert*, rongga, dan komponen lainnya yang berkaitan dengan pekerjaan konstruksi.
e) Memeriksa elemen terhadap akurasi dan dimensi.
f) Melaporkan penyimpangan dari toleransi yang diizinkan ke Penyedia Jasa.

8 Penanganan dan penyimpanan

Bagian ini membahas penanganan dan penyimpanan elemen beton pracetak di pabrik atau tempat pengecoran serta penyimpanan elemen pracetak di lokasi konstruksi.

Tujuan dari sistem penanganan dan penyimpanan adalah untuk menjamin keselamatan proses perpindahan elemen pracetak serta menyediakan tempat kerja yang aman dan melindungi elemen pracetak.

Tidak ada metode standar yang baku untuk penanganan dan penyimpanan elemen-elemen beton pracetak. Metode tersebut akan bervariasi dan tergantung pada jenis dan bentuk elemen beton, serta kondisi apakah elemen tersebut dibuat di pabrik atau di lapangan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah keselamatan personel dan perlindungan elemen beton.

Semua elemen pracetak harus diletakkan pada posisinya dengan adanya penahan tertentu kecuali elemen tersebut termasuk elemen yang stabil. Elemen yang stabil adalah elemen yang karena geometrinya tidak berotasi saat disimpan akibat pengaruh angin, beban konstruksi, dan beban impak saat peletakan elemen.

8.1 Penanganan

Penanganan (*handling*) merupakan proses perpindahan, perawatan, penyimpanan, dan pengendalian material dan produk selama pabrikasi, distribusi, dan pemakaian. Prosesnya dapat menggunakan peralatan manual, semi otomatis, atau otomatis penuh.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Sebelum dilakukan penanganan, harus ada tahapan induksi untuk semua personel yang terlibat. Metode penanganan dapat bervariasi, tergantung pada fasilitas yang tersedia dan jenis elemen yang sedang diproduksi.

Praperencanaan antara produsen, Penyedia Jasa, dan erektor sangat penting, sehingga meminimalkan penanganan ganda. Jika elemen-elemen memerlukan penanganan ganda untuk diproses atau diselesaikan, sistem pengikatan dan konfigurasi pengangkatan harus disetujui oleh produsen, Penyedia Jasa, dan erektor, dan dirancang oleh insinyur profesional yang kompeten.

Sistem pengikatan yang akan digunakan dan metode pengangkatan untuk tiap-tiap elemen harus dibuat dalam gambar.

Pengangkatan elemen jembatan harus menggunakan metode yang tepat dan dituangkan dalam Metode Kerja, termasuk: lokasi pesawat angkat untuk setiap pengangkatan, konfigurasi pengikatan, jenis *lifting clutches*, sistem pencegahan jatuh, dan sistem akses.

8.2 Kekuatan beton saat pengangkutan

Elemen beton pracetak tidak boleh dilepas dari cetakan dan ditempatkan ke tempat penyimpanan sampai beton telah mencapai kekuatan minimum sebagai syarat pengangkatan. Kekuatan minimum beton pada saat pengangkatan awal harus ditentukan oleh metode yang merepresentasikan kekuatan elemen beton.

8.3 Penyimpanan

Area penyimpanan harus cukup besar dengan ruang yang cukup untuk pengangkatan dan manuver kendaraan truk serta pesawat angkat. Area tersebut harus rata dan memiliki perkerasan serta sistem drainase yang memadai untuk memastikan tempat kerja yang aman. Elemen-elemen tidak boleh disimpan langsung di atas tanah. Pada umumnya diperlukan dua titik tumpu untuk penyimpanan, kecuali direncanakan lain oleh insinyur perencana.

Disyaratkan agar data-data geoteknik dapat diperoleh untuk menilai kondisi tanah dan menentukan jenis material fondasi yang dibutuhkan.

Jika penyimpanan elemen ditumpuk satu sama lain, disyaratkan beberapa ketentuan sebagai berikut.

a. Tumpuan harus berada di bawah masing-masing elemen dengan jarak tidak lebih dari 20% bentang diukur dari tepi elemen tersebut, kecuali terdapat metode yang lain.
b. Tinggi tumpukan elemen harus dibatasi untuk memastikan tanah dan elemen yang berada di bawah dapat mendukung beban di atasnya.
c. Stabilitas tumpukan elemen harus diperiksa oleh tenaga yang kompeten. Pemeriksaan ini harus spesifik untuk masing-masing jenis elemen, dan setiap jenis tumpukan.
d. Analisis K3 dan dampak risiko harus dilakukan dan tercantum dalam pernyataan Metode Kerja.

Pertimbangan khusus harus diberikan untuk elemen-elemen pratekan untuk memastikan bahwa elemen tersebut harus menumpu pada tempat dudukan. Elemen pratekan tidak boleh didukung untuk sementara pada titik tumpu yang lain. Posisi elemen prategang tidak boleh miring ataupun disimpan langsung di atas tanah.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Sistem penyimpanan untuk elemen-elemen yang tidak stabil harus dirancang untuk menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja termasuk beban angin, beban konstruksi, beban impak, dan beban kendaraan. Desain sistem penyimpanan harus didokumentasikan sepenuhnya. Untuk meminimalkan pengaruh terhadap kendaraan dan dampak yang tidak dapat dikendalikan, sistem pendukung elemen (rak, rangka, dan lain-lain) harus kuat dan dirancang sedemikian rupa sehingga kegagalan pada satu titik tidak menghasilkan kegagalan keseluruhan sistem penyimpanan.

8.4 Penyimpanan di lapangan

Secara umum, tahapan ereksi harus dibuat sedemikian sehingga penyimpanan dan penanganan elemen-elemen di lapangan diminimalkan.

Ketika tempat penyimpanan di lapangan dan penanganan beberapa elemen (*multiple handling*) tidak dapat dihindari, Metode Kerja yang dibutuhkan harus didokumentasikan dengan jelas dan dimasukkan dalam pernyataan Metode Kerja.

Penyimpanan elemen-elemen di lapangan harus sesuai dengan persyaratan umum sebagai berikut:

a. Elemen-elemen harus disimpan hanya dalam posisi yang disetujui oleh insinyur desain.
b. Kondisi tanah harus diperiksa untuk memastikan berat elemen yang dapat didukung oleh tanah.
c. Jika sebuah elemen harus disimpan pada gelagar yang sudah terpasang, persetujuan dan instruksi tertulis harus diperoleh dari insinyur desain sebelum pekerjaan dilakukan.

8.5 Perlindungan terhadap impak/benturan

Untuk elemen pracetak yang disimpan di area pergerakan kendaraan, perlindungan tambahan diperlukan untuk menjaga tempat kerja yang aman. Misalnya dengan menggunakan pagar pengaman.

Selama pengangkatan dan penyimpanan, perhatian harus diberikan untuk meminimalkan kemungkinan benturan antar elemen.

9 Transportasi

Untuk pencegahan kecelakaan dan cedera, beban dan kapasitas angkut kendaraan harus mencukupi. Hal ini merupakan tanggung jawab pengangkut (*transporter*) untuk memastikan bahwa kendaraan yang digunakan sesuai untuk mengangkut elemen-elemen pracetak jembatan. Pengangkut juga bertanggung jawab untuk memperoleh surat izin yang diperlukan dari instansi terkait apabila terdapat muatan dengan berat dan dimensi yang berlebih.

9.1 Prinsip dasar

Sebelum gambar rencana disiapkan, ukuran elemen dan transportabilitas harus diperiksa untuk mengonfirmasi bahwa elemen-elemen dapat diangkut ke lapangan dan diangkat dengan aman.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Kelayakan pengangkutan pesawat angkat tipe dan kapasitas tertentu menuju ke area pekerjaan juga harus diperhitungkan. Elemen-elemen harus dimuat dengan urutan sesuai dengan kebutuhan erektor.

Elemen harus dimuat sedemikian sehingga tanda identifikasi terlihat selama proses pengangkutan dan pembongkaran. Penempatan elemen-elemen harus diletakkan secara merata di sepanjang sumbu titik berat kendaraan.

Pabrikan harus memastikan bahwa kekuatan beton elemen pracetak telah mencapai kekuatan rencana yang ditentukan untuk pengangkutan dan ereksi.

Elemen pracetak tidak boleh dikirim kurang dari tujuh hari setelah pengecoran, kecuali beton telah diuji dan dipastikan bahwa kekuatan desain untuk pengangkutan dan pemasangan telah tercapai. Pengangkutan elemen-elemen gelagar harus memperhitungkan:
a. penempatan pelat dudukan gelagar seperti disyaratkan dalam subpasal 7.10,
b. lokasi titik tumpu perletakan seperti disyaratkan dalam subpasal 6.2.5,
c. pemasangan *ferules* pada gelagar untuk mengunci dudukan gelagar sementara,
d. sistem pencegahan jatuh pada elemen gelagar (subpasal 6.2.3 dan subpasal 10.5),
e. pembuatan dek pada balok-balok jembatan.

9.2 Manajemen lalu lintas

Aspek manajemen lalu lintas harus direncanakan dengan baik sebelum pemasangan gelagar jembatan. Manajemen lalu lintas harus dilakukan sesuai kasus per kasus tergantung pada volume lalu lintas, batas kecepatan kendaraan, posisi proyek terhadap lalu lintas, dan metode konstruksi yang digunakan.

Detail yang diperlukan untuk rencana manajemen lalu lintas harus ditentukan sebelumnya oleh Pengguna Jasa sesuai dengan spesifikasi kontrak. Rencana manajemen lalu lintas harus mencakup hal-hal sebagai berikut:
a. rencana, gambar, dan laporan yang disiapkan oleh personel yang kompeten di bidang manajemen lalu lintas,
b. detail pengaturan lalu lintas di sekitar pekerjaan dan lapangan pracetak termasuk jalan alternatif untuk perlindungan lapangan kerja, perlindungan pekerjaan sementara, dan akses menuju proyek,
c. waktu dan tahapan pekerjaan,
d. persetujuan dari otoritas lain, seperti layanan kereta api dan utilitas penyedia yang mungkin terpengaruh oleh aktivitas pekerjaan.

Rencana manajemen lalu lintas harus didistribusikan kepada pihak-pihak terkait. Semua personel yang terlibat harus dilatih sesuai dengan persyaratan rencana manajemen lalu lintas.

9.3 Elemen penahan

Metode Kerja elemen penahan harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Persyaratan tersebut harus mencakup standar kinerja elemen penahan dan prinsip-prinsipnya serta persyaratan peletakan dan pengamanan beban.

Elemen penahan dan titik angkur harus kuat menahan beban. Peralatan yang digunakan harus diperiksa sebelum digunakan.

