BAB II
STUDI LITERATUR *EXPANSION JOINT*

2.1 *Expansion Joint*

Expansion Joint atau Siar Muai adalah bahan yang dipasang di antara dua bidang lantai beton untuk kendaraan atau pada perkerasan kaku dan dapat juga pertemuan antara konstruksi jalan pendekat sebagai media lalu lintas yang akan melewati jembatan, supaya pengguna lalu lintas merasa aman dan nyaman (Badan Litbang PU, Pd T-13-2005-B).

Fungsi dari *expansion joint* adalah untuk mengakomodasi gerakan yang terjadi pada bagian superstruktur jembatan. Gerakan ini berasal dari beban hidup, perubahan suhu, dan sifat fisik dari pembentuk jembatan (*Transportation Research Board*, 2003).

2.2 *Jenis-jenis Expansion Joint*

Menurut *Florida Department of Transportation* dalam "*Bridge Maintenance and Repair Handbook*", *expansion joint* dibagi dalam 2 jenis, joint terbuka dan joint tertutup. Joint tertutup dirancang agar kedap air, sedangkan joint terbuka tidak.

2.2.1 *Expansion Joint* Terbuka

Pada *expansion joint* terbuka, sistem drainase diletakan di bawah *joint* untuk mengumpulkan dan membawa air ke pembuangan. Hal ini dilakukan untuk mencegah kerusakan pada struktur beton. Sistem drainase sendiri berbentuk palung dan dibuat dari bahan anti karat.

Jenis *expansion joint* terbuka yang umum digunakan di Indonesia adalah *Butt Joint* dan *Finger Joint*.

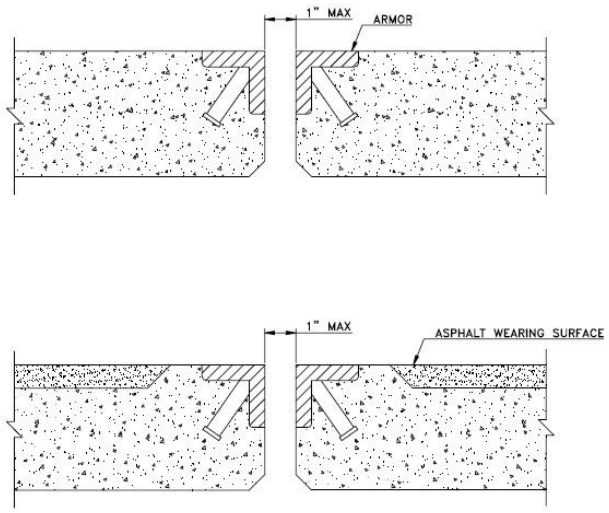
a. *Butt Joint*

Butt joint adalah *joint* yg menggunakan besi berbentuk siku untuk melindungi tepi beton dari kerusakan akibat kendaraan yang melintas.

Joint ini digunakan untuk jembatan dengan *small movement*, dengan *gap* maksimum sebesar 25 mm.

Butt Joint dibuat dari besi siku yang disebut *armor* untuk melindungi bagian tepi beton dan dipasangkan pada beton menggunakan stud atau baut.

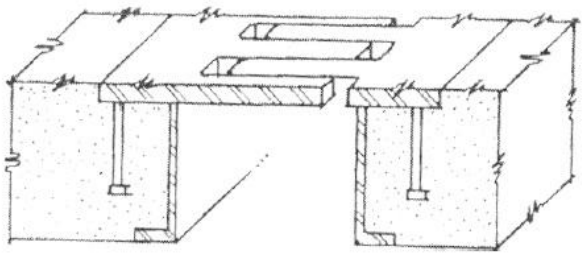
Di Negara barat *Butt Joint* tidak digunakan lagi karena tidak kedap air. Tapi di Indonesia sendiri masih digunakan untuk jembatan-jembatan pendek.



