



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 3 Tahun 2024 Page 9200-9214

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perkuatan Struktur Beton Dengan Metode *Frp* Pada Bangunan Gedung

Safrinanda Harahap^{1✉}, Prima Yane Putri², Rusnardi Rahmat Putra³, Totoh Andayono⁴,

Liana Atika⁵

Universitas Negeri Padang, ⁵Universitas Negeri Medan

Email: safrinandaharahap@gmail.com^{1✉}

Abstract

Perbaikan dan perkuatan struktur di perlukan apabila terjadi kerusakan yang menyebabkan degradasi yang berakibat tidak terpenuhinya lagi persyaratan persyaratan yang bersifat teknis. Secara umum dilakukannya perkuatan disebabkan oleh beberapa hal antara lain yaitu Kesalahan perencanaan, Kesalahan pelaksanaan, Perubahan fungsi yang berakibat penambahan beban,Perkembangan ilmu pengetahuan,Timbulnya keluhan terhadap kenyamanan struktur, Perubahan persyaratan untuk memenuhi peraturan Yang baru. Tahapan perkuatan struktur dapat dilakukan dengan cara review struktur, Analisis struktur, metode dan material perkuatan dan pelaksanaan. FRP juga dinilai sebagai alternatif perkuatan eksternal yang murah tapi mampu meningkatkan kinerja pada struktur bangunan. Pada metode ini, dua jenis serat yang paling banyak diaplikasikan adalah Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP), Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), dan aramid atau serat kaveler. FRP memiliki daya tarik tujuh hingga sepuluh kali lebih besar dibandingkan baja. Keunggulan dari perkuatan FRP ini yaitu bahan lebih ringan, kekuatan tarik tinggi, tidak terjadi korosi sehingga memiliki durabilitas (keawetan) yang tinggi, mudah dalam pemasangannya sehingga menghemat waktu serta bahannya mudah untuk dibentuk (fleksibel).

Keywords: *Perkuatan Struktur ,Metode FRP, Gempa.*

Abstract

Repair and strengthening of structures is necessary if damage occurs which causes degradation which results in the technical requirements not being met. In general, strengthening is caused by several things, including planning errors, implementation errors, changes in function which result in additional loads, developments in science, the emergence of complaints about the comfort of the structure, changes in requirements to meet new regulations. Structural strengthening stages can be carried out by means of structural review, structural analysis, strengthening methods and materials and implementation. FRP is also considered as an alternative to external reinforcement that is cheap but capable of improving the performance of building structures. In this method, the two types of fibers that are most widely applied are Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP), Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP), and aramid or carbon fiber. FRP has seven to ten times greater tensile strength than steel. The advantages of this FRP reinforcement are that the material is lighter, has high tensile strength, does not cause corrosion so it has high durability, is easy to install so it saves time and the material is easy to shape (flexible).

Keywords: *Structural Strengthening, FRP Method, Earthquake.*

PENDAHULUAN

Konstruksi merupakan kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam bidang Teknik sipil sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur yang berada pada sebuah area atau beberapa area. Suatu proyek dalam mencapai keberhasilannya yaitu mencapai sasaran / Tujuan manajemen konstruksi itu sendiri di mana di dalamnya ada perencanaan, sasaran mutu, biaya, efisiensi waktu maka di perlukan suatu metode / tahapan yang baik pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi dari seorang pelaksana (Harahap et al., 2023). Indonesia termasuk wilayah yang rawan terjadi bencana alam seperti gempa bumi, karna indonesia berada di atas pertemuan tiga lempeng yaitu Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik yang setiap saat dapat saling bertubrukan berakibatkan gempa tektonik. Walaupun kejadian gempa tidak dapat di prediksi , namun dampak yang di timbulkan dapat diminimalisir jika di pahami cara membuat struktur bangunan tahan gempa. Hal yang bisa terjadi pasca gempa yaitu kerusakan bangunan, perlu di lakukan evaluasi kerusakan bangunan akibat gempa (Simanjuntak, 2020).

