

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Pengujian

Pada *Bottom Ash* dilakukan pengujian-pengujian secara detail oleh pihak kampus mengenai komposisi kimia *bottom ash* dari PLTU Tanjung Jati Semarang Jawa Tengah. Pada penelitian yang saya lakukan adalah pengujian dilakukan pada *bottom ash* hanya pengujian terhadap kehalusan *bottom ash*.

Prosedur pengujian kehalusan *bottom ash* diidentikkan dengan uji kehalusan semen. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa *bottom ash* merupakan bahan yang digunakan sebagai pengganti semen, jadi seharusnya *bottom ash* mempunyai kehalusan yang sama dengan semen. Seluruh *bottom ash* yang digunakan lolos saringan No. 200.

Prosentase *bottom ash* yang digunakan sebagai pengganti semen adalah 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%. Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi *bottom ash* terhadap waktu ikat awal dan akhir pasta semen, maka waktu ikat awal dan akhir semen dengan berbagai prosentase *bottom ash* tersebut juga dibandingkan dengan waktu ikat awal dan akhir semen dengan prosentase *bottom ash* 0%.

#### 4.2. Pengujian Konsistensi Normal Semen

Pada pasta semen dilakukan pengujian konsistensi normal semen. Pengujian konsistensi normal semen menggunakan alat uji vicat. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan prosentase kadar air terhadap pasta semen.

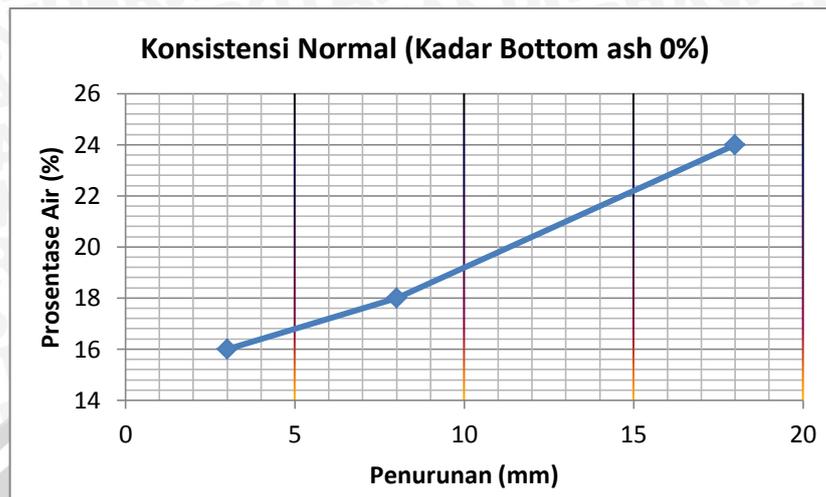
Pengujian untuk mendapatkan konsistensi normal semen yang telah digunakan di laboratorium menghasilkan data pada tabel 4.1 sebagai berikut:

## 4.1 Tabel Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen

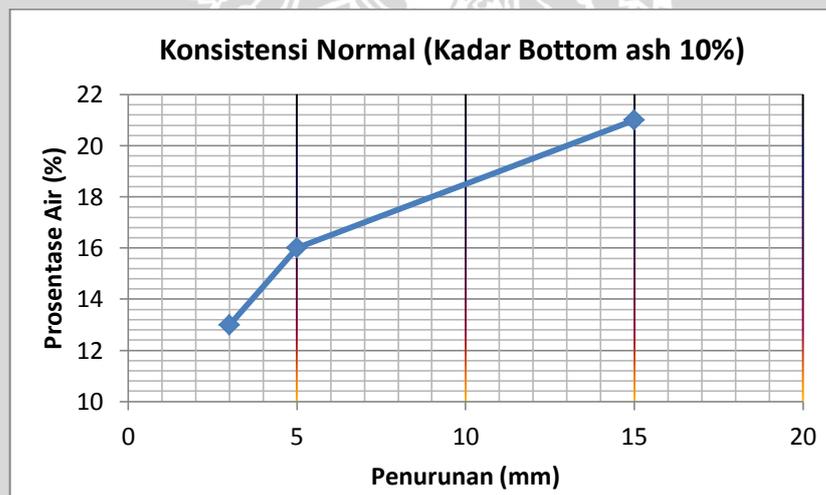
(%) bottom ash pengganti semen	benda uji	penurunan (mm)	Kadar Air (%)
0%	1	3	16
	2	8	18
	3	18	24
10%	1	3	13
	2	5	16
	3	15	21
15%	1	3	16
	2	8	17
	3	17	24
20%	1	6	17
	2	14	20
	3	16	22
25%	1	3	13
	2	6	16
	3	13	20
30%	1	3	12
	2	7	14
	3	12	21
35%	1	3	12
	2	6	15
	3	17	23
40%	1	3	11
	2	6	14
	3	15	22

Berdasarkan data-data hasil pengujian diatas maka didapatkan grafik hubungan antara penurunan jarum penetrasi terhadap kadar air pada gambar 4.1 sebagai berikut:

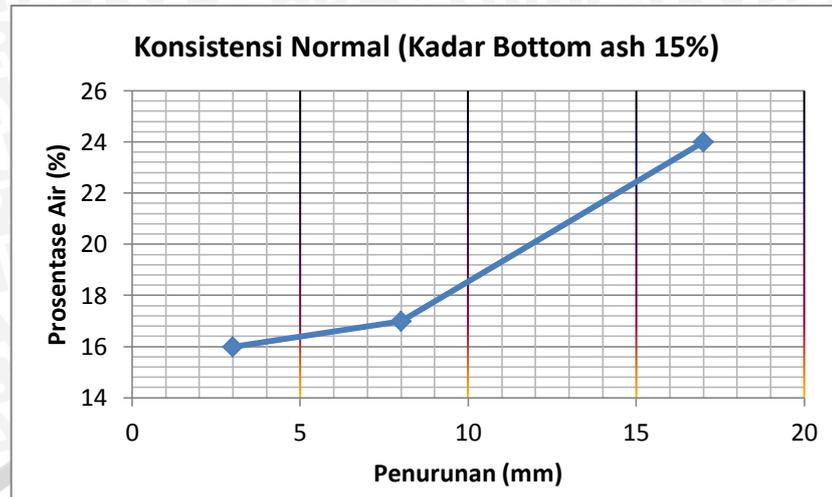
#### 4.1 Gambar Grafik Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen



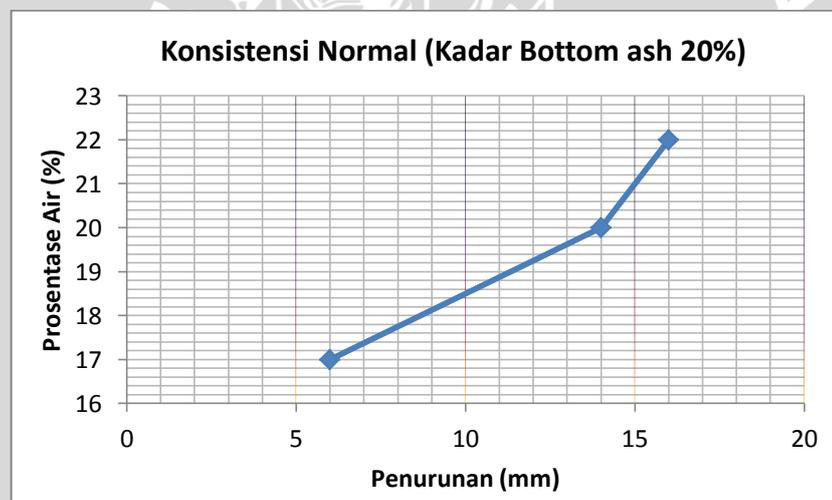
Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal semen diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 19,2%, Jadi konsistensi normal semen didapatkan sebesar 19,2%.



