

KUAT GESER KOMPOSIT BAJA – BETON DENGAN VARIASI BENTUK PENGHUBUNG GESER DITINJAU DARI UJI GESER MURNI

Krisantus M. Lahamukang (kris.lahamukang@gmail.com)
Penamat dari Jurusan Teknik Sipil FST Undana-Kupang

Jusuf J. S. Pah, (yuserpbdaniel@yahoo.co.id)
Dosen pada Jurusan Teknik Sipil FST Undana-Kupang

Yunita A. Messah, (unie_messah@yahoo.com)
Dosen pada Jurusan Teknik Sipil FST Undana-Kupang

ABSTRAK

Perencanaan komposit mengasumsi bahwa baja dan beton bekerja sama dalam memikul beban yang bekerja, sehingga akan menghasilkan desain profil yang lebih ekonomis. Disamping itu struktur komposit juga mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah lebih kuat dan lebih kaku dari pada struktur non-komposit. Untuk menjamin adanya lekatan antara beton dan balok baja maka harus dipasang alat penyambung geser (*shear Connector*) diatas baja yang berhubungan dengan beton. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekuatan *shear Connector* buatan (*hand made*) mana yang lebih kuat, khususnya *shear Connector* tipe *Stud* dengan mutu baja 305,17 MPa dan *shear Connector* tipe *L* dengan mutu baja 406,10 MPa. Benda uji yang digunakan adalah komposit baja beton dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 164 mm dan tinggi 280 mm dengan dua jenis mutu beton yaitu 17 MPa dan 20 MPa, benda uji komposit tersebut menggunakan dua jenis penghubung geser yaitu penghubung geser tipe *stud* dan penghubung geser tipe *L*. Perencanaan campuran beton mengacu pada SK SNI T-15-1990-03. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk penghubung geser tipe *stud* paling kuat menahan geser pada baja komposit

Kata kunci : komposit, *shear*, kuat geser

ABSTRACT

Composite plan assumes that steel and concrete collaborating in bearing the working burden; this will result in a more economical profile design. Besides, the composite structure also has several advantages, such as stronger and more rigid than the non-composite structure. To ensure coherency between the concrete and steel beams, it must be installed a shear connector device on the steel that connected with concrete. The purpose of this study was to determine which shear connector's strength is stronger; especially the Stud type shear connector with steel quality of 305,17 MPa and the L type shear connector with steel quality of 406,10 MPa. Specimens used were steel-concrete composite with a length of 200 mm, width 164 mm and height of 280 mm with the quality of two types of concrete quality which are 17 MPa and 20 MPa, the composite specimens using two types of shear connector, which are Stud type shear connector and L type shear connector. Concrete mixture planning refers to SK SNI T-15-1990-03. Result of this study shows that stud type shear connector form strongly resists the shear of a steel composite as much as 26,50 KN for concrete quality of 17 MPa and 33,83 KN for concrete quality of 20 MPa.

Key words : composite, shear connector, shear strength

Pendahuluan

Struktur komposit antara beton dan balok baja merupakan struktur yang memanfaatkan kelebihan dari beton dan baja yang bekerja bersama-sama sebagai satu kesatuan. Kelebihannya adalah beton kuat terhadap tekan dan baja kuat terhadap tarik. Balok baja pada konstruksi dan pelat beton yang dicor ditempat, sebelumnya didesain berdasarkan asumsi bahwa pelat beton dan baja dalam menahan beban bekerja secara terpisah. Pengaruh komposit dari pelat beton dan baja yang bekerja bersama-sama tidak diperhitungkan. Pengabaian ini berdasarkan asumsi bahwa ikatan antara pelat beton dengan bagian atas balok baja tidak dapat diandalkan. Namun dengan kemajuan penggunaan las, penggunaan penyambung geser mekanis menjadi praktis untuk menahan gaya geser horisontal.

Penghubung geser (*shear connector*) berfungsi untuk menahan geser horizontal yang terjadi selama pembebanan. Untuk mendapatkan penampang yang sepenuhnya komposit, penghubung geser harus cukup kaku sehingga dapat menahan geseran yang terjadi pada bidang pertemuan antara beton dan balok baja.

Berbeda bentuk pada penghubung geser mengakibatkan kekuatan yang dihasilkan juga berbeda. Kelemahan dari penghubung geser *stud* adalah dapat mengalami deformasi lentur pada saat pembebanan sehingga tidak cukup kuat untuk menahan geser. Untuk mengantisipasi hal tersebut, biasanya dalam pelaksanaan di lapangan dipasang penghubung geser *stud* dalam jumlah banyak. Jenis penghubung geser lainnya yang biasa digunakan pada konstruksi yaitu penghubung geser yang dibuat berbentuk L, penghubung geser ini mengandalkan luas penampang bidang kontak untuk menahan geser.

