



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM



PENGUJIAN PEMBEBANAN STATIS BI-AKSIAL PADA TIANG BOR

SKh.1.7.58



2025



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura No. 20, Selong Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telp. (021) 7203165

Nomor : BMD301-05/1457
Sifat : Biasa
Lampiran : Satu berkas
Hal : Persetujuan Penggunaan Spesifikasi Khusus
Interim Pengujian Pembebanan Statik Bi-Aksial
pada Tiang Bor

Jakarta, 27 November 2025

Yth. 1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional
4. Para Kepala Balai Teknik di Direktorat Jenderal Bina Marga
5. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga
di Tempat

Bersama ini disampaikan dokumen Spesifikasi Khusus Interim dengan detail informasi sebagai berikut:

No.	Nomor	Judul
1.	SKh.1.7.58	Spesifikasi Khusus Interim Pengujian Pembebanan Statik Bi-Aksial pada Tiang Bor

Spesifikasi telah memperoleh persetujuan Direktur Jenderal Bina Marga untuk dipergunakan sebagai acuan pelaksanaan Pengujian Pembebanan Statik Bi-Aksial pada Tiang Bor di Direktorat Jenderal Bina Marga.

Demikian disampaikan, untuk dapat dipergunakan dengan penuh tanggung jawab.

Direktur Jenderal Bina Marga,

Roy Rizali Anwar

NIP. 198104302003121006

Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum
2. Wakil Menteri Pekerjaan Umum
3. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
4. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
5. Direktur Jenderal Bina Konstruksi, Kementerian Pekerjaan Umum

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

SKh.1.7.58

PENGUJIAN PEMBEBANAN STATIS BI-AKSIAL PADA TIANG BOR

SKh.1.7.58.1 UMUM

1) Uraian

- a) Pekerjaan ini mencakup penyediaan, perakitan, pemasangan dan pengujian tiang bor, dongkrak hidrolik dua arah, pelat landasan dongkrak hidrolik dua arah, pompa hidrolik beserta pipa, sensor regangan (jika dibutuhkan), *dial gauge*, alat survei, laptop, *datalogger*, bahan *grouting*, balok referensi, dan pengadaan tenaga kerja yang diperlukan untuk pelaksanaan pengujian dan pelaporan hasil.
- b) Pengujian Pembebanan Statis Bi-Aksial merupakan pengujian non-destruktif untuk pengukuran perpindahan aksial pada tiang bor saat diberikan beban kompresi aksial statis dua arah dengan menggunakan perangkat dongkrak hidrolik dua arah yang tertanam pada tiang bor.
- c) Penentuan titik ekuilibrium untuk penempatan lokasi dongkrak hidrolik dua arah dilakukan dengan perhitungan daya dukung aksial pada tiang bor sesuai Gambar dan disetujui Pengawas Pekerjaan.

2) Seksi Lain dalam Spesifikasi Umum dan Spesifikasi Khusus Lain yang Berkaitan dengan Spesifikasi Khusus Ini

- | | |
|---|--------------|
| a) Manajemen Mutu | : Seksi 1.21 |
| b) Beton Pratekan | : Seksi 7.2 |
| c) Baja Tulangan | : Seksi 7.3 |
| d) Fondasi Tiang | : Seksi 7.6 |
| e) Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) | : SKh-1.1.22 |

3) Standar Rujukan

Standar Nasional Indonesia:

- | | |
|-----------------|---|
| SNI 6430.2:2014 | : Metode pengujian waktu pengikatan <i>grout</i> untuk beton agregat praletak di laboratorium (ASTM C953-10, IDT) |
|-----------------|---|

American Society for Testing and Materials (ASTM):

- | | |
|-------------------------|---|
| ASTM C1077-17 | : <i>Standard Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation</i> |
| ASTM C1218/C1218M-20 | : <i>Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete</i> |
| ASTM D1143/ D1143M-20e1 | : <i>Standard Test Methods for Deep Foundation Elements Under Static Axial Compressive Load</i> |

ASTM D8169/ D8169M-18 : *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Bi-Directional Static Axial Compressive Load*

American Society of Mechanical Engineers (ASME):

ASME B89.1.10M-2001 : *Dial Indicators (For Linear Measurements)*

4) Pengajuan Kesiapan Kerja

Sebelum memulai pengujian, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menyerahkan Gambar dan detail pelaksanaan pengujian untuk mendapatkan persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.

