

SPESIFIKASI PIPA BAJA BERGELOMBANG DENGAN LAPIS PELINDUNG LOGAM UNTUK PEMBUANGAN AIR DAN DRAINASE BAWAH TANAH

1. Ruang Lingkup.

Spesifikasi ini berlaku untuk pipa pembuangan air, drainase bawah tanah, gorong-gorong dan bukan untuk pipa air limbah rumah tangga atau pembuangan limbah industri; lembaran baja yang digunakan dalam pembuatan pipa memiliki lapis pelindung seng galvanis, aluminium atau campuran logam seng-aluminium. Pada lingkungan tertentu, pipa baja gelombang setelah diberi lapis pelindung dari pabrik, masih memerlukan lapis pelindung tambahan sebagaimana diatur dalam AASHTO M. 190-88 (*Bituminous Coated Corrugated Metal Culvert Pipe and Pipe Arches*); atau menggunakan bahan polymer sebagaimana diatur dalam AASHTO M. 245 - M.90 (*Corrugated Steel Pipe, Polymer Precoated, for Sewers and Drains*). Spesifikasi ini tidak termasuk ketentuan untuk dudukan pipa, timbunan kembali, atau hubungan antara beban timbunan dan tebal lembaran pipa baja. Prosedur pemasangan diuraikan dalam spesifikasi AASHTO untuk Jembatan Jalan Raya, jilid II bagian 23.

2. Acuan.

Standar ini mengacu pada standar asing di bawah ini :
AASHTO. M 361M 90, Standard Specification for Corrugated Steel Pipe, Metallic-Coated for Sewer and Drains.

3. Istilah dan Definisi.

3.1 Pipa baja bergelombang bentuk cincin.

Pipa berlapis logam yang mempunyai gelombang melingkar membentuk cincin sepanjang pipa.

3.2 Pipa baja bergelombang bentuk spiral.

Pipa berlapis logam yang mempunyai gelombang melingkar membentuk spiral sepanjang pipa.

3.3 Pipa baja dengan rusuk spiral.

Pipa berlapis logam yang dilengkapi dengan rusuk spiral sebaiknya berbentuk persegi melingkar sepanjang pipa.

3.4 Pipa baja bergelombang penampang melintang lingkaran penuh.

Pipa berlapis logam bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral sepanjang pipa, yang mempunyai penampang melintang yang sama berbentuk lingkaran penuh.

3.5 Pipa baja bergelombang penampang melintang berbentuk lingkaran tidak penuh dan dasar hampir rata.

Pipa berlapis logam bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral yang dibentuk dari penampang melintang lingkaran penuh dengan membuat bagian dasarnya menjadi hampir datar.

3.6 Pipa baja bergelombang berlubang.

Pipa berlapis logam bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral dengan penampang melintang lingkaran penuh atau lingkaran tidak penuh dengan dasar hampir rata, yang mempunyai lubang-lubang bulat atau slot untuk aliran air yang masuk dan keluar.

4. Beberapa Tipe.

a. Tipe I.

Tipe ini mempunyai penampang melintang lingkaran penuh, dengan tebal pelat gelombang yang sama serta bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral.

Pipa yang dibuat dengan gelombang bentuk cincin dapat mempunyai elemen lemah sambungan memanjang dibanding dengan pipa gelombang bentuk spiral.

b. Tipe I A.

Tipe ini mempunyai penampang melintang lingkaran penuh, dengan permukaan pelat luar bergelombang bentuk spiral dan permukaan pelat dalam yang rata dengan menggunakan kunci penghubung pada gelombang bentuk spiral.

c. Tipe IR.

Tipe ini mempunyai penampang lingkaran penuh dengan tebal pelat tunggal merata serta dilengkapi dengan rusuk bentuk spiral disebelah luar.

Tipe pipa IR tidak dibentuk kembali kedalam suatu bentuk pipa lengkung.

d. Tipe II.

Tipe ini sama dengan tipe I tetapi diubah bentuk menjadi lengkung dan bagian dasar hampir datar.

e. Tipe II A.

Tipe ini sama dengan tipe IA tetapi diubah bentuk menjadi lengkung dan bagian dasar hampir datar.

f. Tipe III.

Tipe ini digunakan pada saluran dan pipa pembuangan air drainase dibawah tanah, sama dengan tipe I, tetapi diberi lobang-lobang untuk aliran air masuk dan keluar.

g. Tipe III A.

Tipe ini digunakan pada saluran drainase di bawah tanah, terdiri dari penampang melintang semi lingkaran dan bagian dasar hampir datar, dimana bagian atas bergelombang dan bagian dasar tanpa gelombang.

5. Persyaratan Teknis.**5.1. Bahan.****a. Lembaran pelat baja untuk pipa.**

Semua pembuatan pipa baja menurut spesifikasi ini harus dibentuk dari lembaran pelat berlapis seng sesuai dengan AASHTO M 218-87 atau lembaran pelat berlapis aluminium sesuai dengan AASHTO M 274-87, atau lembaran pelat berlapis logam campuran aluminium - seng sesuai dengan AASHTO M 289-87. Bila tipe lapis pelindung logam tidak ditentukan dalam pemesanan, maka dapat digunakan lembaran pelat berlapis seng sesuai dengan AASHTO M 218-87. Semua pipa yang dibuat berdasarkan pemesanan harus mempunyai lapis pelindung logam yang sama, kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi.

b. Lembaran pelat baja untuk pelat penyambung.

Lembaran pelat baja yang digunakan dalam pembuatan pelat penyambung harus sesuai dengan sub pasal 5.1.a.

c. Paku keling.

Paku keling yang digunakan harus dibuat dari bahan yang sama dengan logam lembaran pelat pipa gelombang sesuai dengan spesifikasi, serta mempunyai lapis pelindung galvanis.

Bila sebagai pengganti paku keling digunakan gaut atau mur maka harus memenuhi ketentuan untuk, baut sesuai dengan F 568 CI 8.8 dan untuk mur sesuai dengan AASHTO M 291-90 CI 12. Baut dan mur harus digalvanis panas sesuai dengan AASHTO M 232-84, atau digalvanis mekanis sesuai dengan AASHTO M. 298-87 kelas 40.

d. Perangkat keras pelat penyambung.

Penggunaan baut dan mur untuk pelat penyambung harus memenuhi ketentuan, untuk baut sesuai dengan F 568 CI 4.6 dan untuk mur sesuai dengan M 291-90 CI 5 dan menggunakan salah satu proses galvanis panas, sesuai dengan AASHTO M 232-84, proses elektro pelat sesuai dengan ASTM B 633 kelas Fe/ Zn 8, atau proses mekanis sesuai dengan AASHTO M 298-87 kelas 8 atau kelas 25.

e. Paking.

Bila digunakan paking sebagai sambungan pipa harus dibuat dari karet tipis sesuai dengan ketentuan ASTM D 1056 atau AASHTO M 198-75.

5.2. Persyaratan Pembuatan.**a. Ketentuan umum.**

Pipa harus dibuat dengan penampang lingkaran penuh kecuali tipe II, tipe II A dan tipe III A.

- 1) Pipa tipe I bergelombang bentuk cincin dengan sambungan lapis lebih yang dikencangkan dengan paku keling atau las setempat, atau bergelombang bentuk spiral dengan sambungan kunci penghubung menerus atau penghubung las sepanjang pipa. Tipe pembuatan yang digunakan menjadi pilihan dari pabrik, kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi.
- 2) Pipa tipe I A harus dibuat dengan permukaan dalam licin serta permukaan luar bergelombang spiral dan disambung dengan kunci penghubung sepanjang pipa. Permukaan bergelombang mempunyai jarak nominal antara puncak spiral terbesar 68 mm atau 75 mm.
- 3) Pipa tipe IR harus dibuat dengan rusuk gelombang spiral di sebelah luar dan kunci penghubung sepanjang pipa.

b. Gelombang.