Landasan Teori

Kuat Tekan (σ_c)

Nilai kuat tekan beton didapat melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan dengan kecepatan peningkatan beban tertentu di atas benda uji (Asroni, A, 2010). Untuk menghitung besarnya kuat tekan kubus beton dipergunakan persamaan matematis berikut:

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

σ_c = Kuat Tekan (N/mm²)

P = Beban Tekan (N)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Sumber : Asroni, A, 2010

Kuat Tarik (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Dimana:

F = Kuat Tarik (N)

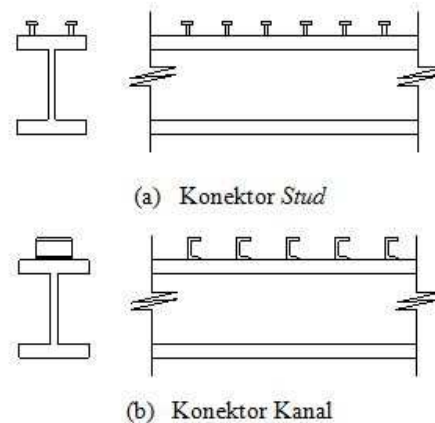
σ = Tegangan Tarik (N/mm²)

A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Sumber : Asroni, A, 2010

Kekuatan Penghubung Geser

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 - 1729 - 2002 Kapasitas suatu penghubung geser untuk dapat menahan gaya geser horizontal dipengaruhi oleh kekakuan dan luas bidang kontak penghubung geser tersebut dengan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya deformasi pada penghubung geser yaitu bentuk dan ukurannya, lokasinya pada balok, lokasi momen maksimum dan cara pemasangannya pada balok baja.



Gambar 1. Jenis-jenis Penghubung Geser

Kekuatan nominal suatu penghubung geser dapat ditentukan menggunakan rumus

a. Penghubung geser stud :

Kuat nominal suatu penghubung geser jenis *stud* yang di tanam dalam pelat beton:

$$P_n = 0,5 A_{sc} \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq A_{sc} \cdot f_u \quad (3)$$

Dimana:

P_n : Kekuatan nominal satu stud (N)

A_{sc} : luas penampang penghubung geser stud berkepala (mm²)

E_c : modulus elastisitas beton

f'_c : kekuatan tekan beton (MPa)

f_u : tegangan putus penghubung geser (MPa)

Sumber : SNI 03 - 1729 - 2002

Untuk penempatannya pada profil baja, penghubung geser mempunyai syarat sebagai berikut:

- Selimut lateral minimum = 25 mm, kecuali ada dek baja.
- Diameter maksimum = 2,5 x tebal sayap profil yang ditempati.
- Jarak antara penghubung geser sepanjang balok baja minimum = 6 x diameter penghubung geser.
- Jika digunakan dek baja gelombang, jarak minimum penghubung geser dapat diperkecil menjadi 4 x diameter.

b. Penghubung geser kanal :

$$P_n = 0,3 (t_f + 0,5 t_w) L_c \sqrt{f'_c \cdot E_c} \quad (4)$$

Dimana:

P_n : Kekuatan nominal satu kanal (N)

t_f : tebal sayap kanal (mm)

t_w : tebal badan kanal, (mm)

L_c : panjang kanal (mm)

f'_c : kekuatan tekan beton (MPa)

E_c : modulus elastisitas beton

Sumber : SNI 03 - 1729 - 2002

Dari rumus di atas dapat dilihat bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan suatu penghubung geser dalam mentransfer gaya geser horisontal adalah :

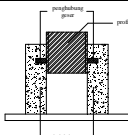
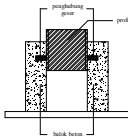
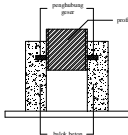
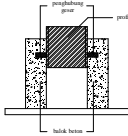
- 1) Luas penampang penghubung geser;
- 2) Kekuatan tekan pelat beton;
- 3) Modulus elastisitas dari pelat beton;
- 4) Kekakuan penghubung geser