Hasil survey di berbagai daerah menunjukkan bahwa bangunan yang mengalami kerusakan berat dengan jumlah terbesar adalah bangunan rumah tinggal dan pola kegagalan struktur bangunan terjadi pada sambungan balok kolom, sambungan angkur dinding dengan struktur dan konfigurasi bangunan tidak simetri. Hasil survey tersebut dapat melengkapi pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang perilaku bangunan terhadap gempa. Menurut Sudarno bahwa Kegagalan struktur terjadi akibat dari ketidakmampuan

struktur utama (kolom dan balok) menahan beban dan gaya yang terjadi saat gempa yang mengakibatkan struktur mengalami kegagalan dan roboh. Detailing pembesian pada kolom, balok, dan sambungan balok-kolom masih belum sepenuhnya menggunakan standard SNI-2847-2019 yang mengakibatkan tulangan tidak berfungsi sepenuhnya dalam menahan gaya tarik, tekan, dan geser yang terjadi saat gempa. Prinsip desain Strong Column-Weak Beam masih belum diterapkan dalam perencanaan beberapa bangunan yang mengakibatkan banyak bangunan mengalami kegagalan pada struktur kolom. Penulangan sengkang / Stirrups belum sepenuhnya dipahami fungsinya dengan baik dan benar dalam menahan gaya geser yang mengakibatkan pemasangan sengkang tersebut tidak memenuhi kriteria aturan yaitu untuk bengkokan sudut 90° , 135° , 180° belum terpasang dengan baik dan mutu beton (f'_c) yang tidak sesuai dengan konstruksi tahan gempa (Tampubolon et al., 2022).

Analisis perkuatan struktur adalah sebuah tindakan memodifikasi struktur yang sudah ataupun belum mengalami kerusakan, dengan tujuan menaikkan strukturnya. Adapun hal-hal yang mendorong dilakukannya perkuatan struktur sebuah gedung adalah kesalahan perencanaan, spesifikasi pembebanan, material, kesalahan gambar rencana, kesalahan proses konstruksi, perubahan fungsi bangunan, faktor usia bangunan, pengaruh lingkungan atau korosi, overloading, dan perawatan yang tidak memadai. Assessment struktur diawali dengan melakukan investigasi di lapangan yang kemudian dibuatkan mapping kerusakan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan informasi terkait struktur bangunan (Arissaputra, 2023).

Secara umum dilakukannya perkuatan disebabkan oleh beberapa hal antara lain :

1. Kesalahan perencanaan
2. Kesalahan pelaksanaan
3. Perubahan fungsi yang berakibat penambahan beban
4. Perkembangan ilmu pengetahuan
5. Timbulnya keluhan terhadap kenyamanan struktur
6. Perubahan persyaratan untuk memenuhi peraturan Yang baru.

Setelah diketahui dan dimungkinkan struktur dapat diperkuat maka langkah selanjutnya adalah pemilihan metode perkuatan untuk masing-masing elemen struktur. Pemilihan metode perkuatan dipengaruhi oleh beberapa pertimbangan, antara lain :

1. Efektifitas perkuatan
2. Kemudahan pelaksanaan perkuatan
3. Biaya, dalam hal ini terkait dengan pemilihan bahan agar diperoleh hasil perbaikan yang kekuatannya sesuai dengan yang diinginkan dan dapat tahan lama.

Beberapa metode perkuatan yang dapat dilakukan diantaranya adalah :

1. Shotcrete, metode ini dilakukan dengan cara menyemprotkan mortar atau beton (biasanya dengan ukuran agregat yang kecil) pada permukaan beton yang diperbaiki dengan suatu alat bertekanan.
2. Jacketing, merupakan penggunaan bahan berupa selubung yang dapat melindungi beton terhadap kerusakan. Bahan selubung ini dapat berupa metaUbajq karet, beton, komposit.
3. Penambahan tulangan, metode ini digunakan untuk memperkuat elemen struktur agar dapat berfungsi lagi atau menambah kemampuan elemen struktur memikul beban. Tulangan tambatan dapat berupa tulangan longitudinal ataupun lateral. Perkuatan dengan pemberian bahan Fiber Reinforced Polymer (FRP) yang dilakukan dengan cara menempelkan pada permukaan beton lama dengan bantuan perekat epoxy pada prinsipnya sama dengan metode steel plate bonding , steel and concrete jacketing.