Metode pengendalian elemen penahan tergantung pada jenis elemen yang diangkut dan jenis kendaraan yang digunakan. Gelagar harus ditempatkan sedemikian sehingga posisinya

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

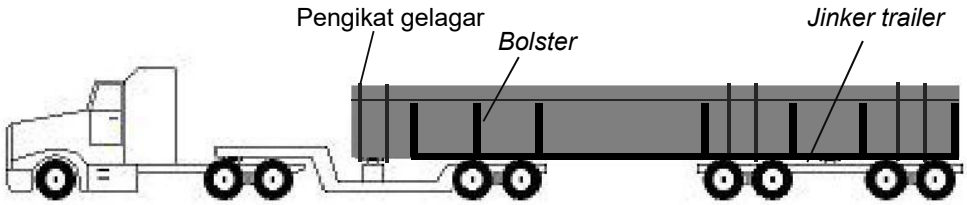
aman, stabil, tidak mudah jatuh, atau lepas dari kendaraan (Gambar 5), menggunakan metode yang tepat, dan didukung pada posisi dudukan yang ditentukan.

Kendaraan tidak boleh beroperasi sebelum muatan dikunci dengan baik. Pengemudi harus berhenti, memeriksa muatan dan penahan saat memulai perjalanan dan secara berkala untuk memastikan muatan stabil dan tidak bergeser.

Untuk elemen pracetak yang diangkut di atas trailer yang datar, rantai pengaman harus ditempatkan di sekitar tepi depan elemen guna mencegah pergerakan maju elemen. Kekuatan minimum rantai pengaman harus setidaknya setengah dari beban yang ditahan. Ketika sebuah *trailer* dan *jinker* digunakan untuk mengangkut elemen yang panjang, elemen harus ditempatkan pada *bolster* dan dirantai ganda pada *trailer* dan *jinker.* Pengemudi harus diinstruksikan secara baik dalam hal keamanan pengangkutan elemen-elemen pracetak yang meliputi:

a. jarak terhadap kawat tegangan tinggi (termasuk untuk kereta api),
b. rute asal-tujuan (rute yang direkomendasikan untuk dimensi muatan berlebih),
c. pemeriksaan pada lajur yang tersedia untuk muatan yang lebar,
d. jalan memutar,
e. pengendalian *jinker trailer.*

Rute jalan yang akan dilalui harus relatif rata dengan kelandaian vertikal maksimum 10% dan kemiringan melintang maksimum 2%.



Gambar 5 - Gelagar yang diikat pada truk saat pengangkutan

9.4 Proteksi elemen

Titik-titik kontak antara elemen-elemen, dudukan, dan penahan harus diberi perlindungan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Perlindungan ujung elemen harus diberikan untuk mencegah terjadinya pergeseran dan kerusakan elemen.

Jika elemen-elemen diangkut secara horizontal, mereka harus ditumpuk sedemikian sehingga setiap elemen dapat mendukung beban di atasnya. Titik tumpu harus secara langsung diletakkan di atas satu sama lain kecuali dirancang dengan cara khusus.

Tinggi elemen yang ditumpuk harus dibatasi agar tumpukan tetap stabil selama proses pengangkutan.

Perhatian khusus harus diberikan pada elemen prategang untuk memastikan bahwa elemen tersebut hanya didukung pada titik-titik tumpu yang telah ditentukan dan sistem penahan tidak memberikan beban yang berlebih. Elemen prategang tidak boleh diletakkan sekalipun untuk sementara pada titik selain dari yang direncanakan.

Elemen prategang tidak boleh miring atau diputar dengan cara yang dapat menyebabkan ketidakstabilan.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

9.5 Pengiriman

Pengiriman elemen pracetak ke lokasi proyek membutuhkan kerja sama antara Penyedia Jasa, pengangkut, dan erektor. Penyedia Jasa harus menyediakan pengaturan lalu lintas, bila perlu dilakukan dengan penutupan jalan untuk memungkinkan akses tanpa hambatan. Pabrikan harus memastikan bahwa pengangkut mempunyai instruksi detail tentang cara memasuki lokasi pekerjaan. Pengangkut harus memeriksa lokasi pekerjaan sebelum masuk untuk memastikan tidak ada pekerjaan yang berpotensi mengganggu stabilitas pengangkutan gelagar seperti penggalian, penimbunan, atau pekerjaan lainnya.

Area untuk masuk kendaraan harus datar dan sesuai dengan kapasitas beban. Jika elemen dikirim untuk penempatan langsung pada struktur, pengangkut harus memosisikan kendaraan sebagaimana yang diinstruksikan oleh erektor dan menstabilkan kendaraan sebelum menurunkan elemen. Kendaraan *semi-trailer* harus stabil dengan cara menggunakan *outriggers* dan berpijak pada dasar yang kuat.

Pengangkut harus mengetahui orientasi gelagar dan elemen-elemen mana yang harus diturunkan terlebih dahulu.

Jika urutan pembongkaran dapat menyebabkan ketidakstabilan muatan:
a) elemen harus ditahan satu per satu dan konfigurasi beban diperiksa untuk memastikan bahwa penurunan elemen tidak mengakibatkan ketidakstabilan beban atau kendaraan,
b) penahan tidak boleh dipindahkan sampai pesawat angkat memikul beban awal elemen.

Dalam keadaan apa pun kendaraan tidak boleh dioperasikan sebelum pengamanan beban dilakukan dengan cara yang tepat.

Pengangkut bertanggung jawab dalam setiap keadaan untuk memastikan bahwa muatan dalam kondisi aman, termasuk pada saat pelaksanaan bongkar muat.

10 Ereksi gelagar

Perencanaan awal yang baik sangat penting untuk pemasangan gelagar jembatan yang aman. Semua personel harus menyadari bahwa pemasangan elemen apa pun memiliki risiko bahaya dan bahwa tujuan dari proses praperencanaan adalah untuk mengidentifikasi bahaya dan untuk menghilangkan atau mengendalikan risiko selama proses ereksi. Contoh daftar simak item pemeriksaan pekerjaan ereksi gelagar beton pracetak dapat dilihat pada Lampiran B. Daftar simak tersebut harus disiapkan oleh Penyedia Jasa dan diperiksa oleh Pengawas K3 serta disetujui oleh Pejabat Pembuat Komitmen. Daftar simak terbagi atas tiga tahap yaitu tahap sebelum ereksi gelagar, tahap pelaksanaan ereksi gelagar, dan tahap setelah ereksi gelagar.

Pelaksanaan ereksi gelagar dapat merujuk pada pedoman yang berlaku tentang pelaksanaan pemasangan gelagar jembatan tipe I, tipe U, tipe beton bertulang, tipe komposit, dan tipe pelat berongga.

10.1 Perencanaan konstruksi dan tahapan ereksi

Sebelum tahapan pabrikasi, erektor yang bekerja sama dengan insinyur desain dan Penyedia Jasa harus sudah merencanakan konstruksi secara lengkap dan tahapan ereksinya. Proses perencanaan harus didokumentasikan sebagai bagian dari suatu Metode Kerja dan memperhitungkan:

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

a. batasan lokasi,
b. akses jalan lokal,
c. ukuran dan bentuk elemen,
d. ukuran pesawat angkat, mobilisasi, dan jalan masuk,
e. urutan pengecoran,
f. penghalang bagian atas, termasuk aliran listrik yang terletak di atas,
g. lokasi terhadap dengan infrastruktur jalan raya dan kereta api terdekat,
h. pekerjaan sementara,
i. Surat Izin Layak Operasi (SILO) dan Surat Izin Operator (SIO)
j. perencanaan manajemen lalu lintas jalan,
k. penentuan lokasi pemasangan pesawat angkat dan penyimpanan gelagar,
l. tidak ada orang yang bekerja di bawah beban yang digantung,
m. akses terhadap ketinggian dan *platform* kerja yang aman,
n. persyaratan untuk pekerjaan/penggunaan jalan raya dan jalan kereta api,
o. persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja dan persyaratan industri konstruksi untuk waktu bekerja maksimum dan waktu istirahat,
p. pencahayaan yang cukup untuk bekerja di malam hari,
q. rencana cadangan untuk antisipasi skenario terburuk,
r. perencanaan lokasi darurat dan pemberitahuan kepada otoritas lokal,
s. pekerjaan di dekat atau di atas air.

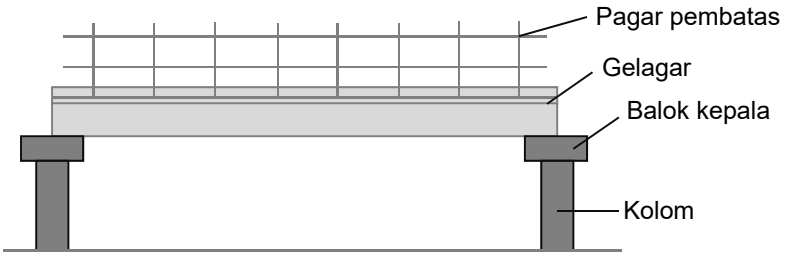
Proses perencanaan harus memastikan ketentuan di lapangan tentang:
a. fasilitas untuk pekerja ereksi sesuai dengan pedoman keselamatan kerja yang sesuai,
b. kecukupan akses lapangan untuk metode konstruksi yang diusulkan,
c. akses yang memadai sesuai dengan ukuran pesawat angkat dan alat lain yang akan digunakan,
d. akses yang memadai untuk semua moda transportasi yang diperlukan dalam proyek, termasuk truk *semi-trailer*, trailer yang dapat diperpanjang, *transport dollies*, dan pesawat angkat,
e. pemeliharaan rutin dan pemeriksaan peralatan yang digunakan untuk mencapai ketinggian agar memastikan kemudahan pelaksanaan dan kelayakannya.

Elemen-elemen harus dipasang sesuai dengan urutan yang direncanakan. Elemen pracetak tidak boleh dipasang di lokasi dalam tujuh hari setelah pengecoran kecuali betonnya telah diuji secara khusus untuk memastikan bahwa kuat rencana terhadap pemasangan seperti yang ditunjukkan pada gambar kerja telah tercapai. Hasil pengujian harus tersedia di lokasi sebelum pengangkutan dan pengangkatan elemen pracetak.

Penyedia Jasa harus memberikan verifikasi kepada erektor bahwa beton dalam perancah telah mencapai kekuatan yang dibutuhkan sebelum elemen pracetak diangkat dan dipasang. Metode pengangkatan dan penempatan harus memastikan bahwa kegagalan tiba-tiba dari elemen pracetak atau sistem pengikatan tidak akan membahayakan juru ikat, operator pesawat angkat, atau pesawat angkat.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Sistem pencegahan jatuh harus dipasang pada elemen setelah pemasangan gelagar , misalnya dengan pemberian pagar pembatas (Gambar 6).



