

## PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG PERSEGI DENGAN MENGUNAKAN FINE MESH Ø 4 – 50

Ratih Prawirawati<sup>1</sup>, Sudirman Indra<sup>2</sup>, Togi H. Nainggolan<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

<sup>2) 3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

### ABSTRAK

Keruntuhan bangunan gedung yang terjadi akibat gempa bumi acap kali disebabkan oleh kolom yang kurang daktilitas disebabkan oleh pengekanan yang kurang. Salah satu solusi untuk meningkatkan struktur gedung lama untuk menambahkan daktilitas dari kolom adalah dengan meretrofit (dikupas selimutnya dan dicor ulang) kolom dengan menggunakan fine mesh. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektifitas dan model kurva tulangan sengkang yang dibungkus lapisan fine mesh sebagai pengekanan kolom beton dibanding kolom beton terkekang tulangan sengkang BJTP.

Untuk mengetahui peningkatan daktilitas kolom adalah untuk membandingkan teoritis dengan pengujian eksperimental yang akan menggunakan benda uji kolom persegi 130 x 130 mm, dan tinggi kolom 600 mm. Pelaksanaannya dilakukan dengan uji tarik baja dan fine mesh Ø 4-50, menggunakan kolom pengujian benda uji menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) berkapasitas 200 ton.

Penelitian ini mendapatkan hasil yang telah dibandingkan baik hasil teoritis dan eksperimen antara kolom RCS dan RCFMS(A) dan RCFMS(B) dan diperoleh hasil  $f'_{cc}$ ,  $\epsilon_{cc}$  dan  $\epsilon_{cu}$  yang perbedaannya < 15%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan fine mesh Ø 4-50 sebagai tulangan pengekanan tambahan pada kolom persegi beton bertulang yang di bungkus secara langsung maupun di retrofit cukup efektif. kolom beton bangunan lama yang terletak pada wilayah gempa kuat perlu dilakukan.

**Kata kunci:** daktilitas, fine mesh Ø 4-50, pengekanan, regangan, retrofit, tegangan

### ABSTRACT

*Building collapse that occurs as a result of earthquakes is often caused by inadequate columns caused by lack of restraint. One solution to improve the structure of the old building to add ductility from the column is to retrofit the blanked using a fine mesh. The purpose of this study was to determine the effectiveness and curved reinforcement curve model wrapped in a layer of fine mesh as a concrete column restraint compared to a concrete column confined reinforced BJTP reinforcement.*

*To find out the increase in column ductility is to compare theoretical with experimental tests that will use 130 x 130 mm square column specimens, and 600 mm column height. Its implementation is carried out by tensile steel and fine mesh tests Ø 4-50, using a column of test specimens using a Universal Testing Machine (UTM) with a capacity of 200 tons.*

*This study obtained results that have been compared both the theoretical and experimental results between the RCS and RCFMS (A) and RCFMS (B) columns and the results of  $f'_{cc}$ ,  $\epsilon_{cc}$  and  $\epsilon_{cu}$  which differ <15%, so it can be concluded that the use of fine mesh Ø 4 -50 as an additional reinforcement reinforcement in reinforced concrete square columns that are wrapped directly or in retrofit is quite effective. Concrete columns of old buildings located in strong earthquake areas need to be done.*

**Keywords:** ductility, fine mesh Ø 4-50, bridle, strain, retrofit, stress

### PENDAHULUAN

Keruntuhan bangunan gedung yang terjadi akibat gempa bumi selama ini banyak disebabkan oleh beberapa factor, antara lain perancangan kolom yang tidak memperhitungkan kebutuhan daktilitas atau pengekanan, pelaksanaan pengecoran kolom yang kurang baik sehingga terjadi penurunan mutu beton, pelaksanaan yang kurang memperhatikan detailing di lapangan, selain itu perencanaan masih Perancangan struktur kolom

beton bertulang tahan gempa sesuai dengan SNI 03-2847-2002 mensyaratkan pemakaian tulangan pengekanan untuk mencapai daktilitas yang disyaratkan. Pendetailan khusus dalam bentuk pengekanan diberikan terutama di daerah yang mempunyai potensi terjadinya sendi plastis, selain itu pada daerah yang mengalami tegangan atau gaya dalam yang dominan, seperti pada ujung-ujung kolom dan di daerah sambungan tulangan longitudinal, memerlukan pengekanan yang lebih ketat, untuk menjamin daktilitas yang cukup agar

bangunan tidak mengalami kegagalan getas yang tidak diinginkan.

