

**Perbaikan Struktur *Existing* Bangunan Tingkat Rendah Akibat Penambahan Beban BTS
(Base Transceiver Station)**

Didik Yulianto^{*(1)}, Radinal⁽²⁾

Universitas Adiwangsa Jambi¹, Universitas Muara Bungo⁽²⁾

E-mail: didik.yuan88@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan akibat fungsi bangunan dapat mempengaruhi masa layan struktur dari keseluruhan kekuatan bangunan tersebut sehingga harus mampu memenuhi kapasitas penambahan akibat beban baru. Penambahan beban di atas bangunan tersebut apakah bangunan *existing* mampu dan cukup untuk menerima penambahan beban dimana saat *existing* beban tersebut tidak diperhitungkan dalam perencanaan. Bangunan *existing* ini adalah Rumah Toko (RUKO) yang berlokasi di Batam-Riau yang terdiri dari 3 lantai. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mencari solusi atas perkuatan struktur yang digunakan untuk bangunan tingkat rendah akibat penambahan beban BTS Tower pole 9m. Dalam analisis perhitungan ini digunakan perangkat lunak Staad Pro, dimana data yang digunakan adalah hasil survey tim yaitu hasil pengukuran dilapangan dan hasil hammer tes pada kolom, balok dan pelat lantai total sebanyak 90 titik. Dimensi ukuran kolom *existing* lantai 1 sampai dengan lantai 3 adalah K20x40, ukuran balok lantai 1 dan lantai 2 B20x50, ukuran balok lantai 3 B20x30 dan pelat lantai dimensi 12 cm dengan tinggi perlantai 4,0 m. Hasil analisis maka dilakukan perbaikan perkuatan struktur dengan penambahan Serat *Carbon Fiber Reinforced Polymer* pada struktur bangunan yang harus dilakukan perkuatan akibat penambahan beban berlebih. Adapun hasil analisis dari struktur bangunan yang harus diperkuat adalah balok lantai 3 dengan dimensi ukuran 20x30 di area titik tumpu dari bangunan tower BTS (*Base Transceiver Station*) Pole 9m. Metode perbaikan perkuatan struktur ini adalah dengan memberikan serat *Carbon Fiber Reinforced Polymer* di area balok tersebut karena dengan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) dapat mampu memperbaiki dan meningkatkan ketahanan struktur. Selain itu bangunan FRP cukup mudah diaplikasikan pada beton bertulang. FRP merupakan bahan yang ringan, kuat dan tahan terhadap korosi.

Kata kunci: Perkuatan Struktur, Perbaikan, *Fiber Reinforced Polymer*

ABSTRACT

Changes due to building functions can affect the structural service life of the overall strength of the building so that it must be able to meet the additional capacity due to new loads. The additional load on the building is whether the existing building is capable and sufficient to accept the additional load where at the time of existing the load was not taken into account in the planning. The existing building is a Shop House located in Batam-Riau which consists of 3 floors. The purpose of this analysis is to find a solution for strengthening the structure used for low-rise buildings due to the additional load of the 9m BTS Tower pole. In this calculation analysis, Staad Pro software was used, where the data used were team survey results, namely the results of field measurements and the results of hammer tests on columns, beams and floor slabs with a total of 90 points. The dimensions of the existing column sizes for floors 1 to 3 are K20x40, beam sizes for floors 1 and 2 are B20x50, beam sizes for floors 3 are B20x30 and floor slab dimensions are 12 cm with a floor height of 4.0 m. From the results of the analysis, structural strengthening is carried out by adding Carbon Fiber Reinforced Polymer to the building structure which must be strengthened due to the addition of excess loads. The results of the analysis of the building structure that must be strengthened are the 3rd floor beams with dimensions of 20x30 in the fulcrum area of the BTS (Base Transceiver Station) Tower Pole 9m. The method of improving the strengthening of this structure is to provide Carbon Fiber Reinforced Polymer fiber in the beam area because Fiber Reinforced Polymer (FRP) can be able to repair and

increase the durability of the structure. In addition, FRP buildings are quite easy to apply to reinforced concrete. FRP is a material that is light, strong and resistant to corrosion.

