

# REDAKSI JURNAL TEKNIK SIPIL

---

ISSN 2088 - 9321

**Penasehat:**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

**Penanggung Jawab:**

Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala

**Pemimpin Redaksi:**

Dr. Ir. Taufiq Saidi, M. Eng

**Penyunting Pelaksana:**

Gartika Setiya Nugraha, ST, M.Si

Nurul Malahayati, ST, M.Sc

Nafisah Al-Huda, ST. MT

Febriyanti Maulina. ST. MT

Noer Fadhly, ST, MT

Yus Yudhyantoro, ST. MT

Enny Irmawati Hasan

**Penyunting ahli:**

Dr. Azmeri, ST. MT

Prof. Dr. Ir. H. Munirwansyah, M.Sc

Dr. Ir. Alfiansyah Yulianur BC

Dr. Ella Meilianda, ST. M.Sc

Ir. Maimun Rizalihadi, M.Sc.Eng

Prof. Dr. Ir. H. Munirwansyah, M.Sc

Dr. Ir. Sofyan M. Saleh, M.Sc.Eng

Dr. Ir. M. Isya, MT

Dr. Ing. T. Budi Aulia, M. Ing

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng

**Mitra Bebestari:**

Dr. Ir. Tri Tjahjono M.Sc. (UI)

Prof.Dr.Ir Sobriyah, M.S (UNS)

Dr. Kusno Adi Sambowo S.T. (UNS)

Dr.Eng. Ir. Syafi'i. MT (UNS)

Dr. techn., Ir. Aswandy, MT (ITENAS)

**Alamat Sekretariat/Redaksi:**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala

Jl. Syech Abdurrauf No. 7

Darussalam, Banda Aceh 23111

Website: <https://sites.google.com/site/jurnaltekniksipil/>  
e-mail: [jurnaltekniksipil@yahoo.com](mailto:jurnaltekniksipil@yahoo.com), [setiya@hotmail.com](mailto:setiya@hotmail.com)

Telp/fax: 0651-7555444

# JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teknik Sipil Unsyiah merupakan wadah bagi seluruh civitas akademika dibidang konstruksi dan lingkungan mengembangkan dan menginformasikan perkembangan teknologi dan pengetahuan.

Frekuensi terbit tiga kali setahun pada bulan September, Januari, dan Mei.

## DAFTAR ISI

- |  |          |
|--|----------|
| Peningkatan Kinerja Saluran Drainase Kota Langsa Berdasarkan Penataan Ruang<br><i>Alfiansyah Yulianur BC, Sugianto, Eka Mutia</i>  | 1 - 8    |
| Pemodelan Fisik Bendungan Untuk Pengamatan Garis Freatis Berdasarkan Kemiringan Lereng Sebelah Hulu<br><i>Azmeri, Maimun Rizalihadi, Rima Vinanda</i>  | 9 - 16   |
| Prediksi Lokasi Rawan Pembendungan Alami Pada Daerah Aliran Sungai Sebagai Mitigasi Bencana Banjir Bandang (Das Krueng Teungku-Kecamatan Seulimum-Aceh Besar-Provinsi Aceh)<br><i>Dirwan, Azmeri, Amir Fauzi</i>                                 | 17 - 26  |
| Studi Kedalaman Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Simpang Surabaya Krueng Aceh, Banda Aceh<br><i>Eldina Fatimah</i>  | 27 - 36  |
| Studi Perencanaan Dan Pengelolaan Bangunan Sarana Air Bersih Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Desa Paya Beke<br><i>Ziana, Suhendrayatna, Mulyadi</i>   | 37 - 46  |
| Hubungan Parameter Kuat Geser Langsung Dengan Indeks Plastisitas Tanah Desa Neuheun Aceh Besar<br><i>Marwan, Reza P. Munirwan, Devi Sundary</i>  | 47 - 56  |
| Model Pemilihan Moda Angkutan Umum (Studi Kasus Rute Meulaboh – Banda Aceh)<br><i>Irfan, M. Isya, Renni Anggraini</i>  | 57 - 66  |
| Analisis Stabilitas Beton Aspal AC-BC Didasarkan Dari Variasi Suhu Pencampuran Pada Kondisi Suhu Pematatan Minimum Dengan Bahan Pengikat Aspal Retona Blend 55<br><i>Nurlely, Fitrika Mita Suryani, Yuseva</i>                                   | 67 - 78  |
| Pengaruh Distribusi Tulangan Geser Terhadap Kuat Geser Beton Ringan Busa Berserat Nylon Dengan Metode <i>Push - Off</i><br><i>M. Ali Akoeb, Abdullah</i>   | 79 - 90  |
| Pengaruh Variasi Penambahan Air Dan Semen Pada Suatu Perencanaan Campuran ( <i>mix design</i> ) Terhadap Susut Beton Dan Kuat Tarik Belah Beton (Suatu Penelitian Beton Dengan FAS 0,3, 0,4 Dan 0,5)<br><i>T. Budi Aulia, Mohammad Ali Akoeb</i> | 91 - 102 |