Gambar 6 - Pagar pembatas sebagai sistem pencegahan jatuh

Jika pekerjaan dilakukan di atas rel kereta api atau jalan raya, langkah- langkah yang harus diambil untuk menyediakan sistem pencegahan jatuh adalah sebagai berikut:
a. tidak ada pemasangan gelagar atau elemen-elemen di atas lalu lintas eksisting,
b. perlindungan di lokasi setiap saat untuk mencegah jatuhnya objek pada lalu lintas eksisting atau orang di bawahnya,
c. disediakan pagar sementara dengan tinggi paling sedikit 1,8 meter di setiap sisi dek jembatan yang diangkat. Pagar tersebut harus ditutup dengan kain berwarna atau bahan serupa untuk mencegah potensi material tertiup angin. Karung goni tidak boleh digunakan karena mudah terbakar.

10.2 Persyaratan-persyaratan pesawat angkat

Perencanaan pesawat angkat harus disiapkan dengan baik dalam suatu pekerjaan konstruksi. Pada tahap desain awal jembatan baru, perencana harus memperhitungkan pengangkutan dengan pesawat angkat serta akses jalan. Hal tersebut penting apabila menerapkan metode dengan menggunakan penyokong sementara atau dengan menggunakan struktur eksisting.

Perencanaan pekerjaan dengan pesawat angkat dibagi ke dalam beberapa tahapan termasuk:
a. perencanaan awal,
b. penetapan lokasi,
c. percobaan pengangkatan (*trial erection*),
d. persiapan sebelum penggunaan pesawat angkat di tempat.

Proses perencanaan pesawat angkat harus mencakup konsultasi dengan erektor. Perencanaan pesawat angkat tersebut harus memenuhi peraturan pemerintah yang berlaku tentang pesawat angkat dan angkut.

10.2.1 Pemilihan pesawat angkat

Pemilihan pesawat angkat yang tepat merupakan bagian penting dari pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Pemilihan pesawat angkat harus memperhitungkan beberapa hal sebagai berikut:
a. kapasitas dan konfigurasi pesawat angkat,
b. penentuan jalan akses,
c. perlindungan terhadap publik,
d. daya dukung tanah dan lokasi penggalian atau struktur bawah tanah yang kemungkinan akan terpengaruh oleh beban pesawat angkat,
e. lokasi terhadap aliran listrik yang terdekat,
f. prosedur untuk instalasi dan pembongkaran pesawat angkat,

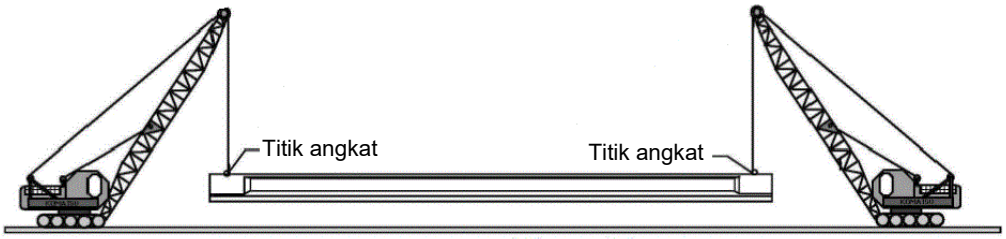
Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

g. metode kerja yang memerinci metode pengangkatan,
h. lokasi terhadap jalan rel kereta api dan jalan raya,
i. susunan pekerja pemasangan,
j. sistem komunikasi,
k. pemilihan alat ikat,
l. alat pelindung diri untuk kru pengangkatan,
m. prosedur darurat.

Ereksi elemen pracetak dapat melibatkan penggunaan pesawat angkat tunggal atau ganda, atau kombinasi pesawat angkat dengan tipe yang berbeda. Kelayakan metode pengangkatan tertentu akan ditentukan oleh metode ereksi atau akses di lokasi.

Penggunaan alat angkat khusus terhadap kapasitas pesawat angkat harus diperhitungkan. Hal ini harus memperhitungkan berat peralatan dan/atau tegangan yang terjadi akibat konfigurasi sling yang digunakan.

Pengangkatan gelagar dengan pesawat angkat ganda (Gambar 7) adalah metode yang umum digunakan untuk pengangkatan elemen-elemen berat yang panjang. Keuntungan dari penggunaan pesawat angkat ganda adalah:
a. kontrol yang lebih mudah terhadap elemen,
b. kemampuan untuk secara independen memosisikan salah satu ujung elemen,
c. kemudahan bekerja dengan alat ikat yang lebih ringan.



Gambar 7 - Pengangkatan dengan pesawat angkat ganda

Dalam beberapa kondisi, pengangkatan dengan pesawat angkat ganda dapat menjadi sulit karena:
a. keterbatasan lahan yang akan memengaruhi posisi pesawat angkat,
b. ereksi elemen-elemen di atas air atau dekat dengan penghalang,
c. pengangkutan elemen-elemen ke posisi angkat yang dibutuhkan.

Ketika pesawat angkat tunggal digunakan untuk pemasangan elemen, pesawat angkat tambahan dapat digunakan untuk membantu penanganan peralatan ikat yang berat secara aman. Termasuk tahapan untuk menyeimbangkan beban, penyetelan pelat-pelat, dan panjang pengikatan yang berbeda.

Tanda garis yang diberikan pada setiap ujung elemen harus digunakan untuk mengontrol gerakan elemen. Gerakan tanda garis harus dimonitor untuk menghindari tersangkutnya elemen pada setiap penghalang yang ada.

Analisis keselamatan pekerjaan harus mengidentifikasi apakah elemen dapat dikontrol dengan aman oleh tanda garis. Pergerakan tanda garis harus dimonitor untuk mencegah tersangkutnya elemen pada penghalang.

Pengoperasian pesawat angkat hanya diperbolehkan hingga kecepatan angin yang tercantum dalam manual operator sesuai dengan panjang *boom* yang digunakan atau dengan

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

menggunakan kriteria sesuai dengan Tabel 1. Luas permukaan, konfigurasi elemen, dan sistem pengikatan harus diperhitungkan dalam menghitung pengaruh angin.

Tabel 1 – Batasan kecepatan angin izin untuk operasi pesawat angkat

Pesawat angkat	Kecepatan angin izin (m/detik)
Tipe *tower*	20
Tipe *crawler*	14
Tipe *mobile*	9,8

Sebelum memulai operasi pengangkatan, erektor harus menghubungi otoritas meteorologi setempat untuk mengetahui informasi tentang kecepatan angin di area pengangkatan. Jika kecepatan angin tidak memenuhi persyaratan untuk pengangkatan, elemen tersebut tidak boleh diangkat.

Pesawat angkat tipe *crawler* diperlukan untuk memindahkan elemen-elemen ke posisinya. Hal tersebut diizinkan jika:
a. pesawat angkat dirancang untuk fungsi tersebut dan memiliki kemampuan untuk bergerak dengan muatan yang diberikan,
b. daya dukung tanah yang sesuai untuk pembebanan pesawat angkat,
c. insinyur geoteknik telah memeriksa dan memberikan verifikasi tertulis tentang kondisi daya dukung tanah.

10.2.2 Kapasitas dan radius pengoperasian pesawat angkat

Kapasitas pesawat angkat yang dibutuhkan ditentukan oleh beberapa faktor termasuk:
a. jarak dari pusat rotasi pesawat angkat terhadap pusat gravitasi elemen,
b. panjang *boom* yang diperlukan untuk pengangkatan elemen.

Informasi mengenai kapasitas pesawat angkat dapat diperoleh berdasarkan tabel kapasitas pesawat angkat.

Untuk pertimbangan keselamatan, pesawat angkat harus memiliki kemampuan angkat sebesar 125% dari beban kerja yang aman (*safe working load*). Beban kerja aman merupakan beban maksimum yang dapat diangkat pesawat angkat dengan aman.

Kapasitas pesawat angkat berkurang apabila jarak beban terhadap pusat rotasi pesawat angkat semakin besar atau bertambahnya panjang *boom*.

Elemen-elemen biasanya diangkat pada radius yang diperpanjang dan hal tersebut menentukan kapasitas pesawat angkat yang diperlukan. Tabel kapasitas pesawat angkat harus digunakan untuk pemilihan dan konfigurasi pesawat angkat yang benar. Apabila dua pesawat angkat akan digunakan untuk pengangkatan ganda elemen, kapasitas pesawat angkat yang diperlukan harus dinilai dengan teliti. Jika ujung salah satu elemen lebih berat dari elemen yang lain, perhitungan khusus harus diberikan pada setiap kapasitas pesawat angkat.

Sebelum pengangkatan, kapasitas angkat *lifting inserts* atau *lifting loop* harus diperiksa terhadap beban-beban yang akan bekerja.

10.3 Pekerjaan dekat dengan listrik bertegangan tinggi

Pada pekerjaan yang berdekatan dengan jaringan listrik tegangan tinggi, prosedur dan

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

persyaratan yang ditetapkan oleh otoritas kelistrikan harus mencakup:

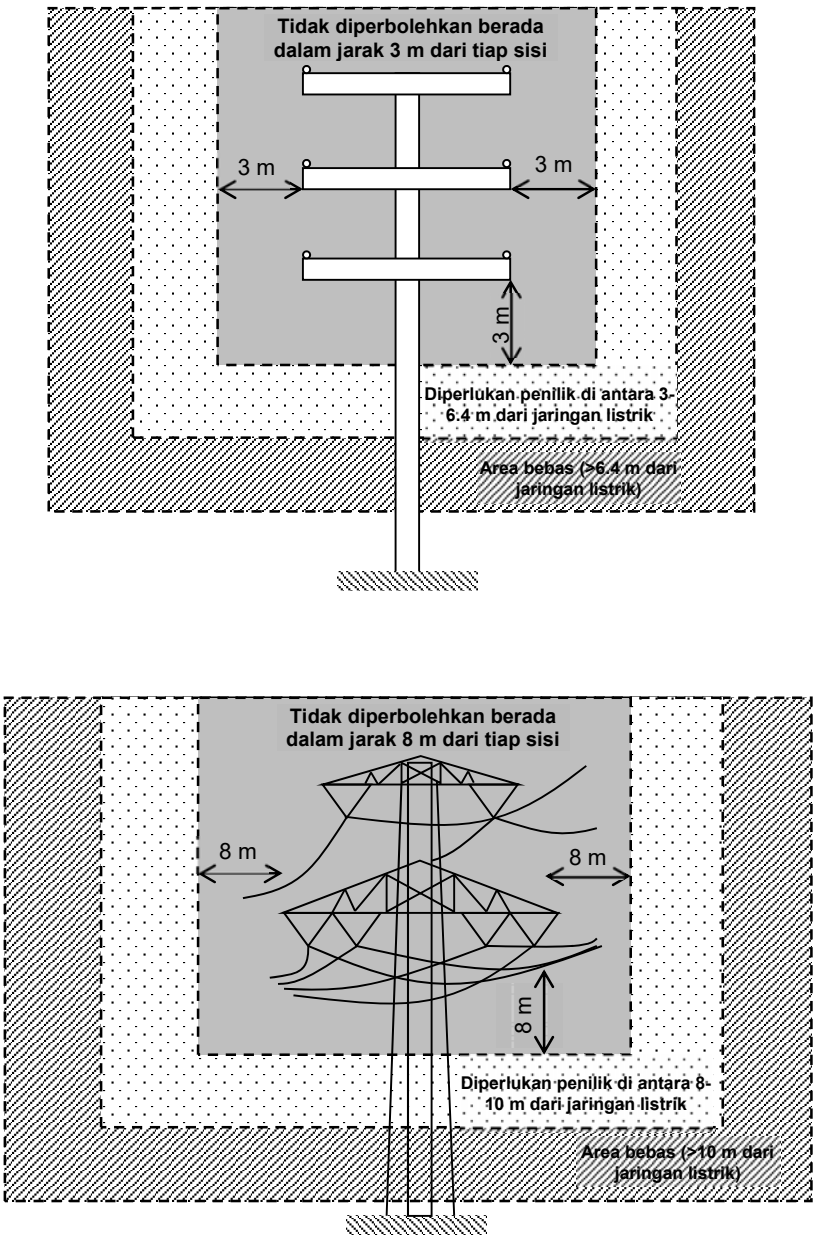
a. Ketentuan untuk pekerjaan dekat dengan jaringan tegangan tinggi khususnya untuk pesawat angkat (Gambar 8), alat pompa beton, dan peralatan penggalian.
b. Ketentuan pengoperasian pekerjaan pengangkatan *platform* di dekat jaringan listrik tegangan tinggi.
c. Ketentuan untuk pemasangan penyangga yang dekat dengan jalur kabel listrik.