Keywords: Structural Strengthening, Repair, Fiber Reinforced Polymer

PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi adalah kegiatan pembangunan sarana prasarana yang meliputi pembangunan, pemeliharaan dan perbaikan. Dalam pelaksanaan konstruksi dapat dikatakan berhasil adalah dengan jika dalam pekerjaan tersebut menerapkan perencanaan harus sesuai biaya, mutu dan waktu dengan mengacu aturan dan standar SNI yang berlaku. Bangunan yang kokoh adalah bangunan yang struktur konstruksinya dapat menahan beban sesuai perencanaan, pelaksanaan pembangunan konstruksi harus dikerjakan sesuai dengan baik dan benar, material dan mutu yang dikerjakan berkualitas. Dalam kurun waktu tertentu bangunan tersebut dapat mengalami perubahan dari segi fungsi ruang dan fungsi penggunaan oleh pemiliknya jika fungsi tersebut tidak sesuai dapat mengakibatkan konstruksi tersebut mengalami perubahan dan pembebanan penambahan beban yang berlebihan mengakibatkan struktur Kolom, balok dan pelat lantai dan fondasi bangunan yang tidak kuat sehingga dapat membahayakan penghuni dari bangunan tersebut.

Konstruksi pada bangunan ini adalah bangunan 3 lantai yang difungsikan sebagai rumah dan toko dengan kondisi existing bangunan di tambahkan pemasangan tower BTS pole 9 meter yang berlokasi di batam kepulauan riau. Data awal sebelum dilakukan analisis adalah melakukan pengambilan data dilapangan yaitu melakukan pengukuran existing bangunan, dokumentasi dan pengambilan data penyelidikan mutu beton dengan metode hammer tes seluruh bangunan dari lantai 1 sampai lantai 3 adapun bagian yang dilakukan pengambilan sampel uji adalah kolom, balok dan pelat lantai. Setelah hasil pengukuran dan sampel pengujian dilakukan kemudian data tersebut dianalisis ulang kekuatan struktur dari bangunan existing dengan menggunakan bantuan perangkat lunak STAAD Pro. Dengan ditambahkan beban baru tower BTS pole 9 bangunan pada lantai 3 tidak mampu menahan beban tower tersebut. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mencari solusi dan perbaikan

pada perkuatan struktur existing akibat penambahan beban tower diatas bangunan.

LANDASAN TEORI Kerusakan Bangunan

Umumnya bangunan konstruksi direncanakan dapat berfungsi selama masa layan tertentu. Selama masa layannya bangunan dapat rentan terhadap kerusakan akibat berbagai aspek. Setiap kerusakan dapat dideteksi sedini mungkin, sebab satu kerusakan dapat memicu dan memperparah kerusakan struktur bangunan lainnya. Beberapa penyebab kerusakan struktur antara lain (Triwiyono, 2005) :

- Masalah durability akibat kualitas material yang kurang baik
- Kesalahan perencanaan dan pelaksanaan
- Lingkungan agresif yang belum diantisipasi saat perencanaan
- Overloading akibat kenaikan beban karena perubahan fungsi/pemakaian bangunan.
- Kenaikan life-span.
- Penyebab khusus dan beban berlebih : gempa, banjir, kebakaran.

Perbaikan dan Perkuatan Struktur

Dalam konsep dasar perbaikan (*Retrofitting*) Triwiyono (2005) menyatakan bahwa perbaikan atau perkuatan struktur atau elemen-elemen struktur diperlukan apabila terjadi degradasi bahan yang berakibat tidak terpenuhi lagi persyaratan-persyaratan yang bersifat teknik yaitu: kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffne*), stabilitas (*stability*) dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan (*durability*). Tidak terpenuhinya persyaratan-persyaratan tersebut tidak hanya disebabkan karena kerusakan saja akan tetapi perubahan peraturan dengan persyaratan yang lebih ketat, mungkin saja struktur yang sebelumnya dianggap memenuhi persyaratan, menjadi tidak lagi, sehingga diperlukan tindakan perkuatan. Ada dua jenis perbaikan yang dapat dilakukan dalam pekerjaan *retrofitting* yaitu *repairing* dan

strengthening. Metode *repairing* diterapkan pada bangunan yang sudah rusak, dimana telah terjadi penurunan kekuatan, untuk dikembalikan seperti semula. Sedangkan perkuatan struktur adalah suatu tindakan modifikasi struktur, mungkin belum terjadi kerusakan, dengan tujuan untuk menaikkan kekuatan atau kemampuan bangunan untuk memikul beban-beban yang lebih besar akibat perubahan fungsi bangunan dan stabilitas. Sebelum perbaikan/perkuatan dilaksanakan perlu dikaji terlebih dahulu terhadap aspek jenis dan penyebab kerusakan, tingkat kerusakan, biaya, ketersediaan material, alat, tenaga dan waktu pelaksanaan serta estetika bangunan dan arsitektur. Keputusan untuk melaksanakan perbaikan merupakan hasil kompromi kajian tersebut. Disamping itu masih perlu dipertimbangkan, apakah perbaikan juga akan mengantisipasi adanya resiko yang akan datang misalnya terjadinya gempa, kebakaran atau memenuhi kriteria perencanaan terbaru. Idealnya perbaikan harus memenuhi kriteria perencanaan terbaru yang lebih ketat dari perencanaan sebelumnya.

