

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini akan dibahas perilaku beton mutu K-300 dengan kandungan serat 0 % dan 1 % dari volume serta balok pratarik dengan kandungan serat 0 % dan 1 % dari volume yang telah mengalami retak ataupun patah akibat beban dinamik berupa uji tumbukan sederhana dari penelitian sebelumnya. Balok beton diperbaiki menggunakan teknik injeksi dengan resin epoksi. Serupa dengan pengujian sebelumnya percobaan dilakukan dengan memberi beban tumbukan secara periodik dengan ketinggian konstan sampai benda uji tersebut runtuh.

3.2. PERBAIKAN BENDA UJI

Pada umumnya kerusakan benda uji yaitu pada balok beton pratarik (*BPS/BPTS*) mengalami kerusakan retak dengan lebar bervariasi antara 0,5 mm – 2 mm sedangkan pada balok beton polos (*BTS*) dan serat (*BS*) terjadi patah.

3.2.1. Pola Kerusakan

Sebelum benda uji diperbaiki maka dilakukan pengamatan terhadap karakteristik kerusakan yaitu seperti pemberian tanda serta pengukuran jarak pada lokasi terjadinya patah ataupun sketsa pola retaknya agar setelah dilakukan perbaikan lalu dilakukan pengujian lagi bisa didapat perbandingan antara pola kerusakan pertama dengan yang kedua. Dari perbandingan tersebut dapat diketahui efektifitas dari injeksi, yaitu apabila kerusakan baik retak ataupun patah terjadi pada tempat lain maka dapat dikatakan proses injeksi sudah baik sebaliknya jika kerusakan terjadi pada tempat semula maka proses injeksi adalah tidak sempurna.

3.2.2. Alat dan Bahan

3.2.2.1 Alat

a. Injektor

Merupakan alat yang didesain khusus oleh aplikator grouting untuk melakukan injeksi bertekanan rendah khususnya retak ringan, terdiri dari tabung material epoksi dimana terdapat selang inlet dan outlet serta manometer untuk mengatur tekanan pada tabung.



Gambar 3.1. Alat Injeksi

b. Selang injeksi.

Berupa selang transparan berdiameter 50 mm berfungsi untuk mengalirkan bahan epoksi dari tabung Injektor ke dalam beton melalui *packer*

c. *Packer*

Berupa plastik yang dibentuk sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai lubang masuk bahan epoksi, jarak antar *packer* $\pm 1 - 1,5$ meter.



Gambar 3.2. Packer

d. Kompresor

Alat ini digunakan sebagai pemberi tekanan angin pada tabung injektor agar bahan epoksi dapat masuk ke dalam celah retak. Tekanan di atur oleh manometer $\pm 1-2$ atm.

e. Gerinda

Alat ini berfungsi untuk meratakan dan menghaluskan permukaan beton dari bahan epoksi.

3.2.2.2 Bahan

a. Epoksi

Merupakan Produk dari Fosrock jenis *Conbextra EP* terdiri dari resin dan *hardener*, material ini berkekentalan rendah dan digunakan untuk mengisi celah retak antara 0.2 mm – 5 mm, memiliki sifat keras tetapi tidak getas. (spesifikasi terlampir)

b. *Nitobound EP*

Terdiri dari *base* berupa pasta kenyal berwarna abu-abu dan cairan *hardener* berwarna kuning dengan komposisi 1 : 3, digunakan untuk menutup / *sealing* permukaan retak sehingga ketika dilakukan injeksi material epoksi tidak keluar dari beton. (spesifikasi terlampir)

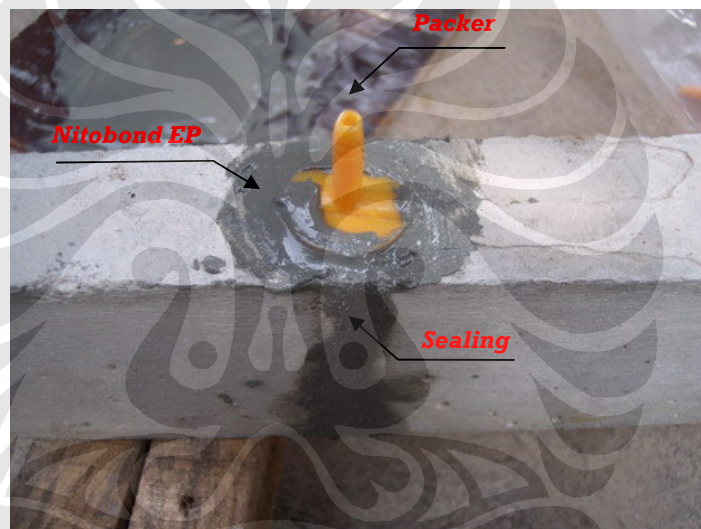
3.3. METODE PELAKSANAAN PERBAIKAN

3.3.1. Injeksi Beton Menggunakan Epoksi

Untuk menutup retak dan mengembalikan kekuatan beton semula, dilakukan injeksi menggunakan epoksi *low viscosity*. Tahapan pelaksanaannya adalah :