5) Kondisi Tempat Kerja

Selama pengujian berlangsung, tidak diperbolehkan terdapat aktivitas yang dapat menyebabkan getaran pada area pengujian dan harus dijaga tetap kering (dilindungi dengan penutup) sepanjang pelaksanaan pekerjaan.

SKh.1.7.58.2 PERSYARATAN

1) Bahan

Penyedia Jasa harus menyediakan keseluruhan material yang dipersyaratkan untuk pengujian yang terdiri atas:

a) Dongkrak Hidraulis Dua Arah

Dongkrak hidraulis dua arah yang digunakan kapasitas nominalnya harus melebihi beban maksimum yang diperkirakan. Pergerakan dongkrak hidraulis dua arah minimal 150 mm kecuali disetujui lain oleh Pengawas Pekerjaan. Setiap dongkrak hidraulis dua arah yang digunakan harus dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Jika dibutuhkan lebih dari satu dongkrak hidraulis dua arah maka harus dirancang untuk dapat membebani tiang bor secara simetris dengan syarat tiap dongkrak hidraulis dua arah memiliki merek, model, dan kapasitas yang sama.

b) Pipa dan Selang

Pipa dan selang yang digunakan harus memenuhi kemampuan tekanan aman minimum yang sesuai dengan kapasitas nominal dongkrak hidraulis dua arah. Pipa dan selang minimal terdiri dari dua bagian (*input* dan *return*) yang membentang dari puncak tiang bor hingga ke dongkrak hidraulis dua arah.

c) Sensor Regangan (jika diperlukan)

Sensor regangan digunakan untuk menilai beban pada tiang bor serta menghitung transfer beban sepanjang tiang bor.

d) Pelat Bantalan Baja atau Profil Baja

Pelat bantalan baja atau profil baja yang digunakan untuk menahan dongkrak hidraulis dua arah saat memberikan gaya aksial harus memenuhi kemampuan untuk menahan gaya aksial yang terjadi untuk mendistribusikan beban secara merata di seluruh penampang tiang dan mencegah terjadi deformasi pada tiang bor.

e) *Bahan Grouting*

Bahan kimia tambahan (*admixture*) dapat digunakan bilamana disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan *plasticizer* yang umum diperdagangkan untuk penyuntikan (*grouting*) harus digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Bahan ini tidak boleh mengandung *chlorida*, *nitrat*, *sulfat* atau *sulfida*. Ion *chlorida* yang larut dalam air pada *grout* tidak boleh melebihi 0,06% Cl berdasarkan berat semen yang diuji sesuai dengan ASTM C1218/C1218M-20. Kecuali disyaratkan lain, campuran *grout* merupakan campuran yang *thixotropic* atau *nonthixotropic*. Apabila Tipe *grout* tidak disyaratkan, maka Penyedia Jasa harus mengajukan jenis *grout* yang akan digunakan. Campuran coba bahan *grout* harus dilaksanakan di laboratorium dengan menggunakan bahan dan peralatan yang sama dengan yang akan digunakan di tempat pekerjaan minimum 8 (delapan) minggu sebelum dimulainya jadwal produksi *grouting* sesuai dengan ASTM C1077-17. Penyedia Jasa harus menyatakan jenis bahan *grout*, tipe, merek dan sumber pabrik pembuatnya serta tanggal kadaluwarsanya. Apabila digunakan jenis yang lain dari yang diusulkan, maka Penyedia Jasa harus menyerahkan hasil uji sesuai dengan yang diperlukan. Penyedia Jasa harus menyerahkan uji laboratorium, rincian tipe dan jumlah pengujian yang dilakukan, prosedur pengujian, hasil-hasil dan perbandingan hasil-hasil dengan nilai-nilai yang disyaratkan.