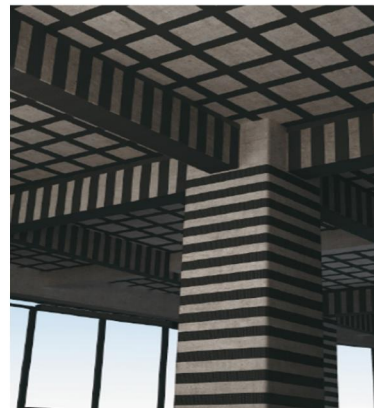
Perkuatan Struktur dengan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*)

Perkuatan FRP pada beton dilakukan dengan cara menempelkannya pada permukaan beton dengan menggunakan perekat epoxy. FRP merupakan bahan yang ringan, kuat dan tahan terhadap korosi. FRP cukup mudah diaplikasikan pada beton bertulang dan terbukti ekonomis digunakan sebagai material untuk memperbaiki dan meningkatkan ketahanan struktur balok dan kolom. Secara umum, bahan serat yang digunakan pada FRP ada 3 jenis serat yaitu carbon, aramid dan glass. Ada beberapa faktor kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan FRP (Christiawan, 2009)

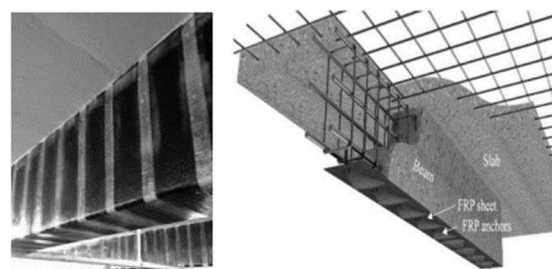


Gambar 1. Serat *Carbon Fiber Reinforced Polymer*

SNI terkait perkuatan struktur beton menggunakan FRP ini telah disusun bertujuan untuk menjamin keselamatan dan kekuatan dari struktur eksisting dengan menetapkan persyaratan dan perhitungan yang lengkap guna meningkatkan kapasitas struktur dalam memikul beban. Perkuatan struktur beton menggunakan material FRP diatur dalam 6 SNI yaitu SNI 8970:2021 Panduan perancangan dan pelaksanaan beton struktural bertulangan batang serat berpolimer, SNI 8971:2021 Panduan perancangan dan pelaksanaan sistem lembaran serat berpolimer terlekat eksternal untuk perkuatan struktur beton, SNI 8972:2021 Metode uji komposit serat berpolimer sebagai penulangan atau perkuatan struktur beton dan masonri, SNI 8973:2021 Struktur beton prategang dengan tendon serat berpolimer, SNI 8974:2021 Spesifikasi pelaksanaan penggunaan batang tulangan dengan serat berpolimer dan SNI 8975:2021 Spesifikasi material batang serat karbon dan serat gelas berpolimer untuk penulangan beton.



Gambar 2. Perkuatan Struktur dengan FRP



Gambar 3. Perkuatan Balok dengan FRP

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berdasarkan obyek kasus pada bangunan bertingkat rendah yaitu 3 lantai yang berlokasi di Batam, dimana bangunan Ruko tersebut terdapat penambahan beban tower pole 9 meter di lantai 3 bangunan tersebut. Dalam perkuatatan analisis ini menggunakan salah satu perkuatan struktur yaitu FRP (*Fiber Reinforced Polymer*).

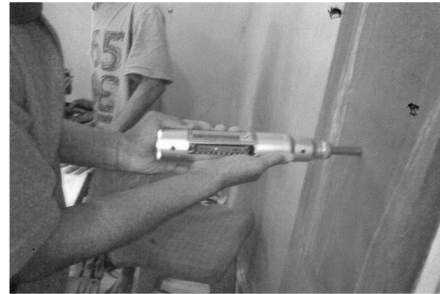
Analisis pada penelitian ini untuk mengetahui mutu beton pada kolom, balok dan pelat lantai untuk existing bangunan ruko 3 lantai adalah dengan pengambilan data sampel lapangan dari hasil uji Hammer Test. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan Analisis dengan bantuan software STAAD Pro dan *software safety fiber reinforcement calculation design*.