Hal yang perlu diperhitungkan adalah ketika pesawat angkat harus beroperasi dalam jarak enam meter dari kabel listrik sepanjang jalur rel kereta api. Dalam hal tersebut, diperlukan perizinan akses dari otoritas perkeretaapian (Kementerian Perhubungan dan PT. Kereta Api Indonesia). Ketika diperlukan izin dari otoritas perkeretaapian atau otoritas distribusi jaringan listrik, izin tersebut harus tersedia untuk pengawas dan operator pesawat angkat sebelum pelaksanaan pekerjaan.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

10.3.1 Persyaratan operasional

Penilik yang memiliki kualifikasi harus digunakan selama fase ereksi dan pada setiap pengoperasian pesawat angkat dalam zona izin yang telah ditentukan. Pada tahap ini, diperlukan persetujuan dari otoritas kelistrikan (PT. Perusahaan Listrik Negara) dan prosedur kerja yang aman harus digunakan dengan berkonsultasi dengan pihak-pihak terkait.



Gambar 8 - Jarak aman pesawat angkat terhadap saluran udara tegangan tinggi (SUTET)

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Ketika bekerja di dalam zona izin yang ditentukan, erektor harus menerapkan langkah-langkah berikut.

a. Memperlambat siklus operasi normal pesawat angkat untuk meningkatkan waktu reaksi yang tersedia untuk menilai jarak.
b. Agar siapapun yang tidak diizinkan oleh erektor untuk menjauh dari area tersebut.
c. Memerintahkan semua staf lapangan untuk berdiri jauh dari pesawat angkat setiap saat memuat.
d. Memasang papan peringatan dengan posisi yang menonjol di depan pesawat angkat untuk mengingatkan operator terhadap keberadaan tegangan listrik. Misalnya : **'WASPADA - BAHAYA TEGANGAN TINGGI'**.
e. Menggunakan tali yang terbuat dari serat alami seperti rami, sisal, atau bahan non-konduktif lainnya untuk mengontrol beban. Karena sifatnya yang konduktif, tali sintetis tidak boleh digunakan. Tali tersebut harus diposisikan agar tidak dekat atau bersinggungan langsung dengan kabel listrik.
f. Menyediakan pesawat angkat tipe *mobile* dengan rantai yang terhubung dengan tanah dengan diameter minimum rantai 10 mm. Rantai tersebut harus dibaut atau dilas ke rangka pesawat angkat dan harus memiliki panjang yang cukup agar setidaknya satu meter rantai bersentuhan dengan tanah ketika pesawat angkat menggunakan *outriggers*. Rantai tidak boleh digunakan saat pesawat angkat berada di atas truk pembawa dalam jarak enam meter dari rel pada sistem kereta listrik.
g. Ketika beroperasi atau berjalan di daerah yang belum dikenali, operator pesawat angkat harus memeriksa keberadaan tiang listrik tegangan tinggi.

Jika pesawat angkat tersebut menyentuh saluran listrik secara langsung, operator pesawat angkat harus:

a. tetap di dalam kabin,
b. memperingatkan semua personel lain untuk menjauhkan diri dari pesawat angkat dan tidak menyentuh bagian apa pun dari pesawat angkat, tali sling, atau beban,
c. mencoba dengan tanpa bantuan dan tanpa ada orang yang mendekati mesin untuk memindahkan pesawat angkat sampai bersih dari kabel listrik,
d. jika mesin tidak dapat dipindahkan, agar tetap di dalam kabin dan beritahu otoritas distribusi listrik, jangan ambil tindakan hingga otoritas distribusi listrik memastikan bahwa kondisi sudah aman,
e. meninggalkan kabin jika ada api atau hal berbahaya lainnya yang dapat mengancam jiwa, melompat sejauh mungkin dari pesawat angkat. Tidak menyentuh pesawat angkat dan tanah pada saat bersamaan,
f. bergerak menjauh dari pesawat angkat, hindari atau lompat secara perlahan melintasi area yang berbahaya. Langkah besar harus dihindari, karena satu kaki bisa berada di area tegangan yang lebih tinggi dan satu lagi di daerah tegangan lebih rendah. Perbedaan tegangan antara dua area bisa menyebabkan kematian,
g. menginformasikan segera situasi tersebut kepada otoritas kelistrikan. Sampai bantuan tiba, harus ada orang yang tetap dekat dengan pesawat angkat tetapi pada jarak yang aman, untuk memperingatkan orang lain tentang bahaya mendekati pesawat angkat.

Setelah kontak dengan kabel listrik secara langsung, tenaga yang kompeten harus memeriksa pesawat angkat sebelum digunakan lebih lanjut untuk memeriksa kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh kontak listrik tersebut. Setiap komponen yang rusak harus diperbaiki atau diganti sebelum digunakan lebih lanjut.

Tali kawat harus diganti jika menyentuh kabel listrik, karena umumnya tali kawat akan meleleh atau terlilit dengan kabel listrik.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Peralatan penanda peringatan jarak, pelindung *boom,* dan perangkat sejenis memiliki keterbatasan dan tidak dapat diandalkan sepenuhnya untuk melindungi terhadap bahaya sengatan listrik.

10.4 Persiapan ereksi

Sebelum ereksi dimulai, Penyedia Jasa dan erektor harus:

a. memastikan bahwa penilaian risiko dan pernyataan metode kerja sesuai dan telah mencakup semua aspek prosedur ereksi,
b. memeriksa akses pesawat angkat ke lokasi pekerjaan dan *platform* ereksi dan pastikan keamanannya,
c. mengkonfirmasi metode yang akan digunakan untuk memastikan lokasi yang benar dari setiap gelagar,
d. memeriksa gelagar, jarak gelagar, dan tumpuan untuk memastikan gelagar duduk dengan baik,
e. memperoleh verifikasi bahwa *platform* ereksi (struktur yang ada, area *hardstand*, dan lain-lain) dapat membawa beban konstruksi dan ereksi dengan aman,
f. memastikan area untuk akses truk dan pesawat angkat telah dibersihkan dan tersedia ruang yang memadai untuk *outriggers* pesawat angkat*,* manuver *counterweight,* manuver *boom,* dan *underhook,*
g. memastikan semua persyaratan manajemen lalu lintas diatur dan disetujui,
h. memeriksa alas (pedestal) dan lokasi bantalan,
i. memastikan bahwa bantalan karet ditempatkan dengan benar,
j. memastikan bahwa alat penyokong, termasuk perancah, cukup dan ditempatkan dengan benar, termasuk tingkatan dan persilangannya,
k. memastikan bahwa kekuatan beton dalam elemen tersebut telah mencapai kekuatan yang ditentukan untuk diangkat,
l. memastikan bahwa struktur pendukung beton telah memiliki kekuatan yang ditentukan,
m. menentukan apakah diperlukan untuk menyamakan beban pada titik pengangkatan,
n. memastikan bahwa peralatan sistem pengikatan yang sesuai tersedia dan tersertifikasi,
o. memeriksa apakah pemasangan pengangkatan berada di lokasi yang benar dan telah dibersihkan untuk persiapan pengangkatan,
p. memastikan dimensi elemen-elemen sesuai dengan gambar desain.

Jika diperlukan pekerjaan galian, timbunan, dan parit, penanganan tambahan seperti penyediaan lembaran kayu atau batu pecah diperlukan untuk memastikan bahwa penimbunan kembali dapat mendukung konstruksi dan beban ereksi. Kondisi ini harus diperiksa untuk mendapatkan daya dukung tanah baik oleh insinyur geoteknik atau insinyur profesional lainnya.

Jika struktur eksisting digunakan untuk mendukung pesawat angkat, desain struktur harus diperiksa untuk beban pesawat angkat. Sistem penyangga yang sesuai diperlukan dan harus dirancang dengan baik.

Jika terdapat kesalahan lokasi, kesalahan atau pengangkatan yang kurang tepat teridentifikasi, harus dilakukan komunikasi langsung dengan insinyur desain untuk membuat solusi yang tepat.

Sebelum elemen diangkat, uji coba harus dilakukan untuk memastikan radius pesawat angkat sudah baik dan terdapat jarak yang cukup untuk *swing.*

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

10.5 Pencegahan jatuh

Pernyataan metode kerja untuk pemasangan gelagar jembatan harus memastikan bahwa orang yang terlibat dalam pemasangan, dan pekerjaan selanjutnya pada gelagar jembatan memiliki risiko jatuh yang kecil.

Pencegahan jatuh harus dilakukan dengan tindakan pengendalian seperti penyediaan pagar pembatas.

Jika pemasangan pagar pengaman hanya pada satu sisi gelagar dianggap cukup, pengendalian risiko jatuhnya pekerja di sisi lain dari gelagar diperlukan dengan penggunaan serangkaian jangkar, garis keselamatan atau garis statis untuk perangkat pelindung pekerja. Sistem penahan yang membatasi gerakan horizontal pekerja sehingga mereka terhindar dari kecelakaan harus lebih diutamakan dibandingkan dengan sistem pengaman yang menggunakan jaring-jaring untuk menangkap seseorang ketika jatuh.

10.6 Kru ereksi

Erektor harus memilih satu orang kru ereksi untuk bertanggung jawab langsung dalam pengarahan dan koordinasi pada tahapan ereksi. Orang tersebut harus memiliki sertifikat kompetensi sistem pengikatan kelas menengah (*intermediate rigging*) atau lanjut (*advanced rigging*).