Nilai faktor air semen harus konsisten sesuai dengan selama dilakukan rangkaian pengujian. Pada setiap kantong kemasan *grout* prakemas harus dituliskan rasio maksimum dan minimum berat air terhadap berat bahan *grout* yang dikemas. Waktu pengikatan harus lebih lama dari 3 jam dan kurang dari 12 jam diuji sesuai dengan SNI 6430.2:2014. Kuat tekan minimum pada umur 7 (tujuh) hari harus mencapai 21 MPa dan pada 28 (dua delapan) hari 35 MPa.

f) *Air atau Minyak*

Air atau Minyak yang digunakan harus memenuhi persyaratan dapat digunakan sebagai cairan hidraulis untuk memberi tekanan pada dongkrak hidraulis dua arah.

2) Peralatan

Penyedia Jasa harus menyediakan keseluruhan material yang dipersyaratkan untuk pengujian pembebanan.

a) *Balok Referensi*

- i) Jarak penyangga yang cukup dari tiang bor uji, minimal 5D tiang bor uji dan tidak kurang dari 2,5 m.
- ii) Balok referensi dapat terdiri dari satu bagian yang melintang di atas tiang bor uji atau dua balok referensi paralel pada bagian sisi kanan dan kiri tiang bor uji.
- iii) Balok referensi harus dipastikan kekakuan dan kestabilannya agar tidak bergetar atau bergerak saat dilakukan pengujian yang dapat mempengaruhi pengukuran pergerakan tiang bor.

- b) Alat Survei
Alat survei yang digunakan harus memiliki ketentuan:
 - i) alat ukur optik, laser, atau digital yang memiliki kemampuan untuk mengukur pergerakan aksial tiang bor uji dan memverifikasi pergerakan terhadap balok referensi;
 - ii) akurasi minimal 3 mm pada jarak 30 m;
 - iii) *self-leveling*;
 - iv) telah dikalibrasi maksimal dalam jangka waktu dua belas bulan sebelum pengujian; dan
 - v) dilengkapi dengan tongkat survei yang harus memiliki pembagian skala minimal 1 mm dengan akurasi pembacaan tongkat hingga 0,25 mm.
- c) Pompa Hidraulis
Pompa hidraulis yang digunakan harus memenuhi persyaratan minimum kemampuan tekan yang sesuai dengan kapasitas dongkrak hidraulis dua arah yang digunakan. Pompa hidraulis harus memiliki *pressure gauges* (pembaca tekanan) yang dikalibrasi maksimal dalam jangka waktu dua belas bulan sebelum pengujian.
- d) *Dial* Indikator dan Sensor Indikator Perpindahan Elektronik (*Linear Variable Differential Transformator*, LVDT)
Dial indikator dan sensor indikator perpindahan elektronik (LVDT) yang digunakan harus sesuai dengan ASME B.89.1.10.M. *Dial* indikator dan sensor indikator perpindahan elektronik (LVDT) harus dapat menampilkan pergerakan indikator secara *real time*, sudah dikalibrasi maksimal 12 bulan sebelum dilakukan pengujian, memiliki kemampuan mengukur pergerakan tiang minimum 100 mm dengan pembagian skala minimum 0,1 mm, dan memiliki kemampuan mengukur pergeseran minimal 25 mm dengan pembagian skala minimal 0,01 mm.
- e) Alat Las
Alat las yang digunakan harus memenuhi persyaratan minimum kemampuan sambungan las yang dibutuhkan memenuhi kemampuan untuk menahan aksial dari dongkrak hidraulis dua arah agar tersalurkan secara merata ke tiang bor.
- f) PC atau Laptop dan *Datalogger*
PC atau Laptop dan *datalogger* yang digunakan harus memenuhi kemampuan minimal untuk dapat menerima data sensor dan mengolah data menjadi laporan.

SKh.1.7.58.3 PELAKSANAAN

- a) Untuk setiap tiang bor yang akan diuji dipilih oleh Pengawas Pekerjaan dan Penyedia Jasa harus menyiapkan tiang bor sesuai dengan yang dipersyaratkan.
- b) Dongkrak hidraulis dua arah, pipa dan selang hidraulis, serta instrumen lainnya dirakit dan disiapkan untuk dipasang pada lokasi yang disediakan oleh Penyedia Jasa yang sesuai dan berdekatan dengan lokasi tiang bor uji di bawah arahan Pengawas Pekerjaan. Dongkrak hidraulis dua arah yang telah dirakit harus dilas ke sangkar tulangan dan kerangka dengan baik agar menghindari kerusakan pada dongkrak hidraulis dua arah atau perubahan ukuran dan bentuk sangkar tulangan. Permukaan pelat bawah dari dongkrak hidraulis dua arah harus ditempatkan pada sudut yang tepat terhadap sumbu memanjang dari sangkar tulangan dan memberikan askes untuk dapat dilakukan pengecoran beton sampai ke dasar tiang bor. Penyedia Jasa harus berhati-hati dalam pelaksanaan perakitan dongkrak