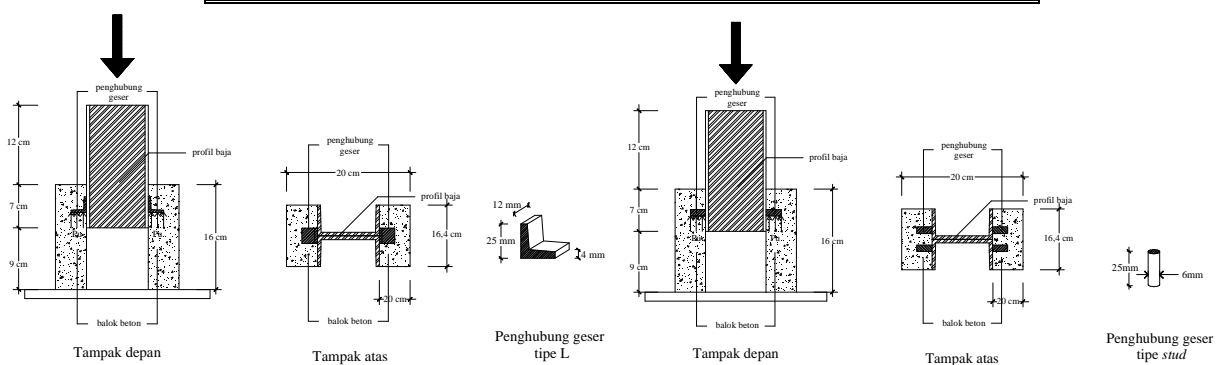
Metode Penelitian

Rancangan Spesimen Benda Uji

Spesimen benda uji dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Rencana jenis spesimen benda uji

Benda uji	Kode Benda uji	Mutu beton (MPa)	Jenis Penghubung Geser	Gambar
I	17 S - 01 17 S - 02 17 S - 03	17 17 17	Stud Stud Stud	
II	17 L - 01 17 L - 02 17 L - 03	17 17 17	L L L	
III	20 S - 01 20 S - 02 20 S - 03	20 20 20	Stud Stud Stud	
IV	20 L - 01 20 L - 02 20 L - 03	20 20 20	L L L	



Gambar 2. Komposit dengan penghubung geser tipe L dan tipe stud

Untuk mengetahui penghubung geser tipe mana yang paling kuat dilakukan proses dalam beberapa tahapan, yaitu:

Tahap I : Penyediaan Dan Pembuatan penghubung geser

Pada tahap ini dilakukan penyediaan bahan pembuatan penghubung geser dan material agregat yang dipakai dalam pembuatan pasta komposit. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian material untuk memastikan material yang digunakan memenuhi syarat yang telah ditetapkan.

Tahap II : Pengujian Mutu Beton dan Pengujian Mutu Baja

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian kuat tekan (f_c') dan kuat tarik penghubung geser (f_y). Pengujian kuat tekan beton yang sesuai SNI 03-1974-1990. Dengan beton yang direncanakan untuk digunakan adalah beton normal dengan mutu (f_c') 17 MPa dan 20 MPa. Kubus beton yang diuji sebanyak 6 kubus beton. Hasil kuat tekan (f_c') diperoleh dari tiap 3 kubus beton dengan perlakuan yang sama saat di mix, didapat kuat tekan rata-rata. Komposisi campuran kubus beton yang diuji adalah yang sama dengan komposisi campuran sampel komposit yang digunakan pada pengujian. Sedangkan pengujian kuat tarik, penghubung geser yang digunakan merupakan penghubung geser buatan tangan. Di tahap ini kita ingin mengetahui seberapa besar kuat tarik (f_y) dari penghubung geser yang digunakan dalam penelitian ini

Tahap III : Pengujian Kuat Geser.

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian terhadap sampel benda uji. Sampel yang digunakan pada pengujian ini adalah sebanyak 12 buah yaitu 6 buah sampel dengan penghubung geser tipe *stud* yang terdiri dari 3 buah dengan mutu beton 17 MPa dan 3 buah dengan mutu 20 MPa, kemudian 6 buah sampel dengan penghubung geser tipe L yang terdiri dari 3 buah dengan mutu beton 17 MPa dan 3 buah dengan mutu 20 MPa.

Hasil Dan Pembahasan

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kubus betondi uji setelah mencapai 28 hari. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tekan Beton Umur 28 Hari

Mutu Beton Rencana	No	A(mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan (N)	Tegangan Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
17 MPa	1	22500	8088,50	492000	18,15	17,40
	2	22500	8280,00	458000	16,90	
	3	22500	8341,50	465000	17,15	
20 MPa	1	22500	7992,50	660000	24,35	20,17
	2	22500	8024,00	530000	19,55	
	3	22500	8117,00	450000	16,60	

Untuk perhitungan-perhitungan dalam analisis pada penelitian ini, maka nilai mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 17.40$ MPa dan 20.17 MPa

Pengujian Kekuatan Penghubung Geser

Pengujian ini merupakan pengujian inti dari penelitian ini. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kekuatan dari penghubung geser yang dipasang pada komposit baja-beton tersebut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekuatan Penghubung Geser Dengan Mutu Beton 17 MPa

