

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN PASIR LIMBAH  
KUNINGAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR  
PADA VARIASI FAKTOR AIR SEMEN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



Disusun oleh :

**TONY MESRAN SETIAWAN**  
**NIM. 0410612015-61**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
MALANG  
2007**



**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN PASIR LIMBAH  
KUNINGAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR  
PADA VARIASI FAKTOR AIR SEMEN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**Disusun Oleh :**

**TONY MESRAN SETIAWAN**

**NIM. 0410612015-61**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Ir. Wisnumurti, MT.**

**NIP. 131 879 046**

**Ir. Arifi Soenaryo.**

**NIP. 130 350 755**

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN PASIR LIMBAH  
KUNINGAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR  
PADA VARIASI FAKTOR AIR SEMEN**

Disusun oleh :

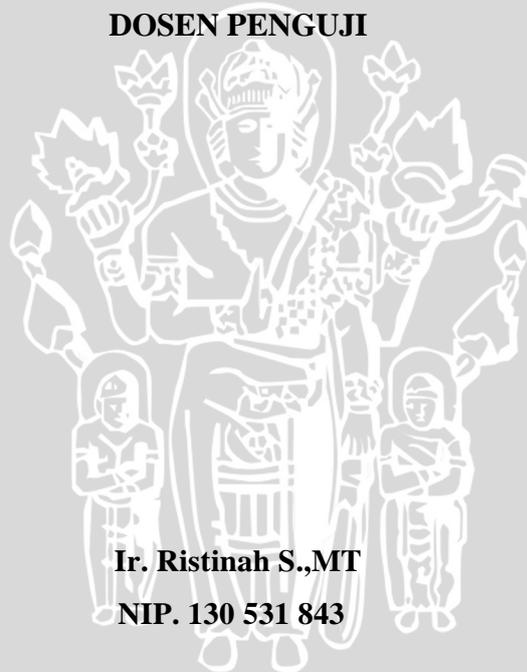
**TONY MESRAN SETIAWAN**

**NIM. 0410612015 – 61**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
tanggal 23 Juli 2007**

**DOSEN PENGUJI**

**Ir. Wisnumurti, MT  
NIP. 131 879 046**



**Ir. Arifi Soenaryo  
NIP. 130 350 755**

**Ir. Ristinah S.,MT  
NIP. 130 531 843**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**Ir. As'ad Munawir, MT  
NIP. 131 574 850**

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah S.W.T dengan segala rahmat dan hidayah Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***“Pengaruh Variasi Penambahan Pasir Limbah Kuningan Terhadap Kuat Tekan Mortar Pada Variasi Faktor Air Semen”***

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, dalam kesempatan ini pula penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis, sehingga skripsi dapat terselesaikan yakni :

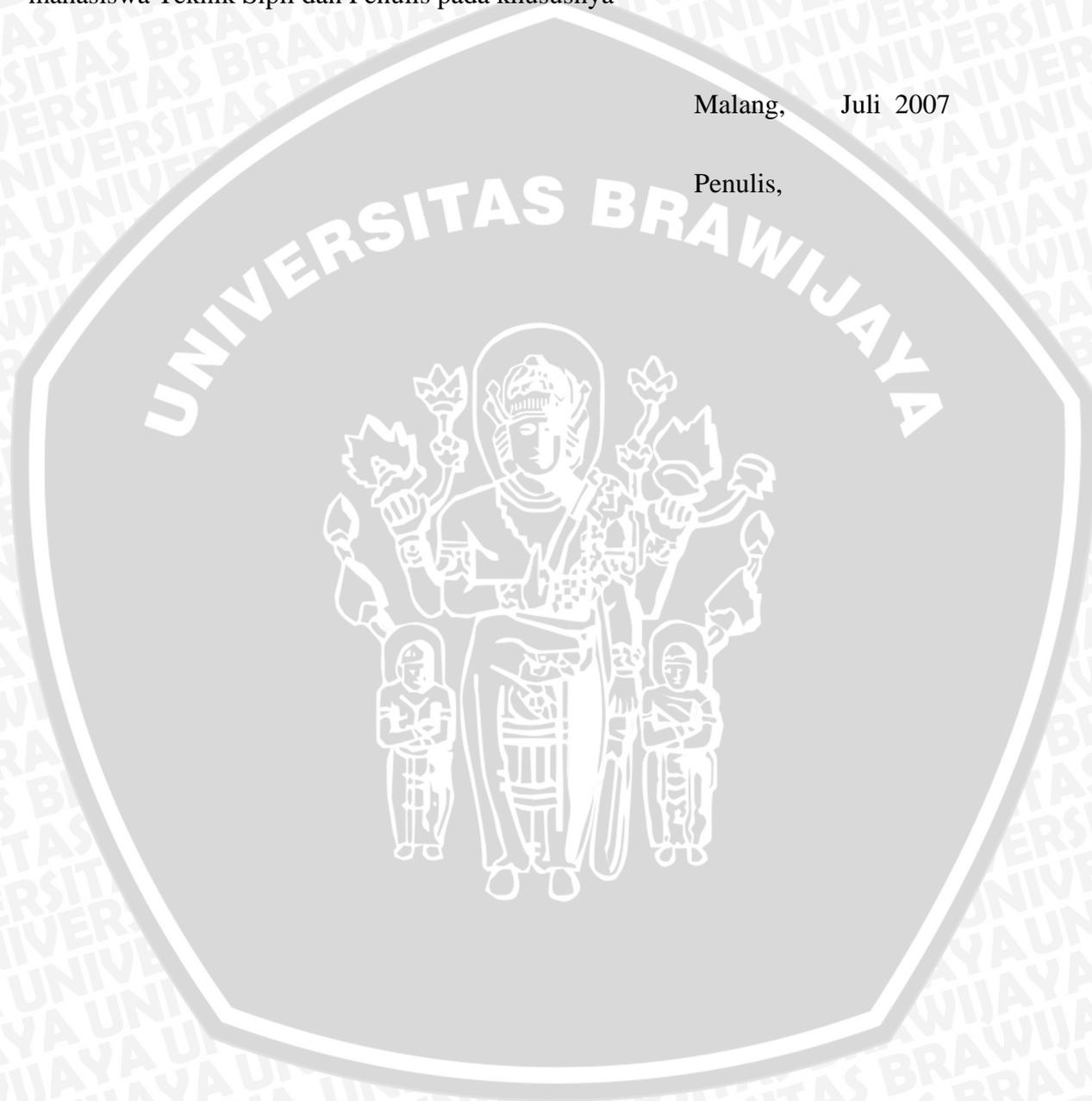
1. Ayah, Ibu, Kakak dan Adik tercinta serta semua keluarga yang selalu memberi dukungan dan motivasi.
2. Bapak Ir.Wisnumurti, MT., selaku dosen pembimbing dengan segenap upayanya memberikan pengertian dan jalan keluar pada saat penulis mengalami kesulitan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Arifi Soenaryo, selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali dengan penuh pengertian dan kesabaran dalam membimbing penulis menyusun skripsi ini.
4. Ibu Ir. Hj. Ristinah S, MT., selaku dosen penguji skripsi.
5. Bapak Ir. As’ad Munawir, MT., selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Hendi Bowoputro, ST, MT., selaku sekretaris jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
7. Ibu Ir. Edhi Wahjuni S, MT., selaku kepala Lab.Bahan Konstruksi Sipil.
8. Pak Yunus, Mas sugeng dan Staf Laboratorium Teknik Sipil yang telah banyak membantu kami dalam melakukan penelitian di Laboratorium.
9. Staf recording dan perpustakaan yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- 10.Teman-teman Teknik Sipil Alihjenjang angkatan 2004/2005 sampai 2006/2007 yang banyak memberikan sumbangan tenaga dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
- 11.Teman-teman Teknik Sipil baik itu ekstensi maupun reguler angkatan 2002 yang banyak memberikan motivasi dan masukan ide kepada penulis dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna disebabkan keterbatasan ilmu penulis, oleh karena itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini untuk sekarang dan yang akan datang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya, dan mahasiswa Teknik Sipil dan Penulis pada khususnya

Malang, Juli 2007

Penulis,



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>LEMBAR JUDUL</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<i>i</i>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<i>iii</i>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<i>v</i>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<i>vi</i>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<i>vii</i>
<b>RINGKASAN</b> .....	<i>ix</i>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Pembatasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Mortar .....	4
2.1.1. Sejarah Mortar .....	4
2.1.2. Definisi Mortar .....	4
2.2. Kuat Tekan Mortar .....	5
2.3. Faktor Air Semen .....	6
2.4. Material Penyusun Mortar .....	6
2.4.1. Semen .....	6
2.4.2. Air .....	8
2.4.3. Agregat Halus .....	8
2.5. Pasir Limbah Kuningan .....	11
2.5.1. Definisi Pasir Limbah Kuningan .....	11
2.5.2. Sifat Material Pasir Limbah Kuningan .....	11
2.6. Besi .....	12
2.7. Hipotesis .....	12
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	13
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	13
3.2. Alat dan Bahan .....	13
3.3. Batasan Penelitian .....	13
3.4. Rancangan Penelitian .....	14
3.5. Prosedur Pembuatan Benda Uji .....	14
3.6. Prosedur Pengujian .....	17
3.7. Diagram Alir Penelitian .....	18
3.8. Variabel Penelitian .....	19
3.9. Metode Pengumpulan Data .....	19
3.10. Analisis Kuat Tekan Mortar .....	19
3.11. Analisis data .....	19



<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	21
4.1. Analisis Bahan Yang Digunakan .....	21
4.1.1. Semen .....	21
4.1.2. Air .....	21
4.1.3. Agregat Halus Pasir Alam .....	21
4.1.4. Agregat Halus Limbah Kuningan .....	22
4.1.5. Agregat Gabungan Pasir Limbah Kuningan dan Pasir Alam ...	23
4.2. Koreksi Faktor Air Semen .....	26
4.3. Pengujian Mortar .....	28
4.3.1. Pemeriksaan Berat Isi Mortar .....	28
4.3.2. Pemeriksaan Kuat Tekan Mortar .....	29
4.4. Metode Pengujian Hipotesis .....	31
4.5. Hasil Pengujian Hipotesis .....	33
4.6. Pembahasan .....	33
4.6.1. Variasi Penambahan Pasir Limbah Kuningan Memberikan Pengaruh Terhadap Nilai Kuat Tekan Mortar .....	33
4.6.2. Variasi Faktor Air Semen Memberikan Pengaruh Terhadap Nilai Kuat Tekan Mortar .....	35
4.6.3. Interaksi Antara Penambahan Pasir Limbah Kuningan (PLK) dengan Faktor Air Semen (FAS) Tidak Memberikan Pengaruh Terhadap Kuat Tekan Mortar .....	36
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	38
5.1. Kesimpulan .....	38
5.2. Saran .....	38

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Komponen bahan baku semen .....	7
Tabel 2.2.	Berat jenis, porositas( $n$ ), angka pori ( $e$ ), dan kadar air ( $w$ ) dari pasir alam .....	8
Tabel 2.3.	Tipikal sifat fisik pasir limbah kuningan .....	11
Tabel 2.4.	Sifat fisik logam kuningan .....	11
Tabel 2.5.	Sifat mekanik logam kuningan .....	12
Tabel 3.1.	Rancangan penelitian .....	14
Tabel 4.1.	Hasil pemeriksaan pasir alam .....	21
Tabel 4.2.	Hasil pemeriksaan pasir limbah kuningan .....	22
Tabel 4.3.	Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,30 .....	26
Tabel 4.4.	Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,35 .....	26
Tabel 4.5.	Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,40 .....	27
Tabel 4.6.	Berat isi mortar pada FAS teoritis 0,30 .....	28
Tabel 4.7.	Berat isi mortar pada FAS teoritis 0,35 .....	28
Tabel 4.8.	Berat isi mortar pada FAS teoritis 0,40 .....	28
Tabel 4.9.	Kuat tekan mortar pada FAS teoritis 0,30 .....	29
Tabel 4.10.	Kuat tekan mortar pada FAS teoritis 0,35 .....	30
Tabel 4.11.	Kuat tekan mortar pada FAS teoritis 0,40 .....	30
Tabel 4.12.	Analisis varian dua arah penambahan pasir limbah kuningan (%) terhadap kuat tekan mortar ( $\text{kg/cm}^2$ ) dengan faktor air semen .....	33

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Grafik kenaikan kekuatan kubus mortar sesuai umurnya .....	5
Gambar 2.2.	Grafik pasir zona 1 .....	9
Gambar 2.3	Grafik pasir zona 2.....	9
Gambar 2.4	Grafik pasir zona 3 .....	10
Gambar 2.5	Grafik pasir zona 4 .....	10
Gambar 3.1.	a. Arah menumbuk adukan mortar tahap pertama dan ketiga ...	17
	b. Arah menumbuk adukan mortar tahap kedua dan keempat ...	17
Gambar 4.1.	Grafik gradasi pasir alam .....	22
Gambar 4.2.	Grafik gradasi pasir limbah kuningan.....	23
Gambar 4.3.	Grafik gradasi campuran 90%PA, 10% PLK .....	24
Gambar 4.4.	Grafik gradasi campuran 80%PA, 20% PLK .....	24
Gambar 4.5.	Grafik gradasi campuran 70%PA, 30% PLK .....	25
Gambar 4.6.	Grafik gradasi campuran 60%PA, 40% PLK .....	25
Gambar 4.7.	Grafik koreksi faktor air semen .....	27
Gambar 4.8.	Grafik hubungan berat isi dan penambahan PLK .....	29
Gambar 4.9.	Grafik hubungan kuat tekan dan penambahan PLK .....	31
Gambar 4.10.	Diagram batang peningkatan dan penurunan kuat tekan mortar-akibat penambahan PLK .....	34
Gambar 4.11.	Grafik hubungan FAS koreksi dan kuat tekan mortar .....	35
Gambar 4.12.	Grafik penurunan kuat tekan mortar akibat variasi FAS .....	36
Gambar 4.13.	Grafik hubungan penambahan PLK dan FAS terhadap kuat tekan mortar .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat-halus pasir pasir alam .....	42
	Tabel hasil kadar air dan berat isi agregat halus pasir alam .....	42
Lampiran 2.	Tabel hasil pengujian analisis saringan agregat halus pasir alam....	43
Lampiran 3.	Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat-halus pasir limbah kuningan .....	44
	Tabel hasil kadar air dan berat isi agregat halus pasir limbah-kuningan .....	44
Lampiran 4.	Tabel hasil pengujian analisis saringan agregat halus pasir limbah-Kuningan .....	45
Lampiran 5.	Tabel hasil campuran agregat halus 90% pasir alam (PA) dengan-10% pasir limbah kuningan (PLK) .....	46
Lampiran 6.	Tabel hasil campuran agregat halus 80% pasir alam (PA) dengan-20% pasir limbah kuningan (PLK) .....	47
Lampiran 7.	Tabel hasil campuran agregat halus 70% pasir alam (PA) dengan-30% pasir limbah kuningan (PLK) .....	48
Lampiran 8.	Tabel hasil campuran agregat halus 60% pasir alam (PA) dengan-40% pasir limbah kuningan (PLK) .....	49
Lampiran 9.	Perhitungan campuran dan penentuan kebutuhan bahan .....	50
Lampiran 10.	Tabel koreksi campuran mortar normal FAS teoritis 0,30-(PLK 0%, PA 100%) .....	53
Lampiran 11.	Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,30-(PLK 10%, PA 90%) .....	54
Lampiran 12.	Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,30-(PLK 20%, PA 80%) .....	55
Lampiran 13.	Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,30-(PLK 30%, PA 70%) .....	56
Lampiran 14.	Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,30-(PLK 40%, PA 60%) .....	57