hidraulis dua arah agar tidak merusak instrumen selama pemasangan. Jarak minimal antara dongkrak hidraulis dengan dinding samping bor sebesar 75 mm atau 8 kali diameter agregat kasar terbesar kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

- c) Penyedia Jasa harus membatasi defleksi sangkar tulangan maksimal sebesar maksimum 60 cm saat sangkar tulangan diangkat posisi horizontal menjadi vertikal. Jarak maksimum titik angkat 7 m. Penyedia Jasa harus memberikan pengaku (*bracing*) untuk menjaga defleksi berada dalam batas toleransi. Dongkrak hidraulis dua arah yang telah dirakit harus tetap tegak lurus terhadap sumbu memanjang sangkar tulangan selama proses pengangkatan dan pemasangan.
- d) Lubang fondasi bor selesai dibuat, kemudian diperiksa dan diterima oleh Pengawas Pekerjaan, dongkrak hidraulis dua arah yang telah dirakit dan sangkar tulangan dapat dipasang dengan memperhatikan pipa dan selang agar tidak terjadi sumbatan. Lapisan dudukan (*seating layer*) beton harus dibuat dengan metode yang disetujui pada bagian dasar dari lubang tiang bor sebagai dasar berpijak dan memberi reaksi ke dongkrak hidraulis dua arah. Sebaiknya lapisan dudukan dibuat dengan pipa tremi yang melewati dongkrak hidraulis dua arah yang telah dirakit sampai ke dasar dari lubang tiang bor. Tergantung pada konfigurasi pengujian, mungkin perlu untuk memberikan lapisan dasar beton sebelum memasang dongkrak hidraulis dua arah. Komponen dongkrak hidraulis dua arah harus dipasang pada saat beton di dasar lubang masih cair sesuai instruksi Pengawas Pekerjaan.
- e) Bagian fondasi tiang bor lainnya harus dicor sesuai yang dipersyaratkan untuk tiang bor. Pada fondasi tiang bor uji, minimal harus diambil 4 (empat) sampel uji beton silinder tambahan, selain yang ditentukan dalam bagian spesifikasi yang lain. Setidaknya 1 (satu) benda uji silinder harus diuji sebelum uji beban dan setidaknya 2 (dua) silinder harus diuji pada hari pelaksanaan uji beban.
- f) Untuk menghindari kegagalan struktur dalam pelaksanaan pengujian beton harus mencapai kekuatan dan kekakuan yang memadai. Beton umumnya harus mencapai kekuatan setidaknya 85% dari kuat tekan desain campuran.
- g) Sebelum melakukan pengujian harus dipastikan aliran hidraulis dapat bekerja dengan lancar, mengisi sistem hidraulis secara menyeluruh, dan membersihkan sumbatan.
- h) Pengujian dilakukan secara bertahap dengan menerapkan penambahan beban tidak melebihi 5% dari beban uji maksimum dan konsisten sampai ke beban uji maksimum. Beban uji maksimum yang ditentukan sebesar 50% dari beban maksimum. Pada setiap tahap pemberian beban harus dipertahankan secara konstan selama interval waktu 4 - 16 menit dan menggunakan interval waktu yang sama tiap tahapnya. Jika telah mencapai beban uji maksimum maka beban secara bertahap dikurangi 5% sampai dengan 10% dari beban uji maksimum dan konsisten sampai ke 0% beban dengan interval waktu 4 - 16 menit dan menggunakan interval waktu yang sama tiap tahapnya.
- i) Pada setiap tahap pemberian beban dan pelepasan beban dilakukan pencatatan data waktu pengujian, tekanan yang diterapkan, beban yang bekerja pada dongkrak hidraulis dua arah, pergerakan tiang bor baik elevasi maupun pergeserannya, regangan tiang (jika diperlukan), kompresi pada tiang, dan pergerakan terhadap balok referensi.
- j) Penyedia Jasa harus melepaskan peralatan, bahan, limbah, dan lain-lain yang tidak menjadi bagian dari struktur akhir fondasi sesuai arahan Pengawas Pekerjaan. Jika tiang yang telah diuji tersebut akan digunakan untuk menyalurkan beban, Penyedia