# PENGARUH DISTRIBUSI TULANGAN GESER TERHADAP KUAT GESER BETON RINGAN BUSA BERSERAT NYLON DENGAN METODE *PUSH - OFF*

M. Ali Akoeb<sup>1</sup>, Abdullah<sup>2</sup>

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111, email: aliakoeb@yahoo.com

**Abstract:** *This study aims to determine the effect of the distribution of shear reinforcement to shear strength fiber nylon foam lightweight concrete. Specimens used for testing the push - off is a Z - shaped concrete shear reinforcement that has been given by  $A_v$  ( extensive reinforcement total ) = 113.08 mm<sup>2</sup> , and a cylindrical specimen of 15 cm diameter and 30 cm high. Specimens were tested after the age of 28 days. The dimensions of the push - off test specimen is 20x10x30 cm. Push - off test specimens reinforced with 4Ø12 to avoid collapse in the neck specimen. Shear reinforcement placed according to the distance plans , and by means of welded dikat. Tests include lightweight concrete compressive strength test fiber foam, split tensile strength test of lightweight foam concrete fiber , steel tensile strength test to determine the quality of steel used, as well as lightweight foam concrete shear test berserat. Hasil testing shows the relationship between shear stress with tensile strength as well as strong he stressed. Vserat value ( shear stress due to the contribution of fiber ) used was 1.08 kg/cm<sup>2</sup> and Vs ( shear stress due to the contribution of steel ) is 11.6 kg/cm<sup>2</sup> nilai contributions donated by the reinforcement fibers and obtained from previous studies . In this research also found the effect of reinforcing the widespread distribution of the total reinforcement (  $A_v$  ) is the sam . From these results obtained percentage value of shear stress against compressive strength with reinforcement 1Ø12 is 19.793 % , 25.574 % is 4Ø6 reinforcement , and 9Ø4 is 27.173 % . Difference in percentage of shear stress on split tensile strength is at 1Ø12 2.44% , 74.13 % and 85.21 % at 4Ø6 on 9Ø4 . Results shear push - off test specimen with reinforcement 1Ø12 is 49 250 kg/cm<sup>2</sup> , 4Ø6 is 55.470 kg/cm<sup>2</sup> , and 9Ø4 is 59,000 kg/cm<sup>2</sup> , it is known that the more the distribution of reinforcement will increase the shear stress fiber lightweight concrete foam .*

**Keywords :** *Distribution of shear reinforcement, push – off method, shear stress fiber lightweight concrete foam*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh distribusi tulangan geser terhadap kuat geser beton ringan busa berserat nylon. Benda uji yang digunakan untuk pengujian *push-off* adalah beton berbentuk Z yang telah diberi tulangan geser dengan  $A_v$  (luas tulangan total) = 113,08 mm<sup>2</sup>, dan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji diuji setelah berumur 28 hari. Dimensi benda uji *push-off* adalah 20 x 10 x 30 cm. Benda uji *push-off* diperkuat dengan pokok 4Ø12 agar tidak terjadi keruntuhan di leher benda uji. Tulangan geser diletakkan sesuai jarak rencana, dan dikat dengan cara dilas. Pengujian meliputi uji kuat tekan beton ringan busa berserat, uji kuat tarik belah beton ringan busa berserat, uji kuat tarik baja untuk menentukan mutu baja yang digunakan, serta uji geser beton ringan busa berserat. Hasil pengujian menunjukkan hubungan antara kuat geser dengan kuat tarik serta kuat tekannya. Nilai  $V_{serat}$  (tegangan geser akibat kontribusi serat) yang digunakan adalah 1,08kg/cm<sup>2</sup> dan  $V_s$  (tegangan geser akibat kontribusi baja) adalah 11,6 kg/cm<sup>2</sup> nilai kontribusi yang disumbangkan oleh serat dan tulangan ini didapatkan dari penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini juga didapatkan pengaruh distribusi tulangan dengan luas tulangan total ( $A_v$ ) sama. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai persentase tegangan geser terhadap kuat tekan dengan tulangan 1Ø12 adalah 19,793 %, tulangan 4Ø6 adalah 25,574 %, dan 9Ø4 adalah 27,173 %. Selisih persentasi tegangan geser terhadap kuat tarik belah adalah 2,44 % pada 1Ø12, 74,13% pada 4Ø6 dan 85,21% pada 9Ø4. Hasil tegangan geser benda uji *push-off* dengan tulangan 1Ø12 adalah 49.250 kg/cm<sup>2</sup>, 4Ø6 adalah 55,470 kg/cm<sup>2</sup>, dan 9Ø4 adalah 59,000kg/cm<sup>2</sup>, maka diketahui bahwa semakin banyak pendistribusian tulangan akan meningkatkan tegangan geser beton ringan busa berserat.

**Kata kunci :** distribusi tulangan geser, metode *push – off*, tegangan geser beton ringan busa berserat .

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat populer digunakan dalam jasa konstruksi. Banyak penelitian tentang beton dilakukan untuk menemukan inovasi-inovasi baru yang akan berguna bagi kehidupan manusia di bidang konstruksi. Kekuatan beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya (air, semen, dan agregat) sehingga kontrol kualitas dari bahan-bahan tersebut harus diperhatikan dengan seksama agar diperoleh beton dengan kualitas yang baik.