Pemakaian jaring halus (fine mesh), merupakan salah satu solusi yang lebih ekonomis untuk dipakai sebagai bahan retrofit kolom yang kurang daktil, karena harga fine mesh yang relatif murah, mudah didapat dan mempunyai nilai praktis yang sangat tinggi. Selain itu Fine mesh sudah terfabrikasi dalam bentuk jaring, sehingga hal tersebut memberikan presisi yang lebih baik. Oleh karena itu penelitian mengenai efektifitas fine mesh sebagai tulangan pengekan kolom beton maupun sebagai bahan retrofit.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beberapa Penelitian Terdahulu Mengenai Beton Terkekang

Penelitian awal untuk mengetahui perilaku atau karakteristik beton terkekang telah dilakukan oleh Richart dkk. pada Normal Strength Concrete (NSC) yang dikekang dengan tekanan hidrostatik dan tulangan spiral. Hasil risetnya yang terkenal yakni rumusan tegangan inti terkekang  $f'_{cc} = f'_c + 4,1f_l$  (Blume, 1961). Selanjutnya riset tentang pengekan terus berlanjut dilakukan oleh Chan (1955), Roy dan Sozen (1963), Slimon dan Yu (1967). Sargin (1971), Kent dan Park (1971), Vallenat, dkk. (1977) Dark, dkk. (1982), yang menghasilkan model-model pengekan NSC. Riset-riset ini meneliti pengaruh ukuran, kekuatan, jumlah dan spasi tulangan transversal, tingkat pembebanan dan jumlah tulangan longitudinal.

Penelitian yang dilakukan sebelum tahun 1980 umumnya tidak memperlihatkan adanya pengaruh distribusi tulangan longitudinal dan konfigurasi tulangan transversal. Pengaruh ini terbukti signifikan mempengaruhi karakteristik pengekan berdasarkan penelitian Sheikh dan Uzumeri (1980) pada kolom yang dibebani secara aksial tekan konsentrik. Selain itu, signifikan konfigurasi tulangan transversal juga dibuktikan oleh Scott, dkk. (1982) pada kolom yang dibebani aksial tekan konsentrik dan eksentrik secara monotonik, serta Ozcebe dan Saatcioglu (1987) untuk pembebanan secara siklik. Jika diamati pada rumusan model-model beton terkekang, maka model-model awal seperti yang diusulkan oleh Park, dkk. (1982) serta Fafitis dan Shah (1985) belum memasukkan konfigurasi tulangan transversal sebagai parameter yang menentukan di dalam pemodelannya. Pengaruh konfigurasi tulangan transversal pertama kali dikemukakan oleh Sheikh dan Uzumeri (1982) yang mengutarakan konsep "luas efektif inti terkekang (effectively confined core area)". Selanjutnya model ini dimodifikasi oleh Sheikh dan Yeh (1986, 1992) dengan memasukkan pengaruh tulangan longitudinal dan eksentrisitas beban aksial tekan pada benda uji kolom dibawah pembebanan tekan yang tinggi.

Model teoritis beton terkekang yang komprehensif menggunakan konsep "luas efektif inti

terkekang" diusulkan oleh Mander, dkk. (1988) berdasarkan benda uji kolom persegi. Selanjutnya, Saatcioglu dan Razvi (1992) mengajukan konsep kekuatan dan deformasi (strength and deformability) yang dihasilkan oleh tekanan lateral tulangan pengekan. Model ini didasarkan bukti bahwa tekanan lateral ekuivalen yang berasal dari tulangan kekang berbeda-beda besarnya, tergantung konfigurasi tulangan pengekannya. Model ini diterapkan pada kolom penampang bulat dan persegi dengan pembebanan konsentrik maupun eksentrik.