Terdapat gelombang bentuk cincin atau gelombang bentuk spiral sebagaimana dinyatakan pada sub pasal 5.2.a. Arah puncak dan lembah gelombang membentuk sudut tidak kurang dari 0° terhadap sumbu pipa untuk diameter pipa lebih dari 500 mm, dan tidak kurang dari 45° terhadap sumbu pipa untuk diameter pipa 500 mm dan lebih kecil.

- 1) Untuk pipa tipe I dan I A, gelombang harus membentuk lengkung mulus dan menyinggung. Ukuran gelombang sesuai dengan tabel I, kecuali bila ukuran tinggi satu atau lebih gelombang kurang dari tinggi gelombang minimum dalam tabel 1, tinggi semua gelombang berdekatan harus diukur dan memenuhi nilai pada tabel 2 untuk tinggi rata-rata minimum. Pemeriksaan sering terdiri dari pengukuran tinggi dari satu atau beberapa gelombang. Bila pengukuran tersebut menunjukkan tinggi yang kurang, penggunaan persyaratan dalam tabel 2 berlaku, untuk persetujuan bila tinggi dari beberapa gelombang dapat mengimbangi untuk kekurangan tinggi dari yang lain. Pengukuran ini umumnya dibuat pada satu tempat antara sambungan pada segmen pipa.
- 2) Untuk pipa tipe IR gelombang sebaiknya mempunyai rusuk persegi yang mengarah keluar dari dinding pipa. Rusuk ini mempunyai lebar 19 mm ditambah 2 x tebal dinding ± 3 mm, dan minimum 24 mm diukur dari permukaan luar dinding. Pengukuran adalah jarak minimum vertikal dari dinding luar pipa, tepat berdekatan pada pengunci penghubung atau pengaku terhadap permukaan atas dari rusuk.
Dimensi nominal dan besaran untuk gelombang teratur dan untuk rusuk diberikan dalam spesifikasi AASHTO untuk jembatan, jilid I, bagian 12 dan dalam ASTM A. 796.

- 3) Jarak maksimum antara rusuk adalah 298 mm dari sumbu ke sumbu yang diukur tegak lurus terhadap rusuk. Jari-jari lengkungan dari logam pada sudut rusuk harus minimum 2,5 mm dan maksimum 4,3 mm. Bila pelat antara rusuk--rusuk berdekatan tidak mencakup kunci penghubung, harus ditambah pengaku pada pertengahan jarak antara rusuk yang mempunyai jari-jari nominal 6,4 mm dan tinggi minimum 5,1 mm terhadap permukaan luar pipa.

c. Pelat penyambung yang dikeling.

Pelat penyambung memanjang harus dipasang selang-seling sehingga tidak lebih dari 3 ketebalan lembaran pelat yang di kencangkan dengan keling. Pipa gelombang yang dibentuk dalam lengkung harus mempunyai pelat penyambung memanjang sesuai dengan sub pasal 5.3.b). Pembuatan pipa tanpa sambungan memanjang dalam 120° lengkungan, sehingga pipa dapat dipasang tanpa sambungan memanjang pada bagian yang dibalik, memerlukan kesepakatan antara pembeli dan pabrik.

- 1) Ukuran paku keling dan jumlah paku keling setiap gelombang serta lebar lebih pada sambungan memanjang harus mengikuti ketentuan sesuai tabel 3. Untuk pipa yang mempunyai tinggi gelombang 25 mm, diameter baut dan mur M 12 dapat digunakan sebagai pengganti paku keling dan satu banding satu, Sambungan cincin harus menggunakan paku keling dengan ukuran sama seperti penyambung memanjang dan harus mempunyai jarak maksimum antara paku keling sebesar 150 mm diukur dari sumbu ke sumbu, kecuali bahwa 6 paku keling cukup dalam diameter pipa 300 mm.
- 2) Semua paku keling harus dipasang dengan sedemikian rupa sehingga lembaran pelat kencang secara bersamaan sepanjang lapis sambungan. Jarak antara sumbu paku keling tidak boleh lebih dekat dari 2 x diameter dari ujung pelat. Semua paku keling harus rapih, dikerjakan tenaga ahli dan bentuk kepala paku keling sesuai syarat pemesan, serta harus dipasang tanpa melentur dan sepenuhnya mengisi lobang paku keling.

d. Ketahanan penyambung yang dilas setempat.

Penyambung memanjang harus dipasang selang-seling dan tidak lebih dari 3 ketebalan lembar pelat dikencangkan dengan las setempat. Pipa yang dibentuk menjadi lengkung harus juga mengikuti ketentuan pada sub pasal 5.3.6).

- 1) Ukuran las setempat, jumlah las setiap gelombang dan lebar lapis lebih pada penyambung memanjang harus memenuhi ketentuan pada Tabel 3 tergantung dari tebal lembaran pelat, ukuran gelombang dan diameter pipa. Sambungan cincin dapat dilas menggunakan las setempat dengan ukuran sama seperti untuk pelapis memanjang dan harus mempunyai jarak las maksimum 150 mm kecuali bahwa 6 las setempat cukup pada diameter pipa 300 mm.
- 2) Semua las setempat harus dikerjakan sedemikian rupa sehingga pelat kencang secara bersamaan sepanjang sambungan. Ujung luar setiap las setempat harus paling sedikit 6,5 mm dari ujung pelat. Pengelasan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga permukaan luar 90% atau lebih dari las setempat pada sambungan pipa tidak boleh memperlihatkan tanda leleh atau terbakar dari logam dasar. Logam dasar ini tidak boleh terbuka, bila bagian bagian ini berdekatan dengan bidang kontak elektroda harus dibersihkan dengan sikat kawat, perubahan warna pada permukaan las setempat tidak boleh menjadi alasan penolakan.
- 3) Peralatan las harus dalam keadaan baik sebelum digunakan dan kualifikasi ini harus diperiksa untuk setiap tahap pekerjaan dan bila terdapat perubahan tebal pelat, semua sesuai ketentuan yang berlaku. Bila penggunaan peralatan pada penyetelan mesin yang disetujui tidak menghasilkan

pengelasan yang memuaskan. pekerjaan dihentikan sampai penyetelan alat tersebut telah memadai

e. Pengunci sambungan spiral.

Pengunci sambungan pada pipa Tipe 1, harus berbentuk elemen bersinggungan dari profil gelombang yang pusatnya berdekatan dengan sumbu netral dari profil gelombang.

Pengunci sambungan pada pipa Tipe I A harus benda pada cekungan gelombang, harus mempunyai jarak antara tidak lebih dari 760 mm, dan harus dibentuk secara bersinggungan sesuai dengan pengunci sambungan spiral Tipe I.

