

PENGARUH TEPUNG LIMBAH TEGEL KERAMIK SEBAGAI FILLER TERHADAP PERMEABILITAS ADUKAN

V. Lilik Hariyanto

Staf Pengajar Fakultas Teknik UNY

ABSTRACT

This research aimed to investigate the permeability of mortar mixed with ceramic tile powder, in order to find alternative filler material that can slow the permeability speed of mortar.

This experimental research used 120 samples in four categories of filler composition (0%, 35 %, 37.5 % and 40 %). Mortar with composition of 1 cement : 4 sand : 0 ceramic tile powder (by weight) was used as control variable. Descriptive and statistical methods were used to analyse the results of this research. The statistical analysis includes the value of mean (M) and standard deviation (SD).

From the results, it can be concluded that there were significant differences regarding the value of permeability among the composition variations. The maximum permeability could be reached by the mortar with composition of 1 cement : 4 sand : 35 % ceramic tile powder and followed by the mortar with composition of 1 cement : 4 sand : 37.5 % ceramic tile powder and 1 cement : 4 sand : 40% ceramic tile powder.

Keyword: mortar filler, ceramic file powder, permeability

PENDAHULUAN

Kenyamanan tempat tinggal sudah menjadi tuntutan utama akan kebutuhan primer manusia (sandang, pangan dan papan). Dewasa ini perkembangan pembangunan tempat tinggal ditinjau dari segi kuantitas dan teknologi yang digunakan terutama teknologi masonry sangat cepat. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pembangunan rumah tinggal di kota-kota besar, pinggiran kota bahkan di pedesaan. Banyak lahan baru dibuka untuk keperluan mendirikan perumahan. Macam tipe perumahan mulai dari yang sederhana sampai dengan tipe yang besar dan mewah.

Perkembangan terakhir dalam pembuatan rumah tinggal, struktur bahan dasar yang digunakan cenderung

menggunakan pasangan tembok, baik yang dibuat dari pasangan batu bata maupun batako. Tembok-tebok tersebut dalam penyelesaian akhir ada yang diplester dan yang tidak diplester. Untuk mendapatkan keindahan dan kenyamanan ruang yang dibuat dari pasangan tembok tersebut, seringkali tembok harus diplester. Macam-macam plesteran yang digunakan banyak ragamnya. Dibuat menurut tujuan penggunaan ruangan. Kamar mandi, adukan untuk pasangan tembok dan adukan plesteran di buat kedap air. Tujuannya agar ruangan disebelahnya tidak lembab, sehingga terasa nyaman bila ditempati. Begitu juga dinding-dinding tembok luar yang berhubungan dengan udara luar juga harus dibuat kedap air, agar ruang disebelahnya tidak lembab.

Pengondisian ruangan banyak ditentukan oleh penggunaan bahan adukan. Untuk memenuhi adukan dengan sifat kedap air selama ini variabel utama yang menjadi perhatian adalah variasi jumlah semen (bahan pengikat). Jumlah semen semakin banyak dipredikasi adukan semakin kuat dan kedap air atau koefisien permeabilitasnya semakin kecil. Koefisien permeabilitas kecil berarti kecepatan peresapan air pada adukan lambat. Namun konsekuensinya bila dibutuhkan volume adukan yang besar jumlah semen yang dibutuhkan juga semakin besar, yang berdampak jumlah nominal rupiah yang dikeluarkan juga semakin banyak (boros).

Pencapaian sifat kedap air dari suatu adukan bisa dicapai dengan penambahan bahan tambah *filler*. Salah satu filler yang dapat digunakan adalah tepung tegel keramik. Bahan ini didapat dengan cara tegel keramik ditumbuk dan disaring dengan saringan < no 200. Kemudian tepung ini dicampurkan di dalam adukan yang telah direncanakan (maksimum 40 % dari berat total adukan). Oleh karena sifat tegel keramik yang kedap air, maka tepung ini juga dapat menahan laju kecepatan resapan air dalam adukan. Posisi tepung dalam struktur adukan menempati ruangan-ruangan kosong yang terjadi diantara singgungan butir-butir pasir dalam adukan. Dengan demikian adukan menjadi padat dan masif.