Jasa wajib melakukan *grouting* di bagian dalam dongkrak hidrolik dua arah dan ruang melingkar di sekitar bagian luar dongkrak hidrolik dua arah dengan melaksanakan penyuntikan pembersihan pipa dan selang dan pelaksanaan *grouting* sesuai dengan kriteria berikut:

i) Penyuntikan dan Penyelesaian Akhir Setelah Pemberian Gaya Prategang Setelah Pengujian

Dongkrak hidrolik dua arah harus disuntik dalam waktu 24 jam sesudah pengujian selesai dilakukan kecuali jika ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Lubang penyuntikan harus diuji dengan diisi air bertekanan 8 kg/cm^2 selama 1 jam sebelum penyuntikan. Selanjutnya dongkrak hidrolik dua arah harus dibersihkan dengan air dan udara bertekanan. Peralatan pencampur harus dapat menghasilkan adukan semen dengan kekentalan yang homogen dan harus mampu memasok secara menerus pada peralatan penyuntikan. Peralatan penyuntikan tersebut harus mampu beroperasi secara menerus dengan sedikit variasi tekanan dan harus mempunyai sistem untuk mengalirkan kembali adukan bilamana penyuntikan sedang tidak dijalankan. Udara bertekanan tidak boleh digunakan. Peralatan tersebut harus mempunyai tekanan tetap yang tidak melebihi 8 kg/cm^2 . Semua pipa yang disambungkan ke pompa penyuntikan harus mempunyai lengkung minimum, katup, dan sambungan penyesuaian antar diameter. Semua pengatur arus ke pompa harus disetel dengan saringan 1,0 mm. Semua peralatan, terutama pipa, harus dicuci sampai bersih dengan air bersih setelah setiap rangkaian operasi dan pada akhir operasi setiap hari.

Interval waktu antar pencucian tidak boleh melebihi dari 3 jam. Peralatan tersebut harus mampu mempertahankan tekanan pada dongkrak hidrolik dua arah yang telah disuntik sampai penuh dan harus dilengkapi dengan katup yang dapat terkunci tanpa kehilangan tekanan dalam dongkrak hidrolik dua arah. Pertama-tama air dimasukkan ke dalam alat pencampur, kemudian semen. Bilamana telah dicampur sampai merata, jika digunakan, maka bahan kimia tambahan (*admixture*) akan ditambahkan. Pengadukan harus dilanjutkan sampai diperoleh suatu kekentalan yang merata. Rasio air-semen pada campuran tidak akan melebihi 0,45 menurut takaran berat kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan. Pencampuran tidak boleh dilakukan secara manual.

Penyuntikan harus dikerjakan dengan cukup lambat untuk menghindari timbulnya segregasi adukan pasta semen. Cara penyuntikan pasta semen harus sedemikian hingga dapat menjamin bahwa seluruh dongkrak hidrolik dua arah terisi penuh dan penuh di sekeliling dongkrak hidrolik dua arah. *Grouting* harus dapat mengalir dari ujung bebas dongkrak hidrolik dua arah sampai kekentalannya ekuivalen dengan *grouting* yang disuntikkan. Lubang masuk harus ditutup dengan rapat. Setiap lubang *grouting* harus ditutup dengan cara yang serupa secara berturut-turut dalam arah aliran. Setelah suatu jangka waktu yang semestinya, maka penyuntikan selanjutnya harus dilaksanakan untuk mengisi setiap rongga yang mungkin ada.

Setelah semua lubang ditutup, tekanan penyuntikan harus dipertahankan pada 8 kg/cm^2 paling tidak selama 1 menit.

Dongkrak hidrolik dua arah penyuntikan tidak boleh terpengaruh oleh guncangan atau getaran dalam waktu 1 (satu) hari setelah penyuntikan.

