

**SKRIPSI**

**ANALISA UJI HOMOGENITAS PORTLAND  
COMPOSITE CEMENT (PCC) MELALUI  
PENGGILINGAN MENGGUNAKAN SPECIAL TOOLS  
MIXER HOMOGEN**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**KHAIRIL HIDAYAH  
D021 17 1523**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**SKRIPSI**

**ANALISA UJI HOMOGENITAS PORTLAND  
COMPOSITE CEMENT (PCC) MELALUI  
PENGGILINGAN MENGGUNAKAN SPECIAL TOOLS  
MIXER HOMOGEN**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**KHAIRIL HIDAYAH  
D021 17 1523**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISA UJI HOMOGENITAS PORTLAND  
COMPOSITE CEMENT (PCC) MELALUI  
PENGGIILANGAN MENGGUNAKAN SPECIAL TOOLS  
MIXER HOMOGEN**

Disusun dan diajukan oleh

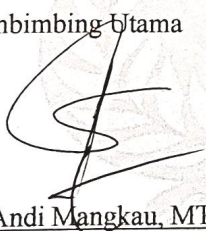
**Khairil Hidayah**  
**D021 17 1523**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 14 Februari 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

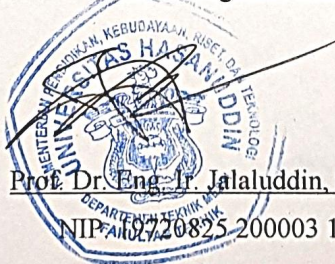
  
Ir. Andi Mangkau, MT

  
Azwat Hayat, ST., M.Sc., P.hD

NIP. 19611231-199002 1 003

NIP. 19840126 201212 1 002

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Khairil Hidayah

NIM : D021171523

Program Studi : Teknik Mesin

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisa Uji Homogenitas *Portland Composite Cement* (PCC) Melalui  
Penggilingan Menggunakan Special Tools Mixer Homogen

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 14 Februari 2023

Yang Menyatakan



Khairil Hidayah

## ABSTRAK

**KHAIRIL HIDAYAH.** *Analisa Uji Homogenitas Portland Composite Cement (PCC) Melalui Penggilingan Menggunakan Special Tools Mixer Homogen* (dibimbing oleh Ir. Andi Mangkau, MT dan Azwar Hayat, ST., M.Sc., P.hD)

Pencarian material mentah berkelanjutan bagi produksi semen berdasarkan sifat fisika dan kimianya. Penelitian kehalusan dilakukan untuk mengoptimalkan susunan material. Butiran semen yang lebih halus meningkatkan kualitas kuat tekan dan residu rendah. Dalam penyiapan kandidat bahan acuan, homogenisasi (uji f) dilakukan melalui analisis kandungan unsur kandidat bahan acuan penyusun semen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggilingan semen PCC pada mesin mixer homogen terhadap pengujian kehalusan (Blaine) dan pengujian residu serta menganalisis pengaruh data hasil pengujian kehalusan dan residu terhadap uji homogenitas. Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penyusunan skripsi ini, maka pengumpulan data dilakukan dengan cara pengujian laboratorium dan validasi hasil. Hasil penelitian sebagai berikut: (1) Nilai kehalusan (Blaine) pada penggilingan 60 menit berkisar antara 402 m<sup>2</sup>/kg hingga 420 m<sup>2</sup>/kg. Sedangkan nilai Blaine pada penggilingan 120 menit berkisar antara 460 m<sup>2</sup>/kg hingga 475 m<sup>2</sup>/kg. (2) Nilai residu semen pada penggilingan 60 menit memiliki berkisar antara 9,8% hingga 10,9%. Sedangkan nilai residu pada penggilingan 120 menit berkisar antara 12,32% hingga 13,03%. (3) Uji homogenitas pada data uji kehalusan (Blaine) penggilingan 60 menit menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga data tidak homogen. Sedangkan pada penggilingan 120 menit menunjukkan bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , sehingga data homogen. (4) Uji homogenitas pada data uji residu penggilingan 60 menit menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga data tidak homogen. Sedangkan dengan penggilingan 120 menit menunjukkan bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , sehingga data homogen.