1. Bersihkan permukaan beton di sekitar retak dari debu, pasir ataupun minyak dan zat-zat lain agar proses injeksi sempurna.

2. Siapkan titik injeksi / *inlet* menggunakan *packer*, dimulai dengan mengoleskan sekeliling permukaan bawah *packer* menggunakan *nitobond EP* lalu ditempelkan dan ditekan secara perlahan-lahan agar celah retak tidak tertutup *nitobond EP*, hal ini harus dilakukan secara hati-hati dan benar karena merupakan faktor penentu sempurnanya proses injeksi.
3. Tahap selanjutnya, Agar injeksi tidak keluar dari celah retakan, dilalukan *sealing* dengan *nitobound EP* dengan tipis dan merata pada permukaan beton yang retak.



Gambar 3.3. Proses pemasangan saluran masuk / inlet port

4. Setelah saluran inlet terpasang kaku begitu pula dengan sealing mengeras ± 2 jam, selang dapat dipasang. Selang ini berfungsi untuk menghubungkan titik inlet yang satu dengan lainnya sehingga apabila celah retak telah penuh terisi, epoksi dapat mengalir ke titik berikutnya. Pemasangan selang harus kuat dan rapat agar ketika terjadi tekanan, selang tidak bocor.



Gambar 3.4. Proses pemasangan selang tranparan yang menghubungkan titik inlet melalui packer.

5. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan material injeksi dengan cara mencampurkan epoksi *Conbextra EP* dan *hardener* komposisi 1 : 3 lalu diaduk sampai rata, selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam tabung injektor.
6. Setelah bahan, alat dan titik *inlet* siap, Injeksi dapat dilakukan dengan cara melawan gravitasi hal ini dimaksudkan agar setelah celah retak penuh terisi, epoksi tidak jatuh. Injeksi dimulai dari titik ujung balok. Sewaktu proses injeksi harus diperhatikan apabila epoksi telah penuh mengisi celah retak sehingga menembus ke sisi belakang maka aliran tersebut harus dimatikan dengan cara menekan tutup *packer* sehingga aliran epoksi akan terkonsentrasi ke titik berikutnya. Proses injeksi dapat dihentikan ketika aliran epoksi dari injektor berhenti dan pada titik injeksi secara visual terlihat rembesan dari bawah yang menandakan terisinya celah retak.



Gambar 3.5. Proses pelaksanaan injeksi dengan teknik melawan gravitasi

7. Setelah injeksi selesai, *packer* dapat dilepas dengan pemotongan ataupun pemukulan lalu dibersihkan dan dihaluskan kembali permukaan beton menggunakan grinda.
8. Waktu *curing* yang dibutuhkan agar terjadi ikatan yang sempurna antara bahan injeksi epoksi dengan beton yaitu selama 7 hari, baru boleh dilakukan uji tumbukan.

3.3.2. Penyambungan Beton

Dari pengujian beban tumbukan ternyata pada balok benda uji beton polos dan beton mortar serat mengalami patah sehingga digunakan metode perbaikan lain yaitu penyambungan beton menggunakan *Nitobound EP* untuk menyambung dan mengembalikan kekuatan beton semula. Tahap pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

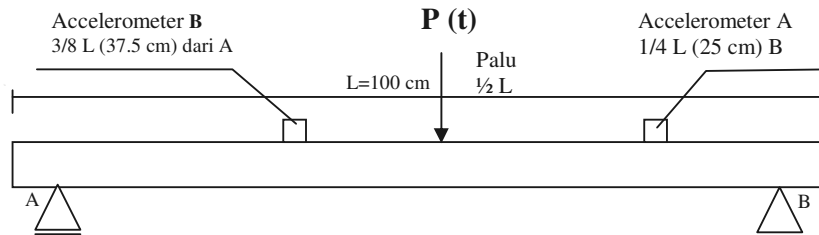
1. Pada permukaan balok yang patah dibersihkan dari serpihan dan debu menggunakan sikat halus.