Beton sebagai bahan konstruksi telah lama digunakan dalam pembangunan bangunan-bangunan sipil. Hal ini disebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai keinginan. Selain itu, pekerjaan konstruksi dengan menggunakan beton memiliki kemudahan dalam pelaksanaannya dan biaya perawatan yang relatif murah. Namun beton memiliki kekurangan diantaranya adalah perbandingan kekuatan terhadap berat volume beton. Untuk mengurangi berat beton, maka dilakukan suatu penelitian untuk menghasilkan beton ringan yang memiliki *Strength to Weight Ratio* yang lebih baik.

Penelitian oleh Abdullah (2010) didapat bahwa kuat tekan beton ringan busa dapat mencapai  $f_c' = 60$  MPa. Beton yang mutunya demikian dapat digunakan pada elemen struktural. Namun demikian perlu dilakukan penelitian untuk melihat perilaku beton tersebut. Seperti perilaku geser pada balok dan elemen lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh distribusi tulangan geser terhadap kuat geser beton ringan busa berserat.

Dari penelitian ini diketahui kuat geser beton ringan busa berserat dipengaruhi hanya oleh  $A_v$  ( Luas Tulangan Total) atau dipengaruhi oleh distribusi penulangannya. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala.

## TINJAUAN KEPUSTAKAAN

### Konsep Beton Ringan

Menurut Mulyono (2004 : 285), agregat ringan adalah agregat yang mempunyai kepadatan sekitar  $300 - 1850 \text{ kg/m}^3$ . Standar Nasional Indonesia (SNI) memberikan batasan kriteria beton ringan adalah dengan kepadatan  $< 1900 \text{ kg/m}^3$ . Esensi agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis yang ringan dan porositas yang tinggi, yang dapat dihasilkan dari agregat alam maupun hasil *fabrikasi*. Berdasarkan pengertian tersebut ada dua metode untuk membuat beton ringan menggunakan agregat ringan. Pertama adalah membentuk dengan menggunakan agregat ringan yang *porous* dan berat jenis yang kecil. Beton yang terbentuk dinamakan beton agregat ringan. Kedua adalah membuat pori yang tinggi dalam massa mortar, yaitu dengan menambah kandungan udara ke dalamnya.

### Konsep Beton Busa

Menurut Scott (1993) dalam Kamus Lengkap Teknik Sipil, beton busa sebenarnya adalah beton yang mengandung busa kalsium silikat. Beton semacam ini hanya mempunyai 3 bahan baku, karena tidak memerlukan pasir dan batu yang penting seperti pada beton biasa. Beton jenis ini hanya perlu pengikat seperti

semen atau kapur atau campuran dari dua bahan ini, air, dan gelembung gas yang kemudian akan terisi udara.

Jenis beton busa adalah jenis beton yang paling mudah diproduksi. Dengan bahan campuran yang terdiri dari semen, air, dan udara yang berupa buih atau busa, beton busa merupakan salah satu bahan alternatif untuk berbagai elemen konstruksi pada bangunan gedung utama yang non-struktural, seperti dinding dan atap. Buih atau busa yang terdapat dalam beton busa harus terlebih dahulu dibuat dengan mencampurkan cairan busa yaitu cairan yang nantinya menghasilkan buih atau busa dalam proses pencampuran. Konsentrasi cairan busa terdiri dari komposisi bahan-bahan kimia yang dapat menghasilkan buih atau busa yang stabil dalam beton, di mana dapat menahan gaya-gaya baik fisik maupun kimia selama proses pencampuran, pemompaan, penempatan, dan pengaturan beton.

### **Konsep Beton Serat**

Banyak jenis serat yang telah digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Di antaranya adalah serat bahan alamiah ataupun serat buatan/sintetik. Serat alamiah yang sering digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton seperti sabut kelapa, ijuk atau serat tumbuhan yang lain, sedangkan untuk serat buatan/sintetik seperti *acrylic*, *aramid*, *nylon*, *polyester*, *polypropelen*, dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan serat buatan/ sintetik berupa serat *nylon*.

Menurut *American Concrete Institute* (ACI) Committe yang dikutip oleh Iskandar (2000 : 12), beton serat (*fiber reinforced*

*concrete*) adalah konstruksi beton dengan bahan yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat (*fiber*). Beton serat adalah beton yang campurannya ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran (5-500)  $\mu\text{m}$ , dengan panjang sekitar 25 mm (Mulyono, 2004 : 309).

### **Serat Nylon**

Menurut Mulyono (2004 : 317), penelitian yang menggunakan fiber atau serat *nylon* sebagai bahan tambahan diharapkan dapat memberikan perbaikan terhadap kinerja kekuatan geser serta sifat-sifat lain yang menguntungkan.

