

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN PASIR HALUS (*FINESAND*) PADA CAMPURAN SPESI LUMPUR LAPINDO BRANTAS TERHADAP KEKUATAN GESER PANEL FEROSEMEN

**Sri Murni Dewi , Retno Anggraini dan Adrianus H. Nureroan
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. Mayjen Haryono 147 Malang**

ABSTRAK

Panel Ferosemen dari bahan lumpur lapindo adalah suatu konstruksi beton bertulang tipis, yang menggunakan semen hidrolis dan agregat halus (lumpur lapindo dan *fineland*) yang ditulangi dengan lapisan-lapisan kawat anyam jala yang bergaris tengah kecil dan menerus.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian geser panel ferosemen dengan bahan lumpur lapindo, diamati dan dianalisis terhadap kekuatan geser maksimum yang terjadi. Panel ferosemen dibuat dengan variasi persentase penambahan *fineland* 10%, 20% dan 30%. Benda uji dibuat sebanyak 5 buah untuk masing-masing variasi penambahan *fineland*. Pembebanan dilakukan dengan pemberian beban terpusat pada masing-masing panel.

Secara eksperimental, kekuatan geser panel ferosemen semakin besar pada penambahan *fineland* sampai batas 30%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya persentase penambahan *fineland* yang lebih besar dan penggunaan anyaman kawat sebagai tulangan pada panel ferosemen menjadikan kemampuan untuk menahan gaya geser menjadi lebih besar. tetapi hal ini belum menunjukkan tren yang sebenarnya, yaitu batas optimum sesungguhnya beban panel ferosemen dengan variasi penambahan *fineland* tertentu.

Kata kunci : panel, ferosemen, *fineland*, geser

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan utama dalam penyediaan perumahan di Indonesia adalah tingginya biaya konstruksi bangunan dan lahan. Kedua jenis komponen biaya itu menghabiskan 60 - 80 persen total biaya membangun rumah. Selama 50 tahun terakhir, perumahan dibangun dengan menggunakan pasangan batu bata sebagai dinding karena murah, tahan api dan tahan angin, tetapi jenis dinding ini tidak tahan gempa karena getas dan berat. Sifat ini dapat terpenuhi pada baja dan beton bertulang. Baja dan beton bertulang relatif lebih ringan dan lentur, tetapi terlalu mahal bagi perumahan rakyat. Baja dan beton bertulang lebih

sesuai untuk perkantoran dan gedung bertingkat.

Melihat dari kondisi diatas, maka perlu untuk melakukan pengembangan dari teknologi produksi bangunan alternatif dengan memanfaatkan bahan lokal yang mudah ditemukan, kuat, dan murah. Selain itu diharapkan kebutuhan bahan bangunan dapat dipenuhi secara mandiri di daerah dan pelaksanaan pembangunan sarana dan prasarana bidang pemukiman akan lebih efisien.

Pada penelitian ini secara eksperimental lumpur lapindo digunakan pada panel ferosemen dengan memvariasikan komposisi pasir halus yang proporsional sehingga diharapkan didapat komposisi yang baik sebagai bahan penyusun panel.

Dari hasil uji pendahuluan dan pengamatan awal, panel mengalami retak-retak. Oleh karena itu pada penelitian ini, dilakukan penambahan komposisi pasir pada campuran bahan lumpur lapindo. Pasir yang akan ditambahkan adalah jenis pasir halus (*finer sand*) dengan ukuran butiran $\leq 0,59$ mm (lolos saringan no.30). Penambahan *finer sand* dengan komposisi tertentu

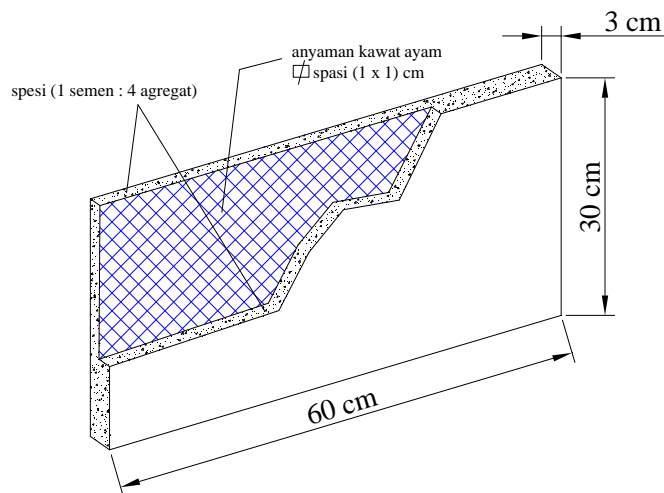
diharapkan dapat mengurangi retak-retak pada panel.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan *finer sand* pada bahan lumpur Lapindo sebagai spesi pada panel dinding ferosemen guna mencari komposisi bahan yang efisien melalui uji mekanis.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi ferosemen menurut *American Concrete Institute Committee (ACI Committee)* yang disetujui oleh *Ferrocement Model Code* dan dikeluarkan oleh *International Ferrocement Society (IFS)*, ferosemen adalah suatu konstruksi beton bertulang

tipis, dimana biasanya menggunakan semen hidrolis yang ditulangi dengan lapisan-lapisan kawat anyam jala yang bergaris tengah kecil dan menerus. Lapisan kawat anyam jala tersebut dapat terbuat dari bahan metal atau bahan lain yang cocok untuk digunakan.