Lampiran 15. Tabel koreksi campuran mortar normal FAS teoritis 0,35- (PLK 0%, PA 100%) .....	58
Lampiran 16. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,35- (PLK 10%, PA 90%) .....	59
Lampiran 17. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,35- (PLK 20%, PA 80%) .....	60
Lampiran 18. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,35- (PLK 30%, PA 70%) .....	61
Lampiran 19. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,35- (PLK 40%, PA 60%) .....	62
Lampiran 20. Tabel koreksi campuran mortar normal FAS teoritis 0,40- (PLK 0%, PA 100%) .....	63
Lampiran 21. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,40- (PLK 10%, PA 90%) .....	64
Lampiran 22. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,40- (PLK 20%, PA 80%) .....	65
Lampiran 23. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,40- (PLK 30%, PA 70%) .....	66
Lampiran 24. Tabel koreksi campuran mortar FAS teoritis 0,40- (PLK 40%, PA 60%) .....	67
Lampiran 25. Grafik perbandingan faktor air semen teoritis dan yang terkoreksi ...	68
Lampiran 26. Data hasil pengujian mortar .....	69
Lampiran 27. Analisis varian dua arah .....	75
Lampiran 28. Tabel distribusi F dengan $H = 5\%$ .....	77

## RINGKASAN

TONY MESRAN SETIAWAN, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2007, *Pengaruh Variasi Penambahan Pasir Limbah Kuningan Terhadap Kuat Tekan Mortar Pada Variasi Faktor Air Semen*, Dosen Pembimbing : Ir. Wisnumurti, MT dan Ir. Arifi Soenaryo

---

Seiring semakin majunya teknologi hingga sekarang telah menyebabkan bahan bangunan sebagai kebutuhan pembangunan dibidang konstruksi baik itu bersifat non struktur maupun struktur semakin meningkat pula. Dengan maraknya pembangunan dimana aspek lingkungan juga harus diperhatikan, maka agregat pasir sebagai bahan pengisi dan berasal dari sumber daya alam sebaiknya dibatasi, bila memungkinkan diganti dengan produk limbah hasil buangan dari produk industri.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir limbah kuningan dan faktor air semen terhadap kuat tekan mortar. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan pasir limbah kuningan (PLK) dan faktor air semen (FAS). Sedangkan variabel tak bebas (terikat) adalah kuat tekan mortar.

Pasir yang digunakan sebagai agregat halus adalah pasir alam dari wilayah Malang dan pasir limbah kuningan yang digunakan berasal dari home industri kuningan, Juwana-Pati. Variasi komposisi pasir limbah kuningan sebagai agregat halus menggunakan komposisi 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat pasir alam. Sedangkan variasi faktor air semen yang direncanakan adalah 0,30, 0,35, 0,40 mengacu pada komposisi *paving block* dengan masing-masing perlakuan dibuat 5 buah benda uji kubus dengan sisi-sisi 5cm sehingga jumlah keseluruhan benda uji 75 buah.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian diolah secara statistik menggunakan analisis varian dua arah. Dari hasil pengolahan data tersebut, penggunaan pasir limbah kuningan (PLK) ternyata memberikan pengaruh yaitu peningkatan kuat tekan mortar pada prosentase sebesar 10% dan penurunan kuat tekan mortar pada prosentase 20%, 30% dan 40%. Pada variasi faktor air semen dilakukan koreksi akibat perbedaan prosentase kadar air dan penyerapan (*absorpsi*) guna mengetahui banyaknya air yang sebenarnya untuk bereaksi dengan semen dalam campuran mortar. Hasil analisis koreksi FAS diperoleh bahwa FAS teoritis (rencana) masing-masing 0,30 , 0,35 , 0,40 setelah dikoreksi diperoleh FAS masing-masing 0,24 , 0,29 , 0,34. Berkurangnya nilai FAS ini diakibatkan kondisi pasir alam yang kering udara dan PLK yang berada dalam kondisi jenuh kering permukaan (SSD). Hasil analisis statistik diperoleh bahwa variasi faktor air semen yang diberikan mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan mortar yaitu FAS teoritis yang rendah sebesar 0,30 memberikan kuat tekan mortar yang lebih tinggi dibandingkan FAS teoritis 0,35 dan 0,40.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring semakin majunya teknologi hingga sekarang telah menyebabkan bahan bangunan sebagai kebutuhan pembangunan di bidang konstruksi baik itu bersifat non struktur maupun struktur semakin meningkat pula. Beton yang dibentuk dari semen, agregat dan air merupakan salah bahan konstruksi yang telah banyak digunakan. Hal ini diakibatkan beton sebagai material konstruksi memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah bahan-bahan pembentuknya mudah diperoleh, mudah dibentuk, harganya relatif murah, tidak memerlukan perawatan khusus dan lebih tahan terhadap lingkungan. Selain beton, dikembangkan juga komponen penunjang bangunan yakni *paving block*, *conblock* dan genteng beton dimana bahan penyusun utamanya berupa mortar (semen, pasir dan air).

Agregat halus atau pasir merupakan unsur penting dalam pembuatan aduk (mortar) dan beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi atau *filler* dengan tujuan untuk menambah kekuatan (*strength*), mengurangi penyusutan, mengurangi pemakaian bahan pengikat semen, menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*) dan menentukan tingkat keawetan beton (*durability*). Pengaruh pasir terhadap kekuatan dan keawetan mortar dan beton dapat dilihat pada dua segi. Pertama, peranan pasir sebagai pembentuk mortar antara lain berfungsi sebagai pengendali *workability*, pemberi daya rekat dan kekuatan, pengendali keawetan mortar dan beton. Kedua, pengaruh pasir terhadap mutu mortar dan beton yaitu agar mortar dapat berfungsi dalam mendukung kekuatan maka susunan campuran mortar dan beton dihitung dengan cermat serta mempertimbangkan susunan besar butir (*grading*), kadar semen dan faktor air semen.

Semen sebagai pembentuk pasta diperlukan untuk mengikat agregat halus pada mortar, tetapi harga semen merupakan harga yang lebih mahal dibandingkan harga agregat halus. Dengan maraknya pembangunan di mana aspek lingkungan harus diperhatikan, maka agregat pasir yang berasal dari sumber daya alam sebaiknya dibatasi, bila memungkinkan diganti dengan produk limbah-limbah yang merupakan hasil buangan dari produksi industri. Demikian juga pemanfaatan semen yang dicampur dengan produk limbah, memungkinkan pengurangan jumlah semen dalam pembuatan mortar dan beton.

Pasir limbah kuningan merupakan campuran pasir, kuningan dan besi diperoleh dari peleburan rongsokan kuningan pada suhu tanur tinggi yang berada di Juwana, Pati. Pasir limbah kuningan ini belum dimanfaatkan dan hanya digunakan sebagai bahan timbunan di sekitar unit peleburan pada daerah tersebut. Kuningan merupakan paduan antara 70% tembaga dan 30% seng (Lawrance H. Van Vlack, 1992). Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *copper slag* (terak tembaga) berpotensi digunakan sebagai salah satu material produksi beton mutu tinggi (Surya Bermansyah, 2005). Sedangkan penambahan  $18 \text{ g/m}^3$  dan  $36 \text{ g/m}^3$  natrium dikarbonat ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) yang digalvanisasi celup panas untuk membuat lapisan seng *hot dip galvanising* (HDP) tahan korosi ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan lekat baja tulangan masing-masing 5,11% dan 4,13% dari kekuatan lekat baja tulangan ulir 10mm yang tidak dilapisi seng sehingga meningkatkan sifat durabilitas beton terhadap korosi (A.Ibrahim, dkk). Berdasarkan peranan pasir dan komposisi kuningan yang tersusun dari unsur tembaga dan seng, perlu meninjau tentang pemanfaatan pasir limbah kuningan sebagai agregat halus dalam menggantikan sebagian pasir alam pada campuran mortar.

Mencermati hal tersebut diatas, maka diadakan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan pasir limbah kuningan terhadap nilai kuat tekan mortar pada variasi faktor air semen.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana pengaruh variasi penambahan pasir limbah kuningan dan variasi faktor air semen terhadap kuat tekan mortar?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada :

1. Dalam penelitian ini pasir limbah kuningan yang digunakan berasal dari Juwana, Jawa Tengah.
2. Semen yang digunakan adalah semen gresik tipe 1, dengan pertimbangan mudah didapat di pasaran, untuk semen tidak dilakukan penelitian khusus.
3. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 28 hari.

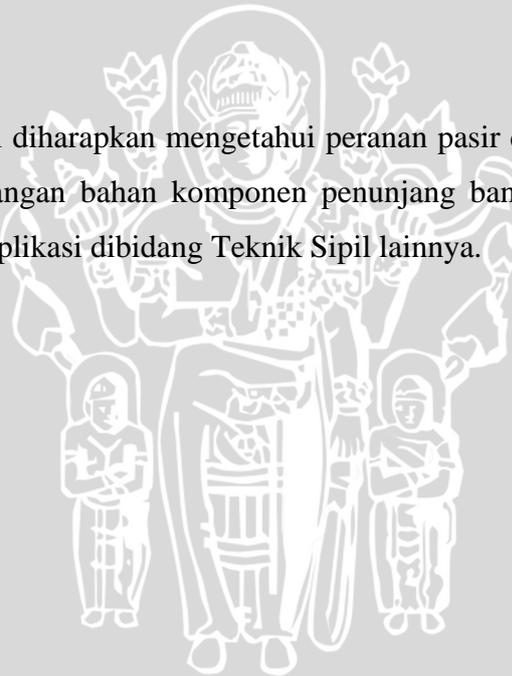
4. Proses kimia pada campuran mortar akibat penambahan pasir limbah kuningan tidak dibahas secara mendetail atau secara khusus.
5. Proses reaksi alkali yang terjadi akibat penambahan pasir limbah kuningan tidak dibahas.
6. Tidak membahas masalah ekonomi akibat penambahan pasir limbah kuningan.
7. Komposisi campuran mortar normal dalam penelitian ini digunakan perbandingan berat semen : berat pasir = 1 : 3 dan variasi faktor air semen 0.3,0.35,0.4 mengacu pada komposisi campuran *paving block*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan pasir limbah kuningan dan variasi faktor air semen terhadap kuat tekan mortar.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mengetahui peranan pasir dari limbah kuningan, terutama untuk pengembangan bahan komponen penunjang bangunan seperti *paving block* dan *conblock* serta aplikasi dibidang Teknik Sipil lainnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Mortar

##### 2.1.1. Sejarah Mortar

Pada awal tahun 2690 sebelum masehi, sejarah mencatat penggunaan mortar untuk pertama kalinya di mesir. Pada saat itu mortar dibuat dengan *gypsum* yang dibakar dan dicampur dengan pasir. Dalam perkembangan selanjutnya, yaitu di Italia dan Yunani, Mortar dibuat dari beberapa material seperti kapur yang dibakar, abu vulkanik dan pasir. Penggunaan semen portland dalam campuran mortar dimulai pada abad 20 dan dapat menghasilkan mortar dengan kekuatan yang jauh lebih besar dari sebelumnya. Sampai saat ini campuran pasir dan semen portland tetap digunakan dalam pembuatan mortar.

##### 2.1.2. Definisi Mortar

Mortar merupakan campuran dari semen, pasir dan air, yang merupakan perekat utama dalam campuran beton. Selain dalam campuran beton, pada umumnya mortar digunakan sebagai plesteran pada pasangan batu bata yang berfungsi untuk melekatkan batu bata menjadi satu kesatuan yang kuat dan kaku. Saat ini penggunaan mortar telah diaplikasikan pada komponen penunjang bangunan meliputi *conblock*, *paving block* dan genteng beton.

Adukan mortar yang baik adalah mudah diaduk (*mixing*), diangkut (*transporting*), dan dipadatkan (*compacting*) tanpa menyebabkan *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan) serta segregasi (pemisahan agregat dari adukan). Adapun sifat-sifat yang perlu diperhatikan dalam adukan mortar sebagai berikut ;

##### a. Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Kemudahan Pengerjaan merupakan pengerjaan mortar untuk dicampur, diangkut dan dipadatkan tanpa mengurangi keutuhan mortar, juga mortar tidak mengalami *bleeding*. Beberapa sifat yang merupakan unsur utama *workability* antara lain ;

1. Kompabilitas, merupakan kemudahan mortar untuk dipadatkan dan rongga udara dikurangi.
2. Mobilitas, merupakan kemudahan mortar untuk dapat dipindahkan selama pembuatan
3. Stabilitas, merupakan kemampuan mortar untuk tetap sebagai masa yang utuh dan stabil selama pengerjaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *workability* mortar antara lain ;

- Tipe dan kehalusan butir-butir semen
- Gradasi agregat halus
- Perbandingan semen dan pasir
- Perbandingan antara semen dan air
- Temperatur

*b. Pemisahan Agregat (Segregation)*

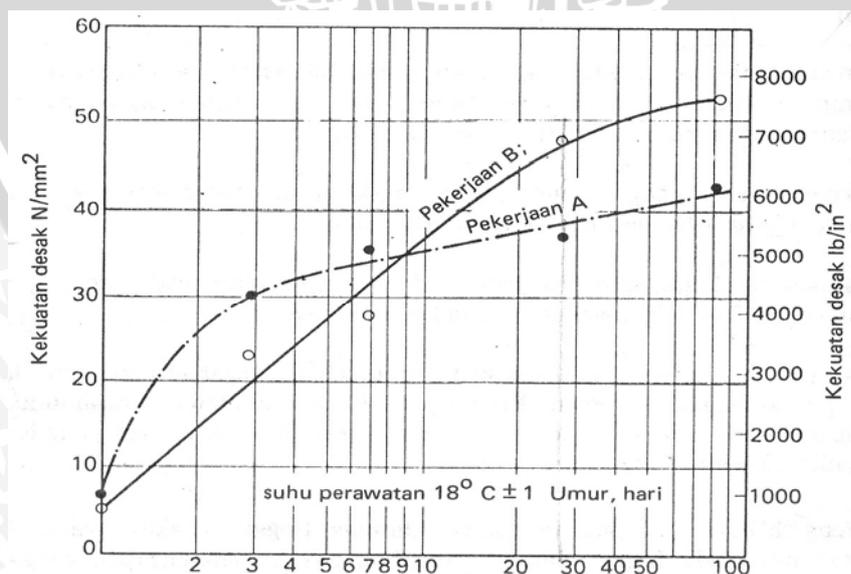
Pemisahan agregat adalah suatu keadaan dimana agregat halus terpisah dari campuran mortar pada saat pembuatan dan pemadatan. Mortar yang mengalami hal ini akan terdapat keropos-keropos (lubang udara) yang tidak homogen. Pemisahan ini disebabkan oleh kurangnya kadar semen pada campuran mortar serta kadar air pada campuran mortar yang terlalu besar.