Tegel keramik dapat diperoleh dalam bentuk limbah dari sisa-sisa pembangunan. Dengan demikian melalui penelitian eksperimen ini diharapkan dapat ditemukan suatu alternatif bahan tambah *filler* yang dapat memperlambat laju peresapan air dalam adukan tetapi tidak menambah jumlah semen. Sehingga secara perhitungan ekonomis dapat dihemat jumlah penggunaan semen portland.

Banyak permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan adukan dalam pasangan tembok. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain dapat diidentifikasi antara lain: (1) Berapakan perbandingan campuran antara bahan pengikat dan bahan pengisi untuk mendapatkan adukan yang mempunyai sifat kedap air? (2) Berapakah batasan nilai permeabilitas pada adukan yang bisa distandarkan? (3) Bagaimanakah gradasi yang baik bahan pengisi untuk adukan? (4) Bahan filler apasajakah yang dapat dicampurkan pada adukan?. Mengingat banyaknya permasalahan yang harus diidentifikasi dalam penelitian ini, maka tidak semua permasalahan dapat dimunculkan dalam penelitian ini.

Mengingat luasnya cakupan penelitian yang mengambil permasalahan adukan pasangan, maka dalam penelitian ini dibatasi pada permasalahan nilai permeabilitas pada adukan pasangan. Disamping itu bahan *filler* yang disubstitusikan pada adukan dibatasi pada pecahan limbah keramik yang ditumbuk menjadi serbuk keramik. Nilai permeabilitas yang dicari dalam adukan adalah nilai permeabilitas yang terkecil dari setiap rancangan adukan yang akan diteliti. Dengan demikian untuk memperoleh nilai permeabilitas yang valid digunakan perbandingan berat dalam mencampur adukan.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitiannya sebagai berikut: terdapat perbedaan nilai koefisien permeabilitas pada adukan yang menggunakan variasi jumlah limbah tepung tegel keramik sebagai *filler*.

Kajian Teori

Permeabilitas bahan adalah daya rembes zat cair (fluida) yang mengalir

melalui suatu bahan dalam keadaan tekanan tetap. Sifat ini dinyatakan sebagai jumlah air yang merembes tiap-tiap 1 centimeter persegi bahan pada setiap detiknya pada tekanan tetap. Nilai permeabilitas suatu bahan akan sangat tergantung pada kerapatan bahannya. Nilai permeabilitas untuk bahan bangunan terpakai adalah $(k) > 2,7.10^{-7}$ cm/dt. Bahan yang diselidiki permeabilitasnya harus dalam keadaan jenuh, yakni dengan cara merendam terlebih dahulu dalam air minimal 24 jam atau dalam timbangan massa tetap. Bila luas bidang permukaan bahan yang diresapi air = A dan tebal bahan yang dilalui air L serta selisih permukaan air yang masuk dan yang keluar adalah h, maka harga hidrolis gradien $(i) = h/L$. Sementara itu volume air yang meresap melalui permukaan bahan adalah: volume (V) = debit (Q) x waktu (t). Sedangkan debit air yang merembes (Q) sama dengan kecepatan rembesan kali luas permukaan rembesan: $Q = V.a$. Dan kecepatan rembesan: $v = k . i$. Sehingga volume air yang merembes:

$$V = Q . t = A . k . h/L . t. \quad (1)$$

Atau koefisien permeabilitas bahan :

$$k = V . L / A . h . t. \text{ (cm/dt)}. \quad (2)$$

Tegel keramik adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk menutup permukaan, biasanya berbentuk pelat persegi dan tipis yang dibuat dari tanah liat atau campuran tanah liat dan bahan-bahan mentah keramik lainnya, dibakar sampai suhu sedemikian tinggi, hingga mencapai sifat-sifat fisik khusus. Tegel lantai dipergunakan untuk menutup permukaan lantai, biasanya tidak berglasur. (SNI 03-2096-1991).