Gambar 1. Penggunaan anyaman kawat ayam pada panel dinding ferosemen

Perkembangan ferosemen di Indonesia telah dilakukan lebih dari 25 tahun, yang diawali dengan pembangunan struktur-struktur pantai. Setelah tahun 1978, teknologi ferosemen mulai mengalami perkembangan pada bentuk-bentuk tipikal masjid, struktur bangunan monumental, struktur irigasi dan pada struktur perumahan-perumahan pracetak. Ferosemen sangat tepat dijadikan material pembentuk perumahan karena ferosemen memiliki kelebihan yang terletak pada kekuatan dan waktu

pengerjaannya yang cepat. (Masdar Helmi,2007)

Aplikasi Ferosemen sebagai Panel dinding Pracetak

Teknologi pracetak adalah teknologi konstruksi dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*). Beberapa prinsip

beton pracetak tersebut dipercaya dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan beton monolit antara lain terkait dengan pengurangan waktu dan biaya, serta peningkatan jaminan kualitas, *predicability*, keandalan, produktivitas, kesehatan, keselamatan, lingkungan, koordinasi, inovasi, *reusability*, serta *relocatability*.(Muhammad Abduh,2007)

Bahan Pembentuk Fero semen

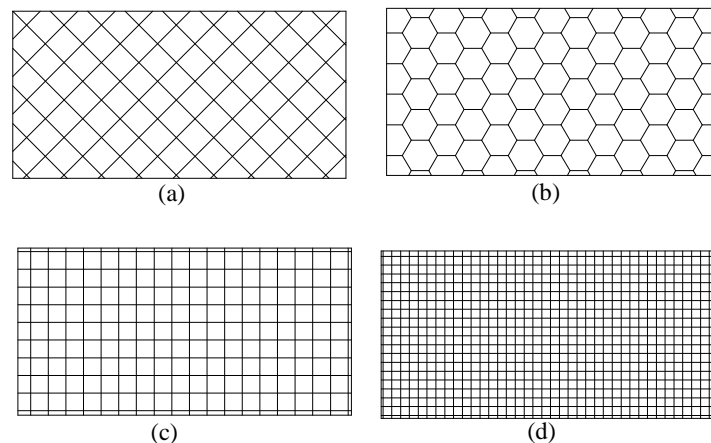
Panel Fero semen dari bahan lumpur lapindo adalah suatu konstruksi beton bertulang tipis, yang menggunakan semen hidrolis dan agregat halus (lumpur lapindo dan *finessand*) yang ditulangi dengan lapisan-lapisan kawat anyam jala yang bergaris tengah kecil dan menerus.

Bahan dan cara penulangan panel fero semen ini dilakukan sedemikian rupa sehingga terbentuk bahan komposit yang memberikan sifat-sifat yang berbeda dengan beton bertulang biasa. Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, menunjukkan bahwa fero semen memiliki ketahanan terhadap beban impak yang tinggi, awet dan kedap air.

Kawat Fero semen (*Reinforcing Mesh*)

Umumnya *wiremesh* merupakan anyaman yang tipis, dapat pula untuk menyatukan anyaman dengan cara pengelasan. Dimensi kawat yang digunakanpun dapat bermacam-macam. Di pasaran terdapat anyaman kawat yang cocok untuk digunakan pada penelitian ini yaitu berdiameter penampang antara 0,1 mm – 0,3 mm. Spasi anyaman kawat biasanya kurang lebih berukuran 35 mm – 70 mm berbentuk persegi.

Kawat jala yang digunakan dalam berbagai macam ukuran dan bentuk, ada yang digalvanisir (diberi lapisan anti karat) sebelum dianyam atau sesudah dianyam. Ukuran kekuatan, kekakuan, cara membuat dan mengolah fero semen sangat mempengaruhi sifat dan kekuatan fero semen yang akan terbentuk. Fero semen menggunakan kawat jala sebagai penahan spesi pada saat masih basah dan penahan beban tarik setelah kering. Macam-macam bentuk kawat jala (*wiremesh*) tersebut adalah kawat jala segi enam, kawat jala las, kawat anyam persegi, dan kawat jala berbentuk wajik.



Gambar 2. contoh bentuk-bentuk anyaman kawat yang ada di pasaran

Pada penelitian ini digunakan tipe anyaman (d) pada gambar 2. dengan spasi yang lebih rapat dibandingkan dengan gambar (c). Lapisan kawat jala (*wiremesh*) dapat juga ditambahkan tulangan sebagai rangka pembentuk.

Tulangan baja yang digunakan berfungsi sebagai rangka untuk memperoleh bentuk yang diinginkan dan sebagai tempat untuk memasang kawat anyam jala dan tulangan baja tersebut tidak berfungsi

sebagai tulangan struktur tetapi berfungsi sebagai pembentuk konstruksi.

Lumpur Lapindo

Semburan lumpur panas di Sidoarjo menyebabkan tergenangnya kawasan permukiman, pertanian, dan perindustrian di tiga kecamatan di sekitarnya, serta mempengaruhi aktivitas perekonomian di Jawa Timur.