Penggunaan sambungan pipa tipe IR harus dibentuk pada daerah datar dari dinding pipa, yaitu pertengahan antara 2 (dua) rusuk:

- 1) Ujung lembaran dalam penampang pengunci sambungan harus dibuat lapis lebih:
 - (a) untuk pipa berdiameter 250 mm atau kurang, minimum 4 mm.
 - (b) untuk pipa berdiameter lebih besar dari 250 mm, minimum 7,9 mm.
 Dengan toleransi yang diizinkan 10% dari lebar lapis. Lapis lebih ini harus saling dikencangkan. Profil lembaran harus mencakup penahan yang berdekatan dengan lipatan 180°. (sesuai dengan AASHTO T. 249) dari satu tebal lembaran pada satu sisi dari pengunci sambungan atau satu setengah tebal lembaran pada kedua sisi pengunci sambungan sesuai spesifikasi pabrik. Tidak boleh terdapat retakan visual dalam logam, kehilangan kontak logam dengan logam, atau ketidak rataan pada bagian dalam dari lipatan logam 180° pada akhir pekerjaan pengunci sambungan.
- 2) Benda uji yang dipotong dari pipa hasil produksi secara tegak lurus dan melintang terhadap pengunci sambungan, harus mempunyai kuat tarik sesuai dengan ketentuan Tabel 4. Bila diuji sesuai dengan AASHTO T. 249-90.
- 3) Bila ujung pengunci sambungan pipa gelombang bentuk spiral telah dicanai ulang untuk membentuk gelombang cincin, dengan atau tanpa ujung akhir yang melebar; pengunci sambungan pada ujung pembentukan ulang tidak boleh ada retak-retak visual pada logam dasar dan kuat tarik pengunci sambungan tidak boleh kurang 60% dari persyaratan sub pasal 5.2.e. 2).

f. Sambungan spiral dengan las menerus.

Sambungan harus sejajar dengan gelombang dan mempunyai las menerus dari ujung ke ujung setiap panjang pipa. Pengelasan harus dikerjakan dengan peralatan yang mempunyai ketahanan sangat tinggi. Sambungan harus dilas sedemikian rupa sehingga menghasilkan kekuatan pipa yang penuh, tidak mempengaruhi bentuk atau diameter nominal pipa. Sambungan yang dilas harus diperiksa sedemikian rupa sehingga gabungan lebar las dan lapis cat berdekatan yang terbakar akibat las tidak boleh melebihi 3 kali tebal logam. Kerusakan diluar lebar ini harus diperbaiki sesuai dengan sub pasal 5.7. Harus dijamin bahwa pengelasan teruji dengan hasil memuaskan.

- 1) Sambungan las menerus harus diuji sesuai dengan AASHTO. 241. Sambungan ini dapat diterima bila jumlah panjang retak dan cacat lainnya pada setiap sisi tidak lebih dari 6,5 mm. Hal ini atas dasar hasil pengujian kedua bila pengujian pertama memperlihatkan cacat-cacat lebih besar. Pengujian sambungan las menerus harus dibuat sebagai berikut:
 - (a) Panjang pipa 7,3 m atau kurang harus diuji pada satu ujung tiap panjang pipa, biasanya pada ujung lemah.
 - (b) Bila panjang pipa yang mempunyai diameter lebih dari 1200 mm dengan panjang pipa 7,3 m atau kurang ditolak, maka pipa produk berikutnya harus diuji pada kedua ujungnya. Bila hasil pengujian salah satu ujung ini tidak memenuhi maka seluruh panjang pipa ditolak.

- (c) Panjang pipa di atas 7,3 m harus diuji pada setiap ujung. Bila salah satu ujung tidak memenuhi, maka seluruh panjang pipa ditolak.
- 2) Ketentuan pengujian pengendalian mutu sesuai dengan sub pasal 5.2.f. 1) tidak berlaku untuk pipa dimana ujungnya telah dibentuk kembali menjadi gelombang bentuk cincin. Pabrik harus memelihara penilaian visual untuk mutu pengelasan setelah pembentukan kembali dan setiap indikasi kerusakan akan menjadi alasan untuk menolak pipa.
- 3) Setiap indikasi retak, terkelupas atau kurang sempurnanya pengelasan yang ditemukan melalui pengamatan visual menjadi alasan untuk penolakan, kecuali diadakan perbaikan. Hal ini menjadi pilihan bagi produsen untuk mengganti bagian yang rusak dari pipa atau memperbaiki kerusakan pada sambungan yang dilas secara otomatis. Pipa yang diubah atau diperbaiki harus memenuhi persyaratan sesuai sub pasal 5.2. dimana perbaikan dilakukan pada panjang 400 mm dari ujung pipa, pengujian harus dilakukan pada kedua bagian perbaikan dan kemudian pada bagian yang berdekatan yang baru diperbaiki itu dilas secara otomatis. Bila salah satu hasil uji tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan sub pasal 5.21. maka pipa harus ditolak.

g. Penyelesaian.

- 1) Untuk mempermudah penyambungan di lapangan ujung dari tiap pipa Tipe I dan I A dengan gelombang bentuk spiral harus dibentuk ulang untuk menjadi gelombang bentuk cincin yang meliputi paling sedikit dua gelombang dari ujung pipa, atau untuk menjadi flens terbalik sesuai dengan ketentuan pada sub pasal 5.2.g. 1) atau sub pasal 5.2.g.2) diameter ujung tidak boleh melebihi diameter pipa sebesar tinggi gelombang. Ujung dari tiap pipa tipe IR harus dibentuk kembali untuk menjadi flens terbalik sesuai dengan ketentuan sub pasal 5.2.g. 2), kecuali ditentukan tipe lain dalam pelaksanaan. Semua tipe ujung pipa, dibentuk kembali atau tidak, harus pas dalam sambungan sehingga perbedaan maksimum dalam diameter pada pertemuan ujung pipa sebesar 13 mm.
Bila pipa dengan gelombang spiral (68 x 13) mm, (75 x 25) mm, (125 x 25) mm dibentuk ulang dalam gelombang cincin pada ujung-ujung, ukuran umum dari gelombang cincin adalah (68 x 13) mm.
- 2) Bila dalam penyelesaian flens yang digunakan pada ujung pipa untuk mempermudah penyambungan dilapangan, flens harus seragam dalam lebar dan tidak kurang dari 13 mm, serta berbentuk persegi terhadap sumbu memanjang pipa.
- 3) Ujung semua pipa yang akan membentuk tempat masuk dan keluar pada gorong-gorong yang dibuat dari lembaran dengan tebal nominal 2,01 mm atau kurang, harus diperkuat.

5.3. Persyaratan Pipa.

a. Pipa tipe 1^A dan tipe IR.

- (1) Ukuran pipa.

Diameter nominal pipa harus ditentukan dalam pesanan, dipilih dari ukuran yang tercantum dalam ukuran gelombang yang standar, untuk setiap ukuran pipa dapat juga dilihat dalam tabel 5. Diameter dalam rata-rata dari pipa bulat dan pipa yang akan dibentuk kembali menjadi pipa lengkung tidak boleh bervariasi lebih dari 1% atau 1,3 mm, yang mana lebih besar, terhadap diameter nominal bila diukur pada puncak dalam gelombang. Sebagai alternatif, untuk pipa dengan gelombang bentuk cincin, penyesuaian dengan persyaratan diameter dalam dapat ditentukan dengan mengukur keliling luar, untuk mana nilai minimum diberikan tabel 5.

- (2) **Tebal lembaran**
Tebal lembaran harus ditentukan sesuai dengan spesifikasi tebal lembaran dalam Tabel 5. Untuk pipa Tipe I A, tebal pelat lengkung maupun lurus harus ditetapkan tebal dari pelat gelombang tidak boleh kurang dari 60 % tebal ekivalen pipa Tipe I; pelat lurus harus mempunyai tebal nominal paling sedikit 1,02 mm dan jumlah tebal yang dispesifikasikan untuk pelat lengkung maupun lurus harus sama atau lebih dari tebal yang dispesifikasikan untuk pipa gelombang ekivalen, dengan lengkungan sesuai ketentuan dalam spesifikasi AASHTO untuk jalan dan jembatan. Ketebalan yang diperlukan untuk pipa tipe I, I A, atau IR, atau pipa tipe I atau pipa tipe I A yang dibentuk ulang kedalam pipa tipe II atau II A, sesuai kriteria perencanaan dalam spesifikasi AASHTO untuk jembatan jalan raya, jilid I, bagian 12, atau pedoman lain.
- (3) Pipa hasil produksi dapat diuji ulur di pabrik sesuai ketentuan. Penguluran harus menggunakan peralatan mekanis yang akan menghasilkan deformasi seragam sepanjang pipa.

b. Pipa, tipe II dan tipe II A.