Pembuatan filler tepung limbah tegel keramik dilakukan dengan cara meng-

haluskan atau menumbuk sisa-sisa tegel keramik dari hasil pembangunan. Tepung tegel yang telah halus kemudian disaring dengan ayakan no 200. Tepung yang lolos pada ayakan ini kemudian ditampung dan selanjutnya digunakan sebagai bahan dasar penelitian ini.

Tegel keramik yang mempunyai sifat kedap air, bila dibentuk butiran-butiran halus dan digunakan sebagai filler pada adukan akan menghasilkan suatu adukan yang kedap air juga.

Perkembangan teknologi dalam bidang bangunan dari tahun ke tahun semakin pesat, baik dari desain maupun penggunaan-penggunaan bahan bangunan yang dipakai. Dalam pekerjaan bangunan, penggunaan bahan adukan mutlak diperlukan. Bahan adukan yang digunakan selama ini adalah bahan adukan yang terbuat dari campuran antara pasir dan semen portlan. Bahan adukan ini dalam kenyataannya mempunyai nilai permeabilitas yang tinggi, artinya kecepatan merembas air dalam adukan sangat tinggi. Akibatnya bila digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan keadaan sekelilingnya yang lembab, maka pada sisi sebelahnya juga menjadi lembab. Hal ini dikarenakan adukan tidak bisa menahan daya kapilerisasi yang merembes pada serabut kapiler dalam adukan. Serabut kapiler ini dapat diminimalisir dengan cara substitusi bahan pengisi. Bahan pengisi berfungsi menutup rongga-rongga kapiler, yang seterusnya sifat adukan menjadi masif (padat). Bahan pengisi (*filler*) banyak ragamnya. Persyaratan utama penggunaan *filler* ini adalah butirannya lolos ayakan no 200, dan tingkat kekerasan paling tidak setara dengan bahan pengisi (pasir) yang digunakan. Salah satu filler yang murah harganya dan memenuhi syarat seperti tersebut di atas adalah serbuk keramik. Bahan ini didapat

dengan cara menghaluskan limbah keramik melalui proses penumbukan dan kemudian disaring. Bahan ini kemudian dicampurkan pada adukan dengan prosentase tertentu terhadap berat semen portland yang digunakan.

Substitusi serbuk tepung tegel keramik yang lolos ayakan no 200 pada adukan dapat menghasilkan suatu adukan yang masif (padat). Hal ini dikarenakan serbuk tegel keramik dalam adukan menempati rongga ruangan singgungan antara sisi butir pasir. Sedangkan singgungan antara sisi butir serbuk tegel keramik diisi oleh pasta semen. Dari komposisi tekstur seperti tersebut maka akan dihasilkan suatu massa adukan yang masif.

Terbentuknya adukan yang masif ini bermuara pada sifat kedap air adukan. Sifat kedap air dikarenakan dalam adukan jumlah serabut kapiler dapat diminimalisir. Dengan sifat demikian air yang merembes dalam adukan (permeabilitas) mempunyai kecepatan rendah.

Dalam rancangan penelitian ini komposisi serbuk keramik dirancang berdasarkan prosentase berat terhadap berat semen portland yang digunakan. Komposisi tersebut dipisahkan menjadi empat kategori. Keempat kategori tersebut adalah: (1) 35 %, (2) 37,5 % dan (3) 40 %. Sedangkan satu kategori adalah 0 % yang digunakan sebagai variabel kontrol dalam penelitian ini.

Dari uraian seperti tersebut diatas maka dapat diduga bahwa dengan mensubstitusi adukan memakai serbuk keramik maka dapat diduga bahwa nilai permeabilitas adukan tersebut akan menurun. Hal ini dikarenakan bahwa sifat keramik memang sudah kedap air.