*c. Pemisahan Air (Bleeding)*

*Bleeding* adalah pemisahan air dari campuran mortar, hal ini terjadi karena adanya rembesan air kepermukaan mortar. *Bleeding* terjadi pada mortar dengan kandungan kadar air yang berlebih.

## 2.2. Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar merupakan sifat utama yang umumnya harus dimiliki oleh mortar. Pada dasarnya terdapat dua faktor yang sangat menentukan kuat tekan mortar, yaitu kualitas semen dan perbandingan faktor air semen.



Gambar 2.1. Grafik Kenaikan Kekuatan kubus mortar sesuai umurnya  
Sumber : J.L Murdock, K.M Brook, 1991

Selain kualitas semen dan faktor air semen, beberapa faktor lain yang berpengaruh terhadap kuat tekan mortar ;

- a. Suhu ; pada umumnya kecepatan pengerasan mortar bertambah dengan bertambahnya suhu.
- b. Umur ; pada keadaan normal kekuatan mortar bertambah sejalan dengan umurnya, kecepatan penambahan kekuatan tergantung pada jenis semen.
- c. Tingkat pemadatan ; gelembung udara yang terperangkap akibat pemadatan yang kurang baik akan mempegaruhi kekuatan mortar itu sendiri.
- d. Bentuk dan tekstur agregat halus : pasir yang mempunyai permukaan kasar dan bersudut memiliki ikatan antar butir yang baik sehingga membentuk daya lekat yang baik dibandingkan dengan pasir yang permukaannya berbentuk bulat.

### **2.3. Faktor Air Semen**

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen didalam campuran adukan. Rendahnya faktor air semen pada komposisi bahan, mengakibatkan kuat tekan mortar semakin tinggi dan sebaliknya (Wuryanti samekto, R. Candra, 2001).

Pada dasarnya semen membutuhkan air 30 persen berat semen untuk bereaksi secara sempurna. Namun kenyataannya berat air kurang dari 40 persen dari berat semen menimbulkan reaksi kimia yang terjadi tidak dapat selesai, Akibatnya mortar sulit dipadatkan. Air dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen sehingga memudahkan pemadatan mortar. Adukan yang terlalu kental berdampak pada sulitnya mortar untuk dipadatkan. Hal ini mengakibatkan mortar menjadi kurang padat sehingga kuat tekannya menjadi kecil. Penambahan air sebagai pelumas tidak boleh berlebihan karena mengurangi kekuatan mortar, dan dapat menimbulkan terjadinya segregasi dan *bleeding* pada adukan. Dengan demikian maka ada suatu nilai faktor air semen yang optimum untuk menghasilkan kuat tekan mortar yang maksimum.

### **2.4. Material Penyusun Mortar**

#### **2.4.1. Semen**

Semen Portland merupakan bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang tersusun dari silikat-silikat kalsium, dengan batu gips sebagai bahan tambah. Semen berfungsi sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan butiran-butiran agregat sehingga saling terikat kuat dan

membentuk suatu masa yang padat. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk pasta semen, dan bila dicampur dengan pasir dan air membentuk mortar semen.

Semen tersusun dari unsur-unsur kimia yang mengandung oksida seperti yang terlihat pada tabel berikut ;

**Tabel 2.1 Komponen bahan baku semen**

Oksida	Persen (%)
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 – 8
Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6
Magnesia, MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO <sub>3</sub>	1 – 2
Soda/potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5 – 1

Sumber : (Wuryanti samekto, Candra R, 2001)

Pada semen juga terdapat empat kandungan senyawa semen antara lain ;

- Dicalcium Silicate (C<sub>2</sub>S) atau 2CaO.SiO<sub>2</sub>
- Tricalcium Silicate (C<sub>3</sub>S) atau 3CaO. SiO<sub>2</sub>
- Tricalcium Aluminate (C<sub>3</sub>A) atau 3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Tetra Calcium Aluminoferrite (C<sub>4</sub>AF) atau 4CaO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Semen portland di Indonesia menurut *SII 0013-81* dibagi menjadi lima jenis antara lain :

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum. Semen ini tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

### 2.4.2. Air

Air berfungsi untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan serta sebagai pelumas pada campuran semen. Beberapa persyaratan Air sebagai pencampur mortar antara lain :

1. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung zat organik, asam, dan garam-garam yang dapat merusak beton atau mortar lebih dari 15 gram/liter.

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada banyaknya air yang dipakai waktu proses hidrasi berlangsung. Pada dasarnya banyaknya air yang diperlukan untuk proses hidrasi kira-kira 30 persen dari berat semennya. Penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras. Kelebihan air akan mengakibatkan jarak butir-butir semen menjadi lebih jauh, sehingga hasilnya kurang kuat dan lebih porous (berongga). Kelebihan air dari yang diperlukan untuk proses hidrasi, pada umumnya memang diperlukan pada pembuatan mortar, agar adukan mortar tersebut dapat campur dengan baik, diangkut dengan mudah, dan dicetak tanpa rongga-rongga yang besar (tidak keropos). Banyaknya air pengaduk diusahakan sedikit mungkin sehingga kekuatan mortar tidak terlalu rendah.

### 2.4.3. Agregat halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butiran tertahan ayakan No.200 dan lolos ayakan dengan lubang 4,75 mm (R. Candra , 2001).

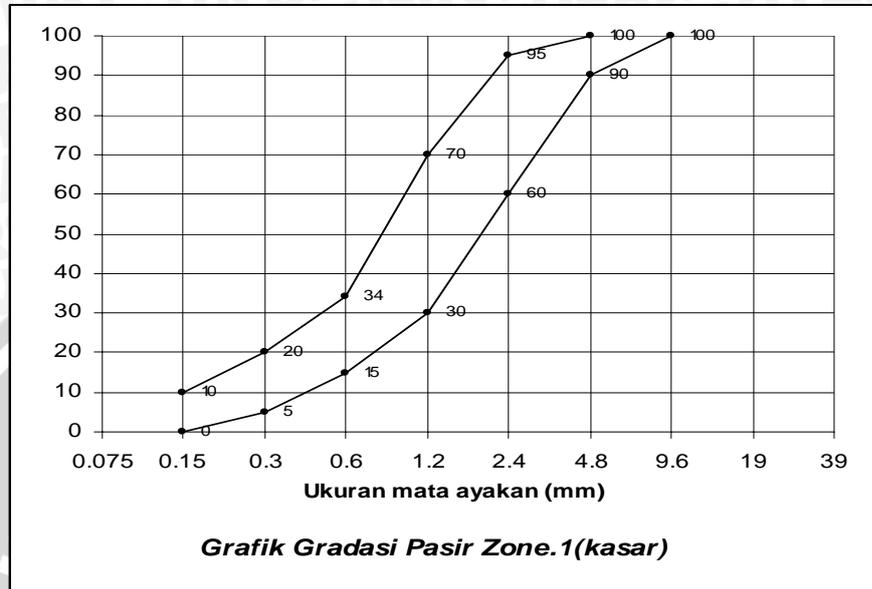
Agregat halus yang digunakan berupa pasir alam sebagai bahan campuran mortar tidak boleh mengandung organik lebih dari 5%, apabila kandungannya melebihi dari yang disyaratkan maka material tersebut harus dicuci dan agregat halus juga diharapkan tidak mengandung bahan organik yang dapat merusak mortar.

**Tabel 2.2 Berat jenis, Porositas(n), Angka pori (e), dan Kadar air (w) dari Pasir**

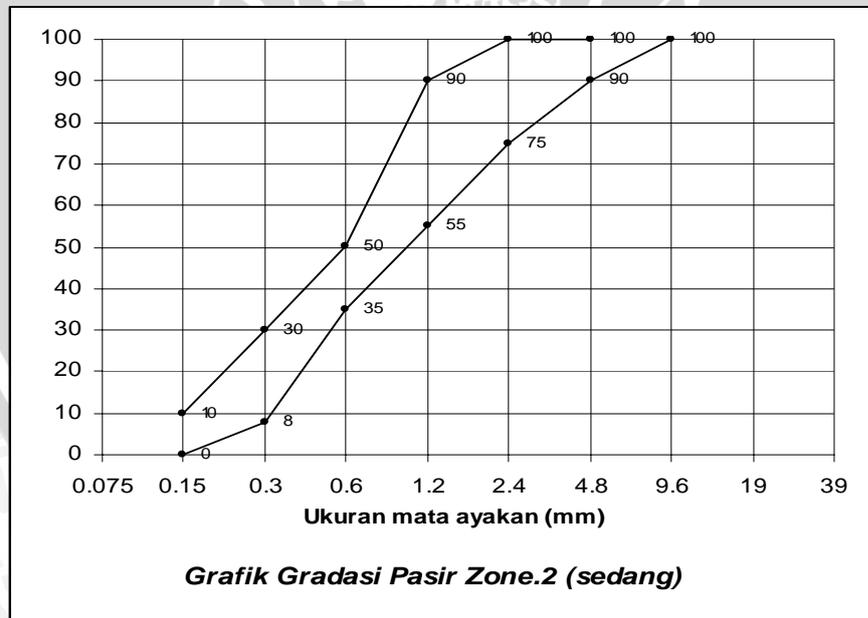
<i>Jenis Pasir</i>	<i>n (%)</i>	<i>E</i>	<i>w (%)</i>	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )
Pasir seragam, tidak padat	46	0,85	32	1,89	1,43
Pasir seragam, padat	34	0,51	19	2,09	1,75
Pasir berbutir campuran, tidak padat	40	0,67	25	1,99	1,59
Pasir berbutir campuran, padat	30	0,43	16	2,16	1,89

Sumber : Hary christady hardiyatmo

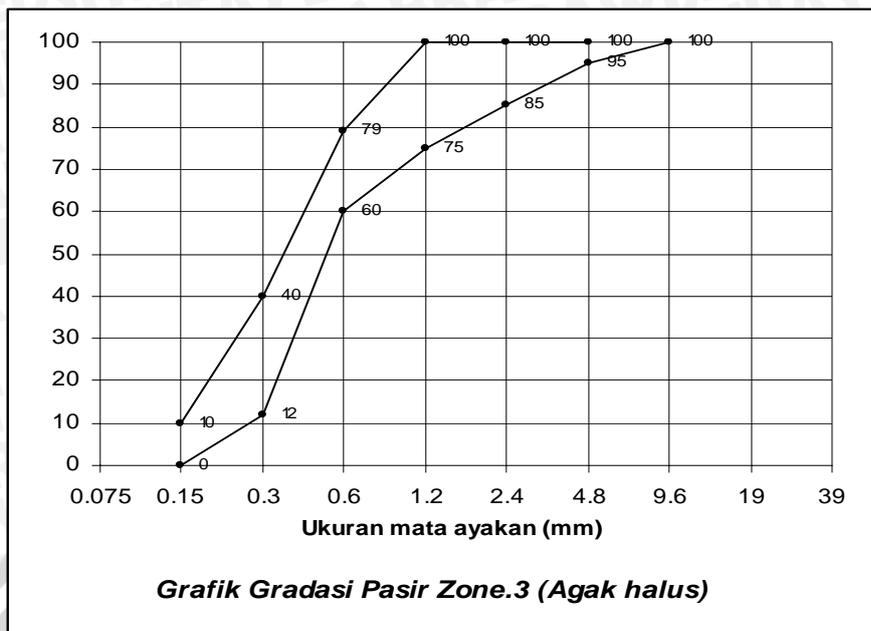
Menurut *British Standard* (BS) yang juga dipakai di Indonesia saat ini, kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok gradasi (*zone*) seperti yang diperlihatkan dibawah ini ;



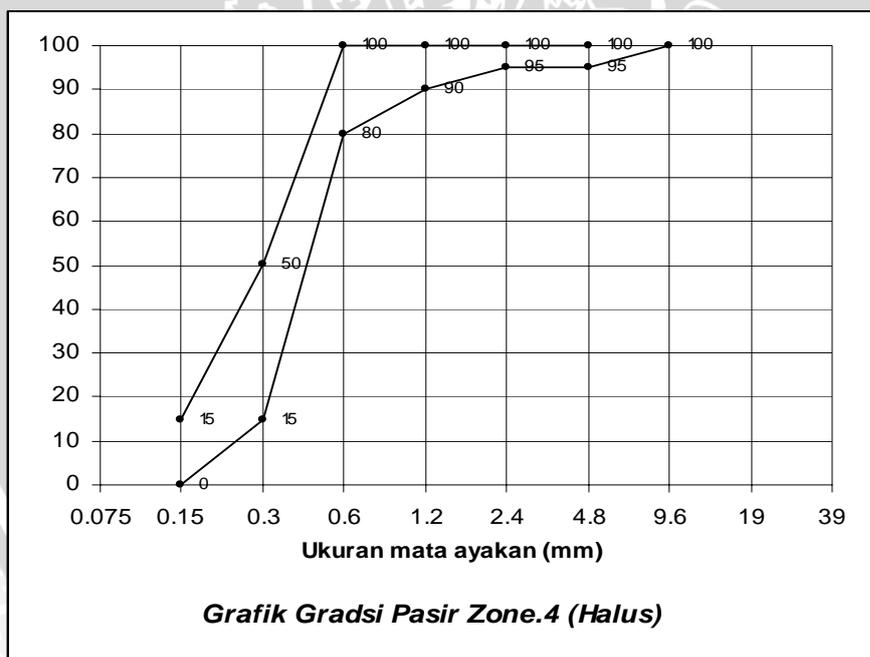
Gambar 2.2 Grafik pasir zona 1  
Sumber : Wuryanti Samekto, R. Chandra, 2001



Gambar 2.3 Grafik pasir zona 2  
Sumber : Wuryanti Samekto, R. Chandra, 2001



Gambar 2.4 Grafik pasir zona 3  
 Sumber : Wuryanti Samekto, R. Chandra, 2001



Gambar 2.5 Grafik pasir zone 4  
 Sumber : Wuryanti Samekto, R. Chandra, 2001

## 2.5. Pasir Limbah Kuningan

### 2.5.1. Definisi Pasir Limbah Kuningan

Pengertian pasir limbah kuningan adalah butiran yang tersisa ketika logam kuningan yang diproduksi selama pemisahan logam kuningan dari kotoran yang terlepas dari hasil peleburan tungku tanur tinggi.

Pasir limbah kuningan adalah material yang terdiri dari pasir, partikel-partikel kuningan dan logam besi. Sedangkan logam kuningan mengandung unsur utama tembaga (Cu) dan seng (Zn).

### 2.5.2. Sifat Material Pasir Limbah Kuningan

Kuningan merupakan paduan antara 70 % tembaga dan seng 30 % (Lawrence H. Van Vlack, 1992). Kuningan kadang-kadang juga mengandung sejumlah logam lain terutama timah putih, timah hitam, aluminium, mangan dan besi. Warna kuningan mengandung 20 persen Zn berwarna merah, 20 sampai 40 persen Zn berwarna kuning, dan juga mengandung 42 persen Zn berwarna kuning emas (Amanto, Hari dan Daryanto, 1999).