- (1) **Ukuran pipa lengkung.**
Pipa tipe II harus dibuat dari pipa tipe I; pipa tipe II A harus dibuat dari pipa tipe I A dan pipa harus dibentuk ulang menjadi bentuk lengkung. Semua ketentuan untuk pipa Tipe I dan I A harus dipenuhi, begitu pula untuk pipa hasil produksi Tipe II dan II A. Pipa lengkung harus mengikuti ukuran dari Tabel 7 dan Tabel 8. Semua ukuran harus diukur terhadap puncak gelombang sebelah dalam untuk pipa Tipe II atau terhadap pelat lurus sebelah dalam untuk pipa Tipe I A.
- (2) **Sambungan memanjang.**
Sambungan memanjang dari paku keling atau las setempat pada pipa lengkung tidak boleh ditempatkan di bagian sudut.

c. Pipa tipe III.

- (1) Pipa tipe III harus mempunyai penampang melintang lingkaran penuh dan harus memenuhi ketentuan untuk pipa Tipe I dan sebagai tambahan harus mempunyai lubang-lubang sesuai salah satu kelas yang diuraikan dalam sub pasal 5.3.a. 2.
- (2) Lubang-lubang harus mengikuti ketentuan untuk kelas 1 kecuali ditentukan lain. Lubang-lubang pipa untuk kelas 1 digunakan pada saluran drainase di dalam tanah. Lubang-lubang pipa untuk kelas 2 dan kelas 3 digunakan pada saluran pembuangan air dalam tanah, tetapi pipa 2 dan kelas 3 dapat juga digunakan untuk saluran drainase dalam tanah.
 - (a) Lubang lubang pipa kelas I harus kurang lebih melingkar dan dipotong rapih, diameter nominal lubang tidak kurang dari 4,8 mm dan tidak lebih dari 9,5 mm serta harus diatur dalam barisan sejajar dengan sumbu pipa. Lubang-lubang harus ditempatkan sebelah dalam puncak atau sepanjang sumbu netral gelombang pipa, dengan satu lubang dalam setiap baris untuk tiap gelombang. Pipa-pipa yang dihubungkan dengan pelat kopel atau pelat ikat bisa tidak berlubang dari jarak 100 mm terhadap tiap ujung pipa. Lubang-lubang dapat diatur dalam dua kelompok yang sama ditempatkan simetris pada tiap sisi dari bagian bawah yang tidak berlubang sesuai garis aliran pipa. Jarak baris harus seragam. Jarak antara sumbu baris tidak boleh kurang dari 25 mm. jumlah minimum dari baris lubang arah memanjang, tinggi maksimum - dari garis tengah baris teratas di atas bagian bawah, dan panjang bagian dalam dari elemen bagian tidak berlubang sesuai gambar I pada lampiran B. harus memenuhi ketentuan Tabel 9.

Pipa dengan lubang kelas I umumnya tersedia dalam diameter 100 sampai dengan 500 mm, walaupun dapat diperoleh pipa berlubang dalam ukuran besar.

- (b) Lubang-lubang pipa kelas 2 harus berbentuk melingkar dengan diameter nominal 8,0 sampai 9,5 mm atau lubang persegi dengan lebar nominal 4,8 sampai 8,0 mm dan panjang tidak lebih dari 13 mm. Lubang-lubang harus berjarak seragam sekitar keliling penuh dari pipa. Lubang harus mempunyai luas bukaan tidak kurang dari 230 cm² per m² dari permukaan pipa atas berdasarkan diameter nominal dan panjang pipa. 223 lubang, diameter 9,5 mm per meter persegi memenuhi persyaratan ini.
- (c) Lubang-lubang pipa kelas 3 harus berbentuk persegi dengan lebar ($2,5 \pm 1,0$) mm dan panjang ($25 \pm 6,5$) mm, berjarak 45 sampai 65 mm pada pusat sekitar keliling dan selang seling pada luar puncak dari gelombang pipa. Tidak boleh ada lapis logam yang hilang sekitar pembuatan lubang. Lubang harus dibuat dari sebelah dalam pipa.

d. Pipa tipe III A.

Pipa tipe III A harus dibuat dengan bagian bawah berbentuk semi lingkaran yang tidak berlubang dengan penampang sebelah atas dari baja gelombang, keduanya dengan ketebalan nominal 1,32 mm atau lebih. Bagian bawah berbentuk semi lingkaran yang mulus harus berdiameter sekitar 120 mm dan harus mempunyai kuping menerus ke arah luar sepanjang tiap sisi. Penampang bergelombang sebelah atas harus mempunyai lebar kurang lebih 160 mm termasuk 19 mm tapis miring pada tiap sisi dan harus terikat pada kuping dari bagian bawah dalam penggabungan berjarak 90 mm dari sumbu ke sumbu. Penampang sebelah atas harus mempunyai gelombang kurang lebih 22 mm dari sumbu kesumbu dan ketinggian kurang lebih 9,00 mm.

5.4. Kopel Pengikat.

a. Tipe pelat kopel pengikat.

Sambungan di lapangan untuk tiap tipe pipa baja gelombang harus mempertahankan alinyemen pipa selama pelaksanaan dan mencegah masuknya bahan timbunan selama berlangsungnya pemasangan pelat. Kopel pengikat dapat dibuat dari beberapa tipe yaitu:

- Pelat pengikat dengan gelombang bentuk cincin.
- Pelat pengikat dengan gelombang bentuk spiral.
- Pelat pengikat dengan cekungan.
- Pelat pengikat kanal dengan flens terbalik dengan atau tanpa gelombang bentuk cincin.
- Pelat pengikat dan pelat kopel tipe lengan.

Pelat pengikat diklasifikasikan menurut kemampuan daya tahan geser, momen dan gaya tarik seperti diuraikan dalam spesifikasi AASHTO untuk jembatan jalan raya, jilid II, bagian 23, dan disebut sebagai sambungan standar dan sambungan khusus. Empat tipe pelat pengikat pertama dalam sub pasal 5.4.a. dan memenuhi persyaratan sub pasal 5.4. diharapkan memenuhi persyaratan untuk sambungan standar. Beberapa persyaratan dapat juga memenuhi ketentuan untuk sambungan khusus tetapi kapasitas demikian harus ditentukan melalui analisis atau pengujian.

- 1) Pelat kopel pengikat bergelombang bentuk cincin hanya boleh digunakan untuk pipa bergelombang bentuk cincin atau untuk pipa bergelombang bentuk spiral yang ujungnya dibentuk kembali menjadi gelombang cincin. Gelombang dalam pelat pengikat harus mempunyai ukuran sama seperti gelombang dalam ujung pipa, atau dapat didisain khusus untuk hanya menampung gelombang pertama atau kedua dari ujung setiap pipa.

Pelat pengikat ini dapat juga meliputi kanal bentuk "U" untuk menampung flens terbalik pada pipa.

