

BAB 1

SPESIFIKASI TEKNIS UMUM

1.1. Pendahuluan

1.1.1. Gambaran Umum

Spesifikasi teknis ini merupakan ketentuan yang harus dibaca bersama dengan gambar- gambar yang keduanya bersama-sama menguraikan pekerjaan yang harus dilaksanakan. Istilah pekerjaan mencakup suplai dan instalasi seluruh peralatan dan material yang harus dipadukan dalam konstruksi-konstruksi, yang diperlukan menurut dokumen-dokumen kontrak, serta semua tenaga kerja yang dibutuhkan untuk memasang dan menjalankan peralatan dan material tersebut. Spesifikasi untuk pekerjaan yang harus dilaksanakan dan material yang harus dipakai, harus diterapkan baik pada bagian dimana spesifikasi tersebut ditemukan maupun bagian-bagian lain dari pekerjaan dimana pekerjaan atau material tersebut dijumpai.

Ruang Lingkup Penyusunan *Detailed Engineering Design* (DED) Pemasangan Pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) untuk Optimalisasi Pelayanan Wilayah Kebun Binatang Medan yang ditentukan dalam kegiatan ini adalah Kota Medan dan sekitarnya, yakni, melakukan perencanaan teknis dimulai dari survei identifikasi jalur, pengukuran topografi, penggambaran dan perhitungan anggaran biaya untuk jalur distribusi mulai dari jembatan pipa di Jalan Pintu Air IV di dekat Sekolah Al Azhar sampai dengan Kebun Binatang Medan di Jalan Bunga Rampe IV, sepanjang $\pm 5,6$ Km.

1.1.2. Defenisi dan Istilah

- a. Penyedia Barang/Jasa atau Kontraktor adalah BUMN, swasta, instansi lembaga pemerintah, badan hukum atau orang perseorangan/badan usaha yang kegiatan usahanya menyediakan barang/pekerjaan konstruksi/jasa konsultasi/jasa lainnya.
- b. Bidder adalah penawar atau peserta Pengadaan Barang/Jasa, yang terdaftar pada System ULP PERUMDA Tirtanadi
- c. Direksi Pekerjaan dan Pengawas Pekerjaan PERUMDA Tirtanadi.
- d. Pengawas adalah Pihak External yang ditunjuk PERUMDA Tirtanadi sebagai pengawas lapangan yang bertugas untuk mengawasi pelaksanaan pekerjaan.

1.1.3. Peraturan dan referensi

Peralatan dan bahan untuk bidang sipil maupun mekanikal-elektrikal yang tercantum dalam spesifikasi teknik/DED harus mengacu pada spesifikasi yang sesuai dengan standar yang berlaku secara internasional, standar Indonesia dan peraturan otoritas lokal serta didukung dengan dokumen yang berkaitan dengan proyek ini. Standar lain boleh digunakan harus mendapatkan persetujuan dari PERUMDA Tirtanadi atau yang pihak ditunjuk.

Adapun sebagai acuan atau referensi dari peralatan dan bahan mengacu pada:

- | | |
|--------------------------|---|
| a. SNI | Standar Nasional Indonesia |
| b. PBI-1971 | Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 |
| c. PUIL | Peraturan Umum Instalasi Listrik |
| d. AWWA | <i>American Water Works Association</i> |
| e. JIS | <i>Japan Industry Standard</i> |
| f. ASME | <i>American Society of Mechanical Engineers</i> |
| g. ASTM | <i>American Standard Testing Material</i> |
| h. AWS | <i>American Welding Society</i> |
| i. AISC | <i>American Institute of Steel Construction</i> |
| j. ANSI | <i>American National Standard</i> |
| k. NFPA | <i>National Fire Protection Association</i> |
| l. ISO / EUROPE STANDARD | <i>International Standard Organization</i> |
| m. CMAA | <i>Crane Manufacturers Association of America</i> |
| n. ASCE | <i>American Society of Civil Engineers</i> |
| o. IEC | <i>International Electro-technical Commission</i> |
| p. IEEE | <i>Institute of Electrical and Electronics Engineer</i> |
| q. ACI | <i>American Concrete Institute</i> |
| r. NETA | <i>National of Electric Test Association</i> |
| s. Acuan lainnya. | |

1.1.4. Lokasi Pekerjaan

Lokasi Pekerjaan berada di wilayah management PERUMDA Tirtanadi Medan dengan menggunakan jalur pipa yang berada di wilayah Kec. Medan Helvetia.

1.1.5. Jangka Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan seluruh pekerjaan konstruksi dan perizinan harus dapat diselesaikan dengan jangka waktu maksimal 60 (Enam Puluh) hari kalender sejak kontrak ditandatangani, diutamakan kecepatan konstruksi dalam penilaian bidder akan mendapatkan nilai evaluasi lebih tinggi.

1.1.6. TKDN

Tingkat komponen dalam negeri (TKDN) sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu Peraturan Presiden nomor 16 tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.

1.1.7. Jenis Komponen

Apabila harus menggunakan peralatan atau komponen dari produk dengan merk luar negeri atau impor harus menggunakan produk yang berasal dari Eropa atau Jepang.

1.1.8. Purna Jual Peralatan

- a. Vendor atau provider komponen utama wajib memiliki Kantor Representatif yang ditunjukkan dengan Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP), Surat Keterangan Domisili
- b. Perusahaan (SKDP) dan Tanda Daftar Perusahaan (TDP).
- c. Kontraktor wajib memberikan garansi komponen utama selama minimal 2 tahun yang dibuktikan dengan garansi dari vendor atau provider.
- d. Kontraktor selama masa Garansi wajib memberikan pelayanan perbaikan dan penggantian komponen utama apabila terjadi kerusakan atau penurunan fungsi. Untuk pelayanan dari kontraktor akan diberi pembayaran tanpa melalui proses pengadaan.
- e. Kontraktor harus menjamin pelayanan after sales atas spare part yang digunakan dalam pembangunan pipa transmisi yang diusulkan. Adanya layanan purna jual untuk komponen utama / *hardware* / peralatan mekanikal & elektrikal baik dari *vendor* atau *provider*.

1.1.9. Perizinan

Setelah Kontraktor ditunjuk, bila pekerjaan ini memerlukan ijin dari instansi lain yang berwenang, maka PERUMDA Tirtanadi menyelesaikan perijinan tersebut, tetapi segala biaya yang diperlukan untuk perijinan tersebut merupakan tanggung jawab Kontraktor. Pekerjaan di lapangan tidak diperkenankan dimulai apabila perijinan yang

diperlukan belum diperoleh. Apabila pada saat melaksanakan pekerjaan terdapat suatu bangunan atau material yang menghalangi pekerjaan, jika harus membongkar bangunan/material tersebut akan memerlukan perijinan dan biaya tambahan, maka hal tersebut terlebih dahulu harus didiskusikan dengan PERUMDA Tirtanadi untuk mencari jalan keluarnya.

1.2. Kriteria Penyedia Barang/Jasa atau Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Mempunyai pengalaman dalam pelaksanaan konstruksi pipa transmisi, mekanikal dan elektrikal yang dibangun di Indonesia dan dibuktikan dengan dokumen kontrak pekerjaan- pekerjaan sebelumnya;
- b. Memiliki sertifikat dari pabrikan atau distributor/agen resmi untuk produk mekanikal, elektrikal dan instrumentasi;
- c. Memiliki pengalaman pekerjaan sejenis minimal 5 tahun terakhir dengan kapasitas minimal sama dengan kapasitas proyek yang akan dilaksanakan;
- d. Memiliki sertifikat keahlian pekerjaan sesuai bidang pekerjaan;
- e. Memiliki kemampuan dasar pada pekerjaan sejenis dan kompleksitas yang setara;
- f. Memiliki surat keterangan keuangan dari bank pemerintah/swasta sebesar minimal 10 % (sepuluh per seratus).

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pekerjaan Pengadaan dan Pembangunan System pipa transmisi terdiri dari pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pekerjaan Persiapan
- b. Pengurusan Perizinan
- c. Pekerjaan Pengadaan (*Procurement*)
- d. Pekerjaan Konstruksi, terdiri dari:
 - Pemasangan Transmisi Air Minum sepanjang \pm 650 m
 - Pekerjaan umum / pendukung
- e. Pengujian Lapangan, *Commissioning* dan *Running Test*
- f. Pengujian Keandalan Sistem (*Flushing* dan *Commissioning Test*)

1.4. Rencana Kerja dan Syarat-Syarat

1.4.1. Rencana Kerja

1.4.1.1. Umum

- a. Sebelum memulai pekerjaan, dilaksanakan Pre-Construction Meeting (PCM) yang dihadiri oleh Direksi Pekerjaan dan Pengawas, Kontraktor dan Unit kerja terkait. Pada pelaksanaan PCM, Kontraktor harus menyampaikan dan memaparkan rencana beserta metode pelaksanaan, jadwal pelaksanaan dan struktur organisasi pelaksana proyek.
- b. Direksi Pekerjaan dan Pengawas, Kontraktor dan Unit kerja terkait bersama-sama melaksanakan *Mutual Check 0%* (MCO) setiap pekerjaan yang akan dilaksanakan.
- c. Pekerjaan Persiapan

Dalam pelaksanaan pekerjaan persiapan ini Kontraktor diwajibkan :

- Berkoordinasi terkait izin kerja administrasi dan izin kerja otoritas keamanan lokasi setempat.
- Bilamana pekerjaan pada area umum agar memasang barikade area kerja dan papan peringatan "Hati-Hati Sedang Ada Pekerjaan "
- Pembuatan Prosedur Kerja sesuai pekerjaan yang akan dilakukan dan Analisa Keamanan Kerja.
- Penyiapan storage penempatan alat kerja dan perangkat kerja lengkap dengan bedeng dan terpal hujan (bila diperlukan).
- Melaksanakan *Site Data Collection & ReEngineering*, dan selanjutnya menyampaikan usulan material utama dan gambar teknis (*shop drawing*) untuk diperiksa dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi atau Pihak yang ditunjuk.
- Melakukan mobilisasi bahan, peralatan dan personil pelaksana pekerjaan ke lokasi pekerjaan

1.4.1.2. Pekerjaan Pengadaan (*Procurement*)

1. Peralatan utama dalam proyek ini adalah Pipa Transmisi air minum.
2. Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi, Kontraktor wajib mematuhi tata tertib yang berlaku di area pekerjaan.
 - b. Pengawas Pekerjaan melaksanakan pengawasan dan pemeriksaan selama pelaksanaan pekerjaan.
 - c. Kontraktor diwajibkan menyampaikan laporan periodik pelaksanaan pekerjaan (laporan harian, mingguan dan bulanan) kepada Pengawas Pekerjaan.
 - d. Selama pelaksanaan pekerjaan Kontraktor harus mengikuti arahan atau petunjuk dari Pengawas Pekerjaan.
 - e. Kontraktor wajib menjaga kualitas, kuantitas dan ketepatan waktu sesuai kontrak.
 - f. Selama pelaksanaan pekerjaan Kontraktor bertanggung jawab penuh atas penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta hasil pekerjaan.
3. Pengujian *Hidrostatic*, *Commissioning*, *Running Test* dan Desinfeksi Pipa
- a. Pelaksanaannya dihadiri oleh Kontraktor dan PERUMDA Tirtanadi.
 - b. Kontraktor mengajukan data dan prosedur pengujian ke pihak PERUMDA Tirtanadi atau pihak yang ditunjuk sebelum pengujian.
 - c. Pelaksanaan *Running Test* mengikuti jadwal operasi dan pemeliharaan dari Unit Kerja terkait.
 - d. Seluruh data hasil pengujian lapangan, *Commissioning* dan *Running Test* harus disetujui oleh Direksi dan Pengawas.
 - Pipa Transmisi/Distribusi
 - Bangunan sipil antara lain, *Valve*, *Thrust Block*, *Pipa Crossing*, *Tee*, *Reducer* dan *Bend*.
 - Aksesoris lainnya
 - Interkoneksi Pipa Transmisi dan Pipa distribusi
 - Aksesoris Pipa
 - *Flushing* dan *Commissioning Test*
 - Mutual Check 100% (MC100)

PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor dan Unit kerja terkait bersama-sama melaksanakan MC100 ketika seluruh pekerjaan telah selesai dilaksanakan.

- *Housekeeping*
 - Pelaksanaan pembersihan area kerja.
 - Penempatan barang bekas mengikuti petunjuk dari Unit Kerja terkait.
 - Keamanan barang bekas sepenuhnya menjadi tanggung jawab Kontraktor sebelum diserahkan terimakan oleh kepada pengawas dan Direksi Pekerjaan.
- Dokumentasi dan Pelaporan
 - Dokumentasi
Segala kegiatan persiapan, pelaksanaan, pengujian, *commissioning* dan *runing test*, dan *housekeeping* diwajibkan terdokumentasi berupa foto pelaksanaan kemajuan pekerjaan yang memuat nama pekerjaan, lokasi dan tanggal pengambilan dengan urutan sebelum pelaksanaan, sedang dalam pelaksanaan dan sesudah pekerjaan selesai. Dokumentasi paling sedikit sebanyak 4 (empat) kali pada setiap unit pekerjaan dalam rangkap 4 (empat) dan disampaikan kepada PERUMDA Tirtanadi. *Softcopy* dokumentasi tersebut harus diserahkan kepada PERUMDA Tirtanadi
 - Pelaporan
Segala aktivitas/kegiatan persiapan, pelaksanaan, hasil pengujian dan *housekeeping* harus tercatat dengan bentuk laporan harian dan mingguan beserta lampirannya yang menggambarkan kemajuan pekerjaan, dan telah disetujui oleh pihak PERUMDA Tirtanadi.
 - a) Uraian mengenai kemajuan kerja yang sesungguhnya dicapai menjelang akhir minggu.
 - b) Jumlah personil yang bertugas selama minggu tersebut.
 - c) Material dan barang-barang serta peralatan yang disediakan.

- d) Kondisi cuaca.
- e) Pada waktu penyerahan hasil pekerjaan dari Kontraktor kepada PERUMDA Tirtanadi, Pihak Kontraktor wajib menyertakan:
 - f) Gambar selesai pekerjaan (*as built drawing*) dalam bentuk *softcopy* (CD format DWG) dan *hardcopy*;
 - g) Sertifikat atau hasil pengujian pabrik (*factory test result*);
 - h) Buku petunjuk (*instruction manual book*) yang berisi petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan serta daftar suku cadang (*spare parts list*) dan aksesoris;
 - i) Surat Garansi atau *Certificate of Guarantee*;
 - j) Surat tanda keaslian produk pabrik yang menyebutkan tentang *Certificate of Manufacture* yang dikeluarkan oleh principal (pabrik), yang menyebutkan bahwa mesin/peralatan ini diproduksi di pabrik tersebut serta waktu pembuatannya;
 - k) Laporan hasil pengujian, *commissioning dan runing test*.

e. Uji Hidrostatik

Pipa-pipa yang telah terpasang, selanjutnya harus diuji tekan dengan *Hydrostatic Test*. Pengetesan ini dimaksudkan untuk menguji pemasangan pipa dari kebocoran, agar pipa yang terpasang itu betul-betul terpasang dengan baik dan tidak bocor, bukan uji mutu dari pipa karena uji mutu pipa biasanya dilakukan di uji laboratorium. Pengetesan pipa dilaksanakan sebagai berikut :

- Pengetesan pipa harus dilakukan dengan memakai air bersih.
- Lama pengetesan pipa tergantung spesifikasi teknis yang ada, biasanya sekitar 2 atau 3 jam.
- Tekanan uji / test biasanya dicantumkan dalam spesifikasi teknis, untuk pipa PVC sekitar 8 – 9 kg/cm² (8-10 bar), tergantung juga pada kelas pipa yang dipakai dan zona jaringan.
- Panjang pipa yang dites hidrostatik sekitar 500 m, atau ditentukan lain dalam spesifikasi teknis. Hal ini antara lain untuk mempermudah dalam pelaksanaan dan monitoringnya. Bila dalam suatu pengetesan beda tinggi dari (dua) ujung pipa yang dites lebih dari 80% dari

tekanan yang diminta, maka panjang pipa yang dites harus dibagi 2 segmen (2 bagian), agar pengetesan lebih akurat.

a) Ketentuan Umum

- Dilakukan Dilakukan setelah blok-blok penahan bantalan penahan dan konstruksi harus sudah berumur lebih 7 hari
- Pipa $< \varnothing 600$ mm, setiap bentang jalur diuji dengan air dengan tekanan 7.5 kg/cm²
- Pengujian harus disaksikan oleh direksi atau wakilnya
- Air yg digunakan untuk pengujian sesuai persetujuan direksi
- Jaringan pipa L>500 M dpt langsung diisolasi untuk diuji
- Semua peralatan pengujian tekanan hidrostatik diperiksa dan disetujui oleh tenaga ahli.
- Pada waktu pengujian tekanan hidrostatik pipa diperhatikan agar instrumen-instrumen dapat menahan tekanan uji tanpa timbul kerusakan pada elemen-elemennya.

b) Ketentuan Teknis

- Pengujian pada jalur pipa
Tekanan air akan diukur menggunakan manometer, ada dua kemungkinan yang akan terjadi yaitu tekanan berkurang dan lapisan pipa menyerap air, apabila tekanan berkurang maka disimpulkan terjadi kebocoran pada pipa. Apabila lapisan pipa menyerap air maka tekanan 24 jam, 1,5 x tekanan kerja.
- Pengujian pada sambungan
Setelah pekerjaan penyambungan dilaksanakan dilakukan pengujian *test bend*, apabila terjadi kerusakan maka bend harus dilakukan penggantian pipa dan dilakukan pekerjaan penyambungan kembali.

f. Desinfektan Pipa

Desinfeksi pipa diperlukan agar jaringan pipa yang telah terpasang ketika dialiri air bersih yang sudah melalui proses dengan *chlorinasi* di Reservoir

tidak tercemar oleh bakteri yang mungkin ada di dalam jaringan pipa yang baru terpasang. Proses desinfeksi pipa dapat dilakukan sbb :

- Jaringan pipa yang sudah terpasang di 2 (dua) ujung pipa ditutup dengan dipasang *accessories*, stop kran dll yang bisa memasukkan air di sisi yang satu dan di sisi yang lain bisa mengeluarkan air.
- Kemudian masukan air bersih yang sudah dicampur larutan desinfektan (*Chlorine*) dengan konsentrasi tertentu kedalam jaringan pipa tersebut dengan pompa sampai merata, kemudian diamkan selama 2 x 24 jam atau sesuai dengan yang tercantum dalam spesifikasi teknik. Setelah 2 x 24 jam keluarkan air dari dalam pipa, kemudian cek chlor di laboratorium, berapa sisa chlor-nya. Sisa chlor dari air yang sudah diproses desinfeksi harus cukup, bila sisa chlor adalah 0 (nol) berarti pipa masih belum bersih, harus diulang proses desinfeksi.

1.4.2. Syarat Tenaga Kerja

1.4.2.1. Syarat Umum

- Dalam melaksanakan pekerjaan Kontraktor wajib menyediakan tenaga kerja dalam negeri (Indonesia) yang memiliki keahlian, pengetahuan dan kemampuan dalam bidangnya sesuai dengan syarat- syarat yang ditentukan dalam perjanjian ini dan harus sesuai Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.
- Kontraktor wajib mempertanggungkan semua tenaga kerja borongan dan harian lepas yang bekerja untuk menyelesaikan pekerjaan ini dalam Asuransi Kecelakaan kerja dan Asuransi kematian dalam Program Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Ketenagakerjaan (BPJS).
- Dalam mempertanggungkan tenaga kerja, Kontraktor diwajibkan membayar iuran sesuai Peraturan Perundang-undangan yang berlaku terkait penyelenggaraan program jaminan sosial tenaga kerja harian lepas, borongan dan perjanjian kerja waktu tertentu pada sektor jasa konstruksi.
- Kontraktor wajib menjaga dan melaksanakan ketentuan-ketentuan tentang K3 bagi semua pekerja ketika melaksanakan pekerjaannya.

- Kontraktor wajib menghindari semua bahaya dan kerusakan lingkungan serta barang yang dapat timbul akibat pelaksanaan pekerjaan.
- Segala resiko atau kecelakaan yang menimpa pekerja yang melaksanakan pekerjaan ini, termasuk kehilangan, kerusakan dan/kebakaran yang mengakibatkan cacat dan/atau kerugian PERUMDA Tirtanadi dan pihak lainnya akibat pelaksanaan sepenuhnya menjadi tanggung jawab Kontraktor.
- Memahami cara kerja aman dalam pelaksanaan pekerjaan.
- Tidak mempunyai gangguan fisik dan mental yang mempunyai dampak langsung di dalam seluruh pekerjaan.
- Mampu untuk bekerja secara tim dan bisa berkoordinasi dengan tim lain

1.4.2.2. Spesifikasi Tenaga Kerja

1. Helper

Sehat secara fisik dan mental untuk melakukan pekerjaan di lapangan. Bisa berkoordinasi dan mampu memahami perintah kerja dari atasan di lapangan.

2. Teknisi

Berijazah minimal D3 Teknik atau setingkat, bersertifikat keahlian, bisa berkoordinasi, mampu membaca dan memahami gambar kerja serta terampil mempergunakan alatkerja termasuk mampu memahami kerja aman di lingkungan kerja serta dapat membuat laporan hasil pencapaian kerja pada atasan di lapangan.

3. Petugas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

- a) Bersertifikat K3
- b) Mampu menyusun prosedur dan instruksi kerja penerapan ketentuan K3
- c) Melakukan sosialisasi, penerapan dan pengawasan pelaksanaan program, prosedur kerja dan instruksi kerja K3
- d) Melindungi kesehatan tenaga kerja, meningkatkan efisiensi kerja, mencegah dan mengurangi terjadinya kecelakaan di tempat kerja dan lingkungan dalam berbagaiarah K3
- e) Memahami jenis-jenis bahaya yang ada di tempat kerja
- f) Dapat mampu mengevaluasi tingkat bahaya di tempat kerja dengan menyediakan alat keselamatan kerja

- g) Mengontrol terjadinya bahaya atau komplikasi sesuai undang-undang K3 dan detail pelaksanaan UU K3.
4. Supervisor Setara Ahli Muda
- a) Berijazah minimal Sarjana Teknik atau D3 Teknik yang dinyatakan dengan Ijazah Resmi dari Intitusi Akademik atau Universitas.
 - b) Cakap dalam keterampilan teknik pekerjaan, membaca drawing kerja, dan mampu untuk melakukan perubahan atau modifikasi perbaikan apabila diperlukan dengan terlebih dahulu mendapat persetujuan Direksi Pekerjaan.
 - c) Menguasai prosedur pengujian, alat kerja dan spesifikasi teknik alat yang digunakan dalam pekerjaan.
 - d) Mampu berkoordinasi dan cakap mengarahkan pekerja di lapangan
 - e) Mengikuti jadwal kerja dan memonitor progres pekerjaan dari waktu ke waktu.
 - f) Mampu memahami petunjuk, arahan, dan dapat berkoordinasi dengan PERUMDA Tirtanadi.
 - g) Bertanggung jawab khusus terhadap kualitas pekerjaan, lingkup pekerjaan, dan waktu pelaksanaan
5. Tenaga Ahli Lingkungan, Sipil dan Mekanikal Elektrikal
- a) Berijazah minimal Sarjana Teknik yang dinyatakan dengan Ijazah Resmi dari Perguruan Tinggi Negeri atau Perguruan Tinggi Swasta Terakreditasi BAN-PT.
 - b) Cakap dalam keterampilan teknik pekerjaan, membaca gambar kerja, dan mampu untuk melakukan perubahan atau modifikasi perbaikan apabila diperlukan dengan terlebih dahulu mendapat persetujuan PERUMDA Tirtanadi.
 - c) Menguasai prosedur pengujian, alat kerja dan spesifikasi teknik alat yang digunakan dalam pekerjaan.
 - d) Mampu berkoordinasi dan cakap mengarahkan pekerja di lapangan.
 - e) Mengikuti jadwal kerja dan memonitor progres pekerjaan dari waktu ke waktu.

- f) Mampu memahami petunjuk, arahan, dan dapat berkoordinasi dengan PERUMDA Tirtanadi.
- g) Bertanggung jawab khusus terhadap kualitas pekerjaan, lingkup pekerjaan, dan waktu pelaksanaan.

1.4.3. Pekerjaan-pekerjaan Sementara

Jalan masuk ke lokasi, termasuk pada sarana pelengkap lain seperti jembatan darurat dan sebagainya, yang bersifat sementara harus disiapkan oleh Kontraktor. Jika diperlukan jembatan-jembatan darurat maka Kontraktor harus merencanakannya dengan lebar minimal 3,50 meter dari kayu yang cukup kuat untuk menahan muatan gandar 5 ton, atau dengan perencanaan yang disetujui oleh pihak Direksi Pekerjaan. Kontraktor wajib memelihara sarana tersebut dan semua biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan tersebut menjadi tanggungan Kontraktor. Pada akhir pekerjaan, atas perintah Direksi, segala sarana tersebut kalau tidak dipergunakan lagi harus dibongkar, dirapihkan/kembalikan seperti keadaan semula atau seperti yang disyaratkan oleh Direksi.

Kontraktor harus membuat saluran-saluran untuk pembuangan semua air bekas dan sisa buangan dari pekerjaan-pekerjaan, termasuk pekerjaan sementara, yang ditimbulkan dimana saja. Cara pembuangan harus tidak merusak lingkungan setempat dan tidak mengganggu pihak-pihak yang mempunyai kepentingan terhadap tanah atau saluran/anak sungai dimana air bekas dan sisa buangan akan dibuang.

1.4.4. Penyediaan Air, Tenaga Listrik dan Lampu Penerangan

Alat yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan harus disediakan oleh Kontraktor, termasuk penyediaan peralatan dan perpipaan sementara untuk mengangkut air ke lokasi pekerjaan, sehingga tidak mempengaruhi lancarnya pekerjaan. Biaya untuk keperluan tersebut menjadi tanggungan Kontraktor. Kualitas air yang disyaratkan ditentukan pada bagian lain dari spesifikasi teknis ini.

Tenaga listrik yang diperlukan bagi pelaksanaan pekerjaan harus disediakan sendiri oleh Kontraktor dengan jenis dan kapasitas yang sesuai dengan pekerjaan yang akan dilaksanakan dan harus ada persetujuan dari Direksi. Penyediaan tenaga listrik tersebut termasuk pula kabel-kabel, alat-alat pengukur serta fasilitas pengaman yang

diperlukan pada lampu-lampu penerangan untuk menjamin lancarnya pelaksanaan pekerjaan.

1.4.5. Peralatan

Semua peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan ini harus disediakan oleh Kontraktor. Sebelum suatu tahapan pekerjaan dimulai, Kontraktor harus mempersiapkan seluruh peralatan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan tahap pekerjaan tersebut. Penyediaan peralatan ditempat pekerjaan, dan persiapan peralatan pekerjaan harus terlebih dahulu mendapat penelitian dan persetujuan dari Direksi. Tanpa persetujuan Direksi, Kontraktor tidak diperbolehkan untuk memindahkan peralatan yang diperlukan dari lokasi pekerjaan.

Kerusakan yang timbul pada sebagian atau keseluruhan peralatan yang akan mengganggu kelancaran pelaksanaan pekerjaan harus segera diperbaiki atau diganti hingga PERUMDA Tirtanadi menganggap pekerjaan dapat dimulai.

1.4.6. Penyediaan Material

1. Penyediaan Material

Kontraktor harus menyediakan sendiri semua material seperti yang disebutkan dalam daftar kuantitas (daftar rencana anggaran biaya) kecuali ditentukan lain didalam dokumen kontrak. Untuk material-material yang disediakan oleh PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor harus mengusahakan transportasi dari gudang yang ditentukan ke lokasi pekerjaan. Kontraktor harus memeriksa dahulu material-material tersebut dan harus bertanggung jawab atas pengangkutan sampai di lokasi pekerjaan. Kontraktor harus mengganti material yang rusak atau kurang akibat oleh cara pengangkutan yang salah atau hilang akibat kelalaian Kontraktor.

Semua peralatan dan material yang disediakan dan pekerjaan yang dilaksanakan harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan dalam dokumen kontrak. Nama produsen material dan peralatan yang digunakan, termasuk cara kerja, kemampuan, laporan pengujian dan informasi penting lainnya mengenai hal ini harus disediakan bila diminta untuk dipertimbangkan oleh PERUMDA Tirtanadi. Bila menurut pendapat PERUMDA Tirtanadi hal-hal tersebut tidak memuaskan

atau tidak sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan dalam dokumen kontrak, maka harus diganti oleh Kontraktor tanpa biaya tambahan.

Semua peralatan dan material harus disuplai dengan urutan dan waktu sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan dengan memperhitungkan jadwal waktu untuk pekerjaan lainnya.

2. Contoh-contoh Material

Contoh-contoh material harus segera ditentukan dan diambil dengan cara pengambilan contoh menurut standar yang disetujui Direksi dan Pengawas. Contoh-contoh tersebut harus menggambarkan secara nyata kualitas material yang akan dipakai pada pelaksanaan pekerjaan.

Contoh-contoh yang telah disetujui Direksi dan Pengawas harus disimpan terpisah dan tidak tercampur atau terkotori yang dapat mengurangi kualitas material tersebut. Penawaran Kontraktor harus sudah termasuk biaya yang diperlukan untuk pengujian material.

Jika dalam spesifikasi teknis ini tidak disebutkan harus menggunakan material-material dari jenis atau merek tertentu, maka Kontraktor harus meminta petunjuk Direksi untuk menentukan jenis atau merek material yang baik dan diperbolehkan untuk digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan ini. Kontraktor dapat mengganti dengan produk atau merek lain yang sekurang-kurangnya mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas yang ditentukan dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

1.4.7. Perlindungan Terhadap Cuaca

Kontraktor, atas tanggungan sendiri dan dengan persetujuan Direksi dan Pengawas terlebih dahulu, harus mengusahakan langkah-langkah dan peralatan yang diperlukan untuk melindungi pekerjaan dari bahan-bahan serta peralatan yang digunakan agar tidak rusak atau berkurang mutunya karena pengaruh cuaca atau lingkungan.

1.4.8. Pematokan dan Tanda

1. Pematokan

Kontraktor harus mengerjakan pematokan untuk menentukan kedudukan dari patok bangunan sesuai dengan gambar rencana. Pekerjaan ini seluruhnya harus mendapat persetujuan Direksi dan Pengawas terlebih dahulu sebelum memulai

pekerjaan selanjutnya. Direksi dan Pengawas dapat melakukan revisi pemasangan patok tersebut bila dipandang perlu. Kontraktor harus mengerjakan revisi tersebut sesuai dengan petunjuk Direksi dan Pengawas.

Sebelum memulai pekerjaan pemasangan patok, Kontraktor harus memberitahukan kepada Pengawas sekurang-kurangnya 2 (dua) hari sebelumnya, sehingga Pengawas dapat mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan untuk melakukan pengawasan.

Pekerjaan pematokan yang telah selesai, diukur oleh Kontraktor untuk mendapat persetujuan Pengawas. Hanya hasil pengukuran yang telah disetujui Pengawas yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pembayaran pekerjaan. Kontraktor wajib menyediakan alat-alat ukur dengan perlengkapannya, juru ukur serta pekerja lain yang diperlukan oleh Pengawas untuk melakukan pemeriksaan/pengujian hasil pengukuran.

Semua tanda-tanda di lapangan yang diberikan oleh Direksi atau Pengawas atau dipasang sendiri oleh Kontraktor harus tetap dipelihara dari dijaga dengan baik oleh Kontraktor. Apabila ada yang rusak harus segera diganti dengan yang baru dan meminta persetujuan dari Direksi. Bila terdapat penyimpangan dari gambar rencana, Kontraktor harus mengajukan 3 (tiga) rangkap gambar penampang dari daerah yang dipatok tersebut.

Direksi dan Pengawas akan membubuhkan tanda tangan persetujuan dan pendapat/revisi pada satu copy gambar tersebut dan mengembalikannya kepada Kontraktor. Setelah diperbaiki, Kontraktor harus mengajukan kembali gambar hasil revisinya. Semua gambar-gambar yang telah disetujui harus diserahkan kepada PERUMDA Tirtanadi dalam bentuk asli dan 2 copy (dua) hasil reproduksinya. Ukuran dari huruf yang digunakan pada gambar tersebut harus sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi.

2. Tanda-Tanda

Ditempat-tempat yang dipandang perlu, Kontraktor harus menyediakan tanda-tanda untuk keperluan kelancaran lalu lintas. Tanda-tanda tersebut harus cukup jelas untuk menjamin keselamatan lalu lintas. Apabila pekerjaan harus memotong/ menyeberangi jalan dengan lalu lintas padat, Kontraktor harus

melaksanakan pekerjaan secara bertahap atau apabila dipandang perlu dilaksanakan pada malam hari. Segala biaya untuk keperluan tersebut harus sudah termasuk di dalam penawaran Kontraktor.