Operator pesawat angkat harus memiliki, atau berada di bawah pengawasan langsung pemegang sertifikat kompetensi yang sesuai dengan jenis pesawat angkat dan dalam hal pesawat angkat tipe *mobile*, sesuai dengan nilai kapasitas pesawat angkat.

Ukuran dan susunan kru ereksi bervariasi tergantung pada sifat lokasi dan keadaan tertentu. Sebagai aturan umum, kru ereksi harus mencakup minimal satu juru ikat tambahan yang memiliki sertifikat kelas dasar dan tambahan orang yang terampil sesuai kebutuhan.

Satu dari pekerja ereksi atau juru ikat harus bertanggung jawab atas pekerja yang telah dilatih sesuai dengan standar industri konstruksi ini.

Satu dari pekerja ereksi atau tenaga lain yang tetap di lokasi sepanjang proses ereksi harus memegang kualifikasi sebagai penolong pertama level pertama.

10.7 Kelelahan pekerja

Kelelahan pekerja dapat secara signifikan meningkatkan risiko pekerja yang melakukan kegiatan konstruksi. Waktu respons, kemampuan membuat keputusan, kekuatan fisik dan ketangkasan dapat terganggu ketika seseorang mengalami kelelahan.

Untuk mengenali dan meminimalkan kemungkinan kelelahan yang mempengaruhi pekerja, pemberi kerja harus memperhitungkan beban kerja dan faktor organisasi yang dapat menyebabkan tingkat kelelahan pekerja yang lebih tinggi.

Beberapa faktor yang perlu diperhitungkan adalah:
a. waktu kerja yang harus dilakukan harus sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku tentang ketenagakerjaan,
b. tingkat beban kerja fisik dan mental yang dibutuhkan, baik beban kerja tinggi maupun rendah,

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

c. fasilitas tersedia bagi para pekerja untuk mengambil minuman untuk mencegah dehidrasi, dan makanan untuk memulihkan energi,
d. efek penyakit lain dan efek jangka panjang dari kegiatan kerja lapangan seperti konsumsi alkohol dan kegiatan olahraga,
e. bekerja dan waktu istirahat.

Ketika tugas menuntut kewaspadaan yang berkelanjutan, pertimbangan harus diberikan untuk jangka waktu kerja, sehingga risiko kecelakaan tidak meningkat karena kelelahan pekerja. Atasan harus mendorong para pekerja untuk menginformasikan kepada mereka tentang faktor-faktor yang tidak terkait pekerjaan yang mungkin berdampak pada tingkat kelelahan mereka.

10.8 Sistem pengikatan

Persiapan sistem pengikatan membutuhkan praperencanaan yang cermat dan saksama. Konfigurasi pengangkatan harus didokumentasikan dan tidak boleh diubah tanpa persetujuan insinyur desain ereksi.

Metode untuk menghubungkan sistem pengikatan ke elemen-elemen harus disetujui oleh produsen, Penyedia Jasa, dan erektor.

Sistem pengikatan harus mendistribusikan beban yang sama ke semua titik angkat kecuali jika ditentukan lain dalam gambar kerja. Untuk memastikan distribusi beban yang sama saat pengangkatan elemen pracetak dengan sling berkaki banyak, perlu diperhitungkan pemberian beban dalam menyamakan kedudukan gigi sebagai bagian dari sistem pengikatan.

Jika digunakan pengaturan keseimbangan pengangkatan, peningkatan beban yang bekerja pada *lifting inserts* harus diperhitungkan ketika memilih kapasitas *lifting inserts*.

Panjang sling sangat penting karena sistem pengikatan mencakup penggunaan *spreader beam* dengan sling yang berada di sepanjang *sheave*. Sistem pengikatan harus dirancang agar sesuai dengan jarak dan tata letak pemasangan gelagar.

Sling harus memiliki kapasitas dengan angka keamanan minimum sebesar 4,5 atau sesuai dengan kebutuhan pesawat angkat.

Sling tunggal, ganda, dan berkaki empat umumnya digunakan dalam penanganan elemen pracetak. Dalam memilih kapasitas sling, peningkatan gaya-gaya karena kemiringan sling dan perubahan arah pada titik *reeving* harus diperhitungkan. Sudut yang dibentuk antara kaki sling tidak melebihi 90º. Jika diperlukan, untuk sudut sama dengan atau lebih besar dari 90º, kapasitas seluruh komponen sistem pengikatan, termasuk kait pesawat angkat harus diverifikasi

Dalam beberapa kondisi, diperlukan pemakaian sling yang tidak memiliki panjang yang sama. Dalam kondisi tersebut, beban di setiap kaki sling akan berbeda dan semua komponen harus diperiksa kapasitasnya.

Sling tidak boleh digunakan dalam proses ereksi jika terdapat:
a. retak-retak,
b. indikasi pemakaian berlebihan, tertakik,
c. kerusakan karena panas,
d. korosi atau lubang yang berlebih,
e. lelehan bekas pengelasan,
f. mata rantai atau perlengkapan lainnya mengalami mulur, bengkok, berubah bentuk,

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

g. tidak ada label identifikasi atau sulit dibaca.

Sistem pengikatan harus diatur agar memungkinkan elemen terletak di dalam atau di dekat sudut yang benar untuk pemasangan ke dalam struktur. Hal ini dapat dicapai dengan beberapa cara sebagai berikut:
a. penggunaan panjang alat angkat yang sesuai, termasuk *shackles* dan sling,
b. penempatan *lifting inserts* yang tepat,
c. penggunaan pelat kompensator,
d. konfigurasi gelagar dalam truk.

10.9 Peletakan gelagar

Dalam keadaan apa pun, tidak boleh ada pekerja yang berada di bawah gelagar saat pemasangan gelagar.

Berat seluruh elemen harus diverifikasi sebelum dimulainya ereksi. Informasi tersebut harus ditunjukkan pada gambar kerja yang juga harus dimiliki oleh kru ereksi di lapangan. Sertifikat kesesuaian pabrik harus tersedia di tempat untuk erektor. Selama pengangkatan dan penempatan gelagar, beberapa ketentuan berikut harus dilakukan:
a. Gelagar harus diangkat dengan peralatan pengikatan dan terlihat oleh operator pesawat angkat.
b. Personel tidak boleh diposisikan di tempat yang kemungkinan dapat membuat personel terjebak atau tertimpa di antara gelagar dan objek lainnya.
c. Ketika tali tambang digunakan untuk mengontrol ayunan gelagar, personel harus memosisikan diri mereka jauh dari gelagar.
d. Pengangkatan dan pemasangan gelagar tidak boleh dilakukan ketika angin kencang yang mengakibatkan kontrol gelagar sulit dilakukan. Batasan kecepatan angin terhadap pengoperasian pesawat angkat dapat dilihat pada Tabel 1.
e. Pelaksana sistem pengikatan harus berkonsultasi dengan erektor untuk menentukan kondisi yang memadai untuk kelanjutan pekerjaan ereksi.

Gelagar harus dilengkapi dengan penyangga sementara sesaat setelah peletakan gelagar untuk stabilitas. Untuk memasang penyangga pada gelagar setelah diposisikan, gelagar harus dipegang kuat dan aman oleh pesawat angkat sementara penyangganya dipasang. Minimal empat buah breising harus dihubungkan sebelum alat pengangkat dilepas, kecuali ditentukan lain pada gambar kerja. Dalam kondisi apa pun, minimum dua buah sambungan diperlukan sebagai penyokong untuk setiap elemen pracetak.

10.10 Peletakan elemen lainnya

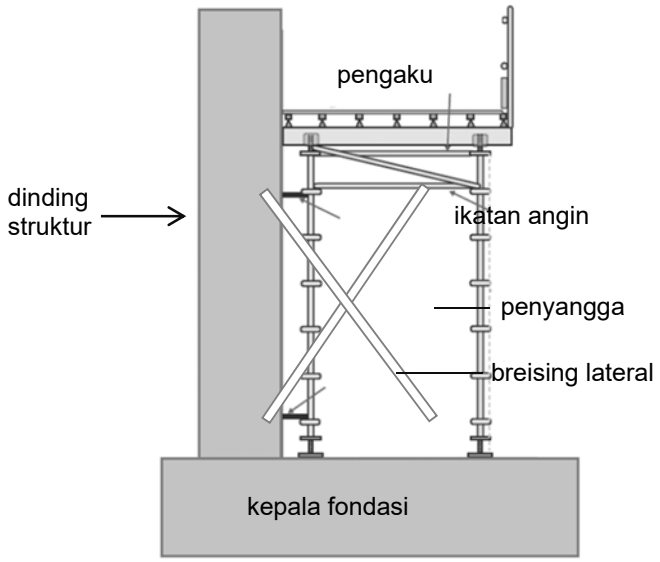
Faktor-faktor tambahan di bawah ini berlaku untuk pemasangan elemen lain seperti parapet, pagar jembatan, dan penghalang benturan.
a. Berat seluruh elemen harus diverifikasi sebelum dimulainya ereksi. Informasi tersebut harus ditunjukkan dalam gambar kerja yang akan tersedia bagi pekerja ereksi.
b. Konfigurasi peralatan pengikatan dan pengangkatan harus ditentukan dengan berkonsultasi terlebih dahulu dengan erektor.
c. Pekerja yang memiliki kompetensi harus memasang alat pengangkat ke elemen pracetak dan memastikan bahwa area telah bersih sebagai persiapan untuk pengangkatan gelagar.
d. Tali tambang perlu dipersiapkan sebagai antisipasi terhadap keadaan tertentu jika diperlukan.
e. Metode ereksi harus memastikan bahwa elemen-elemen yang diangkat tidak berada di atas para pekerja. Oleh karena itu, diperlukan penilik untuk memastikan hal tersebut.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

f. Pengaruh angin harus diperhitungkan pada saat pemasangan elemen pracetak.

10.11 Penyangga sementara

Penyangga sementara adalah semua jenis sistem struktur yang diperlukan untuk mendukung elemen permanen, bekisting, peralatan, personel, dan mencakup semua elemen-elemen struktur (Gambar 9).



Gambar 9 - Perancah yang menumpu pada kepala fondasi

Penyangga atau perancah sementara harus:
a. diangkat sesuai dengan spesifikasi dan gambar desain. Kekuatan penyangga harus diperiksa secara independen sebelum pemasangan gelagar,
b. memiliki keamanan terhadap beban yang cukup selama pemasangan gelagar dan untuk muatan insidentil, seperti getaran akibat kendaraan yang lewat, kereta api atau alat berat lainnya,
c. secara teratur diperiksa kecukupan struktural selama pekerjaan berlangsung.