Gambar II.1 *Butt Joint*
Sumber: *Florida Department of Transportation*

b. *Finger Joint*

Finger Joint bisa mengakomodasi movement mulai dari 75 mm. *Finger Joint* terbuat dari baja dan berbentuk seperti 2 sisir yang saling mengikat.



Gambar II.2 *Finger Joint*
Sumber: *Transportation Research Board*, 2003

Karena *Finger Joint* termasuk dalam jenis Joint terbuka, maka diberi drainase di bawah *joint*.



Gambar II.3 *Finger Joint* Dengan Drainase
Sumber: http://ilwontec.com/eng/business-area/manufacture-sales-information/big-finger-expansion-joint-bfj/

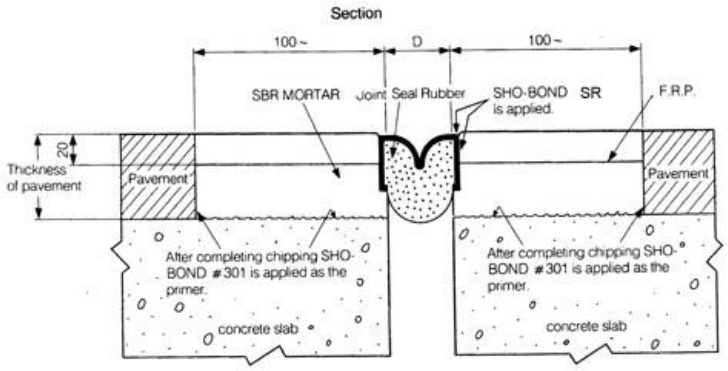
2.2.2 *Expansion Joint* Tertutup

Jenis *expansion joint* tertutup yang biasa dipakai di Indonesia adalah *New Cut Off Joint*, *Asphaltic Plug Joint*, *Strip Seal Joint*, dan *Modular Joint*.

a. *New Cut Off Joint* (NCOJ)

New Cut Off Joint adalah *expansion joint* yang menggunakan *seal* berbahan dasar karet. *Seal* diletakan diantara *gap* untuk menahan

movement yang terjadi pada jembatan. NCOJ adalah produk dari SHO-BOND.



Gambar II.4 *New Cut Off Joint*
Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html

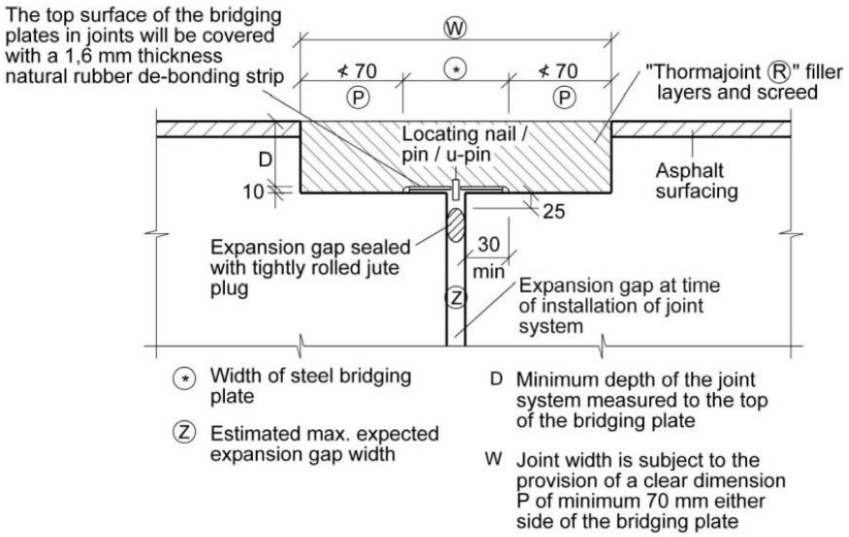
Tabel II.1 Tipe dan *Movement* NCOJ

TYPES AND APPLICABLE EXPANSION AMOUNTS(BRIDGE MOVEMENTS)					
Type	Dimensions of Seat Rubber(mm)		Joint Width (mm)		Expansion Amount(mm)
	Width	Height	Maximum	Minimum	
A-1	41	40	41	21	20
A-2	62	40	62	32	30
A-3	82	40	82	32	50

Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html

b. *Asphaltic Plug Joint*

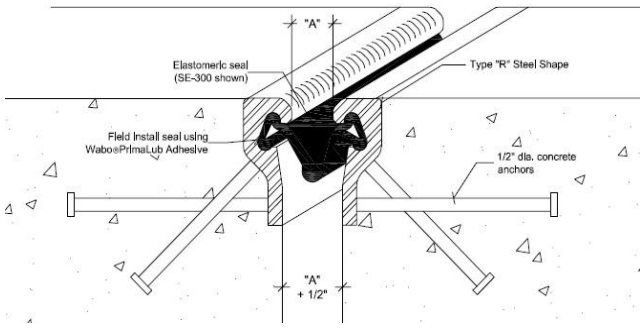
Asphaltic Plug Joint adalah sambungan siar muai yang terbuat dari bahan agregat yang dicampur dengan bahan pengikat *binder*, pelat baja dan angkur, dibuat pada tempratur tertentu yg berfungsi sebagai bahan pengisi pada sambungan.



Gambar II.5 *Asphaltic Plug Joint*
Sumber: Agrement, 2003

c. *Strip Seal Joint*

Strip Seal Joint berbentuk strip yag terbuat dari elastomer yang dimasukan ke dalam besi yang ditanam ke pelat beton. *Strip Seal Joint* mempunyai beberapa tipe untuk beragam *movement*. Ukuran *Strip Seal Joint* terbesar bisa menangani *movement* hingga 125 mm, tetapi untuk keamanan kebanyakan orang hanya membatasi hingga 100 mm saja.

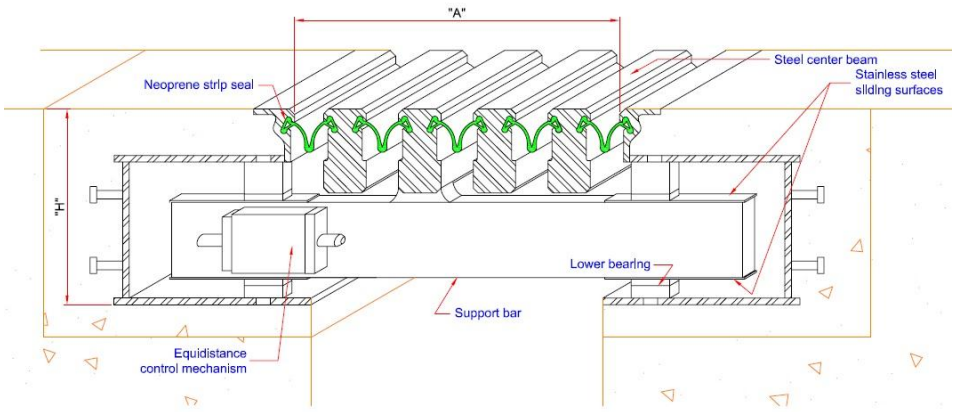


Gambar II.6 *Strip Seal Joint*
Sumber: Watson Bowman Acme, 2000

d. *Modular Joint*

Modular Joint berbentuk sepeti gabungan dari dua atau lebih *Strip Seal Joint* untuk mengakomodasi *movement* yang sangat besar.

Modular Joint dibuat untuk mengakomodasi *movement* lebih dari 100 mm. Besarnya *modular joint* tergantung besarnya *movement*. *Modular joint* dirancang untuk jembatan dengan bentang yang panjang dengan kemampuan *movement* sampai 2 m. Biasanya *modular joint* digunakan untuk *movement* antara 150 mm sampai 600 mm. Ada 3 bagian utama dari joint ini, yaitu: *sealer*, *separator beam*, dan *support bar* (*Transportation Research Board*, 2003).