Berdasarkan data pengujian hasil lapangan menggunakan Hammer Test dilakukan sebanyak 90 titik di kolom, pelat lantai 90 titik dan 90 titik balok. Uji kuat tekan beton hammer Test adalah suatu metode pemeriksaan mutu beton tanpa merusak beton dan diperoleh data dengan cukup waktu singkat. Metode penyujian ini dilakukan dengan memberikan beban *intac* (tumbukan) pada permukaan beton setempat. Cara kerja alat ini adalah sentuhan pada ujung plunger yang terdapat pada ujung alat hammer test pada titik-titik yang akan ditembak dengan memegang hammer tegak lurus atau miring pada permukaan beton yang akan dites, plunger ditekan secara perlahan-lahan pada titik tembakan dengan tetap menjaga kestabilan arah dari alah hammer test, pada ujung plunger akan masuk kedalam sarangnya akan terjadi tembakan oleh plunger terhadap beton, dan tekan tombol yang terdapat pada pangkal hammer. Rekap total hasil hammer test sebagai berikut:

- Hasil pengujian hammer menunjukkan bahwa kuat tekan beton kolom rata-rata 182.55 kg/cm² yang berarti lebih dari kekuatan beton pada umumnya (K175) Atau setara dengan f_c' 14.53 Mpa
- Hasil pengujian hammer menunjukkan bahwa kuat tekan beton balok rata-rata 263.77 kg/cm² yang berarti lebih dari

kekuatan beton pada umumnya (K250) Atau setara dengan f_c' 20.75 Mpa

- Hasil pengujian hammer menunjukkan bahwa kuat tekan beton pelat lantai rata-rata 222.11 kg/cm² yang berarti lebih dari kekuatan beton pada umumnya (K200) Atau setara dengan f_c' 16.6 Mpa



Gambar 4. Dokumentasi Hammer Test Kolom



Gambar 5. Dokumentasi Hammer Test Balok



Gambar 6. Dokumentasi Hammer Test Pelat Lantai

Pembebanan dalam analisis existing dari bangunan ini adalah dengan tegangan leleh tulangan utama (F_y) 390 MPa, tegangan leleh tulangan geser (F_{ys}) 240 MPa. Klasifikasi beban mati meliputi Beban sendiri bangunan, , beban plafond 11Kg/m², Penggantung 11Kg/m², berat

keramik 24Kg/m², berat adukan 42Kg/m², berat dinding 1000Kg/m, berat tower 1699 Kg per kaki tower, berat *baseframe* 466.7 kg per kaki tower. Berat beban hidup 250 Kg/m² untuk bangunan kantor dan beban gempa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

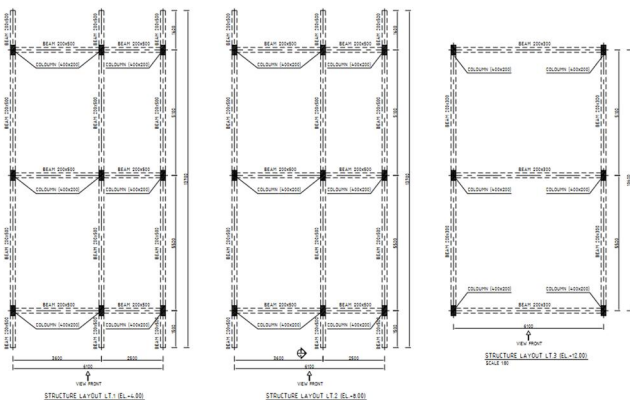
Dari hasil pengujian hammer tes dilapangan menunjukkan bahwa kuat beton untuk kolom $f_c' 14.53$ Mpa, Balok $f_c' 20.75$ Mpa dan pelat lantai $f_c' 16.6$ Mpa. Adapun dimensi existing lantai 1 sampai dengan lantai 3 adalah kolom K20x40, balok lantai 1 dan lantai 2 dimensi B20x50, balok lantai 3 dimensi B20x30 dan pelat lantai dimensi 12 cm dengan tinggi perlantai 4,0 m.