Jenis serat *nylon* / plastik dan penggunaannya sangat luas. Serat *nylon* yang banyak digunakan berupa lempeng, lembaran dan film. Ditinjau dari penggunaannya serat *nylon* digolongkan menjadi dua yaitu plastik keperluan umum dan plastik untuk bahan konstruksi (*engineering plastics*). Serat *nylon* mempunyai berbagai sifat yang menguntungkan, di antaranya kuat namun ringan. Secara kimia stabil (tidak bereaksi dengan udara, air, asam, alkali dan berbagai zat kimia lain) dan fleksibel/plastis.

### **Baja Tulangan**

Baja tulangan adalah baja yang berbentuk batang yang digunakan untuk penulangan beton. Baja tulangan memiliki mutu yang berbeda-beda sesuai komposisinya. Nilai mutu baja sangat dipengaruhi oleh titik lelehnya ( $F_y$ ).

Baja tulangan bisa berupa besi polos dan besi ulir. Besi polos memiliki permukaan yang

rata dan memiliki daya *interlocking* lebih rendah dari pada besi ulir. Besi ulir memiliki ruas-ruas di sepanjang sisinya, yang menyebabkan besi ini memiliki daya *interlocking* yang kuat.

### Kuat Geser Beton

Menurut Mulyono (2004 : 318), kuat geser beton adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya-gaya lateral.

Menurut Popov (1978 : 23), geser suatu elemen struktur atau material secara numerik adalah sama dengan jumlah dari semua komponen vertikal gaya-gaya luar yang bekerja pada segmen yang terisolasi tetapi dengan arah yang berlawanan.

Elemen akan berputar apabila hanya kedua tegangan vertikal yang timbul dan akan bekerja. Oleh karena itu untuk mempertahankan kesinambungan harus ada tegangan geser yang bekerja pada permukaan horizontal yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan terhadap tegangan geser vertikal (Dipohusodo, 1994 : 111).

Dalam perencanaan kekuatan geser, Jack C. McCormac (2001 : 240) meninjau kekuatan geser nominal ( $V_n$ ) sebagai jumlah dari dua bagian, yaitu:

$$V_n = \phi V_c + \phi V_s \quad (1)$$

dimana :

- $V_n$  = Kekuatan geser nominal (kg) ;
- $V_c$  = Kekuatan geser akibat beton (kg) ;
- $V_s$  = Kekuatan geser akibat tegangan geser (kg) ;
- $\phi$  = Faktor reduksi (untuk semua beton ringan = 0,75)

Anonim (1973 : 1104) memberi suatu pendekatan desain sebagai berikut :

$$v = \frac{V}{b.d}$$

dimana :

- $v$  = Tegangan geser ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) ;
- $V$  = Gaya geser (kg) ;
- $b$  = Lebar bidang geser (cm) ;
- $d$  = Tinggi bidang geser (cm).

### Kuat Tekan Beton

Menurut Mulyono (2004 : 137), kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Walaupun pada beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air serta kualitas pengerjaan dan perawatan mempengaruhi kuat tekan beton. Selain itu kekuatan beton naik secara cepat sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya kecil. Murdock dan Brook (1999), memberikan nilai berkisar 1/8 kuat tekan pada waktu umur muda, dan berkisar 1/20 sesudahnya.

Menurut Amri (2005 : 162), kuat tekan yang terjadi dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dimana :

- $f'_c$  = Tegangan beton yang timbul ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ );
- $P$  = Besar beban yang bekerja (kg);
- $A$  = Luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ ).

### Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik adalah suatu sifat penahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu dalam struktur. Pengujian kuat tarik beton secara langsung (*direct tensile test*)

sukar untuk dapat dilakukan.

Pengujian belah silinder dilakukan mengikuti standar ASTM C 496-90, yaitu dengan meletakkan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm secara horizontal pada alat uji pembebanan tekan. Beban terbagi rata diberikan pada arah tegak lurus sepanjang silinder beton. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian. Menurut Dipohusodo (1994 : 10), kuat tarik belah dapat dihitung dengan Persamaan 3.

$$f_t = \frac{2.P}{f.L.D} \quad (3)$$

dimana :

$f_t$  = Kuat tarik belah silinder beton ( $\text{kg/cm}^2$ );  
P = Beban pada waktu belah (kg);  
L = Panjang benda uji (cm);  
D = Diameter benda uji (cm).

### Konsep Tegangan dan Regangan Baja

Tegangan baja menurut Gere dan Timoshenko (1996 : 4) dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$f_s = \frac{F}{A_s} \quad (4)$$

dimana :

$f_s$  = Tegangan baja ( $\text{kg/cm}^2$ );  
P = Beban (kg); dan  
 $A_s$  = Luas Penampang Baja ( $\text{cm}^2$ ).

Regangan baja menurut Gere dan Timoshenko (1996 : 6) dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$\epsilon_s = \frac{\Delta l}{l_o} \quad (5)$$

dimana :

$\epsilon_s$  = Regangan baja;  
 $l$  = Perpanjangan baja dalam daerah beban (cm); dan  
 $l_o$  = Panjang daerah yang diamati (cm).