FRP juga dinilai sebagai alternatif perkuatan eksternal yang murah tapi mampu meningkatkan kinerja pada struktur bangunan. Pada metode ini, dua jenis serat yang paling banyak diaplikasikan adalah *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP), *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP), dan *aramid* atau serat kaveler. FRP memiliki daya tarik tujuh hingga sepuluh kali lebih besar dibandingkan baja (Mulyono, 2021). Pelaksanaannya di lapangan pun mudah, metode ini banyak dilakukan pada perkuatan konstruksi.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini akan dimulai berdasarkan jenis data dan tahapan pelaksanaan dengan menggunakan metode kuantitatif dan survey lapangan.

A. Lokasi Bangunan

Lokasi Bangunan mesjid Nurul iman RSUP H Adam Malik Medan ini terletak di Jalan Cardiac Center, Kemenangan Tani, Kec. Medan Tuntungan, Kota Medan, Sumatera Utara 20136



Gambar 1. Peta Lokasi Bangunan Masjid Nurul Iman RSUP H Adam Malik (Sumber: Google Maps.com)

Sumber data berupa studi literatur, observasi langsung di lapangan, data primer dan data sekunder. Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli, yaitu dokumentasi dan wawancara kepada para responden di lokasi tempat penelitian. Data sekunder yaitu data yang sudah ada yang bersumber dari kontraktor atau pihak owner (gambar rencana). Dari data tersebut di analisis dan memberikan informasi mengenai metode perkuatan apa yang bisa di lakukan serta teknik pelaksanaannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbaikan dan perkuatan struktur di perlukan apabila terjadi kerusakan yang menyebabkan degradasi yang berakibat tidak terpenuhinya lagi persyaratan persyaratan yang bersifat teknis. Faktor – faktor yang menyebabkan kerusakan di tentukan oleh beberapa hal yaitu kondisi lokasi (site Condition), bentuk gedung (shape of building), dimensi kukaan (dimension of openings), distribusi kekuatan (rigidity distribution), kekuatan bangunan (strenght of building), daktilitas (ductility) , Pondasi (Fondation), dan kualitas material (contruction quality) . tidak terpenuhi persyaratan- persyaratan dapat pula di sebabkan oleh perubahan kode dengan persyaratan yang lebih ketat, sehingga di perlukan tindakan perkuatan (Fakhrudin, 2023).

Menurut (Christiawan, 2012) Perkuatan struktur dilakukan apabila di masa yang akan datang diperkirakan akan terjadi kerusakan yang menyebabkan penurunan kekuatan, kekakuan, stabilitas dan integritas serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang bersifat merusak bangunan. Pemilihan metode perkuatan merupakan keputusan hasil kompromi terhadap beberapa aspek antara lain aspek biaya tersedianya bahan/material, kelengkapan peralatan, pembebanan, tenaga dan waktu pelaksanaan serta aspek estetika

dan arsitektur bangunan.

Beberapa alasan perkuatan struktur perlu dilakukan antara lain :