Evaluasi Struktur dan usulan perkuatan

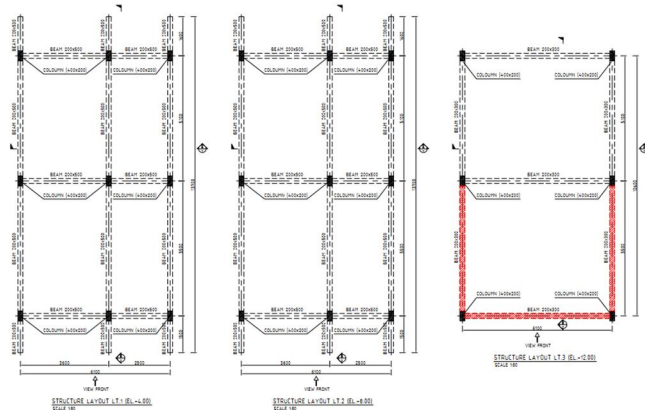
Berdasarkan hasil analisis perhitungan existing bangunan, pada lantai 3 akibat penambahan beban baru balok tersebut mengalami *failure* sehingga perlu perbaikan perkuatan struktur sehingga mampu dan dapat menahan penambahan baru yaitu beban tower BTS.



Gambar 7. Pemodelan 3D View Bangunan

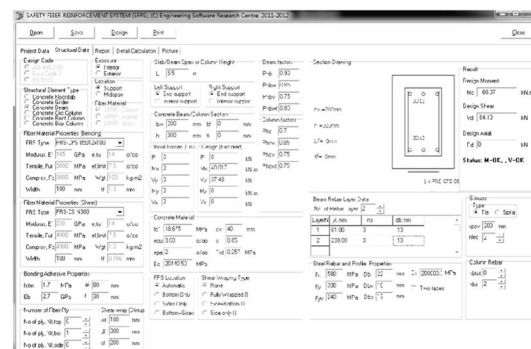


Gambar 8. Denah lantai 1-3 Struktur Existing



Gambar 9. Denah lantai 3 Perlu Perbaikan Struktur

Selanjutnya dalam menentukan jenis perkuatan struktur FRP tersebut digunakan *software safety fiber reinforcement calculation design* untuk mengetahui jenis FRP yang akan digunakan dan jumlah lapisan yang dibutuhkan dalam perkuatan kolom atau balok tersebut seperti pada Gambar 10.

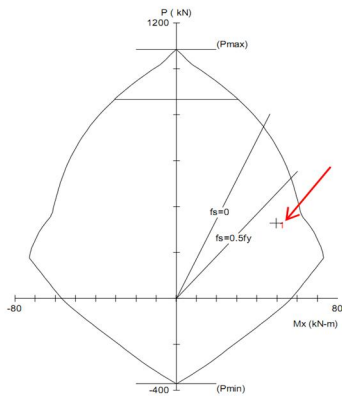


Gambar 10. Software Safety Fiber Reinforcement Calculation Design

Berdasarkan pemodelan Staad Pro diperoleh hasil gaya pada balok (tabel 1) dan diagram interaksi pada kolom dengan bantuan PCACOL terlihat pada gambar 10. Dimana pada interaksi kolom menunjukkan kolom tersebut aman dan kuat menahan beban struktur pada bangunan 3 lantai.

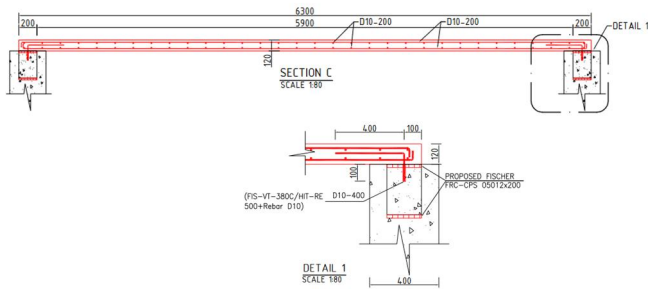
Tabel 1 Maksimum Gaya Pada Balok

Section		Axial			Shear		Torsion		Bending	
		Max Fx (kN)	Max Fy (kN)	Max Fz (kN)	Max Mx (kNm)	Max My (kNm)	Max Mz (kNm)	Max Mx (kNm)	Max My (kNm)	Max Mz (kNm)
Rect 0.20x0.40	Max +ve	528.170	23.999	18.394	0.621	57.039	63.107			
	Max -ve	-51.181	-30.863	-28.191	-1.813	-55.726	-61.903			
Rect 0.30x0.20	Max +ve	12.509	59.348	3.857	3.400	11.374	88.219			
	Max -ve	-7.880	-53.713	-9.636	-3.301	-8.012	-53.268			
Rect 0.50x0.20	Max +ve	1.382	69.144	0.156	4.859	0.119	78.040			
	Max -ve	-3.477	-71.834	-0.127	-5.001	-0.131	-121.887			