Volume lumpur diperkirakan sekitar 5.000 meter kubik per hari. Bahkan pernah mencapai 50 ribu meter kubik per hari. Ini kurang-lebih sama dengan muatan penuh 690 truk peti kemas berukuran besar. Jika stamina semburan lumpur terus bertahan pada kisaran 50 ribu itu, dan pada 31 Oktober 2006, jumlah lumpur akan mencapai 7,1 juta meter kubik. Pada pergantian tahun, volumenya bakal menembus angka 10 juta meter kubik. Diharapkan volume lumpur yang sangat banyak nantinya

dapat berguna dan bermanfaat bagi masyarakat, terutama sebagai campuran panel.

Berdasarkan pengujian toksikologis di 3 laboratorium terakreditasi (Sucofindo, Corelab dan Bogorlab) diperoleh kesimpulan ternyata lumpur Sidoarjo tidak termasuk limbah B3 seperti Arsen, Barium, Boron, Timbal, Raksa, Sianida Bebas dan sebagainya yang tergolong anorganik. Sedangkan untuk bahan organik seperti Trichlorophenol, Chlordane, Chlorobenzene, Chloroform dan sebagainya, hasil pengujian juga menunjukkan semua parameter bahan kimia itu berada di bawah baku mutu. Sehingga kekhawatiran masyarakat selama ini bahwa unsur kimia lumpur Lapindo berbahaya dan beracun adalah tidak benar.

Tabel 1. Hasil Uji B3 Lumpur Lapindo

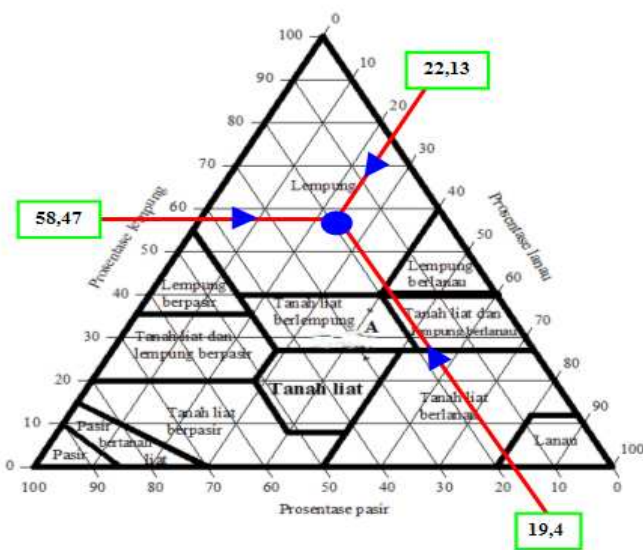
Beberapa hasil pengujian		
Parameter	Hasil uji maks	Baku Mutu (PP Nomor 18/1999)
Arsen	0,045 Mg/L	5 Mg/L
Barium	1,066 Mg/L	100 Mg/L
Boron	5,097 Mg/L	500 Mg/L
Timbal	0,05 Mg/L	5 Mg/L
Raksa	0,004 Mg/L	0,2 Mg/L
Sianida Bebas	0,02 Mg/L	20 Mg/L
Trichlorophenol	0,017 Mg/L	2 Mg/L (2,4,6 Trichlorophenol) 400 Mg/L (2,4,4 Trichlorophenol)

Sumber : <http://id.wikipedia.org>

Berdasarkan pengujian, hasil analisa lumpur Lapindo juga memiliki kandungan mineral dan kimia yang cocok untuk pembuatan bahan keramik dan bahan bangunan, terutama dengan kandungan silikat dan aluminat yang sangat tinggi

Hasil penelitian di laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri

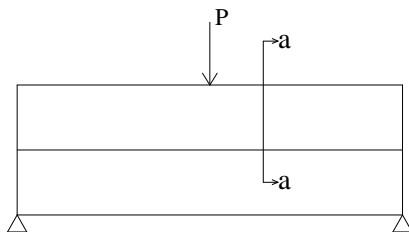
Malang juga menunjukkan kalau lumpur Lapindo mengandung 22,13% lanau, 19,40% pasir dan 58,47% lempung. Dari hasil penelitaian tersebut maka lumpur lapindo termasuk jenis tanah lempung. Jenis tanah ini mempunyai partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air.



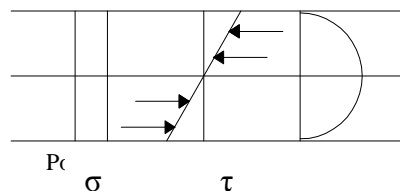
Gambar 4. Klasifikasi Lumpur Lapindo Berdasarkan Tekstur Oleh USDA

Tegangan Geser Pada Balok

Keseimbangan bagian penampang balok dalam arah vertikal diperoleh dengan adanya tegangan geser pada balok. Gaya resultan dari tegangan geser ini yaitu gaya geser internal (VR) sama besar tetapi berlawanan arah dengan gaya



geser eksternal (VE). Untuk memperoleh pengertian tentang besar dan distribusi tegangan geser vertikal, sebaiknya ditinjau dahulu tegangan geser horizontal yang juga terjadi pada balok. Tegangan geser horizontal pada balok yang dibebani beban terpusat P.