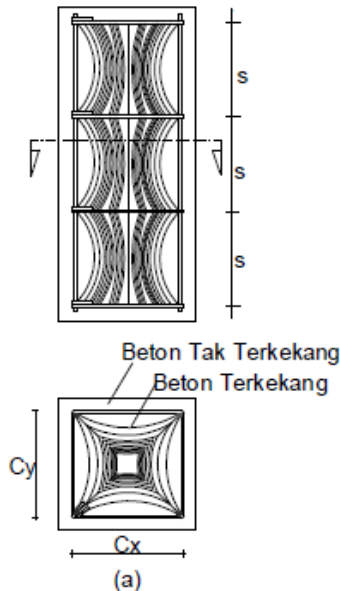
Berdasarkan penelitian Yong, dkk. (1988) dan Razvi (1995). Saat ini model-model pengekan untuk High Strength Concrete (HSC) telah banyak diusulkan, umumnya merupakan modifikasi model-model NSC yang telah ada. Model-model tersebut seringkali memiliki keterbatasan, misalnya model Ahmad dan Shah (1982), Martinez, dkk. (1988), Fafitis dan Shah (1985) hanya sesuai untuk kolom bulat. Model Yong, dkk. (1988), Muguruma, dkk. (1993), Azizinamini, dkk. (1994) serta Cusson dan Paultre (1995) hanya sesuai untuk kolom persegi. Akan tetapi model Maguruma (1993) dan Li, dkk. (2001) dapat diterapkan baik untuk NSC dan HSC serta tulangan transversal mutu tinggi. Berbeda dengan model Hong dan Han (2005) yang diturunkan berdasarkan pada kolom persegi HSC, model tersebut menunjukkan peningkatan tegangan leleh tulangan transversal tidak terlalu meningkatkan pengaruh pengekan pada inti beton. Manaha Y. P., (2007) membandingkan efektifitas fine mesh  $\phi 4$  mm dengan tulangan spiral sebagai pengekan kolom bulat, Manaha Y. P., (2009), membuat pengekan kolom bulat dengan fine mesh terhadap peningkatan daktilitas kolom di daerah gempa.

Salah satu alternatif yang murah, mudah didapat, praktis dan mudah dibentuk, sehingga penggunaan fine mesh pada NSC maupun HSC masih diperlukan sejumlah riset yang signifikan. Riset-riset terdahulu menunjukkan bahwa jika mutu beton ditingkatkan maka jumlah kebutuhan tulangan transversal untuk pengekan juga meningkat, sehingga tidak dapat dihindari saling berhimpitnya tulangan transversal tersebut. Riset penggunaan fine mesh untuk pengekan belum banyak dilakukan sehingga belum dapat dibuat kesimpulan akhir bahwa fine mesh efektif untuk pengekan.

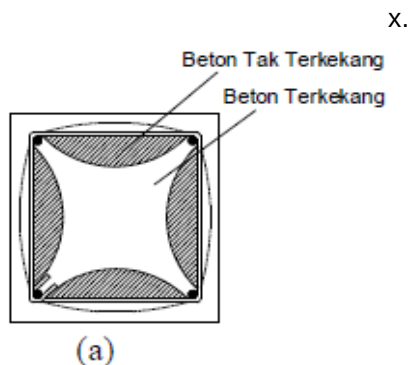
### Pengekan Pada Beton

Pengekan pada beton perlu dilakukan dengan mengacu pada SNI 03- 2847-2002 agar elemen struktur baik balok maupun kolom tidak mengalami kegagalan akibat geser. Tulangan transversal sangat berperan dalam mengekan pengembangan lateral yang terjadi akibat beban tekan aksial, mengurangi bahaya pecah (splitting) beton, mencegah terjadinya keruntuhan geser pada kolom, dan mencegah premature buckling tulangan longitudinal yang dapat mempengaruhi kekuatan dan daktilitas penampang kolom beton bertulang. Semakin tinggi beban aksial yang bekerja terhadap

kolom, semakin banyak pula kebutuhan tulangan transversal yang diperlukan agar struktur kolom tersebut lebih kuat dan daktil.