Sampel	Berat (g)	Pu (KN)	Penamaan	Keterangan
1	10120,5	30,00	17 S-01	ada retak, stud bengkok, lubang elips
2	10267,5	27,50	17 S-02	ada retak, stud bengkok, lubang elips
3	10430	22,00	17 S-03	ada retak kecil, stud bengkok, lubang cacat
4	10276	20,00	17 L-01	tidak ada retak, siku bengkok, lubang tidak cacat
5	10260	18,00	17 L-02	ada retak, siku bengkok, lubang tidak cacat,
6	10368	20,00	17 L-03	tidak ada retak, siku bengkok, lubang tidak cacat

Tabel 5. Hasil Pengujian Kekuatan Penghubung Geser Dengan Mutu Beton 20 MPa

Sampel	Berat (g)	Pu (KN)	Penamaan	Keterangan
1	10211	32,50	20 S-01	ada retak, stud bengkok, lubang elips
2	10540	34,00	20 S-02	ada retak, stud bengkok, lubang elips
3	10446,5	35,00	20 S-03	ada retak, stud bengkok, lubang tidak cacat.
4	10509	22,50	20 L-01	ada retak, siku bengkok, lubang tidak cacat
5	10471	22,50	20 L-02	ada retak, siku bengkok, lubang cacat
6	10300	22,00	20 L-03	tidak ada retak, siku bengkok, lubang tidak cacat

Mekanisme Keruntuhan Spesimen Dengan Mutu 17 Mpa

a. Spesimen 17 S – 01

Pada spesimen ini balok beton mengalami kehancuran hingga mencapai beban ultimit. Penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan dan menekan pada balok beton sehingga terjadi retak pada balok beton. Seiring dengan penambahan beban maka lubang yang terbentuk berbentuk elips sebelum terjadi retak di bawah lubang tersebut. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 S – 01 adalah 30 KN .



Gambar 3. Kegagalan spesimen 17 S- 01

b. Spesimen 17 S – 02

Sama seperti spesimen 17 S – 01 spesimen 17 S – 02 ini balok beton mengalami kehancuran hingga mencapai beban ultimit. Penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan dan menekan pada balok beton sehingga terjadi retak pada balok beton. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 S – 02 adalah 27,5 KN. Lubang yang terbentuk berbentuk elips sebelum terjadi retak di bawah lubang tersebut.



Gambar 4. Kegagalan spesimen 17 S- 02

c. Spesimen 17 S – 03

Pada spesimen ini penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan dan menekan pada balok beton sehingga terjadi retak pada balok beton walaupun kecil. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 S – 03 adalah 22 KN. Pada lubang terdapat cacat yaitu lubang bertambah besar akibat beban yang diberikan.



Gambar 5. Kegagalan spesimen 17 S- 03

d. Spesimen 17 L – 01

Pada spesimen ini penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan namun tidak menimbulkan retak pada balok beton. Seiring dengan penambahan beban maka lubang yang terbentuk berbentuk persegi. Hal ini disebabkan karena bentuk penghubung geser yang dipakai berbentuk persegi. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 L – 01 adalah 20 KN.



Gambar 6. Kegagalan spesimen 17 L- 01

e. Spesimen 17 L – 02

Pada spesimen ini balok beton mengalami kehancuran hingga mencapai beban ultimit. Penghubung geser siku yang terpasang mengalami kebengkokan dan menekan pada balok beton sehingga terjadi retak pada balok beton. Namun pada sampel ini lubang tidak mengalami cacat atau tidak bertambah besar. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 L – 02 adalah 18 KN



Gambar 7. Kegagalan spesimen 17 L- 02

f. Spesimen 17 L – 03

Pada spesimen ini balok beton tidak mengalami retak. Namun penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan. Seiring dengan penambahan beban maka lubang yang terbentuk bertambah besar sebelum terjadi retak di bawah lubang tersebut. Besarnya beban ultimit pada spesimen 17 L– 03 adalah 20 KN



Gambar 8. Kegagalan spesimen 17 L- 03

Mekanisme Keruntuhan Spesimen Dengan Mutu 20 MPa

a. Spesimen 20 S – 01

Pada spesimen ini terjadi retak yang tegak lurus dengan penghubung geser yang dipasang. Akibat beban yang diberikan maka penghubung geser mengalami kebengkokan yang kemudian lubang tempat penghubung geser berbentuk elips. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 S–01 adalah 32,5 KN.



Gambar 9. Kegagalan spesimen 20 S- 01

b. Spesimen 20 S – 02

Pada spesimen ini terjadi retak yang tegak lurus dengan penghubung geser yang dipasang. Akibat beban yang diberikan maka penghubung geser mengalami kebengkokan yang kemudian lubang tempat penghubung geser berbentuk elips. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 S–02 adalah 34 KN.



Gambar 10. Kegagalan spesimen 20 S- 02

c. Spesimen 20 S – 03

Kerusakan yang terjadi pada spesimen ini yaitu adanya retak yang diakibatkan dari beban yang diberikan pada penghubung geser. Penghubung geser yang dipasang mengalami kebengkokan dan lubang tempat penghubung geser menjadi bertambah besar. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 S– 03 adalah 35 KN.