Penurunan kekuatan struktur beton bertulang, khususnya struktur yang terendam disebabkan oleh korosi pada baja tulangnya (Laode M Iqbal, 1999). Berdasarkan unsur-unsurnya, tembaga dan seng digunakan untuk memperbaiki ketahanan korosi besi atau baja sebagai bahan pelapis yang disebabkan oleh atmosfer (<http://id. Wikipedia. org/Wiki/Seng>). Adapun sifat fisik dan mekanik dari logam kuningan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut ;

Tabel 2.3. Tipikal sifat fisik pasir limbah kuningan

Berat jenis kering permukaan (SSD)	5,62
Berat isi agregat halus (gram/cc)	2,53
Penyerapan (%)	0,54

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya

Tabel 2.4. Sifat Fisik Logam Kuningan

Sifat fisik (20 °C)	Nilai
Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	8,5
Pemuaian (°C <sup>-1</sup> )	20 . 10 <sup>-6</sup>

Sumber : (Lawrence H. Van Vlack, 1992)

Tabel 2.5. Sifat Mekanik Logam Kuningan

Sifat mekanik (20 °C)	Nilai
Kuat tarik (Mpa)	460
Perpanjangan (mm)	5
Modulus elastisitas (Mpa)	110.000

Sumber : (Lawrence H. Van Vlack, 1992)

## 2.6. Besi

Besi merupakan logam yang biasa digunakan di antara semua logam, yaitu mengandung sebanyak 95 % dari semua logam yang dihasilkan. Karena harganya murah dan kekuatannya yang tinggi menjadikan besi banyak digunakan, terutama dalam industri kereta, badan kapal bagi kapal besar, dan komponen struktur bangunan sebagai struktur komposit pada jembatan dan bangunan serta tulangan pada beton untuk menahan tegangan tarik yang terjadi.

## 2.7. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan referensi penelitian terdahulu tentang terak tembaga dan seng, dapat dirumuskan hipotesis bahwa:

- Variasi penambahan pasir limbah kuningan dan variasi faktor air semen akan berpengaruh terhadap kuat tekan hancur mortar.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Waktu Penelitian dimulai pada 21 mei sampai 18 juni 2007.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ;

##### a. Alat

- Satu set ayakan
- Timbangan
- Gelas ukur
- Oven
- Cetakan kubus sisi 5cm x 5cm x 5cm
- Sendok semen, mesin uji tekan beton
- Penumbuk
- Kerucut terpancung untuk uji SSD pasir

##### b. Bahan

- Semen gresik tipe I
- Pasir alam
- Pasir limbah kuningan berasal dari Juwana, Jawa Tengah
- Air dari PDAM Kotamadya Malang

#### 3.3. Batasan Penelitian

a. Komposisi campuran mortar normal dalam penelitian ini digunakan perbandingan *berat semen : berat pasir = 1 : 3* dan *faktor air semen = 0,3, 0,35, 0,4*

b. Perbandingan komposisi campuran *Pasir Alam (PA)* dengan *Pasir Limbah Kuningan (PLK)* dalam campuran mortar adalah :

- 100 % PA dan 0% PLK.
- 90% PA dan 10% PLK.
- 80% PA dan 20% PLK.
- 70% PA dan 30% PLK.
- 60% PA dan 40% PLK

### 3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan untuk penelitian ini disusun sebagai berikut :

Tabel 3.1. Rancangan Penelitian

Faktor air semen	Prosentase Pasir limbah kuningin					Jumlah
	0%	10%	20%	30%	40%	
0,30	5	5	5	5	5	25
0,35	5	5	5	5	5	25
0,40	5	5	5	5	5	25

Rancangan tersebut disusun untuk benda uji tekan kubus mortar dengan kekuatan hancur pada umur 28 hari dengan jumlah 75 benda uji.

### 3.5. Prosedur pembuatan benda uji

Beberapa hal yang perlu dilaksanakan sebelum pembuatan benda uji diantaranya :

#### a. Batasan bahan penelitian

##### ▪ Semen Portland (PC)

Dalam penelitian ini digunakan semen tipe 1 merk Gresik. Pemeriksaan semen dilakukan secara visual yakni semen yang digunakan tidak menggumpal.

##### ▪ Pasir Alam

Pasir yang digunakan adalah pasir alam yang berasal dari pasaran, pengujian pasir yang dilakukan adalah pemeriksaan gradasi agregat, berat isi agregat, kadar air agregat, berat jenis dan penyerapan dari agregat halus karena pengujian ini sangat menentukan pada kekuatan mortar.

##### ▪ Pasir Limbah Kuningan

Pasir limbah kuningin yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran mortar berasal dari Juwana, Jawa Tengah. Pengujian pasir limbah kuningin adalah pemeriksaan gradasi agregat, berat isi agregat, kadar air agregat, berat jenis dan penyerapan dari agregat halus.

##### ▪ Air

Pada penelitian ini air yang digunakan adalah air yang berada di lingkungan Laboratorium Teknologi Beton Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang berasal dari PDAM.

## b. Pengujian sifat fisik material

### ➤ Uji Berat Jenis Pasir Alam dan Pasir Limbah Kuningan

Prosedur kerja :

- 1) Contoh pasir dalam keadaan SSD sebanyak  $W_1$  gram dimasukkan ke dalam gelas ukuran dan diberi air sampai terendam seluruhnya.
- 2) Gelas ukur diguncang-guncang untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam pasir.
- 3) Tambahkan air sampai pada ketinggian 500 ml.
- 4) gelas ukur yang berisi pasir dan air ditimbang, misalnya beratnya  $W_2$  gram.
- 5) pasir dikeluarkan dari gelas ukuran sampai tak ada sisa pasir yang tertinggal, lalu oven kan selama  $\pm 24$  jam.
- 6) setelan dioven, pasir dikeluarkan dan ditimbang, misalnya beratnya  $W_3$  gram.
- 7) gelas ukuran diisi air setinggi  $x$  kemudian ditimbang, misalnya beratnya  $W_4$ .

Perhitungan :

$$1. \text{ berat jenis kering} = \frac{W_3}{(W_4 + (W_1 - W_2))}$$

$$2. \text{ berat jenis SSD} = \frac{W_1}{(W_4 + (W_1 - W_2))}$$

### ➤ Uji Gradasi Pasir Alam dan Pasir Limbah Kuningan

Prosedur kerja :

- 1) Contoh pasir ini masing – masing diambil sebanyak 1 kg.
- 2) Ayakan yang akan digunakan harus dibersihkan, kemudian ditimbang berat dari ayakan tersebut sebagai berat  $W_1$
- 3) Ayakan disusun dengan diameter paling besar diletakkan di atas, berturut-turut dan diameter ayakan yang paling kecil dan pan diletakkan di paling bawah.
- 4) Agregat yang akan diuji dimasukkan ke dalam ayakan, kemudian digetarkan dengan mesin penggetar selama 10 menit.
- 5) Masing-masing ayakan ditimbang ( $W_2$ ).
- 6) Berat agregat yang tertinggal di ayakan dihitung beratnya.

- 7) Setelah data analisis ayakan agregat halus didapatkan kemudian dihitung persentase lolos kumulatif dengan menggunakan tabel hitungan .
- 8) Setelah data pada no.7 didapatkan makan agregat halus dapat digolongkan gradasi berdasarkan grafik yang telah tersedia dan data tersebut akan digunakan dalam campuran mortar.

Perhitungan:

Berat pasir yang tertinggal di ayakan  $W = W_2 - W_1$

Setelah diketahui persen yang lolos kumulatif dari masing-masing ayakan, dengan pertolongan grafik gradasi zona pasir sehingga didapat zona pasir yang diperiksa dan akan digunakan pencampuran mortar.

➤ Uji Kadar Air Pasir Limbah Kuningan

Prosedur kerja :

- 1) Timbang dan catatlah berat talam ( $W_1$ ).
- 2) Masukkan contoh pasir limbah kuningan kondisi SSD kedalam talam, kemudian timbang dan catatlah berat talam + benda uji ( $W_2$ ).
- 3) Hitung contoh pasir limbah kuningan kondisi SSD ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).
- 4) Keringkan contoh pasir tersebut bersama talam dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  hingga mencapai berat tetap.
- 5) Setelah kering, timbang dan catatlah berat talam + benda uji kering ( $W_4$ ).
- 6) Hitung berat contoh pasir kering ( $W_5 = W_4 - W_1$ ).

Perhitungan

$$\text{Kadar Air Pasir Limbah Kuningan} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\%$$

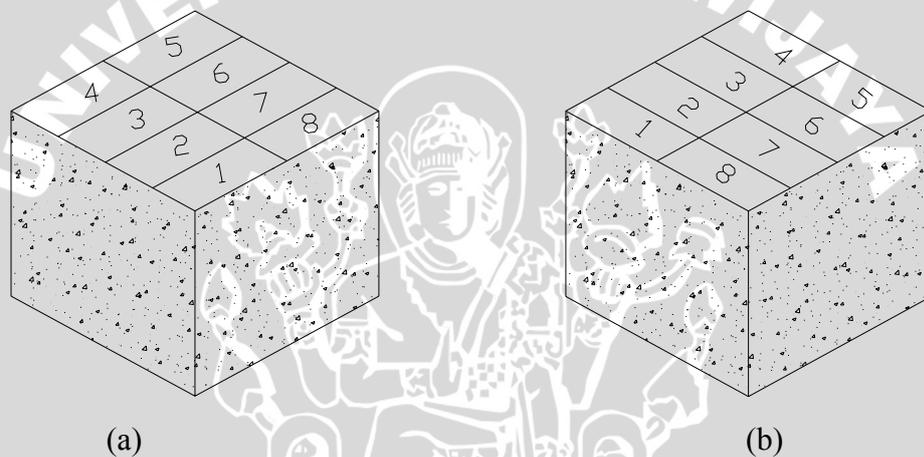
**c. Pembuatan Benda Uji Untuk Uji Mekanis**

Tahapan-tahapan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji penelitian.
- 2) Pencampuran benda uji dilakukan dengan menggunakan manual tanpa mesin, semua material dicampur jadi satu setelah tercampur rata baru ditambahkan air sesuai prosentase faktor air semen benda uji.
- 3) Benda uji dimasukkan kedalam cetakan paling lambat 2,5 menit setelah selesai pengadukan. Adukan dituangkan pada tahap pertama kira-kira setengah

cetakan kubus, ditumbuk sebanyak 32 kali dalam waktu kira-kira 10 menit, dengan urutan tumbukan seperti pada gambar 3.1, tumbukan pertama seperti gambar 3.1(a) kemudian penumbukan kedua dilakukan dengan memutar arah penumbuk sebesar  $90^\circ$  seperti pada gambar 3.1(b). Tumbukan ketiga dan keempat dilakukan sama seperti tumbukan kesatu dan kedua sehingga jumlah tumbukan pada tahap pertama ini sebanyak 32 kali. Apabila penumbukan tahap pertama selesai, tuangkan sisa adukan ke dalam cetakan dan tumbuk lagi seperti pada tahap pertama.

- 4) Tahap ke 2 dan ke 3 ini dilakukan berurutan dimulai dari benda uji dengan fas 0,30 dan kadar pasir limbah kuning 0%,10%,20%,30% dan 40% kemudian fas 0,35 dan fas 0,40.



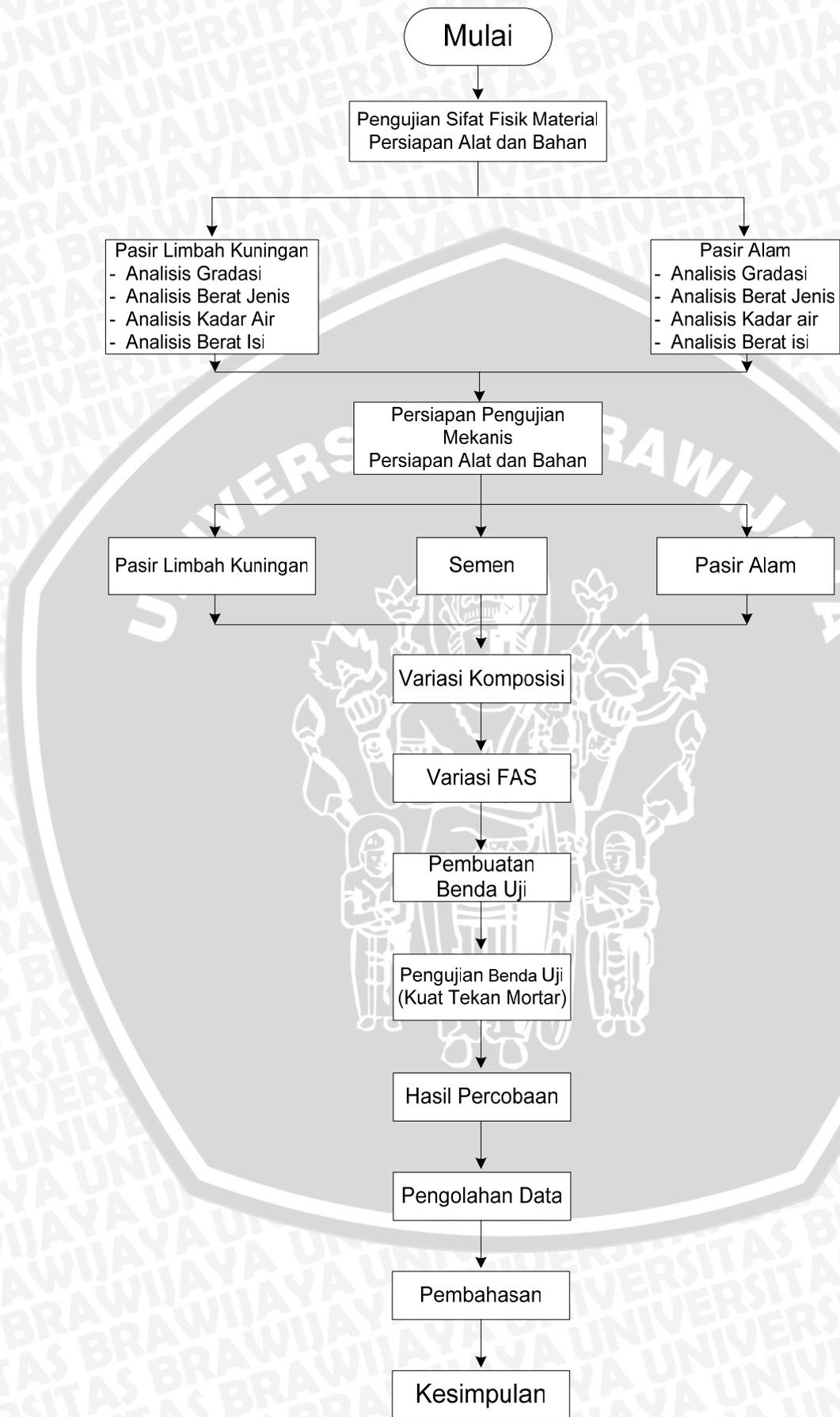
Gambar 3.1 (a) Arah menumbuk adukan mortar tahap pertama dan ketiga  
(b) Arah menumbuk adukan mortar tahap kedua dan keempat

### 3.6. Prosedur pengujian

- a. Tahapan-tahapan uji mekanis (uji tekan) benda uji
  1. Setelah benda uji berumur 28 hari, benda uji sudah siap untuk diuji tekan (dengan catatan bahwa benda uji mulai berumur 0 – 28 hari).
  2. Hasil dari uji tekan benda uji dicatat (hasil uji tekan tersebut dengan menganggap pengaruh lingkungan dianggap sama pada semua perlakuan).