Penyedia Jasa harus memastikan bahwa tidak ada bagian perancah yang dilepas tanpa instruksi tertulis dari insinyur desain ereksi. Dalam hal gelagar pascapenarikan, proses penegangan akan mengubah bentuk elemen sehingga mengurangi beban pada penyangga dan meningkatkan beban di bagian lainnya. Hal ini terutama berlaku karena pemberian prategang menyebabkan *camber* pada gelagar yang dapat mengangkat gelagar di tengah bentang, mentransfer seluruh beban pada ujung-ujung gelagar. Efek serupa dapat terjadi karena gradien temperatur di atas ketinggian gelagar.

Sistem penyangga harus memungkinkan perubahan yang mungkin terjadi pada distribusi beban selama proses konstruksi. Pengujian harus dilakukan dengan benar dan harus memiliki kapasitas yang tersertifikasi secara resmi.

10.12 Modifikasi

Modifikasi elemen harus dilakukan dengan persetujuan insinyur desain, dan mengikuti sertifikasi oleh *proof engineer*. Setiap modifikasi harus dicatat, kemudian gambar harus direvisi dan diterbitkan kembali.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

10.13 Persyaratan kesesuaian

Sebelum pengangkatan elemen, erektor harus memiliki:
a. sertifikat produsen,
b. metode kerja,
c. data komponen.

Data komponen harus disediakan oleh pabrikan dan harus mencakup:
a. nama dan alamat proyek,
b. penamaan elemen,
c. berat elemen,
d. kekuatan beton yang diperlukan saat ereksi dan pijakan pengaku,
e. jenis, kapasitas dan panjang dari insert pengangkatan.

Informasi yang diperlukan untuk tiap komponen dapat dimasukkan sebagai bagian dari gambar kerja atau gambar tata letak. Gambar kerja dapat digunakan untuk membentuk data komponen.

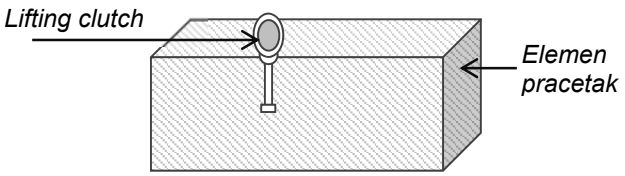
10.14 Rencana darurat/cadangan

Bagian dari metode kerja harus menyertakan rencana cadangan dan harus memperhitungkan:
a. pentahapan, berdasarkan paket pekerjaan kecil yang dapat dihentikan untuk membuat tempat kerja menjadi aman, jika waktu kerja yang dialokasikan telah melewati batas,
b. perpanjangan pekerjaan jalan dan kereta api, jika tidak dapat mengamankan lokasi dengan aman,
c. memberi tahu otoritas lokal tentang penundaan pekerjaan,
d. kondisi cuaca buruk,
e. peralatan siaga (misalnya. menara penerangan, pesawat angkat, dan lain-lain),
f. area penyimpanan untuk elemen yang masih menggunakan transportasi,
g. prosedur darurat, dan rincian kontak untuk spesialis dan personel layanan darurat,
h. pesawat angkat untuk membongkar elemen-elemen,
i. area penyimpanan elemen-elemen pracetak.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

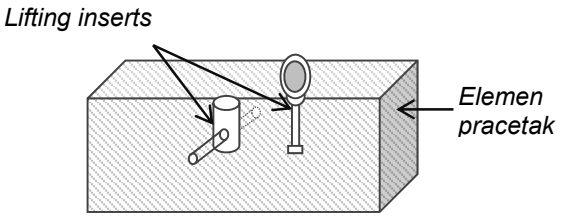
Lampiran A
(informatif)
Contoh gambar-gambar peralatan ereksi gelagar beton pracetak

a. *Lifting clutch* :
Alat yang digunakan untuk menghubungkan sling dengan *lifting inserts* (Gambar A.1).



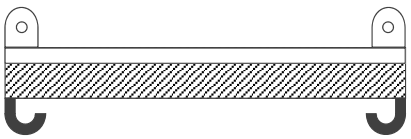
Gambar A.1 – Lifting clutch

b. *Fixing/lifting inserts* :
Komponen atau sistem yang ditanam pada elemen beton pracetak untuk kebutuhan ereksi elemen tersebut (Gambar A.2).



Gambar A.2 – Fixing/lifting inserts

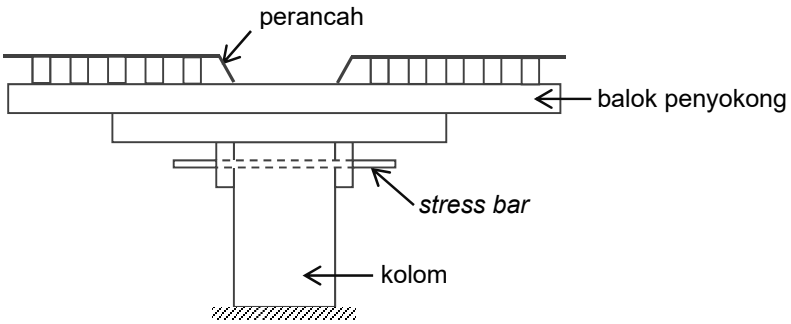
c. *Spreader beam* :
Elemen dalam sistem ereksi yang berfungsi untuk distribusi beban saat pengangkatan gelagar (Gambar A.3).



Gambar A.3 – Spreader beam

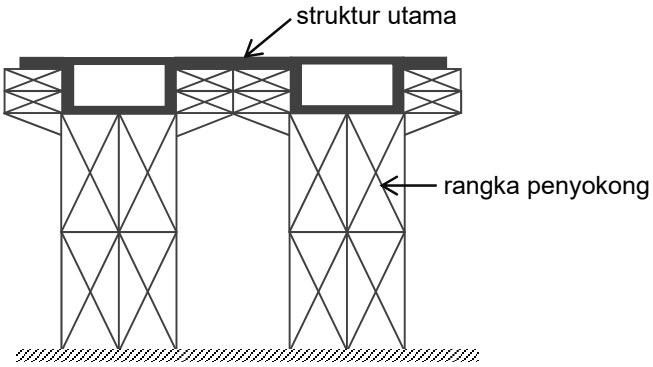
Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

d. *Strongback* :
Struktur sementara yang dihubungkan dengan elemen lain untuk perkuatan elemen selama proses pengangkatan, transportasi, atau ereksi gelagar (Gambar A.4).



Gambar A.4 – *Strongback*

e. *Falsework* :
Struktur sementara yang digunakan untuk menyokong struktur utama sampai konstruksinya cukup kuat untuk menahan berat sendirinya (Gambar A.5).



Gambar A.5 – *Falsework*

f. *Rigging/lifting gear/shackles* :
Alat yang digunakan untuk mengunci objek yang akan diangkat dalam sistem pengangkatan atau semua komponen yang berada di antara alat pengangkat dan beban yang diangkat (Gambar A.6).

Gambar A.6 – Rigging gear

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

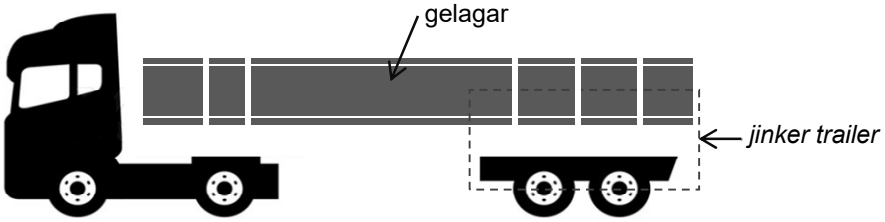
g. Pesawat angkat tipe *crawler* (*crawler crane*) :
Jenis pesawat angkat yang bergerak dengan menggunakan trek *crawler* (Gambar A.7).

Gambar A.7 – Pesawat angkat tipe *crawler*

h. Pesawat angkat dengan *outrigger* (*outrigger crane*) :
Jenis pesawat angkat tipe *mobile* yang dilengkapi dengan *outrigger* dengan tujuan untuk meningkatkan stabilitas selama pengoperasian pesawat angkat (Gambar A.8).

Gambar A.8 – Pesawat angkat dengan *outrigger*

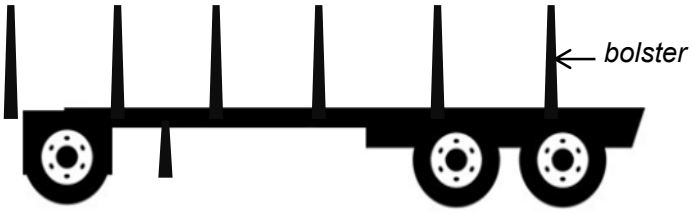
i. *Jinker trailer* :
Bagian dari truk trailer yang didesain untuk membantu pengangkutan muatan yang panjang (Gambar A.9). Umumnya *jinker trailer* terhubung dengan penggerak utama.



Gambar A.9 – Jinker trailer

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

j. *Bolster* :
Bagian dari truk trailer yang berfungsi untuk menjaga stabilitas muatan (Gambar A.10).

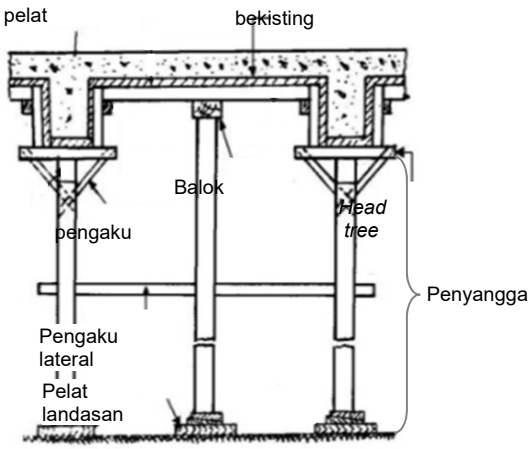


Gambar A.10 – *Bolster*

k. *Ferrules* :
Komponen atau sistem yang ditanam pada elemen beton pracetak untuk kebutuhan ereksi elemen tersebut (Gambar A.11).

Gambar A.11 – *Ferrules*

l. Penyangga (*props*) :
Komponen tumpuan vertikal atau yang dimiringkan yang didesain untuk menahan cetakan, beton dan beban-beban konstruksi di atasnya (Gambar A.12).



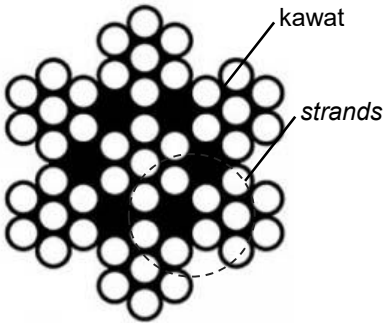
Gambar A.12 – Penyangga (*props*)

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

m. *Tie down* :
Sabuk yang dilengkapi dengan pengunci yang digunakan untuk mengikat elemen-elemen pracetak selama pengangkutan (Gambar A.13).

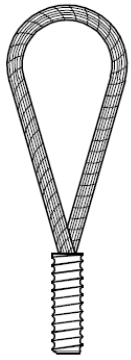
Gambar A.13 – *Tie down*

n. Untaian kawat (*strands*) :
Untaian kawat baja mutu tinggi yang digunakan untuk menyalurkan gaya prategang ke beton (Gambar A.14).