1. *Perubahan Fungsi*; misalnya salah satu lantai di gedung awalnya di rencanakan sebagai gudang, Beralih fungsi menjadi wahana bermain anak dimana jumlah orang yang akan berkunjung lebih banyak.
2. *Adanya peningkatan beban* ; Perkuatan struktur diperlukan apabila beban yang ditanggung struktur beton meningkat. Hal ini dapat terjadi karena adanya penambahan beban hidup yang lebih tinggi, beban roda yang meningkat, pemasangan alat berat, atau getaran. Jika hal ini terjadi, segeralah lakukan evaluasi untuk perkuatan struktur agar bangunan agar tetap kokoh dan tidak terjadi kerusakan yang fatal (Juliafad, 2020).
3. *Terdapat kerusakan pada bagian struktur beton* ; Bangunan yang memerlukan perbaikan struktur apabila terdapat kerusakan pada bagian struktural. Kerusakan ini dapat terjadi akibat penuaan bahan konstruksi, kebakaran, korosi tulangan baja, atau benturan kendaraan. Agar dapat mencegah kerusakan yang lebih parah, perawatan dan perbaikan struktur beton harus dilakukan secara rutin agar kerusakan sekecil apapun dapat langsung ditemukan dan ditangani dengan benar.
4. *Diperlukannya penyesuaian struktur* ; Perkuatan struktur pada bangunan yang diperlukan apabila diperlukannya penyesuaian atau peningkatan pada struktur bangunan. Hal ini dapat terjadi akibat pembatasan defleksi, pengurangan tegangan pada tulangan baja, atau pengurangan lebar bangunan. Perkuatan struktur menjadi penting untuk menyesuaikan kekokohan bangunan.
5. *Adanya modifikasi pada struktur bangunan* ; Modifikasi sistem struktur bangunan tentu saja memerlukan perkuatan struktur. Modifikasi struktur bangunan mencakup proses penghapusan dinding atau kolom atau bukaan yang memotong pelat. Modifikasi ini memerlukan perkuatan struktur untuk menjaga kekokohan bangunan sebelum dan sesudah modifikasi.
6. *Terdapat kesalahan desain bangunan* ; Perkuatan struktur beton bangunan diperlukan apabila terdapat kesalahan dalam perencanaan atau konstruksi bangunan. Adanya kesalahan fatal seperti ini dapat menyebabkan bangunan runtuh karena dimensi desain yang tidak memadai dan/atau baja tulangan yang tidak mencukupi. Maka dari itu, segeralah lakukan perkuatan struktur beton apabila menyadari ada kesalahan ini.

Berdasarkan observasi di lapangan yang di lakukan di mesjid nurul iman RSUP H Adam malik Medan di temukan adanya kerusakan pada bagian struktur beton baik di plat lantai maupun pada struktur balok seperti gambar berikut ini :



Gambar 2. Kerusakan struktur plat dak atap Mesjid Nurul Iman RSUP H Adam Malik



Gambar 3. Kerusakan struktur balok Mesjid Nurul Iman RSUP H Adam Malik

Tahapan perkuatan struktur dapat dilakukan dengan cara :

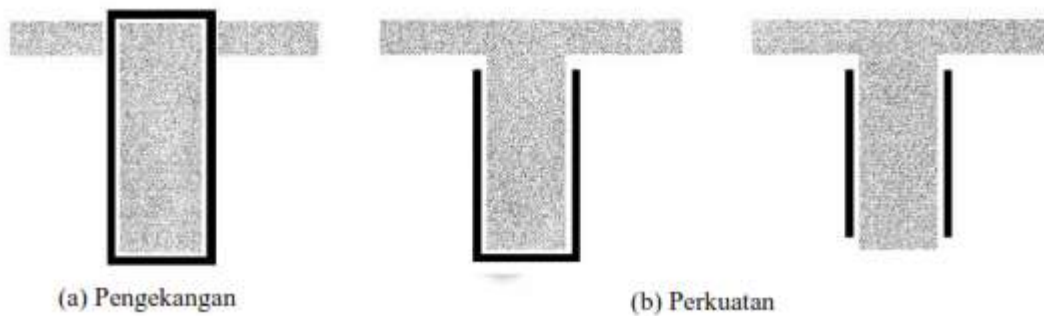
1. Review Struktur ; Review dokumen struktur existing, inspeksi lapangan, non-destructive atau semi destructive test (Alexander et al., 2006)
2. Analisis Struktur ; Tipe dan besar kekurangan kapasitas , membandingkan kapasitas existing dengan kapasitas perlu.
3. Metode dan Material Perkuatan ; pelaksanaan pekerjaan, gangguan dalam pelaksanaan, keawetan, keindahan, dan biaya.
4. Pelaksanaan ; Metode pelaksanaan, kontrol kualitas, dilakukan oleh pihak yang kompeten dan profesional.