### Uji *Push-Off*

Menurut ASTEC-AASHTO, metode pengujian geser dengan metode *push-off* dapat menggunakan benda uji berbentuk Z, atau dapat juga dengan menggunakan balok yang diperkuat lentur, sehingga terjadi kehancuran geser.

Metode *push-off* adalah metode yang menguji ketahanan suatu material yang dapat dipikul pada daerah yang ditinjau akibat adanya gaya (P) atau dorongan, dan adanya bagian yang tertahan yang menyebabkan bagian tertentu terlepas dari bagian yang lain.

Menurut Alan H. Mattock (1976 : 1) *Push-Off* adalah tes geser yang dilakukan pada benda uji yang terbuat dari beton. Pada pengujian *push-off*, gaya yang di transfer dalam arah vertikal, menghasilkan reaksi, sehingga menyebabkan timbulnya geser pada daerah yang terisolasi.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Rencana Penelitian

Benda uji *push-off* menyerupai bentuk huruf Z yang merupakan standar untuk pengujian *push-off*. Untuk mencegah gagalnya benda uji diluar daerah amatan, maka pada tempat yang diperkirakan lemah diberi tulangan diameter 4Ø12 yang diperkuat dengan *wiremesh* yang diikat ke tulangan utama dengan menggunakan kawat Ø1.

Dalam proses pembuatan benda uji, perakitan tulangan dilakukan dengan ketelitian yang tinggi. Jarak antara tulangan perkuatan diukur dengan menggunakan meteran. Perakitan *wiremesh* juga menggunakan mal,

sehingga bentuk tulangan ini bisa menjadi sempurna.

Untuk mengikat tulangan dengan *wiremesh* digunakan kawat ikat. Sedangkan untuk mengikat tulangan geser Ø4, Ø6, dan Ø12 digunakan las, sehingga posisi tulangan geser kaku ditengah.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebahagian besar telah tersedia di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin pembebanan tekan dengan merek Ton Industrie buatan Manhein Jerman yang berkapasitas 20.000 kg, mesin merk Ton Industri No. 2551/90/1970 buatan Manhein Jerman, cetakan ukuran benda uji *push-off* 10 cm x 20 cm x 40 cm, silinder ukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm, timbangan dengan berbagai kapasitas, pengaduk beton (molen) berkapasitas 0,3 m<sup>3</sup>, *foam generator*, *data logger*, *transducer* untuk mengetahui perpindahan benda uji dan peralatan penunjang lainnya.

Detail proporsi campuran, FAS, SG, dan persentase serat campuran beton ringan busa diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 1. Proporsi campuran FAS, SG, dan persentase serat campuran beton ringan busa pada benda uji**

No	Uraian	Benda Uji		
		1Ø12	4Ø6	9Ø4
1	FAS	0,4	0,4	0,4
2	SG	1,6	1,6	1,6
3	Persentase Serat	1%	1%	1%

### Pembuatan dan perawatan benda uji

Sebelum pengecoran molen dibasahi dan dibersihkan terlebih dahulu agar bahan-bahan

yang tertinggal di dalam molen terbuang. Demikian juga dengan wadah penampungan mortar. Kemudian *foam* diambil dari generator busa dengan menggunakan sebuah kontainer. Busa itu sendiri merupakan hasil pengolahan *foam agent* yang dicampur dengan air dari generator busa. Busa yang diproses di dalam generator busa dikontrol densitasnya dengan penyetulan tekanan dan volume kompresor udara dari generator tersebut dengan nilai berkisar antara 80-90 gram/liter. Sebelum busa dimasukkan, terlebih dahulu dilakukan *flow test*. Nilai *flow test* yang baik adalah 20 cm.

Campuran beton dimasukkan kedalam mal *push-off* dan silinder dengan menggunakan sendok semen. Pengecoran dilakukan dengan hati-hati agar volume beton tidak banyak yang terbuang.

Perawatan beton busa dilakukan sesuai dengan SNI 03-3402-1994 tentang metode pengujian berat isi beton ringan struktural. Urutan perawatan dilakukan dengan merendam selama 6 hari pada temperatur 16<sup>0</sup>C sampai 27<sup>0</sup>C lalu dikeringkan selama 21 hari pada suhu ruangan.

Penempatan benda uji didalam kolam sangat diperhatikan. Kondisi benda uji tidak dalam keadaan terbebani oleh beban luar, sehingga pengujian yang dilakukan dapat lebih optimal.

### Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian kuat geser yang dilakukan dengan menggunakan mesin pembebanan dengan merek Ton Industrie buatan Manhein Jerman, yang berkapasitas 20000 kp pada benda uji *push-off*.