Gambar 5. Tegangan pada penampang balok

Tinjau keseimbangan horizontal bagian kiri atas balok. Agar keseimbangan horizontal terpenuhi, tegangan lentur pada muka kiri penampang yang mempunyai resultan kekiri harus diimbangi oleh suatu gaya internal yang berarah kekanan. Gaya yang dimaksud ini merupakan resultan dari tegangan geser horizontal balok.

balok yang dibebani yang berfungsi untuk mengimbangi tegangan lentur yang resultan gayanya ke samping. Tegangan geser vertikal pada suatu titik sama dengan tegangan horizontal pada titik yang sama. Dengan demikian tegangan geser vertikal juga bervariasi secara parabolik dengan nilai maksimum pada sumbu netral.

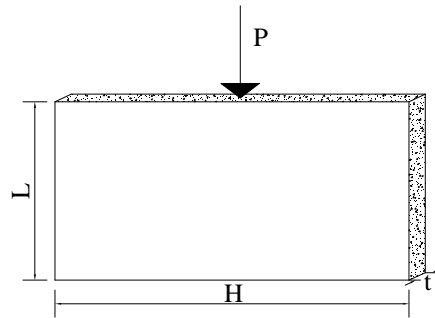
Distribusi tegangan geser bervariasi secara parabolic di seluruh tinggi penampang dari nilai maksimum pada sumbu berat balok ke nilai nol di tepi atas dan bawah balok. Tegangan geser dalam arah horizontal terjadi pada

Kuat Geser Panel

Dalam penelitian ini, akan dihitung kuat geser panel ferosemen dengan variasi perbandingan campuran spesi yaitu 1 : 4. Benda uji yang digunakan adalah panel ferosemen

dengan ukuran (60x30) cm dan ketebalan spesi 3 cm, yang diberi beban terpusat pada tengah bentang. Asumsi tumpuan

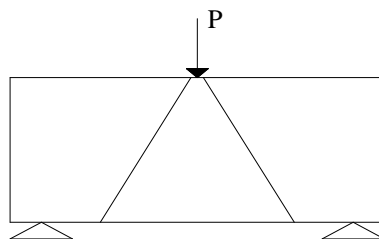
adalah sendi. Dalam analisis ini diasumsikan panel sebagai balok tinggi.



Gambar 6. Benda uji dan pembebanan

Balok tinggi adalah suatu elemen struktur yang mengalami beban seperti pada balok biasa, tetapi mempunyai angka perbandingan tinggi/lebar yang besar, angka perbandingan bentang geser/tinggi tidak melebihi satu dan bidang geser kurang dari kira – kira dua kali tingginya (Nawy : 170). Contoh-contoh jenis elemen struktur ini antara lain dinding yang mengalami beban vertikal, balok bentang pendek yang mengalami beban sangat berat, dan dinding geser.

Pada keadaan limit dengan beban batas, distribusi tegangan tekan pada beton tidak akan lagi mengikuti bentuk parabola seperti yang digunakan pada balok biasa. Pada balok tinggi, biasanya tegangan tarik maksimum pada sisi bawah jauh melebihi besarnya tegangan tekan maksimum. Retak – retak pada balok tinggi hampir selalu vertikal, yang pada keadaan runtuh karena geser, balok ini hampir tergeser dari perletakkannya (Nawy : 173).



Gambar 7. Pola retak balok tinggi

Hipotesis Penelitian

Setelah mempelajari tinjauan pustaka dan permasalahan di atas, maka dapat diambil hipotesis penelitian sebagai berikut :

Penambahan komposisi *fineland* yang baik pada campuran spesi lumpur lapindo akan meningkatkan nilai kekuatan geser spesi itu sendiri sehingga mempengaruhi kekuatan geser panel ferosemen

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan campuran yang dibuat, perbandingan berdasarkan volume

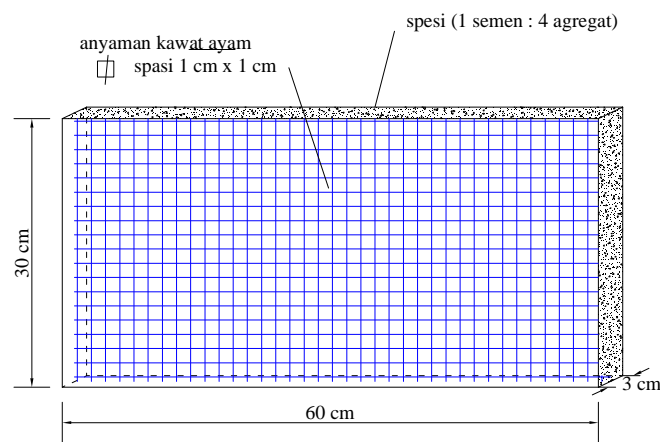
antara **agregat** (lumpur lapindo + *fineland*) dengan **semen** yaitu **4 : 1**.

- b. Ukuran panel ferosemen 60 x 30 cm dengan tebal \pm 3 cm.

- c. Tidak dilakukan perawatan terhadap benda uji, dengan anggapan pengaruh lingkungan adalah sama.
- d. Jenis kawat anyaman adalah sama dengan lebar spasi 0,952 cm
- e. *Finesand* yang digunakan adalah yang berukuran rata-rata $\leq 0,59$ mm (lolos saringan no.30).