1.4.9. Program Kerja

1. Rencana Kerja
2. Pengumpulan data lapangan yaitu pengukuran ulang oleh kontraktor dan penyelidikan tanah pada lokasi-lokasi yang membutuhkan justifikasi ulang
3. Gambar-gambar Kerja

Gambar-gambar rencana untuk pekerjaan ini harus dibuat sendiri oleh Kontraktor dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari Dokumen Kontrak. Gambar-gambar tersebut adalah gambar-gambar yang paling akhir setelah diadakan perubahan-perubahan dan merupakan patokan bagi pelaksanaan pekerjaan. Kontraktor wajib melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar rencana dan spesifikasi. Tidak dibenarkan untuk menarik keuntungan dari kesalahan-kesalahan, kekurangan-kekurangan pada gambar atau perbedaan ketentuan antar gambar rencana dan spesifikasi teknis. Apabila ternyata terdapat kesalahan, kekurangan, perbedaan dan hal-hal lain yang meragukan, Kontraktor harus mengajukannya kepada PERUMDA Tirtanadi secara tertulis, dan PERUMDA Tirtanadi akan mengoreksi atau menjelaskan gambar-gambar tersebut untuk kelengkapan yang telah disebutkan dalam spesifikasi teknis. Koreksi akibat penyimpangan keadaan lapangan terhadap gambar rencana akan ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi dan disampaikan secara tertulis kepada Kontraktor.

Paling lambat 7 (tujuh) hari sebelum pelaksanaan pekerjaan, Kontraktor harus menyerahkan gambar kerja (*shop drawing*) kepada pihak PERUMDA Tirtanadi sebanyak 3 (tiga) rangkap, termasuk perhitungan-perhitungan yang berhubungan dengan gambar tersebut.

Gambar kerja untuk semua pekerjaan harus senantiasa disimpan di lapangan. Gambar-gambar tersebut harus berada dalam kondisi baik, dapat dibaca dan merupakan hasil revisi terakhir. Kontraktor juga harus menyiapkan gambar-gambar yang menunjukkan perbedaan antara gambar rencana dan gambar kerja. Semua biaya untuk itu menjadi tanggungan Kontraktor.

4. Ukuran-ukuran

Ukuran-ukuran yang tertera pada gambar adalah ukuran sebenarnya dan gambar tersebut adalah gambar ber-skala. Jika terdapat perbedaan antara ukuran dan gambarnya, maka Kontraktor harus segera meminta pertimbangan dari para ahli untuk menetapkan mana yang benar dan mendapat persetujuan dari PERUMDA Tirtanadi.

5. Pemberitahuan untuk memulai Pekerjaan

Kontraktor diharuskan untuk memberikan penjelasan tertulis selengkapnya apabila Direksi memerlukan penjelasan tentang tempat-tempat asal mula material yang didatangkan untuk suatu pekerjaan sebelum mulai pelaksanaan tahapan tersebut. Dalam keadaan apapun, Kontraktor tidak dibenarkan untuk memulai pekerjaan yang sifatnya permanen tanpa mendapat persetujuan terlebih dahulu dari Direksi dan Pengawas.

Pemberitahuan yang jelas dan lengkap harus terlebih dahulu disampaikan kepada PERUMDA Tirtanadi sebelum memulai pekerjaan, agar Direksi mempunyai waktu yang cukup untuk mempertimbangkan persetujuannya.

Pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan yang menurut Direksi penting, harus dihadiri dan diawasi langsung oleh PERUMDA Tirtanadi atau wakilnya. Pemberitahuan tentang akan dilaksanakannya pekerjaan-pekerjaan tersebut harus sudah diterima oleh Direksi dan Pengawas selambat-lambatnya 2 (dua) hari sebelum pekerjaan dilaksanakan.

6. Rapat

Apabila dipandang perlu, Direksi dan/atau Kontraktor dapat mengadakan rapat-rapat dengan mengundang Kontraktor dan Konsultan Pengawas serta pihak-pihak tertentu yang berkaitan dengan pembahasan dan permasalahan pelaksanaan pekerjaan. Semua hasil/risalah rapat merupakan ketentuan yang bersifat mengikat bagi Kontraktor.

7. Prestasi Kemajuan Pekerjaan

Prestasi kemajuan pekerjaan ditentukan dengan jumlah persentasi pekerjaan yang telah diselesaikan Kontraktor dan disetujui oleh Pengawas. Persentase pekerjaan

ini dihitung dengan membandingkan nilai volume pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap nilai kontrak keseluruhan.

Pembayaran akan dilakukan sesuai dengan prestasi kemajuan pekerjaan berdasarkan harga lump sum yang tercantum dalam kontrak.

8. Penyelesaian Pekerjaan

Pekerjaan harus mencakup seluruh elemen yang diperlukan walaupun tidak diuraikan secara khusus dalam spesifikasi teknis dan gambar-gambar, namun tetap diperlukan agar hasil pelaksanaan pekerjaan dapat berfungsi dengan baik secara keseluruhan sesuai dengan kontrak.

Kontraktor harus menguji hasil pekerjaan setiap bahan dan/atau secara keseluruhan sesuai dengan ketentuan spesifikasi teknisnya. Apabila dari hasil pengujian terdapat bagian pekerjaan yang tidak memenuhi syarat, Kontraktor dengan biaya sendiri harus melaksanakan perbaikan sampai dengan hasil pengujian ulang berhasil dan dapat diterima oleh PERUMDA Tirtanadi.

1.5. Mobilisasi dan Pembagian Tugas

Mobilisasi dan demobilisasi proyek adalah kegiatan mendatangkan ke lokasi (mobilisasi) dan mengembalikan (demobilisasi) alat-alat proyek sesuai spesifikasi yang ditentukan dalam dokumen lelang dengan menggunakan alat angkutan darat (*trailer/truck* besar). Dalam RKS mobilisasi pekerjaan sebagai berikut :

1. Mobilisasi demobilisasi bahan
2. Mobilisasi demobilisasi pekerja
3. Mobilisasi demobilisasi peralatan
4. Mobilisasi demobilisasi lokasi pekerjaan

1.6. Penerapan K3

1. Kontraktor wajib menerapkan HIRADC (*Hazard Identification Risk Assesment & Determing Control*).
2. Kontraktor wajib menerapkan JSA (*Job Safety Analysis*).
3. K3 diterapkan pada semua personil yang memasuki area pekerjaan.
4. Di lokasi pekerjaan harus diberi garis batas area kerja.

5. Orang yang tidak berwenang dan tidak ada kepentingan dengan proyek dilarang masuk ke dalam area pekerjaan.
6. Semua orang yang memasuki area pekerjaan diwajibkan lapor ke petugas keamanan dan harus menggunakan tanda pengenal.
7. Khusus tamu menggunakan tanda pengenal yang diberikan oleh petugas keamanan.
8. Tamu yang memasuki area proyek akan diberikan safety induction terlebih dahulu oleh petugas K3 dari Kontraktor.
9. *Safety Induction*
 - a. Penjelasan singkat dari Pengawas K3 (Personil yang ditunjuk oleh PERUMDA Tirtanadi) tentang K3 kepada seluruh pihak terkait dalam pelaksanaan pekerjaan.
 - b. Penjelasan yang diberikan adalah mengenai kondisi pekerjaan, tata tertib dan peraturan K3 yang berlaku dan harus dipatuhi para pihak.
10. *Morning Safety Meeting/Tool Box Safety Meeting*
 - a. Pertemuan singkat (10 - 15 menit) dilaksanakan pada pagi hari oleh Kontraktor sebelum pekerjaan dimulai.
 - b. Dihadiri oleh semua orang yang akan bekerja/melaksanakan pengawasan di lokasi pekerjaan. Materi pengarahan yang dibicarakan pada saat Tool Box meeting antara lain penggunaan alat pelindung diri, kondisi area kerja dan dalam potensi bahaya dari pekerjaan yang akan dilakukan serta tindakan pencegahannya, melaksanakan tata tertib proyek dll.

BAB 2

PEKERJAAN TANAH

2.1. Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan yang dimaksud adalah pekerjaan galian dan urugan untuk pemasangan pipa beserta bangunan pelengkapannya, galian untuk bak/chamber, pondasi jembatan, pemasangan pipa dinas,.

Pekerjaan ini meliputi semua pekerjaan pembersihan, penggalian, perataan, pengurugan, pembuangan tanah bekas galian/bongkaran pemadatan, pemasukan atau pengeluaran material dari dalam tanah dan pekerjaan tanah lainnya yang berhubungan dengan pekerjaan pemasangan pipa dan accessornya serta peralatan seperti yang ditentukan dan ditunjukkan dalam gambar. Pekerjaan tersebut juga harus mencakup perbaikan kembali jalan-jalan raya, jalan untuk pejalan kaki dan memasang perlindungan tebing serta saluran-saluran pengeringan.

2.2. Klasifikasi Bahan

Batu cadas didefinisikan sebagai material padat atau lapisan keras, yang menurut pendapat PERUMDA Tirtanadi hanya dapat dihancurkan dengan menggunakan bahan peledak, atau dengan pengeboran. Material dengan volume kurang dari 1.0 m, atau batu cadas yang dapat dihancurkan dengan Pneumatic Breaker tidak dianggap sebagai batu cadas dalam kontrak ini. Material tanah yang lain hendaknya diklasifikasikan sebagai tanah (atau tanah lunak). Keputusan PERUMDA Tirtanadi schubungan dengan klasifikasi tanah galian dianggap final dan mengikat.

Bila Kontraktor menjumpai material yang dianggap dapat diklasifikasikan sebagai "batuan" harus segera memberitahukan secara tertulis kepada PERUMDA Tirtanadi. Kelalaian untuk memberitahukan secara tertulis mengenai bahan galian akan dibayar berdasarkan klasifikasi "tanah".

2.3. Drainase dan Pengurasan

Kontraktor harus melaksanakan pengeringan dan pengurasan sebagaimana diperlukan untuk melaksanakan semua pekerjaan dalam keadaan kering.

Kontraktor bertanggungjawab untuk menentukan kapasitas air tanah yang akan dipompa yang dijumpai selama pekerjaan berlangsung. Kontraktor harus mempersiapkan, mengoperasikan, memelihara serta memindahkan, bila diperlukan, semua peralatan pompa dan peralatan-peralatan yang berkaitan dengan pekerjaan pengurusan tersebut termasuk perpipaan yang dipergunakan untuk mengalirkan air ke lokasi pembuangan.

Bila diperlukan, Kontraktor harus membuat saluran-saluran pengeringan untuk mengalirkan air dari galian. Setelah pekerjaan selesai, saluran-saluran tersebut harus ditutup kembali.

Dalam situasi apapun, Kontraktor harus mengambil langkah-langkah pencegahan terhadap erosi tanah dalam hal membahayakan penduduk, pekerjaan dan stabilitas bangunan yang terdapat di sekitar pekerjaan.

2.4. Kesalahan Galian

Overbreak berarti suatu galian yang berada di ligmjalur yang ditentukan. Kontraktor tidak akan menerima pembayaran atas penggalia atau pengurangan *overbreak*, atau tindakan tindakan yang diperlukan sebagai suatu konsekuensi dan *overbreak* tersebut. *Overbreak* yang terlanjur dilakukan harus ditutup kembali dengan biaya sendiri.

Penutupan *overbreak* harus menggunakan bahan galian yang disetujui Project Manager.

2.5. Pembersihan Lapangan

2.5.1. Umum

1. Jalur pemasangan pipa, sebelum digali harus dibersihkan dari segala tanaman, akar tanaman, jalan dan semua benda yang mungkin akan mengganggu kelancaran pelaksanaan pekerjaan penggalian dan pemasangan pipa.
2. Penebangan dan atau pemotongan pohon harus dilakukan setelah diperoleh persetujuan Pemilik Proyek & Pengawas Lapangan / Pemilik Proyek dan dinas pertamanan.

3. Kecuali untuk material atau konstruksi yang untuk sementara harus dipindah / dibongkar dan kemudian ditempatkan / dibangun kembali sesuai dengan kondisi semula, semua hasil bongkaran harus disingkirkan dan lapangan sesuai dengan ketentuan dan petunjuk PERUMDA Tirtanadi. d. Material atau konstruksi yang akan ditempatkan / dibangun kembali, hasil pembongkarnya harus disimpan dan dijaga agar kondisinya tetap baik.

2.5.2. Penyelamatan Bangunan/Struktur

1. Penggalian harus dilakukan secara cermat dan hati-hati agar struktur yang ada di permukaan dan atau di dalam tanah tidak terganggu atau rusak. Perhatian khusus harus diberikan terutama terhadap struktur yang ada di dalam tanah yang tidak diketahui lokasi dan posisinya dengan tepat. Kontraktor bertanggung jawab untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi akibat kelalaiannya atas beban biaya Kontraktor.
2. Semua struktur yang ada dipermukaan, dimana untuk sementara harus dibongkar, seperti taman, jalan, saluran dan lain-lain harus dibangun kembali sesuai dengan kondisi semula atas beban biaya Kontraktor.
3. Pohon-pohon besar yang tidak mungkin dapat ditanam kembali harus dihindarkan dari penggalian. Bila terpaksa, penebangan dilakukan setelah disetujui PERUMDA Tirtanadi/Pertamanan.
4. Apabila jalur pemasangan pipa harus memotong jalur minyak, gas atau struktur yang memerlukan pengamanan secara khusus dan ketat, Kontraktor harus mengambil langkah-langkah nyata yang dianggap perlu untuk mencegah terjadinya kerusakan, gangguan atau akibat lain yang menyebabkan kerusakan jalur atau struktur tersebut. Kontraktor kemudian harus mengambil langkah-langkah nyata pula yang dianggap perlu, apabila terjadi pencemaran oleh minyak dan gas atau apabila penggalian mengalami gangguan.

2.6. Penggalian

2.6.1. Umum

Kecuali bila ditentukan lain, penggalian meliputi semua pemindahan material apapun yang dijumpai, termasuk semua rintangan alam yang terdapat dalam pelaksanaan dan penyelesaian pekerjaan tersebut.

Kota Medan mungkin mempunyai kepentingan dalam pembuangan kelebihan tanah galian yang berasal dari jalan jalan.

Kontraktor harus memastikan apakah Kota Medan mempunyai kepentingan dalam pembuangan kelebihan tanah galian dan masukkan biaya-biaya tersebut kedalam biaya galian untuk perpipaan.

Pemindahan material tersebut di atas harus sesuai dengan jalur dan kemiringan seperti yang ditunjukkan dalam gambar atau ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi. Kontraktor harus mempersiapkan, memasang dan menjaga semua penopang dan memasang penyangga bila diperlukan untuk menopang sisi galian tersebut (turap); serta semua pemompaan, memperbaiki saluran, atau tindakan-tindakan lainnya yang diperbolehkan untuk memindahkan atau mengeluarkan air, termasuk pencegahan masuknya air hujan dan air limbah yang terdapat di lapangan. Sebelum melaksanakan penggalian, Kontraktor harus menyediakan rambu-rambu lalu lintas, pengaman galian, dan lain-lain yang diperlukan siang dan malam, sampai pekerjaan selesai.

Sebelum melaksanakan penggalian permanen, pekerjaan pengujian lubang (test pit) dilakukan lebih dulu untuk mengetahui/menghindari kerusakan utilitas didalamnya pada saat penggalian permanen.

2.6.2. Penggalian dengan Peralatan Mekanis

Sepanjang kemungkinan penggalian jalur pipa harus dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis (excavator dan sebagainya), penggalian dengan cara tersebut dilakukan sampai pada elevasi 0,200-0,300 m di atas elevasi rencana. Penggalian sisa setebal 0.200-0.300 m tersebut dilakukan dengan tenaga manusia.

Pada tempat-tempat khusus dimana peralatan mekanis tidak dapat dioperasikan. seperti pada pemotongan jalur minyak/gas, berbatasan dengan bangunan dan sebagainya, penggalian harus dilakukan dengan tenaga manusia atau peralatan mekanis sederhana.

2.6.3. Penggalian di Bawah Bangunan

Apabila diperlukan, penggalian di bawah hangman at di bawah botas yang dihan dalem gumber, hara dilakukan oleh Kontraktor ates perintah PERUMDA Tirtanadi. Penggalian teruk pengorges kembali akan dibayar sebagai pekerjaan tambahan berdasarkan harga satuan. Setelah penggalian demikian selesai, pengurug *ways* dilakukan sampai pede elevasi seperti ditunjukkan dalam gambar atau ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi. Pengurugannya hares sesuai dengan ketentuan dan persyaratan pekerjaan peng- ugan seperti diuraikan ayat 8 dan kepadatannya harus mencapai nilai 95% *Proctor*.

2.6.4. Penggalian pada Tanah Berbatu (Batuan)

Apabila pada saat penggalian berlangsung, di dalam atau di dasar jalur ditemukan batu/bataan besar, maka batu-batu bataan tersebut harus segera disingkirkan Pengambilan/pengangkatan harus dilakukan dengan peralatan mekanis sedemikian rupa sehingga diperoleh ruang tanpa gangguan sampai pada kedalaman tidak kurang dari 0,200 m di bawah elevasi dasar pipa. Apabila batuan tersebut tidak dapat disingkirkan, maka harus dibongkar! dipecah dengan bor atau alat lain yang sesuai dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi. Pembongkaran batu harus sampai pada kedalaman tidak kurung dari 0,200 m di bawah elevasi dasar pipa.

Material yang disingkirkan sampai pada elevasi yang diperlukan disi kembali dengan pasir atau bahan lain yang disetujui PERUMDA Tirtanadi, dan dipadatkan, atau dipasang pondasi khusus atas perintah PERUMDA Tirtanadi.

Penggalian dan pengurugan kembali seperti yang diuraikan di atas, apabila tidak tercantum dalam penawaran akan dibayar sebagai pekerjaan tambahan berdasarkan harga satuan pekerjaan tanah.

2.6.5. Penggalian pada Tanah Jelek.Lembek

Apabila dasar atau sebagian dasar jalur pipa berupa tanah yang kondisinya lebih rendah dari yang dipersyaratkan, atau tanah yang tidak stabil atau mengandung komponen-komponen yang tidak stabil, dan menurut pendapat PERUMDA Tirtanadi harus disingkirkan, Kontraktor harus menggali sampai pada kedalaman tidak kurang dari 0.500 m di bawah elevasi dasar pipa, dan membuangnya.

Penggalian dan pengurugan kembali yang demikian, apabila tidak tercantum dalam penawaran akan dibayar sebagai pekerjaan tambahan berdasarkan harga satuan pekerjaan tanah.

2.6.6. Penggalian Aspal

Apabila akan dilakukan pengupasan jalan, maka terlebih dahulu ditandai dengan cat/pilok, alat penggalian jalan (pemotong jalan) memakai *asphalt cutter*.

2.6.7. Penggalian untuk Jalur Pipa

Kecuali apabila ditentukan lain, penggalian jalur pipa harus merupakan galian terbuka. Dasar galian tersebut harus digali sesuai yang ditentukan pada gambar. Kedalaman galian harus selalu diukur dari ketinggian permukaan akhir atau seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Lebar dasar saluran tersebut harus seperti yang ditentukan dalam gambar, dan mengikuti standar yang ditetapkan oleh PERUMDA TIRTANADI.

Jika pipa ditanam pada jalur dengan ketinggian yang seragam harus dijaga dengan bantuan *boning Rod* dan *Sight rail* yang dipasang dengan baik dan tepat. Penggalian dengan peralatan mekanis hendaknya dihentikan pada elevasi 0.200-0.300 m di atas elevasi dasar yang direncanakan. Penggalian seterusnya sampai elevasi yang diperlukan dilakukan dengan tenaga manusia, sehingga memungkinkan pipa tersebut diletakkan pada landasan tanah yang kuat.

Bila terjadi penggalian yang berlebihan yang tidak diperintahkan oleh PERUMDA Tirtanadi, semua tanah galian harus dikeluarkan dan dasar galian harus diurug kembali sampai pada elevasi yang diperlukan dengan menggunakan pasir beton atau material lain yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi dan harus dipadatkan sampai ketebalan yang diperlukan. Kepadatannya harus mencapai nilai 95% *modified Proctor*. Pekerjaan demikian harus dilaksanakan oleh Kontraktor atas biayanya sendiri.

Panjang maksimum jalur penggalian yang diijinkan pada satu lokasi adalah 50 meter, atau panjang galian yang diperlukan untuk menempatkan sejumlah pipa yang dapat dipasang dalam satu hari atau sesuai dengan kondisi lapangan atau petunjuk PERUMDA Tirtanadi. Semua galian harus diurug, kecuali pada kedua ujungnya atau bila disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Apabila dinilai tidak praktis, pengurangan tidak perlu dilakukan setiap hari dan selanjutnya atas petunjuk PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor harus memasang plat baja yang cukup tebal untuk menopang lalu-lintas kendaraan yang melalui lokasi tersebut. Ketentuan ini berlaku pula bila pemasangan pipa dilakukan pada jarak kurang dari 10 m terhadap bangunan atau pada tempat-tempat lain yang menurut pertimbangan PERUMDA Tirtanadi diperlukan.

Pada penggalian yang berjarak 10 m dari lalu lintas atau pemukiman, lampu peringatan dan barikade harus dipersiapkan dan dijaga sesuai dengan persetujuan dari PERUMDA Tirtanadi.

Sebelum pelaksanaan penggalian, Kontraktor harus mengajukan metode kerja yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Pada kondisi khusus, seperti ada lapisan beton rigid, kedalaman galian tidak bisa mencapai standar yang ditetapkan, PERUMDA Tirtanadi berhak untuk merubah kedalaman dan ketinggian tanah menyimpang dari yang ditentukan dalam gambar, bila perlu. Kedalaman galian pada kondisi khusus diberlakukan untuk pipa diameter 300 mm dan harus mengikuti standar yang ditetapkan PERUMDA TIRTANADI

2.6.8. Penggalian pada Sambungan Pipa

Pada setiap sambungan, jalur penggalian harus diperlebar atau diperdalam dengan ukuran sesuai dengan gambar atau petunjuk PERUMDA Tirtanadi. Pelebaran penggalian diperlukan untuk mempermudah pekerjaan pemasangan sambungan pipa. Pelebaran jalur galian harus dimasukkan kedalam harga satuan penggalian pipa.

2.6.9. Penggalian untuk Struktur

Penggalian untuk semua struktur seperti bak katup, thrust block, pondasi bangunan dan lain-lain harus dilakukan sedalam 0,100 m di bawah elevasi dasar pondasi dan selanjutnya diselesaikan dengan menggunakan tangan dan diratakan. Hal ini harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari galian yang berlebihan. Bila penggalian terlalu besar, maka galian tersebut harus diisi kembali sampai pada elevasi yang diperlukan dengan pasir beton atau material lain yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi. Kontraktor harus menanggung semua biaya tersebut, tanpa dapat menuntut ganti rugi kepada PERUMDA Tirtanadi.

2.6.10. Penopang/Penyangga Galian

Kontraktor harus mengamankan stabilitas galian, baik dengan menggunakan peralatan penunjang untuk memperkuat dinding galian, sehingga menjaga keutuhan hasil galian, juga untuk struktur bangunan yang berdekatan dan juga untuk menjaga keselamatan pekerja terhadap resiko terluka atau cedera. Kontraktor harus mengadakan pengadaan bahan, dan bertanggung jawab dengan menyiapkan penunjang-penunjang dan memindahkannya bila diperlukan. Tidak boleh terdapat kayu-kayu atau penguat lainnya yang tertinggal dalam galian tanpa izin tertulis dari PERUMDA Tirtanadi.

Kontraktor bertanggungjawab penuh terhadap stabilitas dan efektifitas dari penyangga galian tersebut. Perhatian secara khusus harus diberikan terhadap kemungkinan tidak stabilnya tanah galian yang disebabkan karena hujan atau rembesan air tanah.

2.6.11. Pemotongan Tanah dan Pembentukan Kemiringan

Pekerjaan galian harus dikerjakan sesuai dengan ukuran dan ketinggian yang diperlihatkan pada gambar atau yang diinstruksikan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Ukuran yang diperlihatkan pada gambar tipikal harus digunakan untuk menghitung volume dan harga.

Atas persetujuan PERUMDA Tirtanadi bahan-bahan galian dapat digunakan kembali sebagai urugan untuk saluran, tempat parkir dan perkerasan.

Bahan-bahan yang digunakan harus diratakan dalam suatu lapisan tidak lebih dan 0,300 m dan setiap lapisan harus dipadatkan untuk mendapatkan kepadatan kering yang sudah distandarkan (95% *standar Procor*).

2.6.12. Penimbunan Bahan Galian

Kadang-kadang material galian ditimbun di sepanjang galian, yang tergantung pada pengurangan. Bila penimbunan sepanjang galian tidak memungkinkan atau atas petunjuk dan pejabat yang berwenang atau dari PERUMDA Tirtanadi, bahan-bahan galian harus diangkut ke lokasi penimbunan sementara yang telah ditetapkan, dan diangkut kembali ke lokasi semula sebagai bahan urugan setelah pekerjaan pemasangan pipa selesai dikerjakan. Bahan-bahan yang tidak digunakan kembali

harus ditimbun di tempat lain yang disetujui. Lokasi pembuangan harus ditetapkan oleh Kontraktor dan atas persetujuan PERUMDA Tirtanadi.

Pembayaran pekerjaan penimbunan dan pembuangan bahan galian sudah termasuk dalam pekerjaan tanah yang bersangkutan seperti diuraikan dalam penawaran (RAB). Khusus peraturan yang telah dikeluarkan oleh DPU/SDPU Provinsi Sumatera Utara bahwa bahan bekas galian tanah jalan harus diganti dengan pasir beton dan pasir urug atau material lain yang dipadatkan yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

2.7. Pengurugan

2.7.1. Umum

1. Pekerjaan pengurugan harus mencakup penyediaan, pengangkutan, pemasangan dan pemadatan semua material pengurugan untuk mengisi jalur pipa sampai pada elevasi yang diperlukan.
2. Pengurugan tidak boleh diisi langsung begitu saja di atas pipa.
3. Kecuali apabila ditentukan lain, bahan pengurugan harus dan bahan yang sudah dipilih dan disetujui oleh Pemilik Proyek, untuk jalan provinsi sesuai standar DPU PROVSU dan untuk jalan nasional sesuai standar Kementerian PU..
4. Pengurugan hanya bisa dilakukan setelah pekerjaan pemasangan pipa selesai, dan diperiksa serta disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Material yang tidak diijinkan untuk pengurugan adalah :

- a. Bahan dari rawa-rawa, atau genangan-genangan, tanah berlumpur,
- b. Mengandung tumbuh-tumbuhan, kayu atau sejenisnya yang dapat berakibat dekomposisi,
- c. Bahan-bahan yang dapat/mudah terbakar,
- d. Tanah lempung atau tanah hasil curian.
- e. Bahan bekas galian tidak dipakai lagi (dibadan jalan).

2.7.2. Bahan Pengurugan

Apabila tidak disebutkan dalam spesifikasi atau ditunjukkan dalam gambar, bahan untuk pengurugan ditentukan sebagai berikut :

Pasir

Material urugan untuk bedding & blankit, semua pasir alam yang tersusun dan butiran halus sampai kasar, tidak menggumpal, bebas dari kotoran, sampah, abu dan bahan-bahan lain yang menurut pendapat PERUMDA Tirtanadi akan sangat merugikan. Pasir tidak boleh mengandung tanah liat dan lempung lebih dan 5% berat seluruhnya, serta tidak boleh ada butir-butir yang lebih besar dari 2 mm.

Untuk semua galian di jalan raya pengurugan harus dilakukan dengan pasir batu (sirtu) atau material lain yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi dan perbaikannya mengikuti standard PROVSU.

2.7.3. Pengurugan Jalur Pipa

2.7.3.1. Pengurugan di Bawah Pipa (*bedding*)

Pipa harus dipasang pada kedalaman seperti ditunjukkan dalam gambar, dan diletakkan di atas lapisan pasir. Tebal lapisan untuk berbagai macam jenis tanah sebagaimana ditunjukkan dalam gambar. Lapisan pasir dipadatkan lapis demi lapis dengan ketebalan masing-masing tidak kurang dari 0,150 m. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan stamper mekanis atau manual sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi, sampai pada kepadatan minimum 95% dari standar Proktor. Pada tempat-tempat yang dianggap perlu oleh atau sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi, lapisan pasir akan diganti dengan kerikil atau bahan lain yang disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Di bawah lapisan pasir pada lokasi tanah buruk/tidak stabil dipasang filter sintesis dari bahan plastik.

2.7.3.2. Pengurugan Awal di Sekitar Pipa

Diatas lapisan sand bedding pengurugan dilakukan dengan pasir atau bahan terpilih lainnya yang disetujui oleh Pemilik Proyek. Pengurugan dilakukan sampai pada elevasi 0,200 m di atas pipa. Pengurugan dilakukan lapis demi lapis dengan tebal tiap lapis tidak lebih dari 0,150 m dan dipadatkan. Pemadatan dilakukan dengan stamper mekanis sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi sampai pada kepadatan minimum 95% dan standar proktor.

2.7.3.3. Pengurugan Akhir di Atas Pipa

Pengurugan dari 0,200 m di atas pipa sampai ke permukaan tanah asli dilakukan dengan pasir beton dan dengan cara yang sama seperti pada pengurugan di sekitar

pipa serta dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% standar proctor. Khusus untuk di badan jalan pengurugan mengikuti standard PROVSU

Dibawah berm, area parkir dan perkerasan, pengurugan dilakukan lapis demi lapis (ketebalan tidak lebih dari 0.300 m), dengan menggunakan material urugan yang sudah disetujui oleh Kontraktor

Pekerjaan pengurugan dinyatakan selesai bila galian telah diisi sampai 0,100 m di atas ketinggian asli dari tanah untuk menjamin adanya penurunan

2.7.4. Pengujian Kepadatan

Pengujian kepadatan dilakukan dengan cara-cara seperti ditunjukkan dalam SNI 17421989-F untuk pengujian kepadatan ringan untuk tanah (*Standar Proctor*), dan SNI 1743-1989-F untuk pengujian kepadatan berat untuk tanah (*Modified Proctor*). Pengujian dilakukan pada setiap lapis yang telah dipadatkan pada jarak dan lokasi pengujian setiap panjang 300 m.

Bila hasil pengujian menunjukkan tidak terpenuhinya persyaratan yang diperlukan, maka atas perintah PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor harus membongkar lapisan yang bersangkutan dan mengerjakan kembali sampai memenuhi persyaratan yang diperlukan atas beban biaya Kontraktor. Semua lubang uji harus segera diperbaiki oleh dan atas beban biaya Kontraktor.

Pembayaran pekerjaan pengujian termasuk bahan dan peralatan yang diperlukan sudah termasuk dalam pekerjaan tanah yang bersangkutan seperti diuraikan dalam penawaran (RAB). Khusus untuk galian di jalan raya harus mengikuti peraturan dan DPU/SDPU PROVSU.

2.7.5. Pengurugan di Sekeliling Dinding Bak

Bangunan pelengkap seperti *Bak Valve*, dll yang berada di taman / berm. pengisian bagian belakang dinding bak harus dengan tanah material sisa galian yang disetujui sesuai pasal 8.2 (untuk bangunan bak diluar badan jalan) dan diurug lapis demi lapis dengan ketebalan 0,150 m. Setiap lapis dipad kan dengan baik sampai mencapai permukaan tanah yang telah dikupas, dengan kepadatan kering mencapai 95% standar Proctor.

Pengurangan bagian belakang dinding tidak boleh dilakukan sebelum dinding- dinding tersebut cukup kuat untuk menahan tekanan dari belakang (tekanan) tanah). Khusus di badan jalan, pengurangan mengikuti standard DPU SDPU PROVSU.

2.8. Perbaikan Kembali Saluran Drainase/Buangan

Kontraktor harus memperbaiki semua saluran drainase, pelaksanaan pekerjaan tersebut harus mernuaskan PERUMDA Tirtanadi. Bila ada saluran terbuka akibat adanya pelaksanaan pemotongan, Kontraktor harus segera memasang pipa sementara yang diberi perlindungan secukupnya dengan rangka-rangka kayu yang melintang di atas galian untuk menjamin kelancaran aliran air dan untuk mencegah masuknya air ke dalam galian. Selama pengurangan, Kontraktor harus membongkar kembali pipa sementara tersebut dan penyangganya.