Tidak kurang dari 2 (dua) hari setelah penyuntikan, permukaan adukan dalam penyuntikan dan lubang pembuangan udara harus diperiksa dan diperbaiki sebagaimana diperlukan.

ii) Pelaksanaan *Grouting*

Grout harus dilaksanakan sesegera mungkin setelah pengujian dengan dongkrak hidrolik dua arah.

Bahan *grout* harus diaduk dengan pengaduk mekanis secara menerus dan tidak boleh ada yang menggumpal. Bahan *grout* harus dapat melalui disaring dengan ayakan No.16 (1,18 mm) ke dalam alat pompa yang memiliki kemampuan sirkulasi ulang. Pemompaan dilaksanakan setelah pengadukan selesai, dan pemompaan dilakukan selama bahan *grout* berada pada konsistensinya. Bahan *grout* yang sudah tidak memenuhi konsistensi yang disyaratkan harus dibuang. Tekanan untuk menginjeksi bahan *grout* tidak boleh melebihi 1 MPa. Metode injeksi bahan *grout* harus menjamin pengisian sempurna pada dongkrak hidrolik dua arah. Injeksikan bahan *grout* dari *input* dongkrak hidrolik dua arah sampai bahan *grout* keluar dari *return* dongkrak hidrolik dua arah. Gunakan *grout* dalam waktu 30 menit sejak penambahan air pertama untuk memastikan kemampuan alir *grout*. Selama tahap *grouting*, pertahankan aliran *grout* satu arah secara menerus.

Grouting dongkrak hidrolik dua arah harus dilaksanakan dalam satu kali operasi. Pompa *grout* ke dalam dongkrak hidrolik dua arah dengan menerus sehingga mengalir keluar dari *outlet* pertama setelah *inlet*. Pemompaan harus dilanjutkan sampai tidak terlihat adanya air yang keluar tersendat-sendat atau udara keluar dari *outlet* dan konsistensi *grout* yang mengalir keluar serupa dengan *grout* yang diinjeksikan, pada saat tersebut *outlet* harus ditutup. Laju injeksi *grout* harus antara 5 m – 15 m per menit.

Apabila aliran *grout* satu arah tidak dapat dipertahankan atau bila *grouting* terganggu, dongkrak hidrolik dua arah harus segera dibilas dari *grout* dengan air. Sebuah pompa air harus tersedia di lokasi pekerjaan untuk tujuan ini sebagai bagian dari peralatan pembilasan standar. Tekanan pembilasan harus dibatasi agar supaya sama dengan yang disyaratkan untuk *grouting*.

Ujung akhir dongkrak hidrolik dua arah harus dipotong dalam satu hari kerja dari penerimaan perpanjangan oleh Pengawas Pekerjaan. Dalam lingkungan agresif, ujung-ujung dongkrak hidrolik dua arah harus dilindungi dengan penutup sampai ujung akhir dongkrak hidrolik dua arah dipotong, kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan.

Kemajuan pekerjaan *grouting* untuk setiap dongkrak hidrolik dua arah harus direkam dan laporan tertulis harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan dalam waktu 72 jam setelah *grouting*.

Laporan ini harus mencakup:

1. Kuantitas dan Tipe bahan yang digunakan;
2. Uraian permasalahan yang dihadapi selama *grouting* dan langkah-langkah yang diambil untuk mengatasinya;
3. Tekanan;
4. Pompa maksimum pada *inlet*; dan
5. Temperatur udara, air, semen, bahan kemasan, campuran *grout*, dan beton sekitar dongkrak hidrolik dua arah.

Setelah 24 jam semua *outlet* dan penutup *grout* harus diperiksa dan jika perlu ditambah pada bagian atasnya dengan campuran *grout*.

SKh.1.7.58.4 PENGUJIAN DAN PELAPORAN

1) Pengujian

Pengujian beban harus dilakukan oleh seorang ahli geoteknik yang memenuhi persyaratan yang disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan. Ahli geoteknik harus memiliki pengetahuan tentang prosedur pengujian beban, dan telah melakukan minimal 10 pengujian pembebanan dongkrak hidrolik dua arah dalam dua tahun terakhir.

Pada tahap awal beban harus diberikan secara bertahap setara 5% – 10% dari kapasitas ultimit yang dapat diantisipasi dari tiang uji. Besarnya kenaikan beban dapat ditingkatkan atau diturunkan tergantung pada persyaratan proyek, tetapi tidak boleh berubah selama pengujian.