- 2) Pelat kopel pengikat dengan bentuk gelombang spiral hanya boleh digunakan untuk pipa dengan ujung bergelombang bentuk spiral. Gelombang dari pelat pengikat harus didesain agar tepat menyatu dengan gelombang pipa.
- 3) Pelat kopel pengikat dengan cekungan boleh digunakan untuk pipa bergelombang bentuk cincin atau bergelombang bentuk spiral. Pelat pengikat harus dibentuk dengan cekungan dalam barisan cincin dengan satu cekungan untuk tiap gelombang dari pipa spiral. Pelat pengikat harus dibentuk dengan cekungan dalam barisan cincin dengan satu cekungan untuk tiap gelombang dari pipa spiral. Pelat pengikat dengan lebar 265 atau 300 mm harus mempunyai dua baris cincin cekungan dan pelat pengikat dengan lebar 415 atau 500 mm harus mempunyai empat baris cincin cekungan.
- 4) Pelat pengikat kanal hanya dapat digunakan untuk pipa dengan flens terbalik pada ujungnya.
- 5) Tipe kopel dengan lengan mulus dan pelat pengikat datar digunakan untuk pipa Tipe III dan Tipe III A dengan diameter 300 mm atau kurang.

b. Persyaratan.

Pelat kopel pengikat harus dibuat dengan lapis lebih pada bagian yang sama dari tiap pipa yang akan disambung. Ujung pelat pengikat harus mempunyai lapis lebih atau dibuat agar membentuk sambungan yang rapat pada pemasangan. Pelat kopel pengikat tidak boleh lebih tipis dari 3 x tebal nominal lembaran terhadap tebal pelat pipa yang akan disambung dan dalam segala hal tidak boleh lebih tipis dari tebal nominal lembaran 1,32 mm kecuali yang diatur dalam sub pasal 5.4.b. 1) dan sub pasal 5.4.b. 2) lebar pelat pengikat tidak boleh kurang dari ketentuan tabel 10. Pelat pengikat harus dihubungkan sedemikian rupa sehingga disetujui oleh pembeli dengan perlengkapan yang di galvanisasi secukupnya seperti siku, flens pada bagian-bagian yang bersatu atau terpisah baut batang dan pelat, pasak pengunci dan pelat. Pelat kopel pengikat harus dikencangkan dengan baut dengan ukuran berikut:

- Pipa diameter 450 mm dan kurang dengan baut diameter 10 mm.
- Pipa diameter 500 mm dan lebih dengan baut diameter 12 mm.
- Pipa tipe III A, dengan baut diameter 8 mm.

- 1) Bila terdapat flens pada ujung pipa, pelat kopel dapat juga dibuat dengan saling menguncikan flens dengan pengikat kanal yang dibentuk sebelumnya atau pelat pengikat lain yang mempunyai kanal pengunci yang lebarnya kurang dari 13 mm. Pelat pengikat kanal harus mempunyai tebal nominal minimum 2,01 mm.
- 2) Tipe pelat kopel lengan mulus dan pelat pengikat datar harus terbuat dari baja dengan tebal nominal tidak kurang dari 1,02 mm atau sebagai suatu pilihan, dapat berupa lengan plastik dengan kekuatan ekuivalen. Pelat kopel harus rapat dan pas untuk menahan pipa dalam alinyemen tanpa menggunakan bahan penutup atau gasket.

Pelat kopel atau pelat pengikat datar harus mempunyai suatu perlengkapan sehingga pelat atau kopel akan mempunyai lapis lebih yang sama pada dua pipa yang sedang disambung.

Keseluruhan panjang kopel harus sama atau lebih besar dari diameter nominal pipa.

c. Gasket.

Dimana dikhawatirkan terjadi kebocoran masuk atau keluar, pelat kopel memerlukan gasket. Karet gasket dengan kemampuan mengembang harus berupa pengikat menerus dengan lebar kurang lebih 180 mm dan tebal kurang lebih 9,5 mm. Karet "gasket" bentuk cincin harus mempunyai diameter 20 mm untuk pipa berdiameter 900 mm atau kurang, dan diameter 22 mm untuk berdiameter lebih besar, mempunyai ketinggian 13 mm. Gelombang

ujung sebesar gasket karet cincin harus mempunyai diameter 35 mm untuk pipa dengan ketinggian gelombang ujung sebesar 25 mm.

Pipa yang dikeling atau dilas setempat, tidak rapat air, dan mempunyai bukaan kecil pada pertemuan sambungan memanjang dan keliling. Karena ini pembuatan tipe tersebut tidak boleh digunakan bila kerapatan air menjadi penting, kecuali pipa dicat dengan bitumen atau dilapis sebelum pemasangan.

d. Tipe lain pelat kopel.

Pengikat atau perlengkapan pengencang yang dinilai sama efektifnya seperti diuraikan sebelumnya, dengan ketentuan perilaku sambungan dalam standar AASHTO spesifikasi untuk jalan dan jembatan jilid II, bagian 2.3 dapat digunakan.

5.5. Pengerjaan.

Pipa yang sudah lengkap diproses harus menunjukkan pengerjaan yang teliti dari semua bagian. Kerusakan berikut harus dianggap sebagai pengerjaan yang tidak sempurna :

- a) Variasi terhadap garis sumbu lurus. Bentuk eliptis dari pipa yang seharusnya bundar.
- b) Ketidakrataan permukaan logam cacat pada permukaan logam.
- c) Kurang kaku.
- d) Tanda yang seharusnya tidak ada.
- e) Kekasaran atau kemiringan lembaran pada ujung.
- f) Lapis lebih tidak sama dalam pipa yang dikeling atau dilas setempat.
- g) Paku keling yang lepas, tidak beraturan dalam baris dan jarak.
- h) Kerusakan pada las setempat atau las menerus.
- i) Sambungan pengunci yang dibentuk kurang pas

5.6. Perbaikan Kerusakan Lapis Pelindung Logam.

- a. Bila lapis pelindung logam pada pipa terbakar oleh pengelasan atau terjadi kerusakan selama pembuatan atau pengangkatan maka harus diperbaiki. Perbaikan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga pipa yang telah lengkap diproses menunjukkan pengerjaan yang teliti dan rapi pada semua bagian pipa.
- b. Perbaikan bagian yang rusak harus mengikuti ketentuan ASTM A 780, kecuali sesuai uraian sebagai berikut:
 - 1) bagian yang rusak harus dibersihkan sampai kelihatan logam aslinya, dengan semprot pembersih, gerinda atau sikat kawat.
 - 2) bagian yang dibersihkan harus mencakup minimal 13 mm ke dalam bagian lapis pelindung yang utuh. Bagian yang dibersihkan harus diberi lapisan pelindung waktu 24 jam sebelum terjadi karat atau lekatan tanah.
- c. Lapis pelindung ZRP
ZRP harus diulas sampai mempunyai tebal kering minimal 0,13 mm di atas bagian rusak dan bagian sekitarnya yang dibersihkan. ZRP dapat digunakan untuk perbaikan semua jenis lapis pelindung; seng, aluminium, dan campuran seng aluminium.
- d. Lapis pelindung logam.
Bagian yang rusak harus dibersihkan sesuai dengan sub pasal 5.6.b. kecuali akan dibersihkan mendekati putih. Perbaikan lapis pelindung pada bagian yang bersih harus mempunyai ketebalan tidak kurang dari 0,13 mm di atas permukaan yang rusak dan berangsur berkurang sampai ketebalan nol pada ujung bagian yang dibersihkan dan tidak rusak:
 - 1) Bila digunakan sebagai pelindung logam, harus dilakukan dengan kawat seng yang mempunyai kadar seng Was kurang dari 99,98 %.
 - 2) Bila digunakan aluminium sebagai pelindung logam harus dilakukan dengan kawat aluminium yang mempunyai kadar aluminium tidak kurang dari 99 %.

- 3) Bila campuran aluminium - seng digunakan sebagai pelindung logam, harus dilakukan menggunakan bahan sesuai dengan sub pasal 5.6.d. 1) atau 5.6.d. 2) atau menggunakan kawat campuran yang mempunyai aluminium 55% dan seng 45%.