Gambar 11. Kegagalan spesimen 20 S- 03

d. Spesimen 20 L – 01

Pada spesimen ini beton mengalami keretakan, penghubung geser yang dipasang mengalami kebengkokan dan lubang tempat penghubung geser terpasang mengalami cacat atau bertambah besar. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 L– 01 adalah 22,5 KN.



Gambar 12. Kegagalan spesimen 20 L- 01

e. Spesimen 20 L – 02

Pada spesimen ini beton mengalami keretakan. Penghubung geser yang dipasang mengalami kebengkokan, namun lubang tempat penghubung geser terpasang tidak mengalami cacat atau bertambah besar. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 L– 02 adalah 22,5 KN.



Gambar 13. Kegagalan spesimen 20 L- 02

f. Spesimen 20 L – 03

Pada spesimen ini penghubung geser yang terpasang mengalami kebengkokan namun tidak menimbulkan retak pada balok beton dan tidak ada cacat pada lubang tempat penghubung geser terpasang. Hal ini disebabkan karena bentuk penghubung geser yang dipakai berbentuk persegi. Besarnya beban ultimit pada spesimen 20 L – 03 adalah 22 KN



Gambar 14. Kegagalan spesimen 20 L- 03

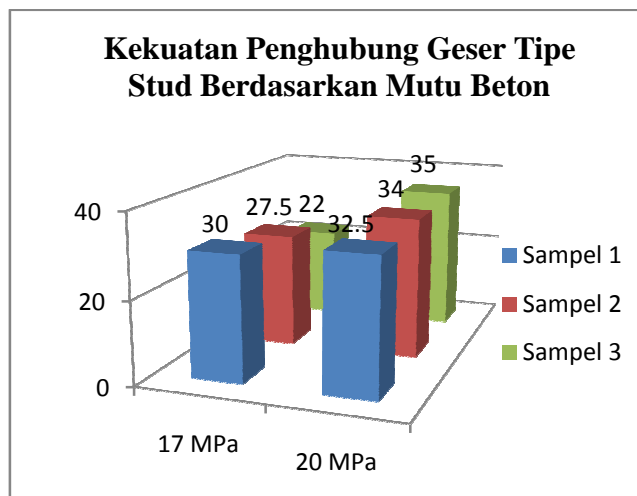
Penghubung Geser Tipe Stud Berdasarkan Mutu Beton

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Penghubung Geser Tipe Stud

Mutu Beton	Jenis penghubung Geser	Penamaan	Pu (KN)		Rnw (KN)	Tnw (KN)	Rnw/Pu %	Pu/Tnw %
17 MPa	Stud	17 S - 01	30		59,94	6,52	50%	78%
		17 S - 02	27,5	26,50	59,94	6,52	54%	76%
		17 S - 03	22		59,94	6,52	63%	70%
20 MPa	Stud	20 S - 01	32,5		59,94	7,68	46%	76%
		20 S - 02	34	33,83	59,94	7,68	43%	77%
		20 S - 03	35		59,94	7,68	42%	78%

Berdasarkan tabel di atas, kekuatan penghubung geser tipe stud bila dilihat dari mutu beton yang dipakai, penghubung geser stud yang menggunakan mutu beton 20 MPa membutuhkan gaya lebih besar yaitu 33,83 KN kemudian sampel akan mengalami kegagalan. Dibandingkan dengan penghubung geser yang menggunakan mutu beton 17 MPa yang hanya membutuhkan gaya sebesar 26,50 KN. Hal ini dapat dilihat juga pada gambar 4.13.

Dapat dilihat pada tabel diatas, gaya yang bekerja pada penghubung geser (Pu) lebih kecil dari kekuatan las (Rnw), maka dapat disimpulkan keruntuhan yang terjadi akibat kegagalan pada beton di sekitar permukaan penghubung geser bukan pada area las.



Gambar 15. Kekuatan penghubung geser tipe stud berdasarkan mutu beton

Berdasarkan SNI 03-1729-2000 kekuatan penghubung geser di pengaruhi oleh luas penampang atau bidang kontak pada penghubung geser dan kekuatan tekan plat beton. Dengan demikian kekuatan mutu plat beton 20 MPa sangat berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan oleh penghubung geser.

Dapat dilihat pula kekuatan yang bekerja pada bidang kontak penghubung geser lebih kecil dari pada gaya yang dibaca pada alat. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu keakurasian alat, gaya gesek antara plat beton dan balok baja dan adanya lekatan yang timbul antara plat beton dan balok baja cukup besar, namun lekatan ini tidak diandalkan untuk mempertahankan keutuhan suatu struktur komposit.