Setelah perbaikan selesai, saluran-saluran pembuangan tadi harus digali kembali dan dibangun sesuai dengan keadaannya semula dengan mempertahankan diameter, jalur, kedalaman, dan kemiringan. Bila jalur galian yang lama memotong jalur pipa haru, maka hal ini harus segera dilaporkan kepada Pemilik Proyek dan Kontraktor harus mengerjakannya sesuai petunjuk PERUMDA Tirtanadi. Tanpa membatasi tanggung jawab Kontraktor, Kontraktor harus segera memberitahu PERUMDA Tirtanadi mengenai setiap kerusakan fasilitas.

Pekerjaan tambahan sehubungan dengan saluran yang tidak diplester (unlined drain), harus sudah diperhitungkan dalam harga satuan untuk galian pada harga penawaran (BOQ).

2.9. Galian yang Memotong Jaringan Utilitas

Bila jalur galian memotong saluran telepon, atau kabel-kabel listrik, pipa air bersih, pipa air buangan, saluran buangan air hujan dan utilitas lainnya, Kontraktor harus membuat penguatan secukupnya dan melindungi pipa-pipa tersebut atau kabel-kabel yang melintas galian hingga memuaskan Pemilik Proyek.

Kontraktor harus mencari saluran-saluran ini dan memperbaiki kerusakan-kerusakan yang timbul hingga memuaskan Pemilik Proyek.

Kontraktor harus mengkoordinasikan dengan instansi terkait. Semua biaya yang timbul akibat hal tersebut akan menjadi tanggung jawab Kontraktor.

BAB 3

PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA, FITTINGS DAN ACCESSORIES

3.1. Lingkup Kerja

Kontraktor harus mengangkut dan memasang pipa beserta perlengkapannya secara lengkap sesuai dengan spesifikasi seperti yang ditunjukkan dalam gambar, sehingga sedemikian sehingga dapat diterima oleh PERUMDA Tirtanadi.

3.2. Peralatan yang Diperlukan

Sebelum melaksanakan pekerjaan, Kontraktor harus mengajukan persetujuan kepada PERUMDA Tirtanadi untuk penggunaan alat-alat yang akan dipakai seperti:

Alat pengangkatan (*Lifting Equipment*)

Alat pengangkutan (*Transportation Equipment*)

Alat pengujian (*Testing Equipment*)

Peralatan pelengkap lainnya.

3.3. Pengangkutan Pipa

Kontraktor harus mengangkut dan memindahkan pipa dan accessories-nya dari gudang PERUMDA TIRTANADI ke gudang milik Kontraktor atau sepanjang jalur lokasi pemasangan pipa. Semua resiko yang timbul akibat pengangkutan menjadi tanggung jawab Kontraktor.

Dalam hal pengangkutan pipa dari gudang ke lokasi pemasangan, Kontraktor harus memperhatikan syarat-syarat pengangkutan yang ditentukan oleh Pabrik atau PERUMDA Tirtanadi.

1. Peralatan Pengangkat

Kontraktor harus menyediakan peralatan pengangkat (*crane*), *tackal*, tali dan alat bantu lainnya yang sesuai di gudang dan di lokasi rencana pemasangan pipa. Peralatan pengangkat ini harus mempunyai kemampuan minimal dapat mengangkat berat 1 batang pipa dengan ND 1000 mm panjang 9 m (pipa baja) atau ND 1000 mm panjang 6.15 m (*steel cylinder concrete*).

Peralatan ini dimaksudkan untuk mengangkat pipa dari tempat penimbunan ke atas alat pengangkut (*trailer*) dan menurunkan pipa dari alat pengangkut

kesepanjang jalur pemasangan pipa dan untuk menurunkan pipa ke dalam galian, bila diperlukan.

2. Peralatan Pengangkutan

Peralatan pengangkutan yang dimaksud adalah untuk mengangkut pipa dari gudang ke lokasi sepanjang jalur pipa dengan memperhitungkan kondisi pipa dan jalan yang akan dilewati

Peralatan ini akan berupa *truck*, *trailer* atau alat berat lainnya yang sesuai dengan kondisi yang diperlukan.

Segala biaya yang timbul untuk keperluan pengangkutan pipa, termasuk retribusi, harus ditanggung oleh Kontraktor dan telah tercakup dalam harga satuan yang berkaitan dengan pekerjaan tersebut.

3.4. Pemeliharaan/Perjagaan Pipa dan Accessories

Kontraktor harus memelihara dan menjaga pipa-pipa dan perlengkapannya untuk mencegah timbulnya kerusakan atas pipa-pipa dan perlengkapannya dan menurunkan ke posisi yang benar serta meletakkan dengan sambungannya sampai pekerjaan selesai.

Pipa tidak boleh diletakkan langsung diatas muka tanah dan harus diberi penopang dari kayu atau material lain.

Kontraktor harus menggunakan, memelihara dan menjaga peralatan yang diperlukan dalam pemasangan pipa sedemikian rupa hingga kemungkinan terjadinya kerusakan dapat dihindari. Semua peralatan harus selalu dalam keadaan bersih dan terpelihara baik, serta siap pakai setiap saat diperlukan.

Kerusakan yang terjadi pada pipa dan perlengkapannya beserta peralatan yang diperlukan harus segera diperbaiki sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi. Apabila kerusakan yang terjadi sedemikian rupa hingga tidak dapat diperbaiki, atau karena hilang. Kontraktor bertanggung jawab untuk menggantinya. Biaya yang timbul akibat kerusakan dan/atau kehilangan tersebut di atas, harus ditanggung oleh Kontraktor.

3.5. Pemasangan Pipa

3.5.1. Umum

Kontraktor harus mengadakan dan menyediakan peralatan dengan jumlah dan macam yang cukup sesuai dengan yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan pipa beserta pelengkapannya. Peralatan tersebut harus selalu dalam keadaan terpelihara baik dan siap pakai pada saat diperlukan. Cara-cara yang digunakan untuk pemasangan pipa dan penggunaan peralatan tersebut harus sesuai dengan rekomendasi pabrik. Penyangga pipa harus dipasang untuk pemasangan pipa di atas tanah (*exposed*), baik hal itu ditunjukkan dalam gambar ataupun tidak.

Bagian dalam pipa dan perlengkapannya harus selalu dijaga kebersihannya dan dijauhkan dari benda-benda asing dan kotoran setiap saat, sejak sebelum pekerjaan pemasangan pipa dilaksanakan dengan cara menyumbat ujung-ujung pipa dengan kain pembersih atau sejenisnya. Pada akhir pekerjaan yang dilaksanakan setiap hari, setiap lubang dan ujung pipa yang terbuka dipasang sumbat yang rapat air.

Pipa harus dipasang sesuai dengan arah dan kemiringan seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Sebelum dipasang pada posisinya, arah dan kemiringan landasannya harus diperiksa dengan alat ukur.

Pada saat pemasangan, pipa dan perlengkapannya harus diperiksa terhadap kemungkinan adanya kerusakan/cacat. Pipa dan perlengkapan yang cacat, yang ditemukan sebelum, pada saat dan sesudah terpasang, harus diberi tanda; dan disingkirkan dari tempat pekerjaan dan kemudian diganti dengan bahan yang setara dan utuh.

Kontraktor harus mengikuti saran-saran teknis yang diberikan oleh pabrik, mengenai cara pemasangan dan membuat sambungan-sambungan. Minyak pelumas yang disarankan pabrik atau yang disetujui PERUMDA Tirtanadi harus digunakan Kontraktor. Dimana pabrik menyarankan pemakaian alat penyambung yang khusus, Kontraktor harus menggunakan alat-alat tersebut untuk pemasangan semua sambungan dengan pipa dari tipe yang dipersyaratkan. Semua sambungan harus kedap air. Pemilik Proyek berhak menghentikan pekerjaan pemasangan pipa apabila menurut pendapatnya jalur pipa dan elevasinya tidak benar serta prosedur pemasangannya tidak mengikuti petunjuk pabrik atau PERUMDA Tirtanadi.

3.5.2. Penurunan Pipa ke dalam Jalur Pipa

Semua peralatan dan fasilitas yang diperlukan harus disiapkan sebelumnya agar pekerjaan ini dapat dilaksanakan dengan mudah, aman dan sempurna.

Pipa dan perlengkapannya harus diturunkan ke dalam jalur pipa secara hati-hati dan cermat, supaya terhindar dari kerusakan. Untuk penurunan pipa. Kontraktor harus menggunakan peralatan yang sesuai, mesin pengangkat (*crane*) berkapasitas minimum yang dapat mengangkat pipa berdiameter terbesar yang akan dipasang dalam paket pekerjaan ini. Dalam hal apapun, penurunan pipa kedalam galian tidak boleh dengan dijatuhkan.

Apabila terjadi kerusakan, dalam waktu selambat-lambatnya 24 jam, Kontraktor harus melaporkan kepada PERUMDA Tirtanadi untuk memperoleh petunjuk atas perbaikannya, atau sama sekali harus diganti dengan yang baru.

3.5.3. Perletakan Pipa

Tindakan pencegahan harus diberikan terhadap adanya benda-benda asing yang masuk ke dalam pipa selama pipa dipasang pada jalurnya. Selama pelaksanaan pemasangan, tidak boleh ada kotoran-kotoran, alat-alat, lain-lain atau bahan-bahan lainnya yang dimasukkan ke dalam pipa.

Untuk setiap panjang pipa yang dipasang dalam galian, ujung spigot harus diletakkan tepat pada ujung *sleeve*. Untuk memasang dua pipa, ujung spigot harus ditekan cukup kuat ke dalam *sleeve*. Gasket yang sesuai harus digunakan untuk pekerjaan ini. Jarak minimum celah antara pipa ke pipa adalah 2 cm.

3.5.4. Ujung *Sleeve* menghadap Arah Pemasangan

Pipa-pipa harus dipasang dengan *sleeve/ socket/female* end menghadap ke arah pemasangan, kecuali ditentukan lain oleh PERUMDA Tirtanadi. Dalam hal pipa dipasang pada kemiringan 10% atau lebih, pemasangan harus dimulai dari bawah dan terus ke atas dengan ujung *socket* atau *sleeve* dan pipa ke arah naik.

3.5.5. Pemeriksaan sebelum Pemasangan

Semua pipa dan perlengkapannya harus diperiksa secara cermat dan teliti dan kemungkinan adanya retak-retak dan kerusakan lain, sebelum dipasang pada posisi yang benar. Ujung spigot harus diperiksa secara khusus karena bagian ini paling mudah rusak.

Pipa atau perlengkapan yang rusak agar dipisahkan untuk diperiksa PERUMDA Tirtanadi, yang akan memberikan petunjuk atas perbaikannya atau sama sekali menolaknya untuk diganti dengan yang baru.

3.5.6. Pembersihan Pipa dan Perlengkapan

Semua kotoran dan benda-benda asing yang menempel pada dinding bagian dalam, ujung pipa serta perlengkapan harus dibuang dan dibersihkan.

Ujung spigot bagian luar dan ujung sleeve bagian dalam harus dibersihkan dan dikeringkan dari kemungkinan adanya minyak dan gemuk sebelum pipa dipasang.

3.5.7. Pemasangan Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*)

Semua pipa PVC dan *fitting* harus disambung dengan baik sesuai dengan instruksi dari pabrik. Pelumas yang diusulkan dari pabrik atau disetujui PERUMDA Tirtanadi harus digunakan Kontraktor.

Pemotongan pipa dan pembuatan ujung-ujungnya harus menggunakan alat sesuai rekomendasi pabrik dan dengan cara-cara sesuai instruksi pabrik dan disetujui PERUMDA Tirtanadi.

Pipa PVC tidak boleh dipanaskan, dan juga pipa PVC tidak boleh melalui atau di cor dalam dinding beton.

3.5.8. Pemasangan Pipa GSP (*Galvanized Steel Pipe*)

Semua pipa dan fitting GSP harus disambung dengan baik sesuai instruksi dari pabrik. Semua sambungan harus menggunakan PTFE. Pemotongan pipa dan pembuatan ulir harus menggunakan alat yang sesuai dengan instruksi dari pabrik dan disetujui PERUMDA Tirtanadi (termasuk "*wrapping*"). Logam yang diekspos pada sambungan harus dilapis sesuai dengan Bab 7.2.1.

3.5.9. Pemasangan Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*)

Semua pipa HDPE dan fitting harus disambung dengan baik sesuai dengan instruksi dari pabrik atau disetujui PERUMDA Tirtanadi.

Pemotongan pipa dan pembuatan ujung-ujungnya harus menggunakan alat sesuai rekomendasi pabrik dan dengan cara-cara sesuai instruksi pabrik dan disetujui PERUMDA Tirtanadi.

3.5.10. Sambungan Pipa

3.5.10.1. Umum

Penyambungan pipa yang diuraikan pada spesifikasi ini harus mengikuti pada keperluan-keperluan yang sudah terdaftar berikut ini. Uraian rinci harus sesuai dengan pertunjuk pabrik dan PERUMDA Tirtanadi.

Penyambungan pipa seperti yang akan diuraikan dalam butir ini sudah termasuk semua perlengkapan yang diperlukan.

3.5.10.2. Sambungan Tekan (*Push-on Joint*)

Pipa-pipa yang digunakan masing-masing mempunyai ujung berbentuk spigot dan socket.

Setelah pipa dibersihkan, gelang karet dimasukkan ke dalam socket tepat pada kedudukannya. Tandai ujung spigot dengan garis melingkar sesuai panjang lekukan ujung socket. Spigot dan gelang karet harus dioleskan lemak.

Ujung spigot harus ditempatkan sedemikian sehingga kedua pipa sejajar, Kedua pipa harus didorong bersama-sama sampai batas yang dikehendaki.

Gelang karet harus dengan ukuran yang benar seperti yang disediakan oleh pemasok dan harus disetujui PERUMDA Tirtanadi.

3.5.10.3. Sambungan Mekanikal (*Mechanical Joint*)

Pipa-pipa yang digunakan masing-masing mempunyai ujung berbentuk spigot dan socket.

Sambungan pipa menggunakan gelang karet penekan yang dikunci dengan baut. Setelah dibersihkan dan ditaburi dengan bahan sabun, gelang penekan dipasang pada ujung spigot, kemudian ujung spigot dimasukkan ke dalam ujung socket yang dilengkapi dengan gasket dan baut dipasang dan dikencangkan.

Mur-mur yang letaknya bersebelahan dengan sudut 180° harus dikencangkan bergantian sedikit demi sedikit bagian per bagian, agar diperoleh tegangan yang merata pada seluruh bagian gelang penekan.

Semua mur dikencangkan dengan kunci (kunci momen yang memiliki alat pengukur kekuatan putar) dan semuanya dikencangkan sesuai dengan kekuatan putar dan standar yang dibuat oleh pabrik.

Pembelokan (*Deflection*) yang Diiijinkan.

Pipa-pipa dengan *fitting* dan perlengkapannya harus dipasang dan disambung dengan cermat dan teliti sesuai dengan jalur seperti ditunjukkan dalam gambar atau ditentukan PERUMDA Tirtanadi.

Apabila diperlukan, sambungan tanpa angkur dapat dibelokkan agar diperoleh jalur pipa dalam bentuk kurva dengan jari-jari yang panjang. Pada sambungan dengan angkur, tidak diperbolehkan adanya belokkan.

Besarnya sudut belokkan harus sesuai dengan ketentuan tersebut dibawah ini dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Tabel 3. 1. Ketentuan Sudut Belokkan

Diameter Nominal (DN)	100-150	200-300	400-500	600-700	800-1200
Pembelokkan maksimum	5°	4°	3°	2°	1°30'

3.5.10.4. Sambungan Tipe *Flens*

Kedua fiens yang akan disambung perlu dibersihkan. Pada permukaan kedua Hens dipasang packing (*rubber gasket*) atau elastomer untuk mencegah kebocoran dan agar sambungan lebih fleksibel. Kemudian baut dan mur dipasang dan dikencangkan.

Mur-mur yang diletakkan bersebelahan dengan sudut 180° harus dikencangkan bergantian sedemikian rupa agar diperoleh tegangan yang merata pada seluruh permukaan *Hens*. Semua baut dan mur sebelum dipasang harus diolesi gemuk terlebih dahulu.

Semua mur harus dikencangkan sesuai dengan kekuatan putar yang ditentukan dengan menggunakan kunci dinamometris (*dynometric key*). Kekuatan putar yang ditentukan berdasarkan standar yang dibuat oleh pabrik.

3.5.10.5. Sambungan Fleksibel

1. Umum

Sambungan fleksibel dan sambungan tipe yang lain harus dikerjakan dan dipasang dengan cara dan posisi yang benar seperti yang ditunjukkan dalam gambar atau atas petunjuk Pemilik Proyek atau sesuai dengan instruksi dan petunjuk pabrik.

Semua ujung bagian yang akan disambung harus dibersihkan lebih dahulu sebelum dikerjakan

2. *Tied Dismantling Joint*

Tied dismantling joint dipakai untuk penyambungan 2 *flens*.

Sambungan ini dipasang pada pipa-pipa yang tertanam di dalam 2 (dua) komponen struktur yang berbeda, atau pada tempat-tempat tertentu yang ditunjukkan dalam gambar dan/atau sesuai dengan petunjuk PERUMDA Tirtanadi.

Penyimpangan arah, kontraksi, ekspansi dan perubahan posisi sambungan harus dicegah sebelum pemasangan selesai

Untuk mencegah terjadinya perubahan posisi tersebut, Kontraktor harus mengambil langkah-langkah yang dianggap perlu pada saat komponen-komponen sambungan tersebut sedang diangkat, diturunkan ke dalam jalur pipa dan selama pemasangannya.

Selama pemasangan, Kontraktor tidak boleh membongkar atau menyingkirkan setiap struktur penguat atau pelindung.

3. Sambungan Gibault (*Collar*)

Setelah dibersihkan dan diolesi bahan pelumas pada akhir ujung spigot sambungan termasuk gelang penekan, gasket elastomer dan slongsong (*stradding ring*) harus dipasang.

Kedua ujung spigot dipertemukan pada posisi yang benar, semua fitting distel dan dikunci dengan baut dan mur.

4. Sambungan Beda Diameter (*Vicking Johnson Connection*)

Berlaku untuk penyambungan 2 (dua) buah spigot dengan diameter berbeda. *Fitting* penyambungan berupa potongan pipa dengan kedua ujungnya dipotong berbentuk spigot yang dipasang dengan panjang 1 m. Sambungan ini sama dengan sambungan *collar*. Hanya selongsongnya terdiri dari 2 (dua) bagian yang dipasang pada spigor dengan pengunci baut dan mur.

5. *Flange Adaptor*

Berlaku untuk penyambungan liens dan spigot. Setelah dibersilikan, pada ujung spigot dipasang gelang penekan, gasket dan selongsong. Ujung spigot

dan "lens ditemukan pada posisi yang tepat kemudian semua fitting di stel dan dikunci dengan baut dan mur.

3.5.10.6. Sambungan Las untuk Pipa Baja

1. Umum

Pengelasan pada sambungansambungan untuk pipa baja harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam SNI 07-0049-1987 atau SNI 07-3032-1992. Kerusakan pada lapisan pelindung dan lapisan dalam harus diperbaiki sebagaimana disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Bila pengelasan dikerjakan di dalam galian, galian tersebut perlu diperlebar secukupnya untuk memberikan ruang kerja yang cukup selama pengelasan dikerjakan.

Banyaknya pipa yang disambung dan dilas harus sesuai dengan metoda pemasangan pipa dalam galian dan harus mengikuti petunjuk PERUMDA Tirtanadi Penyambungan dengan las harus dengan tipe *sleeve welding*.

Pengelasan yang telah selesai harus diuji dengan menggunakan penetransi atau cara lain yang disetujui oleh Pemilik Proyek Pengelasan pada pipa baja yang dipasang pada jembatan pipa dan belokan, harus diuji secara khusus pada setiap sambungan dengan menggunakan metoda *radiographic* kecuali ditentukan lain oleh PERUMDA Tirtanadi

2. Syarat dan Kualifikasi Tukang Las

Kontraktor harus menyerahkan pengalaman terakhir dan kualifikasi dari tukang las yang diusulkan untuk disetujui PERUMDA Tirtanadi.

Tukang las tersebut harus mempunyai pengalaman dan kualifikasi yang cukup untuk pekerjaan tersebut dan harus mempunyai sertifikat yang dikeluarkan antara lain oleh "Program Kursus Pertamina - *Bechtel*" atau badan lain yang diakui seperti Succofindo atau sertifikat yang sesuai dengan BS 4872 Bagian 1 dan mempunyai kualifikasi kesulitan G.5. Untuk pengujian tukang las dilapangan dan hasil harus bisa diuji di laboratorium yang ditunjuk. Biaya pengelasan tersebut harus termasuk dalam harga satuan.

3. Batang Las dan Mesin Las

Batang las harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam BS 639 atau yang setara dengan sifat mekanis yang lebih besar dari sifat-sifat minimum yang disyaratkan dan lebih besar dari material dasar pipa. Batang las yang menyerap air tidak boleh digunakan dan rata-rata kelembaban tidak boleh lebih dari 2.5% untuk illuminated rod dan 0.5% untuk *low hydrogenous rod*. Sebelum menggunakan batang las, Kontraktor harus menyampaikan contoh bahan tersebut untuk mendapatkan persetujuan dari PERUMDA Tirtanadi. Mesin las harus dari jenis DC are welding *machine* dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

4. Penyiapan ujung pipa

Pipa baja yang disediakan oleh Pemilik Proyek sudah mempunyai ujung-ujung spigot dan sleeve yang dipersiapkan di pabrik. Pipa baja akan dipotong dengan menggunakan metoda yang memerlukan ujung pipa yang rata. Ujung-ujung yang dipotong harus dilaksanakan sesuai dengan AWWAC 200-97.

5. Pengelasan

Sebelum pekerjaan pengelasan dimulai, permukaan yang miring harus dibersihkan dari semua kotoran, minyak dan karat-karat dengan menggunakan gerinda dan sikat kawat. Selama pekerjaan pengelasan berlangsung, pengelasan harus dilaksanakan secara terus menerus dari bawah sampai atas pipa dan kecepatan putar dari mesin las harus dijaga selalu tetap. Selama pengelasan dikerjakan di lapangan, Kontraktor harus melindungi pekerjaan dan iklim seperti hujan, temperatur, kelembaban dan angin. Pekerjaan pengelasan tidak boleh dikerjakan dalam kondisi seperti di atas tanpa adanya perlindungan atau persetujuan dari PERUMDA Tirtanadi.

6. Test NDT terhadap Sambungan Las

Sambungan las pipa baja tertentu harus ditest dengan cara NDT (*Non Destructive Test*) yaitu dengan *Penetrant Test*. Test harus dikerjakan oleh kontraktor atau perusahaan pemeriksa uji dan disetujui oleh Tim PERUMDA TIRTANADI.

Kontraktor harus menyerahkan nama perusahaan pemeriksa tersebut yang dilengkapi pengalaman terakhir dan informasi lainnya yang diperlukan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Test terhadap sambungan-sambungan las harus dikerjakan sesuai dengan cara *test radiographic* untuk baja las, atau standar lain yang dapat diterima oleh PERUMDA Tirtanadi.

Apabila hasil tes menunjukkan mutu las di bawah standar, Kontraktor harus mengulang pengelasan dan pengetesan kembali atas biaya sendiri sampai hasil yang diperoleh dapat diterima oleh PERUMDA Tirtanadi.

Non Destructive Test (NDT) terhadap sambungan las, diperkirakan 50% dari jumlah seluruh sambungan dan biayanya harus sudah termasuk didalam harga satuan. Lokasi test akan ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Sambungan dengan pipa yang ada harus diperhatikan bahwa konstruksi sambungan tersebut harus diberi isolasi agar *catodic protection* tidak merambat ke arah pipa yang ada.

Setelah setiap sambungan telah selesai dilas dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi, harus diberi lapisan sesuai dengan sub pasal 7.2.

3.5.10.7. Penyambungan *Butt Fusion*

1. Umum

Penyambungan *butt fusion* adalah proses termofusi yang melibatkan pemanasan secara bersama di kedua ujung pipa yang akan disambung sampai kondisi leleh tercapai pada kedua ujungnya. Lalu kedua ujung pipa di gabung pada tekanan tertentu untuk waktu tertentu sehingga terbentuk sambungan yang senyawa.

Hasil penyambungan pipa harus tahan terhadap gaya tarik dan mempunyai kekuatan yang sebanding dengan pipa.

Metode penyambungan jenis ini membutuhkan alat pemanas elektrik untuk dapat mencapai suatu temperature tertentu yang digunakan untuk jenis pipa dari bahan PE 80 dan PE 100 untuk ukuran 90 mm keatas dengan SDR yang sama.

2. Peralatan

- Generator, digunakan untuk memberikan daya listrik kepada plat pemanas, pemotong dan pompa hidrolik
- Mesin butt fusion dilengkapi dengan pengencang pipa, pemotong, plat pemanas, pompa hidrolik dan pengatur waktu.
- Roda penyangga pipa
- Tenda pengelasan
- Alat pembersih, kain katun atau handuk kertas (*tissue*) Mat ukur sambungan
- Termometer digital untuk memeriksa suhu plat pemanas Pipa dan penutupnya
- Papan landasan
- Pemotong pipa
- Termometer temperatur udara
- Spidol
- Alat pengukur waktu

3. Metode Penyambungan

Pemeriksaan Awal

Sebelum dimulainya pengelasan, di lakukan pemeriksaan sebagai berikut:

- Adanya bahan bakar yang cukup di generator dan dalam keadaan benar-benar berfungsi sebelum di hubungkan ke mesin.
- Perlengkapan mesin dan pompa hidrolik berfungsi dengan baik
- *Heater plate* (plat pemanas) dalam keadaan bersih dan lakukan pembersihan apabila sebelumnya sudah digunakan
- Siapkan tenda untuk memberikan perlindungan selama pekerjaan dilakukan.
- Perlengkapan mesin harus lengkap dan tidak rusak
- Anda harus mengetahui langkah-langkah penyambungan yang benar dan pipa yang akan disambung.

- Plat pemanas harus pada temperatur yang benar (sambungkan plat pada sumber listrik dan biarkan selama 20 menit pada kondisi temperatur yang disarankan).
- Untuk membersihkan kotoran pada plat pemanas bisa dicuci pada saat dingin dengan sedikit air yang cukup sebelum memulai penyambungan. Gunakan bahan yang bersih yang tidak meninggalkan bekas. Untuk membersihkan kotoran lapisan minyak atau pelumas harus menggunakan kain dan bahan pembersih yang sesuai. Seperti *ISO PROPANOL*.
- Periksa dan pastikan bahwa pipa-pipa dan/atau fitting- fitting yang akan disambung mempunyai ukuran diameter. SDR dan bahan yang sama.

4. Prosedur Penyambungan

- Tempatkan pipa pada (*clamp*) penjepit dimana ujung pipa berhadapan dengan plat pemotong dalam posisi lurus.
- Luruskan dan ratakan posisi seluruh komponen dengan *roller*.
- Kencangkan clamp (penjepit) untuk memegang dan membulatkan kembali pipa
- Tutup ujung pipa yang terbuka untuk mencegah pendinginan plat oleh masuknya udara ke bagian dalam pipa
- Nyalakan alat pemotong dan geserkan klem pipa perlahan sehingga ujung pipa tepat berhadapan dengannya sampai terjadinya pemotongan permukaan pipa yang kontinyu.
- Jaga agar alat pemotong tetap menyala sementara clamp (penjepit) dibuka untuk menghindari terjadinya pemotongan permukaan
- Angkat lat pemotong perlahan dan hindarkan permukaan pipa
- Bersihkan sisa potongan dari mesin dan pipa



Gambar 3. 1. Proses Penyambungan Pipa

- Periksa bahwa kedua permukaan sudah rata. Jika tidak, ulangi proses pemotongan
- Dekatkan kedua pipa dan periksa tidak adanya celah antara permukaan potongan



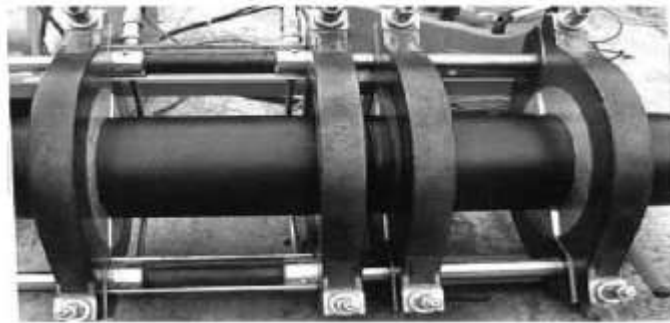
Gambar 3. 2. Proses Penyambungan Pipa

- Maksimum selisih diameter yang diijinkan adalah:
1,00 mm untuk pipa ukuran 90 mm s.d. 315 mm
2,00 mm untuk pipa ukuran 316 mm s.d. 800 mm
Jika ketidaksesuaian tersebut lebih besar dari batas tadi maka pipa harus diluruskan lagi dan dipotong lagi.
- Buka dan kemudian tutup clamp dan perhatikan tekanan Tarik yang dibutuhkan untuk menggerakkan pipa bersama-sama secara hidrolis. Tekanan tarik adalah ukuran tekanan minimal yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya gesek akibat tarikan kerja mesin dan berat pipa/*fitting* yang sedang disambung.
Catatan: Tekanan tarik (kPa) harus diperkirakan secara tepat sebelum pembuatan sambungan dan harus ditambahkan tekanan ram dasar yang ditunjukkan pada mesin.
(Apabila yang digunakan mesin las otomatis, maka pekerjaan ini akan terlaksana secara otomatis).



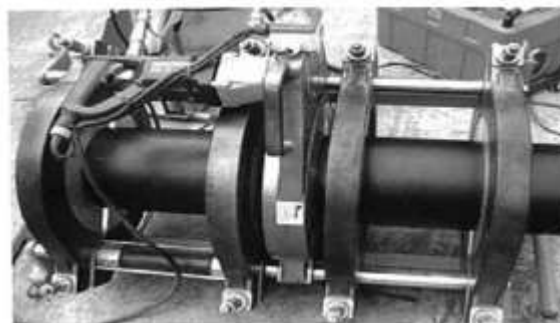
Gambar 3. 3. Lempengan Pemanas pipa HDPE

- Pindahkan lempengan pemanas dari tempat pelindungnya. Periksa bahwa plat tersebut bersih dan baik suhunya.
- Tempatkan plat pemanas pada mesin dan tutup clamp supaya bagian permukaan yang akan disambung menyentuh lempengan. Gunakan sistem hidrolik dengan menggunakan tekanan yang ditentukan sebelumnya.
- Jaga tekanan yang dipakai sampai pipa mulai meleleh dan lelehannya merata 1-6 mm terbentuk tiap 4130 untuk pipa PE.



Gambar 3. 4. Proses Penyambungan Pipa

- Setelah lelehan awal muncul, tekanan pada sistem hidrolik harus dilepas supaya pencatat tekanan tercatat nol dan tekanan tarik sedemikian sampai pertumbuhan lelehan terkontrol selama waktu pemanasan. Periksa bahwa pipa tidak bergeser posisinya di clamp dan ujung pipa harus terus dijaga agar kontak dengan plat pemanas.
- Setelah pemanasan selesai, buka klem dan pindahkan plat pemanas pastikan bahwa plat tidak menyentuh permukaan yang meleleh.
- Segera tutup klem (dengan 8 sampai 10 detik dari pemindahan plat) dan rekatkan permukaan yang sudah meleleh bersama pada tekanan yang sudah ditentukan sebelumnya



Gambar 3. 5. Proses Penyambungan Pipa

- Jaga tekanan yang dibutuhkan untuk waktu pendinginan minimal sesuai yang diindikasikan pada table.
- Setelah itu pipa yang disambung bisa dipindahkan dan mesin tapi tidak boleh dipindahkan untuk periode berikutnya sama pada waktu pendinginan di atas.
- Periksa sambungan untuk kebersihan dan keseragamannya dan cek bahwa lelehan sesuai dengan batasan yang ditentukan.

5. Aturan untuk "*butt-fusion*"

JANGAN PERNAH

- Berusaha untuk menyambung pipa dengan SDR yang berbeda.
- Menyentuh ujung pipa yang sudah dipotong
- Membiarkan sisa potongan dibagian dalam pipa atau pada mesin pengelas.
- Membiarkan peralatan menjadi basah atau berdebu.
- Menggunakan mesin-mesin yang tidak direkomendasikan.
- Memindahkan pipa sebelum *cooling* time selesai.
- Mengizinkan operator yang belum ditraining untuk menggunakan peralatan penyambungan
- Tidak mengikuti prosedur
- Menyambung pipa dari bahan yang berbeda di lapangan.
- Menggunakan sebuah generator yang kapasitasnya tidak memadai

6. Pengetesan dan Uji Coba

- Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum pengetesan:

Sebelum pengetesan, instalasi harus dicek untuk memastikan semua kotoran dan bahan-bahan konstruksi dipindahkan untuk menghindari kontak dengan pipa-pipa dan *fitting-fitting*.