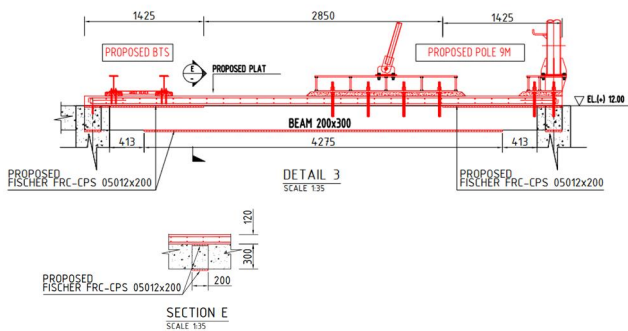


Gambar 11. Diagram interaksi kolom

Detail Balok yang harus diperkuat sesuai dengan analisis sesuai pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Detail Balok Perkuatan FRP



Gambar 13. Detail Balok Perkuatan FRP dengan Tumpuan Tower BTS Pole 9 m.

KESIMPULAN

Data yang digunakan dalam analisis menggunakan hasil survey data hammer test yang digunakan dalam perhitungan bangunan 3 lantai dengan penambahan beban tower pole 9 meter.

Berdasarkan hasil analisis pemodelan dengan bantuan perangkat lunak Staad Pro menunjukkan pada kolom dengan ukuran K20x40 dari lantai 1 sampai dengan lantai 3 aman terhadap beban existing dan akibat penambahan beban, sedangkan untuk balok di lantai 1 dan lantai 2 dengan ukuran B20x50 aman dan pada lantai 3 balok ukuran B20x30 tidak aman akibat penambahan BTS tower pole 9 m perlu dilakukan perkuatan. Sehingga pada balok lantai 3 dengan posisi tepat diatas bangunan terdapat BTS Tower tersebut perlu penambahan perkuatan struktur dengan melapisi dan membungkus balok ukuran B20x30 dengan FRP.

Perkuatan struktur dengan menggunakan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) sangat membantu dalam mengatasi struktur balok dan kolom yang mengalami *failure* untuk akibat beban pembebanan. Dengan bantuan FRP stuktur kolom dan balok akan meningkatkan kekuatan struktur tersebut dapat meningkat lebih baik lagi. Selan dari itu pemasangan FRP sangat mudah untuk diaplikasikan pekerjaannya, FRP juga dinilai sebagai alternatif perkuatan eksternal yang murah yang mampu meningkatkan kinerja pada kolom beton guna meningkatkan kekuatan elemen struktur suatu bangunan agar sanggup menopang beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ACI Committee . Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structure, ACI 440.2R-17, Michigan : American Concrete Institute, Farmington Hills, 2017
- [2]. Aprisandi, D., Hariyanto, B., & Masturoh, T. S. (2021). PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU TERHADAP PERKUATAN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN FRP (FIBER REINFORCED POLYMER). Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE), 3(02).

- [3]. Derianto ,R.P, Budi.W, Hanie.T.T (2022). ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR BETON DENGAN MENGGUNAKAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP), DAN GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) TERHADAP BIAYA. *Prosiding Senakama*, Vol. 1, September 2022
- [4]. Khoeri, H. (2021). Pemilihan Metode Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa (Studi Kasus Pada Bank Sulteng Palu). *Konstruksia*, 12(1), 93.
- [5]. Rejeki, S., & Utami, L. (2019). PENGARUH CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) Beton bertulang merupakan kombinasi yang baik antara beton dengan baja tulangnya. Beton mempunyai perilaku bekerja sudah melampaui kekuatan bahan , keruntuhan daktail , yaitu adanya peristiwa pembebanan . *XV(1)*, 23–42.
- [6]. Purnawinata, A., Studi, P., Teknik, S., Tarumanagara, U., Studi, P., Teknik, S., & Tarumanagara, U. (2020). ANALISIS PENGGUNAAN CARBON FIBER REINFORCED PLATE PADA KAPASITAS LENTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA Latar belakang. *3(2)*, 389–397.