Dari uraian tersebut dapat diturunkan hipotesis penelitian yaitu: Terdapat perbedaan nilai koefisien permeabilitas pada adukan yang menggunakan variasi jumlah limbah tepung tegel keramik.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Variabel penelitian terdiri dari (1) Variabel terikat: nilai koefisien permeabilitas adukan, (2) Variabel bebas adalah variasi jumlah tepung limbah tegel keramik (filler). Variasi jumlah tepung limbah tegel keramik (filler) dibagi dalam tiga kategori yaitu (0%; 35 %; 37,5 % ; 40 %) dari berat semen portland. Penetapan 0 % variasi jumlah tepung limbah tegel keramik serta komposisi perbandingan 1:4 digunakan sebagai variabel kontrol. (Tabel 1).

Salat satu ciri khusus penelitian eksperimen adalah dengan melakukan pengendalian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pengendalian ini dapat dilakukan karena penelitian berlangsung di dalam laboratorium. Dengan diberlakukannya pengendalian ini diharapkan data pada variabel tergantung betul-betul dihasilkan dari perlakuan pada variabel bebas beserta kategorinya, sehingga hasil penelitian bisa digeneralisasikan pada masalah-masalah lain.

Agar data pada variabel terikat sesuai dengan desain penelitian, maka aspek-aspek lain yang sekiranya mengganggu perlu dikendalikan. Aspek-aspek tersebut antara lain (1) nilai faktor air semen (fas) ditetapkan sebesar: 0,6; (2) merk dan jenis semen portlan dibuat sama, yaitu merk semen portlan Nusantara Jenis 1, (3) gradasi pasir dibuat sama yaitu dengan cara dalam satu kesatuan sampel seluruh sel benda uji bahan dasar pasir dibuat sama gradasinya. (4) perlakuan dalam pembuatan benda uji untuk semua sel dibuat sama.

Instrumen penelitian untuk mendapatkan data variabel tergantung koefisien permeabilitas adukan (k) dipakai satu unit alat uji permeabilitas. Di samping itu untuk menunjang pembuatan benda uji diperlukan peralatan antara lain: (1) timbangan dengan ketelitian 0,001 gram, (2) mixer, (3) cetakan dengan ukuran 15 cmx15 cmx1,2 cm dan (4) bak rendam.

Tabel 1 Variasi Jumlah Tepung Limbah Tegel Keramik

Variansi jumlah tepung limbah tegel keramik			
1 PC:4PS:0 % Filler	1 PC:4PS:30% Filler	1 PC:4PS:37,5 % Filler	1 PC:4PS:40 % Filler
n-1	n-1	n-1	n-1
n-2	n-2	n-2	n-2
n-3	n-3	n-3	n-3
.....
n-30	n-30	n-30	n-30

Tabel 2 Rancangan Tabel Data

Benda	Penggalian Data		Keterangan
Adukan No.	Volume Perembesan (ml)	Waktu t (detik)	Tebal benda uji (L) =cm
			Panjang benda uji(P) =.....cm
	0,00-0,01		Lebar benda uji (L) =.....cm
	0,01-0,02		Tinggi antara as pipa kapiler dengan permukaan benda uji (h): cm.
	0,02-0,03		
	0,03-0,04		
	0,04-0,05		
	0,05-0,06		
	0,06-0,07		
	0,07-0,08		
0,08-0,09			
0,09-0,10			

Jumlah sel data dalam penelitian ini sebanyak 30 x 4 sel. Sehingga secara keseluruhan jumlah sampel sebanyak 120 benda uji. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia Th 1971 jumlah sampel untuk benda uji beton ditetapkan sejumlah 28 buah benda uji. Dalam penelitian ini setiap satu sel ditetapkan sejumlah 30 buah benda uji. Dengan demikian jumlah sampel dalam penelitian ini sudah representatif.