Semua *valve* harus ditempatkan pada posisi terbuka dan penempatan valve pada ujung pipa selama pengisian berlangsung.

- Pressure Testing

Air harus perlahan dialirkan ke jalur pipa sampai semua udara dikeluarkan dan jalur dan air mengalir dengan bebas pada ujung pipa. Lebih baik lagi

jika air dialirkan ke jalur pipa dari titik terendah untuk memudahkan pengeluaran udara.

Tekanan harus dinaikkan terus menerus secara bertahap ke jalur pipa tanpa dikagetkan. Sebuah tes tekanan dari 1.3 kali dari maksimum tekanan kerja harus diterapkan pada jalur pipa sampai 1000 meter panjang dan untuk test penempatan *valve*.

Tes tekanan pada situasi ini harus ditahan minimal 15 menit dan alat pencatat tekanan diperiksa jika terjadi penurunan tekanan. Selanjutnya, sambungan harus benar-benar di inspeksi secara visual untuk kemungkinan terjadinya kebocoran pada sambungan.

Waktu pengetesan jaringan selama 24 jam sampai 5 kg/cm² pada loger atau 7kg/cm² pada manometer. Segmen pengetesan pipa distribusi berikut pipa dinas dari clamp saddlesampai dop dengan tekanan sampai 5 bar atau 5 kg/cm² manometer pada Sifat elastis dari PE seperti yang diuraikan pada test tekanan, bisa menyebabkan pengembangan pada pipa dan volume perlu sedikit ditambah untuk mendapatkan bacaan tekanan yang tepat. Penambahan volume ini hanya 1% dan dapat diterapkan pada tekanan awal dan tekanan tersebut harus ditahan pada periode maksimum selama 1 jam atau untuk waktu yang diperlukan untuk mengadakan inspeksi di seluruh sambungan.

Sedikit penurunan tekanan lebih kecil dapat terjadi yang disebabkan oleh pemuaian pipa, walaupun demikian hal ini tidak mengindikasikan kebocoran pada jalur pipa.

3.6. Pemasangan Katup, *Accessories* dan *Fitting*

3.6.1. Umum

Katup, fitting, dan blind flange harus dipasang dan disambung pada pipa dengan cara yang disebutkan pada pasal 5 untuk pembersihan, peletakkan, dan komponen penyambungan pipa. Kontraktor harus melengkapi semua yang diperlukan untuk konstruksi bak katup, termasuk tutup.

Kontraktor harus menyediakan semua keperluan akan tenaga kerja, material dan peralatan dan lain-lain yang diperlukan sesuai keadaan lapangan, kecuali apa yang disediakan Pemilik Proyek, untuk pelaksanaan pemasangan katup katup beserta kelengkapannya seperti yang ditunjukkan dalam gambar dan/atau disebutkan dalam spesifikasi ini.

Katup-katup harus dipasang pada lokasi yang ditunjukkan dalam gambar, kecuali apabila situasi dan kondisi lapangan memerlukan pemindahan lokasi. Pemilihan lokasi bare ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi berdasarkan hasil survey dan pengukuran Kontraktor. Atas perubahan tersebut, Kontraktor harus membuat gambar kerja lengkap dengan program dan jadwalnya untuk diserahkan dan untuk mendapatkan persetujuan PERUMDA Tirtanadi.

Kerusakan atau cacat yang timbul pada katup-katup beserta kelengkapannya yang mungkin timbul harus diperbaiki dan diganti oleh Kontraktor. Semua biaya-biaya harus dibebankan pada Kontraktor.

3.6.2. Katup Udara (*Air Valve*)

Katup udara harus dipasang pada semua titik yang tinggi sesuai dengan gambar dan/atau yang ditentukan oleh Pemilik Proyek Bagian dalam dari katup udara harus dicek sebelum dipasang dan material yang terdapat di dalam harus dilindungi dengan dilepas terlebih dulu dan permukaan bagian dalam dan pengapung harus dibersihkan.

3.6.3. Katup (*Gate Valve* dan *Butterfly Valve*)

Metoda pemasangan katup harus mengikuti dan sesuai dengan instruksi dan petunjuk pabrik dan atas persetujuan PERUMDA Tirtanadi. Pemasangan pipa, katup dan kelengkapannya dilakukan setelah pengecoran lantai beton dan bak kontrol, kecuali apabila PERUMDA Tirtanadi berpendapat lain. Sebagian pipa dapat ditempatkan di dalam dinding bak pada kontrol.

Untuk menurunkan katup ke posisinya di dalam bak kontrol, harus digunakan katrol atau alat lain yang sesuai dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi. Pemasangan pada posisi yang benar harus dilakukan secara cermat dan hati-hati pada waktu katup masih tetap menggantung pada katrol.

Penyambungan katup ke pipa harus dilakukan sesuai dengan spesifikasi dan gambar atau instruksi dan petunjuk pabrik.

3.6.4. Pipa Penguras (*Wash Out*)

Pipa penguras harus dipasang pada semua titik yang rendah sesuai dengan gambar-gambar dan/atau seperti yang ditunjukkan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Pipa pengurasan tidak boleh dihubungkan ke pipa air kotor, dekat ke saluran air kotor atau metoda pemasangan lainnya yang dapat menyebabkan aliran kembali ke sistem distribusi

3.6.5. *Bend* dan *Fitting*

Sejauh memungkinkan, pipa harus dipasang lurus atau dengan lengkungan dengan radius yang besar. Bilamana perubahan arah yang mendadak tak dapat dihindari, maka harus dipergunakan bend. Pemasangan bend dan *fitting* sepanjang rute pipa sudah termasuk ke dalam harga satuan untuk biaya pemasangan pipa.

3.6.6. *Flens* Buta

Pada semua ujung pipa yang direncanakan untuk perluasan jaringan di masa mendatang harus dipasang *flens* buta seperti yang terlihat. Pemasangan flens buta termasuk dalam harga satuan untuk pemasangan pipa.

Konstruksi *flens* buta harus diberi isolasi agar *cathodic protection* tidak merambat ke arah pipa yang akan dipasang.

3.6.7. Bak

Bak katup harus merupakan konstruksi beton bertulang dengan ukuran dan jenis beton seperti yang ditentukan dalam gambar. *Flens* dan spigot yang melewati dinding bak harus dibersihkan dan disikat dengan sikat kawat sebelum dipasang.

Setelah dipasang, lubang *Flens* dan *Spigot* pada dinding bak katup harus diberi lapisan *grouting* seperti yang ditentukan dalam gambar agar lubang tersebut kedap air.

Konstruksi bak katup harus termasuk pengadaan dan pemasangan tangga masuk terbuat dan *galvanized pipe* yang harus dipasang pada setiap manhole sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar.

Tutup *mainhole* terbuat dari beton bertulang (pra cetak) dan dipasang sesuai dengan gambar dan tutup *mainhole* tersebut harus diletakkan diatas adukan semen sesuai dengan gambar atau atas petunjuk PERUMDA Tirtanadi. Katup harus dapat dioperasikan melalui penutup manhole yang dicor dalam beton.

Untuk lokasi dibawah jalan digunakan tutup manhole dari beton bertulang pra cetak. Tutup *mainhole* sesuai dengan gambar dan spesifikasi Tutup *mainhole* ini harus dapat menahan beban tes 40 ton. Tutup *mainhole* harus dipasang sesuai dengan gambar dengan menggunakan beton bertulang pra cetak

Untuk *valve* di dalam bak yang berfungsi sebagai *wash out*, dipasang *spindle* sebagai pengoperasian *valve* saat *flushing*.

3.6.8. *Start Pot (Surface Box)*

Start pot (surface box) harus terbuat dari besi tuang (*cast iron*) dan dapat menahan beban tes 40 ton. Ukuran tutup manhole kurang lebih 200 mm atau yang disetujui PERUMDA Tirtanadi, dengan kata 'PAM' tercetak di atas tutupnya. Diatas start pot dipasang beton pengaman segi empat sesuai standar PERUMDA TIRTANADI Slongsong untuk pengoperasian *valve* menggunakan bahan PVC *type AW 04"* Pada lokasi yang ditentukan PERUMDA Tirtanadi harus digunakan start pot dengan tipe PAVA box, dimana strat pot dapat dinaikkan ke atas untuk menghindari tertutup aspal jika dilakukan pelapisan ulang oleh DPU PROVSU.

3.7. Lapisan Pelindung

3.7.1. Umum

Semua pipa dan kelengkapannya telah diberi lapisan pelindung, baik untuk bagian luar maupun bagian dalam pipa. Lapis pelindung tersebut, yang karena cacat/rusak selama dalam pengangkutan, penimbunan sementara, pemasangan, harus diperbaiki dengan bahan yang sama dan cara-cara yang sesuai dengan instruksi dan petunjuk pabrik. Biaya yang timbul untuk perbaikan lapis pelindung tersebut menjadi beban biaya Kontraktor.

Pada lokasi yang ditunjukkan dalam gambar atau oleh PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor harus memasang pelindung khusus untuk pipa dan fitting. Pelindungan tersebut adalah *sleeving polyethylene* untuk pipa DCI dan *fitting*, untuk pipa STEEL adalah *wrapping tape* dan *primer coat* dan material anti korosi untuk baud adalah *denso mastic & pasta denso*.

3.7.2. Lapisan Pelindung Bagian Luar (*Coating*)

3.7.2.1. Lapisan Pelindung Luar untuk Pipa Baja

Pipa yang dipasang tertanam dalam tanah atau struktur, maupun yang terpasang di atas tanah, harus diberi lapis pelindung.

Dari pabrik semua bagian luar pipa diberi lapisan "*coaltar*" sesuai dengan AWWA 203-91 fitting sesuai AWWA 214-95 dan sambungan setelah pengelasan sesuai AWWA 209-95.

Lapis pelindung yang cacat/rusak harus diperbaiki oleh Kontraktor dan harus dikerjakan atas sepengetahuan dan sepersetujuan PERUMDA Tirtanadi. Dalam hubungannya dengan standar AWWA 209-95, biaya yang diperlukan baik material maupun upah harus dibebankan pada Kontraktor. Metoda perbaikan terhadap kerusakan pelapisan, sepanjang tidak disebutkan lain oleh instruksi dan petunjuk pabrik, harus dilakukan dengan persyaratan- persyaratan dan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Permukaan Pipa

Bagian-bagian pelapisan yang rusak harus dikupas/dibersihkan dengan *blasting* (semprotan) pasir atau bahan lain yang disetujui PERUMDA Tirtanadi, melebar sampai tidak lebih dari 0,100 m dari tepi bagian kerusakan. Sebelum lapisan *coating* dilebarkan, permukaan pipa harus dijaga tetap bersih, kering dan bebas dari karat, minyak, gemuk dan bahan-bahan lain yang dapat melekat pada permukaan pipa.

2. Primer

Kontraktor harus menambahkan material primer sebagai lapisan antikorosi dan berfungsi sebagai bahan perekat untuk *wrapping* tape dengan komposisi: bahan dasar bitumen dan zat pelarut beserta campuran resin dioleskan dipermukaan pipa yang telah dibersihkan.

3. *Wrapping* Tape

Bahan *wrapping* tape sebagai lapisan anti karat kedua yang terbuat dari bahan dasar bitumen diperkuat dengan bahan serat sintesis dan bahan pendukung luar terbuat dari PVC harus diaplikasikan.

Jembatan pipa keluar dari tanah + 0,100 m di *wrapping*

3.7.2.2. Lapisan Pelindung Luar untuk Pipa DCI

Lapisan luar dibagi kedalam 3 kategori yang berdasarkan pada 3 kategori sifat kimiawi tanah:

- Lapisan-lapisan standar yang cocok untuk sebagian besar jenis tanah: *metallic zinc+ bituminous paint* untuk pipa, *bituminous paint* untuk *fittings*, sesuai dengan NFA 48.852 dan ISO 8179.
- Pelindung tambahan untuk tanah dengan korosifitas tinggi *polyethylene sleeving*, sesuai dengan ISO 8180.
- Pelindung khusus untuk lingkungan dengan korosifitas sangat tinggi.

Setiap kasus harus dipelajari secara khusus.

Lapisan luar dasar yang rusak harus diperbaiki oleh Kontraktor dan dilakukan atas sepengetahuan dan seijin PERUMDA Tirtanadi.

Biaya yang diperlukan, material dan upah harus dibebankan pada Kontraktor sesuai dengan spesifikasi berikut :

1. Kerusakan kecil (daerah sedikit, "zine" tidak terkelupas).

Tidak ada perbaikan yang diperlukan

2. Kerusakan Besar

- Sikat perlahan-lahan untuk menghilangkan pasir.
- Keringkan permukaan dan lokasi dengan cara-cara yang sesuai (ditiupkan dengan minyak kering, udara bebas, gas *torch.dll*).

Dalam hal keadaan basah atau pipa akan digunakan segera, sangatlah penting untuk mengeringkan pipa pada temperetur 50°C dengan gas *torch* (terlalu panas untuk dipegang).

- Tambahkan lapisan melalui *criss-cross pas ves*, sampai pelapisan mencapai tahap yang tidak akan rusak, lapis ulang lapisan tersebut.
- Gunakan cat *bituminous* seperti "ENDOLAC 245 30 atau ENDOLAC 245, 30 SR (pengeringan cepat).

Bila *polyethylene sleeve* rusak, kerusakan tsb dapat diperbaiki dengan adhesive tape. Kerusakan besar, dapat ditutupi dengan *extra sleeving* dan *tape* yang sama, dimana harus cukup panjang untuk menutupi area yang rusak.

3.7.3. Lapisan Pelingung Bagian dalam Pipa

3.7.3.1. Lapisan Pelindung Bagian dalam untuk Pipa Baja

Lapisan pelindung yang digunakan adalah *cement mortar lining* dan diberi semprotan *furnace cement* sesuai dengan ISO 4179-1985 dan AWWA 205- 95. Perbaikan lapisan pelindung harus dilakukan oleh Kontraktor sesuai dengan standar di atas. Biaya (bahan dan upah) yang diperlukan dibebankan pada Kontraktor.

3.7.3.2. Lapisan Pelindung Bagian dalam untuk Pipa DCI

Lapisan pelindung yang digunakan adalah *cement mortar lining*, sesuai dengan NF A 48901, NF A 48-806, ISO 4179 atau AWWA C104-95. Perbaikan lapisan pelindung harus dilakukan oleh Kontraktor sesuai dengan standar diatas. Biaya (bahan dan upah) yang diperlukan dibebankan pada Kontraktor.

3.8. Material Anti Korosi

3.8.1. Umum

Semua material anti korosi harus digunakan sesuai petunjuk pabrik dan atau petunjuk PERUMDA Tirtanadi

3.8.2. Sambungan Mekanikal atau Sambungan dengan Baut, Mur dan Ring

Sambungan yang menggunakan baut, mur dan ring harus dilindungi terhadap korosi dengan menggunakan material anti korosi sesuai standard AWWA 209- 95.

3.8.3. Sambungan Ulir

Sambungan dari pipa atau baja harus dilindungi terhadap korosi dengan menggunakan material anti korosi yaitu komponen mastic dengan bahan dasar *petrolatum* dan dibungkus dengan *self adhesive PVC tape*.

Semua pelindung dimulai minimum 0,100 m sebelum sambungan dan berakhir minimum 0,100 m sesudah sambungan dengan menggunakan *compound mastic* dan diselubungi oleh tape dengan *overlap* minimum Pada awal dan akhir dari selubung tape harus *overlap* 100%.

3.9. Pengamanan Pipa

3.9.1. Pengamanan Pipa *Expose* Terbuka

Pipa yang terpasang terbuka (*exposed*) pada jembatan-jembatan pipa atau tempat-tempat lain seperti ditunjukkan dalam gambar atau ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi, harus diberi sarana pengamanan.

Pintu besi harus dipasang pada kedua ujung akhir jembatan pipa, dimana salah satunya dilengkapi dengan pintu yang dapat dikunci.

3.9.2. Pengamanan Pipa yang Tertanam

Pipa yang terpasang tertanam (*buried*) harus diberi sarana pengamanan berupa pemasangan tanda dari patok beton bertulang pada tempat yang disetujui PERUMDA Tirtanadi.

Patok-patok beton berukuran 20 cm x 20 cm setinggi 1,00 m dengan bagian yang tertanam sedalam 90 cm. Pada bagian atas patok diberi tanda kode dengan huruf dan/atau angka sesuai dengan petunjuk PERUMDA Tirtanadi. Tanda/kode dibuat dalam bentuk alur dan kemudian diberi dengan warna merah atau hitam sesuai dengan ketentuan PERUMDA Tirtanadi.

3.10. Pengecatan dan Pelapisan

3.10.1. Umum

Semua pipa-pipa baja, *fitting-fitting*, sambungan-sambungan atau coupling- coupling yang tampak sebagaimana dinyatakan dalam gambar harus dicat yang sesuai dengan persyaratan- persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi ini. Semua bahan-bahan cat yang digunakan harus dihasilkan dari satu pabrik (*merk*) Selanjutnya komposisi, petunjuk penggunaan, dan informasi lainnya yang diperlukan oleh Pemilik Proyek harus diberikan oleh pabrik untuk persetujuan warna, warna bila tidak dinyatakan dengan jelas akan ditentukan kemudian oleh Pemilik Proyek

3.10.2. Pelapisan Pipa-Pipa Baja dan *Fittings*

Semua permukaan pipa-pipa baja dan *fitting* yang tampak di udara harus diberikan 3 lapisan cat yang dilaksanakan di lapangan setelah pemasangan, sebagai tambahan terhadap cat yang dikerjakan di bengkel. Pengecatan di lapangan harus dilaksanakan setelah pembersihan dan pengeringan terhadap cat yang dikerjakan di bengkel. Bila

ditemui adanya cat yang rusak sebelum pengecatan di lapangan, maka bagian yang rusak tersebut harus diperbaiki atas petunjuk PERUMDA Tirtanadi.

Pengecatan di lapangan tersebut harus dilakukan sesuai dengan cara-cara berikut :

Lapisan pertama: *Red lead* atau *lead, suboxide* primer, total ketebalan minimum dalam keadaan kering 100 mikron.

Lapisan kedua: *Long oil alkyd resin*, total ketebalan minimum dalam keadaan kering 100 micron.

Lapisan ketiga: Sama dengan lapisan kedua dengan ketebalan 100 micron. Lapisan cat pertama harus jenis cat *anti-corrosive* warna merah, kelas 2 atau *cat lead suboxide anticorrosive*, kelas 2.

Cat lapisan pertama, kedua dan ketiga harus dihasilkan oleh pabrik yang sama dengan cat yang dikerjakan di bengkel

3.11. Block Angkur (*Thrust Block*)

Semua pergeseran/pergerakan alur pipa yang akan terjadi harus dicegah dengan memasang blok angkur beton. Kontraktor harus menyediakan dan mengkonstruksikan semua blok angkur yang diperlukan. Blok angkur diberikan pada semua percabangan pipa, belokan, reducer dan sebagainya serta harus diletakkan sedemikian rupa untuk memudahkan pemindahan katup, *fitting* dan lain-lain. Kualitas beton harus sesuai sebagaimana ditentukan dalam gambar seperti yang diuraikan dalam spesifikasi beton (K 175).

Untuk *reducer*, dan untuk sebagian besar *thrust blocks*, blok beton bertulang dibutuhkan untuk meminimalkan ukuran-ukuran tersebut.

Blok angkur harus dicor diantara *fitting* yang ditopang dan dinding parit yang belum terganggu. Beton harus dicor disekeliling *fitting* sedemikian rupa sehingga coupling tidak tertutup atau terikat oleh cor-coran untuk memberikan fleksibilitas dan memudahkan untuk perbaikan dan penggantian, bilamana diperlukan.

Sebelum beton dicor, aspal cair dilapiskan pada bagian permukaan *fitting* diantara beton dan *fitting*. Bilamana diperlukan, maka klem angkur harus dicor kedalam blok angkur. Klem ini harus disediakan oleh Kontraktor dan dimasukkan kedalam harga satuan untuk blok angkur.

Pada umumnya, blok angkur tidak diperlukan untuk pipa baja dan pipa *steel cylinder concrete*.

3.12. Perlindungan dari Beton

Jalur pipa yang berada di bawah kanal, rawa atau jalan sebagaimana ditunjukkan dalam gambar harus ditutup/diselubungi dengan beton klas K 225 di sepanjang pipa tersebut, jika tidak ditentukan lain. Sebelum beton dicor, maka pipa dan semua fitting harus dibungkus 2 kali dengan aspal cair.

Ketebalan dari pembungkus beton di sekeliling jalur pipa adalah seperempat dari diameter pipa, tetapi sekurang-kurangnya 0,150 m. Beton tersebut harus diberi tulangan dengan perhitungan penulangan yang diperhitungkan oleh Kontraktor dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Bila jalur pipa melintas di bawah saluran/riol atau sarana lainnya, dan penutup tanah tidak mencukupi serta pembungkusan dengan beton tidak baik, maka suatu plat beton bertulang harus dicor setebal 0,200 m di atas puncak pipa tersebut. Plat perata beban tersebut harus memiliki ketebalan 0,150 m dengan lebar diameter luar pipa $\pm 0,600$ m. Plat tersebut tidak boleh dicor sebelum tanah urugan dipadatkan. Kelas beton yang dipergunakan sebagaimana dinyatakan dalam gambar (K 225).

3.13. Proteksi Katodik

Kontraktar harus memasang suatu sistem proteksi katodik pada bagian-bagian yang relevan dari jalur pipa baja.

Tiga pemasok proteksi katodik yang telah dipra-kualifikasi tercantum dalam Volume 2, Special Condition 7. Kontraktor harus mendapatkan harga-harga dari para Pemasok, untuk pengadaan dan pemasangan sistem proteksi katodik.

Pemasok proteksi katodik harus melakukan survei resistivitas tanah (*soil resistivity*). perencanaan, pengadaan semua material, pengujian, *commissioning* and pelatihan staff PERUMDA TIRTANADI yang diperlukan untuk pengoperasian dan pemeliharaan sistem proteksi katodik untuk jalur pipa.

Peralatan yang berkaitan dengan sistem proteksi katodik yang lengkap harus dipasang oleh Kontraktor pemasangan pipa menurut rekomendasi fabrikasi dan di bawah pengawasan Pemasok proteksi katodik.

Kontraktor pemasangan pipa harus menyiapkan penggalian, dan memasang semua komponen proteksi katodik, yang akan disuplai dan harus diawasi (supervisi) oleh Pemasok proteksi katodik.

Kontraktor pemasangan pipa harus mendapatkan dari Pemasok proteksi katodik biaya pemasangan untuk peralatan dan tenaga kerja, termasuk biaya tenaga kerja asing dan lokal, dan semua yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan Pemasok. dan memasukkan biaya-biaya ini dalam penawaran.

3.13.1. Lingkup Kerja

Pipa baja yang tertanam di dalam tanah, di samping pelapisan yang telah ditentukan, harus dilindungi juga terhadap korosi dengan sistem proteksi katodik, seperti digambarkan berikut ini.

Sistem proteksi katodik harus merupakan sistem *impressed current*, atau sistem *sacrificial anode*, dengan unity teknis minimum yang diharapkan 25 tahun.

Pemasok akan membantu dan bekerjasama dengan Kontraktor setiap saat.

Kontraktor harus menyiapkan galian, *clan* memasang semua komponen proteksi katodik, yang akan disuplai dan harus diawasi oleh Pemasok proteksi katodik.

Sistem harus meliputi *pipeline continuity bonding*, kabel dan kotak/*box* utilitas, *anoda-anoda*, *test posts potential*, dan item-item yang berkaitan. Peralatan ini harus dipasang oleh Kontraktor menurut rekomendasi dari fabrikasi dan di bawah supervisi Pemasok.

Flens-flens isolasi (*isolating flanges*) harus dipasang pada setiap ujung jalur pipa, dan pekerjaan-pekerjaan ini harus dilaksanakan oleh Kontraktor pipa.

Pada saat penyerahan penawaran, Penawar harus:

- Memasukkan rincian spesifikasi untuk pemasangan sistem proteksi katodik yang ditawarkan.
- Memberikan besaran biaya survei dan perencanaan sistem seperti digambarkan di bawah ini dan memasukkan biaya-biaya ini di dalam penawaran.

- Rincian biaya-biaya semua material dan peralatan sistem proteksi katodik. termasuk komponen-komponen lokal dan asing (*impor*) sedemikian, bersamaan dengan negara asal dan komponen asing (*impor*), dan memasukkan biaya-biaya ini dalam penawaran.
- Memasukkan biaya-biaya pemasangan, untuk peralatan dan tenaga kerja. termasuk biaya tenaga kerja asing dan lokal, dan semua biaya yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan Pemasok.
- Dalam hal sistem impressed current, perhitungan biaya-biaya pemasangan PLN, termasuk semua biaya yang terkait, seperti perijinan dan memasukkan harga-harga ini kedalam penawaran pada Item 4.
- Memberikan seluruh rincian mengenai keahlian Pemasok dalam penawaran.
- Memberikan jadwal pelaksanaan yang relevan dari sistem proteksi katodik.

3.13.2. Standart dan Kriteria Perencanaan

Perencanaan sistem proteksi katodik harus sesuai dengan tujuan / maksud yang diharapkan, dan direncanakan sesuai dengan:

- *British Standard BS 7361: 1991 "Cathodic Protection Part 1. Code of Practice for Land and Marine Applications"*
- *National Association of Corrosion* Pemilik Proyek (NACE RP-01-69) "*Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems*"
- Material/bahan pipa, sistem sambungan dan pelapisan, seperti yang tercantum di dalam Spesifikasi Teknis untuk pemasangan jalur pipa.

Sistem proteksi katodik yang direncanakan oleh Pemasok harus cukup fleksibel untuk mengubah rute pipa yang tertanam, dan direncanakan sesederhana mungkin dan kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan.

Semua komponen yang memerlukan inspeksi teratur / tetap harus dapat dilaksanakan dengan mudah.

Sistem harus didesain dengan umur teknis minimum yang diharapkan selama 25 Pipa-pipa yang diproteksi harus mempunyai potential minimum, relatif terhadap elektroda Cu-CuSO₄, -850 mVolts dengan nilai maksimum-2000 mVolts.

3.13.3. Survei

Rencana detail sistem proteksi katodik harus berdasarkan hasil survey resistivitas tanah (*soil resistivity*).

Nilai estimasi *soil resistivity* yang terpilih untuk menyesuaikan dengan tujuan/ maksud penawaran harus 1000 Ohm-cm.

Pemasok boleh menyiapkan suatu penawaran alternatif, berdasarkan suatu *soil resistivity*, yang dianggap lebih baik daripada 1000 Ohm-cm. Penawaran *alternative* tersebut akan dipertimbangkan hanya jika penawaran tersebut memenuhi syarat yang diajukan.

3.13.4. Pemasangan/Instalasi

3.13.4.1. Utilitas

Keberadaan utilitas lain, seperti kabel-kabel listrik atau telepon, atau gas atau pipa air yang melewati jalur pipa akan dikonfirmasi oleh Kontraktor, dan semua sistem proteksi eksisting yang teridentifikasi.

Design/ rencana harus menjamin bahwa sistem proteksi katodik tidak akan menimbulkan pengaruh yang merugikan terhadap utilitas eksisting, dan bahwa sistem eksisting tidak menghalangi proteksi korosi jalur pipa yang baru.

3.13.4.2. Unit-Unit *Transformer Rectifier Units* untuk Sistem *Impressed Current*

Unit *transformer rectifier* unit harus didinginkan dengan udara (*air-cooled*).

Tombol-tombol, meteran, sekering-sekring dan terminal harus diletakkan dalam suatu panel kontrol pada bagian atas unit, dengan pintu yang dapat dikunci yang disediakan dengan jendela / lubang untuk mengecek meter. Semua komponen, seperti transformer utama, *cok*, *rectifier set and sirkuit* protektif harus dipasang di bawah panel kontrol.

Unit baja harus di *grit-blasted*, disemprot *zinc* dan harus mempunyai *coating epoxy resin*, dan harus cocok untuk pemasangan di luar ruangan di lingkungan beriklim tropis.

Unit tersebut harus diadakan dengan:

- *Lifting Lugs*
- *rating plate*, yang menunjukkan nama fabrikasi, nomor seri, input AC, output DC, temperatur kerja unit,

- diagram skematis dari sambungan, yang diukir pada material yang disetujui,
- earthing terminal dengan cast brass lug

Unit tersebut harus diadakan dengan Ampermeter DC berkoil gerak tunggal dan one Volt-meter DC berkoil gerak tunggal. Ampermeter harus diskala dengan suatu cara dimana arus output maksimum yang direncanakan terjadi pada 70% skala.

Volt-meter harus diskala dengan cara yang serupa, dengan internal resistance sebesar 20,000 Ohm/Volts. Akurasi meteran harus 1.5, dan benar-benar tahan cuaca. Sekring-sekring yang akan diadakan harus merupakan sekring primer dan sekunder (keduanya bergerak dengan cepat) seperti sekring-sekring yang berjalan pada kedua saluran ke Volt-meter DC.

Unit tersebut harus diadakan dengan suatu sirkuit *protectif* untuk dioda-dioda *silicon* pada *full bridge circuit*, tombol general *bi-polar* dan tombol *magneto-hermal* pada sisi DC.

Terminal-terminal harus dapat di-*access* dengan mudah. Harus ditandai untuk menunjukkan polaritas dengan *ground-bed* dan *pipe-sign* terukir pada material berwarna hitam yang tidak dapat rusak, menggunakan cat warna putih.

Tombol waktu harus diadakan, dengan peralatan penyambung yang cocok, yang mempunyai kemampuan untuk *switching* unit tersebut pada output penuh, pada sambungan 3 menit menyala on". "2 menit mati *off*". ke input AC.

Suatu pengalih gelombang (*surge diverter*), dengan kapasitas yang memadai dan dengan *tipe* yang disetujui harus disambung melintasi output DC utama dari unit *transformer rectifier*, dengan sisi *output* dari sekring DC.

Pengadaan *unit transformer rectifier* harus termasuk di dalam gambar-gambar terbangun, dan sertifikat-sertifikat test dan fabrikasi

3.13.5. Anoda

Pemasok harus menyiapkan seluruh rincian anoda yang akan digunakan, dimana harus mempunyai umur teknis sekurang-kurangnya 25 tahun.

Pengiriman harus tercakup didalamnya spesifikasi dan sertifikat dari pabrik.

3.13.6. Bak-bak Pertemuan Anoda (*Anoda Junction Boxes*)

Bak-bak pertemuan anoda harus terdiri dari konstruksi rapat air dan *fitted with an*

insulating mounting board, dan ditandai dengan blok-blok terminal. Peralatan tsb harus dirancang dengan *rating* kapasitas dari sisem tersebut.

Pada keadaan dimana kabel diperpanjang diatas muka tanah masuk kedalam bak pertemuan, kabel tersebut harus dipasang didalam penghantar baja galvanis

3.13.7. *Potensial Test Posts*

Lokasi pengujian harus terdiri dari boks pengukur yang rapat air, yang dilengkapi dengan penutup aluminium yang dapat dimuka, dipasang di dalam *concrete posts*, sekurang kurangnya 1 meter di atas muka tanah dan pada lokasi-lokasi yang disetujui Pemilik Proyek.

Concrete posts tersebut harus mempunyai pintu yang dapat dikunci seperti juga *measuring box* dan pos-pos tersebut harus mempunyai nomor khusus dan aman.

Pada keadaan dimana kabel yang diperpanjang di atas muka tanah masuk ke dalam bak pertemuan, kabel tersebut harus dipasang di dalam penghantar baju galvanis

3.13.8. *Potentiometer*

Potentiometer harus dapat dioperasikan dengan menggunakan baterai, ringan dan terdapat di dalam tempat yang terbuat dari logam, dapat dibawa, lengkap dengan *elektroda* Cu-CuSO₄, dan direncanakan untuk dioperasikan di dalam tanah. 1 kilogram *copper sulphate* dalam bentuk kristal balus dengan kadar kemurnian yang tinggi harus disiapkan pada *Potentiometer* tersebut.

Potentiometer harus mampu mengukur perbedaan potensial dalam kisaran antara 1.0 mVolt sampai 100 mVolt.

3.13.9. Kabel dan Kawat

Untuk *Impressed Current System*, kabel antara anoda dan transformer rectifier unit harus terbuat dari *copper* dan merupakan kabel yang terbungkus rapat. Seluruh *test leads* dan *bonding cables* harus terbuat dari *copper* dan disolasi dengan bahan isolasi kelas 600 Volt, tahan terhadap kelembaban dan pembusukan yang setara dengan PVC, *polyethylene* atau *neoprene*.