Perkuatan dengan FRP

Copyright @ Safrinanda Harahap, Prima Yane Putri, Rusnardi Rahmat Putra, Totoh Andayono,
Liana Atika

Perkuatan dengan *Fibre Reinforced Polymer* (FRP), menurut ACI 440.2R-02, tidak boleh dilakukan pada beton dengan mutu kurang dari 17 MPa. Perkuatan ini dilakukan dengan melapisi beton pada elemen balok atau kolom dengan satu atau lebih lapis FRP. Banyaknya lapisan FRP ditentukan oleh mutu FRP serta beban yang dipikulnya. Kedua hal tersebut diperhitungkan dalam perencanaan perkuatan struktur.

Ada dua istilah dalam pelapisan FRP, yaitu pengekangan dan perkuatan. Pengekangan merupakan cara pelapisan FRP dengan melapisi seluruh lingkaran penampang. Sehingga penampang elemen terkekang oleh lapisan FRP. Sedangkan perkuatan hanya melapisi sebagian penampang elemen strukturnya saja. Perkuatan tersebut bisa pada bagian bawahnya saja, bagian sampingnya saja, ataupun keduanya.



Gambar 4. Macam - macam cara pemasangan lapisan FRP

Pemasangan lapisan pada FRP didasarkan pada jenis beban yang bekerja. Pada balok, pelapisan pada bagian bawah ditujukan untuk menahan beban lentur. Sedangkan pada bagian samping ditujukan untuk menahan beban geser. Posisi pemasangan FRP disesuaikan dengan kebutuhan. Bila yang perlu diperkuat hanya bagian balok tumpuan saja, maka yang dilapisi FRP hanya pada bagian tumpuan saja. Hal tersebut didasarkan pada perencanaan desain perkuatan. Pada kolom yang terjadi momen dua arah, lapisan FRP harus menyelimuti seluruh penampang. Disamping meningkatkan kapasitas lentur, geser dan aksial, hal tersebut mampu meningkatkan kekakuan kolom.

Carbon fiber didefinisikan sebagai serat yang mengandung setidaknya 90% berat karbon. Umumnya digunakan graphite fiber yang merupakan serat dengan karbon di atas 95% beratnya. Komposit carbon fiber cocok untuk aplikasi struktur yang harus memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, ringan, dan ketahanan terhadap fatigue. Carbon fiber tidak menunjukkan korosi atau pecah pada suhu kamar. Selain itu juga dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan suhu tinggi, kelembaman dan redaman sehingga material ini cocok digunakan untuk perkuatan kolom. Konsep pengekangan atau confinement dapat didefinisikan sebagai pembatasan pelebaran lateral beton. Sehingga diharapkan dengan adanya pengekangan yang baik pada struktur maka mampu

Copyright @ Safrinanda Harahap, Prima Yane Putri, Rusnardi Rahmat Putra, Totoh Andayono,

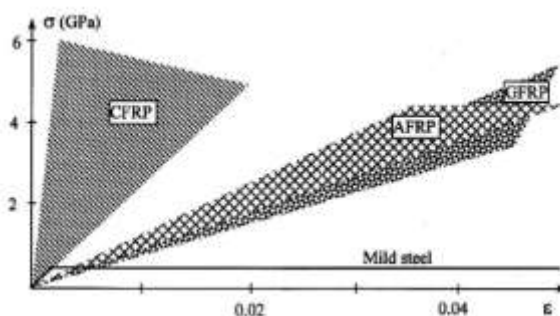
meningkatkan kekuatan tekan dan regangan aksial ultimit. Dalam penelitian ini akan digunakan dua jenis pengekanan yaitu tulangan baja transversal sebagai internal confinement dan CFRP sebagai external confinement (Khoeri, 2020).