Gambar II.7 *Modular Joint*
Sumber: Sumber: Watson Bowman Acme, 2000

2.3 *Cara Pemasangan*

Untuk *expansion joint* jenis *Butt Joint*, *Finger Joint*, *Strip Seal Joint* dan *Modular Joint* pemasangan dilakukan dengan cara menjangkarkan *joint* tersebut ke dalam beton. Tiap *joint* dipesan sesuai spesifikasi yang diperlukan.



Gambar II.8 Pemasangan *Finger Joint*
Sumber: http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JM=115



Gambar II.9 Pemasangan *Strip Seal Joint*
Sumber:
http://www.truesdellcorp.com/services/bridgedeckjointassemblies/bridgedeckjointassemblies.html



Gambar II.10 Ilustrasi *Strip Seal Joint*
Sumber: http://www.dsbrown.com/Bridges/ExpansionJointSystems/Steelflex.aspx



Gambar II.11 Pemasangan *Modular Joint*
Sumber: http://www.mto.gov.on.ca/english/transtek/roadtalk/rt15-2/

Sedangkan untuk *New Cut Off Joint* dan *Asphaltic Plug Joint* berbeda dalam pengerjaan pemasangannya.

2.3.1 Pemasangan *New Cut Off Joint*

Untuk *New Cut Off Joint* semua bahan yang diperlukan dipesan dari SHO-BOND. Bahan-bahan berupa SBR mortar, SHO-BOND #301, F.R.P, *Joint Seal Rubber*.

2.3.1.1 Bahan

a. SBR Mortar

SBR Mortar adalah perpaduan antara semen portland dan bubuk serat yang kuat yang dicampur dengan cairan *styrene butadiene latex*.

b. SHO-BOND #301

Produk SHO-BOND yang digunakan sebagai pengikat atau lem.

c. F.R.P

F.R.P atau Fiber Reinforced Powder digunakan sebagai lapisan atas.

d. *Joint Seal Rubber*

Karet yang akan diletakan pada celah jembatan.

2.3.1.2 Alat

a. *Cutter*

Digunakan untuk memotong aspal atau beton pada bagian yang akan dipasang *joint*.



Gambar II.12 Cutter
Sumber: Google

b. Gabus (*Styrofoam*)

Digunakan sebagai penyekat saat pemasangan mortar.

2.3.1.3 Metode Pelaksanaan

1. Pemotongan dan Pembongkaran

Setelah diberi tanda. Aspal atau pelat jembatan dipotong dengan kedalaman sesuai spesifikasi. Lalu dibersihkan.

2. Pemasangan Mortar

Oleskan SHO-BOND #301 ke permukaan yang akan dipasang mortar. Styrofoam diletakan didalam bukaan aspal, lalu mortar yang sudah dicampur dituang kedalam bukaan. Lalu mortar diratakan dan dibiarkan mengering.



Gambar II.13 Aplikasi *Mortar*
Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html

3. Pemasangan F.R.P

F.R.P diaplikasikan di atas mortar, lalu diratakan dan dibiarkan sampai *setting*.



Gambar II.14 Aplikasi F.R.P
Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html

4. Pemasangan Joint Seal Rubber

Setelah Mortar dan F.R.P *setting* selanjutnya *Styrofoam* dibuka. Lalu oleskan lagi SHO-BOND #301 ke permukaan dalam Mortar dan F.P.R yang berfungsi sebagai lem dari *Joint Seal Rubber.*



Gambar II.15 Aplikasi SHO-BOND
Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html



Gambar II.16 Pemasangan *Seal*
Sumber: http://www.hibondconstruction.com/expansion.html

2.3.2 Pemasangan *Asphaltic Plug Joint*

Asphaltic Plug dipasang antara dua bidang lantai kendaraan pada jembatan, pada perkerasan kaku.