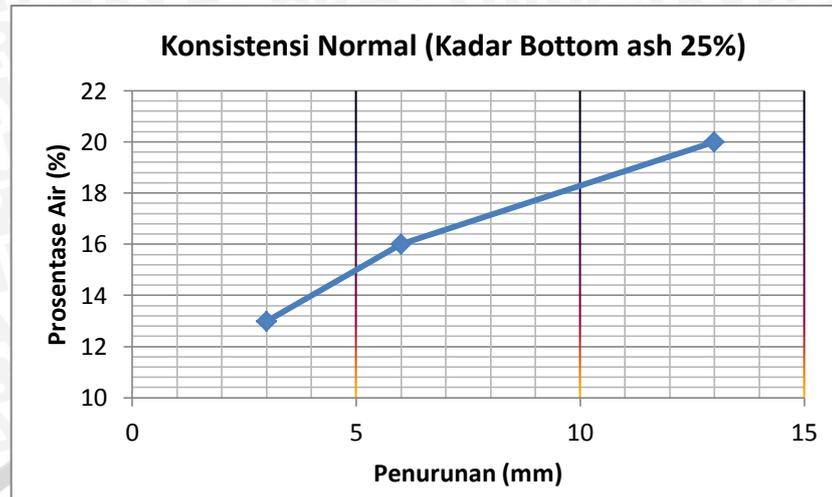
Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal semen diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 18,6%, Jadi konsistensi normal semen didapatkan sebesar 18,6%.



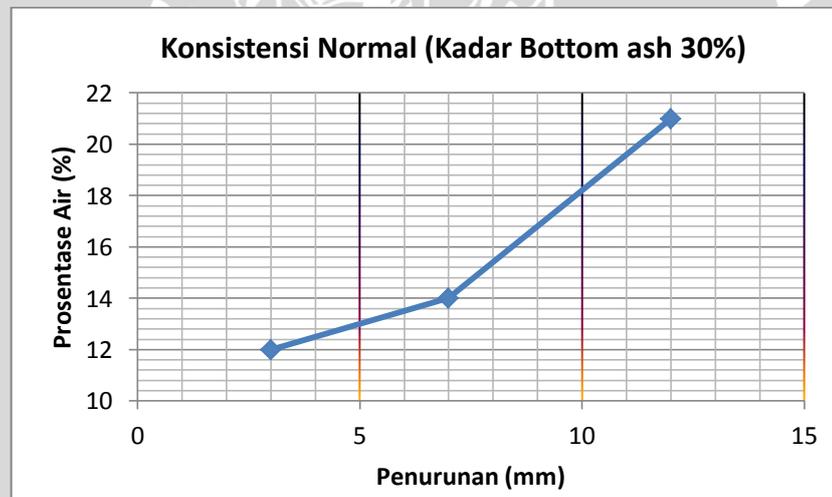
Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 18,6%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 18,6%.



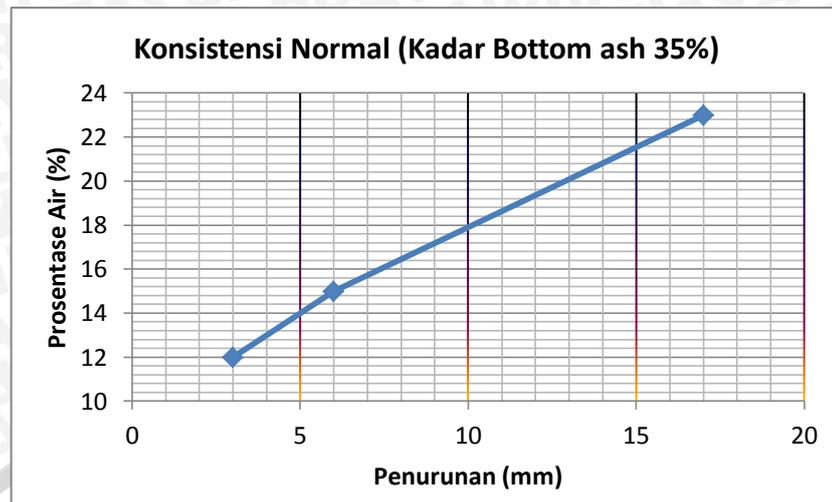
Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 18,5%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 18,5%.



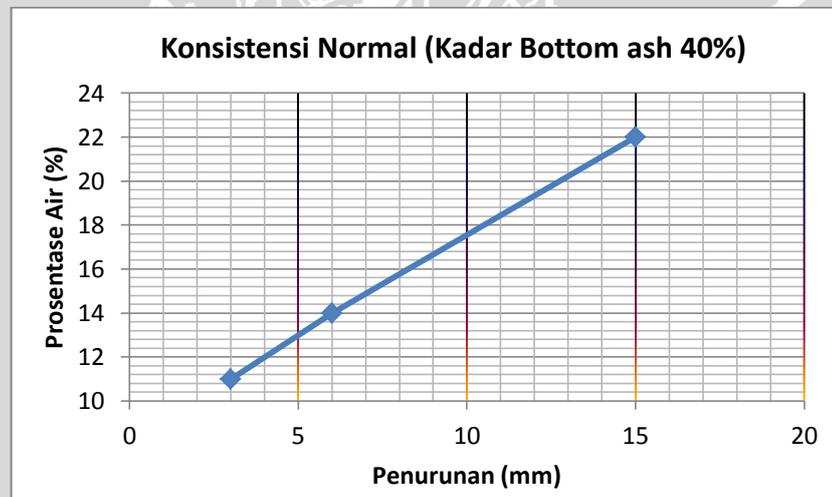
Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 18,30%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 18,30%.



Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 18,2%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 18,20%.



Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 17,9%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 17,9%.



Dari grafik hasil pengujian konsistensi normal campuran diatas kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan kadar air yang diperlukan untuk menurunkan jarum penetrasi sebesar 10 mm. Interpolasi tersebut menghasilkan kadar air sebesar 17,5%, Jadi konsistensi normal campuran didapatkan sebesar 17,5%.

#### 4.2 Tabel Pembuatan Benda Uji Konsistensi Normal

No	(%) <i>bottom ash</i> pengganti semen	Air (%)	Jumlah benda uji
1	0	19,2	3
2	10	18,6	3
3	15	18,6	3
4	20	18,5	3
5	25	18,3	3
6	30	18,2	3
7	35	17,9	3
8	40	17,5	3
	Jumlah		24

#### 4.3. Pengujian Waktu Ikat Awal dan Akhir

Persenyawaan semen Portland dengan air akan menghasilkan pasta semen yang nantinya akan mengeras. Dalam proses pengerasan pasta semen ini mengalami dua tahap waktu ikat yakni: waktu ikat awal dan waktu ikat akhir.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian waktu ikat awal dan akhir pada pasta semen. Pengujian waktu ikat awal dan akhir pasta semen ini dilakukan dengan menggunakan alat vicat. Kadar air yang digunakan untuk membuat pasta adalah kadar air yang didapatkan dari hasil uji konsistensi normal semen yaitu sebesar masing-masing variasi campuran pasta *bottom ash*.