Gambar 1. Aksi busur pada beton terkekang Pengekangan dengan sengkang persegi



Gambar 2. Kolom dengan tulangan longitudinal Terkekang dengan sengkang

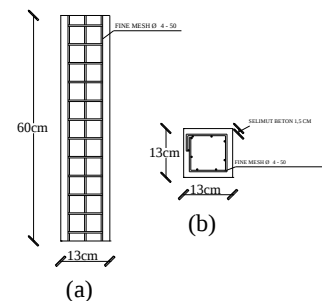
### Pengekang Beton Dengan Tulangan Transversal Konvensional

Pengekangan pada beton dapat berupa tulangan sengkang yang berbentuk persegi dan tulangan spiral yang berbentuk bulat. Tulangan sengkang atau spiral berfungsi untuk memikul gaya geser, mengekang beton agar mengurangi resiko pecahnya beton dan membuat lebih kaku sambungan tulangan memanjang. Sengkang persegi hanya memberikan gaya kekang di daerah sudut-sudut sengkang yang terpasang tulangan longitudinal, sedangkan lilitan spiral pada penampang bulat memberikan gaya kekang pada semua sisi spiral, seperti terlihat dalam Gambar 2.2. Penampang beton yang diberikan tulangan

sengkang (tulangan transversal) dengan detailing yang benar akan meningkatkan kuat tekan dan daktilitas beton. (Park and Paulay, 1975) dalam bukunya yang berjudul Reinforced Concrete Structure hal 23.

### Pengekang Beton Dengan Fine Mesh

Pengekangan dengan fine mesh telah memberikan luasan daerah inti beton yang terkekang lebih banyak dan tekanan kekang yang akan lebih merata dibandingkan tulangan spiral, sehingga pengekanan inti beton akan menjadi lebih efektif seperti terlihat dalam Gambar 2.3. Tekanan kekang nominal ( $f_l$ ) dari tulangan pengekan sengkang persegi biasa dan fine mesh dapat dikerahkan terhadap inti beton bila tegangan kekang dapat dikembangkan penuh.



Gambar 3. Pengekangan dengan tulangan sengkang yang dibungkus fine mesh (a) Tampak arah memanjang (b) Tampak arah

## METODE PENELITIAN

### Studi Pustaka

Studi pustaka yang telah dilakukan yaitu dengan mendalami materi yang tercantum di Bab II dan kepustakaan yang meliputi berbagai buku teks, jurnal, peraturan, tata cara dan Standar Nasional maupun Internasional.

### Analisis Preliminary Penelitian

Pemilihan spesimen didasarkan pada kondisi dan kapasitas alat pengujian kolom yang ada di Laboratorium Beton jurusan Teknik Sipil ITN Malang dan ITS Surabaya. Sesuai dengan kondisi alat tersebut, diperoleh tinggi maksimum specimen yang dapat diletakkan pada alat Universal Testing Machine (UTM) adalah 90 cm, sehingga tinggi spesimen yang dibuat pada penelitian ini adalah 60 cm. Kapasitas beban maksimum alat UTM adalah 200 ton. Berdasarkan kapasitas alat tersebut, dengan melakukan trial and error akhirnya diperoleh diameter specimen, kuat tekan beton, diameter tulangan BJTP atau tulangan konvensional, diameter dan grid fine mesh serta jumlah layer fine mesh.

## Parameter Penelitian

Parameter perancangan yang telah dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kolom pendek dengan penampang berbentuk kolom persegi ukuran 130 x 130 mm
- Tinggi kolom  $h = 600$  mm
- Selimit beton kolom = 15 mm.
- Mutu beton  $f'_c = 17,967$  MPa.
- Tegangan leleh baja tulangan polos  $f_y = 223,12$  MPa
- Baja tulangan polos  $\varnothing = 7,2$  mm,  $\varnothing = 5,6$  mm dan  $\varnothing = 4,7$  mm
- Diameter fine mesh adalah  $\varnothing = 4$  mm dengan ukuran grid 50 x 50 mm.
- Jumlah lapisan fine mesh yang dipakai pada kolom beton terkekang fine mesh (RCFM) diperhitungkan berdasarkan Ash terpasang tulangan sengkang BJTP untuk kolom yang memikul beban gravitasi.
- Jumlah lapisan fine mesh yang dipakai pada kolom beton terkekang fine mesh (RCFM) diperhitungkan berdasarkan Ash terpasang tulangan sengkang BJTP untuk kolom yang memikul beban gempa kuat.
- Jumlah lapisan fine mesh yang dipakai untuk membungkus kolom beton terkekang tulangan sengkang BJTP yang memikul beban gravitasi diperhitungkan berdasarkan selisih antara Ash tulangan sengkang BJTP gempa kuat terhadap Ash terpasang tulangan sengkang BJTP yang memikul beban gravitasi