Kata Kunci: Blaine, Residu, Homogenitas

## ABSTRACT

**KHAIRIL HIDAYAH.** *Analysis of Portland Composite Cement (PCC) Homogeneity Test Through Grinding Using Special Tools Homogeneous Mixer* (supervised by Ir. Andi Mangkau, MT dan Azwar Hayat, ST., M.Sc., P.hD)

The search for sustainable raw materials for cement production based on physical and chemical properties. Fineness research is to optimize the arrangement of materials. Finer cement grains increase the quality of compressive strength and low residue. In preparing the reference material candidates, homogenization (f test) was done through analysis of the elemental content of cement constituent reference material candidates. This study aims to analyze the effect of mixing PCC cement in a homogeneous mixer machine on the fineness test (Blaine) and residue testing and to analyze the effect of the data on the results of fineness and residue testing on the homogeneity test. To obtain the data needed in preparation of this thesis, data collection was done by means of laboratory testing and validation of the results. The results of the research are as follows: (1) The fineness value (Blaine) at 60 minutes milling ranges from 402 m<sup>2</sup>/kg to 420 m<sup>2</sup>/kg. While value of Blaine at 120 minutes milling ranged from 460 m<sup>2</sup>/kg to 475 m<sup>2</sup>/kg. (2) The residual value of cement at milling 60 minutes ranges from 9.8% to 10.9%. While residual value at 120 minutes milling ranged from 12.32% to 13.03%. (3) Homogeneity test on fineness test data (Blaine) milling 60 minutes shows that  $F_{ratio} > F_{table}$ , so data is not homogeneous. Whereas at 120 minutes milling shows that  $F_{ratio} < F_{table}$ , so data is homogeneous. (4) The homogeneity test on the 60-minute grinding residue test data shows that  $F_{ratio} > F_{table}$ , so data is not homogeneous. Whereas with 120 minutes of milling it shows that  $F_{ratio} < F_{table}$ , so data is homogeneous.

Keywords: Blaine, Residue, Homogeneity

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
<b>BAB 1    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	4
1.4    Manfaat Penelitian.....	4
1.5    Ruang Lingkup .....	4
<b>BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1    Semen .....	5
2.2 <i>Portland Composite Cement (PCC)</i> .....	5
2.3    Sifat-Sifat Semen.....	7
2.4 <i>Mixer</i> Homogen.....	9
2.5    Uji Blaine (Kehalusan) .....	12
2.6    Uji Residu.....	15
2.7    Uji Persyaratan Analisis Statistik .....	18
<b>BAB 3    METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1    Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.2    Variabel Penelitian .....	23
3.3    Bahan Uji dan Alat .....	23
3.4    Teknik Pengumpulan Data .....	35
3.5    Teknik Analisis.....	35
3.6    Prosedur Penelitian.....	36
3.7    Bagan Alir Penelitian .....	39

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	41
4.1	Hasil Penggilingan Semen Pada Mesin Mixer Homogen .....	41
4.2	Hasil Uji Kehalusan (Blaine) Semen.....	41
4.3	Hasil Uji Residu Semen.....	47
4.4	Hasil Uji Homogenitas (Uji F) .....	51
4.5	Analisa Uji Homogenitas (Uji F) .....	55
4.6	Pembahasan .....	56
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	64
	DAFTAR PUSTAKA .....	65
	LAMPIRAN.....	68



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin Mixer Homogen .....	11
Gambar 2. Bagian-Bagian Alat Uji Blaine Manual .....	14
Gambar 3. Desain Alat Uji Blaine .....	14
Gambar 4. Ukuran <i>Sieve</i> sesuai Standar ASTM E11 .....	16
Gambar 5. Prosedur Kerja <i>Alat Air Jet Sieve</i> .....	17
Gambar 6. Bagian-Bagian <i>Alat Air Jet Sieve</i> .....	17
Gambar 7. Semen <i>Portland Composite Cement</i> (PCC) PT. Semen Tonasa .....	24
Gambar 8. Desain Gambar Mixer Homogen .....	24
Gambar 9. Poros.....	25
Gambar 10. Motor Gearbox .....	25
Gambar 11. <i>Scraper</i> .....	26
Gambar 12. Busing.....	26
Gambar 13. Kopling.....	27
Gambar 14. <i>Hopper</i> .....	27
Gambar 15. <i>Hopper</i> Bawah.....	28
Gambar 16. Penutup Tangki .....	28
Gambar 17. <i>Bearing</i> .....	29
Gambar 18. Tangki.....	29
Gambar 19. Alat Uji Blaine Manual .....	30
Gambar 20. <i>Grease</i> .....	30
Gambar 21. Kuas.....	31
Gambar 22. Kertas .....	31
Gambar 23. <i>Stopwatch</i> .....	31
Gambar 24. <i>Alat Air Jet Sieve</i> .....	32
Gambar 25. Saringan Ukuran 45 $\mu\text{m}$ .....	32
Gambar 26. Penutup Saringan.....	33
Gambar 27. Timbangan Digital.....	33
Gambar 28. Wadah.....	33
Gambar 29. Kalkulator.....	34