Ketebalan *joint* bergantung pada ukuran celah sambungan dan besarnya pergeseran.

Tabel II.2 Pergeseran Pada *Asphaltic Plug Joint*

Lebar Sambungan (mm)	Tebal sambungan (mm)	Pergeseran Horisontal Max (mm)
750	100+ 75-100 50-75	± 25 ± 25 ± 12
500	100+ 75-100 50-75	± 25 ± 25 ± 12
300	100+ 50-100	± 5 ± 5

Sumber: Thorma Joint

2.3.2.1 Bahan

a. *Asphaltic Binder*

Binder adalah bahan yang merupakan campuran bitumen, polymer, filler dan surface active agent, atau dari aspal yang ditambah beberapa persen bahan (aditif) hingga mempunyai sifat karakteristik tertentu dan nilai penetrasi dibawah 60.



Gambar II.17 *Asphaltic Binder* Merk Rotak
Sumber: Brosur Rotak

Tabel II.3 Persyaratan *Asphaltic Plug Binder*

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25°C, 100g 5 detik (0,1 mm)	SNI 06-2456-91	Maksimum 20 dmm
Penetrasi pada 60°C, 100g 5 detik (0,1 mm)	SNI 06-2456-91	20 - 40 dmm
Penurunan berat (TFOT) @ 45°C 5 jam (%) terhadap berat awal	SNI 06-2440-91	Maksimum 1%
Titik Lembek (°C) R & B	SNI 06-2434-91	120 -130
Berat Jenis pada 25°C	SNI 06-2441-91	1.45 ± 0,05
Titik Nyala (COC) °C	SNI 06-2433-1991	>260
Temp. Pelaksanaan °C	SNI 06-2433-91	180 - 200
Temp. Pemanasan °C	SNI 06-2433-91	Maksimum 220

Sumber: Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis *Asphaltic Plug* Untuk Jembatan, Pd T-13-2005-B

Persyaratan lain:

1. Kedap air.
2. Elastis dan fleksibel.
3. Tidak mencair pada suhu pelayanan.
4. Encer pada tempratur aplikasi.
5. Mudah dan cepat dalam pemasangan.
6. *Curing time* singkat.

b. Agregat

Agregat yang digunakan mempunyai kekerasan setara basalt, gritstone, gabbro atau kelompok granit. Agregat bebentuk kubus dengan ukuran antara 14, 20, dan 28 mm.

Batu dibersihkan, diukur, dan disaring untuk dikirim ke lokasi. Kemudian untuk menyempurnakan kebersihannya, dengan menggunakan *drum mixer* yang berlubang, agregat dipanaskan

dengan tekanan udara panas sampai tempratur kerja pada suhu 150ºC - 190ºC.



Gambar II.18 Agregat
Sumber: Google

Tabel II.4 Spesifikasi agregat

Uraian	Metode Pengujian	Persyaratan
Ukuran butir maksimum	SNI 03-1968-1990	# 14 - 20 - 28 mm
Berat Jenis pada 25°C	SNI 03-1969-1990	2.000 kg/cm³
Impact (Aggregate Impact Value)	SNI 03-4426-1997	16%
Abrasi dengan mesin LA (Aggregate Abrasion Value)	SNI 03-2417-1991	6%
Crushing (Aggregate Crushing Value)	BS 82	14%
Polish Stone Value	BS 82	≥ 62
Flakiness	BS 812	< 25%
Shape and size index	BS 594	< 60%

Sumber: Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis *Asphaltic Plug* Untuk Jembatan, Pd T-13-2005-B