## Model Analisis

Model Analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Analisis efektifitas kolom beton yang terkekang tulangan spiral/sengkang Gravity yang dibungkus lapisan fine mesh (RCFMS(A)) secara teoritis terhadap kuat tekan dan regangan beton.
- Analisis efektifitas kolom beton yang terkekang tulangan spiral/sengkang gravity yang di-retrofit lapisan fine mesh (RCFMS(B)) secara teoritis terhadap kuat tekan dan regangan beton.
- Analisis data eksperimen peningkatan kuat tekan beton ( $f'_{cc}$ ) kolom (RCFMS(A)).
- Analisis data eksperimen peningkatan kuat tekan beton ( $f'_{cc}$ ) kolom (RCFMS(B)).
- Analisis data eksperimen hubungan tegangan-regangan ( $\epsilon'_{cc}$  dan  $\epsilon'_{cu}$ ) kolom (RCFMS(A)).
- Analisis data eksperimen hubungan tegangan-regangan ( $\epsilon'_{cc}$  dan  $\epsilon'_{cu}$ ) kolom (RCFMS(B)).
- Pembuatan kurva hubungan tegangan-regangan ( $\epsilon'_{cc}$  dan  $\epsilon'_{cu}$ ) kolom (RCFMS(A)).
- Pembuatan kurva hubungan tegangan-regangan ( $\epsilon'_{cc}$  dan  $\epsilon'_{cu}$ ) kolom (RCFMS(B)).

## Pengujian di Laboratorium

### Spesifikasi Material

Tulangan longitudinal yang telah digunakan adalah baja tulangan polos (BJTP)  $\varnothing = 7,2$  mm, 5,6 mm dan

tulangan transversal menggunakan baja tulangan polos  $\varnothing = 4,7$  mm. Kuat leleh baja tulangan polos akan dites dengan melakukan uji tarik untuk mendapatkan  $f_y$ . Jaring kawat menggunakan fine mesh diameter  $\varnothing = 4$  mm grid 50 x 50 mm. Kuat leleh fine mesh akan dilakukan uji tarik untuk mendapatkan  $f_y$ . Kuat tekan beton akan diperoleh dengan melakukan pengujian silinder beton berukuran 150 x 300 mm yang telah berumur 28 hari.

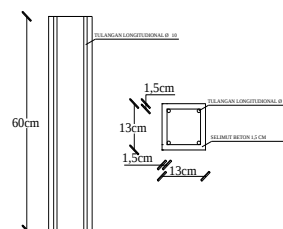
### Benda Uji

Pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian benda uji silinder beton berukuran 150 x 300 mm, berumur 28 hari dan jumlah benda uji silinder beton sebanyak 18 buah. Selanjutnya dilakukan pengujian tekan kolom seperti pada tabel 1. di bawah ini.