Pengujian waktu ikat pasta semen yang dicampur *bottom ash* yang telah dilakukan di laboratorium menghasilkan data pada tabel 4.3 sebagai berikut:

## 4.3 Tabel Hasil Penurunan Alat Vicat

**TABEL PENURUNAN ALAT VICAT**

Waktu (Menit)	Prosentase <i>Bottom Ash</i>								
	0%			10%			15		
	Penurunan ( mm )								
	BU2	BU4	BU5	BU2	BU3	BU4	BU2	BU4	BU5
0	31	29	32	32	30	29	32	29	31
15	30	26	31	28	29	30	29	28	30
30	29	27	30	26	28	28	27	27	29
45	29	26	28	26	29	28	26	27	27
60	26	23	27	24	26	27	24	26	25
75	24	22	26	22	25	26	22	24	23
90	23	20	24	22	23	25	22	23	22
105	22	20	22	18	21	22	20	22	20
120	18	18	21	17	20	19	17	19	19
135	17	18	20	16	18	17	15	18	17
150	15	17	18	16	17	16	13	16	17
165	13	15	17	15	17	16	11	16	14
180	11	14	15	13	15	15	10	14	12
195	11	11	13	12	16	13	9	14	11
210	11	8	12	11	12	12	8	13	10
225	9	8	11	8	11	12	7	10	9
240	6	5	9	9	10	10	6	11	7
255	5	3	7	7	8	9	4	9	6
270	2	3	5	5	6	6	3	8	4
285	0	1	4	3	3	4	3	5	3
300		0	2	1	0	2	2	4	1
315			1	0		0	1	2	0
330			0				1	0	
345							0		
360									

TABEL PENURUNAN ALAT VICAT

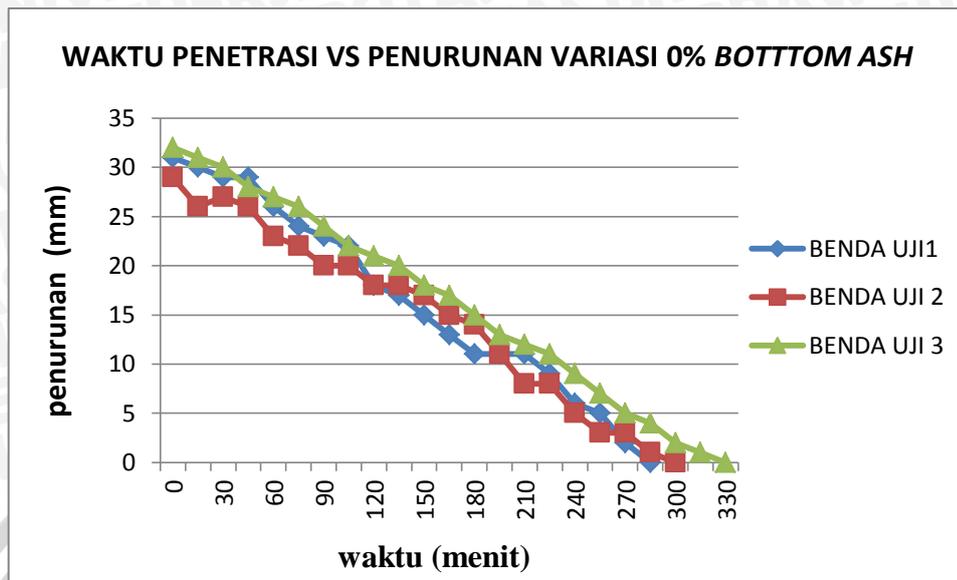
Waktu (Menit)	Prosentase <i>Bottom Ash</i>								
	20%			25%			30%		
	Penurunan ( mm )								
	BU2	BU3	BU5	BU2	BU3	BU4	BU2	BU3	BU4
0	32	32	31	32	33	30	32	31	30
15	29	30	30	31	32	29	32	29	30
30	28	30	29	29	30	28	28	28	29
45	26	29	28	28	29	28	27	28	28
60	24	28	26	28	27	27	27	26	27
75	22	27	25	26	26	24	26	25	27
90	21	25	24	20	24	22	24	25	26
105	19	22	20	18	22	19	24	24	25
120	18	19	21	17	23	18	21	23	24
135	17	14	18	17	19	16	20	21	22
150	17	15	16	16	17	15	20	19	20
165	16	12	15	16	16	14	18	18	20
180	14	11	13	14	15	12	17	18	19
195	14	10	13	13	14	12	16	16	18
210	12	11	11	12	13	10	15	16	17
225	10	9	8	10	12	11	12	14	15
240	9	7	9	9	10	9	12	13	14
255	8	6	6	7	11	8	11	12	13
270	5	4	6	6	9	5	9	10	11
285	5	3	5	4	8	4	8	8	10
300	4	3	3	1	6	2	7	6	9
315	3	2	1	0	3	1	5	4	7
330	1	0	0		1	0	3	3	5
345	0				0		1	1	3
360							0	0	0

TABEL PENURUNAN ALAT VICAT

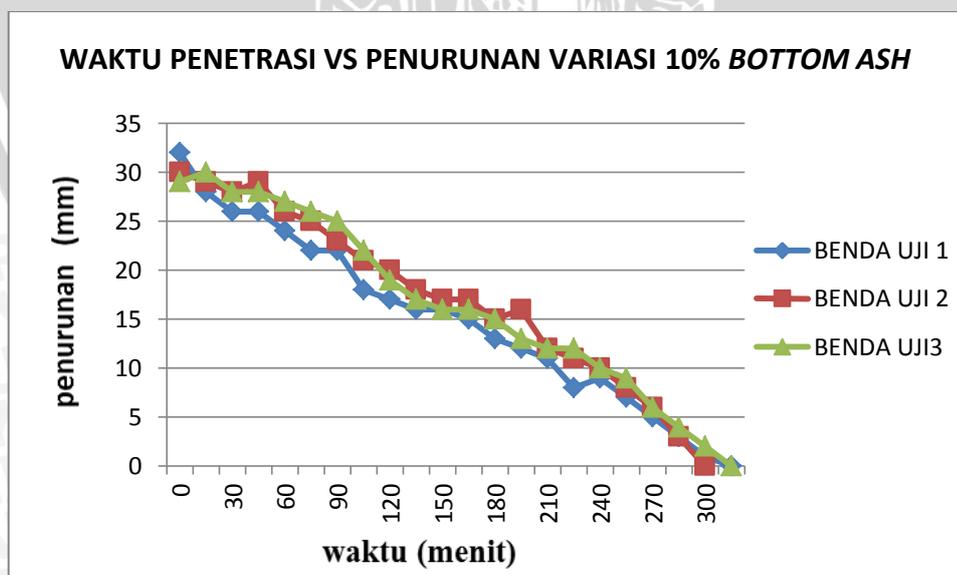
Waktu (menit)	Prosentase <i>Bottom Ash</i>					
	35%			40%		
	Penurunan (mm)					
	BU2	BU3	BU4	BU1	BU2	BU4
0	34	32	30	33	32	30
15	32	31	30	32	31	31
30	29	29	29	30	27	29
45	29	29	28	30	28	27
60	27	28	28	29	26	27
75	26	27	26	28	26	26
90	24	26	26	27	27	26
105	22	26	25	26	26	25
120	20	25	24	27	24	25
135	18	23	24	24	23	24
150	16	22	21	23	22	23
165	14	20	10	22	20	21
180	14	19	18	20	19	19
195	13	18	17	19	18	18
210	12	16	15	16	18	17
225	12	15	15	15	16	17
240	11	13	12	15	14	15
255	10	12	11	14	13	13
270	10	11	9	12	12	11
285	10	11	7	11	8	9
300	8	8	6	9	8	6
315	6	7	4	7	5	5
330	3	5	1	5	3	2
345	1	2	0	3	1	1
360	0	0		0	0	0