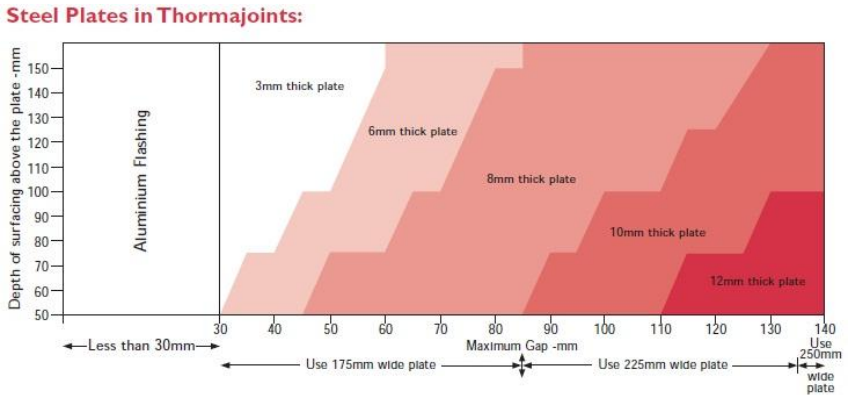
c. Pelat Baja Penutup Lubang

Pelat baja penutup celah mempunyai lebar minimum 5 cm atau disesuaikan dengan jarak lubang celah. Pelat baja harus memiliki lubang untuk angkur sebagai pengikat.

Tabel II.5 Ukuran Lebar Celah dan Tebal Pelat Penutup

Lebar Celah Max mm	Tebal Pelat Baja mm
< 45	1,5
45 - 70	3
70 - 95	6

Sumber: Pelaksanaan Pemasangan Siar Muai Jenis *Asphaltic Plug* Untuk Jembatan, Pd T-13-2005-B



Gambar II.19 Ukuran Tebal dan Lebar Pelat Menurut Thorma
Sumber: Brosur Thorma Joint

Untuk angkur biasanya digunakan paku baja berukuran besar. Dimasukan ke dalam lubang yang sudah dibuat pada pelat baja.

2.3.2.2 Alat

a. Alat *Preheater* & Kompresor

Alat *Preheater* adalah alat untuk mencairkan *binder* dengan sistim pemanasan tidak langsung (*indirect heating*) menggunakan "*oil jacketing*" dilengkapi dengan *thermostat* (alat pengontrol suhu),

kompresor (min 85 cfm 100 psi) yang digunakan untuk membongkar sambungan dengan *jack hammer* dan untuk alat penyembur panas (*Hot Compress Air Lance*).



Gambar II.20 Alat *Preheater* & Kompresor
Sumber: Citra Marga, 2007

b. *Belle Mixer*

Belle Mixer dengan kapasitas 90 hingga 150 liter tanpa lubang yang berfungsi untuk mengaduk campuran bahan pengikat dengan agregat.

c. *Barrow Mixer*

Barrow Mixer adalah alat untuk memanaskan agregat, lubang-lubang yang ada pada *mixer* tersebut diperuntukan untuk membuang debu-debu yang menempel pada agregat.



Gambar II.21 Alat *Barrow Mixer*
Sumber: Citra Marga, 2007

d. *Hot Compress Air Lance*

Hot Compress Air Lance adalah alat penyembur panas sekaligus berfungsi juga sebagai alat pembersih yang dipergunakan untuk memanasi permukaan beton dan agregat.



Gambar II.22 *Barrow Mixer & Hot Compress Air Lance*
Sumber: Citra Marga, 2007

e. *Cutter*

Alat *cutter* digunakan untuk memotong aspal dan pelat lantai beton.

f. *Jack Hammer*

Digunakan untuk membongkar aspal dan beton yang akan diberi *expansion joint*.



Gambar II.23 *Jack Hammer*
Sumber: Google

g. Alat Pemadat (*Stamper*)

Digunakan untuk memadatkan campuran agregat dan *binder*.HK



Gambar II.24 *Stamper*
Sumber: Google

2.3.2.3 Metode Pelaksanaan

Berikut adalah tahapan metode pelaksanaan yang diambil dari "Spesifikasi Teknis Pekerjaan Expansion Joint (Asphaltic Plug)", Citra Marga.