Kekuatan Penghubung Geser Tipe L berdasarkan Mutu Beton

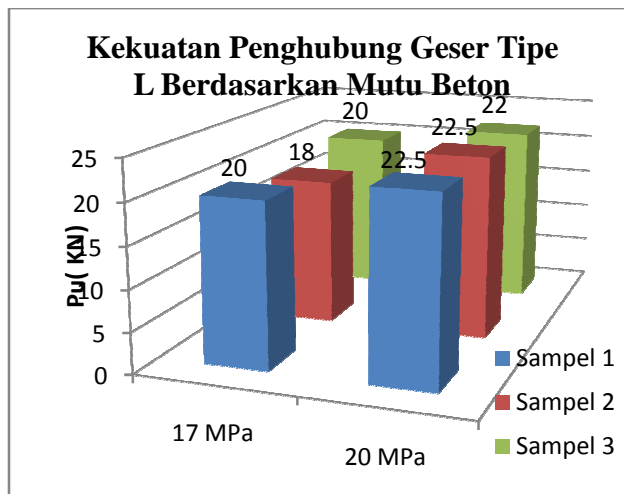
Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Penghubung Geser Tipe L

Mutu Beton	Jenis penghubung Geser	Penamaan	Pu (KN)		Rnw (KN)	Tnw (KN)	Rnw/Pu %	Pu/Tnw %
17 MPa	L	17 L – 01	20		44,95	6,52	56%	67%
		17 L – 02	18	19,33	44,95	6,52	60%	64%
		17 L – 03	20		44,95	6,52	56%	67%
20 MPa	L	20 L – 01	22,5		44,95	7,68	50%	66%
		20 L – 02	22,5	22,33	44,95	7,68	50%	66%
		20 L – 03	22		44,95	7,68	51%	65%

Pada tabel ini dapat dilihat mutu beton 20 MPa lebih kuat memberikan tahanan terhadap kehancuran dari sampel. Gaya yang dibutuhkan agar sampel mengalami kegagalan ialah sebesar 22,33 KN.

Hal ini karena kekuatan tekan dari beton yang digunakan berpengaruh terhadap keruntuhan dari sebuah struktur komposit. Semakin kuat mutu beton yang digunakan maka tahanan yang diberikan terhadap tekanan dari penghubung geser semakin besar pula.

Berikut diagram batang perbandingan kekuatan penghubung geser tipe L pada mutu beton yang berbeda.



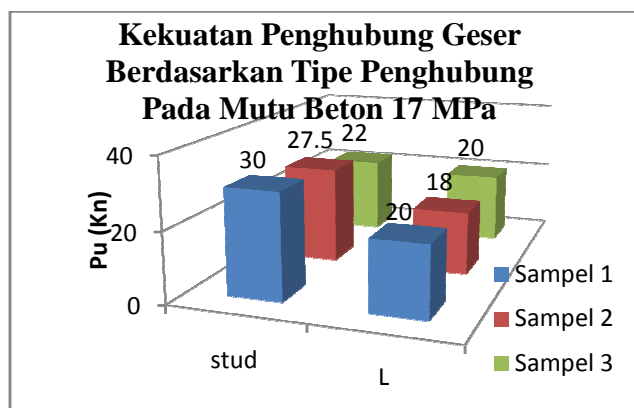
Gambar 16. Kekuatan penghubung geser tipe L berdasarkan mutu beton

Kekuatan Penghubung Geser Berdasarkan Tipe Penghubung Pada Mutu Beton 17 MPa

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Penghubung Geser Pada Mutu Beton 17 MPa

Mutu Beton	Jenis penghubung geser	Penamaan	Pu (KN)		Rnw (KN)	Tnw (KN)	Rnw/Pu %	Pu/Tnw %
17 Mpa	Stud	17 S - 01	30		59,94	6,52	50%	78%
		17 S - 02	27,5	26,50	59,94	6,52	54%	76%
		17 S - 03	22		59,94	6,52	63%	70%
	L	17 L - 01	20		44,95	6,52	56%	67%
		17 L - 02	18	19,33	44,95	6,52	60%	64%
		17 L - 03	20		44,95	6,52	56%	67%

Pada tabel tersebut dapat dilihat dengan mutu beton yang sama yaitu 17 MPa, penghubung geser tipe stud memberikan kekuatan yang lebih besar dibandingkan penghubung geser tipe L. Beban ultimit yang dicapai sebesar 26,50 KN. Hal ini disebabkan karena panghubung geser tipe stud mempunyai ketebalan yang lebih tebal sehingga berpengaruh pada kekuatan dari penghubung geser itu sendiri.