Tabel 2. Karakteristik Benda Uji

Sampel	1	2	3
Prosentase <i>finesand</i> (%)	10	20	30
Prosentase Lumpur Lapindo (%)	90	80	70
Jumlah benda uji	5	5	5
Agregat : semen	1 : 4	1 : 4	1 : 4

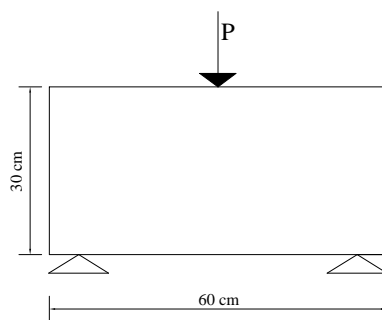


Gambar 8. Benda Uji Panel Fero semen

Uji Kuat Geser Panel Fero semen

1. Pembuatan benda uji dengan ukuran (60x30x3) cm dengan variasi penambahan *finesand* 30%, 20%, 10% terhadap volume agregat masing – masing 5 buah.
2. Pengujian dan pengamatan dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari sejak pengecoran.
3. Benda uji diletakkan di atas dudukan alat uji yang dibuat sedemikian rupa

sehingga panel dapat tertumpu. Pemasangan dial dilakukan dengan memasang jarum baca pada permukaan alat uji. Alat dongkrak berkapasitas 5 ton dipasang pada bagian atas dengan posisi di pusat massa dari benda uji. Pembebanan dilakukan sampai benda uji mengalami perubahan bentuk (runtuh). Adapun skema pembebanan adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Pengujian pada benda Uji

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variabel yang berubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah variasi penambahan *finessand*

2. Variabel tidak bebas (*dependent variable*) yaitu variabel yang tergantung pada variabel bebas. Variabel tidak bebas dalam penelitian ini adalah kekuatan geser panel ferosemen dan berat volume agregat lumpur lapindo.

PEMBAHASAN

Perencanaan Dan Pembuatan Campuran Panel

Dalam perencanaan campuran dibuat berdasarkan persentase berat.

Terdapat tiga perlakuan untuk masing-masing benda uji yaitu :

Tabel 3. Komposisi Lumpur Dan Tanah Liat

Perlakuan	I	II	III
Finesand Halus (%)	10	20	30
Lumpur Lapindo (%)	90	80	70
Jumlah benda uji	5	5	5
Agregat : semen	4 : 1	4 : 1	4 : 1

Sumber : Penelitian

Pembuatan benda uji diawali dengan menimbang berat bahan yang diperlukan sesuai dengan perhitungan perencanaan. Asumsi berat satu campuran spesi perlakuan adalah 44 kg.

Setelah penimbangan bahan kemudian dilakukan pencampuran. Proses pencampuran dilakukan dalam keadaan kering agar antara finesand halus, lumpur, dan semen tercampur secara merata. Pencampuran juga dilakukan secara manual dengan menggunakan sekop. Setelah bahan tercampur secara merata kemudian ditambahkan air dengan tujuan semen, finesand halus dan lumpur yang awalnya dalam keadaan kering dapat saling mengikat sehingga mudah dicetak. Selanjutnya dilakukan pencetakan dengan cetakan panel yang terbuat dari kayu dan triplek berukuran standart yang diperdagangkan di Malang. Ketika akan dilakukan pencetakan terlebih dahulu

permukaan cetakan dilapisi oli dengan tujuan benda uji panel yang telah dicetak dan mengering tidak melekat pada permukaan cetakan, hal ini bertujuan agar memudahkan pada saat pembongkaran cetakan (bekisting).

Setelah pencetakan selesai dilakukan benda uji diangin-anginkan selama 28 hari hingga panel mengeras.

Hasil Uji Kuat Tarik Kawat ayam (*Reinforcing Mesh*)

Pengujian pada kawat ayam ini adalah uji tarik kawat. Sebelum diuji anyaman kawat dipotong-potong sehingga berbentuk utasan sepanjang 30 cm. Utas-utas kawat tersebut diambil secara random dari lembaran anyaman kawat sebanyak 10 utas kawat. Pengujian dilakukan dengan mesin uji tarik dengan kapasitas 20 kN. Hasil uji tarik kawat ditunjukkan pada tabel 4. :

Tabel 4. Uji Tarik Kawat Ayam

No Kawat	Dimensi Kawat			P		ΔL	
	Panjang (cm)	Diameter (cm)	Luasan (cm ²)	Per utas kawat (kg)	rerata (kg)	Per utas kawat (mm)	rerata (mm)
1	30	0,10	0,0079	193,74604	194,2559	17,50	12,46
2	30	0,10	0,0079	188,64746		18,00	
3	30	0,10	0,0079	193,74604		10,50	
4	30	0,10	0,0079	193,74604		13,60	
5	30	0,10	0,0079	193,74604		9,00	
6	30	0,10	0,0079	193,74604		16,00	
7	30	0,10	0,0079	193,74604		9,00	
8	30	0,10	0,0079	198,84462		13,00	
9	30	0,10	0,0079	193,74604		10,00	
10	30	0,10	0,0079	198,84462		8,00	

Sumber : hasil penelitian

Perhitungan Kuat Geser Panel Ferosemen

Dari pembacaan beban pada saat pengujian maka dapat diketahui beban

maksimal dari panel ferosemen, seperti ditunjukkan oleh tabel dibawah ini :

Tabel 5. Massa Jenis Dan Beban Maksimum Panel

Persentase Finesand (%)	10	20	30
Massa Jenis (kg/m ³)	1694,0000	1806,1111	1896,8519
Pmaks Panel (kg)	634,2800	721,9996	786,1024

Dari data hasil perhitungan (Tabel 4.15) dan dari Grafik 4.5 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai variasi penambahan jumlah *finesand* maka semakin besar pula nilai berat jenis panel ferosemen. Pengaruh penambahan

finesand terhadap berat jenis panel akan diuji lagi pada pengujian hipotesis.