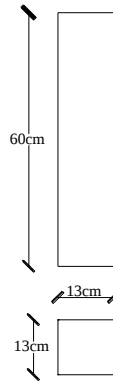
Tabel 1. Benda Uji

| Kode Benda Uji | Penampang Kolom  | Jenis Tulangan                                                                              |                                           | Keterangan |
|----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
|                |                  | Konvensional                                                                                | Fine mesh (FM)                            |            |
| RCP            | D = 130 X 130 mm |                                                                                             |                                           | Sampel 1   |
|                |                  | Longitudinal $\varnothing = 7,2$ mm dan                                                     |                                           | Sampel 2   |
| RCS            | D = 130 X 130 mm | Longitudinal $\varnothing = 7,2$ mm dan Transversal $\varnothing = 5,6$ mm Jarak s = 50 mm  |                                           | Sampel 3   |
|                |                  | Longitudinal $\varnothing = 5,6$ mm dan Transversal $\varnothing = 4,7$ mm Jarak s = 200 mm | FM $\varnothing 4 - 50$ mm (dicor gabung) | Sampel 4   |
| RCFM           | D = 130 X 130 mm |                                                                                             | FM $\varnothing 4 - 50$ mm                | Sampel 5   |
| (RCFM S(B))    | D = 130 X 130 mm | Longitudinal                                                                                |                                           | Sampel 6   |

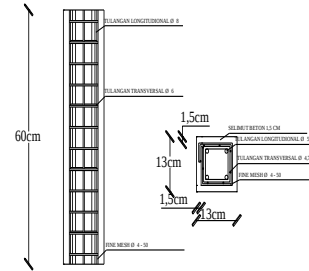
Model benda uji kolom persegi yang akan diteliti dapat dilihat dalam Gambar 4 berikut ini :



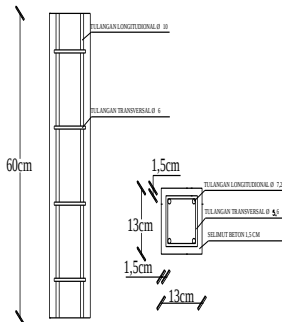
Gambar 3.1b : Benda uji kolom persegi terkekang tulangan longitudinal  $\varnothing 7,2$  mm (sample 2)



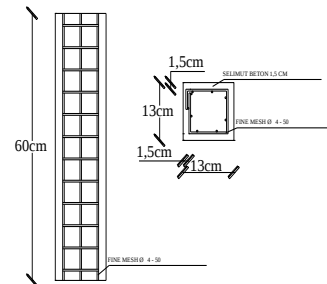
Gambar 3.1a : Benda uji kolom persegi tanpa tulangan (sample 1)



Gambar 3.1d : Benda uji kolom persegi terkekang tulangan longitudinal Ø 5,6 mm tulangan transversal Ø 4,7 mm dan fine mesh Ø 4 - 50 dicor gabung (sample 4)



Gambar 3.1c : Benda uji kolom persegi terkekang tulangan longitudinal Ø 7,2 mm dan tulangan transversal Ø 6 mm (sample 3)



Gambar 3.1e : Benda uji kolom persegi terkekang tulangan fine mesh Ø 4 - 50 (sample 5)

## Gambar 4. Model benda uji kolom persegi

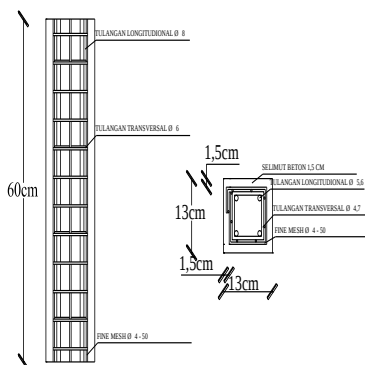
### ANALISA PENELITIAN

#### Parameter Penelitian

Sudah dilakukan analysis terhadap dimensi penampang benda uji yang ditentukan berdasarkan kapasitas alat yang akan digunakan di laboratorium dengan rasio tulangan Fine Mesh dibuat ekivalen dengan rasio pengekangan konvensional.

Parameter-parameter benda uji kolom hasil analysi yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Kolom pendek dengan penampang berbentuk persegi dengan dimensi penampang  $b = 130 \text{ mm}$ ;  $d = 130 \text{ mm}$ ;  $L = 600 \text{ mm}$ .
- Selimut beton kolom =  $15 \text{ mm}$ .
- Mutu beton normal  $f'_c = 17,967 \text{ MPa}$
- Tegangan Leleh baja tulangan polos  $f_y = 223,12 \text{ MPa}$
- Tegangan Leleh Fine Mesh  $f_y = 470 \text{ MPa}$