Seluruh *test leads* dan *bonding cables* harus merupakan konduktor tunggal (tc). *stranded welding cable* ukuran nomor 6 atau lebih besar, atau ukuran nomor Sata lebih kecil untuk *stranded* atau solid.

3.13.10. *Coupling dan Flens yang Disolasi*

Bilamana monoblock coupling yang diisolasi diusulkan, haruslah merupakan kualitas yang bergaransi.

Flens harus diisolasi seluruhnya. Baut-baut harus ditanam diantara *sleeves* yang diisolasi.

Gasket yang diisolasi, *sleeves* dan washers diisolasi diantara *flens*, harus disuplai dari material *phenol*.

3.13.11. *Electrical Continuity Bonds*

Apabila *bonded pipe joints* digunakan pada jembatan pipa, *Sub-Contractor* harus menyiapkan kabel *steel bonding* yang fleksibel, bersama-sama dengan *exothermic welding cartridges* untuk *double bonding* pada setiap sambungan.

3.13.12. *Exothermic Welding*

Semua kabel uji yang disambungkan ke pipa baja harus dibuat dengan *exothermic welding* atau *brazing*.

Exothermic fusion welding harus *heavy duty*, hand held units yang cocok untuk kawat *copper* yang di las ke pipa baja. *A flint gun* harus disiapkan pada setiap tukang las.

Semua pengelasan, atau sambungan *brazed cable* harus diisolasi dengan *flexible dielectric* material yang setara dengan *coal tar enamel pipe coating*.

3.13.13. Urugan Kembali

Selama pemasangan, Pemasok dan Kontraktor harus mengkoordinasikan aktivitas aktivitas yang terkait untuk menjamin bahwa jalur kabel sudah diurug kembali dengan material terpilih, bebas dari batuan, minimum 250 mm sekeliling kabel pada semua arah.

Metoda pemilihan material untuk urugan kembali seperti yang sudah dispesifikasikan untuk jalur pipa dan harus diaplikasikan untuk pengurugan anoda dan penggalian kabel.

Perhatian sangat khusus harus diherikan untuk mencegah kerusakan pada anoda Material rugan harus bebas dari arang, sampah, batu besar, baba cadas atau matenal lainnya yang dapat gembaliavakan anoda atau sambungan kabel.

3.13.14. Pedoman Operasi dan Pemeliharaan

Pemasok harus melengkapi 4 copy mengenai pedoman operasi dan pemeliharaan yang mudah dimengerti, untuk persetujuan PERUMDA Tirtanadi dalam Bahasa Indonesia dan Inggris. Pedoman tersebut berisi antara lain:

- Kulit muka dan belakang merupakan kertas tebal dan dijilid.
- Literatur dari pabrik.
- Peta kunci secara keseluruhan dari jalur pipa, yang memperlihatkan lokasi stasiun uji seperti yang sudah dipasang.
- Rencana tapak (*site plan*) dari semua unit rectifier, *anode junction boxes* dan potential test posts
- Jadwal berupa grafik batang (*bar chart*) uji pemantauan yang diperlukan selama katakanlah enam bulan.
- Pemeliharaan dan pemantauan potensial.
- Uraian prosedur pengujian untuk program pemantauan reguler.
- Pedoman mengenai cara mengatasi kerusakan (memperlihatkan masalah, penyebab masalah dan cara mengatasinya) dan interpretasi dari hasil tes pemantauan reguler.

3.13.15. *Commissioning and Testing*

Sistem harus dijalankan (*commissioned*) pada waktu sistem sudah benar-benar selesai dan harus dihadiri oleh PERUMDA Tirtanadi, dimana harus diuji diatas batas minimum seperti yang sudah disyaratkan relatif terhadap referensi Cu-Cu SO₄ elektroda, 850 in Volt sampai maksimum 2000 mVolt.

Semua test posts yang potential dan junction boxes harus dilengkapi dengan nomor identifikasi dan pintu yang dapat dikunci, dan kunci tersebut diserahkan kepada PERUMDA Tirtanadi.

Sebagai tambahan pada *commissioning tests*, pengujian berikutnya harus dilakukan setelah 12 bulan, sebelum *Defect Liability Period* habis.

3.13.16. Garansi Sistem Proteksi Katodik

Garansi selama 3 tahun diperlukan untuk peralatan sistem proteksi katodik, untuk menjamin sistem supaya dapat berfungsi sesuai dengan yang dimaksud dan tidak ada kesalahan dan kerusakan pada komponen material dari sistem proteksi katodik.

Pemasok harus menyerahkan kepada Pemilik garansi selama 3 tahun untuk peralatan tersebut pada waktu sistem tersebut diuji dan dicoba untuk dijalankan (*commissioned*).

3.13.17. Kontrak pemeliharaan

Pemilik menginginkan Kontrak Pemeliharaan yang bila memungkinkan akan diberikan kepada Pemasok sistem proteksi katodik. Kontrak Pemeliharaan akan dilaksanakan setelah berakhirnya *Defects Liability* Period selama 12 bulan.

Pemasok diundang untuk menyiapkan rincian Kontrak Pemeliharaan yang cocok, yang mana terdiri dari:

- Biaya layanan jasa yang diperlukan, termasuk tenaga kerja dan material.
- Interval diantara survei pengawasan.
- Tenaga ahli untuk menguji peralatan yang akan disiapkan untuk jasa pemeliharaan
- Pelaporan untuk setiap pekerjaan-pekerjaan yang mungkin timbul selama survey pengawasan.

3.13.18. Suku Cadang

Suku cadang harus meliputi semua bagian yang diperlukan untuk perawatan pemeliharaan sistem tersebut selama perioda operasi 25 tahun, dan harus terdiri dari:

- 2 *potentiometer*, bersama-sama dengan *test leads*, untuk mengukur arus dan potential
- 4 Cu-CuSO₄, *reference cells*.
- 2 Kg *copper sulphate crystal*

BAB 4

TESTING PEKERJAAN PIPA

4.1. Umum

Semua jalur pipa harus diuji secara hidraulis

Semua material, peralatan dan pelaksanaan pengujian pekerjaan pipa harus dilaksanakan sesuai dengan standar AWWA M 11 dan AWWA 651 (edisi terakhir).

Seluruh peralatan pengujian pipa harus disediakan oleh Kontraktor. Kontraktor harus menyediakan pompa, alat ukur, dongkrak, strut sand dan semua perlengkapan yang perlu untuk melaksanakan pengujian dan Kontraktor juga harus menyediakan tambahan-tambahan struts atau perlengkapan lainnya yang dirasakan perlu. Kontraktor harus menyediakan semua material yang disebutkan di atas untuk melakukan pengujian pipa. Semua perlengkapan dan peralatan harus dijaga supaya tetap baik. Alat ukur harus diuji sehingga memenuhi persyaratan dari PERUMDA Tirtanadi.

Semua katup-katup pengaman yang berfungsi untuk melepas udara yang terdapat didalam pipa boleh dipasang hanya setelah pengujian berhasil dan disetujui PERUMDA Tirtanadi. Dalam masa pengujian, harus dipasang flens buta ditempat-tempat yang dianggap perlu.

Kontraktor harus menyediakan semua peralatan yang diperlukan untuk pengujian pipa. Pengujian tidak boleh dilakukan dengan katup yang tertutup. Sebelum pengujian dilakukan, Kontraktor harus menjamin bahwa *thrust-block* sudah selesai terpasang dan semua cabang-cabang pipa yang menerima tekanan telah terpasang baik, dan urugan bagian bawah telah mencapai ketinggian 0,300 m di atas pipa, tetapi sambungan pipa harus terbuka untuk diperiksa. Kontraktor harus memberitahu Pemilik Proyek tidak kurang dari 48 jam sebelum melakukan pengujian sebagian panjang pipa.

Pengujian hidraulis harus dilakukan sesuai spesifikasi berikut ini. Air yang dibutuhkan untuk mengisi pipa harus didapat dan sumber yang disetujui. Pada waktu pengujian, pipa harus diisi dengan air dan udara yang ada dalam pipa dikeluarkan untuk mencegah terjadinya *water hammer*.

Pipa harus tetap dijaga berada di bawah tekanan nominal dalam waktu 24 jam agar terjadi *absorpsi*. Setelah itu setiap 2 (dua) jam pipa harus diuji dengan tekanan uji 7 Bar (pada manometer) atau sesuai yang diperintahkan Pemilik Proyek. Untuk kepentingan ini, harus ada peralatan yang dapat mengukur volume air yang diperlukan untuk menjaga supaya tekanan tetap penuh didalam pipa selama pengujian berlangsung.

Pemasangan pipa akan ditolak bila pada waktu pengujian terdapat kebocoran lebih dari 0,1 liter per diameter pipa per kilometer selama 24 jam.

Dalam hal kehilangan air selama pengujian lebih besar dari yang sudah ditentukan di Unnatas. Kontraktor harus menandai letak kebocoran tsb dan memperbaikinya. Pengujian ulang harus dilakukan sampai tercapai hasil yang memuaskan.

Kontraktor harus menjamin supaya tidak terjadi erosi atau aliran lumpur masuk ke dalam sekeliling aliran air akibat buangan air bekas pengujian.

4.2. Pengujian Sementara (*Interm Test*)

Pengujian sementara harus dilakukan pada bagian per bagian pipa, namun per bagian tsb tidak melebihi panjang 500 m. Untuk keperluan pengujian sebagian panjang pipa. tekanan yang diperlukan harus ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi.

4.3. Test Akhir

Setelah pekerjaan pipa selesai, seluruh pipa harus diuji dalam satu kesatuan. Seluruh pipa harus dapat menerima tekanan sesuai yang disyaratkan oleh PERUMDA Tirtanadi tanpa ada kebocoran selama 2 jam dengan tekanan uji sebesar 5kg/cm² pada manometer.

BAB 5

PERBAIKAN BEKAS GALIAN

5.1. Umum

Kontraktor harus menyediakan semua peralatan, buruh, material, transportasi dan perlengkapan yang diperlukan untuk membuat perkerasan (*paving*), seperti yang disyaratkan atau diperlihatkan dalam gambar pemasangan tipikai sesuai dengan yang disyaratkan DPU PROVSU. Ada 5 macam pekerjaan perkerasan (*pavement reinstatement*) :

- Tipe: *Inter Block Pavement*
- Tipe: *Concrete Floor Pavement*
- Tipe: *Sand Sheet Pavement*
- Tipe: *Berm Pavement*

Pemakaian material bitumen tidak boleh dilakukan pada waktu hujan atau pada waktu permukaan tanah masih basah. Tidak boleh ada material yang dipasang jika pekerjaan permukaan belum diperiksa dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi dan DPU/SDPU.

5.2. Jalan Beraspal

Sesuai dengan yang diisyaratkan DPU PROVSU, ada 5 macam pekerjaan reinstatement. yaitu:

- Tipe: *Hotmix* pada jalan arteri, lebar > 7.00 m
- Tipe: *Hotmix* pada jalan arteri, lebar 5.00 -7.00 m
- Tipe: *Hotmix* pada jalan lokal, lebar <5.00 m
- Tipe: *Top layer paving block* Tipe : Jalan beton *Rigid*

5.2.1. Persiapan Tanah Dasar (*Sub-Grade*)

Semua tumbuh-tumbuhan harus dibuang dan tanah digali sampai kedalaman yang ditentukan. Setelah itu. sub grade harus disiapkan dengan penyemprotan air dan digilas dengan steel roller sampai sub grade menjadi padat dan mantap (*unyielding*). Jika penambahan material urugan dibutuhkan, maka material urugan tersebut dipadatkan sehingga mencapai kepadatan 90% modified standard Proctor.

5.2.2. Sub Base

Lapisan pasir yang kasar dan bersih (pasir beton) dihampar diatas dan sekeliling pipa dan dipadatkan dengan semprotan air dan digilas sehingga mencapai 95% kepadatan standar Proctor, lapisan pasir dasar harus mempunyai ketebalan yang merata.

5.2.3. Urugan (*backfilling*)

Urugan setebal 0,200 m diatas pipa ke lapisan makadam harus diisi dengan pasir pasang lapis demi lapis setebal 0,150 m dan dipadatkan untuk mendapatkan kepadatan kering 95 % standar Proctor.

5.2.4. Lapisan Makadam

Ketebalan lapisan makadam adalah 0,300m.

Lapisan makadam harus dibuat selicin mungkin, tidak boleh ada perbedaan kedalaman lebih besar dari 7 mm pada permukaan *longitudinal* sepanjang 3 m.

Profil memanjang untuk *inklinasi* harus memiliki kondisi yang sama seperti di atas dengan menggunakan template yang tepat atau dengan penggaris lurus seperti yang diperlukan. Permukaan jalan harus mempunyai tekstur yang seragam dan dipadatkan merata.

5.2.5. Lapis Penetrasi Sementara

Setelah lapisan makadam dipadatkan, dibentuk dan dilicinkan, kemudian harus disapu bersih dan segera setelah itu lapis penetrasi dari tipe RC-2 *bitumen cut back*, disebar merata pada permukaan dengan nilai ketebalan kira-kira 1,5 l/m² atau sesuai petunjuk.

PERUMDA Tirtanadi, sedemikian hingga tercapai penetrasi yang baik tanpa kelebihan timbunan bitumen pada permukaan. Temperatur pelapisan bitumen harus 70- 100°C. Bitumen harus dipanaskan pada peralatan pemanas bitumen dengan *thermometer* yang akurat untuk mendapatkan kontrol yang ketat atas temperatur bitumen.

Setelah penyebaran, permukaan harus dibiarkan selama sekurang-kurangnya 3 jam atau lebih sesuai petunjuk PERUMDA Tirtanadi, untuk mendapatkan penetrasi maksimum, kemudian pasir dihamparkan secara merata sehingga lapisan bitumen tidak kelihatan. *Blinding Sand* harus ditekan ke dalam lapis penetrasi dengan penggilas 6 hingga 8 ton tidak lebih dan 2 kali gilasan.

5.2.6. Permukaan Akhir

Permukaan akhir tidak boleh dikerjakan sampai 10 (sepuluh) hari setelah pelaksanaan lapisan penetrasi dan urugan pasir diselesaikan. Dalam waktu itu, urugan pasir dapat ditambahkan lagi jika diperintahkan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Sebelum pelaksanaan permukaan akhir, semua bagian yang rusak harus dibuang, diisi, dipadatkan kembali dan disamakan dengan permukaan yang sudah ada, ditutup dan diisi sesuai dengan syarat yang ditentukan dan dipadatkan. Pekerjaan perbaikan dibiarkan mengeras. Sebelum pelaksanaan pekerjaan permukaan akhir, permukaan yang ada harus disapu bersih dari material-material yang terletak di atasnya. Permukaan yang telah siap harus disemprot rata dengan cut back bitumen (300/400 STV pada 40°C atau yang setara) dipanaskan sampai mencapai temperatur 150-170°C dan disemprot dengan kadar 1 liter bitumen per meter persegi.

Segera setelah penyemprotan, permukaan harus diisi dengan lapisan batu pecah halus yang gradasinya mencapai ukuran nommal dan digilas dengan penggilas berukuran berat kotor 6-8 ton dengan roda yang halus/licin dan bertekanan udara. Jumlah lintasan harus dijaga minimum sehingga dapat menekan batu jalan ke dalam lapisan bitumen.

Waktu antara penyemprotan, pemasangan lapisan penutup dan penggilasan harus dimaksimumkan. Batu pecah halus mempunyai kadar pecah 10%, misalnya 10% material halus melalui saringan No.7 ASTM jika contoh 13 mm dipecah dalam cetakan standar di bawah beban 10 ton.

Untuk type AB: jalan arteri, lapisan dasar aspal diperlukan.

5.3. Jalan Kerikil

Jalan kerikil dan jalan yang tidak dilapis harus diperbaiki kembali seperti keadaan semula. Bila kondisi asli dari galian tersebut tidak dinyatakan dengan jelas maka konstruksi berikut ini harus dikerjakan :

100 mm subgrade seperti dinyatakan di atas dan 100 mm bahan kerikil dengan gradasi yang baik (PI lebih besar 10) yang dipadatkan kering sampai 95% standar Proctor.

5.4. Jalan Beton

Beton yang digunakan harus kelas K 400 atau seperti yang ditentukan dalam penawaran. Semen dan agregat harus sesuai dengan yang ditentukan di dalam spesifikasi "Pekerjaan Beton". Agregat kasar tambahan yang berukuran nominal antara 20 mm dan 38 mm boleh dipergunakan. Pengecoran dan pemadatan beton tersebut harus sesuai dengan yang diinstruksikan dalam bab "Pekerjaan Beton".

Penulangan harus sesuai dengan bab "Pekerjaan Beton" pada spesifikasi penulangan harus benar-benar kokoh, berada pada posisinya selama dilakukan pengecoran dan dipasang sedemikian rupa sehingga tulangan tidak bergeser disebabkan karena pengecoran yang dilaksanakan pada plat tersebut. Harga satuan harus termasuk biaya untuk bangku kerja, spacer, kawat pengikat, pemotong dan pembuangan material sisa.

Persyaratan pekerjaan beton dimasukkan dalam spesifikasi "Pekerjaan Beton". Pekerjaan akhir pada permukaan beton harus diselesaikan seperti yang ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Pada cuaca panas yang normal lalu lintas dinkan untuk melewati di atas coran beton setelah 7 hari bila semen yang dipergunakan adalah semen yang cepat mengering dan setelah 10 hari bila dipergunakan cement portland biasa.

Agar beton tidak pecah akibat panas matahari, maka permukaan beton harus dilindungi berkontak langsung dengan matahari dan panas dengan cara merasai permukaan dengan pendingin basah selama 7 hari.

5.5. Trotoar

5.5.1. Trotoar Beton

Ketebalan lapisan beton minimum 70 mm. Material harus sesuai dengan kelas K175, SK SNI S-04-1989-F.

5.5.2. Lapisan Batu Blok (*Cone Blok*)

Kerusakan pada lapisan batu blok yang diakibatkan karena aktivitas Kontraktor, harus diperbaiki seperti keadaan semula. Bila ada blok yang rusak oleh Kontraktor, maka blok tersebut harus diganti dengan bentuk dan ukuran yang sama.

Permukaan dasar tanah harus dipadatkan kemudian diberi lapisan pasir beton setebal 0,150 m dan lapisan pasir setebal 0,050 m. Setelah diratakan, maka batu blok tersebut baru dapat dipasang dan diratakan dengan vibrator.

5.6. Perbaiki kembali Saluran dan Pinggiran Jalan

Harga satuan untuk perbaikan kembali harus termasuk beton, bekisting dan pemasangan.

Untuk perbaikan kembali batu tepi jalan/trotoar dan selokan, maka Kontraktor harus mematuhi petunjuk dari PERUMDA Tirtanadi.

5.7. Perbaiki Jalan Umum

Dimana jalur pipa menyeberang atau berada di sepanjang jalan umum, maka pejabat yang berwenang dari DPU PROVSU Jakarta yang akan memberi keputusan bagaimana perbaikan harus dikerjakan. Kontraktor harus memasukkan biaya perbaikan akhir didalam penawarannya.

BAB 6

PEKERJAAN BETON

6.1. Umum

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen *portland* (PC) atau bahan penguat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya.

Pekerjaan beton mencakup :

- Pencampuran semua unsur beton
- Pencampuran pengangkutan, pengecoran, perlindungan dan perawatan beton
Pembuatan, pemasangan dan pembongkaran bekisting.
- Pemasangan baja tulangan dan ankur (*anchor*)
- Pemasangan material yang akan ditinggal di dalam beton

Semua material dan pelaksanaan pekerjaan, kecuali jika dipersyaratkan lain disini, harus memenuhi revisi terakhir dari standar-standar berikut:

1. SK SNI S-04-1989-F. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam).
2. SK SNI T-15-1991-03 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
3. SK SNI M-12-1989-F Metode Pengujian Slump.
4. SK SNI M-14-1989-F Metoda Pengujian Kuat Tekan Beton.

6.2. Material

1. Semen

Semen yang digunakan adalah sejenis *Portland Cement* yang memenuhi SK SNI S-04-1989-F Bagian Semen harus diperoleh dari satu pabrik yang telah disetujui oleh Pemilik Proyek dan dikirimkan ke lokasi proyek dengan kantong tersegel dan utuh. Bila karena sesuatu hal tertentu harus menggunakan semen dari pabrik lain harus mendapat persetujuan lebih dahulu dari PERUMDA Tirtanadi.

Bila Pemilik Proyek menganggap perlu. Kontraktor harus mengirimkan surat pernyataan dari pabrik yang menyatakan tipe, kualitas semen beserta sertifikat pengujian dari pabrik yang menyatakan memenuhi semua syarat yang ditentukan

dalam SK SNIS-04 1989-F Bagian I Semen yang menggumpal, *sweeping* atau kantungnya robek rusuk ditolak untuk digunakan.

Gudang tempat penyimpanan semen harus cukup baik, tidak bocor dan tidak terlalu luas sehingga penyimpanan semen dapat disusun dengan baik diatas lantai. Semen di dalam kantung tidak boleh disusun lebih dari 2 meter tingginya, dan bagian bawah berada minimum $\varnothing 300$ m di atas lantai. Penempatan harus sedemikian rupa sehingga semen lama dapat digunakan terlebih dahulu.

Bila Kontraktor mengusulkan untuk menggunakan semen yang dikirim dalam bentuk curah Kontraktor harus memperoleh persetujuan terlebih dahulu dari PERUMDA Tirtanadi tentang cara pengiriman dan penyimpanan.

2. Agregat

Agregat yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat percobaan yang tercantum dalam SK SNI S-04.1989-F Bagian 6.

Agregat halus harus terdiri dari pasir alam yang bersih, bebas dari lumpur, jasad organik, garam, alkali dan butir-butir lunak. Disamping itu pasir harus tajam /kasar, keras dan tidak mengandung bahan-bahan yang merugikan beton sampai batas kiasimtun 5% berat. Kadar lumpur pada pasir tidak boleh melebihi 4% (terhadap berat kering) dan jika berlebih agregat harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

5 (lima) minggu sebelum pengecoran dimulai sampel harus diambil dan diuji sesuai dengan prosedur pengujian yang tercantum dalam SK SNI S- 04.1989-F Bagian 6. Dari hasil pengujian ini Kontraktor mengambil contoh-contoh yang dapat mewakili untuk diambil grading analysis nya. Bila agregat disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi, Kontraktor harus menjamin bahwa semua pengiriman material selama proyek berlangsung mempunyai kualitas dan grading yang sama selama pekerjaan. Pengujian selanjutnya untuk menentukan kebersihan dan grading dari material harus dibuat paling sedikit satu percobaan untuk setiap pengiriman 25 ton.

Agregat halus dan kasar diangkut dan disimpan terpisah, dan harus dicegah terjadinya degradasi dari berbagai ukuran partikel. Persediaan harus disimpan di atas dudukan dari beton tumbuk (*Jean concrete*) atau kayu keras yang disetujui. Agregat harus dijaga kebersihannya dan bebas dari material-material lain. Tempat

yang cukup harus disediakan untuk menjamin tersedianya kedua macam agregat tersebut selama pekerjaan berlangsung.

Perbandingan agregat kasar dan halus harus dipilih sedemikian hingga menghasilkan beton yang bersifat mudah dikerjakan yang sesuai dengan kekuatan, kepadatan yang dipersyaratkan. Masing-masing ukuran agregat halus dan kasar harus ditangan dan disimpan terpisah dan caranya sedemikian hingga tidak terjadi pemisahan butiran-butiran dari berbagai ukuran yang terdapat dalam satu jenis ukuran agregat. Timbunan persediaan (*stock piling*) harus dibentuk di atas dudukan yang disetujui dan agregat-agregat harus dijaga bersih dan bebas dari material lainnya.

3. Air

Air yang dimaksudkan disini adalah air untuk membantu dalam konstruksi meliputi pembuatan dan perawatan beton pencampuran kapur, adukan pasangan dan adukan plesteran.

Persyaratan :

- Air harus bersih.
- Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 g/liter.
- 4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 g/liter. Kandungan *khlorida* (Cl), tidak lebih dari 50 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO_3 .
- Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
- Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

4. Bahan Tambahan Beton

Persyaratan penambahan bahan tambahan untuk beton harus sesuai dengan ASTM-C494-1977. Bahan tambahan jenis apapun tidak diperbolehkan dipakai

pada campuran beton, kecuali agregat, semen dan air sebagaimana ditentukan di dalam persyaratan ini kecuali dengan persetujuan tertulis dari PERUMDA Tirtanadi untuk keperluan apapun atau jika seperti yang diperintahkan oleh PERUMDA Tirtanadi.

PERUMDA Tirtanadi hanya akan menyetujui bahan campuran tambahan yang ada bukti-bukti dengan terdokumentasi secara baik, yang menunjukkan bahwa pada umur 28 hari kekuatan tekan minimum dan kubus beton yang dihasilkan dengan bahan tambahan tersebut tidak kurang dari kekuatan dari campuran beton biasa yang sama tanpa bahan tambahan. Sebagai tambahan, PERUMDA Tirtanadi dapat memerintahkan membuat kubus beton dan diuji atas biaya Kontraktor terhadap beton yang mengandung bahan tambahan tersebut sebelum memberikan persetujuannya atas dicampurkannya bahan tambahan apapun yang diusulkan ke dalam beton yang dipakai untuk pekerjaan-pekerjaan permanen.

Bahan tambahan (bila dipergunakan) tidak boleh menghasilkan beton yang kurang padat, lebih berpori, mempunyai struktur bidang permukaan yang kurang baik, atau lebih peka terhadap perubahan kelembaban dan temperatur daripada campuran beton biasa yang bersangkutan.

5. Baja Tulangan

Mutu dari baja tulangan harus mengikuti syarat-syarat dalam SK SNI S-05-1989 F. "Spesifikasi Bahan Bangunan" bagian B-03 Bab 18 dan SK SNI T-15-1991-03 "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton" untuk Bangunan Gedung hanya BJTD 40 yang harus digunakan. Untuk mendapatkan jaminan akan kualitas besi yang dipergunakan, maka disamping adanya sertifikat dari pemasok, juga harus dimintakan sertifikat dari laboratorium, baik pada saat pemesanan, maupun secara periodik minimum 2 contoh.

Percobaan *stress strain* dan pelengkungan 180° untuk setiap 20 ton besi dan setiap ukuran diameter baja.

Semua tulangan harus dibengkokkan dengan bentuk dan ukuran seperti tercantum dalam gambar serta mengikuti syarat-syarat dalam SK SNI S-05-1989-F bagian B dan SK SNI T-15-1991-03 dan diletakkan sesuai dengan

gambar dan dengan memperhatikan selimut beton yang tetap. Tulangan tidak boleh dibengkokkan atau diluruskan dengan cara yang dapat mengakibatkan kerusakan material.

Kontraktor harus mengusahakan agar ukuran besi yang dipasang adalah sesuai dengan gambar. Dalam hal terdapat kesulitan untuk mendapatkan besi dengan ukuran yang ditentukan dalam gambar, maka dapat dilakukan penukaran ukuran diameter besi yang terdekat atau dengan kombinasi, dengan catatan:

- Besi pengganti bermutu sama.
- Jumlah besi persatuan panjang atau jumlah besi ditempat tersebut tidak boleh kurang dari yang tertera dalam gambar, dalam hal ini yang dimaksudkan adalah jumlah luas penampang.
- Panjang overlapping sambungan harus disesuaikan kembali berdasarkan diameter besi yang dipilih.
- Penggantian tersebut tidak boleh mengakibatkan *overlapping* sambungan yang dapat menyulitkan pembetonan atau pencapaian vibrator.

6.3. Pengujian Beton dan Peralatannya

Kontraktor harus menyediakan tenaga dan alat-alat kerja untuk melakukan semua pengujian di lapangan untuk beton dan material untuk beton seperti yang tercantum dalam SK SNI S-05-1989-F Bagian B atau sesuai dengan yang diperintahkan oleh Pemilik Proyek (lihat juga spesifikasi). Beton dengan volume 25m³ akan dilakukan *slump test*.

Kontraktor harus menyediakan alat dan tempat untuk melakukan percobaan berikut :

- *Slump Test*
- *Test Speciment*
- Cetakan cetakan baja untuk membuat kubus-kubus beton untuk *test - Test* kepadatan beton

Kontraktor juga harus menyediakan peralatan untuk menentukan kadar air dari agregat halus, timbangan dan alat-alat yang diperlukan.

Pengujian *slump* segera setelah beton keluar dari *mixer*, minimum 5 cm dan maksimum 10 cm untuk campuran dengan koral dan maksimum 12 cm untuk campuran dengan hatu pecah (*crushed stones*).

Kontraktor harus membuat dan mengangkut semua *test specimens* ke laboratorium yang di tentukan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi untuk dilakukan *compression test* pada 7 hari. 14 hari dan 28 hari.

Setiap kubus harus bersili dan ditandai secara tetap dengan nomor kode dan hari pengecoran, dilengkapi juga dengan tanda yang menunjukkan lokasi dimana sample diambil. Sistem pengukuran dan pemadatan kubus beton akan ditentukan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Kontraktor harus mencatat secara lengkap basil-basil semua test, dan dilaporkan /diserahkan kepada PERUMDA Tirtanadi secara rutin.

6.4. Baja Tulangan

Baja tulangan harus bebas dari debu, karat, minyak, lemak, serpihanserpihan kayu dan kotoran lain yang dapat mengurangi pelekatannya dengan beton. Bila dianggap perlu oleh PERUMDA Tirtanadi, tulangan harus disikat atau dibersihkan dengan cara lain sebelum digunakan. Pengecoran tidak boleh dilaksanakan sebelum penulangan diperiksa dan disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi. Bilamana terjadi kelambatan/penundaan dalam pengecoran maka pembersihan diulangi lagi.

Baja tulangan (besi beton) harus dipasang sedemikian rupa sehingga selama berlangsung tidak akan berubah tempat (*bergeser*). Semua persyaratan seperti yang tercantum dalam SK SNI S-05-1989-F Bab 18 harus dipenuhi. Pengikatan penulangan dilakukan dengan kawat ikat yang berkualitas besi lunak dengan ukuran diameter lebih kurang 1 mm. Tulangan harus betul-betul bebas dan bekisting dan/atau lantai kerja dengan cara menempatkan precast mortar spacing block dan mengikatkan pada kawat ikat. Kawat harus diikat pada tulangan utama, sedang jarak harus sesuai dengan gambar.

6.5. Acuan (Bekisting)

Bekisting tidak boleh bocor dan cukup kaku untuk mencegah pergeseran. Permukaan bekisting harus halus dan rata, tidak boleh melendut atau cekung. Sambungan pada bekisting harus diusahakan agar lurus dan rata dalam arah horisontal dan vertikal.

Tiang-liang penyangga vertikal untuk semua bekisting harus dibuat sebaik mungkin untuk memberikan penunjang seperti yang dibutuhkan, tanpa adanya kerusakan, overstress dan pergeseran tempat pada bagian konstruksi yang dibebani.

Struktur tiang penyangga harus benar-benar kuat dan kaku menunjang berat sendiri dari beban yang berada di atasnya selama pelaksanaan.

Sebelum dipergunakan kembali semua bekisting harus dibersihkan dahulu untuk menghindari kemungkinan terjadinya keropos atau cacat pada beton. Segera sebelum beton dicor, bagian dalam dari bekisting harus dibersihkan dari semua material dan termasuk air.

Setiap bagian dari bekisting harus diperiksa terlebih dahulu oleh PERUMDA Tirtanadi sebelum pengecoran beton dilaksanakan.

Sebelum pemasangan besi tulangan, bekisting untuk beton yang tidak diplester langsung (exposed concrete) harus dilapisi dengan minyak yang tidak meninggalkan bekas.

6.6. Jenis Campuran Beton

Nilai nominal untuk kekuatan tekan kubus 150x150x150 mm pada 28 hari dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 6. 1. Campuran Beton

Type	Building to be used	Concrete class characteristic Pck (kg/cm ²)	Compressive Strength Minimum Per m ³	Amount of Concrete (kg / m ³)	Maximum size of Aggregates (mm)
A	Reinforced road concrete	K 350	350		
B	All reinforced concrete building	K 225	225	325	31,5
C	Mixture filler	K 175	175	330 300	16 31,5
D	Lean Concrete	K 125	125	280	31,5
E	Working Floor	BO		200	31,5

6.7. Rencana Campuran Beton (*Concrete Mix Design*)

5 (lima) minggu sebelum pekerjaan pengecoran beton dimulai, Kontraktor harus membuat rencana campuran beton dan pengujian awal atas biaya sendiri untuk mendapatkan mutu seperti yang disyaratkan. Campuran harus menggunakan perbandingan berat antara semen, pasir, kerikil dan air.