Gambar 5. Perkuatan Struktur dengan FRP

Material FRP yang digunakan adalah

1. Carbon FRP (CFRP)
2. Aramid FRP (AFRP)
3. Glass FRP (GFRP)



Gambar 6. Diagram Tegangan Regangan

Untuk menentukan elemen struktur mana yang memerlukan perkuatan maka perlu dilakukan Analisis perhitungan mengacu pada Standart Nasional Indonesia (SNI) dengan berbasis kekuatan. Evaluasi awal struktur bangunan dilakukan dengan memperhitungkan kuat nominal yang dihitung dengan metode-metode konservatif sesuai dengan standart peraturan terbaru. Sedangkan kuat perlu struktur didapatkan dari hasil pemodelan dengan program ETABS. Evaluasi dilakukan pada elemen struktur bangunan pelat, balok dan kolom. Dari hasil evaluasi awal , akan didapatkan elemen struktur bangunan yang memerlukan perkuatan.

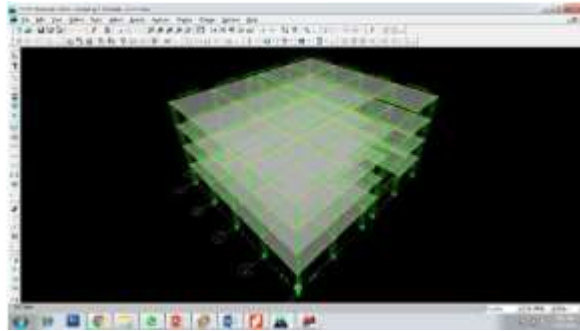
Metode kerja perkuatan struktur dengan Fibre Reinforced Polymer (FRP)

Perkuatan yang menggunakan metode Fibre Reinforced Polymer (FRP), secara umum prosedur pelaksanaan konstruksi pekerjaan FRP adalah sebagai berikut :

1. Tahap persiapan

a. Persiapkan data-data yang di perlukan

Pada tahapan ini data data existing konstruksi sangat di butuhkan untuk menganalisis pada bagian gedung yang mana yang memerlukan perkuatan, pada tahapan ini bisa di bantu menggunakan software ETABS. Setelah dilakukan analisis pada struktur, akan didapat data struktur yang memerlukan perkuatan.



Gambar 7. Analisis data-data existing dengan program ETABS (Wahyudi & Buwono, 2018)

b. Alat- alat yang di perlukan

Pada pekerjaan perkuatan dengan metode FRP alat yang di gunakan adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1) Kuas | 7) Gunting/Cuteer |
| 2) Roller Karet Bergerigi | 8) Alat Suntik 150 ml |
| 3) Gerinda | 9) Tangga / Scaffolding |
| 4) Pahat | 10) Blower |
| 5) Palu | 11) Mesin Bor |
| 6) Ember/Wadah | |

c. Pembuatan Pembatas Area Kerja

Sebelum pekerjaan dimulai, dilakukan pembuatan batasan area pekerjaan agar proses pelaksanaa tidak terganggu oleh gangguan dari luar.

2. Pembobokan

membobok bagian yang menutupi balok hingga mencapai permukaan beton balok. Untuk menjangkau struktur balok, digunakan scaffolding atau tangga. Pembobokan ini bertujuan supaya lapisan cat dan plesteran terkelupas serta membobok sebagian kecil dari dinding yang berdekatan kepada balok. Sehingga FRP

menempel langsung pada beton.

3. Pembersihan permukaan beton

Kemudian, menghaluskan permukaan beton menggunakan gerinda hingga permukaan kasar dan bergelombang pada beton balok menjadi rata. Lalu membersihkannya dari debu-debu hasil membobok dan menggerinda dengan blower hingga permukaan beton balok bersih.