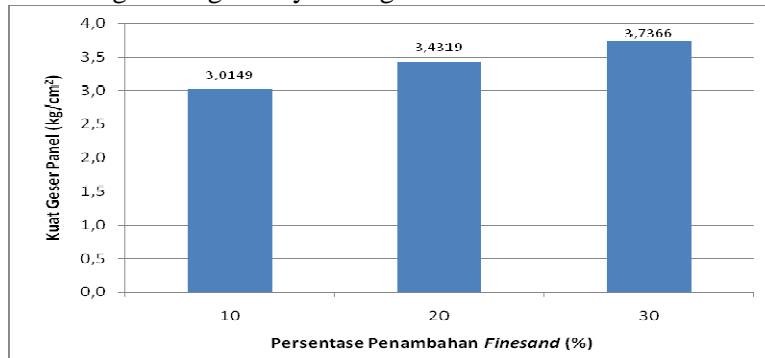
Hasil perhitungan kuat geser dari P maksimum pengujian panel ferosemen dicantumkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kuat Geser Panel Ferosemen

Persentase Finesand (%)	P _{max} (kg)	P _{max} rerata (kg)	τ _{panel} (kg/cm ²)	τ _{panel} rerata (kg/cm ²)
10	590,4203	634,2800	2,806464	3,014944
	573,5511		2,726280	
	759,1118		3,608311	
	556,6820		2,646095	
	691,6352		3,287572	
20	725,3735	721,9996	3,447942	3,431905
	556,6820		2,646095	
	759,1118		3,608311	
	809,7192		3,848865	
	759,1118		3,608311	

30	910,9341	786,1024	4,329973	3,736607
	775,9809		3,688496	
	792,8501		3,768681	
	759,1118		3,608311	
	691,6352		3,287572	

Dari tabel 6. dapat dibuat gambar grafiknya sebagai berikut :



Gambar 10. Hubungan Kuat geser panel dengan persentase penambahan *finesand*

Perbandingan Beban Teoritis Dan Penelitian Panel Serta Kuat Geser Panel

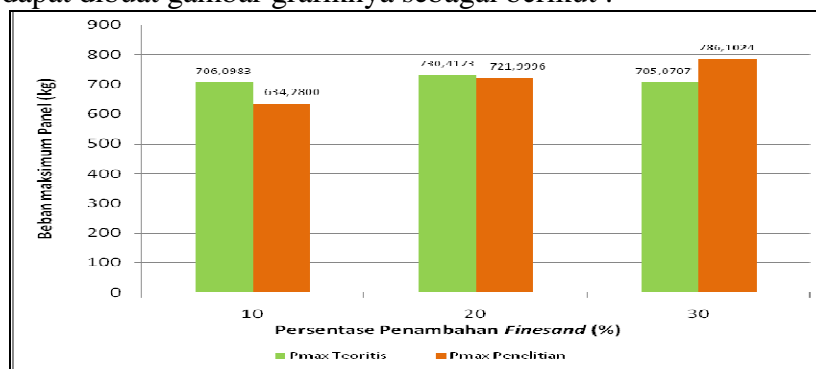
teoritis panel dan P penelitian panel serta kuat geser panel seperti yang dicantumkan pada tabel 7.

Dari hasil penelitian dan pengolahan data, dapat dituliskan P

Tabel 7. Beban Teoritis Dan Penelitian Panel Serta Kuat Geser Panel

Persentase Finesand (%)	10	20	30
P_{max} Teoritis (kg)	706,0983	730,4173	705,0707
P_{max} Penelitian (kg)	634,2800	721,9996	786,1024

Dari tabel 7. dapat dibuat gambar grafiknya sebagai berikut :



Gambar 11. Hubungan P Teoritis dan P Penelitian dengan persentase penambahan *finesand*

Variasi penambahan *finesand* berpengaruh terhadap beban maksimum. Semakin besar nilai variasi penambahan finesand maka semakin besar pula nilai beban maksimum. Secara teoritis variasi jumlah *finesand* berpengaruh terhadap

beban maksimum. Dalam penelitian, variasi jumlah *finesand* juga berpengaruh terhadap beban maksimum. Beban teoritis panel yang didapatkan mendekati beban penelitian panel yang terjadi. Semakin besar nilai variasi penambahan

fineland maka semakin besar pula nilai beban maksimum. (Gambar 4.7)

Kuat geser pada panel ferosemen juga menghasilkan nilai yang berbeda pada masing-masing variasi jumlah *fineland*. Semakin besar nilai variasi penambahan *fineland* maka semakin besar pula nilai kuat geser (Gambar 4.6) . Pengaruh penambahan *fineland* terhadap kuat geser panel akan diuji lagi pada pengujian hipotesis.

Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis merupakan salah satu bagian terpenting dari suatu

teori pengambilan keputusan, dikarenakan dari pengujian hipotesis akan diketahui apakah suatu pernyataan itu benar atau tidak.