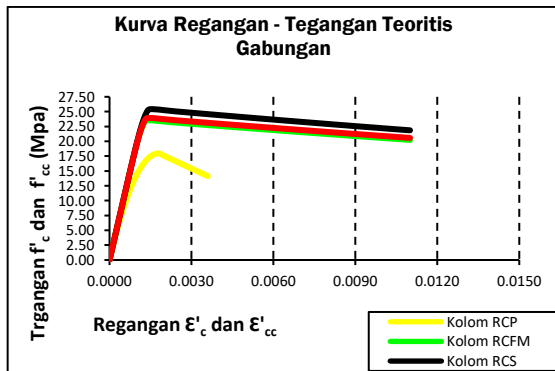


Gambar 3.1d : Benda uji kolom persegi terkekang tulangan longitudinal Ø 5,6 mm tulangan transversal Ø 4,7 mm dan fine mesh Ø 4 - 50 dicor gabung (sample 4)

- f. Baja tulangan polos  $\emptyset$  ( $D_1$ )= 5,6 mm dan  $\emptyset$  = 7,2 mm  
 Baja tulangan polos  $\emptyset$  ( $D_2$ )= 4,7 mm dan  $\emptyset$  = 5,6 mm
- g. Diameter *Fine Mesh* adalah  $\emptyset$  = 4 mm dengan ukuran grid 50 x 50 mm.
- h. Jumlah lapisan *Fine Mesh* yang dipakai sebanyak 2 (dua) lapis, untuk kolom tanpa pengekanan.

### Preliminary Analysis

Setelah mempelajari hasil-hasil penelitian ini dipandang Rumus-Rumus dibawah relevan untuk dipakai sebagai hipotesa hubungan tegangan-regangan beton yang dikekang dengan menggunakan Fine Mesh.

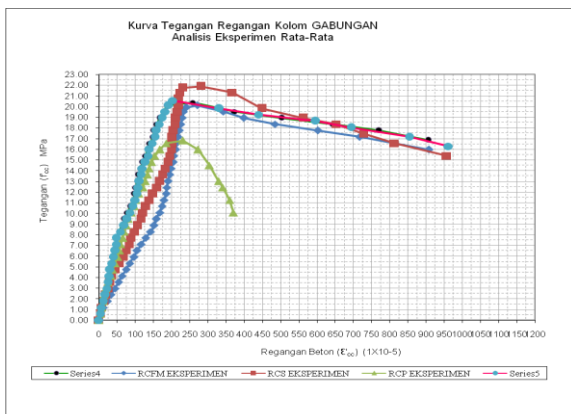


Gambar 5. Kurva Hubungan Tegangan-Regangan Teoritis Beton Gabungan

Tabel 4.1 Perhitungan Analysis

$$f'_c, f'_{cc}, \epsilon'_{cc}, \epsilon_{cu}$$

| Code Kolom | $\rho_s$ | $f'_c$ (MPa) | $f'_{cc}$ (MPa) | $\epsilon'_{cc}$ | $\epsilon_{cu}$ | $P_{max}$ |
|------------|----------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|
| RCP        | 0        | 17.97        | -               | 0.0018           | 0.0038          | 30.36     |
| RCS        | 0.0163   | -            | 25.419          | 0.0061           | 0.0340          | 46.18     |
| RCFM       | 0.0058   | -            | 23.544          | 0.0051           | 0.0282          | 53.82     |
| RCFMS      | 0.013    | -            | 23.933          | 0.0053           | 0.0295          | 42.41     |



Gambar 6. Hasil Pengujian Laboratorium

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Penelitian tentang efektifitas fine mesh  $\emptyset$  4-50 bila digunakan sebagai bahan retrofiting kolom persegi beton bertulang menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:xxx