1. **Pemberian tanda (*marking out*)**

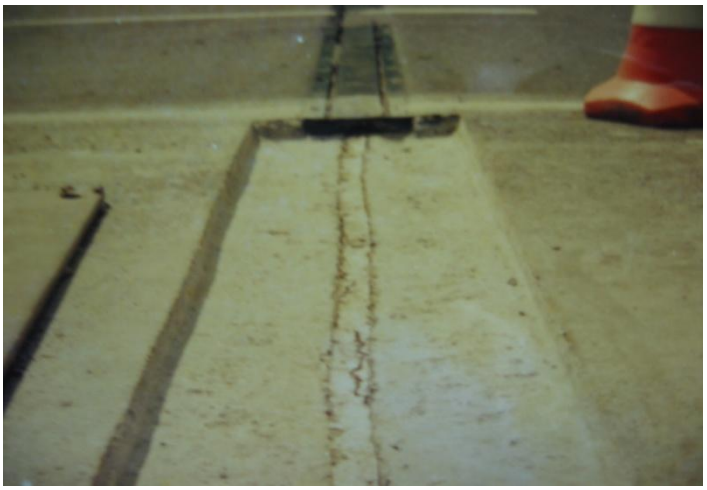
   Lebar sambungan ditandai sesuai dengan lebar dan ukurannya, dilakukan dengan menarik garis lurus dari ujung hingga akhir tidak terputus atau bersambung beberapa kali.



Gambar II.25 Pemberian Tanda
Sumber: Citra Marga, 2007

2. **Pemotongan & pembongkaran sambungan**

   Aspal permukaan dipotong pada daerah yang akan dipasang sambungan jembatan sampai kepermukaan lantai beton dibuat tegak lurus sesuai dengan penandaan garis selanjutnya dibongkar menggunakan alat *jack hammer* dengan tenaga kompresor tekanan tinggi, bagian yang terlihat harus dibersihkan dari sisa-sisa kotoran aspal yang melekat dengan sikat kawat/gerinda.



Gambar II.26 Hasil Pembongkaran Sambungan
Sumber: Citra Marga, 2007

3. Pembersihan

Kebersihan pada permukaan sangat-sangat diutamakan dengan menyemburkan udara bertekanan tinggi.



Gambar II.27 Pembersihan Dengan Kompresor
Sumber: Citra Marga, 2007

4. Penyetelan Pelat

Setelah itu dilakukan penyetelan pemasangan pelat pada celah, pelat harus bertumpu pada permukaan yang rata sehingga pada saat pelat diletakan tidak ada gerakan, untuk mencapai hal tersebut maka bagian yang tidak rata harus digerinda sampai rata.



Gambar II.28 Penyetelan Pelat Besi
Sumber: Citra Marga, 2007

5. Pembersihan dengan memanaskan permukaan

Berikut ini adalah persiapan pengecoran dengan memanaskan permukaan yang terlihat dengan *Hot Compress Air Lance* sekaligus membersihkannya dari sisa-sisa kotoran.



Gambar II.29 Pembersihan Dengan Memanaskan Permukaan
Sumber: Citra Marga, 2007

6. Pemasangan Tambang

Sebelum dituang *binder* pada permukaan yang terlihat, tambang dipasang pada celah beton untuk menyumbat sehingga binder tidak tembus sampai kebawah jembatan.



Gambar II.30 Pemasangan Tambang
Sumber: Citra Marga, 2007

7. Pelapisan (*tanking*) dengan *Binder*

Permukaan yang terlihat dilapisi (*tangking*) dengan *binder*.



Gambar II.31 Pelapisan (*Tanking*) Dengan *Binder*
Sumber: Citra Marga, 2007

8. Pemasangan Pelat Besi

Pemasangan pelat besi, permukaan pelat besi harus dilapisi lagi dengan *binder* sampai merata, suhu *binder* harus selalu dikontrol tidak boleh dibawah 190 °C.