Gambar A.14 – *Strands*

o. *Lifting loop* :
Untaian kawat baja mutu tinggi yang digunakan untuk menghubungkan gelagar dengan sling saat ereksi gelagar (Gambar A.15).



Gambar A.15 – *Lifting loop*

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Lampiran B
(informatif)
Contoh daftar simak pekerjaan ereksi gelagar beton pracetak

1. Tahap sebelum ereksi gelagar

No. Dok.: No. Rev.: Lokasi :		Tgl. Diterbitkan : Pekerjaan :	Hal. :	
No	Pemeriksaan	Jenis dokumen	Ada	Tdk ada
1	Dokumen wajib	1. Dokumen perhitungan kinerja struktur dan peralatan yang berkaitan dengan ereksi gelagar	☐	☐
		2. Daftar dan Gambar Kerja peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan metode yang dipilih	☐	☐
		3. Dokumen yang menyatakan pesawat angkat dan kendaraan layak beroperasi (Surat Izin Layak Operasi/SILO)	☐	☐
		4. Dokumen kelayakan operator alat berat (Surat Izin Operator/SIO)	☐	☐
		5. Dokumen Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kontrak (RK3K)	☐	☐
		6. Dokumen Analisis Keselamatan Pekerjaan (AKP)	☐	☐
		7. Dokumen Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko K3 dan Pengendalian Risiko K3 (IBPRP)	☐	☐
		8. Dokumen tahapan kerja, pemasangan gelagar termasuk pengaturan lalu lintas jika pelaksanaan dapat mengganggu kelancaran lalu lintas (*lifting plan*)	☐	☐
		9. Dokumen prosedur ereksi (SOP) dan perkuatan sementara untuk menjaga stabilitas gelagar	☐	☐
	Apakah seluruh dokumen lengkap :		☐	☐
	Tindak lanjut :			

Disusun Pelaksana	Diperiksa Pengawas K3	Disetujui Pejabat Pembuat Komitmen
.....	.....	.....

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

2. Tahap pelaksanaan ereksi gelagar

No. Dok.: No. Rev.: Lokasi :	Tgl. Diterbitkan : Pekerjaan :	Hal. :

No	Pemeriksaan	Jenis pekerjaan	Ya	Tdk
1	Transportasi ke area penyimpanan (*stockyard*)	1. Kondisi kendaraan pengangkut dalam keadaan baik (memiliki SILO)	☐	☐
		2. Gelagar ditempatkan di atas kendaraan pengangkut sesuai dengan berat gelagar dan kapasitas kendaraan	☐	☐
		3. Gelagar ditempatkan di bak kendaraan dengan kondisi rata	☐	☐
		4. Gelagar pracetak sudah diikat pada kedua ujungnya	☐	☐
2	Penyimpanan di *stockyard*	1. Area penyimpanan sudah disiapkan (rata dan tanahnya mampu menerima beban gelagar)	☐	☐
		2. Kayu penyangga gelagar sudah disiapkan di lapangan	☐	☐
		3. Penyangga diletakkan dengan jarak tidak lebih dari 20% bentang diukur dari tepi gelagar	☐	☐
		4. Gelagar disusun di tempat penyimpanan dengan posisi tegak dan tidak saling bersinggungan	☐	☐
		5. Segmen gelagar disimpan dengan susunan yang tepat dan antar segmen berjarak 10 -15 cm	☐	☐
3	Penyambungan segmen prategang	1. Tersedia detail rancangan penarikan (*stressing*), metode penyambungan, dan perakitan	☐	☐
		2. Segmen-segmen prategang terletak di atas bidang datar	☐	☐
		3. Bentuk dan lawan lendut (*camber*) gelagar setelah pemberian gaya prategang sesuai dengan desain	☐	☐
4	Pengangkutan segmen pracetak dari area *stressing* ke lokasi jembatan	1. Penyedia Jasa telah mengajukan detail metode pengangkutan dan pemasangan serta peralatan yang akan digunakan untuk pemasangan gelagar	☐	☐
		2. Terdapat penahan gelagar untuk mencegah terjadinya guling selama proses pemindahan	☐	☐
		3. Apakah terdapat cacat/kerusakan pada gelagar?	☐	☐
		4. Rute jalan yang akan dilalui oleh *boggie trailer* relatif rata (alinyemen vertikal maksimum 10% dan alinyemen horizontal maksimum 2%)	☐	☐
		5. *Lifting loop* terpasang dengan baik pada titik angkat	☐	☐

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

No	Pemeriksaan	Jenis pekerjaan	Ya	Tdk
		6. Posisi gelagar saat pengangkatan dalam kondisi vertikal dan rata untuk level horizontal antar kedua ujung	☐	☐
		7. Gelagar diatas *boggie trailer* dalam kondisi tegak dan bertumpu pada kayu ganjal dan diikat kencang dengan rantai /sling	☐	☐
		8. *Safety plan* dilaksanakan oleh semua pekerja yang terlibat	☐	☐
5	Persiapan dudukan *elastomer* pada bangunan bawah	1. Mutu mortar untuk dudukan sudah mencapai kekuatan sesuai dengan spesifikasi (dokumen kontrak)	☐	☐
		2. Posisi dan level dudukan *elastomer* sesuai dengan posisi dan spesifikasi pada gambar kerja	☐	☐
		3. Sudah terpasang aksesoris angkur pada bangunan bawah untuk pemasangan *breising* sementara saat balok sudah duduk pada *elastomer*	☐	☐
		4. Dudukan *elastomer* lebih luas dari dimensi *elastomer* dan rata	☐	☐
6	*Pre use inspection* (dilakukan perhari)	1. Pemeriksaan peralatan kerja	☐	☐
		2. Pemeriksaan kesehatan pekerja	☐	☐
7	Persiapan sebelum pemasangan/ instalasi gelagar	1. Penyedia Jasa memasang sistem peringatan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	☐	☐
		2. Semua pekerja dan orang yang memasuki area pekerjaan harus memakai peralatan keselamatan kerja	☐	☐
		3. Penyedia Jasa harus menyediakan peralatan pertolongan pertama pada kecelakaan kerja di area pekerjaan dan disimpan di tempat yang mudah diakses	☐	☐
		4. Gelagar sudah di*stressing* dan lubang angkur sudah ditutup	☐	☐
		5. Panjang perletakan sesuai dengan spesifikasi pada Gambar Kerja	☐	☐
		6. Kondisi lingkungan (seperti cuaca dan kecepatan angin) mendukung untuk pelaksanaan pekerjaan	☐	☐
		7. Jika terdapat perancah (*falseworks*), tanah tempat berdiri perancah mempunyai daya dukung yang telah diperiksa secara geoteknik	☐	☐
		8. Jika terdapat perancah (*falseworks*), analisis dan desain perancah sudah mendapat persetujuan dari PPK	☐	☐
		9. Pesawat angkat mempunyai kemampuan angkat 125% dari beban kerja yang aman (SWL)	☐	☐

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

No	Pemeriksaan	Jenis pekerjaan	Ya	Tdk
		10. Pesawat angkat sudah ditempatkan pada posisinya	☐	☐
8	Pengangkatan dengan pesawat angkat tunggal	1. Gelagar diangkat pada dua titik angkat	☐	☐
		2. Gelagar dalam posisi datar dan pusat berat gelagar berada tepat di bawah kait pesawat angkat	☐	☐
		3. Sling pengangkat membentuk sudut 1 horizontal : 2 vertikal	☐	☐
		4. Pesawat angkat tidak berjalan selama proses pengangkatan gelagar	☐	☐
9	Pengangkatan dengan pesawat angkat ganda	1. Gelagar diangkat pada dua titik angkat	☐	☐
		2. Gelagar dalam posisi datar	☐	☐
		3. Sling tegak lurus terhadap gelagar	☐	☐
		4. Pesawat angkat tidak berjalan selama proses pengangkatan gelagar	☐	☐
10	Peletakan gelagar dengan pesawat angkat tunggal/ ganda	1. Posisi gelagar saat pengangkatan dalam kondisi tegak dan rata untuk level horizontal antar kedua ujung	☐	☐
		2. Gelagar bertumpu sempurna pada *elastomer* dengan posisi vertikal seusai dengan Gambar Kerja	☐	☐
		3. Pada kedua ujung gelagar (*end block*) dipasang breising pengaku untuk memberikan stabilitas pada gelagar	☐	☐
11	Pemberian diafragma dengan beton cor di tempat	1. Bekisting dan penulangan cukup kokoh sebelum pengecoran	☐	☐
		2. Mutu beton dan tulangan baja yang digunakan sesuai dengan spesifikasi (dokumen kontrak)	☐	☐
		3. Permukaan yang akan diisi beton telah dikasarkan	☐	☐
		4. Setelah pengecoran, beton dirawat selama 7 hari	☐	☐
12	Pemberian diafragma dengan beton pracetak	1. Gelagar melengkung ke arah samping setelah penarikan diafragma	☐	☐
		2. *Patching* antara pelat pracetak dan gelagar dengan adukan beton	☐	☐
		3. Penarikan kabel dilakukan setelah *patching* berumur minimum 2 hari	☐	☐
		4. Pelat angkur ditutup dengan adukan	☐	☐
		5. *Grouting* dilakukan pada lubang kabel	☐	☐

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

No	Pemeriksaan	Jenis pekerjaan	Ya	Tdk
	Apakah seluruh pekerjaan telah dilakukan?		☐	☐
	Tindak lanjut :			

Disusun Pelaksana	Diperiksa Pengawas K3	Disetujui Pejabat Pembuat Komitmen
.....	.....	.....

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

3. Tahap setelah ereksi gelagar

No. Dok.: No. Rev.: Lokasi :		Tgl. Diterbitkan : Pekerjaan :	Hal. :	
No	Pemeriksaan	Jenis pekerjaan	Ya	Tdk
1	Masalah lingkungan	1. Penyedia Jasa membersihkan seluruh bangunan sementara	☐	☐
		2. Lokasi sekitar bangunan jembatan yang dibangun harus ditinggalkan dengan kondisi baik atau seperti sebelum pekerjaan dilakukan	☐	☐
		3. Apakah ada bangunan sekitar yang terpengaruh baik secara struktur ataupun lingkungan (debu, air, tumpahan oli,dan lain-lain) akibat pelaksanaan pekerjaan?	☐	☐
		4. Lingkungan sekitar yang digali atau aliran sungai yang terganggu telah diperbaiki sehingga berfungsi kembali seperti semula	☐	☐
	Apakah seluruh pekerjaan telah dilakukan?		☐	☐
	Tindak lanjut :			

Disusun Pelaksana	Diperiksa Pengawas K3	Disetujui Pejabat Pembuat Komitmen
.....	.....	.....