Berdasarkan data-data hasil pengujian diatas maka dapat di grafikkan tiap variasi campuran *bottom ash* pada gambar 4.2 sebagai berikut:

#### 4.2 Gambar Grafik Hubungan Antara Waktu Ikat dengan Penurunan *Bottom Ash*

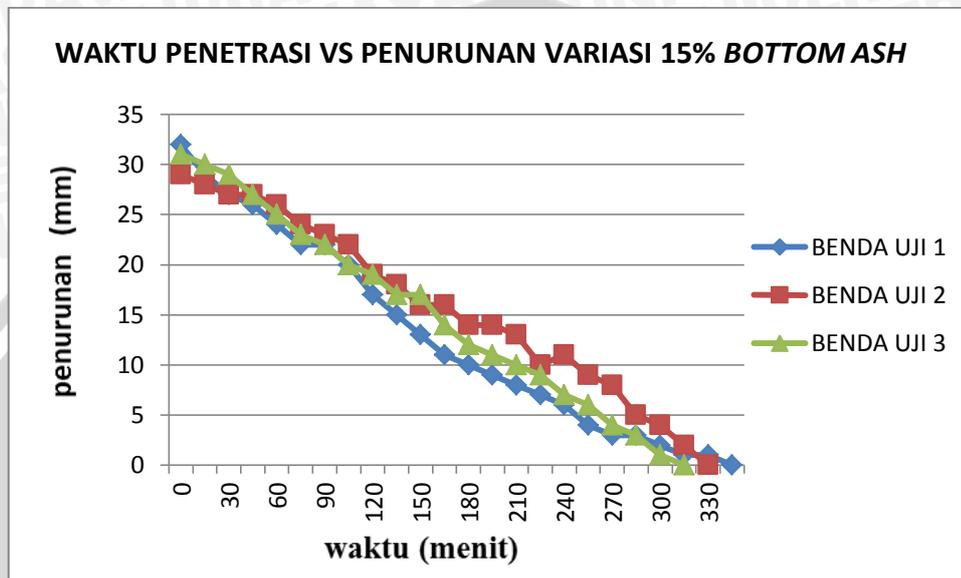


Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 0% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm, dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 65,2 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 305 menit

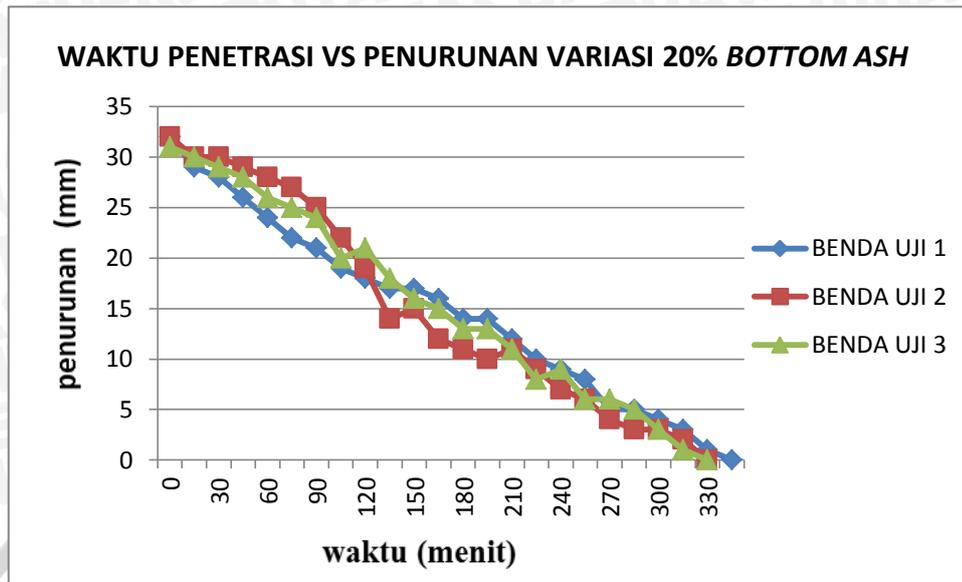


Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 10% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat

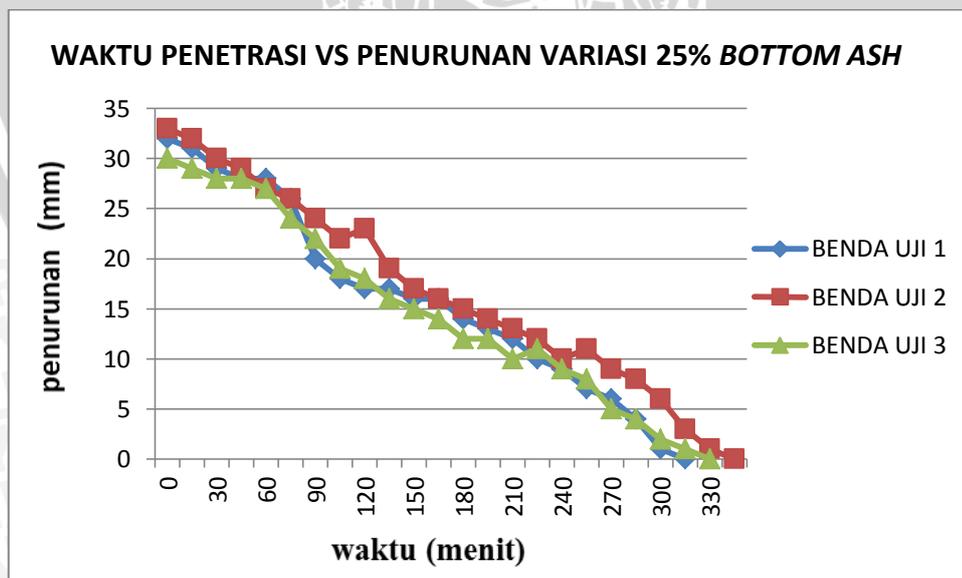
penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 72,5 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 310 menit



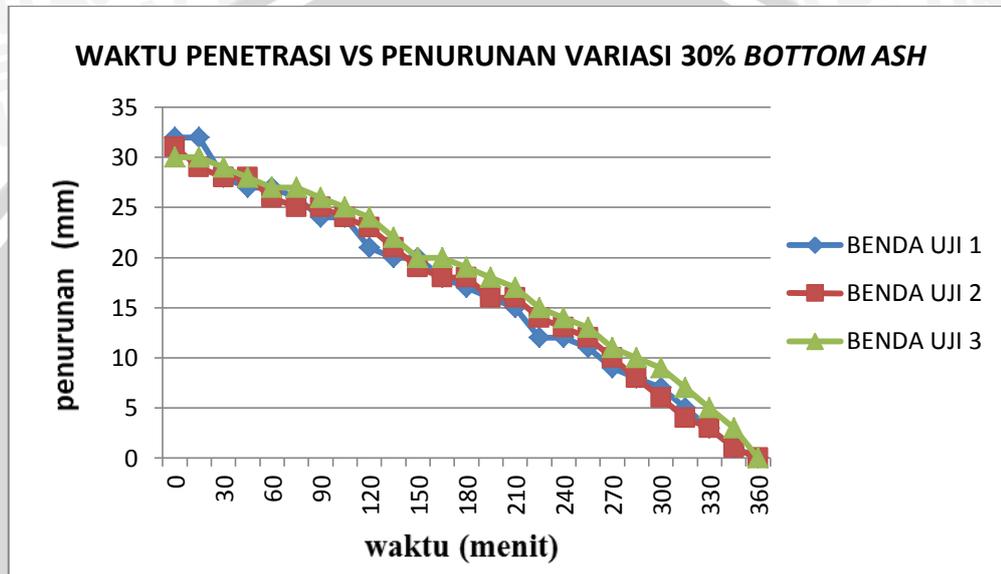
Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 15% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 60 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 330 menit-