### 3.7. Diagram Alir Penelitian





**3.8. Variabel Penelitian**



Ada dua variabel dalam penelitian ini yaitu :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi komposisi pasir limbah kuningin dari berat pasir alam dan variasi faktor air semen.

2. Variabel Tak Bebas

Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah hasil uji kuat tekan mortar.

### 3.9. Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan pada saat mortar berumur 28 hari dengan cara mencatat kuat tekan hancur mortar.

### 3.10. Analisis Kuat Tekan Mortar

Perhitungan untuk menentukan kuat tekan mortar dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Masing-masing benda uji diperiksa gaya tekan hancurnya.
2. Hitung kuat tekan hancur mortar dengan rumus :

$$f_{ck} = \frac{P}{A}$$

Dimana ;

$f_{ck}$  = Kuat tekan mortar dari benda uji kubus.

$P$  = Besarnya gaya tekan hancur mortar.

$A$  = Luas bidang permukaan mortar

3. Analisis data dengan menggunakan analisis varian dua arah untuk menguji hipotesis.

### 3.11. Analisis Data

Untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan pasir limbah kuningin dan faktor air semen terhadap kuat tekan mortar, maka hasil percobaan diuji statistik menggunakan analisis varian dua arah dengan distribusi F. Dirumuskan sebagai berikut :

1.  $H_0'$  :  $r_1 = r_2 = r_3 = \dots r_n = 0$   
 $H_1'$  = Paling sedikit satu  $r_1 \neq 0$
2.  $H_0''$  :  $c_1 = c_2 \dots c_n = 0$   
 $H_1''$  = Paling sedikit satu  $c_1 \neq 0$

$$3. H_0''' : (rc)_{11} = (rc)_{12} \dots \dots \dots (rc)_{ab} = 0$$

$$H_1''' = \text{Paling sedikit satu } (rc)_{ij} \neq 0$$

c = Varian pengaruh penambahan pasir limbah kuningan

r = Varian pengaruh variasi faktor air semen

rc = Varian pengaruh interaksi antara penambahan pasir limbah kuningan dan faktor air semen.

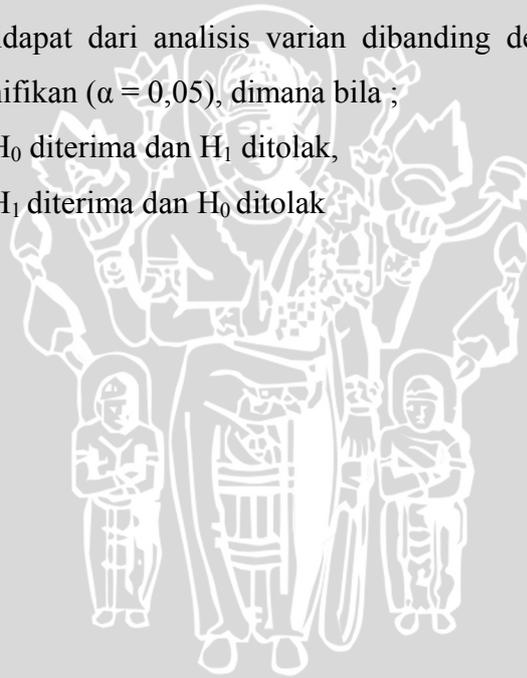
$H_0$  = Hipotesis awal yang menyatakan tidak terdapat pengaruh penambahan pasir limbah kuningan, variasi faktor air semen dan interaksi keduanya terhadap kuat tekan mortar.

$H_1$  = Hipotesis alternatif yang menyatakan terdapat pengaruh penambahan pasir limbah kuningan, variasi faktor air semen dan interaksi keduanya terhadap kuat tekan mortar.

F hitung yang didapat dari analisis varian dibanding dengan F tabel sesuai derajat bebas dengan signifikan ( $\alpha = 0,05$ ), dimana bila ;

F hitung < F tabel maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak,

F hitung > F tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Bahan yang Digunakan

##### 4.1.1. Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen portland tipe 1, yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik. Semen ini dianggap telah memenuhi syarat Standar Industri Indonesia (SII) sebagai bahan pengikat dalam campuran mortar, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis lagi.

##### 4.1.2. Air

Air yang dipakai dalam pembuatan benda uji adalah air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kotamadya Malang. Air ini dianggap telah memenuhi syarat sebagai bahan pelumas dan pencampur semen dengan agregat, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis lagi.

##### 4.1.3. Agregat Halus Pasir Alam

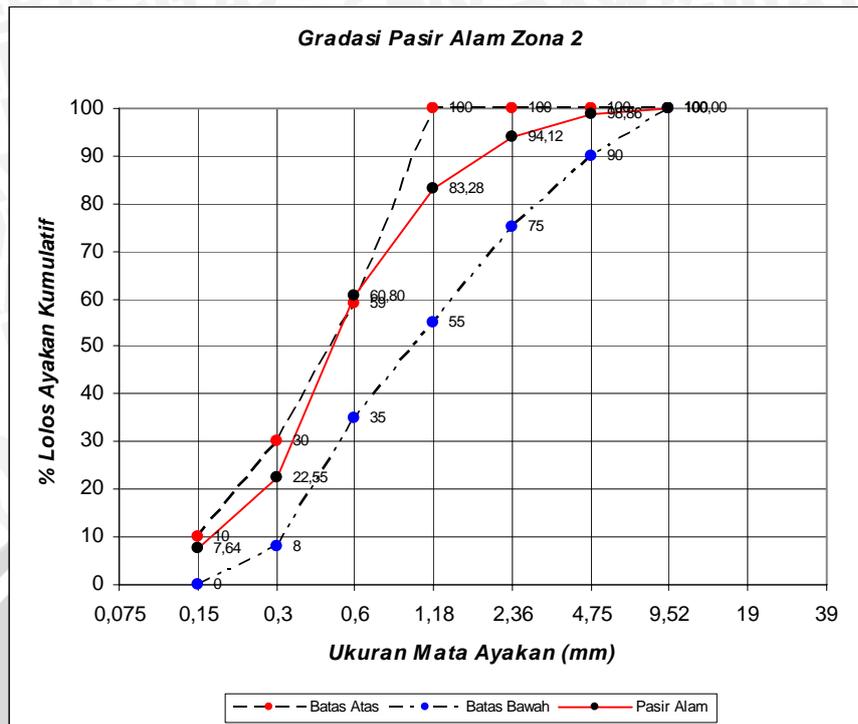
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir alam yang diambil dari daerah sekitar Malang. Perhitungan berat jenis dan penyerapan (*absorpsi*), kadar air serta berat isi dapat dilihat pada lampiran 1, dan hasil pemeriksaan pasir dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Pasir Alam

Jenis Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis Curah	2,47
Berat Jenis SSD	2,53
Berat Jenis Semu	2,62
Penyerapan (%)	2,29
Daerah gradasi	Zona 2
Kadar air (%)	0,23
Berat isi (gram/cc)	1,68

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Unibraw

Setelah dilakukan pengujian gradasi pasir yang dilakukan pada penelitian ini, maka didapatkan bahwa pasir alam termasuk berada pada zona 2, yang menyatakan bahwa pasir bergradasi sedang (agak kasar). Hasil perhitungan gradasi pasir dapat dilihat pada lampiran 2, dan zona pasir terlampir pada Grafik 4.1 dibawah ini ;



Gambar 4.1. Grafik gradasi Pasir Alam

Sumber : Hasil Penelitian

Dari hasil pemeriksaan didapat berat jenis agregat pasir alam sebesar 2,53. Berdasarkan berat jenisnya agregat ini diklasifikasikan sebagai agregat normal karena memiliki berat jenis berkisar antara 2,5 sampai 2,7.

#### 4.1.4. Agregat Halus Limbah Kuningan

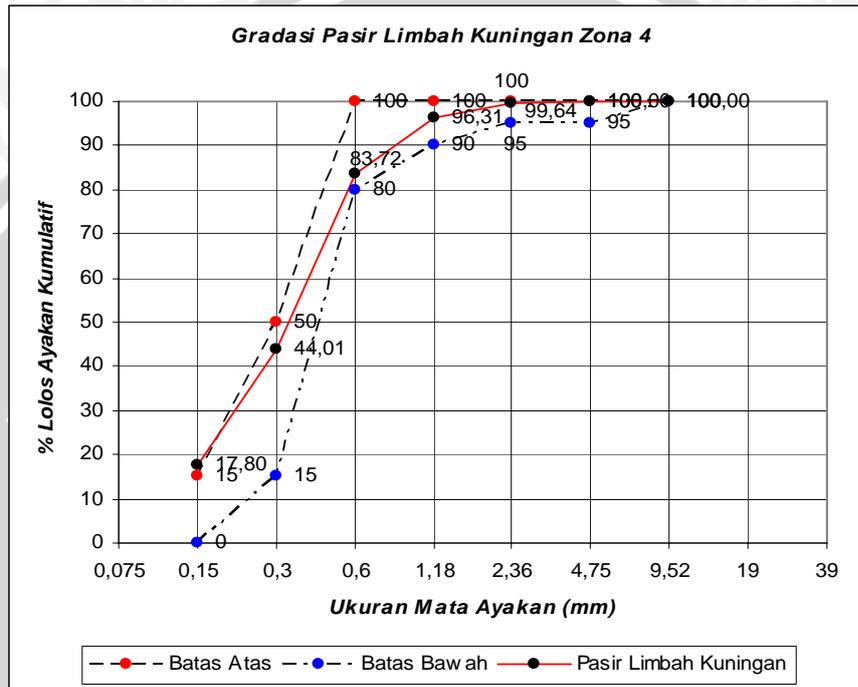
Agregat halus limbah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pasir limbah kuningan yang diambil dari home industri pengrajin kuningan di wilayah Juwana, Jawa Tengah. Perhitungan berat jenis dan penyerapan (*absorpsi*), kadar air serta berat isi agregat halus pasir limbah kuningan dapat dilihat pada lampiran 3, dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut ;

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Pasir Limbah Kuningan

Jenis Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis Curah	5,59
Berat Jenis SSD	5,62
Berat Jenis Semu	5,76
Penyerapan (%)	0,54
Daerah gradasi	Zona 4
Kadar air (%)	0,79
Berat isi (gram/cc)	2,53

Sumber : Hasil pemeriksaan di Laboratorium Bahan Konstruksi Unibraw

Setelah dilakukan pengujian gradasi pasir yang digunakan dalam penelitian ini, maka didapatkan bahwa pasir termasuk kedalam zona 4, yang menyatakan bahwa pasir bergradasi halus. Untuk mengurangi kadar lumpur yang dapat merusak mutu kekuatan mortar, maka dalam penelitian ini agregat limbah kuningin dicuci. Hasil perhitungan gradasi pasir limbah kuningin dapat dilihat pada lampiran 4, dan zona pasir limbah kuningin terlampir pada Grafik 4.2 dibawah ini;



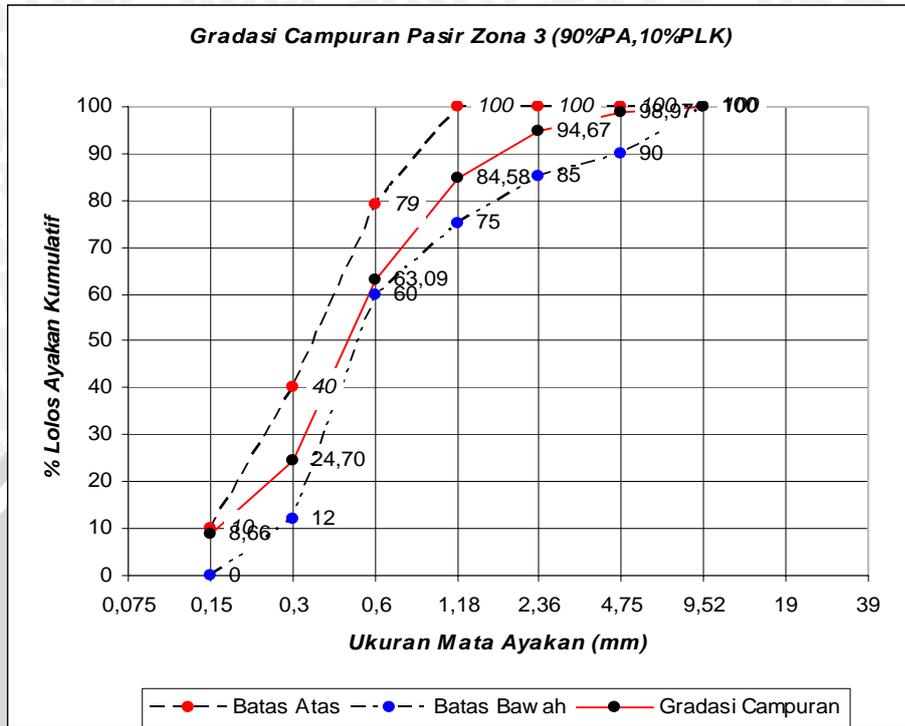
Gambar 4.2. Grafik gradasi pasir limbah kuningin  
Sumber : Hasil Penelitian

Dari hasil pemeriksaan didapat berat jenis dan berat isi agregat pasir limbah kuningin masing-masing sebesar 5,62 dan 2,53 gr/cm<sup>3</sup>, diklasifikasikan sebagai agregat berat karena memiliki berat jenis dan berat isi masing-masing lebih dari 2,8 (Gambir) dan 2,1627 gram/cm<sup>3</sup> (Edward G. Nawy,1998;18).