Gambar 17. Kekuatan penghubung geser dengan mutu beton 17 MPa

Pada penelitian ini bentuk dari penghubung geser tipe stud memberikan kekuatan yang lebih besar dari pada penghubung geser tipe L. Hal ini dikarenakan bentuk dari masing-masing penghubung geser memberikan momen inersia yang berbeda pada masing-masing penghubung geser tersebut .

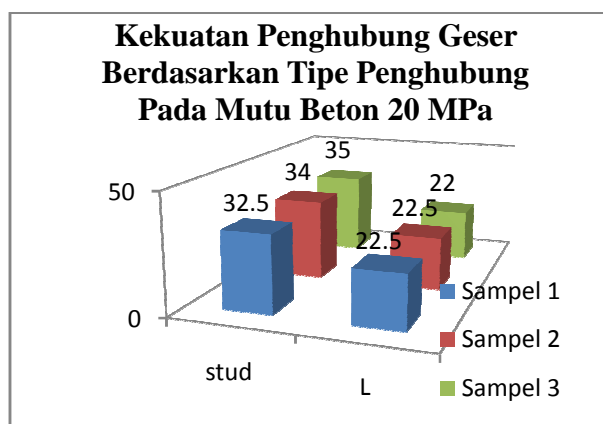
Momen inersia pada penghubung geser yang berbeda memberikan kekakuan yang berbeda pada setiap bentuk dari penghubung geser, di sini kekakuan dari penghubung geser tipe stud lebih besar dari pada kekakuan penghubung geser tipe L, dengan demikian pada penelitian ini dibuktikan penghubung geser tipe stud lebih kuat dibandingkan penghubung geser tipe L.

Kekuatan Penghubung Geser Berdasarkan Tipe Penghubung Pada Mutu Beton 20 MPa

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Penghubung Geser Pada Mutu Beton 20 MPa

Mutu Beton	Jenis penghubung Geser	Penamaan	Pu (KN)		Rnw (KN)	Tnw (KN)	Rnw/Pu %	Pu/Tnw %
20 Mpa	Stud	20 S - 01	32,5		59,94	7,68	46%	76%
		20 S - 02	34	33,83	59,94	7,68	43%	77%
		20 S - 03	35		59,94	7,68	42%	78%
	L	20 L - 01	22,5		44,95	7,68	50%	66%
		20 L - 02	22,5	22,33	44,95	7,68	50%	66%
		20 L - 03	22		44,95	7,68	51%	65%

Dapat dilihat pada tabel diatas dengan mutu beton yang sama yaitu 20 MPa, penghubung geser tipe stud memeberikan kekuatan yang lebih besar dibandingkan penghubung geser tipe L. Beban ultimit yang dicapai sebesar 33,83KN.



Gambar 18. Kekuatan penghubung geser dengan mutu beton 20 Mpa

Sama seperti pada hasil pengujian yang menggunakan mutu beton 17 MPa, disini bentuk penghubung geser berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan. Bentuk dari penghubung geser tipe stud memberikan kekakuan yang lebih besar dibandingkan penghubung geser tipe L, dengan demikian kekuatan yang di hasilkan juga lebih besar.

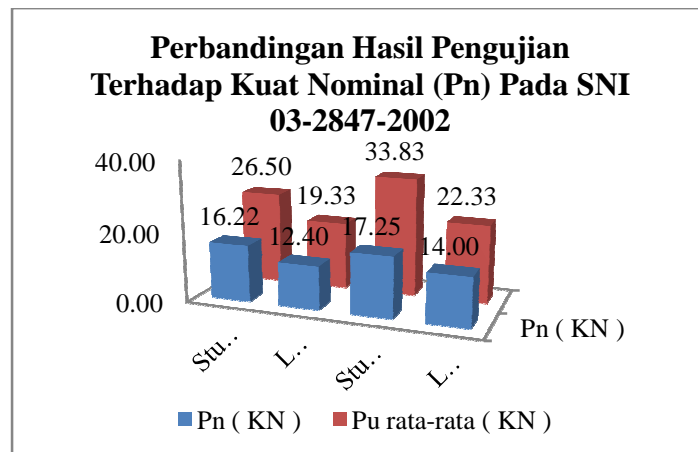
Perbandingan Hasil Pengujian Kekuatan Penghubung geser Terhadap Kuat Nominal (Pn) Pada SNI 03-2847-2002

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 kekuatan nominal penghubung geser dapat ditentukan menggunakan rumus yang terdapat pada bab dua. Pada pengujian yang dilakukan ini kekuatan yang dihasilkan dari penghubung geser lebih besar dari kuat nominal yang ditetapkan berdasarkan rumus pada SNI. Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawa ini.