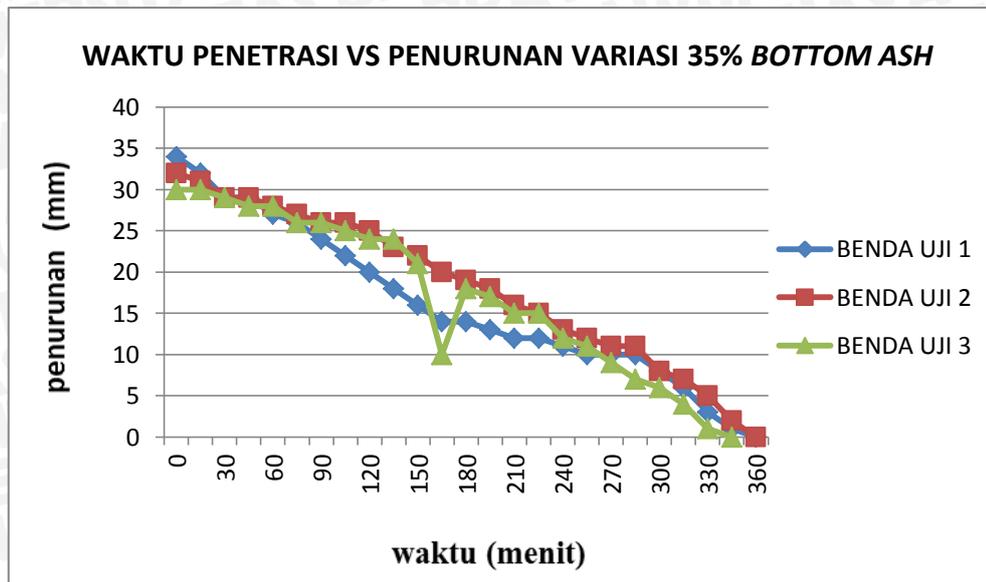
Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 20% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 72,5 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 335 menit



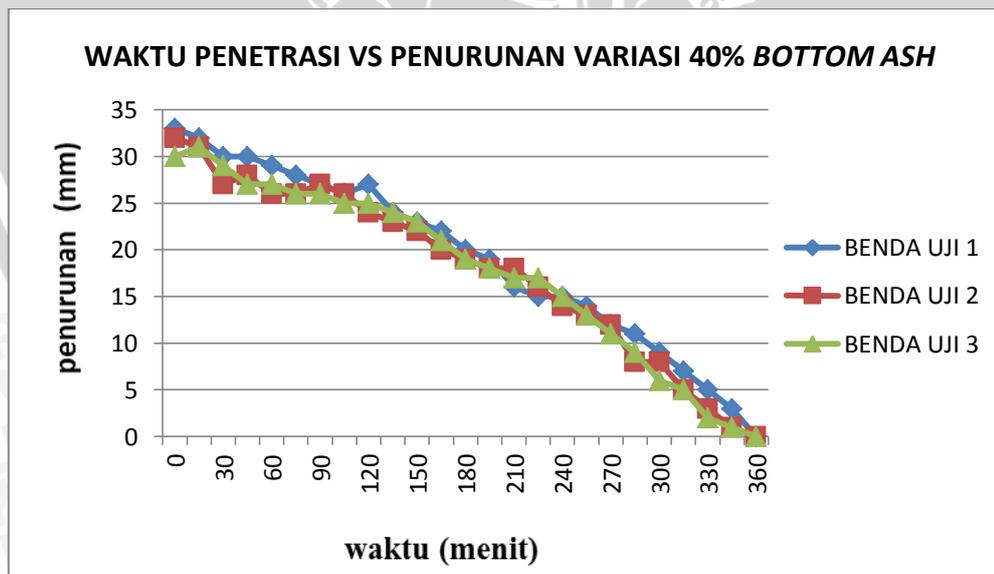
Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 25% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 76,8 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 330 menit



Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 30% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 87,5 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 360 menit



Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 35% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm, dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 103 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 355 menit



Dari grafik hasil pengujian penetrasi campuran 40% *bottom ash* kemudian dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 25 mm. dan waktu ikat akhir yang diperoleh saat penurunan jarum penetrasi sebesar 0 mm. Dari interpolasi tersebut menghasilkan 3 data waktu ikat awal yang dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat awal 117,61 menit dan 3 data waktu ikat akhir yang telah dirata-rata sehingga didapatkan nilai waktu ikat akhir 360 menit.

#### 4.3.1. Pengujian Waktu Ikat Awal

Berdasarkan data-data hasil pengujian diatas maka didapatkan waktu ikat awal pasta pada tabel 4.4 sebagai berikut:

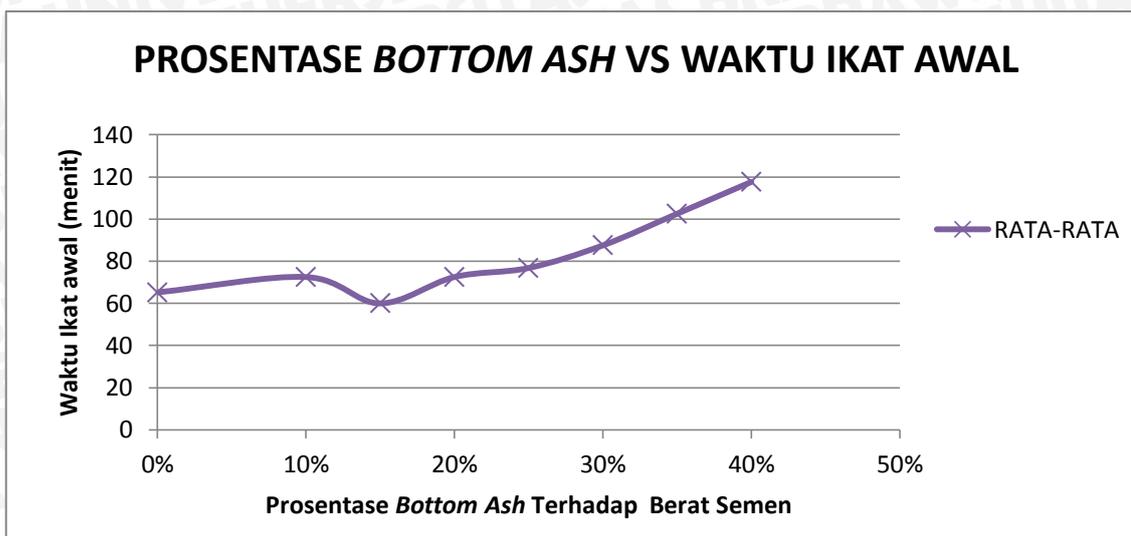
4.4 Tabel Hasil Pengujian Waktu Ikat Awal

Benda Uji	Waktu Ikat Awal (menit)							
	Bottom Ash 0 %	Bottom Ash 10 %	Bottom Ash 15 %	Bottom Ash 20 %	Bottom Ash 25 %	Bottom Ash 30 %	Bottom Ash 35 %	Bottom Ash 40 %
1	67,5	52,5	52,5	52,5	87,5	82,5	82,5	120,33
2	45,6	75	67,5	120	82,5	75	120	112,5
3	82,5	90	60	75	60,3	105	105	120
jml (Yi)	195,6	217,5	180	247,5	230,3	262,5	307,5	352,833
rata-rata	65,2	72,5	60	72,5	76,7	87,5	102,5	117,611

Berdasarkan uraian diatas, besarnya variabel Y(waktu ikat awal pasta) yang diterangkan oleh variabel bebas (X) menurut persamaan regresi yang diperoleh merupakan besarnya keterandalan model. Nilai keterandalan model yang nilainya sama dengan koefisien determinasi dinyatakan dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ). Sedangkan koefisien (R) menyatakan besarnya derajat keeratan hubungan antar variabel.

Besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) berkisar antara 0 sampai dengan 1, sedangkan nilai koefisien (R) berkisar antara -1 sampai dengan 1. Jika nilai koefisien determinasi semakin mendekati angka 1 maka model yang digunakan semakin tinggi keterandalannya dan jika mendekati angka 0 makin rendah derajat keterandalannya. Regresi hubungan antara waktu ikat awal dengan variasi prosentase *bottom ash* untuk seluruh benda uji adalah seperti pada gambar 4.3 sebagai berikut:

#### 4.3 Gambar Grafik Hubungan Antara Presentase *Bottom Ash* dengan Waktu Ikat Awal



#### 4.3.2. Pengujian Waktu Ikat Akhir

Berdasarkan data-data hasil pengujian diatas maka didapatkan waktu ikat akhir pasta pada tabel 4.5 sebagai berikut:

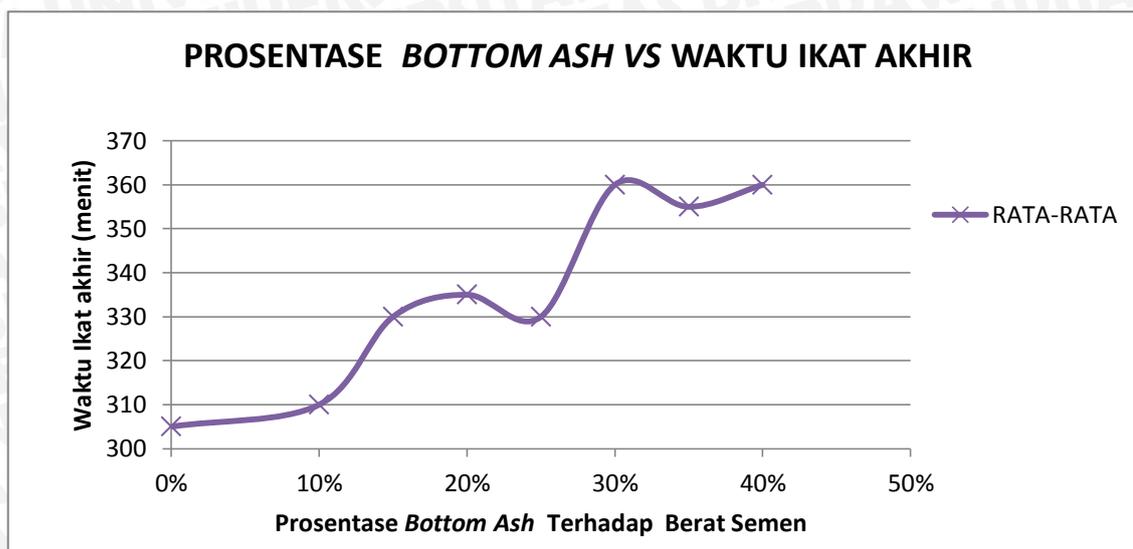
4.5 Tabel Hasil Pengujian Waktu Ikat Akhir

Benda Uji	Waktu Ikat Awal (menit)							
	<i>Bottom Ash</i> 0 %	<i>Bottom Ash</i> 10 %	<i>Bottom Ash</i> 15 %	<i>Bottom Ash</i> 20 %	<i>Bottom Ash</i> 25 %	<i>Bottom Ash</i> 30 %	<i>Bottom Ash</i> 35 %	<i>Bottom Ash</i> 40 %
1	285	315	345	345	315	360	360	360
2	300	300	330	330	345	360	360	360
3	330	315	315	330	330	360	345	360
jml (Yi)	915	930	990	1005	990	1080	1065	1080
rata-rata	305	310	330	335	330	360	355	360

Berdasarkan uraian diatas, maka variabel Y menyatakan besarnya waktu ikat akhir pasta yang diterangkan oleh variabel bebas X (presentase *bottom ash*) menurut persamaan regresi.

Regresi hubungan antara waktu ikat awal dengan variasi presentase *bottom ash* untuk seluruh benda uji adalah seperti pada gambar 4.4 sebagai berikut:

#### 4.4 Gambar Grafik Hubungan Antara Prosentase *Bottom Ash* dengan Waktu Ikat Akhir



#### 4.4. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis diperlukan dalam pembuatan keputusan atau penarikan kesimpulan. Hasil dari suatu pengujian hipotesis akan memberikan referensi kepada peneliti untuk memutuskan apakah berdasarkan pengkajian empirik suatu teori yang telah dirumuskan kedalam model percobaan dapat diterima atau tidak. Pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari variabel bebas (variasi penambahan *bottom ash*) terhadap variabel tak bebas (waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pasta semen dengan *bottom ash*).

Berdasarkan hipotesis penelitian pada sub bab 2.7, variasi prosentase *bottom ash* dapat mempengaruhi waktu ikat awal dan waktu ikat akhir pasta semen *bottom ash*. Untuk mengetahui apakah pernyataan itu benar atau salah, maka perlu dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian dilakukan dengan uji F (benda uji lebih besar dari 30 buah). Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan analisis varian satu arah dan untuk mengetahui persamaannya maka digunakan nilai determinasi  $R^2$  yang mendekati 1.

Pengujian dilakukan pada:

- a. Hubungan antara prosentase *bottom ash* dengan waktu ikat awal pasta,
- b. Hubungan antara prosentase *bottom ash* dengan waktu ikat akhir pasta.

#### 4.4.1. Pengaruh Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Awal

Pernyataan ada atau tidak adanya variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat awal, secara statistik dinyatakan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$$

Dengan :

- $H_0$  = Hipotesis awal, yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh positif dari variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat awal.
- $H_1$  = Hipotesis awal, yang menyatakan bahwa ada pengaruh positif dari variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat awal.
- $\mu_1$  = Pengaruh dari prosentase *bottom ash* ke-1 terhadap waktu ikat awal

Dengan menggunakan persamaan-persamaan hipotesis data dari model penerapan percobaan faktorial dengan rancangan dasar, rancangan acak lengkap (RAL) dengan ulangan sama serta resiko kesalahan 5 % (0,05), maka didapatkan hasil seperti yang tercantum pada tabel 4.6 berikut ini :

4.6 Tabel Analisa Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Awal Pasta

Sumber Keseragaman SK	Derajat Bebas DB	Jumlah Kuadrat JK	Kuadrat Tengah KT	$F$ - hitung	$F$ - tabel
Perlakuan % <i>bottom ash</i> galat	7	8075.027	1153.575	-6.31	2.66
	16	-2925.25	-182.828		
Jumlah	23	5149,78	970.747		

Uraian perhitungan selengkapnya pada lampiran 2.

Pengaruh interaksi antara variasi prosentase *bottom ash* terhadap waktu ikat awal.  $F_{hitung}(6,31) > F_{tabel}(2.66)$  pada taraf 5 %. Jadi dengan resiko kegagalan 5 %,  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa  $H_1$  diterima jadi terdapat pengaruh variasi prosentase *bottom ash* terhadap waktu ikat awal.