Gambar 30. Ember .....	34
Gambar 31. Sendok Sampel.....	34
Gambar 32. Diagram Alir Penelitian .....	40
Gambar 33. Perbandingan nilai F dari data uji kehalusan (Blaine) .....	55
Gambar 34. Perbandingan nilai F dari data uji residu semen .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Syarat Fisika Utama .....	13
Tabel 2. Waktu penurunan cairan manometer (s) pada penggilingan 60 menit....	42
Tabel 3. Waktu penurunan cairan manometer (s) pada penggilingan 120 menit..	43
Tabel 4. Nilai kehalusan semen ( $m^2/kg$ ) pada penggilingan 60 menit.....	45
Tabel 5. Nilai kehalusan semen ( $m^2/kg$ ) pada penggilingan 120 menit.....	46
Tabel 6. Massa residu semen (gr) pada penggilingan 60 menit.....	47
Tabel 7. Massa residu semen (gr) pada penggilingan 120 menit.....	48
Tabel 8. Nilai residu semen (%) pada penggilingan 60 menit .....	49
Tabel 9. Nilai residu semen (%) pada penggilingan 120 menit .....	50
Tabel 10. Hasil perhitungan uji homogenitas berdasarkan data uji kehalusan .....	53
Tabel 11. Hasil perhitungan uji homogenitas berdasarkan data uji residu .....	54

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
a	Data pengujian pertama (simplo)
b	Data pengujian kedua (duplo)
$X_{a+b}$	Rata-rata penjumlahan data pertama dan kedua
n	Jumlah sampel yang diuji
MSB	<i>Mean Square Between</i>
MSW	<i>Mean Square Within</i>
$F_{hitung}$	Perbandingan MSB dan MSW
$F_{tabel}$	Nilai distribusi tabel F
S	Nilai kehalusan semen
t	Waktu penurunan cairan manometer
K	Faktor Blaine
df1	Derajat kebebasan kelompok sampel pertama
df2	Derajat kebebasan kelompok sampel kedua
$\alpha$	Nilai probabilita
$\Sigma$	Jumlah keseluruhan data
$\sigma_1^2$	Varians kelompok sampel pertama
$\sigma_2^2$	Varians kelompok sampel kedua
$H_0$	Hipotesis awal
$H_1$	Hipotesis akhir

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan nilai kehalusan (blaine) semen .....	68
Lampiran 2. Perhitungan nilai residu semen.....	69
Lampiran 3. Perhitungan uji homogenitas (uji f).....	70
Lampiran 4. Tabel perhitungan uji homogenitas pada data uji kehalusan (blaine) penggilingan 60 menit.....	74
Lampiran 5. Tabel perhitungan uji homogenitas pada data uji kehalusan (blaine) penggilingan 120 menit.....	75
Lampiran 6. Tabel perhitungan uji homogenitas pada data uji residu semen penggilingan 60 menit.....	76
Lampiran 7. Tabel perhitungan uji homogenitas pada data uji residu semen penggilingan 120 menit.....	77
Lampiran 8. Tabel distribusi f untuk $\alpha = 0,05$ .....	78
Lampiran 9. Dokumentasi.....	79