5.7. Pemeriksaan.

- Pemeriksaan pipa dilakukan sesuai dengan sub pasal 5.5. dan ketentuan khusus dari spesifikasi yang berlaku untuk tipe dan pembuatan pipa.
- Benda uji diambil secara acak untuk analisa kimia dan pengukuran lapis penutup logam. Untuk keperluan pemeriksaan benda-benda uji diambil dari pabrik pipa atau dari pelat bahan yang digunakan oleh pabrik.

Berat lapis penutup logam harus ditentukan berdasarkan AASHTO T 65 untuk seng, AASHTO T 213 untuk aluminium, dan larutan asam HCl cam AASHTO 165 untuk logam campuran aluminium seng.

5.8. Penolakan.

Pipa yang tidak memenuhi ketentuan dalam spesifikasi ini atau menunjukkan kesalahan pengangkutan, dapat ditolak. Ketentuan ini diteruskan tidak hanya pada per batang pipa, tetapi untuk suatu pengiriman secara keseluruhan dimana sejumlah pipa rusak. Bila rata-rata panjang pipa dari suatu pengiriman 1% lebih besar, pengiriman ini dapat ditolak.

5.9. Sertifikasi.

Bila ketentuan dalam pembelian atau kontrak sertifikasi produksi atau pembuat atau keduanya, dapat dilengkapi untuk pembeli. Benda uji yang mewakili tiap kelompok yang telah diuji dan diperiksa sesuai dengan spesifikasi ini dan telah memenuhi dapat diberikan sertifikasi oleh lembaga yang berwenang.

LAMPIRAN A (INFORMATIF) DAFTAR ISTILAH

pelat lembaran	: sheet
pelebaran	: flens
ulur	: elongation
kuping	: lip
bahan penutup	: gasket
cat seng aluminium	: ZRP (Zinc Rich Paint)
rusuk	: rib
digiling menjadi lengkung	: canay

**LAMPIRAN B
(NORMATIF)
TABEL DAN GAMBAR**

Tabel 1. Persyaratan jarak maksimum dan tinggi minimum gelombang pipa tipe I, Ia, II, Iia dan III

Ukuran nominal		Jarak maksimum Gelombang A (mm)		Tinggi minimal gelombang B (mm)		Jari-jari dalam C			
						Nominal		Minimum	
mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci
38 x 6,5 D	$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} D$	48	2 7/8	6,0	0,24	7	9/32	6,5	0,25
68 x 13	$2\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$	73	27/18	12	0,48	17	11/16	12	0,5
75 x 25	3 x 1	83	3 1/4	24	0,95	14	9/16		0,5
125 x 25	5 x 1	135	5 5/16	24	0,95	40	1,57	36	1,4

Keterangan :

- A = Jarak yang diukur dari puncak-puncak gelombang, pada 90 derajat terhadap arah gelombang.
 B = Tinggi yang diukur sebagai jarak vertikal dari mistar yang menumpu pada puncak gelombang sejajar terhadap sumbu pipa, sampai tepi bawah lembah gelombang. Bila ukuran tinggi dari satu atau lebih gelombang kurang, dari nilai yang tercantum disini, tinggi semua gelombang antara sambungan harus diukur dan persyaratan dari Tabel 2 harus digunakan.
 C = Persyaratan jari-jari dalam minimum tidak berlaku untuk gelombang yang memiliki pengunci sambungan spiral.
 D = Ukuran gelombang 38 x 6,5 mm hanya terdapat pada pipa bergelombang bentuk spiral.

Tabel 2. Persyaratan tinggi gelombang yang harus dipenuhi pada pengukuran kembali

Ukuran Nominal		Diameter		Tinggi Gelombang Rata-rata (mm)		Tinggi Gelombang Minimum (mm)	
mm	Inci	mm	Inci	in m	Inci	m	Inci
38 x 6,5	$1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	Semua	Semua	6,1	0,24	5	0,20
68 x 13	$2\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$	300 sampai 500	12 sampai 21	12,1	0,48	10	0,40
68 x 13	$2\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$	Lebih dari 500	Lebih dari 21	12,4	0,49	11	0,44
75 x 25	3 x 1	Semua	Semua	24,9	0,98	23	0,92
125 x 25	5 x 1	Semua	Semua	24,9	0,98	23	0,92

Keterangan Lihat 2.3 b. untuk penggunaan Tabel 2

Tabel 3. Persyaratan sambungan memanjang dengan paku keling dan pengelasan setempat

Tebal Pelat mm		Diameter Minimum Paku Keling atau Las Setempat					
		Ukuran Nominal Gelombang					
		68 mm x 13 mm (A, D) $2\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$ inci		(75 x 25) mm (B, E) 3 x 1 inci		(125 x 25) mm (C, E) x 1 inci	
mm	Inci	mm	Inci	Mm	Inci	mm	Inci
1,32	0,052	8,0	5/16	-	-	-	-
1,63	0,064	8,0	5/16	9,5	3/8	9,5	3/8
2,01	0,079	8,0	5/16	9,5	3/8	9,5	3/8
2,77	0,109	9,0	3/8	11,0	7/16	11,0	7/16
3,51	0,138	9,0	3/8	11,0	7/16	11,0	7/16
4,27	0,168	9,0	3/8	11,0	7/16	11,0	7/16

Keterangan

- A = Satu paku keling, atau las setempat setiap lembah untuk diameter pipa 900 mm dan lebih kecil. Dua paku keling atau las setempat setiap lembah untuk diameter pipa 1000 mm dan lebih besar.
 B = Dua paku keling atau las setempat setiap lembah untuk semua diameter pipa.
 C = Dua paku keling atau las setempat setiap puncak & lembah untuk semua diameter.
 D = Lebar tapis lebih minimum 38 mm untuk diameter pipa 900 mm & lebih kecil, dan 75 mm untuk diameter pipa 1000 mm dan lebih besar.
 E = Lebar lapis lebih 75 mm untuk semua diameter pipa.

Tabel 4. Persyaratan kuat tarik pengunci sambungan

Tebal Lembaran *) mm	Kuat Tarik per lebar, minimum KN/M
1.02	
1.32	53
1.63	74
2.01	114
2.77	153
3.50	193
4.27	263

Keterangan :

Tebal lembaran untuk tipe pipa 1, harus sesuai tebal pipa gelombang.
 Untuk pipa Tipe IA kekuatan pengunci sambungan harus sesuai dengan Tabel 4 berdasarkan tebal pipa gelombang.

Tabel 5. Persyaratan ukuran pipa

Diameter dalam nominal		Ukuran Gelombang				Type IR Pipa Berusuk	Keliling Luar Minimum	
Mm ---	Inci ---	(38x6,5) mm (1½ x ¼) inci	(68x13) mm (2½ x ½) inci	(75x25) mm (3 x 1) inci	(125x25) mm (5 x 1) inci		Mm ---	Inci ---
100	4	x					284	11,4
150	6	x					441	17,7
200	8	x					598	24,0
250	10	x					755	30,2
300	12	x	x				912	36,5
400	15	x	x				1226	46,0
450	18	x	x				1383	55,4
500	21		x				1540	64,8
600	24		x			x	1854	74,2
700	-		x			x	2169	-
800	30		x			x	2483	93,1
900	36		x	x	x	x	2797	111,9
1000	42		x	x	x	x	3111	130,8
1200	48		x	x	x	x	3739	149,6
1400	54		x	x	x	x	4364	168,4
-	60		x	x	x	x	-	187,0
1600	-		x	x	x	x	4967	-
-	66		x	x	x	x	-	205,7
1800	72		x	x	x	x	5609	224,3
2000	78		x	x	x	x	6231	243,0
2200	84		x	x	x	x	-	1261,7
-	90			x	x	x	7475	280,3
2400	96			x	x	x	-	299,0
-	102			x		x	8408	317,6
2700	108			x		x	-	336,3
-	114			x			9341	355,0
3000	120			x			10274	373,6
3300	-			x			11207	-
3600				x			11207	

Keterangan

- 1) Ukuran gelombang "x" berarti ukuran gelombang standar untuk tiap diameter nominal pipa.
- 2) Keliling luar minimum diukur dalam lembah gelombang cincin. Tidak berlaku untuk pipa bergelombang spiral.
- 3) Tebal lembaran dalam tabel 5 adalah ketebalan yang tersedia dalam AASHTO M. 218, M. 274, dan M. 289.
- 4) Keliling luar dari pipa bergelombang spiral dipengaruhi oleh ukuran gelombang dan sudut gelombang, yang mempengaruhi jumlah gelombang arah melintang, dengan demikian tidak dapat ditentukan ukuran minimum.