#### 4.4.2. Pengaruh Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Akhir

Pernyataan ada atau tidaknya pengaruh variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat awal, secara statistik dinyatakan dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$$

Dengan :

- $H_0$  = Hipotesis awal, yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh positif dari variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat akhir.
- $H_1$  = Hipotesis awal, yang menyatakan bahwa ada pengaruh positif dari variasi penambahan *bottom ash* terhadap waktu ikat akhir.
- $\mu_1$  = Pengaruh dari prosentase *bottom ash* ke-1 terhadap waktu ikat akhir

Dengan menggunakan persamaan-persamaan hipotesis data dari model penerapan percobaan faktorial dengan rancangan dasar, rancangan acak lengkap (RAL) dengan ulangan sama serta resiko kesalahan 5% (0,05), maka didapatkan hasil seperti yang tercantum pada tabel 4.7 berikut ini :

4.7 Tabel Analisa Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Akhir Pasta

Sumber Keseragaman SK	Derajat Bebas DB	Jumlah Kuadrat JK	Kuadrat Tengah KT	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$
Perlakuan % <i>bottom ash</i> galat	7	9665.625	1380.804	-0.1737	2.66
	16	-127200	-7950		
Jumlah	23	-117534	-6569.2		

Uraian perhitungan selengkapnya pada lampiran 3.

Pengaruh interaksi antara variasi prosentase *bottom ash* terhadap waktu ikat awal.  $F_{hitung}(-0.1737) < F_{tabel}(2.66)$  pada taraf 5 %. Jadi dengan resiko kegagalan 5 %,  $H_0$  diterima yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh variasi prosentase *bottom ash* terhadap waktu ikat akhir “ada tetapi kecil < 5 %”.

#### 4.5. Pembahasan

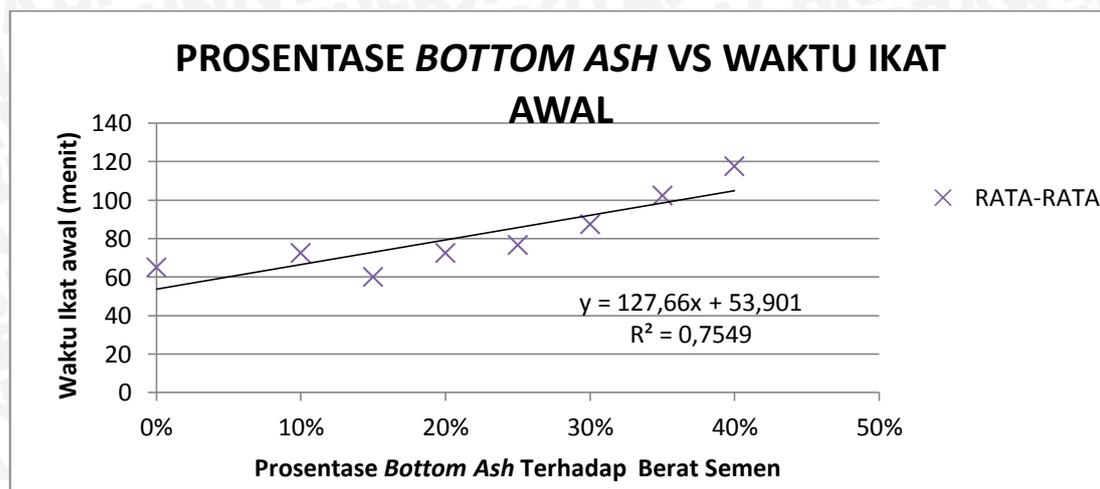
##### 4.5.1. Pembahasan Variabel Kontrol Dengan Hasil Pengujian Mengenai Konsistensi Normal

Berdasarkan nilai besar variabel kontrol yang disyaratkan oleh ASTM C187-04 dan *Graphical Analysis of the CCRL Portland Cement Proficiency Sample Database* bahwa besar rentang konsistensi normal dikisarkan antara 21 – 31 %. Sedangkan data hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa data hasil pengujian rentang konsistensi normal berkisar antara 17 – 20 %. Hal ini disebabkan karena banyak faktor terutama pada umur semen atau perlakuan semen yang tidak sesuai sehingga semen menggumpal dan mengalami reaksi sebelum pengujian dilakukan sehingga panas hidrasi semen sudah terjadi yang berakibat saat pengujian panas hidrasi semen sudah tidak sempurna. yang hal tersebut pula berpengaruh pada saat pengujian konsistensi normal campuran pasta semen dengan sebagian *bottom ash* sebagai penggantinya.

##### 4.5.2. Pembahasan Pengaruh Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Awal

Berdasarkan kaidah keputusan analisa data manual mengikuti Dr. Ir. Vincent Gaspers karena nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka penambahan *bottom ash* berpengaruh terhadap waktu ikat awal pasta semen dan *bottom ash*. Jadi seluruh hasil penelitian cenderung menunjukkan adanya pengaruh penambahan *bottom ash* pada nilai waktu ikat awal. Hal ini telah sesuai dengan hipotesis awal yaitu bahwa penambahan *bottom ash* berpengaruh pada waktu ikat awalnya karena *bottom ash* mengandung alumina, silica dan calcium yang bersifat pozolan sehingga memperlambat waktu ikat awalnya. Yang tampak pada grafik di bawah ini :

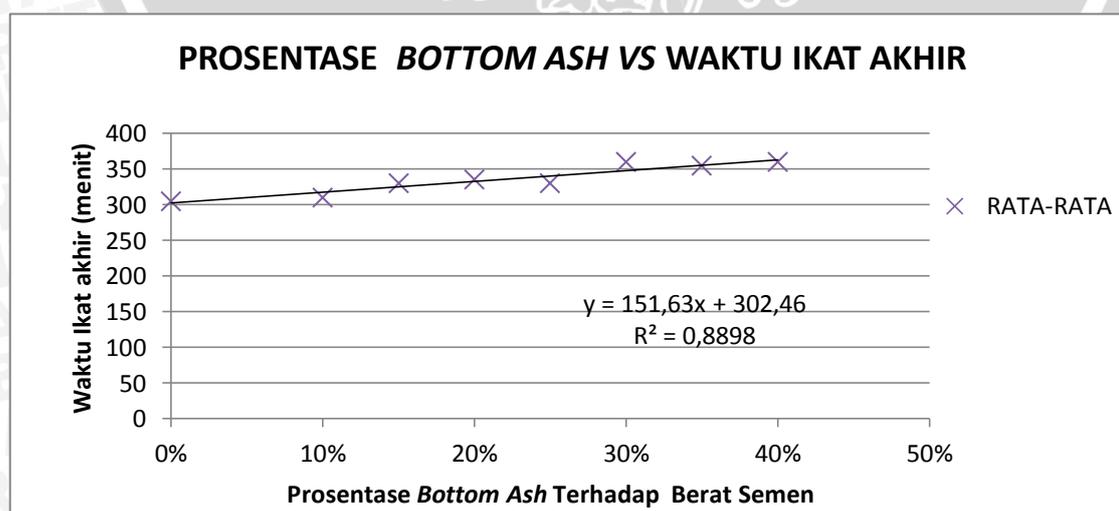
#### 4.3 Gambar Grafik Regresi Hubungan Antara Variasi Prosentase *Bottom Ash* dengan Waktu Ikat Awal



#### 4.5.3. Pembahasan Pengaruh Variasi Prosentase *Bottom Ash* terhadap Waktu Ikat Akhir

Berdasarkan analisa data manual mengikuti Dr. Ir. Vincent Gaspers disimpulkan bahwa penambahan *bottom ash* berpengaruh terhadap waktu ikat akhir pasta semen dan *bottom ash*. Jadi seluruh hasil penelitian cenderung menunjukkan adanya pengaruh penambahan *bottom ash* pada nilai waktu ikat akhir. Hal ini telah sesuai dengan hipotesis awal yaitu bahwa penambahan *bottom ash* berpengaruh pada waktu ikat akhirnya karena *bottom ash* mengandung alumina, silica dan calcium yang bersifat pozolan sehingga memperlambat waktu ikat akhirnya. Yang tampak pada grafik di bawah ini :