Data koefisien permeabilitas dianalisis dengan analisis statistik anava satu jalur. Alasan penetapan dengan teknik ini dikarenakan bahwa penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan satu

faktorial. Analisis diskriptif juga dipakai dalam penelitian ini. Hal ini untuk kepentingan mendiskripsikan dan membahas hasil temuan penelitian. Analisis ini mencakup harga mean (M) dan standar deviasi (SD). Namun sebelum teknik analisis ini digunakan, terlebih dahulu data setiap sel diuji mengenai melalui uji persyaratan analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data mentah hasil penelitian yang merupakan nilai permeabilitas (k) dapat disajikan sebagai berikut

Tabel 3 Data Perhitungan Nilai Permeabilitas 1 PC:4 PS

No	V (cm3)	L (cm)	A (cm2)	h (cm)	T (dt)	k (cm/dt)
1	0,05	1,0425	99,0025	20,5	74	3,47068E-07
2	0,05	1,0425	99,0025	20,5	76	3,37934E-07
3	0,05	1,0425	99,0025	20,5	70	3,669E-07
4	0,05	1,0425	99,0025	20,5	71	3,61733E-07
5	0,05	1,0425	99,0025	20,5	72	3,56709E-07
6	0,1	1,0425	99,0025	20,5	133	3,86211E-07
7	0,1	1,0425	99,0025	20,5	140	3,669E-07
8	0,1	1,0425	99,0025	20,5	136	3,77691E-07
9	0,1	1,0425	99,0025	20,5	138	3,72218E-07
10	0,1	1,0425	99,0025	20,5	137	3,74935E-07
11	0,05	1,045	99,898	20,5	70	3,64483E-07
12	0,05	1,045	99,898	20,5	72	3,54359E-07
13	0,05	1,045	99,898	20,5	68	3,75203E-07
14	0,05	1,045	99,898	20,5	67	3,80803E-07
15	0,05	1,045	99,898	20,5	69	3,69766E-07
16	0,1	1,045	99,898	20,5	135	3,77983E-07
17	0,1	1,045	99,898	20,5	137	3,72465E-07
18	0,1	1,045	99,898	20,5	116	4,39894E-07
19	0,1	1,045	99,898	20,5	115	4,43719E-07
20	0,1	1,045	99,898	20,5	140	3,64483E-07
21	0,05	0,9925	99,0025	20,5	72	3,396E-07
22	0,05	0,9925	99,0025	20,5	60	4,0752E-07
23	0,05	0,9925	99,0025	20,5	81	3,01867E-07
24	0,05	0,9925	99,0025	20,5	75	3,26016E-07
25	0,05	0,9925	99,0025	20,5	77	3,17548E-07
26	0,1	0,9925	99,0025	20,5	140	3,49303E-07
27	0,1	0,9925	99,0025	20,5	144	3,396E-07
28	0,1	0,9925	99,0025	20,5	150	3,26016E-07
29	0,1	0,9925	99,0025	20,5	149	3,28204E-07
30	0,1	0,9925	99,0025	20,5	152	3,21727E-07

Tabel 4 Data Perhitungan Nilai Permeabilitas 1 PC:4 PS:35 % Serbuk Keramik

No	V (cm3)	L (cm)	A (cm2)	h (cm)	T (dt)	k (cm/dt)
1	0,05	1,04	99,898	20,5	221	1,14895E-07
2	0,05	1,04	99,898	20,5	231	1,09921E-07
3	0,05	1,04	99,898	20,5	210	1,20913E-07
4	0,05	1,04	99,898	20,5	221	1,14895E-07
5	0,05	1,04	99,898	20,5	229	1,10881E-07
6	0,1	1,04	99,898	20,5	444	1,14377E-07
7	0,1	1,04	99,898	20,5	451	1,12602E-07
8	0,1	1,04	99,898	20,5	425	1,19491E-07
9	0,1	1,0025	99,898	20,5	447	1,09513E-07
10	0,1	1,0025	99,898	20,5	454	1,07825E-07
11	0,05	1,0025	99,0025	20,5	241	1,0248E-07
12	0,05	1,0025	99,0025	20,5	215	1,14872E-07
13	0,05	1,0025	99,0025	20,5	230	1,07381E-07
14	0,05	1,0025	99,0025	20,5	228	1,08323E-07