#### 4.1.5. Agregat Gabungan Pasir Limbah Kuningin dan Pasir Alam

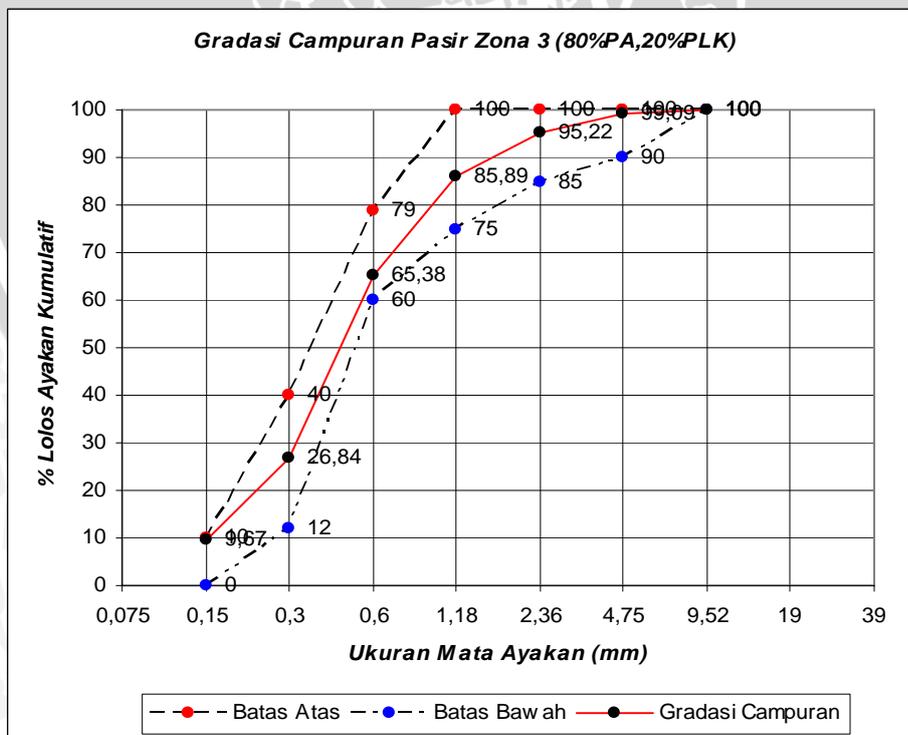
Berdasarkan gradasi agregat halus antara pasir limbah kuningin(zona 4) dan pasir alam (zona 2) dibuat gradasi gabungan kedua agregat dengan prosentase Pasir Limbah Kuningin (PLK) 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan Pasir Alam (PA) 100%,90%, 80%, 70%, 60% dengan tujuan untuk mengetahui peranan PLK terhadap mutu mortar. Berdasarkan hasil analisis didapatkan gradasi gabungan kedua material tersebut berada

pada zona 3. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 5-8 dan zona campuran terlampir pada grafik dibawah ini ;



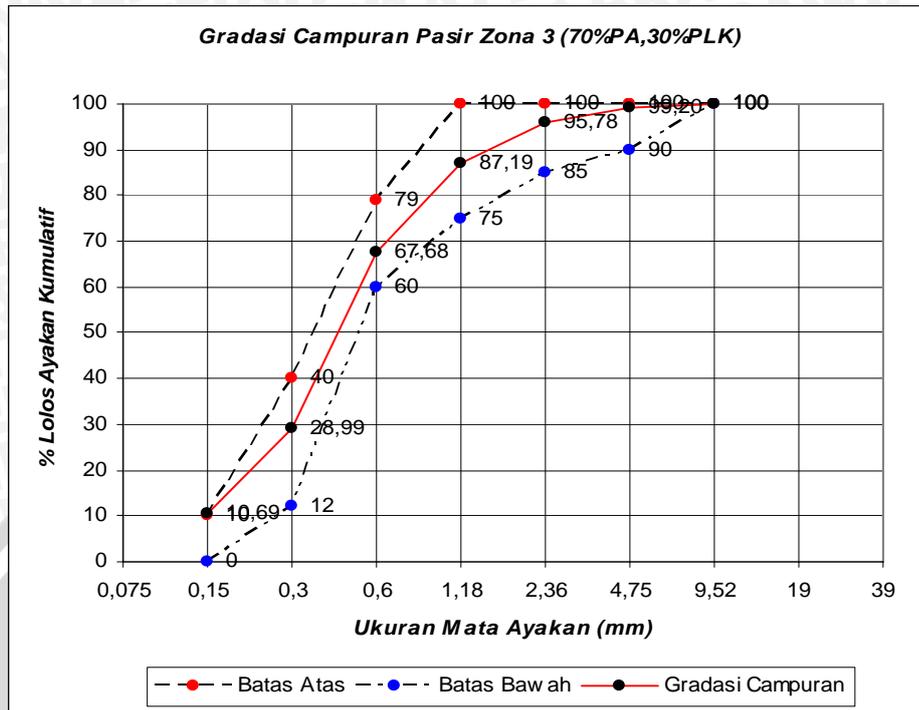
Gambar 4.3. Grafik gradasi campuran 90% PA,10% PLK

Sumber : Hasil Penelitian

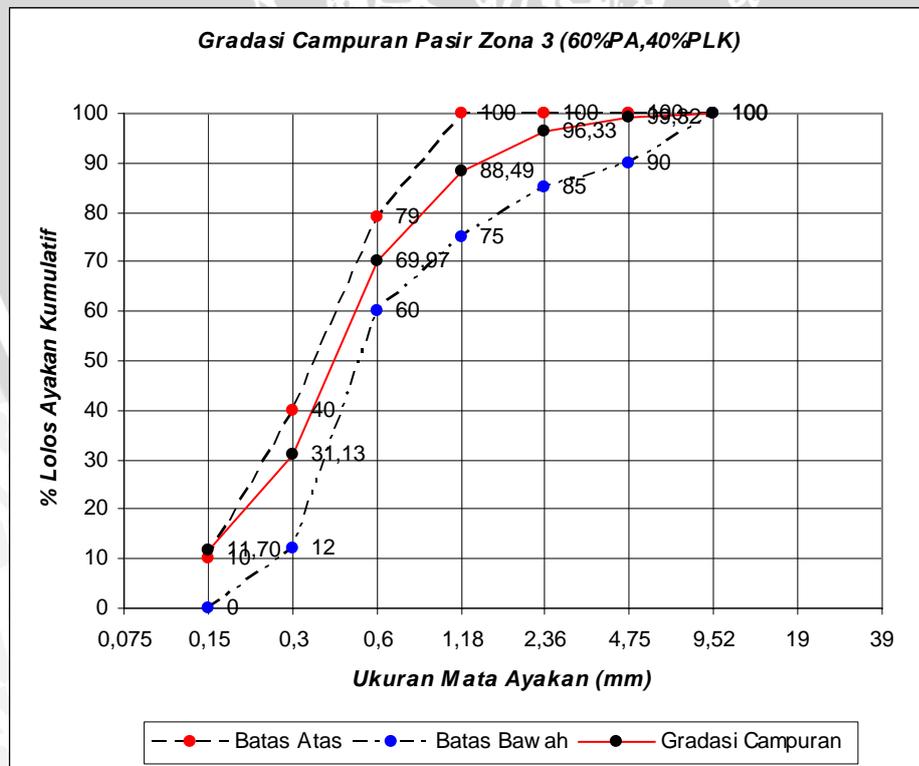


Gambar 4.4. Grafik gradasi campuran 80% PA, 20% PLK

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.5. Grafik gradasi campuran 70%PA, 30%PLK  
 Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.6. Grafik gradasi campuran 60%PA, 40%PLK  
 Sumber : Hasil Penelitian



#### 4.2. Koreksi Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan banyaknya air yang disediakan hanya untuk bereaksi dengan semen saja. Dalam penelitian ini, terjadi koreksi kandungan air pada agregat halus (PA dan PLK) akibat perbedaan prosentase besarnya kadar air dan penyerapan agregat pada kondisi kering permukaan (SSD). Dimana pada kondisi SSD agregat tidak menyerap dan tidak menambah jumlah air untuk proses hidrasi semen. Pada pemeriksaan sifat fisik agregat halus, PA berada dalam kondisi kering didasarkan pada kadar air (0,23%) < penyerapan (2,29%) sedangkan PLK dalam kondisi basah dan kering permukaan (SSD) dengan kadar air (0,79%) > penyerapan (0,54%). Perhitungan faktor air semen yang terkoreksi dapat dilihat pada lampiran 10 – 25. Selanjutnya untuk memudahkan dalam analisis hipotesis maka penamaan faktor air semen diseragamkan berupa FAS teoritis sebesar 0,30, 0,35, dan 0,40. Hasil analisis FAS teoritis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,30

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	FAS Teoritis	FAS Koreksi
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	0,30	0,24
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	0,30	0,24
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	0,30	0,25
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	0,30	0,26
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	0,30	0,27

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.4. Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,35

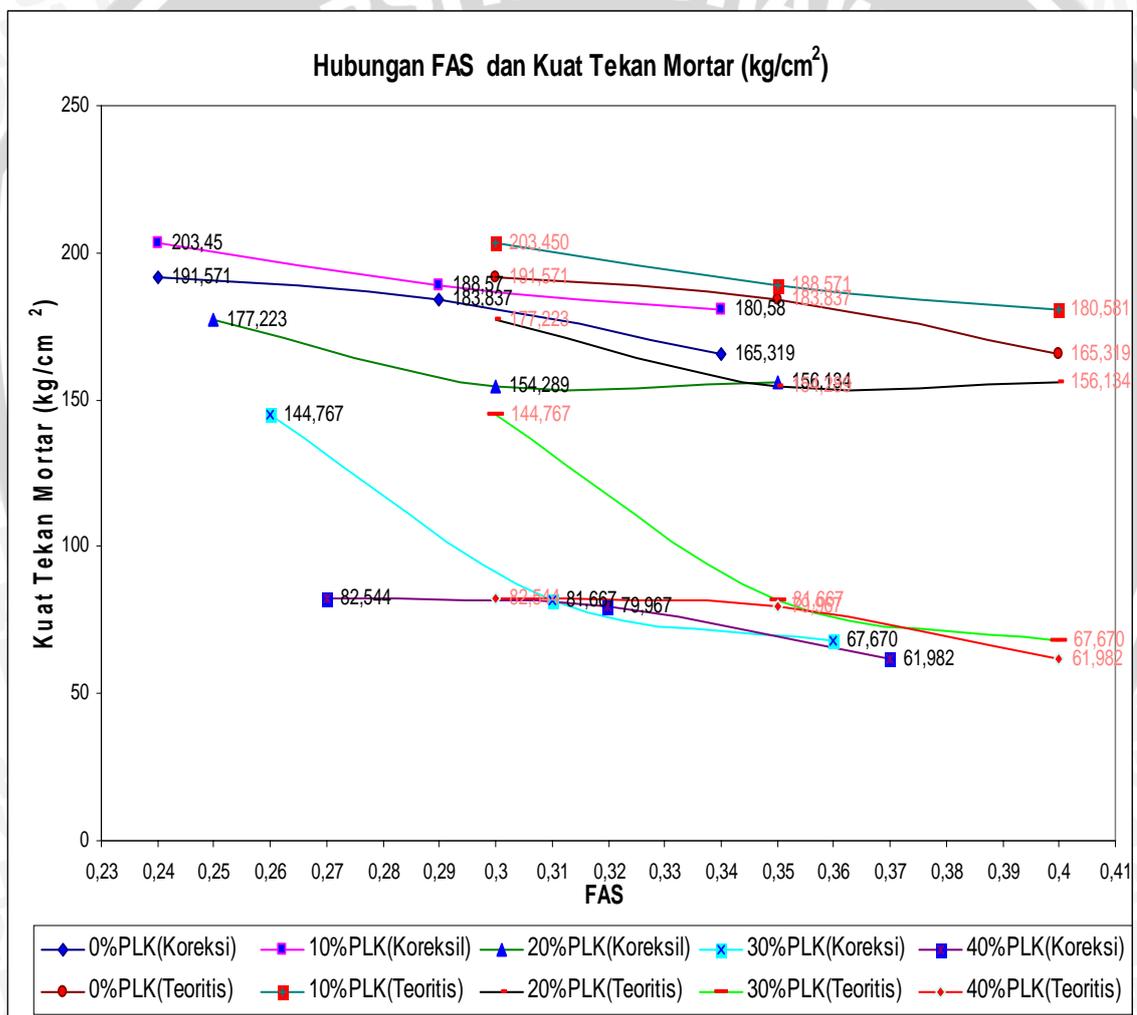
No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	FAS Teoritis	FAS Koreksi
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	0,35	0,29
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	0,35	0,29
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	0,35	0,30
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	0,35	0,31
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	0,35	0,32

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.5. Hasil analisis koreksi FAS teoritis 0,40

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	FAS Teoritis	FAS Koreksi
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	0,40	0,34
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	0,40	0,34
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	0,40	0,35
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	0,40	0,36
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	0,40	0,37

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.7. Grafik Koreksi Faktor Air Semen

Sumber : Hasil Perhitungan

### 4.3. Pengujian Mortar

#### 4.3.1 Pemeriksaan Berat Isi Mortar

Mortar dibuat berupa benda uji berbentuk kubus dengan dengan sisi-sisi 5cmx5cmx5cm, setelah mencapai umur mortar yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu 28 hari maka dilakukan pengukuran dimensi pada benda uji dan ditimbang beratnya untuk mengetahui berat isinya, perhitungan berat isi benda uji terdapat pada Lampiran 25, berat isi benda uji terdapat pada tabel dibawah ini ;

Tabel 4.6. Berat isi Mortar pada FAS teoritis 0,30

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	Berat	Berat isi
		(gram)	(gram/cm <sup>3</sup> )
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	261,76	2,079
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	285,38	2,178
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	297,28	2,228
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	291,76	2,267
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	311,80	2,329

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.7 Berat isi Mortar pada FAS teoritis 0,35

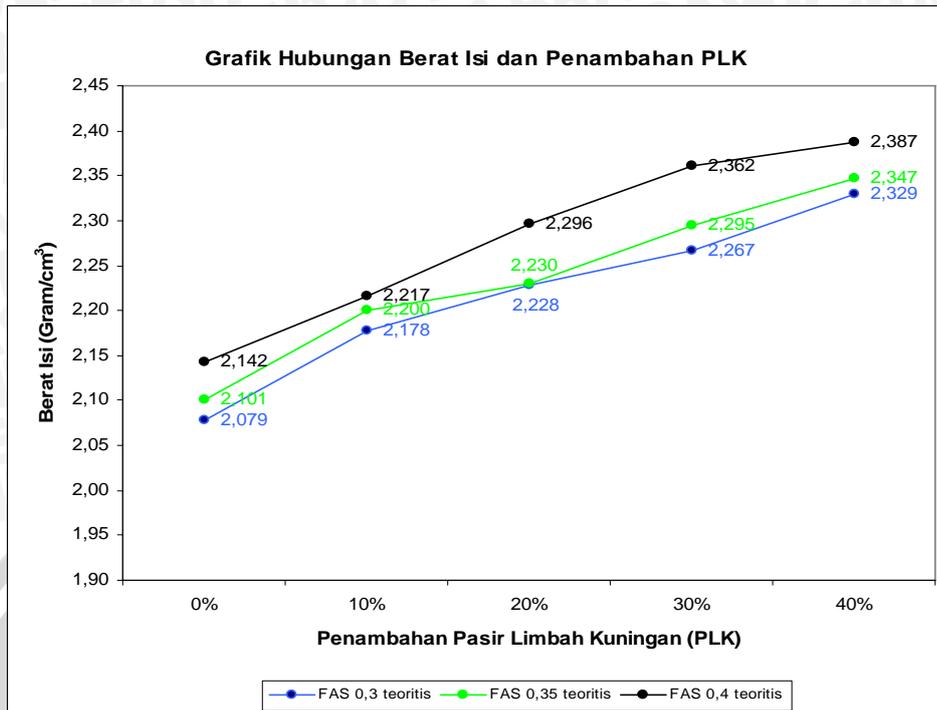
No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	Berat	Berat isi
		(gram)	(gram/cm <sup>3</sup> )
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	278,90	2,101
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	284,90	2,200
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	297,06	2,230
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	294,42	2,295
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	308,48	2,347

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.8. Berat isi Mortar pada FAS teoritis 0,40

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	Berat	Berat isi
		(gram)	(gram/cm <sup>3</sup> )
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	277,30	2,142
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	281,72	2,217
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	301,08	2,296
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	308,96	2,362
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	309,06	2,387

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.8. Grafik hubungan berat isi dan penambahan PLK  
Sumber : Hasil Penelitian