Gambar II.32 Pemasangan Pelat Besi
Sumber: Citra Marga, 2007

9. Pemanasan Agregat

Persiapan agregat dengan memanaskannya sampai dengan suhu minimum 150°C dengan menggunakan *Hot Compress Air Lance*, tapi tidak boleh lebih dari 190°C.



Gambar II.33 Pemanasan Agregat
Sumber: Citra Marga, 2007

10. Penuangan *Binder*

Setelah agregat digelar, segera dituang *binder* sampai dengan semua agregat terendam dengan kedalaman 50 mm, untuk memastikan semua agregat terlapisi oleh *binder*, maka agregat harus diratakan dengan garpu rumput atau sekop, suhu harus selalu pada 190°C - 220°C.



Gambar II.34 Penuangan *Binder*
Sumber: Citra Marga, 2007

11. Penetrasi seluruh rongga pada celah Agregat

Dibiarkan sejenak agar *binder* dapat mengalir dan mengisi seluruh rongga pada celah agregat, indikasi dari pada proses tersebut ditandai dengan adanya gelembung undara pada permukaan *binder*.



Gambar II.35 Penetrasi Seluruh Rongga Pada Celah Agregat
Sumber: Citra Marga, 2007

12. Pencampuran Agregat

Setelah gelembung udara sudah dipastikan tidak terjadi lagi, maka dilaksanakan lapisan kedua dengan menuangkan agregat yang sudah dilapisi oleh *binder* dengan kedalaman 25 mm, pelapisan agregat tersebut diproses dengan memasukan agregat pada *Belle Mixer* sambil dipanasi dengan *Hot Compress Air Lance* pada waktu bersamaan *binder* dituangkan.



Gambar II.36 Pencampuran Agregat Pada *Belle Mixer*
Sumber: Citra Marga, 2007



Gambar II.37 Pelapisan Kedua
Sumber: Citra Marga, 2007

13. Pemadatan

Lapisan kedua tersebut harus dipadatkan sampai rata dengan permukaan jalan.



Gambar II.38 Pemadatan Dengan *Stamper*
Sumber: Citra Marga, 2007



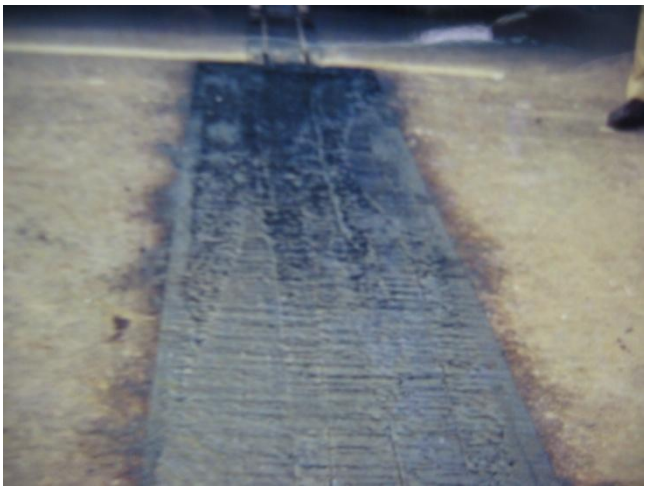
Gambar II.39 Hasil Lapis Kedua
Sumber: Citra Marga, 2007

14. *Finishing*

Lapisan penutup dengan *binder* pada permukaan yang sudah dipadatkan, lapisan tersebut merupakan lapisan tipis sebagai bahan kedap air.



Gambar II.40 Pelapisan Penutup Tipis
Sumber: Citra Marga, 2007



Gambar II.41 Hasil Akhir *Asphaltic Plug*
Sumber: Citra Marga, 2007