Pada saat pengujian, benda uji diletakkan pada sebuah bidang plat baja yang berisikan kumpulan *roller* yang bertujuan untuk menghindari terjadinya beban lateral pada bagian bawah benda uji. Beban diberikan sampai benda uji runtuh. Untuk mendeteksi regangan aksial dan lateral pada setiap penambahan beban, maka dipasang *dial gauge* pada *frame* guna mengukur perpindahan benda uji. Setiap hasil pembacaan *dial* dicetak pada kertas printing paper P-60 dengan menggunakan *data logger* TDS-320 yang datanya langsung tercatat pada data tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perencanaan Proporsi Campuran Beton Busa

Hasil perhitungan proporsi campuran sesuai dengan langkah perhitungan komposisi beton busa dengan penambahan serat nilon seperti pada table berikut:

### Hasil Pengecoran Beton Busa

Penelitian ini dilaksanakan dengan 3 (tiga) kali pengecoran. Jumlah adukan beton busa dengan penambahan serat nilon yang diperlukan untuk sekali pengecoran sesuai dengan SG yang diinginkan yaitu 1,6 dan Serat nilon yang dicampur sebanyak 1 % terhadap berat jenis beton busa dengan FAS 0,4.

Setelah semen dan air teraduk merata dilakukan pengujian *flow test*. Nilai *flow test* untuk pasta semen yang dihasilkan secara keseluruhan < 20 cm, maka untuk mendapatkan nilai *flow test* pasta semen 20 cm perlu ditambahkan *superplasticizer (SP)* jenis *Sikament Type NN* ke dalam pasta semen

sebanyak 1 s/d 3% dari berat semen. Penambahan *superplasticizer* sangat tergantung pada volume pasta semen yang dicampur, semakin banyak volume semakin banyak penambahan *superplasticizer*.

Setelah penambahan serat dan seluruh material teraduk merata, terhadap mortar yang dihasilkan dilakukan pemeriksaan berat volume beton segar. Hal ini dilakukan untuk mengontrol berat volume beton busa yang diinginkan sesuai dengan berat volume yang dihasilkan. Dari keseluruhan nilai berat volume yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa telah mendekati berat volume yang diinginkan yaitu 1600 g / ltr. Pemeriksaan berat volume dilakukan menggunakan literan yang telah diukur volumenya yaitu 1000 ml.

### Perbandingan Kuat Geser Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Busa Berserat

Perbandingan kuat geser terhadap kuat tekan digunakan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan bagi kuat geser beton ringan busa berserat. Hasil pengujian tekan beton ringan busa berserat maksimum, diambil sebagai acuan untuk mendapatkan hubungan ini. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan busa berserat diperlihatkan pada Tabel 3. Diagram hubungan kuat geser terhadap kuat tekan beton ringan busa berserat diperlihatkan pada Gambar 1.

### Perbandingan Geser Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Ringan Busa

Perbandingan kuat tarik belah terhadap kuat geser dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara kuat tarik belah beton

ringan busa berserat terhadap kuat gesernya. Hasil pengujian kuat tarik belah digunakan sebagai acuan. Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan busa berserat diperlihatkan pada Tabel 4. Dari perhitungan tersebut didapatkan diagram hubungan kuat tarik belah terhadap kuat geser, yang disajikan pada Tabel 5. Diagram hubungan hubungan kuat tarik belah terhadap kuat geser beton ringan busa berserat diperlihatkan pada Gambar 2.

### Hubungan Tegangan Geser terhadap Deformasi Benda Uji *Push-off*

Dalam pengujian kuat geser dengan metode *push-off*, akan terjadi perpindahan atau pergeseran benda uji yang akan mengaki-

batkan retak. Retak timbul akibat kapasitas geser dari benda uji sudah terlampaui. Karena itu perlu dilihat hubungan antara tegangan geser terhadap deformasi benda uji *push-off*.

### Perbandingan Kuat Geser Benda Uji *Push-Off* dengan Variasi Tulangan

Perbandingan kuat geser benda uji *push-off* dengan variasi tulangan dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh distribusi tulangan geser terhadap kuat geser beton ringan busa berserat.

Pembandingan kuat geser dilakukan dengan mengambil kuat geser maksimum sebagai acuan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram 3.

**Tabel 2. Komposisi Penambahan Serat Nilon pada benda uji Beton Busa**

SG	Serat Nilon	Semen	Air	Serat Nilon	Foam 1000-(i)
	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(liter)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(j)
1,60	1,00	1.131,43	452,57	16,00	172,86

**Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan Busa Berserat**

Jenis Pengujian	1Ø12	4Ø6	9Ø4
Kuat Tekan	43.500	36.500	36.500
	44.400	29.000	29.000
	61.000	40.200	40.200

**Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Ringan Busa Berserat**

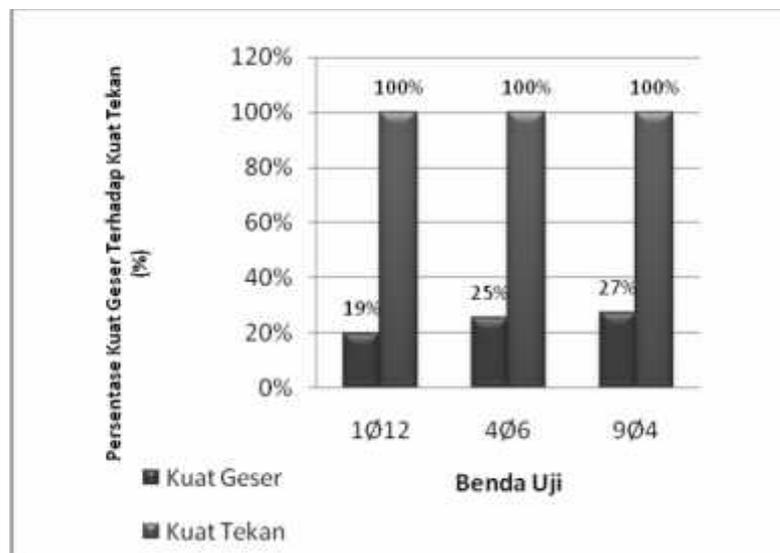
No	Jenis Benda Uji	Dimensi Benda Uji		Beban (P) (Kg)	Kuat Tarik Belah (ft) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Belah (ft) rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
		d (cm)	l (cm)			
1		-	-	-	-	
2	1Ø12	15	29,2	33.500	48,72	48,08
3		15	29	32.400	47,44	
1		15	29	22.500	32,95	
2	4Ø6	15	29	21.500	31,48	31,86
3		15	39	22.000	31,14	
1		15	29	22.500	32,95	
2	9Ø4	15	29	21.500	31,48	31,86
3		15	39	22.000	31,14	

**Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Geser, kuat tekan dan kuat tarik belah.**

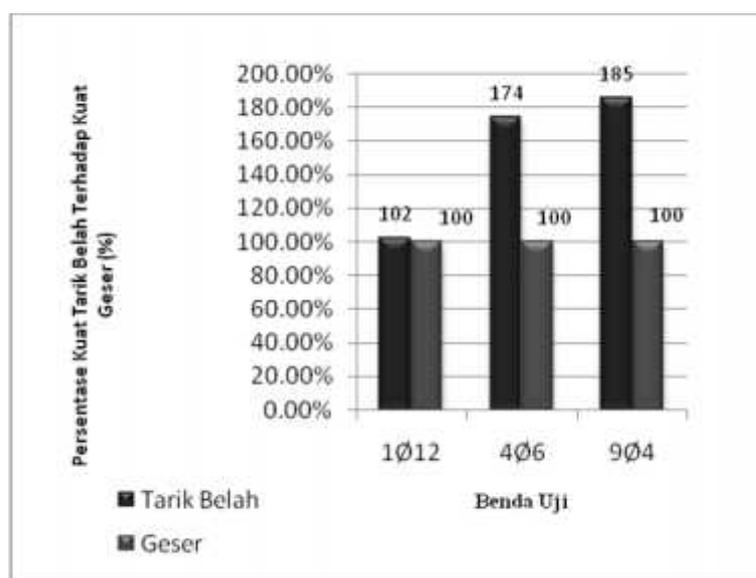
NO	Benda Uji	Kuat Geser (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Belah (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1Ø12	49,25	248,83	48,08
2	4Ø6	55,47	217,13	31,86
3	9Ø4	59,00	217,13	31,86

**Tabel 6. Pertambahan Kuat Geser Akibat Distribusi Tulangan.**

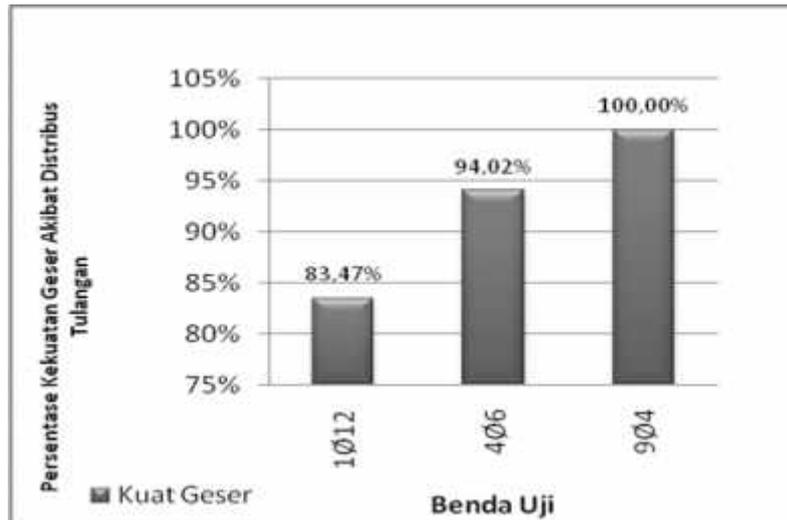
Benda Uji	Kuat Geser (Kg/cm <sup>2</sup> )	Persentase kekuatan	Selisih (%)
1Ø12	49,250	83,47	16,525(-)
4Ø6	55,470	94,02	5,983(-)
9Ø4	59,000	100,00	0,000



**Gambar 1. Diagram hubungan kuat geser terhadap kuat tekan beton ringan busa berserat**



**Gambar 2. Diagram hubungan kuat tarik belah terhadap kuat geser**



Grafik 3. Perbandingan Kuat Geser Benda Uji *Push-Off* dengan Variasi Tulangan

### Pembahasan

Dari pengujian didapatkan nilai persentase kuat geser terhadap kuat tekan dengan tulangan 1Ø12 adalah 19,793 %, tulangan 4Ø6 adalah 25,574 %, dan 9Ø4 adalah 27,173 %. Dari hasil yang diperoleh dapat terlihat bahwa kuat geser maksimum dihasilkan oleh beton busa berserat dengan distribusi tulangan yang paling besar.