#### 4.4 Gambar Grafik Regresi Hubungan Antara Variasi Prosentase *Bottom Ash* Waktu Ikat Akhir



#### 4.5.4. Pembahasan Hubungan Antara Variasi Prosentase *Bottom Ash* dan Waktu Ikat Awal

Hubungan antara variasi prosentase *bottom ash* dan waktu ikat awal diperoleh dengan menggunakan analisis regresi. Model persamaan regresi yang dapat membentuk kurva lengkung adalah model polinomial karena bentuk kurva yang lebih cenderung ke arah polinomial. Secara statistik dengan bantuan software Microsoft Excel, persamaan regresi dari hubungan prosentase *bottom ash* dan waktu ikat awal pasta semen dan *bottom ash* dapat ditulis sebagai berikut:

$$y = 127,66x + 53,901$$

dengan:

$x$  = jumlah prosentase *bottom ash* (%)

$y$  = waktu ikat awal (menit)

Persamaan tersebut setelah diuji dengan metode regresi didapatkan hasil sebagai berikut:

$$F - \text{hitung} (-2.41877) \quad \text{dan} \quad F - \text{tabel} (2.66)$$

$$R^2 = 0,7549 \quad \text{dan} \quad R = 0,8688$$

Persamaan regresi dapat dipakai dengan didukung data sebesar 5 %

#### 4.5.5. Pembahasan Hubungan Antara Variasi Prosentase *Bottom Ash* dan Waktu Ikat Akhir

Hubungan antara variasi prosentase *bottom ash* dan waktu ikat akhir diperoleh dengan menggunakan analisis regresi. Model persamaan regresi yang dapat membentuk kurva lengkung adalah model linear, karena selain grafik yang cenderung membentuk kurva linear dan nilai R yang didapat antara kurva linear dan polinomial bernilai sama besar sehingga cenderung dipilih persamaan linear dari kurva yang ada. Secara statistik dengan bantuan software Microsoft Excel, persamaan regresi dari hubungan prosentase *bottom ash* dan waktu ikat akhir pasta semen dan *bottom ash* dapat ditulis sebagai berikut:

$$y = 151,63x + 302,46$$

dengan:

$x$  = jumlah prosentase *bottom ash* (%)

$y$  = waktu ikat akhir (menit)

Persamaan tersebut setelah diuji dengan metode regresi didapatkan hasil sebagai berikut:

$$F - \text{hitung } (-2.14648) \quad \text{dan} \quad F - \text{tabel } (2.66)$$

$$R^2 = 0,8898 \quad \text{dan} \quad R = 0,94329$$

Persamaan regresi dapat dipakai dengan didukung data sebesar 5 %.

#### 4.5.6. Pembahasan Penambahan Variasi Prosentase *Bottom Ash* dengan Besar

##### Penambahan Waktu Ikat

Jumlah besar penambahan waktu ikat saat prosentase *bottom ash* ditambahkan pada pasta semen sebagai pengganti sebagian semen. Nilai tersebut diambil dari fungsi linear hasil regresi yang dilakukan pada hubungan antara variasi prosentase *bottom ash* dengan waktu ikat. Dengan memasukkan variasi *bottom ash* maka dari hasil grafik linear yang diperoleh hasil uji waktu ikat adalah sebagai berikut :

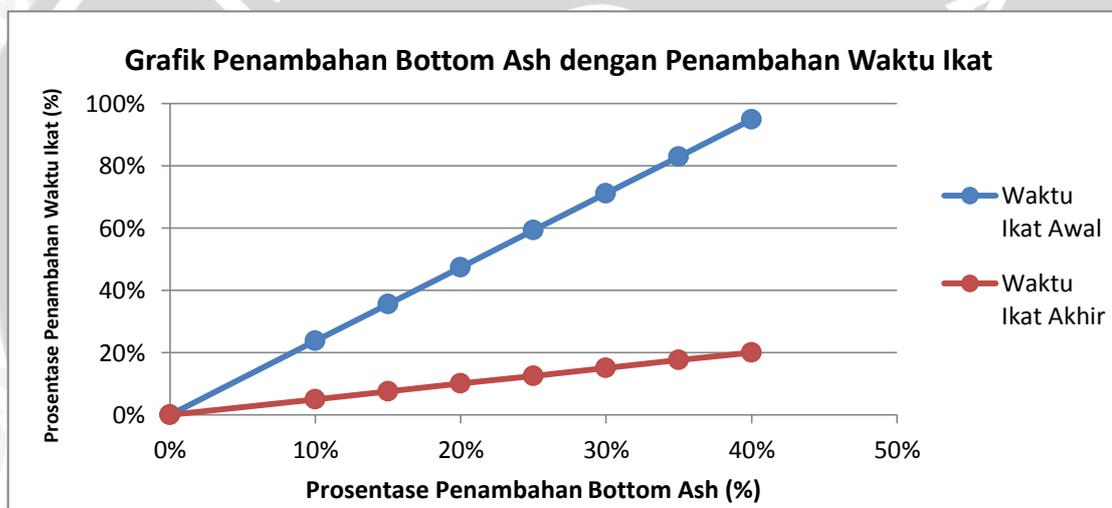
4.8 Tabel Penambahan Bottom Ash dengan Besar Penambahan Waktu Ikat (menit)

No.	Penambahan Bottom Ash (%)	Waktu ikat awal (y) Dalam menit $y = 127,66x + 53,901$	Waktu ikat akhir (y) Dalam menit $y = 151,63x + 302,46$
1.	0%	53,901 menit	302,460 menit
2.	10%	66,667 menit	317,623 menit
3.	15%	73,050 menit	325,204 menit
4.	20%	79,433 menit	332,786 menit
5.	25%	85,816 menit	340,367 menit
6.	30%	92,199 menit	347,949 menit
7.	35%	98,582 menit	355,530 menit
8.	40%	104,965 menit	363,112 menit

Dari tabel diatas agar lebih mudah untuk diketahui seberapa besar penambahan waktu ikat akibat setiap variasi penambahan *bottom ash* maka untuk pengambilan nilai diambil dalam nilai prosentase. Setelah itu dibuat grafik mengenai hubungan antara penambahan *bottom ash* dengan waktu ikat. Berikut hasil penambahan *bottom ash* dengan besar penambahan waktu ikat dalam persen :

4.9 Tabel Penambahan Bottom Ash dengan Besar Penambahan Waktu Ikat (persen)

No.	Penambahan Bottom Ash ( $x$ )	Waktu ikat awal ( $y$ ) Dalam persen $y = 127,66x + 53,901$	Waktu ikat akhir ( $y$ ) Dalam persen $y = 151,63x + 302,46$
1.	0%	0%	0%
2.	10%	23,68%	5,02%
3.	15%	35,52%	7,53%
4.	20%	47,36%	10,04%
5.	25%	59,21%	12,55%
6.	30%	71,05%	15,06%
7.	35%	82,89%	17,57%
8.	40%	94,73%	20,08%

4.5 Gambar Grafik Penambahan *Bottom Ash* dengan Besar Penambahan Waktu Ikat

Dengan ditambahkannya *bottom ash* dalam pasta semen maka persenyawaan mengalami penambahan waktu ikat awal yang besar. Begitu air mulai menguap pada batas plastis, yaitu saat pasta mengalami penetrasi sebesar 25 mm dalam uji vicat (SNI 15-2049-2004).