

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan collapse (runtuhnya) lantai yang bersangkutan, dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya (Nawy, 1990).

Pada umumnya kegagalan atau keruntuhan komponen tekan tidak diawali dengan tanda peringatan yang jelas, bersifat mendadak. Oleh karena itu, dalam merencanakan struktur kolom harus memperhitungkan secara cermat dengan memberikan cadangan kekuatan lebih tinggi dari pada komponen struktur lainnya. Selanjutnya, karena penggunaan di dalam praktek umumnya kolom tidak hanya bertugas menahan kombinasi beban aksial vertikal, definisi kolom diperluas dengan mencakup juga tugas menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Atau dengan kata lain, kolom harus diperhitungkan untuk penyangga beban aksial tekan dengan eksentrisitas tertentu (Dipohusodo, 1994).

Pada awalnya penelitian terkait perkuatan kolom beton bertulang menggunakan FRP lebih banyak dilakukan pada kolom dengan bentuk bulat,

namun sekarang telah banyak diteliti pada kolom bentuk persegi maupun kotak. Beberapa penelitian terkait perkuatan kolom beton bertulang menggunakan FRP yang dibebani beban eksentris menyatakan bahwa terjadi peningkatan kapasitas kolom yang dibungkus dengan FRP. Peningkatan yang terjadi semakin meningkat seturut dengan penambahan lapisan FRP.

Sudjati *et al.*, (2013) melakukan penelitian perkuatan kolom dengan menggunakan *fiberglass* yang dikenai beban eksentris menyatakan bahwa beban aksial dengan eksentris pada benda uji kolom FRP satu lapis, dua lapis, dan tiga lapis terjadi peningkatan 48,70 %, 55,25 %, dan 74,46 % dari beban aksial tanpa FRP. Defleksi pada saat beban maksimum tercapai juga meningkat sebesar 22,34%, 42,55%, dan 124,47% untuk benda uji kolom yang diperkuat dengan satu lapis, dua lapis, dan tiga lapis *fiberglass*.

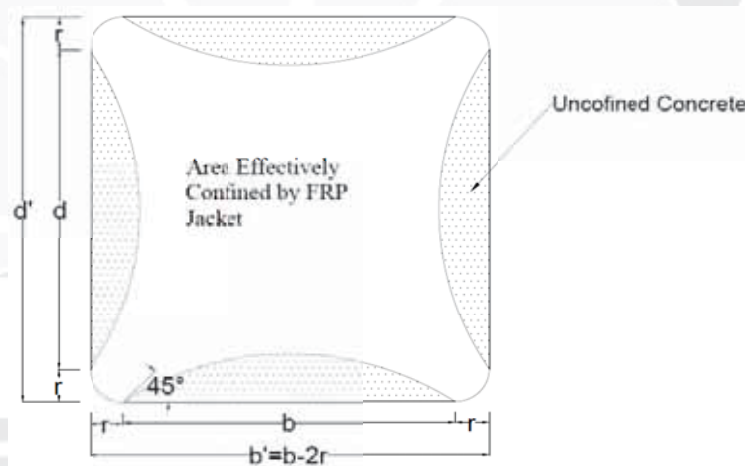
Hadi dan Widiarsa (2012) melakukan penelitian perkuatan kolom dengan CFRP yang dikenai beban aksial dengan variasi eksentris (e) menyatakan bahwa pembungkus CFRP memiliki efek yang lebih besar pada kolom yang dibebani secara eksentris dibandingkan dengan kolom yang dibebani secara konsentrik. Tidak ada peningkatan yang signifikan pada beban maksimum yang diperoleh dengan satu lapis CFRP.

Bakis *et al.* (2002) pengekan kurang efektif untuk penampang persegi dibandingkan dengan penampang bulat. Efektifitas kekangan semakin baik dengan peningkatan radius sudut penampang persegi. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Area kekangan efektif pada penampang bulat, persegi, dan persegi panjang

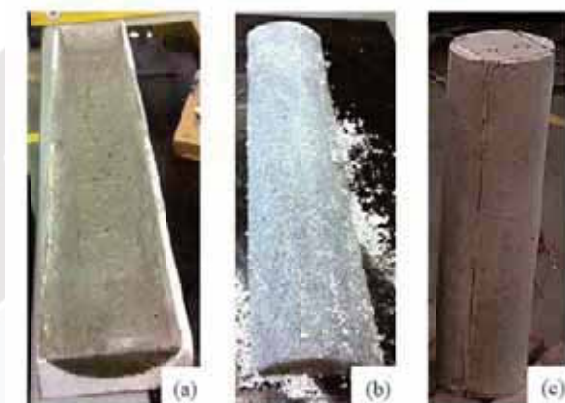
Toutanji et al, (2007) pada penelitiannya mengembangkan FRP tidak hanya pada kolom lingkaran namun juga pada kolom persegi. Dari hasil penelitian ini menunjukkan daerah efektif yang terkekang oleh FRP seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Area kolom persegi yang terkekang dan tidak terkekang oleh FRP

Lei et al. (2012) melakukan penelitian terhadap kolom persegi dengan FRP 3 lapis dan teknik *circularisation* yang dibebani dengan variasi eksentrisitas. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas kolom akan semakin menurun dengan adanya pertambahan dari eksentrisitas. Dengan teknik *circularization* terjadi penambahan kapasitas kolom dibandingkan dengan kapasitas kolom tanpa

teknik tersebut. Namun tetap mengalami penurunan kapasitas jika terjadi penambahan eksentrisitas. Gambar 2.3 menunjukkan cara *circularization*.