#### 4.3.2 Pemeriksaan Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan alat *Compression Testing Machine*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji berdiri tegak lurus dan dengan penambahan beban yang konstan sampai benda uji kelihatan retak yang diindikasikan dengan tidak ada peningkatan gaya tekan. Adapun perhitungan uji kuat tekan mortar terdapat pada lampiran 26. Hasil perhitungan kuat tekan mortar akibat variasi faktor air semen (fas) dan penambahan pasir limbah kuningin ditampilkan sebagai berikut ;

Tabel 4.9. Kuat Tekan Mortar pada FAS teoritis 0,30

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningin	Kuat tekan	Kuat tekan
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningin	191,57	19,157
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningin	203,45	20,345
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningin	177,22	17,722
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningin	144,77	14,477
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningin	82,54	8,254

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.10. Kuat Tekan Mortar pada FAS teoritis 0,35

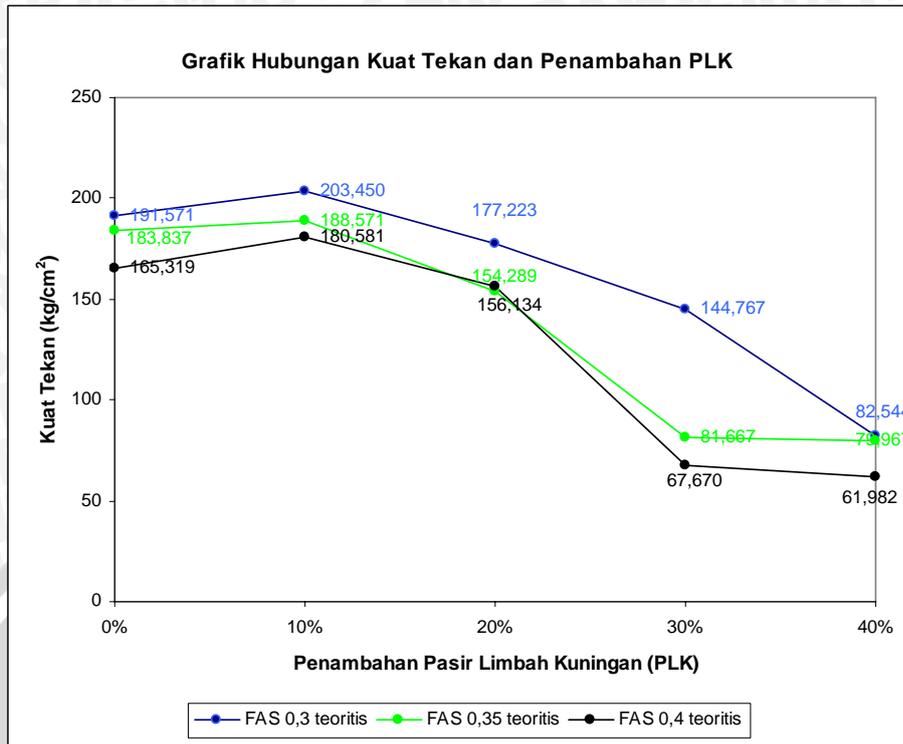
No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	Kuat tekan	Kuat tekan
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	183,84	18,384
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	188,57	18,857
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	154,29	15,429
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	81,67	8,167
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	79,97	7,997

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.11. Kuat Tekan Mortar pada FAS teoritis 0,40

No.	Komposisi campuran pasir alam dengan pasir limbah kuningan	Kuat tekan	Kuat tekan
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
I	100% Pasir alam dan 0% pasir limbah kuningan	165,32	16,532
II	90% Pasir alam dan 10% pasir limbah kuningan	180,58	18,058
III	80% Pasir alam dan 20% pasir limbah kuningan	156,13	15,613
IV	70% Pasir alam dan 30% pasir limbah kuningan	67,67	6,767
V	60% Pasir alam dan 40% pasir limbah kuningan	61,98	6,198

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.9. Grafik hubungan Kuat Tekan dan penambahan PLK  
 Sumber : Hasil Penelitian

Perhitungan kuat tekan mortar dihitung dengan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ , dimana ;}$$

$f'_c$  = Kuat tekan hancur (Kg/cm<sup>2</sup>)

P = Gaya tekan hancur (Kg)

A = Luas bidang permukaan mortar (cm<sup>2</sup>)

#### 4.4. Metode Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel bebas (Penambahan pasir limbah kuning dan variasi faktor air semen) terhadap variabel tak bebas (kuat tekan mortar). Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan analisis varian dua arah dengan distribusi F.

Hipotesis pada penelitian ini dapat dijelaskan secara statistik dengan pengujian sebagai berikut ;

1.  $H_0' : r_1 = r_2 = r_3 = \dots r_n = 0$

$H_1'$  = Paling sedikit satu  $\alpha_1 \neq 0$

2.  $H_0'' : c_1 = c_2 \dots c_n = 0$

$H_1''$  = Paling sedikit satu  $c_1 \neq 0$



$$3. H_0''' : (rc)_{11} = (rc)_{12} \dots \dots \dots (rc)_{ab} = 0$$

$$H_1''' = \text{Paling sedikit satu } (rc)_{ij} \neq 0$$

dengan :

$H_0$  = Hipotesis awal yang menyatakan tidak terdapat pengaruh penambahan pasir limbah kuningin, variasi faktor air semen dan interaksi keduanya terhadap kuat tekan mortar.

$H_1$  = Hipotesis alternatif yang menyatakan terdapat pengaruh penambahan pasir limbah kuningin, variasi faktor air semen dan interaksi keduanya terhadap kuat tekan mortar.

Dengan menggunakan persamaan uji hipotesis data, kriteria pengujian analisis varian dua arah adalah ;

$$\alpha = 0,05 \text{ (Resiko kegagalan)}$$

$$r = 3 \text{ (variasi faktor air semen)}$$

$$c = 5 \text{ (variasi komposisi agregat pasir limbah kuningin)}$$

$$n = 5 \text{ (jumlah perulangan)}$$

$$t = 75 \text{ (jumlah total data)}$$

Batas kritis derajat kebebasan pada tabel distribusi F adalah ;

$$dk_R = (r-1) = (3-1) = 2$$

$$dk_C = (c-1) = (5-1) = 4$$

$$dk_{RC} = (r-1) \times (c-1) = 2 \times 4 = 8$$

$$dk_{galat} = r \times c \times (n-1) = 3 \times 5 \times (5-1) = 60$$

Sehingga  $F_{tabel}$  didapat sebagai berikut ;

$$F_{tabelR} (0,05 ; 2 ; 60) = 3,15$$

$$F_{tabelC} (0,05 ; 4 ; 60) = 2,53$$

$$F_{tabelRC} (0,05 ; 8 ; 60) = 2,10$$

#### 4.5. Hasil Pengujian Hipotesis

Berdasarkan perhitungan analisis dua arah secara manual dengan distribusi F diperoleh hasil sebagai berikut ;

Tabel 4.12 Analisis varian dua arah Penambahan Pasir limbah kuningan (%) terhadap kuat tekan mortar ( $\text{kg/cm}^2$ ) dengan variasi faktor air semen

Sumber variasi	dk	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>Tabel(0,05)</sub>
FAS (R)	2	14586,45659	7293,228	12,3547	3,15
PLK (C)	4	160724,6814	40181,170	68,0666	2,53
Interaksi R dan C	8	8327,95773	1040,9947	1,7634	2,10
Galat	60	35419,28116	590,3214		-
Total	74	219058,3768	2960,2483		-

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.12 dijelaskan bahwa ;

- Untuk variasi FAS mortar (R) F hitung<sub>R</sub> = 12,3547 lebih besar dari pada F tabel<sub>R</sub> = 3,15. Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, berarti variasi FAS pada mortar berpengaruh terhadap kuat tekan mortar tersebut.
- Untuk variasi penambahan pasir limbah kuningan (C) F hitung<sub>C</sub> = 68,0666 lebih besar dari pada F tabel<sub>C</sub> = 2,53. Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, berarti variasi komposisi pasir limbah kuningan berpengaruh terhadap kuat tekan mortar..
- Untuk interaksi antara variasi FAS(R) dan variasi komposisi pasir limbah kuningan (C) F hitung Interaksi<sub>RC</sub> = 1,7634 lebih kecil dari pada F tabel Interaksi<sub>RC</sub> = 2,10. Maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, berarti interaksi antar penambahan pasir limbah kuningan dan variasi FAS tidak memberikan pengaruh.

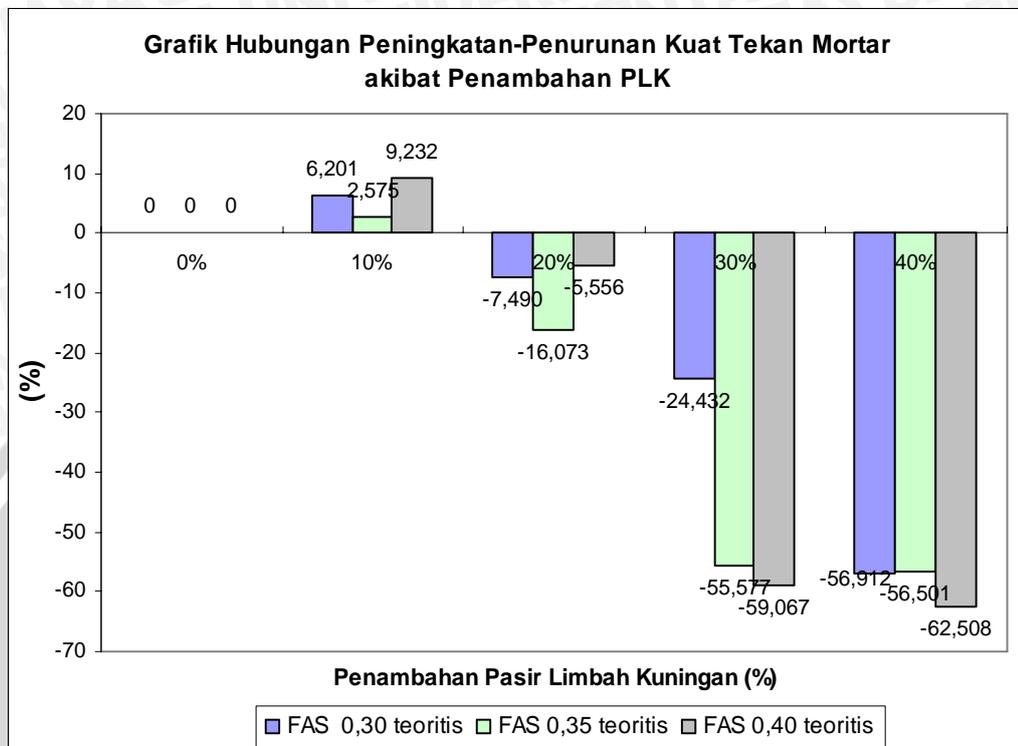
#### 4.6. Pembahasan

Pada pengujian hipotesis menggunakan analisis varian didapat 3 kesimpulan, yaitu;

##### 4.6.1 Variasi penambahan pasir limbah kuningan memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar

Dengan penambahan pasir limbah kuningan (PLK) terjadi pengaruh berupa penurunan dan peningkatan kuat tekan mortar dibandingkan dengan mortar tanpa penambahan PLK. Pengaruh penambahan PLK lebih mempengaruhi kuat tekan mortar dibandingkan pengaruh faktor air semen (FAS), hal ini dapat dilihat pada F hitung<sub>C</sub> =

68,0666 lebih besar dari F hitung  $R = 12,3547$ . Besarnya peningkatan dan penurunan ini dapat dilihat pada grafik 4.10 terlampir sebagai berikut ;



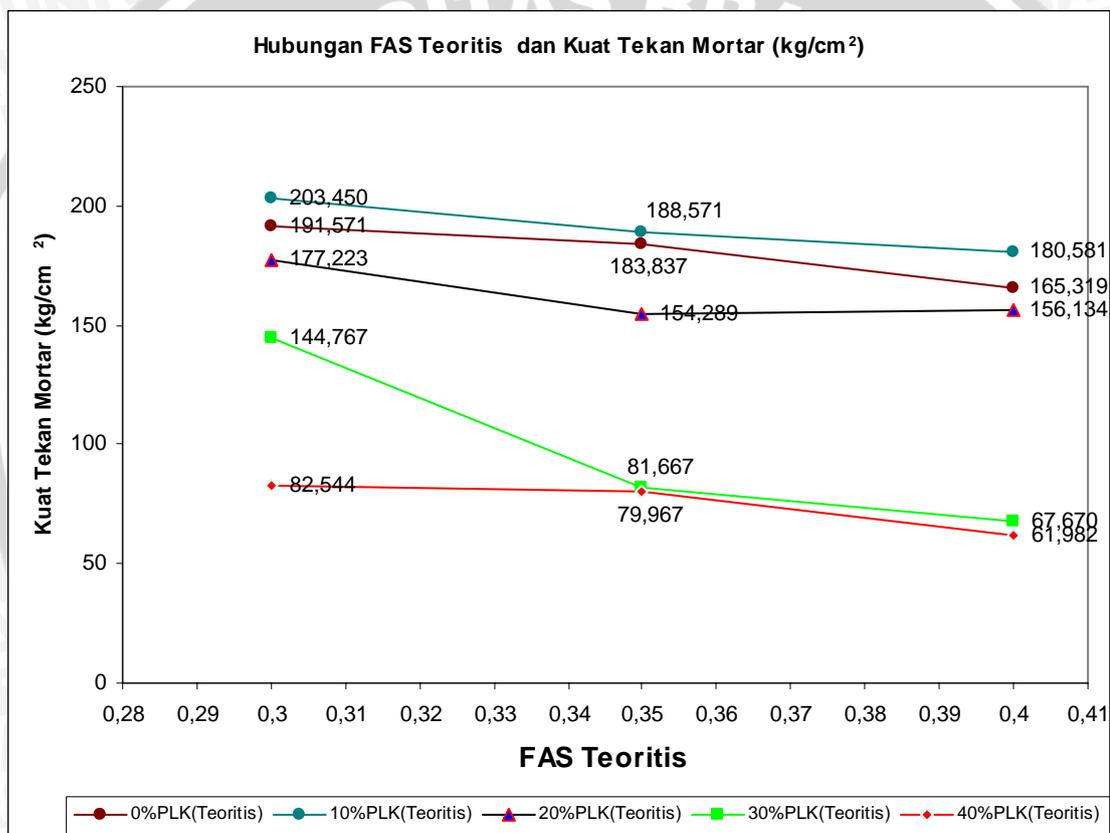
Gambar 4.10. Diagram batang peningkatan dan penurunan kuat tekan mortar akibat penambahan PLK

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari grafik dapat disimpulkan bahwa peningkatan nilai kuat tekan mortar terjadi pada penambahan PLK sebesar 10% pada FAS teoritis 0.30 (6,201%), 0.35 (2,575%), 0.40 (9,232%). Hal ini kemungkinan karena penambahan PLK yang 10% dengan sedikit kandungan agregat halusya masih memberikan daya ikat antar pasta dan agregat pasir alam sehingga dapat memperkuat zona antar muka (*interface zone*). Tetapi pada penambahan PLK 20%, 30%, dan 40% terjadi penurunan kekuatan. Penurunan ini kemungkinan diakibatkan, dengan semakin bertambahnya prosentase PLK maka akan semakin sulitnya penyebaran merata antar agregat dan pasta semen untuk saling memberikan ikatan yang baik akibat beratnya agregat PLK (didasarkan pada berat jenisnya yang tinggi). Sehingga, dengan semakin bertambahnya prosentase penambahan PLK maka semakin banyak butiran halus untuk saling mengisi rongga antara agregat pasir alam, tetapi semakin tidak memberikan daya pengikatan (*interlocking*) yang baik, hal ini kemungkinan akibat permukaan kuningin yang halus sehingga gaya geser yang terjadi antar agregat kecil juga.