Pengukuran atas indikator *direct movement* harus dilakukan sebagai berikut:

- a) ekspansi dongkrak hidrolik dua arah baik secara langsung maupun dengan alat pembaca hasil uji (minimal diperlukan 3 indikator),
- b) pergeseran ke atas dari bagian atas tiang (minimal diperlukan 2 indikator), dan
- c) kompresi dari bagian tiang uji di atas dongkrak hidrolik dua arah (minimum diperlukan 2 indikator).

Beban harus diberikan pada interval yang ditentukan sampai kapasitas ultimit tiang tercapai baik tahanan ujung (*end bearing*) atau gesekan samping (*friction*), sampai kapasitas maksimum atau pergerakan maksimum dongkrak hidrolik dua arah tercapai, atau jika dihentikan oleh Pengawas Pekerjaan.

Pada setiap kenaikan beban atau penurunan beban, pergerakan indikator harus dibaca pada interval 1, 2, 4 dan 8 menit beban konstan. Selama siklus pengurangan beban harus sedemikian rupa sehingga minimal diperoleh 4 titik data yang menyatakan kurva beban-pergerakan.

Siklus tambahan, setelah selesainya siklus pengujian awal pada kondisi pengurangan dan penambahan beban harus menggunakan prosedur dalam Pasal SKh.1.7.58.5 pada Spesifikasi Khusus ini berdasarkan instruksi Pengawas Pekerjaan.

Sensor perpindahan yang digunakan untuk mengukur ekspansi dongkrak hidrolik dua arah dan perpindahan pada bagian atas tiang harus memiliki bacaan minimal 10 cm dengan bacaan terkecil 0,0025 cm. Ketika ekspansi dongkrak hidrolik dua arah diukur secara langsung, LVDT mampu mengukur pergerakan penuh dongkrak hidrolik dua arah yang akan digunakan. Sensor perpindahan yang digunakan untuk mengukur tekanan tiang harus memiliki bacaan minimal 2,5 cm dan bacaan terkecil 0,0025 cm.

2) Pelaporan

Kecuali ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan, Penyedia Jasa harus menyediakan 5 (lima) salinan laporan dari setiap pengujian beban, seperti yang disiapkan oleh Penyedia Jasa yang telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Laporan data awal yang berisi kurva beban-pergeseran dan tabel data harus diberikan kepada Pengawas Pekerjaan dalam waktu 3 hari kerja penyelesaian pengujian pembebanan, untuk memungkinkan evaluasi hasil pengujian. Laporan akhir tentang pengujian pembebanan harus diserahkan kepada Pengawas Pekerjaan dalam waktu 7 hari kerja setelah selesainya pengujian pembebanan.

SKh.1.7.58.5 PENGUKURAN DAN PEMBAYARAN

1) Pengukuran

Kuantitas yang diukur untuk pengujian pembebanan statis bi-aksial pada tiang bor merupakan jumlah dongkrak hidrolik dua arah yang akan ditempatkan, dilaksanakan pengujian dan diterima juga mencakup segala sesuatu yang diperlukan untuk merakit, memasang, dan melakukan uji beban tiang bor sesuai dengan Gambar dan disetujui Pengawas Pekerjaan.

2) Pembayaran

Pekerjaan ini harus dibayar dengan harga kontrak untuk item pembayaran di bawah ini dan tercantum dalam Daftar Kuantitas Harga dan pembayaran tersebut harus merupakan kompensasi penuh untuk penyediaan semua bahan, tenaga kerja, peralatan, perlengkapan, ongkos, dan pekerjaan-pekerjaan lain yang diperlukan atau yang biasa dilakukan untuk penyelesaian dari pekerjaan ini.

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pengukuran
SKh.1.7.58.(1)	Pengujian Pembebanan Statis Bi-Aksial pada Tiang Bor Diameter 1,8 m	Buah
SKh.1.7.58.(2)	Pengujian Pembebanan Statis Bi-Aksial pada Tiang Bor Diameter 2 m	Buah
SKh.1.7.58.(3)	Pengujian Pembebanan Statis Bi-Aksial pada Tiang Bor Diameter ... m	Buah