4. Injeksi pada struktur yang mengalami retak

a) Penambalan

Sebelum dilakukan injeksi pada struktur yang mengalami retak, dilakukan penambalan dengan semen terlebih dahulu. Penambalan bertujuan supaya ketika bagian yang retak diinjeksi, epoxy mengisi celah pada keretakan dan tidak bocor atau merembes keluar.



Gambar 8. Penambalan pada bagian yang mengalami keretakan

b) Injeksi pada struktur

Dilakukan injeksi epoxy pada bagian yang sudah ditambal. Penginjeksian epoxy bertujuan agar merekatkan kembali beton yang retak.



Gambar 9. Injeksi pada bagian yang mengalami keretakan

5. Persiapan Bahan

Bahan yang di perlukan dalam perkuatan FRP adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Carbon Fiber reinforcement polymer



Gambar 11. Epoxy

6. Pencampuran Epoxy

Larutkan epoxy sesuai takaran lalu aduk bahan campuran epoxy tersebut menggunakan mesin bor dengan mata bor pengaduk.

7. Pemasangan FRP pada permukaan beton

a) Pelapisan Epoxy pada Struktur Beton

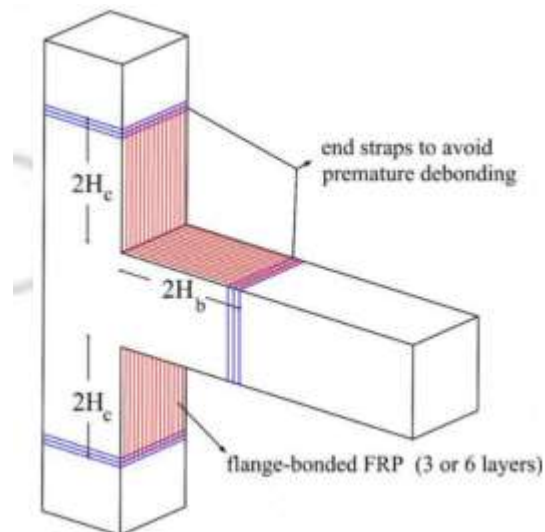
melapisi permukaan beton balok dengan epoxy menggunakan kuas hingga seluruh permukaan yang ditinjau rata dan terlapisi epoxy. Epoxy pada permukaan beton difungsikan sebagai perekat antara beton dengan FRP



Gambar 12. Pelapisan Epoxy pada Permuakaan Balok

b) Pemasangan FRP pada Permukaan Balok

Sebelum balok dilapisi dengan FRP, balok dilapisi dengan FRP yang menerus dari balok ke kolom. Setelah itu, lapisan FRP ditutup dengan lapisan FRP lain pada perkuatan balok. Hal ini dimaksudkan agar perkuatan pada balok dan kolom tidak bekerja secara terpisah.



Gambar 13. Lapisan FRP pada hubungan kolom - Balok

Pemasangan FRP pada balok tidak perlu seluruhnya. Pemasangan dilakukan pada bagian yang perlu diperkuat terhadap beban terfaktor. Untuk perkuatan pada lentur, FRP dipasang di bagian bawah balok. Untuk perkuatan pada geser, FRP dipasang pada bagian bawah, kiri dan kanan balok. Pemasangan FRP bisa pada daerah tumpuan saja, lapangan saja atau keduanya. Jumlah lapisan FRP disesuaikan dengan hasil perhitungan.

Adapun langkah-langkah pemasangan FRP adalah sebagai berikut :

- 1) Potong lapisan FRP dengan menggunakan gunting.

Kemudian, merekatkan lembaran CFRP pada permukaan balok tinjauan yang telah dilapisi epoxy. Pastikan lembaran CFRP direkatkan presisi dan rapat agar tidak terjadi

- gelembung dan rongga udara di dalam lembaran CFRP yang terpasang.
- 2) Lalu, merekatkan lembaran FRP dengan roller karet pada balok dan kolom agar rekat sempurna. Pastikan penggunaan roller karet searah dengan serat karbon pada CFRP.
 - 3) Setelah direkatkan, lembaran yang telah direkatkan tersebut dilapisi kembali dengan epoxy supaya lapisan CFRP merekat sempurna pada balok.