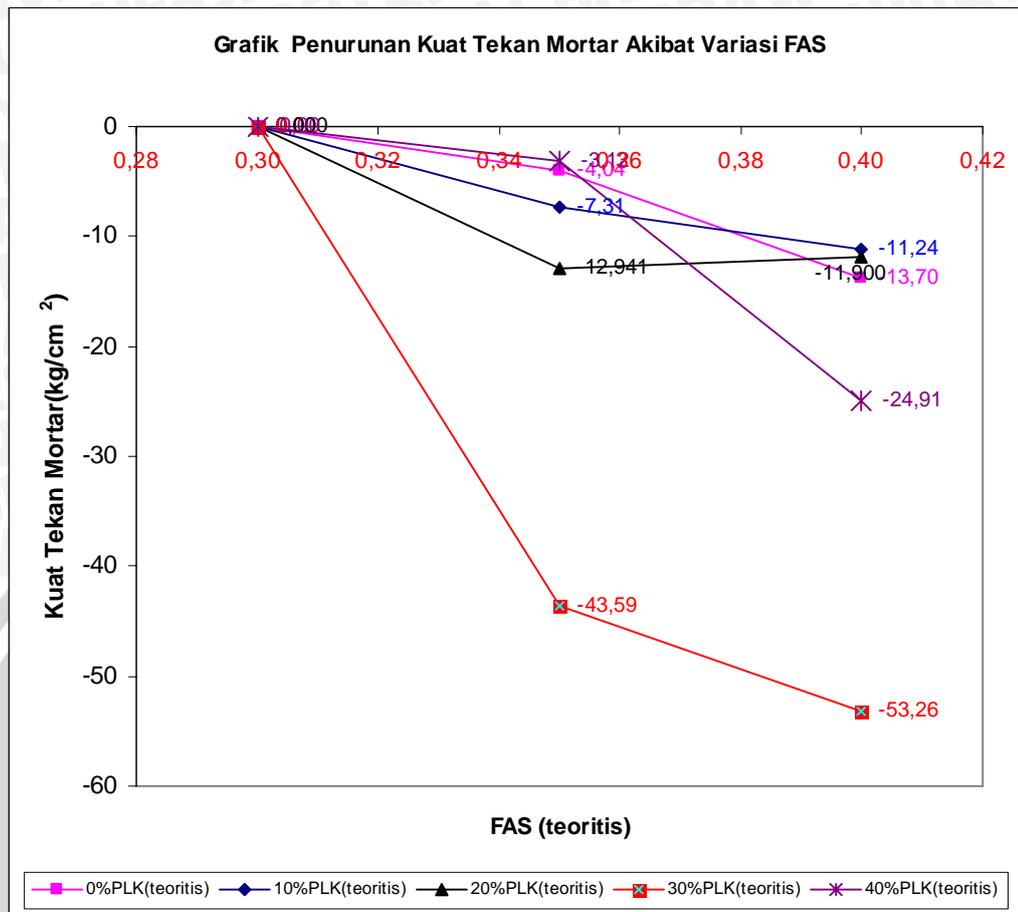
#### 4.6.2. Variasi faktor air semen memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar

Faktor air semen merupakan syarat terbentuknya campuran mortar. Hal ini diakibatkan air yang digunakan untuk terjadinya proses hidrasi dengan semen membentuk plasma dan akhirnya menjadi perekat antar agregat. Pada mortar, jumlah air yang digunakan untuk hidrasi hanya sebagian kecil saja. Sedangkan sebagian besarnya menguap dan meninggalkan pori-pori didalam mortar. Jumlah pori dalam mortar lebih besar dibandingkan dengan beton. Pada penelitian ini pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik 4.11 sebagai berikut ;



Gambar 4.11. Grafik hubungan FAS koreksi dan Kuat Tekan Mortar  
Sumber : Hasil Perhitungan

Dari gambar dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai faktor air semennya, maka semakin turun pula nilai kuat tekannya. Adapun besarnya penurunan yang terjadi dapat dilihat pada grafik 4.12 sebagai berikut ;

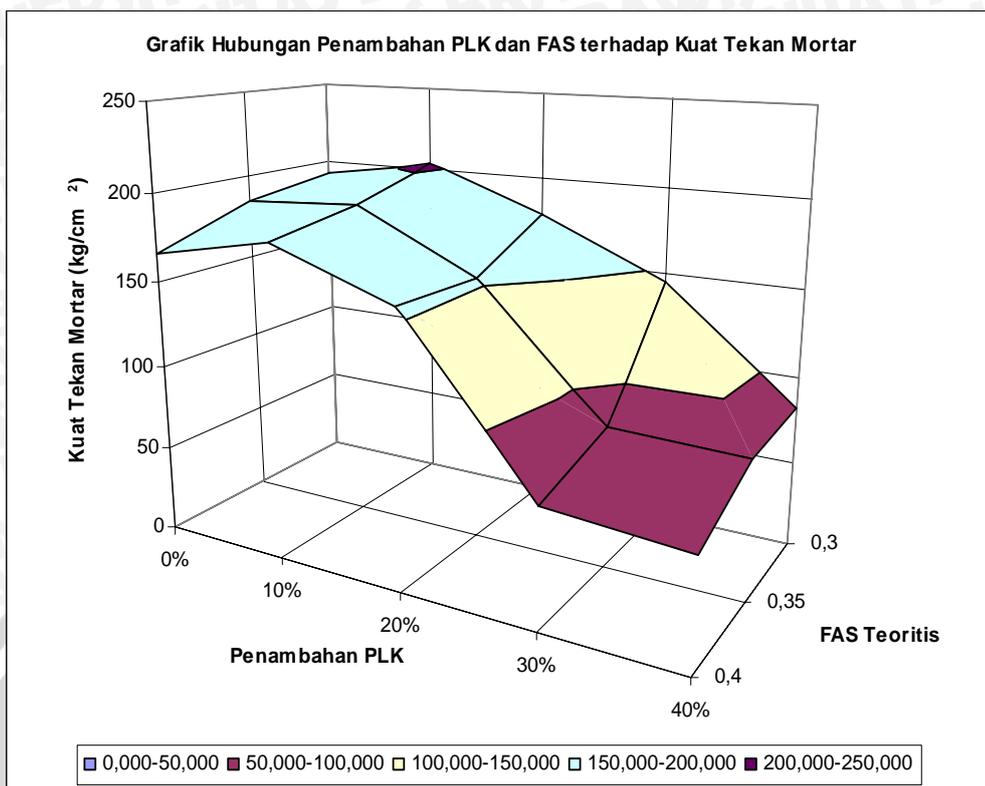


Gambar 4.12. Grafik penurunan kuat tekan mortar akibat variasi FAS  
Sumber : Hasil Perhitungan

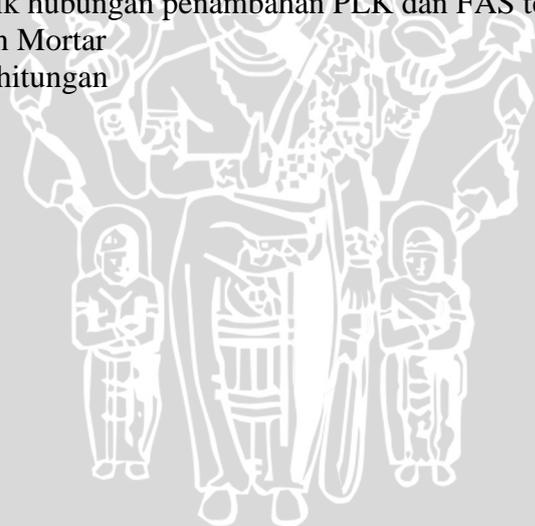
Penurunan kuat tekan mortar disebabkan, dengan semakin banyaknya air akan membentuk pori-pori di dalam adukan mortar menyebabkan terjadinya *bleeding* dan segregasi.

#### 4.6.3. Interaksi antara penambahan pasir limbah kuning (PLK) dengan faktor air semen (FAS) tidak memberikan pengaruh terhadap kuat tekan mortar

Dari hasil penelitian yang dilakukan, ternyata interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kuat tekan mortar. Dapat diartikan bahwa interaksi antara keduanya sangatlah kecil sehingga tidak cukup banyak memberikan pengaruh nyata terhadap kuat tekan mortar tersebut. Adapun grafik hubungan penambahan PLK dan variasi FAS terhadap kuat tekan terlampir sebagai berikut ;



Gambar 4.13. Grafik hubungan penambahan PLK dan FAS terhadap Kuat Tekan Mortar  
 Sumber : Hasil Perhitungan



## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti yang diuraikan pada bab IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ;

1. Variasi penambahan pasir limbah kuningin berpengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar
2. Variasi faktor air semen berpengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar
3. Interaksi antara penambahan pasir limbah kuningin dan variasi faktor air semen tidak berpengaruh terhadap nilai kuat tekan mortar
4. Pada penambahan pasir limbah kuningin 10% dari berat pasir alam terjadi peningkatan kuat tekan mortar sebesar 6,201%, 2,575% dan 9,232% masing-masing pada FAS teoritis 0,30, 0,35 dan 0,40 dibanding tanpa penambahan pasir limbah kuningin.
5. Akibat perbedaan kadar air dan penyerapan (*absorpsi*) menyebabkan FAS teoritis dikoreksi masing-masing menjadi 0,24, 0,29 dan 0,34
6. Pada variasi faktor air semen teoritis 0,30 terjadi peningkatan nilai kuat tekan mortar dibandingkan faktor air semen 0,35 dan 0,40
7. Berdasarkan berat jenis dan berat isinya masing-masing sebesar 5,62 dan 2,53gram/cm<sup>3</sup>, pasir limbah kuningin diklasifikasikan sebagai agregat berat.

### 5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan mengetahui hasilnya, maka dapat disarankan sebagai berikut ;

1. Perlu dilakukannya penelitian dengan komposisi campuran pasir limbah kuningin lebih dari 40% dengan umur mortar lebih dari 28 hari.
2. Perlu dilakukannya penelitian tentang komposisi kimia dari pasir limbah kuningin itu sendiri sehingga dapat memberikan pandangan reaksi yang terjadi antara pasta semen dan pasir limbah kuningin.
3. Perlu dilakukannya penelitian tentang bentuk dan tekstur permukaan dari pasir limbah kuningin sehingga dapat memberikan gambaran daya ikat agregat tersebut.

4. Berdasarkan pengamatan visual penelitian ini, pada mortar yang berumur 28 hari dengan prosentase PLK yang tinggi 30% dan 40% terlihat sample mortar terlihat basah hal ini memungkinkan proses pengerasan masih terjadi. Oleh karena itu, disarankan melakukan penelitian dengan penambahan zat aditif untuk mempercepat pengerasan.
5. Pasir limbah kuning dapat digunakan sebagai bahan komponen penunjang bangunan diantaranya *paving block*, *conblock*.
6. Perlu dilakukannya penelitian tentang nilai keausan mortar akibat penambahan pasir limbah kuning.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR PUSTAKA

- A. Ibrahim , et.al. *Pelapisan Seng Pada Baja Tulangan Beton Dengan Galvanisasi Pencelupan Panas Dan Elektrolisis Untuk Meningkatkan Durabilitas Struktur Beton Bertulang*. Bandung : Departemen Teknik Sipil ITB. <http://www.google.com/Seng/Abstrak HB02.pdf>.
- Amanto, Hari dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta. Penerbit : PT. Bumi Angkasa.
- Amri, Sjafei. 2005. *Teknologi Beton A-Z*. Bandung. Penerbit : Yayasan John Hi-Tech idetama
- American Concrete Institute.1993. *Heavyweight Concrete : Measuring, Mixing, Transporting and Placing (ACI 304.3R-89)*.Detroit
- Astanto, Budi Triono.2001. *Konstruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta. Penerbit : Kanisius Anggota IKAPI.
- Bermansyah, Surya.2005. *Perilaku Mekanik dan Durabilitas Beton Mutu Tinggi Dengan Campuran Copper Slag (Terak Tembaga) sebagai Cementitious*. Tesis Magister.Surabaya : ITS. <http://www.google.com/Terak Tembaga GDL-4.htm>.
- FT Unibraw malang. 2000. *Panduan Penulisan Skripsi*. Malang. Penerbit : UPT FT Unibraw
- Husin, Andriati Amir. *Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. <http://www.google.com/Terak Timah/Modul C1-3.pdf>.
- Jackson, Neil dan Ravindra K. Dhir. 1996. *Civil Engineering materials*. London, Penerbit : Palgrave.
- M. Iqbal, Laode.1999. *Pengaruh Galvanisasi Pencelupan Panas Terhadap Kekuatan Lekat Baja Tulangan Ulir Dalam Beton Mutu Normal Serta Pengukuran Laju Korosi Baja Tulangan Polos Dalam Selimut Beton Yang Terpenetrasi Larutan Nacl*. Bandung : Departemen Teknik Pertambangan. [http://www.google.com/Beton/Departemen Teknik Pertambangan ITB-GDL4\\_0.htm](http://www.google.com/Beton/Departemen Teknik Pertambangan ITB-GDL4_0.htm).
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Jakarta. Penerbit : Andi
- Murdock, L.J dan M.K. Brook.1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta. Penerbit : Erlangga.
- Parka, Nyoman. *Pengaruh Agregat Halus Terhadap Kekuatan dan Keawetan Beton*. Bandung: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Bahan dan Barang Teknik. Departemen Perindustrian dan Perdagangan. <http://www.google.com/Mortar/PustakaOnline/Data Center.htm>.
- Samekto, Wuryanti dan R. Chandra.2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Penerbit : Kanisius Anggota IKAPI.
- SK SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.
- Tamin, Rizal Zainuddin.2000. *Kerusakan Tegel Keramik Pada Lantai Bangunan Beton Bertulang*. Jurnal Teknik Sipil Vol.7 no 3. Bandung : ITB.

Tim Peneliti Balai Bangunan. *Pemanfaatan Agregat Halus(Pasir)Untuk Komponen Bangunan*. Jakarta : Puslitbang Pemukiman PU. [http://www.google.com/Agregat\\_Halus/Modul\\_C1\\_Pemanfaatan\\_Agregat\\_halus.pdf](http://www.google.com/Agregat_Halus/Modul_C1_Pemanfaatan_Agregat_halus.pdf).

Van Vlack, Lawrance H. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta. Penerbit : Erlangga.

Yitnosumarto, Suntoyo. 1990. *Dasar-dasar Statistika*. Malang. Penerbit : CV. Rajawali.