Pengaruh Tepung Limbah Tegel Keramik..., (V. Lilik Hariyanto)

15	0,05	1,0025	99,0025	20,5	264	9,35514E-08
16	0,1	1,0025	99,0025	20,5	444	1,1125E-07
17	0,1	1,0025	99,0025	20,5	451	1,09524E-07
18	0,1	1,0025	99,0025	20,5	425	1,16224E-07
19	0,1	1,0025	99,0025	20,5	447	1,10504E-07
20	0,1	1,0025	99,0025	20,5	454	1,088E-07
21	0,05	1,0325	99,898	20,5	239	1,05475E-07
22	0,05	1,0325	99,898	20,5	236	1,06816E-07
23	0,05	1,0325	99,898	20,5	227	1,11051E-07
24	0,05	1,0325	99,898	20,5	242	1,04168E-07
25	0,05	1,0325	99,898	20,5	222	1,13552E-07
26	0,1	1,0325	99,898	20,5	486	1,03739E-07
27	0,1	1,0325	99,898	20,5	478	1,05475E-07
28	0,1	1,0325	99,898	20,5	476	1,05919E-07
29	0,1	1,0325	99,898	20,5	483	1,04384E-07
30	0,1	1,0325	99,898	20,5	481	1,04818E-07

Tabel 5 Data Perhitungan Nilai Permeabilitas 1 PC:4 PS:37,5 % Serbuk Keramik

No	V (cm3)	L (cm)	A (cm2)	h (cm)	T (dt)	k (cm/dt)
1	0,06	1,0325	99,898	20,5	252	1,20041E-07
2	0,06	1,0325	99,898	20,5	250	1,21001E-07
3	0,06	1,0325	99,898	20,5	134	2,25749E-07
4	0,06	1,0325	99,898	20,5	249	1,21487E-07
5	0,06	1,0325	99,898	20,5	250	1,21001E-07
6	0,12	1,0325	99,898	20,5	482	1,2552E-07
7	0,12	1,0325	99,898	20,5	490	1,23471E-07
8	0,12	1,0325	99,898	20,5	507	1,19331E-07
9	0,12	1,0325	99,898	20,5	479	1,26306E-07
10	0,12	1,0325	99,898	20,5	487	1,24231E-07
11	0,06	1,03	99,0025	20,5	236	1,29026E-07
12	0,06	1,03	99,0025	20,5	229	1,3297E-07
13	0,06	1,03	99,0025	20,5	245	1,24286E-07
14	0,06	1,03	99,0025	20,5	230	1,32392E-07
15	0,06	1,03	99,0025	20,5	238	1,27942E-07
16	0,12	1,03	99,0025	20,5	470	1,29575E-07
17	0,12	1,03	99,0025	20,5	463	1,31534E-07
18	0,12	1,03	99,0025	20,5	477	1,27673E-07
19	0,12	1,03	99,0025	20,5	472	1,29026E-07
20	0,12	1,03	99,0025	20,5	482	1,26349E-07
21	0,05	1,07	99,898	20,5	205	1,27435E-07
22	0,05	1,07	99,898	20,5	210	1,24401E-07
23	0,05	1,07	99,898	20,5	241	1,08399E-07
24	0,05	1,07	99,898	20,5	231	1,13092E-07
25	0,05	1,07	99,898	20,5	197	1,3261E-07
26	0,1	1,07	99,898	20,5	419	1,24698E-07
27	0,1	1,07	99,898	20,5	412	1,26817E-07
28	0,1	1,07	99,898	20,5	430	1,21508E-07
29	0,1	1,07	99,898	20,5	464	1,12604E-07
30	0,1	1,07	99,898	20,5	472	1,10696E-07