Tabel 6. Persyaratan tebal lembaran baja dan lapis pelindung

Tebal Spesifik		Spesifikasi Disain		
MM	inci	M 218 Lapis Seng	M 274 Lapis Aluminium	M 289 Lapis Campuran Seng-Aluminium
1,02	0,040	x	—	x
1,32	0,052	x	x	x
1,63	0,064	x	x	x
2,01	0,079	x	x	x
2,77	0,109	x	x	x
3,51	0,138	x	x	x
4,27	0,168	x	x	x

Keterangan "x" berarti ketebalan yang termasuk dalam spesifikasi yang sesuai.

Tabel 7. Persyaratan pipa lengkung ukuran gelombang (68x13)mm

Ukuran Pipa Lengkung		Diameter Ekuivalen *)		Panjang ---		Tinggi*) ---		Jari-Jari *) ---		Sudut *) ---	
Mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci
450 x 340	17 x 13	400	15	400	17	340	13	75	3	120	5
510 x 380	21 x 15	450	18	510	21	380	15	75	3	125	6
560 x 420	24 x 18	500	21	560	24	420	18	75	3	130	7 1/2
680 x 500	28 x 20	600	24	680	28	500	20	75	3	150	8
800 x 580	35 x 24	700	30	800	35	580	24	75	3	185	9 1/2
910 x 660	42 x 29	800	36	910	42	660	29	75	3 1/2	200	10 1/2
1030 x 740	49 x 33	900	42	1030	49	740	33	75	3	250	11 1/2
1150 x 820	57 x 38	1000	48	1150	57	820	38	90	3	300	13 1/2
1390 x 970	64 x 43	1200	54	1390	64	970	43	125	3	350	15
1630 x 1120	71 x 47	1400	60	1630	71	1120	47	150	3	380	16 1/2
1880 x 1260	77 x 52	1600	66	1880	77	1260	52	200	3	450	18
2130 x 1400	83 x 57	1800	72	2130	83	1400	57	225	3	500	20

Keterangan :

- 1) Diameter ekuivalen, panjang, tinggi, toleransi ± 25 mm atau 2% diameter ekuivalen, pilih yang mana lebih besar, diijinkan untuk panjang dan tinggi.
- 2) Jari-jari sudut maksimum ditetapkan sebagai dimensi vertikal dari garis horisontal melalui bagian terlebar dari lengkung sampai dengan terendah dari dasar.

Keterangan :

- 1) Diameter ekuivalen, panjang, tinggi, toleransi ± 25 mm atau 2% diameter ekuivalen, pilih yang mana lebih besar, diijinkan untuk panjang dan tinggi.
- 2) Jari-jari sudut maksimum ditetapkan sebagai dimensi vertikal dari garis horisontal melalui bagian terlebar dari lengkung sampai dengan terendah dari dasar.

Tabel 8. Persyaratan pipa lengkung gelombang ukuran (75x25) mm atau (125x25) mm

Ukuran Pipa. Lengkung		Diameter Ekivalen		Panjang		Tinggi ---		Jari-Jari Sudut Minimum	
Mm	inci	mm	inci	Mm	inci	mm	inci	mm	inci
1000 x 700	40 x 31	900	36	1000 - 50	40 - 1,8	770 + 50	31 + 1,8	125	5
1100 x 850	46 x 36	1000	42	1100 - 50	46 - 2,1	850 + 50	36 + 2,1		
1330 x 1030	53 x 41	1200	48	1330 - 50	53 - 2,4	1030 + 50	41 + 2,4		
1550 x 1200	60 x 46	1400	54	1550 - 70	60 - 2,7	1200 + 70	46 + 2,7		
1780 x 1360	66 x 51	1600	60	1780 - 85	66 - 3,0	1360 + 85	51 + 3,0		
2080 x 1530	73 x 55	1800	66	2010 - 90	73 - 3,3	1530 + 90	55 + 3,0		
2230 x 1700	81 x 59	2000	72	2240 - 110	81 - 3,6	1700 + 100	59 + 3,6		
2500 x 1830	87 x 63	2200	78	2500 - 130	87 - 4,4	1830 + 130	63 + 4,4		
2800 x 1950	95 x 67	2400	84	2800 - 140	95 - 4,8	1950 + 140	67 + 4,8		
3300 x 2080	103 x 71	2700	90	3300 - 160	103 - 5,2	2080 + 160	71 + 5,2		
3650 x 2280	112 x 75	3000	96	3650 - 170	112 - 5,6	2280 + 170	75 + 5,6		
	117 x 79		102		117 - 5,9		79 + 5,9		
	128 x 83		108		128 - 6,4		83 + 6,4		
	137 x 87		114		137 - 6,9		87 + 6,9		
	142 x 91		120		142 - 7,2		91 + 7,1		

Keterangan :
 Nilai negatif dan positif pada dimensi panjang dan tinggi adalah toleransi negatif dan positif, tidak terdapat toleransi dalam arah terbalik.

Tabel 9. baris lubang tinggi "H" dari garis pusat baris teratas di atas dasar, dan panjang "L" dari segmen tanpa lubang, untuk lubang kelas 1

Diameter dalam Pipa mm		Baris Lubang A ---	H. Maksimum B ---		L. Minimum B ---	
Mm	Inci		mm	inci	mm	inci
100	4	2	46	1,8	64	
150	6	4	69	2,8	96	
200	8	4	92	3,7	128	
250	10	4	115	4,6	160	
300	12	6c	138	5,5		
400	15	6c	184	6,9		
450	18	6c	207	8,3		
500	21	6	230	9,7		
600 dan lebih besar	24 dan lebih besar	8	(D)	(D)		

Keterangan :
 A : Jumlah baris minimum. Perhatikan bahwa jumlah lubang per 0,305 m dalam tiap baris (dan daerah masukan) tergantung pada tinggi gelombang.
 B : Lihat gambar 1 untuk penempatan dimensi H & L.
 C : Diijinkan 4 baris minimum untuk pipa dengan gelombang (38x6,5) mm.
 D : H (maks) = 0,46 D.
 L : (min) = 0,64 D.
 Dimana D diameter dalam pipa.