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari variabel bebas (variasi penambahan *fineland*) terhadap variabel tidak bebas nilai kuat geser). Pada penelitian ini akan digunakan analisis varian satu arah.

Hipotesis pada penelitian ini akan dapat dijelaskan secara statistik :

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2$$

Tabel 8. Analisa Ragam Kuat Geser Panel Ferosemen

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel} (5%)
Perlakuan	2	1,713	0,857	5,993	3,89
Galat	12	1,716	0,143		
Total	14	3,429			

Sumber: Hasil perhitungan

Setelah dilakukan uji analisis varian satu arah diperoleh hasil bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, ada pengaruh yang nyata antara variasi penambahan *fineland* terhadap kekuatan geser panel ferosemen.

Dari perhitungan di atas, diperoleh nilai $kk = 2,52\%$ Nilai kk menunjukkan derajat ketepatan dalam suatu percobaan. Koefisien keragaman

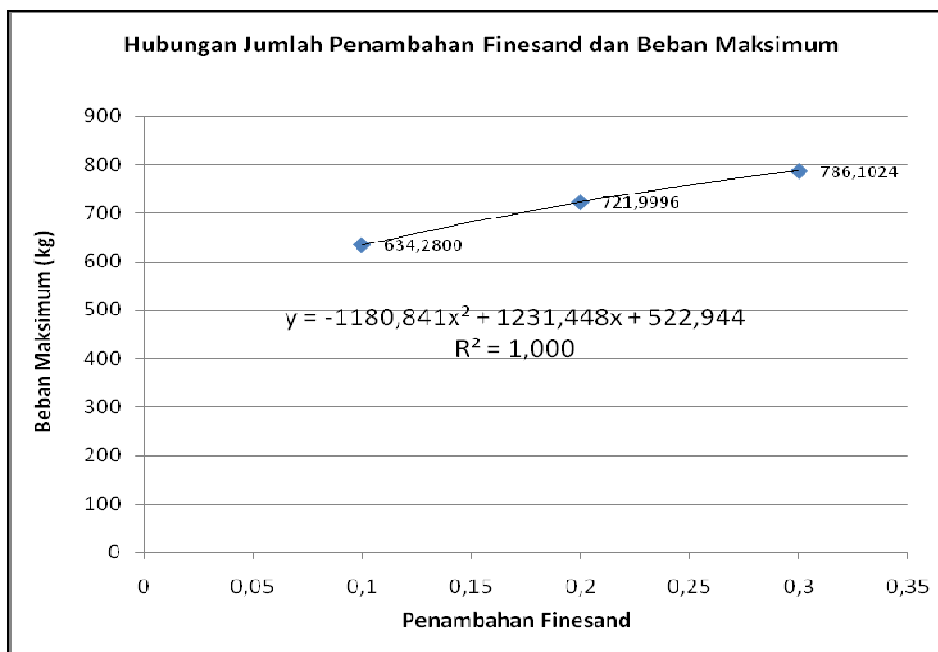
(kk) merupakan indeks keterandalan yang baik bagi suatu percobaan. Koefisien ini menunjukkan galat percobaan sebagai prosentase dari nilai tengah umum, sehingga jika nilai (kk) semakin besar menunjukkan keterandalan suatu percobaan semakin rendah. Nilai (kk) pada penelitian ini adalah 2,52% di bawah 20%, maka penelitian memiliki keterandalan yang tinggi.

Tabel 9. Korelasi X dan Y

X	0,1	0,2	0,3
Y	634,2800	721,9996	786,1024

X : Variasi penambahan *fineland*

Y : Beban maksimum panel



Gambar 12. Hubungan jumlah penambahan *finesand* dengan Beban Maksimum (P Penelitian) Panel Ferosemen

Dari grafik di atas dapat diketahui hubungan penambahan *finesand* dan beban maksimum panel yaitu : $y = -11,808x^2 + 123,45x + 522,944$ dan $R^2 = 1,000$, maka koefisien korelasi $R = 1$. Karena nilai koefisien korelasi adalah satu maka terdapat hubungan yang kuat antara penambahan jumlah *finesand* terhadap beban maksimum panel ferosemen.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa beban maksimum panel lebih besar daripada beban maksimum hasil perhitungan secara teoritis. Pada penambahan *finesand* 30% diperoleh beban maksimum hasil pengujian sebesar 786,1024 kg, beban maksimum secara teoritis sebesar 705,0707 kg. Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis (Gambar 4.7) menunjukkan tren yang berbeda, diperoleh nilai rerata beban maksimum dari 5 panel untuk masing-masing variasi persentase penambahan *finesand* 10%, 20% dan 30% sebesar 706,0983 kg ; 730,4173 kg; dan 705,0707 kg. Hal ini disebabkan oleh hasil pengujian dari kuat tekan kubus spesi yang kurang valid, sehingga sebaiknya dalam penelitian selanjutnya

digunakan jumlah kubus spesi yang lebih banyak dalam setiap variasi. Hal ini akan membuat hasil perhitungan P_{max} teoritis menjadi lebih valid. Beban maksimum hasil pengujian lebih besar daripada beban maksimum hasil perhitungan secara teoritis, selisihnya berkisar 8,417 sampai dengan 81,032. Dengan kata lain nilai beban maksimum hasil pengujian mendekati beban maksimum hasil perhitungan secara teoritis. Semakin besar jumlah *finesand* yang ditambahkan pada campuran spesi maka semakin besar beban maksimum yang didapatkan.