Tabel 6 Data Perhitungan Nilai Permeabilitas 1 PC:4 PS:40 % Serbuk Keramik

No	V (cm3)	L (cm)	A (cm2)	h (cm)	t (dt)	k (cm/dt)
1	0,05	1	99,0025	20,5	197	1,25056E-07
2	0,05	1	99,0025	20,5	200	1,2318E-07
3	0,05	1	99,0025	20,5	201	1,22567E-07
4	0,05	1	99,0025	20,5	196	1,25694E-07
5	0,05	1	99,0025	20,5	201	1,22567E-07
6	0,1	1	99,0025	20,5	389	1,26663E-07
7	0,1	1	99,0025	20,5	392	1,25694E-07
8	0,1	1	99,0025	20,5	403	1,22263E-07
9	0,1	1	99,0025	20,5	408	1,20765E-07
10	0,1	1	99,0025	20,5	392	1,25694E-07
11	0,05	1,0625	99,898	20,5	195	1,33031E-07
12	0,05	1,0625	99,898	20,5	198	1,31016E-07
13	0,05	1,0625	99,898	20,5	190	1,36532E-07
14	0,05	1,0625	99,898	20,5	179	1,44922E-07
15	0,05	1,0625	99,898	20,5	188	1,37985E-07
16	0,1	1,0625	99,898	20,5	372	1,39468E-07
17	0,1	1,0625	99,898	20,5	379	1,36892E-07
18	0,1	1,0625	99,898	20,5	357	1,45328E-07
19	0,1	1,0625	99,898	20,5	369	1,40602E-07
20	0,1	1,0625	99,898	20,5	381	1,36174E-07
21	0,05	0,9575	99,0025	20,5	198	1,19136E-07
22	0,05	0,9575	99,0025	20,5	201	1,17358E-07
23	0,05	0,9575	99,0025	20,5	189	1,24809E-07
24	0,05	0,9575	99,0025	20,5	184	1,28201E-07
25	0,05	0,9575	99,0025	20,5	190	1,24152E-07
26	0,1	0,9575	99,0025	20,5	388	1,21593E-07
27	0,1	0,9575	99,0025	20,5	358	1,31782E-07
28	0,1	0,9575	99,0025	20,5	381	1,23827E-07
29	0,1	0,9575	99,0025	20,5	378	1,24809E-07
30	0,1	0,9575	99,0025	20,5	379	1,2448E-07

Hipotesis penelitian ini adalah: terdapat perbedaan nilai koefisien permeabilitas pada adukan yang menggunakan variasi jumlah limbah tepung tegel keramik. Untuk keperluan uji hipotesis digunakan *software* SPSS.

Sebelum uji hipotesis dilakukan perlu uji persyaratan analisis yaitu meliputi: 1) apakah distribusi data penelitian mengikuti kurve normal (uji normalitas), (2) apakah varians antar sel pada masing-masing data di sel mahogin (uji homogenitas). Menurut Sujana (1997) untuk uji normalitas dapat dikesampingkan, tetapi yang menjadi perhatian pokok adalah uji

homoginitasnya. Berdasarkan hasil analisis melalui *software* SPSS didapat *levne statistic*=20,828, dengan *df1*=3, *df2*=116 pada signifikansi 0,000. Artinya varians sel-sel data dalam penelitian ini yaitu nilai permiabilitas adukan pada proporsi campuran 1PC:4PS:0%SK, 1PC:4PS:35%SK, 1PC:4PS:37,5%SK dan 1PC:4PS:40%SK dalam keadaan homogin. Sehingga untuk uji beda selanjutnya dapat dilakukan dengan statistik parametrik.

Hasil pengujian didapat nilai *F*=1503,385 (sig. 0,000). Artinya hipotesis penelitian diterima yaitu terdapat

perbedaan yang signifikan nilai permeabilitas (k) pada penggunaan adukan dengan campuran memakai serbuk keramik.