Rencana campuran hendaknya mengikuti persyaratan SK SNI S-04-1989-F Bagian 7. Bilamana karena sesuatu hal sumber atau kualitas dari semen dan/atau agregat diganti, maka rencana campuran beton yang barn perlu hitung sellingga tetap memenuhi syarat (sesuai dengan standar diatas).

6.8. Pembuatan Beton

Kontraktor bertanggungjawab sepenuhnya atas penentuan campuran beton yang baik. meratan dan memenuhi syarat-syarat yang ditentukan. Untuk memenuhi syarat-syarat ini, Kontraktor harus menyediakan dan menggunakan mesin pencampur

beton (beton melon) yang baik dan batch sistem untuk mengukur semua material-material beton.

Pengaturan untuk pengangkutan, penimbangan dan pencampuran dari material-material harus dengan persetujuan PERUMDA Tirtanadi. Pencampuran material-material harus dengan perbandingan berat.

Sebelum mengaduk beton, bagian dalam gentong pengaduk harus bersih dari sisa beton dan kotoran-kotoran lainnya. Pengadukan dilakukan terus menerus selama minimum 2,5 menit setelah semua material, termasuk air, dimasukkan ke dalam gentong pengaduk. Mesin pengaduk harus berputar pada kecepatan tetap yaitu 70 putaran/menit. Mesin pengaduk tidak boleh diisi melebihi kemampuannya. Seluruh adukan harus dikeluarkan sebelum material untuk adukan berikutnya dimasukkan.

Pencampuran kembali beton yang sebagian sudah mengeras tidak diijinkan. Penambahan air pada adukan beton yang sudah jadi dengan tujuan untuk mencampurkan kembali tidak diperkenankan.

Pengadukan dengan tangan hanya diperkenankan pada keadaan darurat dan segera harus dilaporkan pada Pemilik Proyek untuk mendapatkan persetujuannya. Pengadukan dengan tangan terbatas sampai 0,2 m³ dan dikerjakan pada tempat pengadukan yang betul-betul rapat air.

6.9. Pengangkutan dan Pengecoran Beton

Pengecoran beton tidak boleh dimulai sebelum PERUMDA Tirtanadi memeriksa dan menyetujui bekisting, tulangan, angker-angker dan detail lainnya, dimana beton akan dicor. Tempat dimana beton akan dicor harus bebas dari segala macam kotoran, serpihan-serpihan kayu dan air.

Isi dari pencampur beton (mixer) yang akan dicor pada suatu operasi yang terus menerus harus diangkat tanpa menimbulkan pemisahan. Beton harus diangkat dengan alat pengangkut yang bersih dan kedap air. Cara pengangkutannya harus mendapatkan persetujuan PERUMDA Tirtanadi.

Peralatan yang dipakai untuk pengangkutan beton harus dibersihkan dan dicuci bila pekerjaan terbenti lebih lama dari 30 menit dan pada akhir pekerjaan Semua

campuran beton di tempat pekerjaan harus sudah siap untuk pengecoran dan dipadatkan ditempat dalam waktu 40 menit setelah penuangan air ke dalam mixer.

Pada umumnya beton tidak boleh dijatuhkan bebas/dituangkan dari ketinggian lebih dari 1,5 m untuk mencegah terjadinya pemisahan. Beton harus diletakkan dalam lapisan tidak boleh lebih dari 0,600 m tebalnya dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi. Pengecoran pada satu bagian dari pekerjaan harus dilaksanakan dalam satu pekerjaan yang terus menerus atau sampai construction joint tercapai.

Beton, bekisting dan penulangannya tidak boleh diganggu selama lebih kurang 24 jam setelah pengecoran kecuali dengan ijin Pemilik Proyek Semua pengecoran harus dilakukan pada siang hari, kecuali atas izin PERUMDA Tirtanadi.

Ijin tidak akan diberikan untuk pengecoran pada malam hari sampai sistem penerangan yang akan digunakan Kontraktor disetujui oleh PERUMDA Tirtanadi.

Construction joints harus ditempatkan sedemikian sehingga tidak mengurangi kekuatan struktur. Jika construction joints tidak diperlihatkan dalam gambar, maka penempatannya harus disetujui PERUMDA Tirtanadi Setiap perubahan construction joints dari yang dinyatakan dalam gambar, harus disetujui PERUMDA Tirtanadi Semua sambungan harus diberi *waterstop*.

6.10. Pematatan Beton

Beton harus dipadatkan keseluruhan dengan menggunakan mechanical vibrator yang dioperasikan oleh orang-orang yang berpengalaman. Pekerjaan beton yang telah selesai harus bebas dari lubang-lubang dan keropos-keropos (*honey combing*).

Vibrator yang dipakai harus dari type rotary out of balance dengan frekuensi tidak kurang dari 6000 putaran/menit. Harus dihindarkan penggetaran yang berlebihan. Penggetaran tidak boleh dilakukan pada tulangan-tulangan, terutama tulangan yang telah masuk pada beton yang telah mulai mengeras.

Kontraktor harus menyediakan paling sedikit satu vibrator cadangan untuk mengganti yang rusak pada waktu sedang dipakai.

6.11. Perlindungan terhadap Cuaca

Pada waktu panas bagian yang telah selesai dicor harus dilindungi dari panas matahari dengan penutup yang basah dengan memerciki air. Tidak diperkenankan mengecor selama turun hujan lebat, dan beton yang baru dicor harus dilindungi dan curahan hujan.

Sebelum pengecoran berikutnya seluruh beton yang terkena hujan harus diperiksa, diperbaiki dan dibersihkan dahulu dari beton yang tercampur terkikis air hujan, Pemilik Proyek harus memeriksa beton yang sudah dicor dan memberikan persetujuan sebelum pengecoran berikutnya.

6.12. Perawatan

Perawatan permukaan beton harus segera dilakukan setelah permukaan beton tersebut cukup keras untuk menghindari kerusakan-kerusakan dan dilanjutkan terus menerus tidak kurang dari 12 jam.

Permukaan beton harus terus menerus dibuat basah dengan cara menggenangi atau bila tidak memungkinkan dapat digunakan goni-gom basah untuk menutupnya.

Perawatan harus terus menerus dilakukan sampai sekurang-kurangnya 7 hari atau menurut petunjuk PERUMDA Tirtanadi.

Bekisting harus selalu basah selama perawatan. Bila bekisting dibuka dalam masa perawatan, maka permukaan beton yang kelihatan harus dirawat dengan cara seperti diatas.

6.13. Penyelesaian Bidang-bidang Beton

Bagian-bagian yang kurang sempurna, keropos dan berlubang-lubang harus ditambal dengan campuran yang sama segera setelah bekisting dibongkar. Sebelum ditambal permukaan harus dibersihkan dan disiram dengan air dan campuran semen kental.

Meskipun dalam spesifikasi dan gambar tidak ditentukan bahwa suatu bidang beton harus diplester, tetapi bila ternyata hasil pekerjaan Kontraktor kurang memuaskan PERUMDA Tirtanadi, maka bidang beton tersebut harus diplester sesuai dengan ketentuan di atas dan semua biaya tambahan yang diakibatkannya menjadi tanggungan Kontraktor.

Jika diperlukan oleh PERUMDA Tirtanadi, permukaan beton yang memerlukan perbaikan harus diplester dengan campuran yang sama. Area yang akan diplester harus dibuat kasar, bersih dari sisa-sisa bekisting, dan sisa-sisa beton. Sebelum diplester area harus dipoles dengan air dan campuran semen.

6.14. Penolakan Pekerjaan Beton

Pemilik Proyek berhak menolak pekerjaan beton yang tidak memenuhi spesifikasi. Kontraktor harus mengganti/memperbaiki/membongkar pekerjaan beton yang tidak memenuhi spesifikasi atas biaya sendiri. Penggantian beton harus sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh PERUMDA Tirtanadi.

Pengujian kekuatan tekan dari pengujian kubus harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Tidak boleh lebih dan satu nilai dan diantara 20 nilai hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut kurang dan 0.
- b. Tidak boleh satupun nilai rata-rata dan 4 hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut terjadi kurang dari (a' bk 0,82 Sr).
- c. Selisih antara nilai tertinggi dan terendah di antara 4 (empat) hasil pemeriksaan benda uni berturut-turut tidak boleh lebih besar 4,3 Sr.

BAB 7

PEMASANGAN PIPA MEMOTONG JALAN

7.1. Metode *Microtunneling/jacking*

Pipa lateral dipasang setelah pipa dengan metode *microtunneling/jacking* selesai dipasang.

7.1.1. Tujuan

Tujuan dari penggunaan metode ini yaitu :

1. Menghindari kemacetan pada jalan dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi karena metode ini dilakukan di dalam titik lubang keberangkatan (*departure shaft*) dan lubang kedatangan (*arrival shaft*).
2. Mengurangi gangguan lingkungan seperti pemotongan pohon untuk lalu lalang dan pergerakan alat berat serta untuk memperbesar jalur kendaraan.
3. Mengurangi gangguan terhadap utilitas lainnya karena metode ini efektif dilakukan dengan kedalaman lebih dari 3 meter.
4. Mengurangi gangguan terhadap bangunan disekitar jalur pipa. Dengan menggunakan metode open trench dikhawatirkan getaran yang ditimbulkan oleh alat-alat berat dapat mengakibatkan keretakan pada bangunan disekitarnya. Tidak demikian halnya dengan metode *jacking* . Pipa dipasang dengan menggunakan dorongan tenaga hidrolis sehingga tidak menimbulkan getaran yang dapat mengganggu sekitarnya.

7.1.2. Penggunaan

Pemasangan pipa air minum metode *microtunneling/jacking* dilakukan pada :

- Daerah yang memiliki kepadatan lalu lintas tinggi;
- Jalan provinsi/jalan negara/jalan tol/jalan kereta api;
- Bangunan perlintasan, sungai; dan/atau
- Daerah yang memiliki bangunan dengan nilai ekonomis tinggi dan strategis

7.1.3. Keuntungan

- Gangguan lalu lintas yang ditimbulkan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan metode galian terbuka;
 - Mengurangi gangguan terhadap lingkungan, bangunan dan utilitas di atasnya;
- dan

- Untuk pemasangan pipa yang dalam, pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dibanding metode galian terbuka (rata-rata pekerjaan pemasangan pipa 5 sampai 7 batang per hari).

7.1.4. Kelemahan

- Memerlukan ketelitian yang tinggi dalam pelaksanaan;
- Memerlukan pembiayaan yang relatif lebih besar dari metode galian terbuka (open trench).
- Memerlukan tenaga ahli khusus yang menguasai teknologi pemasangan pipa dengan *Microtunneling/jacking* ;
- Memerlukan material khusus; dan
- Memerlukan kesiapan sumber daya manusia yang terlatih.

7.1.5. Pembuatan Lubang Keberangkatan (*Departure Shaft*) dan Lubang Kedatangan (*Arrival Shaft*)

Lubang (*shaft*) pada metode *microtunneling/jacking* yaitu galian dengan kedalaman tertentu untuk membuat ruang kerja dengan peralatan yang diperlukan sehingga pemasangan pipa dapat dilaksanakan.

Pekerjaan metode *jacking* memerlukan minimal 2 buah shaft yaitu lubang keberangkatan (*departure shaft*) dan lubang kedatangan (*arrival shaft*).

Metode pembuatan lubang (*shaft*) yang umum digunakan ada 3 (tiga) cara sesuai dengan jenis material dinding penahan tanah, kondisi lokasi kerja/keleluasaan tempat kerja termasuk penempatan peralatan serta kondisi tanah dan muka air tanah serta tidak tergantung pada kedalaman galian lubang (*shaft*), penyedia jasa harus melakukan penyelidikan tanah dan evaluasi ulang terhadap perhitungan penggunaan material dinding penahan tanah sehingga didapatkan metode yang sesuai meliputi :

1. Jenis Lubang Baja (*Steel Casing*)

Pemasangannya dengan menggali tanah di dalam selubung dan mendorong selubung kedalam tanah. Metode konstruksi ini dipilih dengan mempertimbangkan kondisi tanah (tanah mudah runtuh, muka air tanah tinggi), diameter pipa dan kedalaman galian.

Steel casing dibuat dari pelat baja yang dibentuk dari gabungan beberapa elemen sehingga berbentuk lingkaran atau elips. Penggabungan setiap elemen shaft pada

keempat sisinya menggunakan sambungan las. Pelaksana Konstruksi harus melakukan evaluasi/perhitungan ulang terhadap dimensi Steel casing sehingga tidak terjadi longsor. Sedangkan untuk tutup shaft bagian atasnya (*road deck cover*) dibuat sama, baik jenis maupun metode pemasangannya.

Pada tipe *casing plate* setelah kedalaman galian mencapai 50 cm. Untuk kasus tertentu pada kondisi elevasi muka air tanah yang dangkal perlu dilakukan stabilisasi tanah diluar *shaft* agar tekanan air ke dinding penahan tanah berkurang. Salah satu metode yang dipakai dengan injeksi kimia sampai kedalaman dibawah elevasi dasar *shaft*. Material yang digunakan untuk injeksi menggunakan campuran *Asam Sulfat* (H_2SO_4) dan *Silika* (Na_2SiO_3) atau sesuai dengan jenis tanah. Peralatan yang digunakan berupa mesin bor (*Drilling machine*) dan 2 pompa injeksi (*injection Pump*) untuk setiap material tersebut. Setelah *road deck cover* selesai dipasang, pekerjaan selanjutnya yaitu pemasangan *Steel casing* secara bertahap dengan mendorong selubung setelah pekerjaan penggalian.

2. Jenis Turap Baja (*Sheet Pile*)

Metode ini digunakan untuk pipa berdiameter besar dan elevasi air tanah yang dangkal.

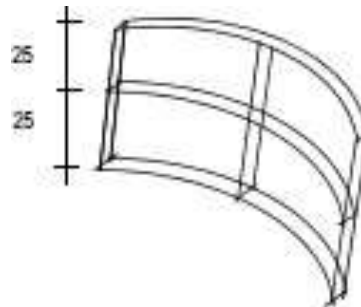
3. Jenis Pelat Lembaran (*Liner Plate*)

Pemasangan jenis ini lebih sederhana, pada saat setelah menggali tanah dipasang plat besi yang berbentuk cincin. Kondisi tanah stabil/tidak runtuh dan tidak ada air tanah merupakan kondisi yang cocok untuk metode ini.

Liner plate dibuat dari pelat baja yang dibentuk dari gabungan beberapa elemen sehingga berbentuk lingkaran atau elips. *Liner plate* dibuat dari pelat baja tebal minimal 3 mm diperkuat dengan sirip pengaku dari pelat baja minimal 6 mm. Ukuran elemen *Liner plate* dapat dibuat setinggi 50 cm dan panjang 150 cm atau untuk sisi lurus, sedangkan untuk sisi lengkung disesuaikan dengan ukuran shaft. Penggabungan setiap elemen *shaft* pada keempat sisinya menggunakan baut. Penyedia jasa harus melakukan evaluasi/perhitungan ulang terhadap dimensi *Liner plate* sehingga tidak terjadi longsor.

Dimensi *departure shaft* yang berbentuk elips dibuat 3.5 m x 6.5 m atau sesuai dengan mesin *jacking* dan dimensi pipa *jacking* sedangkan untuk yang berbentuk

lingkaran dibuat dengan diameter minimal 6.1 m. *Arrival shaft* dibuat berbentuk lingkaran dengan diameter 3,6 m atau disesuaikan dengan dimensi mesin *jacking*.



Gambar 7. 1. Dinding *Arrival Shaft*

Sedangkan untuk tutup *shaft* bagian atasnya (*road deck cover*) dibuat sama, baik jenis maupun metode pemasangannya. Pada tipe *sheet pile* galian dapat dilaksanakan dengan lebih mudah karena dinding galian sudah terlindungi oleh *sheet pile*. Sedangkan pada tipe *Liner plate* dinding galian dilindungi dengan *Liner plate* setelah kedalaman mencapai minimal 50 cm. Untuk kasus tertentu pada kondisi elevasi muka air tanah yang tinggi perlu dilakukan stabilisasi tanah diluar *shaft* agar tekanan air ke dinding penahan tanah berkurang.

Salah satu metode yang dipakai dengan injeksi kimia sampai kedalaman dibawah elevasi dasar *shaft*. Material yang digunakan untuk injeksi menggunakan campuran *Asam Sulfat* (H_2SO_4) dan *Silika* (Na_2SiO_3) atau sesuai dengan jenis tanah. Peralatan yang digunakan yaitu mesin bor (*Drilling machine*) dan 2 pompa injeksi (*injection Pump*) untuk setiap material tersebut. Setelah *road deck cover* selesai dipasang, pekerjaan selanjutnya yaitu pemasangan *Liner plate*.

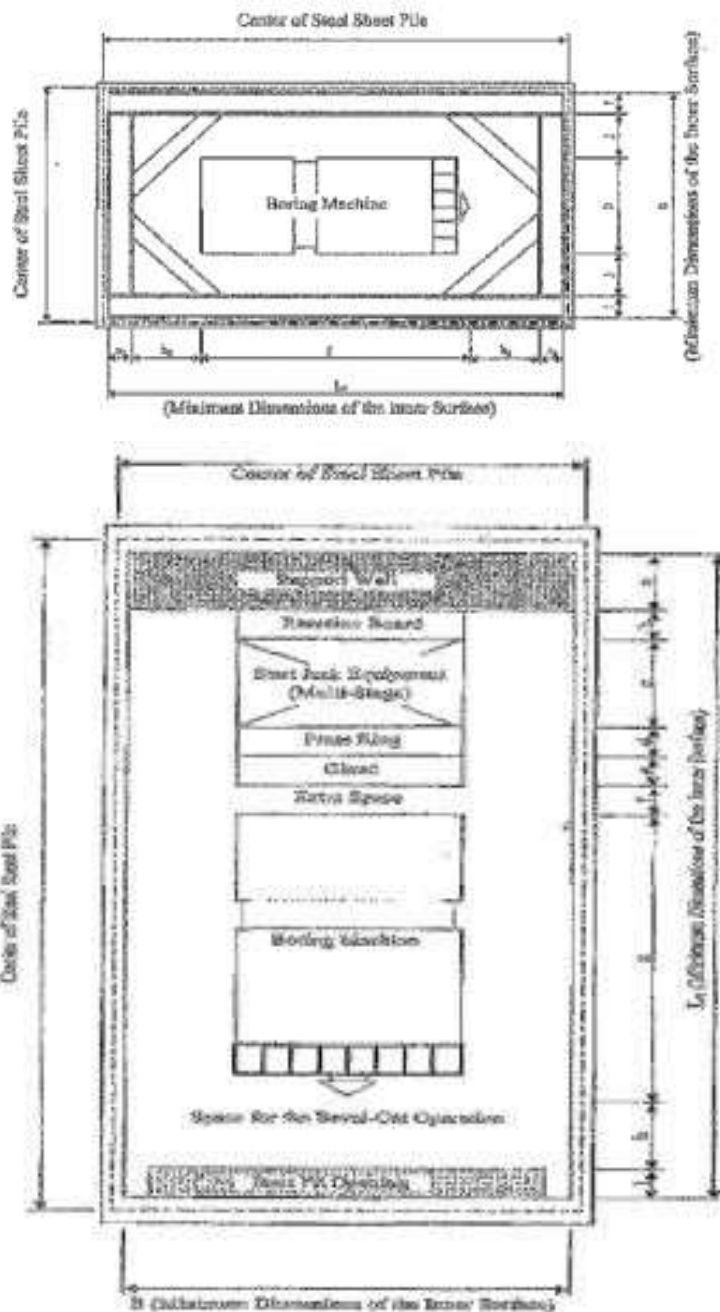
Liner plate dipasang bertahap mulai dari atas sampai ke elevasi terbawah. Pekerjaan galian *shaft* dilakukan dengan manual. Setiap galian mencapai kedalaman 50 cm dilanjutkan dengan pemasangan *Liner plate*. Demikian seterusnya sampai mencapai kedalaman yang diinginkan.

4. Pelaksanaan Konstruksi *Shaft*

Lubang (*shaft*) ukurannya harus ditentukan dengan mempertimbangkan ruang yang diperlukan untuk operasional/pelaksanaan pipa *jacking* tergantung pada faktor seperti metode *jacking* dan kondisi lokasi, serta dimensi yang diperlukan untuk pembuatan/konstruksi lubang (*shaft*). Berikut contoh ukuran lubang (*shaft*) sebagai referensi desain dimensi lubang galian (*shaft*) sebagai berikut :

Nominal Diameter	Start Pit Length L ₁ (m)										Width (B) (m)				Steel Sheet Pile Format Pit Dimension Steel Sheet Pile Center (m)
	Back Wall	Reaction Board (Punch Square)	Thrust Jack	Press Ring	Clamp	Extra Space	Length of Boring Machine	Space for Bevel-Cut Operation	Start Pit Opening	Minimum Dimension (Inner Surface)	Boring Machine Outer Diameter	Width of Supporting Steel Material	Opening Span	Minimum Dimension (Inner Surface)	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	
800	0.80	0.20	1.470	0.20	0.30	0.10	2.81	1.00	0.40	1.00	0.98	0.3 × 2	0.4 × 2	2.76	2.20 × 3.20
900	"	"	"	"	"	"	2.75	"	"	0.72	1.10	"	"	2.90	2.20 × 3.20
1.000	"	"	1.550	"	"	"	2.40	"	"	0.95	1.22	"	"	3.02	2.20 × 3.20
1.100	"	0.21	"	0.25	"	"	2.40	"	"	1.09	1.35	"	"	3.15	2.60 × 3.60
1.200	"	"	1.560	"	"	"	2.51	"	"	1.16	1.45	"	"	3.25	2.60 × 3.60
1.350	"	"	"	"	"	"	2.94	"	"	1.49	1.62	"	"	3.43	3.00 × 4.00
1.500	"	"	"	"	"	"	3.05	"	"	1.70	1.80	"	"	3.60	3.00 × 4.00
1.650	"	"	"	"	"	"	3.20	"	"	1.83	1.87	"	"	3.77	3.40 × 4.00
1.800	1.00	"	"	"	"	"	"	"	"	2.05	2.14	0.4 × 2	"	4.14	3.40 × 4.00
2.000	"	"	"	"	"	"	3.34	"	"	2.19	2.27	"	"	4.37	3.80 × 4.80
2.200	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2.10	2.40	"	"	4.63	3.80 × 4.80
2.400	"	"	"	"	0.35	"	"	"	"	2.24	2.84	"	"	4.84	3.80 × 5.20
2.600	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2.24	3.06	"	"	5.06	3.80 × 5.60
2.800	"	"	"	"	"	"	3.21	"	"	2.11	3.30	"	"	5.30	3.80 × 5.60
3.000	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2.11	3.53	"	"	5.53	3.80 × 6.00

- (Notes)
- These are the dimensions when the thrust jack is a multi-stage jack.
 - The length and width of the start pit is the minimum space for installing and starting to move the boring machine.
 - A separate investigation is required for double movement or diagonal movement.
 - The steel sheet pile format pit dimensions are shown for when type III steel sheet pile is used.



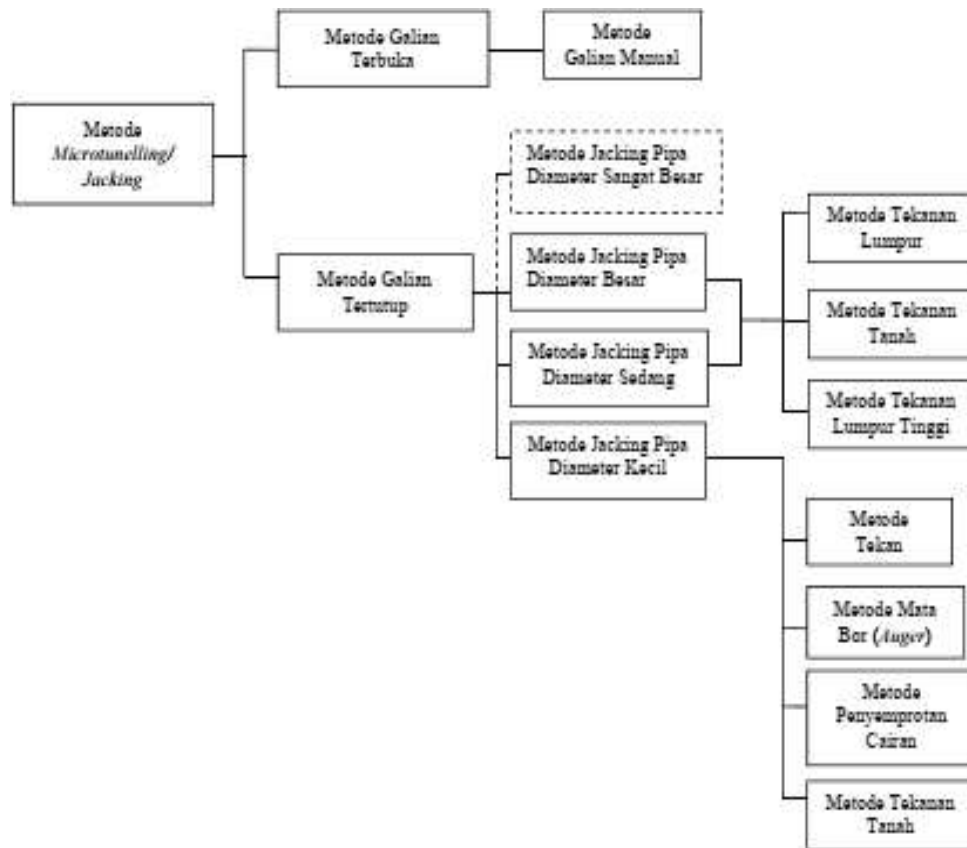
Nominal Diameter	Arrival Pit (D _a) (m)				Width (D _w) (m)				Steel Sheet Pile Form Fit Dimensions Steel Sheet Pile Crest (m)
	Width of Supporting Steel Material (m)	Operation Space (m)	Length of Boring Mechanism (m)	Minimum Dimensions (Inner Surface)	Boring Machine Outer Diameter (m)	Width of Supporting Steel Material (m)	Operation Space (m)	Minimum Dimensions (Inner Surface)	
800	0.20 × 2	0.60 × 2	2.81	4.41	0.98	0.20 × 2	0.60 × 2	2.78	4.80 × 3.20
900	"	"	2.33	4.85	1.10	"	"	2.98	4.80 × 3.20
1,000	"	"	2.40	4.20	1.22	"	"	3.02	4.80 × 3.20
1,100	"	"	2.62	4.75	1.35	"	"	3.13	4.80 × 3.60
1,200	"	"	2.81	4.31	1.45	"	"	3.25	4.80 × 3.60
1,350	"	"	2.84	4.64	1.62	"	"	3.42	5.20 × 4.00
1,500	"	"	2.85	4.85	1.80	"	"	3.60	5.20 × 4.00
1,650	"	"	3.20	5.00	1.97	"	"	3.77	5.60 × 4.80
1,800	0.40 × 2	"	"	5.20	2.14	0.40 × 2	"	4.10	5.60 × 4.80
2,000	"	"	3.14	5.34	2.37	"	"	4.37	5.60 × 4.80
2,200	"	"	"	5.34	2.51	"	"	4.61	5.60 × 4.80
2,400	"	"	"	5.34	2.84	"	"	4.80	5.60 × 5.20
2,600	"	"	"	5.34	3.05	"	"	5.06	5.60 × 5.20
2,800	"	"	2.21	5.21	3.20	"	"	5.30	5.60 × 5.60
3,000	"	"	"	5.21	3.32	"	"	5.53	5.60 × 6.00

- (Notes):
1. The length and width of the arrival pit is the maximum space when the jacking pipe arrives on a straight line and the boring machine is tilted up.
 2. If it arrives diagonally then a separate investigation is required.
 3. The steel sheet pile form fit dimensions are shown for when type III steel sheet pile is used.
 4. If the boring machine is transported in one piece. If it is divided, investigate for each type.

Gambar 7. 2. Tampak Konstruksi Shaft

Setelah dilakukan evaluasi terhadap ukuran shaft berdasarkan jenis dan penggunaan peralatan jacking serta diameter pipa maka selanjutnya pelaksanaan pemasangan pipa dengan metode *microtunneling/jacking* sebagai berikut :

Berdasarkan metode kerja maka pemasangan pipa dengan metode *microtunneling/jacking* dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu metode jenis galian terbuka (*open face types*) dan jenis galian tertutup (*close face types*). Untuk metode jenis galian tertutup dibedakan menjadi 3 jenis sesuai diameter pipa, yaitu metode jacking pipa diameter besar untuk diameter 2000 mm s/d 3000 mm, metode jacking pipa diameter sedang untuk diameter 800 mm sampai dengan 1800 mm, dan metode *jacking* pipa diameter kecil untuk diameter pipa sampai dengan 700 mm. Khusus untuk diameter pipa diatas 3000 mm metode jacking pipa dapat dikerjakan dengan metode *microtunneling/jacking* . Diagram klasifikasi pemasangan pipa metode *microtunneling/jacking* dapat dibagi menurut diameter pipa, jenis galian, penggunaan dan tujuan seperti berikut :



Gambar 7. 3. Diagram Klasifikasi Pemasangan Pipa

a. Galian secara Manual (*Open Face Type*)

Menggunakan peralatan manual/tangan seperti cangkul, sekop untuk menggali tanah untuk jenis tanah kohesif dengan kepadatan rendah dan dapat dikombinasi menggunakan mesin. Untuk perbaikan stabilitas tanah apabila diperlukan dapat menggunakan material groting dengan cara injeksi ke dalam tanah. Produktifitas pekerjaan kurang apabila dibandingkan dengan mesin bor mekanis sehingga metode ini cocok untuk pemasangan pipa dengan metode *microtunneling/jacking* pendek.

Pemasangan pipa ini menggunakan kekuatan mesin jack untuk mendorong pipa dan material hasil galian diangkut menggunakan gerobak untuk selanjutnya diangkat menggunakan katrol menuju truk pengangkut.

Pada saat penggalian dengan metode ini dipastikan aman, namun apabila ada air keluar pada saat menggali atau sulit melakukan galian maka perlu dilakukan penyesuaian metode, misalnya untuk galian dibawah muka air, lapisan tanah endapan dengan *N-value* srendah, lapisan pasir berlumpur dan tanah berbatu dapat menggunakan metode penyuntikan material groting atau membuat

sumur dalam untuk menurunkan elevasi muka air tanah, atau menggunakan kedua metode tersebut secara bersamaan.

Untuk keamanan dalam pelaksanaan metode galian secara manual harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- dipasang lampu penerangan di dalam galian;
- dipasang kipas/blower untuk menyediakan oksigen di dalam galian;
- pergantian tenaga kerja secara rutin untuk penggalian; dan
- tenaga kerja dilengkapi alat pelindung diri (*safety*).