2. Persiapkan base dari *nitobound EP* yang berupa pasta berwarna abu-abu sesuai dengan kebutuhan lalu campur dengan *Hardener* dengan komposisi pasta : hardener = 1: 3
3. Setelah keduanya disatukan, *mixing* secara manual selama 5 menit sampai tercampur secara sempurna, dapat dilihat dari pasta base tersebut akan bersifat liat.
4. Diamkan campuran tersebut selama 2 menit lalu dioleskan pada permukaan beton yang akan disambung secara tipis dan merata.
5. Siapkan bekisting balok, Lalu masukkan balok patahan pertama diikuti dengan patahan yang kedua lalu tempelkan dengan rapat.
6. Bekisting digunakan untuk mengunci sambungan tersebut agar dapat setting secara sempurna.

Waktu curing yang dibutuhkan agar terjadi ikatan yang sempurna antara bahan *Nitobound EP* dengan beton yaitu selama 7 hari, baru boleh dilakukan uji tumbukan.

3.4. PROSEDUR PENGUJIAN TUMBUKAN SEDERHANA.

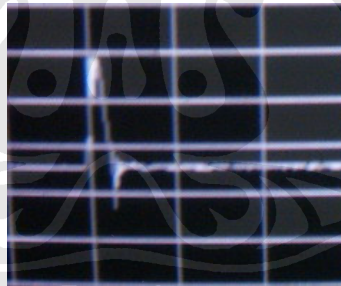
Tujuan dari pengujian adalah untuk mendapatkan data sinyal percepatan dari benda uji. Pengujian ini merupakan jenis pembebanan dinamik yang dihasilkan dari tumbukan palu dari ketinggian tertentu secara konstan dan periodik terhadap balok diatas perletakan sederhana dimana terdapat 2 Accelerometer yang diletakkan pada 2 titik yang berbeda, dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.6. Letak Accelerometer A dan B

Alasan diletakkan Accelerometer pada lokasi ini adalah agar sinyal yang didapat dapat mewakili keadaan yang sebenarnya.

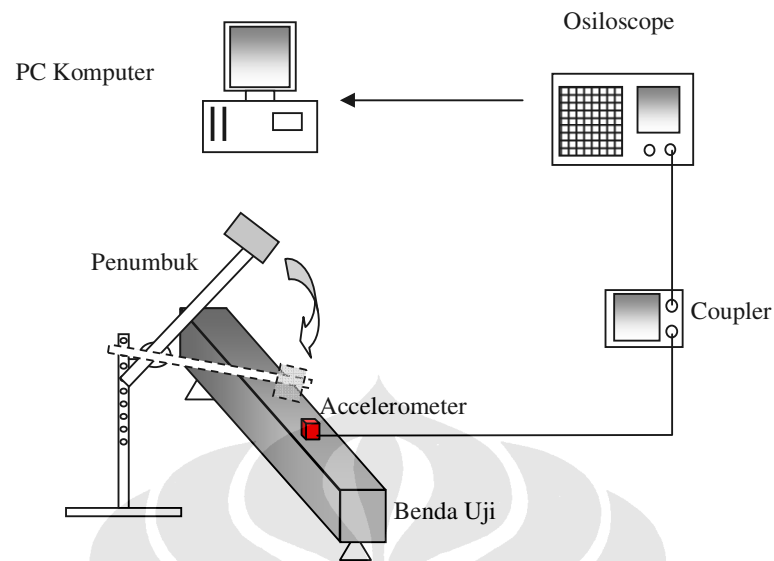
Jenis pembebanannya adalah beban periodik yang berupa beban tumbukan (impuls). Ketika benda uji diberikan beban tumbukan ini maka akan terjadi fluktuasi tegangan yang dapat menyebabkan balok fatik sehingga retak ataupun runtuh.



Gambar 3.7. Tampilan beban impuls dalam komputer

3.4.1. Skematik Uji Beban Tumbukan

Sinyal percepatan yang dihasilkan oleh balok benda uji akan diambil accelerometer kemudian dikondisikan dengan coupler dan ditransfer ke osiloskop. Setelah itu sinyal tersebut akan diakusisi kedalam komputer dengan bantuan program akusisi agar dapat direkam sebagai data percepatan.



Gambar 3.8. Pengujian Beban Tumbukan

Data percepatan tersebut kemudian akan direkam dalam disket dan dirubah menjadi frekuensi dengan program FFT (*Fast Transfer Foruier*). Sedangkan pererekaman data dilakukan tiap 100 pukulan.