Dari uji beda dengan statistik parametrik ternyata terdapat perbedaan nilai permeabilitas (k) penggunaan serbuk keramik pada adukan. Bila dilihat dari nilai meannya, pada penggunaan adukan dengan campuran 1PC:4PS:35%SK mempunyai nilai permeabilitas yang paling kecil $1,09407 \times 10^{-7}$. Hal ini berarti bahwa pada penggunaan adukan dengan komposisi campuran seperti tersebut laju penyerapan air didalam adukan mempunyai kecepatan yang lambat. Kecepatan penyerapan yang lambat dalam adukan berdampak bahwa adukan tersebut mempunyai sifat kedap terhadap penyerapan air. Sifat kedap ini sangat diperlukan dalam penggunaan adukan yang diperuntukkan pada ruangan-ruangan yang membutuhkan kondisi ruangan yang kering (tidak lembab). Selanjutnya secara berturut-turut nilai mean permeabilitas adukan dari yang kecil ke besar adalah 1PC:4PS:37,5SK = $1,23993 \times 10^{-7}$, 1PC:4PS:40SK = $1,28687 \times 10^{-7}$, dan sebagai kontrol adukan 1PC:4PS = $3,61503 \times 10^{-7}$. Data ini menggambarkan bahwa untuk meningkatkan perlambatan kecepatan peresapan air dalam adukan sangat baik bila adukan disubstitusi dengan serbuk keramik yang lolos ayakan no 200, karena nilai permeabilitas pada variabel kontrol yaitu 1PC:4PS adalah yang paling besar.

Meningkatnya daya kedap air pada adukan disebabkan karena rongga-rongga yang terbentuk dari bidang singgung butiran pasir diisi oleh butir-butir serbuk

keramik. Hal ini bisa terjadi karena besar butir antara butiran pasir dengan butiran serbuk keramik jauh lebih besar. Bila keduanya diaduk dan dijadikan satu dalam adukan maka akan didapatkan suatu adukan yang masif, dan tidak keropos. Disamping itu hasil adukan mestinya juga mempunyai masa yang besar serta kuat tekannya meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai permeabilitas adukan (k) yang dapat menghambat laju kecepatan penyerapan air secara maksimum dalam penelitian ini adalah adukan dengan variasi campuran 1PC:4PS:35% SK, kemudian disusul dengan variasi campuran 1PC:4PS:37,3%SK dan 1PC:4PS:40%SK,
2. Terdapat perbedaan yang signifikan mengenai nilai permeabilitas adukan yang menggunakan variasi campuran 1PC:4P; 1PC:4PS:35%SK, 1PC:4PS:37,3%SK dan 1PC:4PS:40%SK.

Saran-saran yang dapat disampaikan;

1. Apabila dalam membangun bangunan akan menggunakan adukan dengan substitusi serbuk keramik, gunakanlah jumlah serbuk keramik sejumlah 35 % dari berat semen portland.
2. Variasi campuran ini dapat digeneralisasi pada bangunan-bangunan yang mempunyai tujuan menciptakan ruangan yang kedap air, seperti kamar mandi, tembok bagian luar, adukan untuk lantai.

DAFTAR PUSTAKA

Amat Jaedun. (1977). *Praktikum Fisika Bangunan*. Jurusan pendidikan teknik Bangunan UNY: Yogyakarta.

Mangunwijaya (1995). *Fisika Bangunan*. Yogyakarta.

Sujana (1997). *Metode Penelitian Eksperimen*. Tarsito: Bandung.

Sujana (1997). *Statistika*. Tarsito: Bandung.

1. **Artikel yang** dalam bidar dipublikasika
2. **Penulisan a** Word, jenis sampai deng
3. **Judul ditulis**
4. **Nama Penu** lembaga terr
5. **Abstrak ditu** dengan Bahz metoda dan
6. **Kata kunci n** abstrak deng
7. **Sistematika**
 - (a) Bagian a
 - (b) Bagian u previous pengujian pembaha keterbata dalam pe
 - (c) Bagian p daftar pus
8. **Daftar pust**
 - (a) Buku : na ada), tem
 - (b) Tulisan/a editor, jud nama per
 - (c) Jurnal/ma jurnal/maj tulisan.
 - (d) Tulisan d: (dicetak n
 - (e) Surat kab tanggal.
 - (f) Artikel da
9. **Penerbitan a** tidak dikembz
10. **Artikel diceta** tanggal 31 Ja