Gambar 14. Pemasangan FRP pada Balok

8. Pekerjaan Finishing

a) Penutupan permukaan struktur

Setelah permukaan luar kering, ditutup kembali permukaan CFRP dengan acian semen dan dicor sesuai yang dikehendaki agar material CFRP terlindungi sempurna dari pengaruh eksternal.

b) Pembongkaran

Setelah pekerjaan selesai, dibongkar kembali batasan area kerja yang telah dibuat pada awal pekerjaan kemudian rapihkan kembali area kerja sesuai dengan semula.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil Kajian diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa perkuatan struktur beton dapat di lakukan jika kekuatan struktur rusak atau berkurang, peralihan fungsi dari bangunan. Pemasangan lapisan pada FRP didasarkan pada jenis beban yang bekerja. Pada balok, pelapisan pada bagian bawah ditujukan untuk menahan beban lentur. Sedangkan pada bagian samping ditujukan untuk menahan beban geser. Posisi pemasangan FRP disesuaikan dengan kebutuhan. Keunggulan dari perkuatan FRP ini yaitu bahan lebih ringan, kekuatan tarik tinggi, tidak terjadi korosi sehingga memiliki durabilitas (keawetan) yang tinggi, mudah dalam pemasangannya sehingga menghemat waktu serta bahannya mudah untuk dibentuk (fleksibel).

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M., Beushausen, H. D., Dehn, F., & Moyo, P. (2006). *Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting*. Taylor & Francis.
<https://books.google.co.id/books?id=ZyMsTwOVZ4MC>
- Arissaputra, S. F. E. (2023). *EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR*. 13(2), 81–87.
- Christiawan, I. (2012). Perkuatan (Strengthening) Struktur Beton Dengan Fiber Reinforced Polymer (Frp). *Metana*, 6(01).
- Fakhruddin. (2023). *Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang*. Nas Media Pustaka.
<https://books.google.co.id/books?id=bGC9EAAAQBAJ>
- Harahap, S., Syah, N., Putri, P. Y., Atika, L., & ... (2023). Analisis Bahan Bangunan dan Pelaksanaan Struktur Plat Lantai III Gedung Pasar Buah Medan. *Innovative: Journal Of ...*, 3, 6227–6242. <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/2837%0Ahttp://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/download/2837/2020>
- Juliafad, E. (2020). *METODE ELEMEN HINGGA NON-LINEAR STUDI KASUS: BETON BERTULANG PASCA-BAKAR DENGAN PERKUATAN CARBON FIBER STRIP*. UNP PRESS. <https://books.google.co.id/books?id=7dZbEAAAQBAJ>
- Khoeri, H. (2020). PEMILIHAN METODE PERBAIKAN DAN PERKUATAN STRUKTUR AKIBAT GEMPA(STUDI KASUS PADA BANK SULTENG PALU). *KONSTRUKSIA*, 93–104.
- Mulyono, T. (2021). *BAHAN BANGUNAN DAN KONSTRUKSI*. Stiletto Book.
https://books.google.co.id/books?id=KFY_EAAAQBAJ
- Simanjuntak, P. (2020). *EVALUASI KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA DI INDONESIA*. 1(1), 44–53.
- Tampubolon, S. P., Sarasantika, I. P. E., & Suarjana, I. W. G. (2022). Analisis Kerusakan Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(2), 169–186. <https://doi.org/10.33558/bentang.v10i2.3263>
- Wahyudi, S., & Buwono, H. K. (2018). ANALISIS PERHITUNGAN PERKUATAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN BAJA PROFIL AKIBAT PENAMBAHAN BEBAN SERVER DENGAN BANTUAN PROGRAM ETABS (Reinforced Concrete Analysis with Steel Profile Strengthening as The Result of additional Server Load With ETABS Progra. *J.Infras*, 4(1), 1–10.