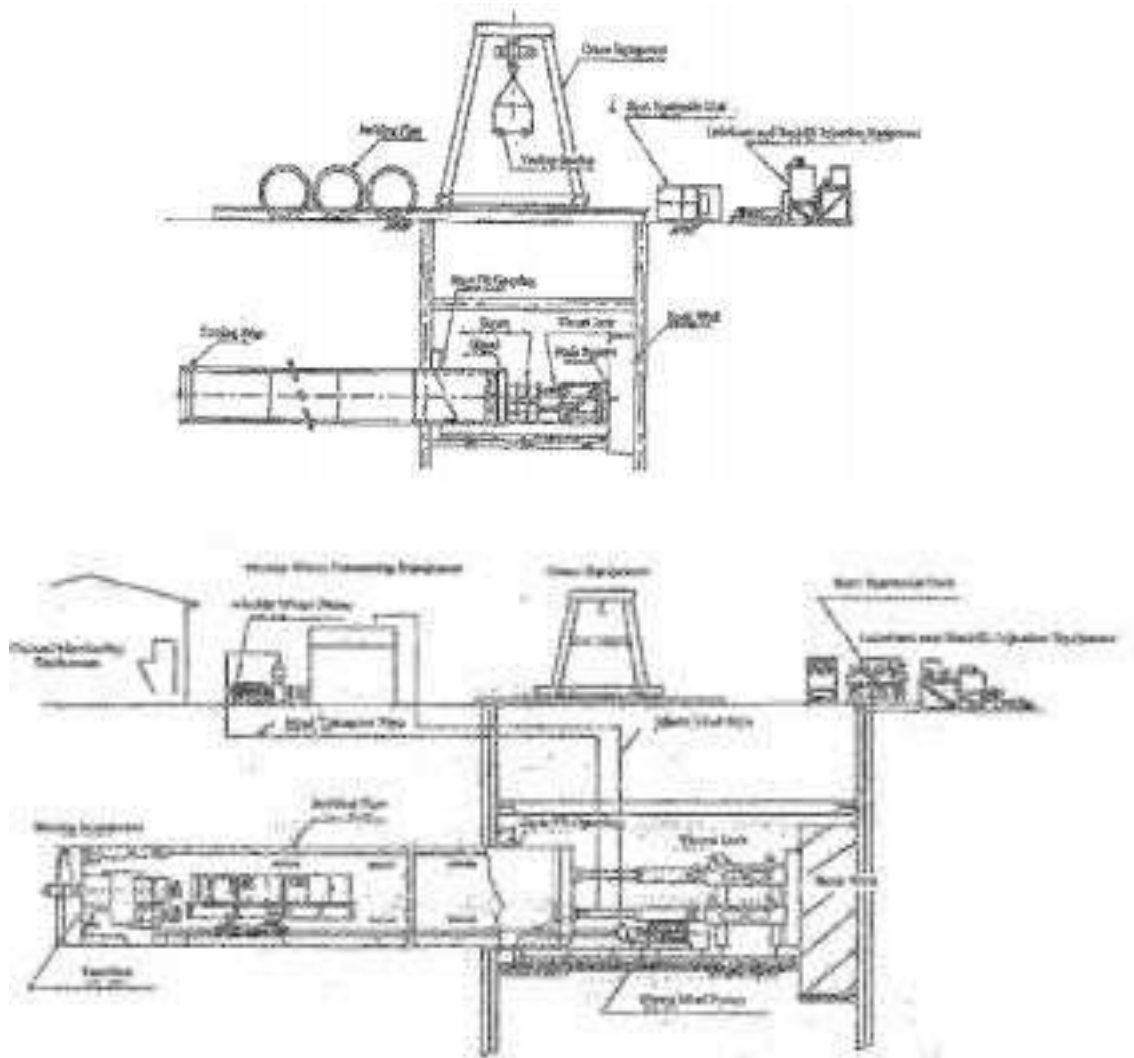
b. Galian dengan peralatan mekanis (Close Face Type)

1) Metode *jacking* pipa diameter besar (*large diameter pipe jacking methods*) dan metode *jacking* pipa diameter sedang (*medium diameter pipe jacking methods*). Metode *jacking* pipa diameter besar dan metode *jacking* pipa diameter sedang diklasifikasikan menjadi metode tekanan lumpur (*Slurry pressure balance*), metode tekanan tanah (*Earth Pressure Balance - EPB*) dan metode tekanan lumpur tinggi (*high density Slurry*) berdasarkan stabilitas mesin pemotong dan metode pemindahan sedimen

2) Pipa diameter besar dan sedang (diameter 800 mm s/d 3000 mm), diasumsikan dengan minimal diameter 800 mm orang bisa masuk ke dalam pipa untuk bekerja.

- Metode tekanan lumpur (*Slurry pressure balance*)

Pengeboran dengan metode ini menggunakan lumpur untuk menstabilkan mesin pemotong, selanjutnya pipa didorong dengan tekanan mesin dongkrak (*jack*) yang dipasang dilubang keberangkatan. Hasil galian merupakan campuran air dan tanah berlumpur yang dikeluarkan dari lubang galian dengan pompa, selanjutnya dilakukan proses pemisahan antara lumpur dengan cairan. Cairan akan dikirim kembali ke mesin bor, sedangkan limbah lumpur dikirim ke pengolahan lumpur.



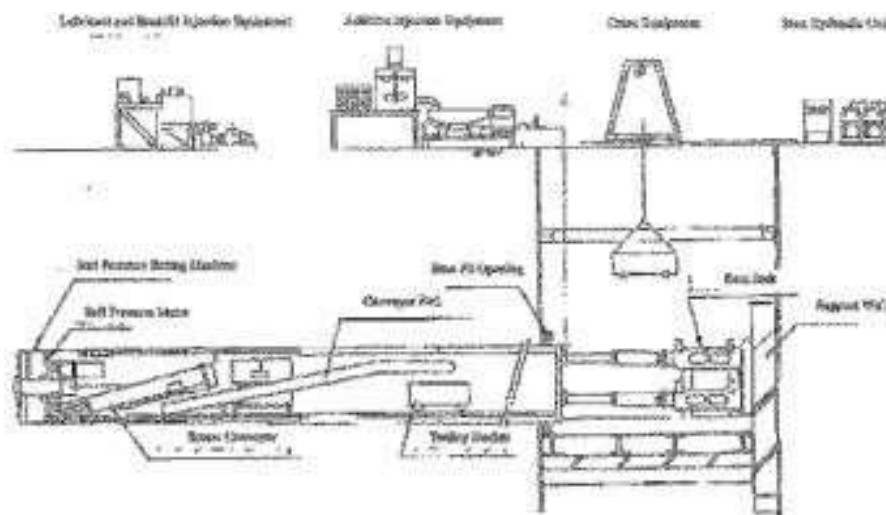
Gambar 7. 4. Tampak Lubang

Tanah yang pada dasarnya berlaku untuk metode *jacking* tekanan lumpur (*Slurry pressure balance*) yaitu tanah lempung (*cohesive soil*) *N-value* $s < 10$, tanah berpasir (*Sand y soil*) *Nvalue* < 50 , tanah berbatu (*pebble soil*) kandunganbatu 30% - 80%, dan tanah keras (*hard soil*) dengan kuat tekan *uniaxial* dan batuan $< 200 \text{ MN/m}^2$ dan untuk tanah bercampur puing dan batu serta mudah longsor stabilitas mesin pemotong di evaluasi bersamaan dengan metode injeksidengan kimia.

- Metode Tekanan Tanah (*Earth Pressure Balance-EPB*)

Metode ini dilengkapi dengan peralatan *screw conveyor* untuk mengeluarkan hasil galian. Selama proses pengeboran pipa didorong oleh tekanan mesin dongkrak (*jack*) yang dipasang di lubang

keberangkatan. Selanjutnya hasil galian dipindahkan dengan *screw conveyor* ke *conveyor belt* dan dikeluarkan menuju lubang keberangkatan dengan bak troli, pompa atau pompa penghisap/*vacuum*.



Gambar 7. 5. Tampak Pompa

Jenis tanah yang pada dasarnya berlaku untuk EPB yaitu tanah lempung (*cohesive soil*) $N\text{-value } s < 10$, tanah berpasir (*Sand y soil*) $N\text{value } < 50$, tanah berbatu (*pebble soil*) kandungan batu 30% - 80%, tanah keras (*hard soil*) dengankuat tekan $aniaxial < 200 \text{ MN/m}^2$, untuk tanah bercampur puing dan batu serta mudah longsor stabilitas mesin pemotong di evaluasi bersamaan dengan metode injeksi dengan zat kimia.

Tambahan aditif diperlukan untuk mengubah hasil galian menjadi lumpur, apabila tanah hasil galian tidak mengandung 30% partikel halus/kurang dari 75 mikron.

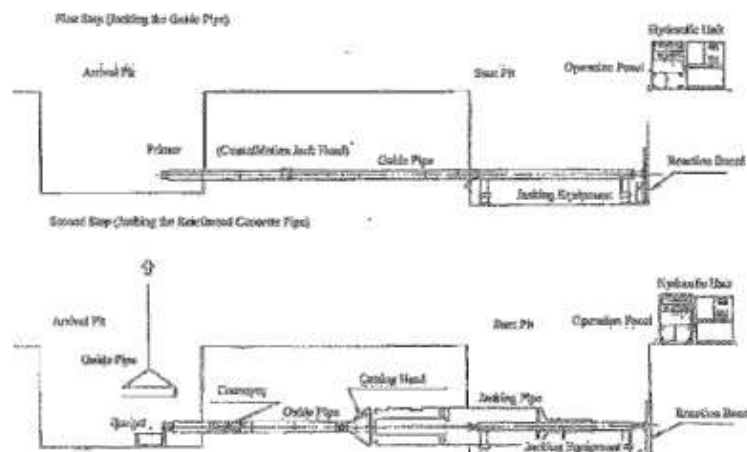
Untuk tanah dengan kualitas lanau bercampur pasir, pasir halus, pasir kasar dan berbatu partikel halus diperlukan untuk mengganti material yang hilang akibat proses penggalian. Untuk lumpur padat dan lempung kandungan airnya rendah dapat ditambahkan air supaya kandungan partikel halus setidaknya 30%.

3) Metode *Jacking* pipa diameter kecil

Merupakan pipa diameter sampai dengan 700 mm dan pekerja tidak diizinkan masuk ke dalam pipa, semua kegiatan yang dibutuhkan untuk pemasangan pipa dengan metode *microtunnelling/jacking* seperti kontrol mesin, pengeluaran hasil galian, pengukuran elevasi, dilakukan dengan pengendalian jarak jauh. Material pipa dapat menggunakan jenis pipa beton (RC *pipe*), PVC dan pipa baja. Pada umumnya metode pemasangan pipa diameter kecil dilaksanakan menggunakan metode pengeboran dengan sistem penyemprotan cairan (*Slurry pressure balance type*), dengan uraian sebagai berikut :

- Jenis Tekan (*press-in types*)

Jenis tekan (*press-in types*) merupakan metode dengan dua tahapan pelaksanaan, tahap pertama pipa pemandu dimasukan sebagai pemandu pelaksanaan pemasangan pipa sewer. Pemasangan pipa pemandu yang dimasukan dengan tekanan diarahkan dengan alat pengendali jarak jauh. Pada tahap kedua bagian ujung pipa sewer terhubung dengan mesin pemotong dan pipa, pipa didorong dengan mesin *jack* mengikuti pipa pemandu yang diatur dengan alat pengendali jarak jauh, hasil galian dipindahkan oleh sekrup konveyor di samping pipa pengarah langsung menuju lubang kedatangan selama proses penggalian. Metode ini cocok untuk jenis tanah padat dan tanah berpasir dengan *Nvalue* < 15.



Gambar 7. 7. Tampak Pengeboran

- Metode Mata Bor (*Auger*)

Metode ini dilengkapi dengan mesin mata bor (*auger*) dan ulir. Sebuah perangkat pengendali jarak jauh disediakan untuk mengontrol peralatan. Sedimen hasil galian oleh mesin *auger* dipindahkan ke lubang keberangkatan dengan sekrup konveyor atau pipa yang terpasang di dalam pipa. Metode ini digunakan untuk karakteristik tanah jenis tanah liat, pasir berlumpur, pasir dan kerikil kecil. Mesin ini dilengkapi dengan peralatan/mesin pemotong khusus untuk tanah berbatu dan kerikil.

- Metode Penyemprotan Cairan (*Slurry Pressure Balance Type*)

Proses penggalian memerlukan cairan yang dapat dibuat suspensi bentonit atau material *polimer* dan/atau kombinasi. Metode ini menggunakan alat pengendali jarak jauh untuk mengendalikan perangkat dan untuk mengoreksi arah penggalian. Metode ini digunakan untuk tanah lunak, pasir akuifer, kerikil pasir, atau mesin-mesin khusus yang dapat mengatasi puing dan batu. Hasil galian dikeluarkan menggunakan pompa.

- Metode Tekanan Tanah (*Earth Pressure Balance Type*)

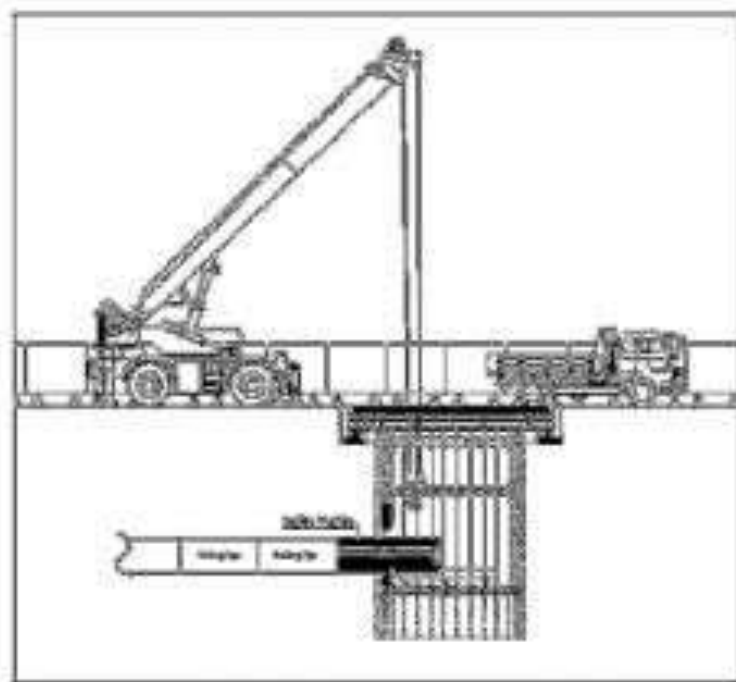
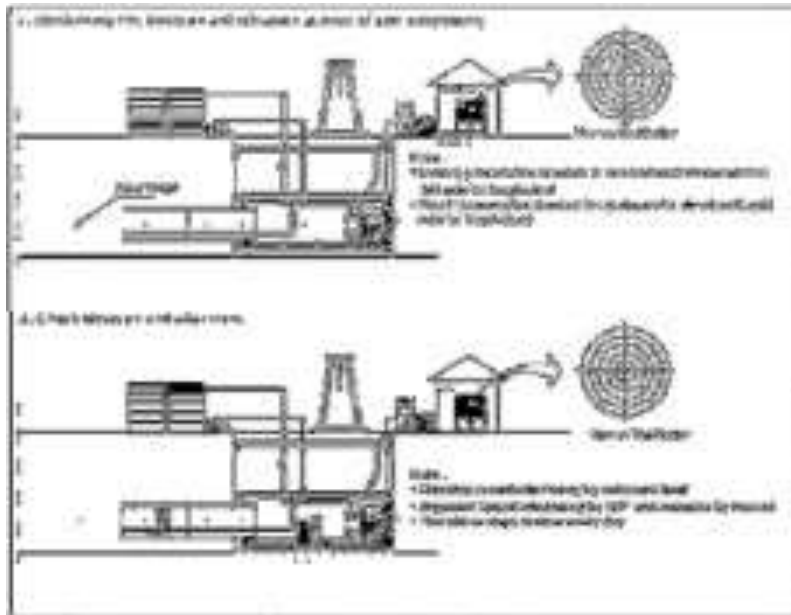
Metode ini menggunakan mesin pemotong dan aditif. Metode ini sesuai untuk jenis tanah keras, berpasir, berkerikil, dan berbatu. Material galian dikeluarkan dengan *screw conveyor*, pompa dan pompa penghisap/ *vacuum*.

Kategori tanah akan mempengaruhi metode *microtunneling/jacking* berdasarkan karakteristik hasil galian. Untuk itu dibutuhkan penyesuaian dengan melakukan penyelidikan tanah sehingga didapatkan metode yang terbaik. Umumnya kategori tanah dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

7.1.6. Tahapan Pelaksanaan Pemasangan Pipa

Tahapan pelaksanaan pemasangan pipa dengan metode *microtunneling/jacking* secara garis besar terdiri dari kegiatan:

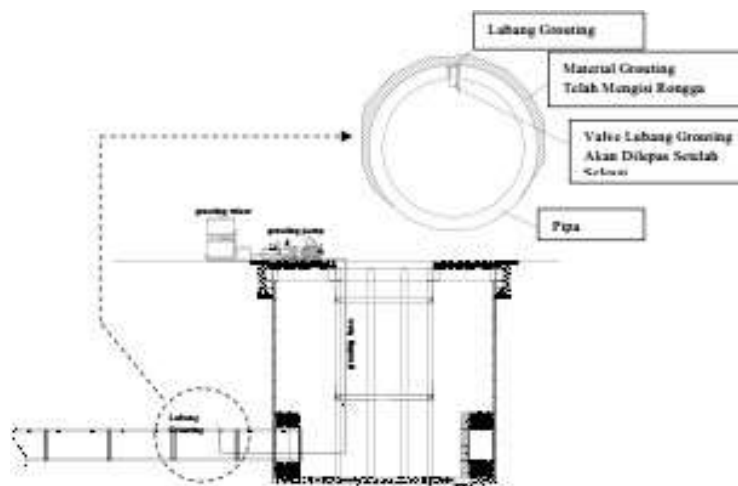
- Pekerjaan pembuatan *shaft* baik *shaft* keberangkatan dan *shaft* kedatangan. Pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan *excavation deck*, *sheet pile driving*, *deck cover*, *shaft lean concrete*, *install shoring concrete trust wall* dan *entrance ring*.
- Pekerjaan pemasangan peralatan seperti generator, *guide rail*, *trust tall*, *trust wall*, *Jhonestone*, *Hidraulic Jack*, *Slurry Tank*, *Slurry Pipe System*, *Sand Pump*, *Control Unit*, dan *Jacking Unit*.
- Mesin bor yang berada di bagian depan akan mengebor tanah dan di dorong dengan mesin *jacking* dengan tenaga hidrolik. Tanah hasil bor akan masuk ke dalam mesin dan dicampur dengan cairan agar larut sehingga dapat dialirkan keluar melalui pipa, *vacuum*, troli atau gerobak. Selama pengeboran, besarnya tekanan cairan dalam mesin bor disesuaikan dengan tekanan tanah dan air tanah yang bertujuan untuk memperoleh tingkat kestabilan yang cukup dalam melaksanakan pengeboran tanah.
- Setelah mesin bor mencapai jarak satu pipa, pendorong mesin *jacking* /hidrolik akan kembali ke posisi semula. Pipa air limbah domestik akan diturunkan ke dalam *shaft* dan akan beradadi antara mesin bor dan mesin *jacking* /hidrolik untuk selanjutnya didorong oleh mesin hidrolik dan mesin bor akan bekerja untuk mengebor tanah. Proses ini dilakukan berulang sampai mesin bor mencapai *shaft* kedatangan untuk diangkat ke permukaan.
- *Shaft* keberangkatan dapat bekerja ke dua arah (ke arah *upstream* dan ke arah *downstream*) demikian pula dengan *shaft* kedatangan dapat menerima *shaft* keberangkatan dari dua arah.
- Setelah pekerjaan pemasangan pipa selesai dikerjakan selanjutnya pekerjaan penyelesaian akhir pada tiap *shaft* berupa pemasangan *manhole* serta pengembalian perkerasan permukaan di *shaft* tersebut.
- Berikut ini ilustrasi proses pelaksanaan pekerjaan pemasangan dengan metode *microtunneling/jacking*.



Gambar 7. 9.. Ilustrasi Proses Pelaksanaan Metode *Microtunneling*

- Kontrol kelurusan dan kemiringan pipa
Kontrolnya dilakukan dengan menetapkan *target* dan arah pengeboran menggunakan theodolit dan sinar *laser* di *shaft* keberangkatan, seperti uraian berikut:
 - Titik koordinat arah pengeboran ditetapkan (*laser transit target*);
 - Kontrol arah pengeboran dengan menggunakan sinar laser; dan

- Periksa kembali posisi pipa terhadap titik koordinat yang ditetapkan
- Pengisian rongga galian (*back fill injection*)
Untuk mengisi rongga yang kemungkinan terjadi di sekeliling pipa dilakukan pengisian dengan material semen dan *bentonite* atau material lain dengan cara menyuntikan melalui lubang yang sudah disiapkan menggunakan peralatan *grouting*.



Gambar 7. 10. Tampak Pipa

7.2. Metode *Horizontal* atau *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

7.2.1. Perencanaan *Engineering*

Sebelum dilakukan fisik dilapangan. Akan dilakukan pekerjaan *Engineering* yang meliputi :

- a. Penyelidikan Tanah, melalui CPT atau sondir akan dapat ditentukan nilai kohesifitas, apabila kemungkinan dilakukan pula pengambilan sampling melalui *method boring*, dengan diketahui nilai kohesifitas tanah serta dapat dihitung tenaga penarikan (*Pulling*) yang dibutuhkan. Perhitungan tenaga penarikan selain untuk memperhitungkan kekuatan mesin juga harus dioptimalkan agar tidak merusak bentuk (deformasi) pipa yang akan ditarik. Untuk meyakinkan bahwa pipa kerja tidak akan berubah bentuk *stress analysis* dilakukan meliputi perhitungan kekuatan pipa terhadap gaya penarikan. *Natural Bending* yang diizinkan serta ketahanan pipa terhadap defleksi akibat penggunaan support pada lokasi penyambungan pipa kerja. Pengambilan sample *Drilling* sesuai dengan kedalaman rencana pengeboran dimaksudkan untuk mengetahui formasi

tanah/batuan yang akan dibor serta kondisi ekstrim lainnya.

- b. Survey topografi untuk mendapatkan bentuk profil sungai sebenarnya, dari gambar survey ini akan di plotkan *Drilling Path* yang dibuat se-optimum mungkin dengan memperhatikan kemampuan alat dan kondisi tanah. Survey lokasi lain diperlukan untuk menentukan letak fasilitas lain seperti kabel – kabel, pipa dan utilitas lainnya.

Fasilitas yang ada digambarkan secara tepat agar tidak terganggu pada saat pekerjaan HDD dilakukan.

- c. Perhitungan-perhitungan serta *deliverables* lain akan disiapkan seperti *stress analysis, Procedure, HSE/Safety Plan* serta *QA/QC Procedure* untuk mendapatkan persetujuan dari pemberi pekerjaan.

7.2.2. Persiapan di lokasi

Untuk melaksanakan pekerjaan ini HDD *Rig* dibutuhkan lahan seluas 3 x 40 meter yang harus dibebaskan, tanah yang datar dan padat. Dilokasi ini juga akan ditempatkan tangki dan *Mixer* pengaduk *bentonite* serta beberapa peralatan lain seperti generator, barak kerja, gudang peralatan dll. Untuk menempatkan dan menyambung pipa kerja yang akan dipasang dibutuhkan lahan sepanjang pipa kerja (sekitar 10 m) dengan lebar yang cukup untuk menempatkan alat-alat bantu lain seperti *excavator* dan *crane*. Lumpur, maupun sisa tanah dari hasil pengeboran akan dibuang menjauhi lokasi pengeboran, untuk itu diperlukan lahan yang dapat menampung disposal tersebut. Pekerjaan HDD akan membutuhkan air yang cukup banyak dan memiliki kualitas yang baik, untuk itu perlu ditentukan lokasi pengambilan air kerja ini agar tidak terlalu jauh dari rencana pengeboran. Detail gambar rencana penempatan peralatan akan dilakukan setelah penentuan pemenang kontraktor dan disampaikan kepada pemberi pekerjaan untuk disetujui. Berikut ini rincian pekerjaan di lokasi Pekerjaan HDD.

a. Perizinan

Semua yang berhubungan dengan pengerjaan HDD seperti izin kerja, izin memakai lahan, izin memakai jalan kelokasi, sosialisasi kepada masyarakat setempat dan juga izin lainnya yang dibutuhkan agar pekerjaan ini bias dilaksanakan akan dikoordinasikan dengan pemilik proyek.

b. Jalan Masuk

Peralatan HDD *Rig* berupa peralatan mounted yang memiliki *track* rantai. Namun demikian umumnya peralatan tersebut dibawa ke lokasi menggunakan *Flat Bet Trailer*, hanya pada kondisi minimal dimana *Trailer* tidak dapat mencapai lokasi *Rig* dapat dijalankan oleh rantai *Track*nya sendiri, untuk itu pada saat perlengkapan HDD *Rig* sampai di daerah lokasi maka jalan masuk alat – alat berat disiapkan dapat berjalan lancar sesuai yang diharapkan.

c. Hard-Standing

Tempat penempatan HDD *Rig* akan disiapkan pada lokasi yang tepat, tidak terdapat genangan air, dipadatkan dengan menggunakan material padat mulai dari jalan masuk hingga lokasi disekitar lokasi HDD harus dibuat saluran air agar tidak terjadi genangan air dan tetap kering pada saat area HDD berdiri.

Perlu dipasang *sheet pile wall* untuk menahan HDD agar tidak bergerak pada proses penarikan pipa dan untuk menahan keruntuhan tanah disekitar lokasi pengeboran yang diakibatkan oleh getaran mesin. Untuk itu *Sheet Pile Wall* yang dipasang harus diperhitungkan secara *Engineering* kedalamannya agar dapat menahan HDD *Rig* tidak bergerak pada saat penarikan pipa dan efek yang di timbulkan berikut *safety factor* yang dapat diterima.

HDD *Rig* akan ditegakkan pada lokasi yang sudah ditentukan dan sesuai gambar pemasang di atas *Rig* pad dengan ukuran (+/- 8 m x 4 m, untuk bebas 74 ton). Semua kelengkapan peralatan yang berhubungan untuk HDD ini seperti pipa koneksi, *hoses* dan peralatan – peralatan *safety* seperti alat ukur akan dipasang dengan baik sesuai prosedur HDD agar tidak terjadi gangguan pada saat operasional termasuk kabel *grounding* yang terpasang dengan baik.

d. Persediaan Air

Kualitas air yang akan dipergunakan harus sudah disepakati bersama juga kecukupan air pada saat HDD dioperasikan dengan jarak jangkauan 50 meter dari HDD *Rig*. Ketersediaan air ini akan diputuskan pada saat kunjungan ke lokasi nantinya.

e. Lumpur untuk Pengeboran

f. Pengeboran ini menggunakan air sebagai campuran dasar yang dicampur dengan *bentonite* atau *Polymer* yang ramah lingkungan agar tidak mencermari lingkungan

sekeliling sesuai peraturan yang berlaku. Pada saat pengeboran lubang, lumpur dipompakan ke pipa produksi melalui *Jet Nozel* Mata Bor dan akan membuat lubang utama dan mengeluarkan semua sisa – sisa dari pengeboran seperti batuan, pasir dan bahan lainnya yang terdapat pada lubang dan langsung dipisahkan melalui alat silid *Control* untuk sambil menjaga viskositas lumpur. Lumpur tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai pelumasan dan berulang – ulang sampai selesai sedang material – material lainnya dipisahkan pada tempat tertentu. Tekanan lumpur, viscositas lumpur, pasir dan berat lumpur selama pengeboran akan selalu dimonitoring.

7.2.3. Pelaksanaan Pekerjaan HDD

Secara umum urutan pekerjaan (*sequences*) digambarkan seperti diagram alur terlampir. Dalam pelaksanaan pekerjaan mula mula dilakukan pemasangan patok pada jalur pengeboran, sesuai dengan gambar rencana. Pematokan biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur opik dan mistar / *roll* meter. Bila dalam tahapan ini ditemukan keadaan yang tidak sesuai dengan gambar rencana atau dijumpai indikasi yang nantinya akan menyulitkan dalam pelaksanaan pengeboran, temuan tersebut kami catat untuk kemudian ditindaklanjuti dengan mengkonsultasikan kepada pihak Pengawas Lapangan.

a. Pengeboran Lubang Panduan (*Pilot Bore*)

Pengeboran lubang panduan adalah bagian pertama dari proses pengeboran, pipa untuk pengeboran adalah “Premium” 2 ¼ x 4 meter, (*double white band*) “*nonmagnetic*” *drill collar* ditempatkan langsung di belakang mat bor dan menjadi bagian dari *steering* probe yang berfungsi sebagai pengatur arah pengeboran (mata bor) sementara *non-magnetic drill collar* berfungsi sensor yang mengirim data dapat langsung dibaca melalui alat pencatat otomatis dipermukaan. Kedua alat ini yang disatukan ini disebut “*Bottom Hole Assembly*” (BHA). Kabel yang terpasang dalam lubang dihubungkan ke bagian sisi alat pencatat dan membawa data ke permukaan dan terhubung ke alat monitor. Data yang di proses akan diikuti *Drilling* engineer dan juga *steering* engineer untuk mengemudikan lubang utama. Untuk mengetahui posisi ujung bor dan utilitas eksisting digunakan pula pelacak yang disebut *digitrax*. Secara terus menerus melalui monitor BHA akan diarahkan

di setiap sambungan *drill pipe* sesuai dengan desain profil/rencana jalur pengeboran oleh *string Engineering* operator.

Hasil monitoring ini akan diplotkan kedalam gambar field profile. Selama pengeboran lubang panduan (*Pilot Hole*) ini akan disemprotkan melalui mata bor campuran *bentonite* air agar memudahkan pengeboran dan menjaga stabilitas lubang. BHA akan dilepas setelah mencapai lubang keluar, dan digantikan dengan reamer (pembesar).

b. Pembersihan Lubang (*Reaming*)

Setelah penyelesaian lubang panduan (*Pilot Hole*), maka lubang bor akan dibesarkan dengan reamer. Pembesaran lubang dengan reamer dilakukan berbalik arah dengan pengeboran *Pilot Hole*. Untuk itu alat *Rig* akan disiapkan dengan putaran dan tenaga Tarik yang memadai.

Selama pengeboran dan pemompaan cairan lumpur pelumasan melalui pipa bor (*drillstring*) selama pembesaran lubang hal ini selain untuk memudahkan dan menjaga suhu mata bor reamer juga untuk menjaga stabilitas lubang pengeboran. Dimungkinkan dilakukan reaming beberapa kali (tidak sekaligus), tergantung kepada formasi bantuan yang telah dibor selama

c. Pipa Utama

Pipa utama *Steel* ND 400 mm yang akan dipasang dilas (sambung) pada sisi lain dari lokasi *Drilling Rig*, untuk pekerjaan ini akan digunakan peralatan tambahan selain standart peralatan seperti *butt-fusion machine*. Yakni *staging/support* yang cukup kuat dan dilengkapi dengan *roller*, hal ini dilakukan untuk mengurangi gesekan/friksi saat proses penarikan pipa sebelum dilakukan tahapan penarikan pipa berikut sambungannya akan di tes sesuai dengan RKS oleh pihak yang berkepentingan agar siap untuk sebelum dilakukan penarikan. Biasanya pekerjaan penjajaran, pengelasan, *joint coating* dan pengetesan (NDT dan *Holiday Detector*) dilakukan sebelum pekerjaan pengeboran dimulai untuk menjaga kesinambungan pekerjaan pekerjaan HDD yang tidak boleh terhenti. Pada ujung pipa produksi yang akan ditarik dipasang *Pull head* yang cukup kuat untuk menahan gaya tarikan dan melindungi lubang pipa dari masuknya tanah/kotoran yang terbawa.

d. Penarikan Balik (*Pull Back*)

Penarikan balik dilakukan setelah lubang cukup memadai dan stabil serta pipa utama telah siap untuk ditarik. Apabila dimungkinkan penarikan pipa produksi dilakukan bersamaan dengan mata reamer tersebar di depannya. *Rig BHA* akan dipindahkan dan pipa produksi akan disambung ke pipa *string* dengan reamer. Penarikan kembali pipa produksi akan diselesaikan dengan satu penarikan terus menerus. Selama penarikan harus di monitor kekuatan daya tarik dan beban tarik secara hati – hati. Untuk mengimbangi kekuatan *Pulling* mesin HDD serta memudahkan dalam menuntun sudut kemiringan masuk pipa produksi akan disiapkan *Excavator* dan *Crawler Crane* yang dilengkapi pontoon (untuk dapat bekerja dilokasi *swampy*) dan *roller* pada ujung *string* sebagai dudukan pipa agar tidak merusak coating pipa produksi. Alat – alat berat ini juga disiapkan untuk mengimbangi gaya tarik yang terbatas dengan memberikan dorongan pada pipa di ujung lainnya. Setelah selesai penarikan pipa utama, *Rig* akan dibuka dan dipindahkan.

e. Demobilisasi

Setelah selesai pengerjaan HDD dan pembongkaran alat *Rig* di lokasi, maka semua peralatan akan dikirim kembali ke tempat dimana alat *Rig* tersebut diambil.

f. Pembersihan Lokasi setelah HDD

Kontraktor akan selalu menjaga lokasi agar tetap bersih dan dikembalikan seperti semula. Pada akhir pekerjaan HDD, semua fasilitas *temporary* akan dibongkar dan lokasi harus dikembalikan seperti semula sebelum pekerjaan HDD dilaksanakan.

g. Pembuangan Limbah

Salah satu produk yang dipakai dalam HDD adalah *Bentonite* dan *Polymer* sebagai *Drilling chemical* yang berfungsi juga sebagai *lubricant* saat proses HDD. Pemakaian *Drilling chemical* ini bersifat inert dan ramah lingkungan karena telah melalui proses penelitian dan pengkajian yang mendalam, namun untuk mengantisipasi bila diperlukan pembuangan *Drilling mud* tersebut, maka perlu disiapkan kolam penampungan di sisi *entry* dan *exit pit*. Sisa *Drilling mud* ini bias di-*recycle* dan lumpur tanah bias dibuang ditempat penampungan akhir yang telah ditempatkan sebelumnya sebagai lokasi pembuangan sisa *Drilling mud*.