1. Efektifitas fine mesh  $\emptyset$  4-50 sebagai pengekanan keseluruhan kolom maupun berpadu dengan sengkang lain sebagai pengekanan efektif karena  $f'_{cc}$ ,  $\epsilon'_{cc}$ , dan  $\epsilon_{cu}$  RCFMS(A) (tulangan sengkang BJTP yang dibungkus lapisan fine mesh) terjadi perbedaan  $< 15\%$  dari kolom RCS (beton terkekang tulangan sengkang BJTP).
2. Efektifitas tulangan sengkang BJTP yang di-retrofit lapisan fine mesh  $\emptyset$  4-50 sebagai pengekanan (confinement) kolom beton dibanding kolom beton terkekang tulangan sengkang BJTP efektif karena  $f'_{cc}$ ,  $\epsilon'_{cc}$ , dan  $\epsilon_{cu}$  RCFMS(B) (tulangan sengkang BJTP yang di-retrofit lapisan fine mesh) terjadi perbedaan  $< 15\%$  dari kolom RCS (beton terkekang tulangan sengkang BJTP).
3. Model trend kurva hasil teoritis dan eksperimen tulangan sengkang yang diberi lapisan fine mesh (RCFMS(A)), tulangan sengkang yang di-retrofit lapisan fine mesh (RCFMS(B)) dan kolom beton yang dikekang tulangan sengkang (RCS) juga berbentuk hampir sama seperti kurva tegangan-regangan usulan Mander,dkk.
4. Pada kurva teoritis dan eksperimen terlihat berbeda. Kurva eksperimen lebih rendah dibandingkan kurva teoritis, mungkin ini disebabkan karena pada saat pengetesan, akurasi alat tekan, kedudukan benda uji, dan tingkat muatan belum sesuai dengan yang ditentukan oleh ASTM C39.

### Saran

1. Memperbanyak variasi tulangan dan jumlah benda uji
2. Perlu diadakannya penelitian lanjutan dengan memperhitungkan permodelan bentuk sebelum dilaksanakan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commite 318, 2005, Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318-05), New York : American Concrete Institute.
- Ahmad S. H., dan Shah S.P., 1982, Stress-Strain Curves of Concrete Confined by Spiral Reinforcement, ACI Structural Journal, Vol 79, No. 6 hal 484-490.
- Azizinamini A., dkk., 1994, Seismic Behavior of Square High-Strength Concrete Columns, ACI Structural Journal, Vol. 91, No. 3, hal 336 - 345.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002, Bandung.

- Blume J. A., dkk., 1961, Design of Multistory Reinforced Concrete Building for Earthquake Motions, Portland Cement Association, Chicago.
- Chan W.L., 1955, The Ultimate Strength and Deformation of Plastic Hinges in Reinforced Concrete Frameworks, Magazine of Concrete Research Vol. 7
- Cosson D., dan Paultre P., 1995, Stress-Strain Model for Confined High Strength Concrete, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 121, No. 3, hal 468-477.
- Fafitis A., dan Shah P. S., 1985, Lateral Reinforcement for High Strength Concrete Columns, ACI , SP-87, Detroit hal 213-232.
- Kent D.C., dan Park R., 1971, Flexural Members with Confined Concrete, Journal Structural Division, ASCE, Vol. 97, ST7, hal 1969-1990.
- Manaha Y. P., dkk 2009, Efektifitas Pengekangan Fine Mesh Terhadap Peningkatan Daktilitas Kolom Beton Bertulang di Daerah Gempa Kuat, DIPA 2009 Nomor : 091/SP2H/PP/DP2M/IV/2009 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional
- Manaha Y. P., 2009, Model Kurva Hubungan Tegangan-Regangan Kolom Beton Terkekang Fine Mesh, Jurnal Teknik Sipil "Prokons" Politeknik Negeri Malang, ISSN : 1978-1784
- Manaha Y. P., 2007, Efektifitas Pengekangan Kolom Bulat Beton Bertulang dengan Fine Mesh dibanding Tulangan Spiral Biasa dalam hal Peningkatan Kekuatan ( $f'_{cc}$ ) dan Regangan ( $\epsilon_{cc}$ ) dan ( $\epsilon_{cu}$ ) Seminar Nasional ITS Surabaya, ISBN 979-545-0270-1.
- Mander J. B., Priestley M. J., Park R., Observed Stress-Strain Behavior of Confined Concrete, Journal of Structural engineering, ASCE, V. 114. No. 8, August 1988, pp. 1827 – 1849
- Park R., Paulay T., 1975, Reinforced Concrete Structure, New York : John Wiley and Sons.