Tabel 10. Tabel Perbandingan Hasil Pengujian Kekuatan Penghubung Geser Terhadap Kuat Nominal (Pn) Pada SNI 03-2847-2002

Mutu Beton	Jenis penghubung Geser	Penamaan	Pu (KN)	Pu rata-rata (KN)	Pn (KN)
17 Mpa	Stud	17 S - 01	30,00	26,50	16,22
		17 S - 02	27,50		
		17 S - 03	22,00		
	L	17 L - 01	20,00	19,33	12,40
		17 L - 02	18,00		
		17 L - 03	20,00		
20 Mpa	Stud	20 S - 01	32,50	33,83	17,25
		20 S - 02	34,00		
		20 S - 03	35,00		
	L	20 L - 01	22,50	22,33	14,00
		20 L - 02	22,50		
		20 L - 03	22,00		

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai Pu dari setiap benda uji untuk kedua mutu beton yang digunakan lebih besar dibandingkan nilai kuat nominal (Pn). Berikut diagram batang dari tabel di atas.



Gambar 19. Perbandingan Hasil Pengujian Kekuatan Penghubung Geser Terhadap

Kuat Nominal (Q_n)

Kuat nominal merupakan kemampuan elemen struktur dalam menerima beban yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi dari tata cara pada SNI 03-2847-2002. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh melebihi kuat nominal pada SNI 03-2847-2002

Pengaruh Bentuk Terhadap Kekuatan Dari Penghubung Geser

Bentuk dari penghubung geser dapat berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan dari penghubung geser tersebut. Hal ini dikarenakan bentuk dari permukaan penghubung geser dapat menghasilkan momen inersia penampang yang berbeda pada setiap bentuk penghubung geser tersebut. Momen inersia yang berbeda pada setiap bentuk penghubung geser menghasilkan nilai kekakuan yang berbeda pada setiap jenis penghubung geser tersebut.

Tabel 11. Nilai Kekakuan Masing-Masing Penghubung Geser

Tipe Penghubung Geser	Momen Inersia (mm ⁴)	Kekakuan
Stud	1017,36	8138880
L	576,00	4608000

Kekakuan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan oleh penghubung geser seperti yang telah di jelaskan pada bab dua, semakin kaku penghubung geser maka semakin besar pula kekuatan penghubung geser tersebut. Jadi dengan demikian bentuk dari penghubung geser secara tidak langsung berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Dari hasil pengujian dapat dilihat penghubung geser tipe stud lebih kuat memberikan tahanan sebelum sampel mengalami kegagalan. Untuk mutu beton 17 MPa penghubung geser tipe *stud* menghasilkan kekuatan 26,50 KN, dan penghubung geser tipe L menghasilkan kekuatan 19,33 KN. Untuk mutu beton 20 MPa penghubung geser tipe *stud* menghasilkan kekuatan 33,83 KN, dan penghubung geser tipe L menghasilkan kekuatan 22,33 KN.

Hasil pengujian benda uji secara umum mengalami kegagalan pada daerah sekitar penghubung geser dan keruntuhannya terjadi pada beton bukan pada daerah las.

Semakin besar mutu beton yang dipakai pada struktur komposit maka semakin kuat pula struktur komposit tersebut.

Saran

Berdasarkan pengamatan selama penelitian maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut: Dalam pembuatan spesimen komposit perlu diperhatikan proses pemadatan campuran beton pada bekisting agar diperoleh kepadatan yang merata.

Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan variasi luas bidang kontak pada penghubung geser.

Perlu diadakan penelitian yang lebih insentif dengan penambahan tulangan pada pelat beton untuk meningkatkan kemampuan penghubung geser

Daftar Pustaka

- Asroni, A. 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Cetakan Pertama Edisi Pertama, Penerbit Graha Ilmu, 2010, Yogyakarta.
- Bowles, Joshep E. 1980. *Desain Baja Konstruksi* (Terjemahan), Penerbit Erlangga, 1985, Jakarta.
- BSN, 2002, *SNI 03-1729-2002*. 2002. (*Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*): Bandung
- LPMB, 1989, *SNI 07-0408-1989 (Cara Uji Tarik Logam)*: Bandung.
- LPMB, 1990, *SNI 03-1968-1990 (Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat)*: Bandung.
- LPMB, 1990, *SNI 03-1969-1990 (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar)*: Bandung.
- LPMB, 1990, *SNI 03-1970-1990 (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus)*: Bandung.
- LPMB, 1990, *SNI 03-1974-1990 (Metode Pengujian Kuat Tekan Beton)*: Bandung.
- LPMB, 1991, *SNI 03-2493-1991 (Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton)*: Bandung.
- LPMB, 2002, *SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung)*: Bandung.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Salmon, C.G. dan Johnson, J.E. 1986. *Struktur Baja Desain Dan Perilaku*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Sina, D. 2010, *Pedoman Praktikum Beton*, Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana : Kupang.
- Tjokrodimulyo, K. 1996, *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri : Yogyakarta.
- Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. 1981. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*.:Bandung.

*