Gambar 2.3 Teknik *Circularization* yang dilakukan oleh Lei et al. (2012)

2.2 *Fiber Reinforced Polymer (FRP)*

Fiber Reinforced Polymer (FRP) adalah material komposit yang terbuat dari polymer matrix yang diperkuat dengan serat. Serat yang biasa digunakan adalah kaca, carbon, basalt, atau aramid, meskipun serat yang lainnya seperti kertas atau kayu atau asbes juga kadang digunakan. Polymer biasanya merupakan epoxy, vinylester, atau polyester. FRP banyak digunakan di industri konstruksi, otomotif, dan industri lainnya.

Fiber Reinforced Polymer (FRP) banyak dipilih sebagai bahan perkuatan kolom karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Mudah ditangani dan dibentuk.
- b. Berat unitnya kecil.
- c. Biaya pemasangan yang rendah sehingga dapat menekan biaya tenaga kerja.
- d. Tahan terhadap korosi.

Namun dibalik keuntungan yang dijabarkan di atas, ada kelemahan dari penggunaan bahan ini sebagai perkuatan, yaitu material ini relative lebih mahal. Ada beberapa jenis FRP yang sering digunakan pada bidang teknik sipil, yaitu: *Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)*, *Aramid Fiber Reinforced Polymer* dan *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*. Secara spesifik, fiber sebagai material yang diaplikasikan sebagai perkuatan dapat berupa serat kaca, karbon dan Kevlar. Nilai karakteristik masing-masing fiber diberikan pada Table 2.1 berikut ini.

Table 2.1 Nilai karakteristik jenis-jenis fiber

Fiber	Kuat Tarik (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (kN/ mm ²)	Pemanjangan (%)	Nilai Kepadatan
Carbon high strength	4300-4900	230-240	1,9-2,1	1,8
Carbon high module	2740-5490	294-329	0,7-1,9	1,78-1,81
Carbon ultra high	2600-4020	510-610	0,4-0,8	1,91-2,12
Aramid	3200-3600	424-430	2,4	1,44
Glass	2400-3500	60-85	3,5-4,7	2,6

Pada penelitian ini tipe FRP yang akan digunakan adalah tipe CFRP. CFRP yang digunakan dengan tipe sikawrap 231 C dengan kuat tarik 4900 N/mm², modulus elastisitasnya 230000N/mm², ketebalannya 0,127 mm dan lebar 500 mm. Bahan perekat yang digunakan yakni dengan tipe sikadur 330 memiliki modulus lentur 3800 N/mm² dan kekuatan perekatan pada beton yakni lebih bsar dari 4 N/mm.

2.3 Perekat

Pada penggunaannya, FRP direkatkan secara kimiawi menggunakan perekat. Perekat kimiawi digunakan karena:

- a. Tidak menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan.
- b. Lebih mudah dilaksanakan dibandingkan dengan perekatan mekanis .
- c. Tidak menyebabkan kerusakan pada material dasar atau material kompositnya.

Perekat yang akan digunakan adalah perekat dengan bahan dasar epoxy resin. Komponen utamanya adalah cairan organik yang diisikan kedalam kelompok epoxy, mengikat susunan satu atom oksigen dan dua atom karbon. Reaksi ini ditambahkan pada campuran untuk mendapatkan campuran akhir. Permukaan yang akan dilekatkan harus dipersiapkan untuk mendapatkan lekatan yang efektif. Permukaan harus bersih dan kering, bebas dari kontaminasi seperti oxide, oli, minyak dan debu.

2.4 Beton

Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002).

Nilai kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c yang digunakan pada bangunan tidak boleh kurang dari pada 17,5 Mpa. Penentuan nilai f'_c didasarkan pada pengujian beton yang telah berumur 28 hari (SNI 2847-2013 Pasal 5.1.1).

Semen untuk campuran beton dapat memakai jenis-jenis semen Portland. Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70 % dari volume beton atau mortar. Oleh karena itu sifat-sifat agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton.

Baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir, kecuali baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon.

Beton yang dipengaruhi oleh lingkungan yang mengandung sulfat yang terdapat dalam larutan atau tanah harus memenuhi persyaratan pada Tabel 2.2, atau harus terbuat dari semen tahan sulfat dan mempunyai rasio air-semen maksimum dan kuat tekan minimum sesuai dengan Tabel 2.2.

Kalsium klorida sebagai bahan tambahan tidak boleh digunakan pada beton yang dipengaruhi oleh lingkungan sulfat yang bersifat berat hingga sangat berat, seperti yang ditetapkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan untuk beton yang dipengaruhi oleh lingkungan yang mengandung sulfat

Paparan lingkungan sulfat	Sulfat (SO ₄) dalam tanah yang dapat larut dalam air Persen terhadap berat	Sulfat (SO ₄) dalam air Mikron garam per gram	Jenis semen	Rasio air-semen maksimum dalam berat (beton berat normal)	f' _c minimum, (beton berat normal dan ringan) MPa
Ringan	0,00 – 0,10	0 - 150	-	-	-
Sedang	0,10 – 0,20	150 - 1500	II, IP (MS), IS (MS), P (MS), I (PM) (MS), I (SM) (MS)*	0,50	28
Berat	0,20 – 2,00	1500 - 10000	V	0,45	31
Sangat berat	>2,00	>10000	V + <i>pozzolan</i>	0,45	31

2.5 Tulangan

Sesuai dengan SNI 03-2847-2002, tulangan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tulangan ulir dengan diameter 10 mm untuk tulangan longitudinal dan diameter 6 mm untuk sengkang dan $f_y = 240$ MPa.