BAB 8

RELOKASI UTILITAS-UTILITAS LAIN

8.1. Umum

PERUMDA Tirtanadi akan menunjuk Sub-Kontraktor khusus untuk melaksanakan pekerjaan relokasi dan utilitas lainnya (seperti kabel listrik, kabel telepon dan pipa gas).

8.2. Penghindaran Utilitas-Utilitas Lain

- a. Apabila dalam pelaksanaannya, pekerjaan Kontraktor terhalang oleh utilitas-utilitas lain sehingga tidak bisa melanjutkan pekerjaan sesuai dengan gambar, maka Kontraktor bersangkutan harus berusaha untuk menghindarinya dengan cara melaksanakan pekerjaan pemasangan pipa di atas atau di bawah atau dengan cara melingkar.
- b. Apabila dalam pelaksanaannya, pekerjaan Kontraktor terhalang oleh utilitas-utilitas lain sehingga tidak bisa melanjutkan pekerjaan sesuai dengan gambar, maka Kontraktor bersangkutan harus berusaha untuk menghindarinya dengan cara melaksanakan pekerjaan pemasangan pipa di atas atau di bawah atau dengan cara melingkar.
- c. Setelah pekerjaan selesai dilaksanakan Kontraktor harus mempersiapkan gambar terbangun (*as-built drawing*), yang menunjukkan posisi pipa air yang ada dan utilitas-utilitas lainnya.

8.3. Relokasi Utilitas-Utilitas oleh Sub-Kontrakan

- a. Apabila Pemilik Proyek berpendapat bahwa biaya pemindahan utilitas-utilitas tersebut lebih murah, maka pihak Kontraktor segera minta kepada pihak sub-Kontraktor yang ditunjuk untuk menangani pekerjaan tersebut dengan membuat perkiraan biaya pelaksanaan pekerjaan, kemudian diserahkan kepada PERUMDA Tirtanadi.
- b. Setelah menerima Surat Persetujuan (*Notice to Proceed*) dari Pemilik Proyek. Kontraktor bersangkutan memerintahkan kepada sub-Kontraktor untuk

melaksanakan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi umum yang telah disetujui antara Pemilik Proyek (PERUMDA TIRTANADI) dan pemilik utilitas tersebut.

8.4. Penghindaran Perubahan Jadwal Keseluruhan

Apabila suatu pekerjaan konstruksi perlu dihentikan untuk memungkinkan pemindahan lokasi utilitas-utilitas lain, maka pihak Kontraktor harus merelokasikan pekerjaannya ke bagian lain sehingga mengurangi keterlambatan keseluruhan jadwal pekerjaan.

BAB 9

PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN

9.1. Material

9.1.1. Semen Portland

Semen yang dipakai disini adalah dari jenis dan kualitas seperti yang dipakai pada pekerjaan beton dan secara umum harus mengikuti syarat-syarat yang terdapat dalam Peraturan Semen Portland Indonesia SK SNI S-04-1989-F Bagian 1.

9.1.2. Pasir

Pasir untuk adukan pasangan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Butir-butir pasir harus tajam
- dan keras, tidak dapat dihancurkan dengan tangan.
- Kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5% dan pasir harus bebas dan segala macam bahan kimia, sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F Bagian 6. Bila pasir yang digunakan tidak memenuhi kadar lumpur maksimum seperti yang tercantum diatas, PERUMDA Tirtanadi dapat memerintahkan untuk mencucinya sampai memenuhi syarat yang ditentukan.
- Pasir laut untuk adukan tidak diperkenankan sama sekali untuk dipakai.
- Khusus untuk plesteran, harus digunakan pasir yang lebih halus.

9.1.3. Air

Air yang digunakan untuk membuat adukan adalah sama dengan yang disyaratkan untuk pekerjaan beton.

9.2. Adukan

Adukan harus dibuat secara hati-hati dan dicampur merata. Semen dan pasir bersih pada alat pencampur yang kedap air. Semen dan pasir harus dicampur pertama kali pada keadaan kering dan kemudian diberikan air sesuai dengan spesifikasi sampai tercapai campuran yang plastis.

Adukan yang sudah mengering tidak boleh dicampur dengan adukan yang baru.

9.3. Pekerjaan Plesteran

9.3.1. Adukan untuk Plesteran

- Plesteran trasram dengan campuran 1 pc : 2 ps
- Plesteran biasa dengan campuran 1 pc : 4 psr
- Plesteran beton dengan campuran 1 pc : 2 ps
- Plesteran sudut dengan campuran 1 pc : 3 psr

Pc = *Portland Cement*

Psr = Pasir

9.3.2. Persiapan Dinding/Pasangan yang akan Diplester

- Semua siar di permukaan dinding/pasangan hendaknya dikerok sedalam 10 mm agar bahan plesteran dapat lebih melekat.
- Semua permukaan yang diplester harus dibersihkan dan disiram air sebelum bahan plesteran ditempelkan.
- Semua bidang plesteran harus dipelihara kelembabannya selama seminggu sejak penempelan plesteran.

9.3.3. Pelaksanaan Pekerjaan Plesteran

- Semua bahan plesteran harus diaduk dengan pencampuran yang cocok sesuai persyaratan PERUMDA Tirtanadi.
- Kontraktor harus membuat contoh-contoh plesteran dan bermacam-macam material dan dikirimkan ke PERUMDA Tirtanadi untuk persetujuannya.
- Untuk mendapatkan ketebalan plesteran yang seragam, pengujian silang harus diterapkan
- Bidang beton yang akan diplester harus dipahat dulu permukaannya agar plesteran dapat lebih melekat.
- Semua sudut harus vertikal atau horizontal dan harus dibentuk dengan cermat. Sudut luar hendaknya dibuat tumpul.
- Bilamana terdapat bidang plesteran yang berombak (tidak rata), maka bidang tersebut harus diperbaiki. Plesteran dan hidang yang diperbaiki harus rata dan licin sama bidang sekitarnya.

BAB 10

PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN

10.1. Umum

10.1.1. Syarat-syarat

Kontraktor harus menyediakan / mengadakan lapisan pelindung seperti yang tercantum di dalam bab ini. Istilah paint, coatings atau finishes yang digunakan di sini harus mencakup lapisan dasar persiapan permukaan, emulsi, enamel, paint epoxy resin dan lapisan-lapisan lainnya termasuk PVC tape jika diperlukan.

Permukaan-permukaan berikut ini tidak perlu diberi lapisan :

1. Beton
2. *Stainless Steel*
3. *Machined Surfaces* (permukaan yang dibuat dengan mesin)
4. *Grease Fittings*
5. Gelas/kaca
6. Plat-plat nama peralatan

Semua cat dan lapisan yang akan terkena kontak dengan air (baik air baku maupun air olahan) harus bersifat non toksik (tidak beracun) dan harus sesuai dengan BS4146.

Istilah "DFT" berarti ketebalan minimum *dry film*.

10.1.2. Sistem Pelapisan/*Coating*

A. Daftar Sistem Pelapisan/*Coatings*, Logam *Ferrous-Not Galvanized* :

Tabel 10. 1. Sistem Pelapisan *Coatings* Logam *Ferrous-Not Galvanized*

	Item	Persiapan Permukaan	Sistem No.
FM-1	Semua permukaan di dalam dan diluar ruangan, terbuka dan tertutup, kecuali yang tercakup dibawah ini.	Commercial blast cleaning SSPC-SP6	(1) alkyd enamel
FM-2	Permukaan di dalam ruangan chlorinasi, ruangan penyimpanan chlorine.	Commercial blast cleaning SSPC-SP6	(7) amine-cured epoxy
FM-3	Permukaan peralatan dan permukaan ferrous yang terendam dalam air atau yang hanya sekali-sekali terendam dalam air termasuk semua permukaan yang kurang dari 600 mm di atas tinggi muka air pada struktur hidrolis, & semua permukaan di dalam struktur hidrolis tertutup (tidak termasuk shop-coated, katup, pompa).	White metal blast cleaning SSPC-SP5	(7) amine-cured epoxy
FM-6	Pipa baja kecil yang terendam.	Pembersihan debu / kotoran, minyak, lemak	(8) PVC tape
FM-7	Permukaan ferrous pada jalan lintasan air pada semua katup berukuran > 100 mm, permukaan bagian luar dari katup yang terendam / di bawah permukaan air.	White metal blast cleaning polyamide-SSPC-SP5	(4) cured epoxy
FM-10	Semua permukaan ferrous dari sluice gates (pintu air), flap gates (pintu penutup), dan shear gates, termasuk wall thimbles.	White metal blast cleaning SSPC-SP5	(4) polyamide-cured Epoxy
FM-11	Permukaan yang terendam yang diindikasikan untuk tidak diberi lapisan di tempat lain.	Near white metal blast cleaning SSPC-SPIO	(7) amine-cured epoxy
FM-20	Couplings pipa yang terendam, katup, dan sambungan flens (di mana perpipaannya merupakan pipa baja berlapis adukan atau beton bertulang), termasuk permukaan-permukaan yang di lapis epoxy.	Pembersihan debu / kotoran, minyak, lemak	(9) cement-mortar coating

B. Daftar Sistem Pelapisan/*Coatings*, Logam *Ferrous-Galvanized* :

Pelapisan awal (*pretreatment coatings*), *barrier coatings*, atau pencucian harus dilakukan sesuai dengan rekomendasi dari pabrik pelapisan tersebut. Semua permukaan yang di-*galvanize* harus diberi lapisan, kecuali untuk halhal berikut ini yang harus diberi iapisan hanya jika dibutuhkan pada bagian-bagian lainnya: (1) Kisi dan kerangka lantai, (2) Susuran tangan tangga, (3) Pijakan tangga, (4) Pagar rantai dan perlengkapan / alat-alat.

Tabel 10. 2. Sistem Pelapisan/Coatings, Logam Ferrous-Galvanized

	Item	Persiapan Permukaan	Sistem No.
FMG-1	Semua permukaan di dalam dan di luar ruangan, kecuali yang tercakup dibawah ini.	Solvent cleaning SSPC-SP I	(1) alkyd enamel
FMG-3	Pipa Steel kecil yang terpendam.	Pembersihan debu/ kotoran, minyak, lemak	(8) PVC tape
FMG-4	Permukaan yang terpendam atau yang terletak di bawah permukaan air dan semua permukaan di dalam struktur hidrolis tertutup.	Solvent cleaning SSPC-SPI dilanjutkan dengan brushoff grade blast cleaning SSPC-SP7	(7) amine-cured epoxy

C. Daftar Sistem Pelapisan/Coatings, Logam Non-Ferrous, Plastik, Fiber Glass

Jika bagian-bagian *non-ferrous* yang terisolasi dihubungkan dengan peralatan atau perpipaan, Kontraktor harus menggunakan sistem pelapisan untuk permukaan-permukaan yang tersambung berdekatan. Jangan melapisi susunan tangan/tangga, kisi, kerangka, atau lubang-palka. Yang boleh digunakan hanyalah cat dasar (primer) yang direkomendasikan oleh pabrik pelapis.

Tabel 10. 3. Pelapisan/Coatings, Logam Non-Ferrous, Plastik, Fiber Glass

	Item	Persiapan Permukaan	Sistem No.
NFM-1	Semua permukaan di dalam dan diluar ruangan, kecuali yang tercakup dibawah ini.	Solvent cleaned SSPC-SP I	(1) alkyd enamel
MFM-3	Permukaan Aluminium yang mengalami kontak dengan beton atau semua jenis logam lainnya.	Solvent cleaned SSPC-SP1	(10) Aluminum metal isolation
NFM-4	Perpipaan plastik PVC, didalam dan di luar ruangan, atau pada struktur, tidak terendam air.	Solvent cleaned SSPC-SP1	(7) acrylic latex
NFM-6	Pipa logam non-ferrous terpendam.	Pembersihan debu / kotoran, minyak, lemak	(8) PVC tape

D. Daftar Sistem Pelapisan/*Coatings*-Bangunan Balok Beton

Tabel 10. 4. Pelapisan/*Coatings*-Bangunan Balok Beton

	Item	Persiapan Permukaan	Sistem No.
CBM-3	Permukaan bagian luar, di atas permukaan tanah	Sesuai instruksi tertulis dari fabrikasi	(3) water- retardant

E. Daftar Sistem Pelapisan/*Coatings*-Permukaan Lainnya

Tabel 10. 5. Pelapisan/*Coatings*-Permukaan Lainnya

	Item	Persiapan Permukaan	Sistem No.
MS- I	Kayu, di dalam dan di luar ruangan.	Sesuai instruksi tertulis dari fabrikasi	(11) alkyd-wood

10.2. Persiapan Untuk Pelapisan

10.2.1. Umum: Semua permukaan yang akan diberi lapisan pelindung harus dibersihkan terlebih dahulu, sesuai petunjuk, sebelum diberi lapisan. Kontraktor harus memeriksa semua permukaan yang akan diberi lapisan. dan harus memperbaiki semua kerusakan-kerusakan pada permukaan sebelum diberi lapisan. Semua noda atau goresan kerusakan pada permukaan yang diberi cat dasar dan yang diselesaikan di pabrik harus diperbaiki sebelum penggunaan lapisan. Permukaan yang akan diberi lapisan pelindung harus kering dan bersih dari debu / kotoran.

10.2.2. Perlindungan Untuk Permukaan Yang Tidak Dilapis: Permukaan yang tidak diberi lapisan pelindung harus dilindungi selama proses persiapan permukaan, pembersihan dan pelapisan.

10.2.3. Semua perangkat keras, peralatan penerangan, plat-plat tombol / saklar, machined surfaces, couplings, shafts, bearings (bantalan poros) plat-plat nama pada mesin-mesin/perengkapan, dan permukaan-permukaan lainnya yang tidak perlu diberi lapisan pelindung harus dipindahkan, ditutupi, atau dilindungi dengan cara yang lainnya. Harus disediakan kain untuk mencegah bahan-bahan pelapis jatuh pada atau merusak/mengotori permukaan yang letaknya berdekatan. Bagian-bagian yang bekerja pada semua peralatan mekanikal dan elektrikal harus dilindungi dari kerusakan pada saat pelaksanaan persiapan permukaan dan pemasangan pelapisan.

Lubang-lubang, pada mesin harus ditutup untuk mencegah masuknya bahan-bahan pelapis atau material lainnya.

10.2.4. Ketelitian harus diperhatikan agar tidak terjadi kerusakan pada saat pelaksanaan blast cleaning. Pengecatan dengan cara penyemprotan harus dilakukan dengan sangat hati-hati/terkontrol. Kontraktor harus sepenuhnya bertanggung jawab dan harus cepat memperbaiki semua dan segala kerusakan yang terjadi karena pelaksanaan blast cleaning atau pemasangan pelapisan.

10.2.5. Perlindungan terhadap permukaan yang dicat: Pembersihan dan pelapisan harus diselaraskan sehingga kotoran dan kontaminan-kontaminan lainnya dari proses pembersihan tidak akan jatuh pada permukaan basah yang baru dilapis.

10.3. Standar Persiapan Permukaan

Referensi spesifikasi persiapan permukaan dari *Steel Structures Painting Council* berikut ini merupakan bagian dan spesifikasi ini:

Solvent Cleaning (SSPC-SPI): Menghilangkan minyak, lemak, tanah, garam-garam, dan kontaminan lainnya yang dapat larut dengan cara membersihkan dengan bahan pelarut, uap air, alkali, emulsi, atau uap air panas.

Hand Tool Cleaning (SSPC-SP2): Menghilangkan serpihan karat, kerak air, cat, dan zat / bahan asing yang mengganggu / merusak lainnya dengan cara pengelupasan menggunakan tangan (tanpa alat mesin), pengerikan, pengampelasan, dan disikat menggunakan sikat kawat.

Power Tool Cleaning (SSPC-SP3): Menghilangkan serpihan karat, kerak air, cat, dan zat/bahan asing -yang mengganggu merusak lainnya dengan cara pengelupasan menggunakan peralatan mesin, *descaling*, pengampelasan, penyikatan menggunakan sikat kawat, dan penggerindaan.

White Metal Blast Cleaning (SSPC-) Menghilangkan serpihan karat, minyak, lemak, tanah, kotoran, kerak air, cat, oksida, hasil korosi, dan zat/bahan asing dengan cara *blast cleaning*.

Commercial Blast Cleaning (SSPC-): Menghilangkan semua karat, minyak, lemak, tanah, kotoran, kerak air, cat, oksida, hasil korosi, dan zat/bahan asing, kecuali noda

atau kotoran tersebut dibatasi tidak boleh lebih dan 33% dari setiap inci persegi luas permukaan.

Brush-Off Blast Cleaning (SSPC-SPT): Menghilangkan semua minyak, lemak, tanah, kotoran, serpihan kerak air, karat, dan cat

Near-White Blast Cleaning (SSPC-SP10): Menghilangkan semua minyak, lemak, tanah, kotoran, kerak air, karat, cat, oksida, hasil korosi, dan zat/bahan asing, kecuali noda atau kotoran tersebut tidak lebih dari 5% dan setiap inci persegi luas permukaan.

10.3.1. Persiapan Permukaan Logam (*Ungalvanized*)

Persiapan permukaan *abrasive blasting* minimum harus seperti yang ditunjukkan daftar sistem pelapisan yang tercantum pada bagian akhir bab ini. Jika ada perbedaan antara spesifikasi ini dengan rekomendasi tertulis dari pabrik pelapis, maka yang digunakan adalah salah satu yang mempunyai tingkat lebih tinggi.

Hasil kerja (*workmanship*) untuk persiapan permukaan logam harus sesuai dengan Standard SSPC yang ada sekarang ini dan bab ini.

Semua minyak, lemak, *welding fluxes*, dan kontaminan permukaan lainnya harus dihilangkan dengan cara *solvent cleaning* sesuai SSPC-SP1 - *Solvent Cleaning* sebelum dilakukan *blast cleaning*.

Semua tepian yang tajam harus dibuat bulat/tumpul atau dan semua serpihan-serpihan yang tajam, dan kerusakan permukaan dan percikan/ semburan las harus diratakan/dihaluskan sebelum dilakukan *blast cleaning*.

Jenis dan ukuran alat penggosok / ampelas harus dipilih untuk menghasilkan profil permukaan yang memenuhi rekomendasi dari pabrik pelapis untuk pelapis khusus dan peralatan khusus. Ampelas untuk sistem pelapis dibawah permukaan air harus bersali keras, tajam. Sistem *blasting* otomatis tidak boleh digunakan untuk permukaan yang akan digunakan di bawah permukaan air. Semprotan logam atau pasit juga tidak boleh digunakan, sekalipun *abrasive blasting* berikutnya direncanakan dengan menggunakan alat penggosok yang keras dan tajam.

Alat penggosok tidak boleh digunakan ulang kecuali jika digunakan sistem blasting otomatis untuk permukaan yang nantinya akan digunakan di bawah permukaan air. Untuk sistem blasting otomatis, alat penggosok harus dipertahankan supaya bersih bebas minyak Campuran abrasif harus mengandung sedikitnya 50% grit (pasir).

Udara yang dimampatkan untuk air blast cleaning harus disediakan pada tekanan yang cukup/memadai dan kompresor yang bagus kondisinya yang dilengkapi dengan alat pemisah minyak dan uap air yang menghilangkan sedikitnya 95% kontaminan.

Permukaan harus dibersihkan dan semua kotoran dan sisa-sisa partikel dan proses pembersihan dengan *dry air blast cleaning*, *vacuuming*, atau metoda lain yang telah disetujui sebelum dilakukan pengecatan.

Area yang tertutup dan area lainnya yang mempunyai masalah pengendapan kotoran harus dibersihkan dengan cara *vacham cleaning* dan dibersihkan dengan *tack cloth*.

Pelapis yang rusak atau cacat harus dihilangkan dengan *blast cleaning* yang ditentukan untuk memenuhi syarat-syarat kebersihan permukaan sebelum dilakukan pelapisan ulang.

Jika *abrasive blast cleaning* yang ditentukan merusak area yang berdekatan, area yang dibersihkan kurang dari 30 m dan permukaan yang diberi pelapis tidak digunakan di bawah permukaan air, maka digunakan SSPC-SP2 or SSPCSP3.

Lapisan yang dipasang di pabrik dimana tidak diketahui komposisinya harus sepenuhnya dihilangkan sebelum pemasangan lapisan yang ditunjuk dipilih. Katup, *casting*, pipa *ductile* atau *cast iron*, dan pipa atau peralatan yang difabrikasi harus diperiksa apakah ada lapisan sementara yang dibuat di pabrik. Lapisan sementara harus sepenuhnya dihilangkan dengan *solvent cleaning* sesuai SSPC-S PI sebelum pekerjaan *abrasive blast cleaning* dimulai.

Peralatan yang diprimer di pabrik harus dibersihkan dengan *solvent cleaning* di lapangan sebelum diberi lapisan akhir.

10.3.2. Persiapan Permukaan untuk Logam *Galvanized Ferrous*

Logam *galvanized ferrous* harus dibersihkan dengan cara *alkaline cleaning* sesuai dengan SSPCSP untuk menghilangkan minyak, lemak, dan kontaminan lainnya yang mengganggu daya lekat sistem lapisan pelindung yang digunakan, dilanjutkan dengan *brush off blast cleaning* sesuai SSPC-SP7.

Lapisan *'pretreatment'* pada permukaan harus sesuai dengan rekomendasi tertulis dan pabrik pelapis.

10.3.3. Persiapan Permukaan Ferrous dengan yang Ada (*Existing*)

- A. Umum: Semua minyak, kapur kental, kotoran tanah lumpur, atau kontaminan lainnya harus dihilangkan dengan pelarut atau pembersih deterjen sebelum dilakukan *abrasive Blast* cleaning Jenis generik dari pelapis yang ada harus ditentukan dengan pengujian laboratorium
- B. *Abrasive Blast Cleaning* Kontraktor harus melakukan proses pembersihan dengan tingkatan yang telah ditentukan dalam daftar sistem pelapis untuk seluruh permukaan yang akan dilap. Jika tingkatan pembersihan tidak ditunjukkan dalam daftar, lapisan yang jelek harus dihilangkan dengan cara *abrasive blast cleaning SSPC-SP6*, Arca yang dilapis dengan lapisan yang melekat kuat harus dibersihkan sesuai dengan *SSPC-SP7*, dimana ketebalan sisa dari lapisan yang ada tidak boleh melebihi 3 mils
- C. Pelapisan Yang Tidak Sesuai : Jika lapisan yang diaplikasikan tidak sesuai dengan lapisan yang telah ada (*existing*) Kontraktor harus menggunakan lapisan lanjutan yang sesuai dengan rekomendasi pabrik cat untuk sistem pelapisan yang ditunjuk atau harus sepenuhnya menghilangkan lapisan eksisting sebelum melakukan *abrasive blast cleaning*. Pelaksanaan percobaan sederhana harus dilakukan untuk mengetahui kompatibilitas/kesesuaian sebelum mengecat area yang luas/besar.
- D. Pelapisan Tak Dikenal: Pelapisan yang tidak diketahui komposisinya harus sepenuhnya dihilangkan sebelum pemasangan lapisan yang baru.
- E. *Water Abrasive* atau *Wet Abrasive Blast Cleaning*: Jika ditentukan atau jika kondisi tempat kerja tidak mengizinkan *dry abrasive blasting* untuk sistem pelapis industri karena pertimbangan pencemaran udara, *water abrasive blasting* atau *wet abrasive blasting* dapat digunakan. Pada kedua metoda ini, pencegahan korosi yang cocok harus digunakan, dan aplikasi pelapisan harus dimulai sesegera mungkin setelah permukaan kering. *Water abrasive blasting* harus dilakukan dengan menggunakan air bertekanan tinggi dengan injeksi pasir. Pada kedua metoda ini, peralatan yang digunakan harus peralatan yang sudah diproduksi secara komersil dan mempunyai catatan reputasi yang bagus. *Wet blasting methods* tidak boleh digunakan untuk sistem pelapisan yang digunakan di bawah permukaan air kecuali jika ditentukan lain.

10.3.4. Persiapan Permukaan Beton dan *Concrete Block Masonry*

- A. Persiapan permukaan tidak boleh dimulai sekurang-kurangnya 30 hari setelah beton atau plesteran dikerjakan
- B. Semua minyak, lemak, dan form release dan pengawet harus dihilangkan dibersihkan dengan menggunakan deterjen sesuai S SPC-SP1 sebelum dilakukan *abrasive blast cleaning*
- C. Beton, blok beton dengan permukaan yang diplester dan permukaan yang memburuk (*deteriorated concrete*) yang akan dilapis akan dibersihkan dengan cara *abrasive blast* untuk menghilangkan lapisan yang ada, laitance, beton yang memburuk, dan untuk membuat kasar permukaan sama dengan permukaan dan grit flint sandpaper (kertas ampelas) no. 80.
- D. Jika *acid etching* diperlukan pada instruksi aplikasi pelapisan, perawatan akan dilakukan setelah *abrasive blasting*. Setelah etching, bilas cues permukaan dengan air dan ukur pH-nya. Nilai pH harus berada di antara pH netral dan 8.
- E. Permukaan harus bersih dan sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik sebelum pelaksanaan pelapisan dimulai F. Jika tidak diperlukan untuk perickatan yang baik, permukaan harus kering sebelum pelaksanaan pelapisan. Kelembaban harus ditentukan dengan alat pendeteksi kelembaban

10.3.5. Persiapan Permukaan Plastik, *Fiber Glass* dan Logam-logam *Non-Ferrous*

- A. Permukaan plastik dan fiber glass harus diampelas atau dibersihkan dengan cara *brush off blast* sebelum dilakukan *solvent cleaning* dengan menggunakan zat kimia yang cocok dengan sistem pelapisan dasar (primer).
- B. Permukaan logam *non-ferrous* harus dibersihkan dengan cara *solvent cleaning* SSPC-SP1 dilanjutkan dengan pengampelasan atau *brush-off blast cleaning* SSPC-SP7.
- C. Semua permukaan harus bersih dan kering sebelum dilakukan pelapisan.

10.4. Produk-Produk

10.4.1. Umum

Kecocokan : Kontraktor harus menggunakan bahan pelapis yang cocok seperti yang direkomendasikan oleh pabrik.

Kesesuaian (kompatibilitas): Pada semua jenis sistem pelapisan, material yang digunakan dalam pekerjaan hanya material yang sesuai yang berasal dari satu pabrik saja. Kesesuaian antara lapisan primer dan lapisan akhir harus mendapat perhatian khusus. Jika perlu, antara lapisan primer yang ada dan lapisan-lapisan berikutnya yang dipasang di lapangan harus diberi lapisan pembatas (*barrier coat*) untuk menjamin kesesuaian (kompatibilitas).

Kontainer: Material pelapis harus dimasukkan di dalam kontainer yang disegel dengan mencantumkan secara jelas nama, formula atau nomor spesifikasi, *batch number*, warna, tanggal fabrikasi, dan nama pabrik, yang semuanya harus dapat dibaca dengan jelas pada saat penggunaan.

10.4.2. Sistem-sistem

Nama-nama pabrik tidak dicantumkan. Di sini yang tercantum hanya produk-produk generik. Yang akan disetujui hanya produk-produk yang pada pokoknya sesuai dengan nama-nama generik berikut ini.

Sistem 1-Alkyd Enamel.

Cat berbahan dasar minyak yang sangat mengkilap atau semi mengkilap dengan kandungan zat padat tidak kurang dari 49%, Lapisan cat dasar (primer) harus sesuai rekomendasi pabrikan.

DFT total-0.15 mm.

Sistem 2- Aliphatic Polyurethane.

Dua komponen *polyurethane* dengan kandungan zat padat tidak kurang dari 58% Lapisan cat dasar (primer) harus *epoxy* anti karut dengan kandungan minimum zat padat 68%

DFT lapisan dasar-0.1 mm DFT lapisan akhir-0.075 mm

DFT sistem keseluruhan 0.175 mm

Untuk penggunaan pada *fibre glass* atau material berbahan dasar resin, lapisan pengikat harus digunakan sebagai lapisan dasar. Lapisan pengikat harus sesuai dengan rekomendasi dari pabrik *polyurethane*.

Sistem 3-Water-Retardant.

Dua lapisan (atau lapisan tunggal jika disarankan oleh pabrik secara tertulis) yang jernih, tanpa noda. *lane modified-siloxane, masonry water-retardant material* Sistem

water retardant setelah diaplikasikan harus dilengkapi dengan jaminan tidak kurang dari 5 tahun untuk kualitas produk tersebut. Permukaan harus dibersihkan dengan pembersih kimia yang disetujui oleh pabrik dan *power wash*. Permukaan harus bersih dan kering sebelum bahan tersebut diaplikasikan. Metoda dan kecepatan aplikasi harus sesuai dengan instruksi yang dikeluarkan oleh pabrik. Perwakilan pabrik jika perlu harus hadir pada saat pelaksanaan untuk jaminan.

Sistem 4-Epoxy.

Dua komponen *polyamide cured epoxy* anti karat dengan kandungan minimum zat padat 66%

DFT lapisan dasar=0.075 mm

DFT lapisan akhir=0.15 mm (dua lapisan)

DFT sistem keseluruhan = 0.225 mm

Sistem 5-Acrylic Latex.

Komponen tunggal, *acrylic later* berbahan dasar air dengan *fungicide additive* harus mempunyai kandungan zat padat minimum 35% volume. Lapisan dasar harus sesuai rekomendasi pabrik.

DFT lapisan dasar=0.05 mm, sesuai rekomendasi fabrikasi lapisan-lapisan akhir (2 atau lebih, DFT=0.15 mm).

DFT sistem keseluruhan 0.20mm.

Sistem 6- Acrylic.

Bahan pelapis harus merupakan *water acrylic* berkomponen tunggal dengan zat padat minimum 35% (Untuk permukaan bagian luar. lapisan dasar harus merupakan *two-coat masonry sealer*)

DFT 0.15 mm (dua lapisan *Acrylic*)

Sistem 7- Amine Cured Epoxy.

High build amine cured epoxy resin harus mengandung minimum 80% zat padat.

DFT=0.4 mm (tiga lapisan)

Sistem 8-Cold-Applied Tape.

Tape coatings harus di prefabrikasi dalam bentuk lembaran dan gulungan dan harus mendapat persetujuan sebelum digunakan. Pengaplikasiannya harus hati-hati untuk mendapatkan *overlapping coating* yang rapi. Dua lapisan yang harus digunakan

DET lapisan bagian dalam=0.9 mm

DFT lapisan bagian luar=0.9 mm

DFT total 1.8 mm minimum

Sistem 9-Cement Mortar Coating.

Pelapisan dengan mortar *reinforced*, dengan ketebalan minimum 35 mm dan *welded wire fabric* benikuran 19 mm, harus destapkan. Plesteran semen harus mengandung tidak kurang dari satu bagian semen type V dan 3 bagian pasir Plesteran semen harus diawetkan dengan disimpan dalam lembar *polyethylene* setebal 0 200 mm dimana semua tepi dan sambungan harus saling tampang tindih sadikitnya 150mm

Sistem 10 Aluminum Metal Isolation

Dua lapisan *high build polyamide epoxy paint* Total ketebalan sistem DFT=0,200 mm

System 11-Alkyd-Wood.

Kualitas industri, mengkilap ata semi mengkilap, material medium *long oil alkyd coating*, dengan kandungan zat padat minimum 49% volume. Lapisan dasar harus *alkyd primer* sesuai rekomendasi dan pabrik.

10.5. Pelaksanaan/Pembuatan

10.5.1. Kecakapan Kerja

- a. Harus menggunakan tukang yang cakap / terlatih dan pengawas yang berpengalaman.
- b. Lapisan harus dipasang sesuai dengan syarat-syarat sistem dan instruksi dari pabrik.
- c. Pada sudut-sudut, celah dan sambungan-sambungan harus diberi perhatian khusus.
- d. Semua perangkat keras/mesin, sambungan-sambungan listrik, *machined surfaces*, bearings (bantalan poros), plat-plat nama dan permukaan-permukaan lainnya yang tidak perlu diberi lapisan harus dipindahkan atau ditutupi.

10.5.2. Pengujian

Direksi dapat melakukan inspeksi dan pengujian terhadap lapisan setiap saat pada waktu proses pemasangan lapisan. Kontraktor harus memberitahukan kepada Direksi 3 hari sebelum pelaksanaan pemasangan lapisan Kontraktor harus menyiapkan peralatan-peralatan inspeksi dalam keadaan baik untuk menentukan DFT dan



mendeteksi *holidays* (area yang tidak dilapisi, gelembung dan *untapped tape coatings*)
Jika ditemukan adanya kekurangan-kekurangan. Kontraktor harus melakukan
perbaikan-perbaikan yang diperlukan dan pelapisan kembali (jika dibutuhkan) untuk
menjamin tidak adanya *holidays*.