Hal ini juga berpengaruh pada kuat gesernya yang berbanding lurus dengan besarnya beban maksimum panel. Dengan demikian semakin besar jumlah *finesand* yang ditambahkan maka kekuatan geser panel ferosemen akan semakin besar. Selain itu juga terlihat bahwa berat panel yang didapat dari hasil penimbangan semakin bertambah bila jumlah *finesand* dalam campuran spesi semakin bertambah. Dengan demikian maka semakin besar jumlah *finesand* yang ditambahkan dalam campuran spesi maka berat jenis ferosemen akan semakin besar.

Berdasarkan hasil uji statistik yaitu dari analisis varian terdapat adanya hubungan yang signifikan antara penambahan jumlah *fineland* dengan kekuatan geser panel ferosemen. Dari analisis varian diperoleh hasil yaitu nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, dimana F_{hitung} sebesar 5,993 dan F_{tabel} sebesar 3,89. Dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat pengaruh yang nyata antara variasi penambahan *fineland* terhadap kekuatan geser panel ferosemen. Koefisien korelasi yang didapat dari hasil regresi yaitu sebesar $R = 1$. Besarnya nilai koefisien korelasi tersebut menunjukkan hubungan yang kuat antara penambahan jumlah *fineland* terhadap beban maksimum panel ferosemen. Pola regresi yang ditunjukkan menjelaskan bahwa semakin besar penambahan komposisi *fineland* pada panel akan meningkatkan kuat gesernya sampai batas tertentu kemudian kuat gesernya akan menurun seiring dengan jumlah *fineland* yang ditambahkan. Tetapi dengan tiga perlakuan saja pada penelitian ini belum mewakili keadaan sebenarnya pada panel ferosemen. Komposisi yang baik yang didapatkan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan kubus mortar untuk variasi penambahan *fineland* 10%, 20% dan 30% menghasilkan nilai rata-rata 25,044 kg/cm²; 30,836 kg/cm²; dan 24,799 kg/cm². dengan demikian telah memenuhi kuat tekan minimum spesi seperti yang disyaratkan SNI 03-1734-1989.

Berdasarkan hasil perhitungan secara teoritis, diperoleh nilai rata-rata beban maksimum dari 5 panel untuk masing-masing variasi persentase penambahan *fineland* 10%, 20% dan 30% sebesar 706,0983 kg ; 730,4173 kg; dan 705,0707 kg.

pada penelitian ini adalah pada perlakuan III (70% lumpur lapindo – 30% *fineland*)

Pada penelitian sebelumnya, yaitu penelitian terhadap kekutan geser panel lapis gedek menunjukkan tren yang sama yaitu semakin besar nilai beban maksimum yang dapat ditahan panel dan semakin besar pula tegangan geser yang dapat ditahan oleh panel lapis gedek (Ari Maulidina, 2007). Hal ini mendukung asumsi bahwa semakin besar penambahan *fineland* maka semakin besar pula beban yang dapat ditahan oleh panel, nilai beban berbanding lurus dengan nilai tegangan gesernya.

Dari penelitian-penelitian ini, diharapkan mendukung asumsi awal penelitian panel ferosemen ini bahwa lumpur lapindo layak digunakan sebagai bahan penyusun panel dan diharapkan pula bahwa dengan penelitian ini didapatkan pola kekuatan geser panel ferosemen.

Dari uraian di atas secara garis besar, penambahan jumlah *fineland* berpengaruh terhadap besarnya kekuatan geser panel ferosemen. Pada penelitian ini, semakin besar jumlah *fineland* yang ditambahkan maka semakin besar pula kekuatan geser yang didapatkan.

Berdasarkan hasil pengujian beban (data *profing-ring*) diperoleh nilai rata-rata beban maksimum dari 5 panel untuk masing-masing variasi persentase penambahan *fineland* 10%, 20% dan 30% sebesar 634,2800 kg ; 721,9996 kg; dan 786,1024 kg.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesa dengan tingkat kepercayaan 95% didapatkan adanya pengaruh yang nyata antara penambahan jumlah *fineland* terhadap kekuatan geser panel ferosemen yang ditunjukkan oleh $F_{hitung} (5,993) > F_{tabel} (3,89)$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Bahan Konstruksi, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang sebagai tempat

pelaksanaan penelitian serta semua pihak atas dukungan dan partisipasinya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, Muhammad. 2007. *Inovasi Teknologi dan Sistem Beton Pracetak di Indonesia : Sebuah Analisa Rantai Nilai*. Makalah pada seminar dan Pameran HAKI 2007. (hasil pencarian: <http://www.yahoo.com>)
- Abdullah. 1999. *Ferosemen Sebagai Alternatif Material Untuk Memperkuat Kolom Beton Bertulang*. (hasil pencarian: <http://www.yahoo.com>)
- George Winter dan Arthur H. Nilson. 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT Pradnya Paramita
- Helmi, Masdar. 2007. *Potensi Ferosemen untuk Rumah Tahan Gempa..* Makalah pada seminar dan Pameran HAKI 2007. (hasil pencarian: <http://www.yahoo.com>)
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Jakarta : Penerbit Andi Yogyakarta, 2004.
- Nawy, Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT Eresco.
- R. Park and T. Paulay. 1994. *Reinforced Concrete Structures*. United States of America.