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Lampiran C
(informatif)
Contoh format dokumen Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja (RK3K) Pelaksanaan

..... *[Logo & Nama Perusahaan]*	**RENCANA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA KONTRAK (RK3K)** *[digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan]*

DAFTAR ISI

1. Kebijakan K3 Proyek
2. Organisasi K3
3. Perencanaan K3
    3.1. Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko K3
    3.2. Pemenuhan Peraturan Perundang-undangan dan Persyaratan Lainnya
    3.3. Sasaran dan Program K3
4. Pengendalian Operasional K3
5. Pemeriksaan dan Evaluasi Kinerja K3
6. Tinjauan Ulang Kinerja K3

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Lampiran D
(informatif)
Contoh format dokumen Identifikasi Bahaya Penilaian Risiko K3 dan Pengendalian Risiko K3 (IBPRP)

Nama Perusahaan : PT. XXX
Kegiatan : Pembangunan Jembatan X
Lokasi : Jakarta
Tanggal dibuat : 18 Agustus 2018

No	Uraian Pekerjaan	Identifikasi bahaya	Penilaian risiko			Skala prioritas	Pengendalian risiko	Penanggung jawab
			kekerapan	keparahan	risiko			Nama petugas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)x(5)	(7)	(8)	(9)
1.	Pekerjaan pengangkatan gelagar pracetak jembatan	Gelagar terguling/ terjatuh	Lihat Tabel F.2 Lampiran F	Lihat Tabel F.3 Lampiran F			1.1 Penggunaan *lifting loop* 1.2 Penggunaan breising setelah gelagar duduk di perletakan 1.3 Operator pesawat angkat tersertifikasi 1.4 Penggunaan juru pandu 1.5 Penyusunan *lifting plan*	
Disusun Pelaksana ……			Diperiksa Pengawas K3 ……				Disetujui Pejabat Pembuat Komitmen ……	

Ketentuan pengisian tabel :

Kolom (1) diisi nomor urut uraian pekerjaan.

Kolom (2) diisi seluruh item pekerjaan yang mempunyai risiko K3 yang tertuang di dalam dokumen pelelangan.

Kolom (3) diisi dengan identifikasi bahaya yang akan timbul dari seluruh item pekerjaan yang mempunyai risiko K3.

Kolom (4) diisi dengan nilai (angka) kekerapan terjadinya kecelakaan (Tabel F.2 Lampiran F).

Kolom (5) diisi dengan nilai (angka) keparahan (Tabel F.3 Lampiran F).

Kolom (6) diisi perhitungan tingkat risiko K3 yang merupakan perkalian nilai kekerapan dengan keparahan.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Kolom (7) Penetapan skala prioritas ditetapkan berdasarkan item pekerjaan yang mempunyai tingkat risiko K3 tinggi, sedang dan kecil, dengan penjelasan: prioritas 1 (risiko tinggi), prioritas 2 (risiko sedang), dan prioritas 3 (risiko rendah). Apabila tingkat risiko dinyatakan tinggi, maka item pekerjaan tersebut menjadi prioritas utama (peringkat 1) dalam upaya pengendalian.

Kolom (8) diisi bentuk pengendalian risiko K3. Bentuk pengendalian risiko menggunakan hirarki pengendalian risiko (Eliminasi, Substitusi, Rekayasa, Administrasi, APD), diisi oleh Penyedia Jasa pada saat penawaran (belum memperhitungkan penilaian risiko dan skala prioritas.

Kolom (9) diisi penanggung jawab (nama petugas) pengendali risiko K3.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Lampiran E
(informatif)
Contoh format dokumen Analisis Keselamatan Pekerjaan (AKP)

Nomor AKP : xxx
Nama pekerjaan : Ereksi gelagar beton pracetak jembatan
Lokasi : Jakarta
Tanggal dibuat : 18 Agustus 2018
APD : helm keselamatan, masker, *harness*, sarung tangan, sepatu keselamatan

No	Urutan pekerjaan	Identifikasi bahaya	Pengendalian risiko	Penanggung jawab Nama petugas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Pemasangan kait pada titik angkat oleh juru ikat	Tangan tergores	1.1 Pemeriksaan APD	
2.	Pengangkatan gelagar	Gelagar terjatuh	2.1 Pemeriksaan SILO dan SIO 2.2 Pemeriksaan kapasitas pesawat angkat 2.3 Pemeriksaan *lifting plan* 2.4 Penggunaan juru pandu	
3.	Peletakan gelagar pada perletakan	Gelagar terguling	3.1 Pemasangan breising 3.2 Pemeriksaan dimensi dudukan perletakan	
Disusun Pelaksana ……		Diperiksa Pengawas K3 ……		Disetujui Pejabat Pembuat Komitmen ……

Ketentuan pengisian tabel :

Kolom (1) diisi nomor urut uraian pekerjaan.

Kolom (2) diisi seluruh item pekerjaan yang mempunyai risiko K3 yang tertuang di dalam dokumen pelelangan.

Kolom (3) diisi dengan identifikasi bahaya yang akan timbul dari seluruh item pekerjaan yang mempunyai risiko K3.

Kolom (4) diisi bentuk pengendalian risiko K3.

Kolom (5) diisi penanggung jawab (nama petugas) pengendali risiko K3

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Lampiran F
(informatif)
Matriks penilaian risiko dan kriteria penilaian kekerapan dan keparahan risiko bahaya

Tabel F.1- Matriks penilaian risiko

Level risiko			Keparahan		
			Ringan	Sedang	Berat
		Rating	1	2	3
Kekerapan	Jarang	1	1	2	3
	Kadang-kadang	2	2	4	6
	Sering	3	3	6	9

: Tingkat risiko K3 rendah
: Tingkat risiko K3 sedang
: Tingkat risiko K3 tinggi

Tabel F.2 – Kriteria penilaian kekerapan risiko bahaya

Nilai	kekerapan
1	Jarang terjadi dalam kegiatan konstruksi
2	Kadang-kadang terjadi dalam kegiatan konstruksi
3	Sering terjadi dalam kegiatan konstruksi

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Tabel F.3 – Kriteria penilaian keparahan risiko bahaya

Tingkat	Keparahan/kerugian/dampak			
	Orang	Harta benda	Lingkungan	Ke
Ringan	Terpeleset, polusi debu, terserempet, (cukup pengobatan P3K atau klinik) tetap dapat lanjut bekerja (tidak kehilangan hari kerja)	Gangguan pada kendaraan atau alat berat, namun tidak menyebabkan pekerjaan terhambat dan dapat diperbaiki dalam waktu 1x24 jam.	Terdapat ceceran tanah galian sehingga mengganggu lingkungan sekitar	Jalan m (lalu lint ada ked
Sedang	Tersengat aliran listrik, menghirup gas beracun, terkilir, memerlukan pengobatan di luar lokasi kegiatan (Puskesmas atau Rumah Sakit), karena klinik di lokasi kegiatan tidak tersedia/mampu, maksimum istirahat di rumah/diluar lokasi kegiatan selama 2X24 jam	Kerusakan alat berat misalnya: as roda patah , Alat berat terguling dan menyebabkan kerusakan, Waktu perbaikan dibutuhkan 1 sampai 7 hari	Terdapat polusi debu, kebisingan, tumpahan oli di sekitar pekerjaan	
Berat	Tersengat aliran listrik, menghirup gas beracun, patah kaki, gegar otak, meninggal, luka berat, dirawat-inap di rumah sakit, atau kehilangan hari kerja diatas 2 x 24 jam, atau cacat fungsi atau organ, meninggal.	Dinding saluran ambruk, lokasi galian ambles, alat rusak berat, jaringan utilitas bawah tanah terganggu (kabel listrik putus, pipa PAM pecah, kabel telepon putus, pipa gas pecah), mengakibatkan tidak berfungsinya fasilitas umum tersebut, waktu pemulihan dibutuhkan di atas 7 hari		seing t kendara sekitar debu

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional, salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Bibliografi

[1] *Appoved Code of Practice for Cranes, 3rd Edition Department of Labour New Zealand 2009*

[2] *Crane association-New Zealand, “Crane wind speed” .*

[3] *FHWA 2015, Engineering for Structural Stability in Girder Construction, Publication No. FHWA-NHI-15-044.*

[4] *ISO 45001, “Occupational health and safety management systems - requirements with guidance for use”.*

[5] *PCI Design Handbook, 2004 ”Precast and Prestressed Concrete” PCI 209 W Jackson Boulevard Suite 500, Chicago-Illinois 60606-6938.*

[6] *Pedoman pelaksanaan pemasangan gelagar jembatan tipe I, tipe U, tipe beton bertulang, tipe komposit, dan tipe pelat berongga.*

[7] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2014 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK-3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum.*

[8] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 02/PRT/M/2018 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2014 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK-3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum.*

[9] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 06/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan dan Pelaksanaan Pemeriksaan Konstruksi di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum.*

[10] *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER.05/MEN/1985 tentang Pesawat Angkat dan Angkut.*

[11] *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER.08/MEN/VII/2010 tentang Operator dan Petugas Pesawat Angkat dan Angkut.*

[12] *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER.08/MEN/2010 tentang Alat Pelindung Diri.*

[13] *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 44 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Program Jaminan Kecelakaan Kerja dan Jaminan Kematian Bagi Pekerja Harian Lepas, Borongan, dan Perjanjian Waktu Tertentu Pada Sektor Usaha Jasa Konstruksi.*

[14] *Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian.*

[15] *Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.*

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

[16] *Standard operating procedure (SOP-3) 2014, Quality Control and Quality Assurance of precast/prestressed concrete members and structural precast concrete members, Georgia Department of Transportation.*

[17] *Undang-Undang Negara Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.*

[18] *Undang-Undang Negara Republik Indonesia No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.*

[19] *Undang-Undang Negara Republik Indonesia No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.*

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/Subkomtek perumus SNI

Subkomite Teknis 91-01-S2, *Rekayasa Jalan dan Jembatan.*

[2] Susunan keanggotaan Subkomtek perumus SNI

Ketua : Ir. Deded Permadi Sjamsudin, M.Eng.Sc
Wakil Ketua : Prof. Dr. Ir. M. Sjahdanulirwan, M.Sc
Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Raden Anwar Yamin, MT., ME
Anggota :
1. Dr. Ir. Siegfried, M.Sc
2. Dr. Ir. Dwi Prasetyanyto, MT
3. Dr. Ir. Samun Haris, MT
4. Dr. Ir. Imam Aschuri, M.Sc
5. Ir. GJW Fernandez
6. Dr. Ir. Hindra Mulya, MM

[3] Konseptor rancangan SNI

Nama	Lembaga
Winarputro Adi Riyono, ST., MT.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
Retno Setiati, ST., MT.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan
Dewi Riya Y, ST.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan

[4] Sekretariat pengelola Subkomtek perumus SNI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Hak cipta Badan Standardisasi Nasional. Salinan standar ini dibuat oleh BSN untuk PT Waskita Karya (Persero) Tbk