Tabel 10. Persyaratan lebar pelat pengikat

Ukuran Gelombang Normal A		Diameter dalam pipa Normal		Lebar pelat Pengikat Minimum Bentuk Gelombang					
Mm	Inci	Mm	Inci	Cincin		Spiral		Cekung	
				mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci
38 x 65	1 1/2 x 1/2	100 - 450	4 x 18	265	10 1/2	180	7	265	10 1/2
68 x 13	2 2/3 x 1/2	300 - 900	12 x 36	180	7	300	12	265	10 1/2
		100 - 1800	42 x 72	265	10 1/2	300	12	425	10 1/2
		2000 - 2200	78 x 84 C	265	10 1/2	300	12	415	10 1/2
75 x 25	3 x 1	900 - 1800	36 x 72	300	12	350	14	265	10 1/2
		2000 - 3600	78 x 120	300	12	350	14	415	16 1/2
125 x 25	5 x 1	900 - 1800	36 x 72	560	20	560	22	300	12
		2000 - 3600	78 x 120	560	20	560	22	560	22

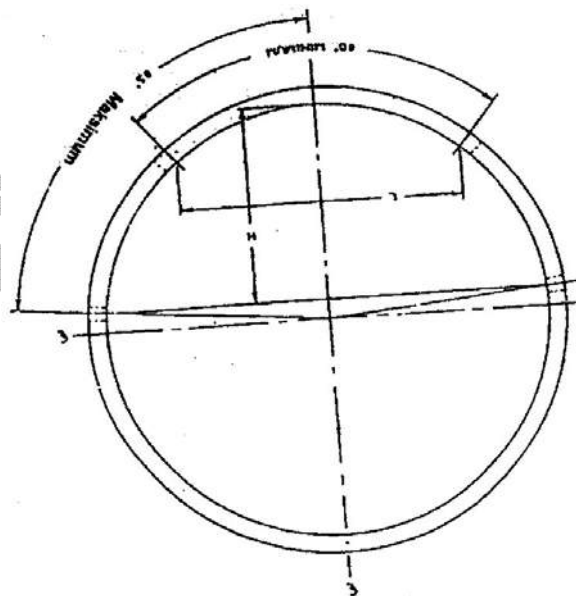
Keterangan :

A : Untuk pipa bergelombang spiral dengan ujung dibentuk ulang, ukuran gelombang nominal mengikuti dimensi gelombang ujung dalam pipa.

B : Diameter ekuivalen untuk pipa tipe II.

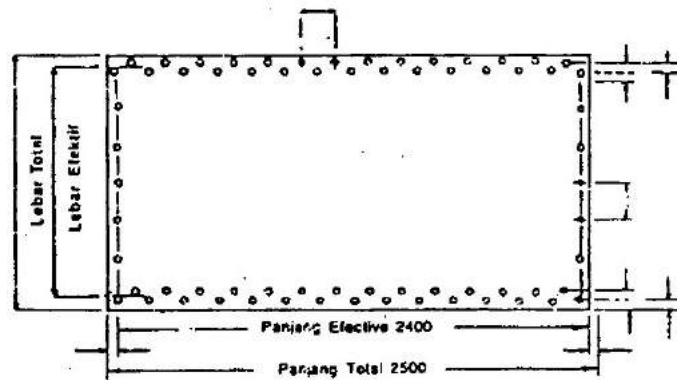
C : Diameter sampai 3600 mm untuk pelat gelombang bentuk cincin yang digunakan pada ujung yang dibentuk ulang dari pipa bergelombang bentuk spiral

B1. Gambar persyaratan pembuatan lubang dan tabel persyaratan pipa baja bergelombang dengan garis pelindung logam untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah.

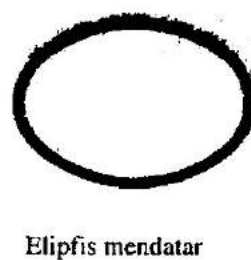
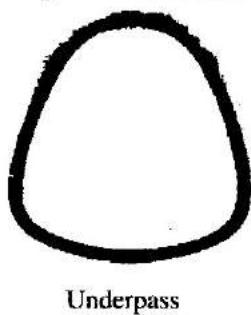


Gambar 1
Persyaratan pembuatan lubang

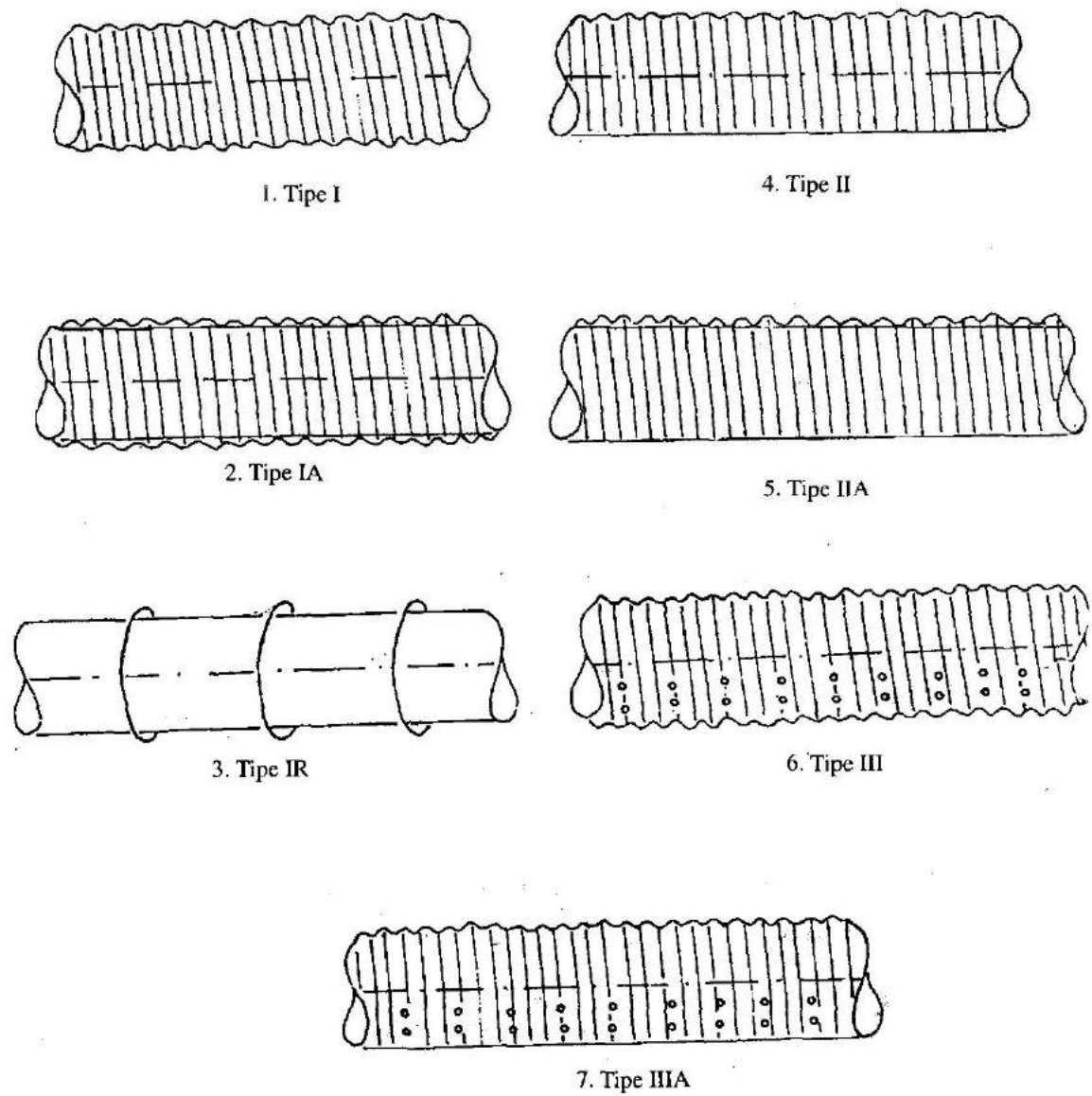
B2. Contoh gambar bentuk melintang pipa baja gelombang dengan lapis pelindung logam untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah.



Gambar 2
Pelat sebelum dilengkungkan



Gambar 3
Contoh bentuk pipa potongan melintang



Gambar 4
Contoh bentuk pipa potongan memanjang