Dari pengujian didapatkan nilai persentase kuat geser terhadap kuat tarik belah memiliki selisih 2,44 % pada 1Ø12, 74,13% pada 4Ø6 dan 85,21% pada 9Ø4.

Dalam penelitian ini didapatkan hubungan antara kuat geser dengan distribusi tulangan geser. Kuat geser disumbang oleh berbagai elemen penyusun benda uji *push-off* ini. Kuat tekan beton yang dihasilkan didapat dari pengujian kuat tekan, dan digunakan sebagai nilai  $V_c$  dari benda uji ini.

Penggunaan tulangan juga menyumbangkan kontribusi yang sangat besar bagi peningkatan kuat geser beton ringan busa berserat ini. Nilai  $V_s$  tidak dapat dihitung dengan menggunakan data uji kuat tarik baja

karena pada penelitian tidak digunakan *strain gauge*.

Hasil pengujian kuat geser dengan tulangan 1Ø12 adalah 83,47%, 4Ø6 94,02 %, dan 9Ø4 adalah 100% (kuat geser terbesar). Hasil ini menunjukkan distribusi tulangan dengan luas  $A_v$  yang sama yaitu  $A_v = 113,08 \text{ mm}^2$ , mengakibatkan meningkatnya kuat geser.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian pengaruh distribusi tulangan geser terhadap beton ringan busa berserat dengan metode *push-off* ini adalah :

1. Nilai persentase kuat geser terhadap kuat tekan dengan tulangan 1Ø12 adalah 19,793 %, tulangan 4Ø6 adalah 25,574 %, dan 9Ø4 adalah 27,173 %..
2. Nilai selisih persentase kuat geser terhadap kuat tarik belah adalah 2,44 % pada 1Ø12, 74,13% pada 4Ø6 dan 85,21% pada 9Ø4
3. Dari pengujian didapatkan distribusi tulangan dengan luas  $A_v$  yang sama yaitu  $A_v = 113,08 \text{ mm}^2$ , mengakibatkan mening-

katnya kuat geser, dengan hasil benda uji *push-off* 1Ø12 adalah 83,47%, 4Ø6 adalah 94,02 %, dan 9Ø4 adalah 100% (kuat geser terbesar).

### Saran

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan oleh peneliti lain, dengan memperhatikan beberapa hal dan saran sebagai berikut:

1. Pada tulangan geser dipasang *strain gauge* sehingga dapat diketahui bagaimana peran sebenarnya tulangan saat pengujian dan dapat diketahui tulangan mengalami leleh atau tidak, serta bisa mengetahui tulangan mana yang akan mengalami leleh terlebih dahulu.
2. Hendaknya penerus penelitian ini bisa memperbesar dimensi benda uji, hal ini bertujuan agar bisa dilihat pola retak geser yang benar.

### DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdullah, 2007, *Beton Busa Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan Teknik Sipil*, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh.
- Abdullah, 2010, *Pemanfaatan Bahan Limbah Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Busa Mutu Tinggi*, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh.
- Sjafei,A; 2005, *Teknologi Beton A-Z*, Penerbit Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
- Anonim, 1973, *ASCE-ACI Task committee 426 : “ The Shear Strength of Reinforced Concrete Members”*, Journal of the Structure Division, ASCE vol 99, No.ST6.
- Anonim, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)*, Departemen Pekerjaan Umum dan Bahan Penelitian dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman.
- Anonim, 2004, *Annual Book of ASTM Standards : “Concrete and Aggregates”*, Internasional Standard-worldwide, Section 4, Volume 04.02.
- Dipohosodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- G. Batis, dkk., 2004, *Corrosion Protection of Steel in Pumice Lightweight Mortar by Coating*, Department of Materials Science and Engineering, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Athens, Greece.
- Gere, J. M dan S. P. Timoshenko, 1997, *Mekanika Bahan*, Terjemahan Bambang Suryoatmono Edisi IV, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mattock, A. H., *Shear Transfer In Lighweight Reinforced Concrete*, Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle, Washington.
- McCormac Jack C., 2003, *Desain Beton Bertulang*, Edisi Kelima, Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1999, *Concrete Material and Practice, Edisi keempat*, diterjemahan oleh Stephanus Hindarko, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Neville, A.M., and Brooks, J.J., 1993, *Properties of Concrete*, Longman, London.
- Neville, A.M., 1999, *Concrete Technology*, Longman, London.
- Nilson, A.H., and Winter, G., 1986, *Design of Concrete Structure*, Graw Hill Book Company, London.
- Popov, E.P., 1978, *Mechanics of Materials*, Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Soroushian, Z Bayasi, 1987, *Fibre Reinforced Concrete Design And Application*, Seminar Proceeding, Michigan State University.