3.4.2. Peralatan Pengujian

a. Komputer

Komputer mikro kompatibel jenis PC, digunakan untuk berkomunikasi dengan alat Osiloskop Digital menggunakan Program HT-BASIC dan program FFT.

b. Osiloskop

Merupakan produk Philips tipe P-2190 , digunakan sebagai alat bantu visual dari sinyal percepatan dari getaran balok akibat tumbukan dan sebagai penghubung dari coupler ke komputer.

c. *Coupler*

Merupakan produk Kistler tipe C-242, digunakan untuk mengalirkan gaya eksitasi konstan yang sedang berlangsung ke piezotron *transducer* dan selanjutnya meletakkan sinyal dari transducer tersebut pada bagian alat keluaran (*readout equipment*) yaitu komputer.

d. Akselerometer

Terdapat 2 buah Akselerometer merek Kistler, tipe 1 sensitivitas 9.3 g/v, tipe 2 sensitivitas 90.33 g/v, digunakan untuk menangkap getaran pada balok benda uji segera setelah suatu percepatan terjadi yaitu ketika palu jatuh menumbuk permukaan balok.

e. Alat Penumbuk

Pada pengujian ini, berbeda dengan sebelumnya, alat penumbuk di modifikasi sedemikian rupa sehingga pukulan dan titik jatuh palu lebih stabil. Modifikasi berupa penambahan alat pemutar besi berbentuk setengah lingkaran yang berfungsi untuk melepaskan penumbuk menuju benda uji dari ketinggian tertentu.

f. Klem

Berfungsi untuk merubah ketinggian dari alat pemutar sesuai tinggi jatuh yang diinginkan, setelah di set maka klem dikencangkan.

g. Penumbuk

Menggunakan palu besi yang pada ujungnya telah dilapisi karet setebal 3 mm, berat palu yaitu 660 gram.

h. Palu Elektrik

Yaitu suatu palu khusus non destruktif, merk Kistler dengan nilai kalibrasi 500 N.



Gambar 3.9 Alat Penjatuh & Klem yang telah dimodifikasi

3.4.3. Tahapan Pengujian

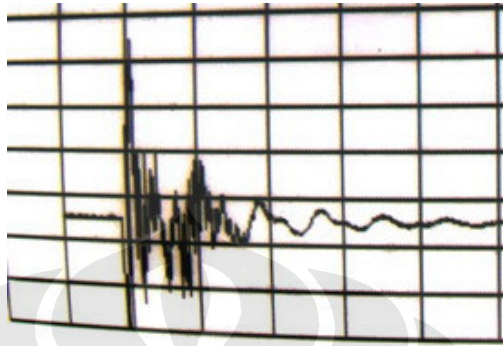
3.4.3.1. Uji Palu Elektrik

Awal dari uji tumbukan yaitu menggunakan palu elektrik dengan accelerometer diseprempat bentang untuk mengetahui frekuensi natural dari benda uji. Frekuensi yang didapat selanjutnya dibandingkan dengan frekuensi natural sebelum perbaikan.

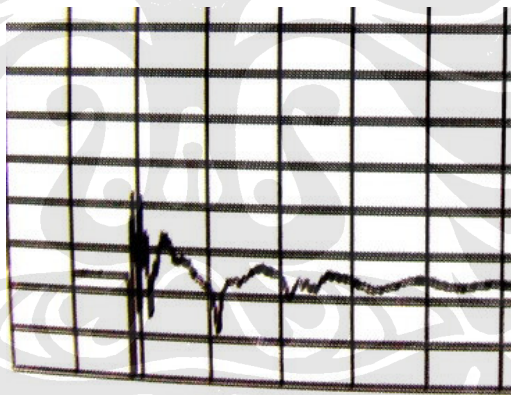
3.4.3.2. Uji Beban Tumbukan

Alat penumbuk berupa palu besi yang pada ujungnya diberi karet berfungsi sebagai peredam dengan tinggi jatuh konstan 4 cm dan balok terus dipukul dengan waktu konstan secara terus menerus hingga 100 pukulan dilakukan perekaman

Pada waktu balok mulai mengalami retak maka dapat terlihat dari gambar sinyal percepatan yang dihasilkan dimana ketika mulai retak sinyal percepatan akan mulai terlihat lebih rapat



Gambar 3.10. Sinyal percepatan pada pengujian awal



Gambar 3.11. Sinyal percepatan pada saat retak