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke-hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *“Analisa Uji Homogenitas Portland Composite Cement (PCC) Melalui Penggilingan Menggunakan Special Tools Mixer Homogen”* yang mana merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Selama proses pengerjaan skripsi ini penulis menerima begitu banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Muhammad Makdis dan Ibu Rahmatiah yang selalu mendampingi, memberi semangat dan mendoakan.
2. Dr. Ir. Eng. Jalaluddin, ST., MT. sebagai Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan
3. Ir. Andi Mangkau, MT, dan Azwar Hayat, ST., MS.c., P.hD. sebagai Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, arahan, dan saran selama proses pengerjaan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT, dan Prof. Dr. Ir. Onny Sutresman, MT. selaku penguji yang telah memberikan saran-saran selama proses pengerjaan skripsi.
5. Dr. Eng. Ir. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu dan nasehat sejak menjadi mahasiswa baru.
6. Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, nasehat dan pengalaman kepada penulis selama menempuh studi di dunia perkuliahan
7. Pak Asrizal Mirzal, ST, selaku pembimbing magang di PT. Semen Tonasa, Bapak Herwanto sebagai manger divisi *Machinery Workshop*, Kanda Nuralam selaku partner dalam penelitian. kanda Adnan, kanda Syukri, serta

seluruh staf PT. Semen Tonasa atas segala bantuan dan arahan yang telah diberikan

8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2017 yang senantiasa mendukung dan berjuang bersama sejak mahasiswa baru hingga saat ini.
9. Keluarga Gugus Kerja Mahasiswa Lembaga Dakwah Al Muhandis sebagai tempat menemukan banyak hal.
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna walaupun telah menerima bantuan dari berbagai pihak. Apabila terdapat kesalahan-kesalahan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis dan bukan para pemberi bantuan. Kritik dan saran yang membangun akan lebih menyempurnakan skripsi ini.

Gowa, 14 Februari 2023

Penulis

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pencarian akan material mentah yang berkelanjutan bagi produksi semen yaitu berdasarkan komposisi kimiawi materialnya. Untuk komponen batu kapur (limestone) digunakan istilah standar kapur (lime standard) sebagai kriteria yang memberikan informasi mengenai senyawa batu kapur ( $\text{CaO}$ ), serta senyawa pendukung Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Tanah liat/alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan pasir besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang merupakan unsur penyusun yang jika dicampur dengan baik maka akan menghasilkan semen berkualitas. (O. Labahn, 1983)

Dalam proses industri saat ini, proses dari penggilingan, pengadukan, merupakan bagian penting dari keseluruhan proses manufaktur. Penggilingan adalah proses yang menentukan keseragaman dan kualitas produk secara keseluruhan. Penggilingan adalah operasi yang sangat penting dalam proses industri manapun. Semua operasi yang melibatkan reaksi fase cair, homogenisasi penggilingan, persiapan emulsi, pelarutan, ekstraksi, dan lainnya, memerlukan penggilingan dalam satu bentuk atau lainnya. Penggilingan bubuk, pasta, jeli cat dan banyak produk lainnya perlu dilakukan di banyak industri untuk banyak aplikasi; itu bisa dilakukan dengan proses pengacakan dan pemutaran yang baik dan menciptakan turbulensi di dalamnya. Mesin Mixer dapat memberikan homogenisasi yang lebih efektif pada campuran. Maka dari itu, diperlukan mesin yang dirancang untuk memberikan gerakan memutar melalui rotor dan menciptakan turbulensi pengadukan yang lebih efektif. (P. Patil Dattatraya, 2015)

Kepadatan adukan ditentukan dengan banyaknya rongga/pori-pori mikro dalam pasta semen yang akan mengurangi kekuatan menahan beban pada suatu elemen karena terjadinya pengurangan luas bidang kontak. Kerenggangan antara agregat dan pasta menyebabkan terjadinya retak mikro dan mengakibatkan perambatan retak. Oleh karena itu menjadi sangat penting untuk mengurangi jumlah pori-pori dan meningkatkan hidrasi semen yang lebih sempurna. Butiran semen yang lebih kecil akan menghasilkan proses hidrasi yang lebih baik. (Badan Standarisasi Nasional, 2004)



Penelitian kehalusan semen dilakukan untuk mengoptimalkan susunan material sehingga didapatkan kepadatan material yang lebih padat. Dengan menggunakan butiran semen yang lebih halus akan meningkatkan kualitas kuat tekan. Tingkat kepadatan partikel yang terjadi semakin baik, dan porositas yang terjadi lebih rendah. (Arteaga et al, 2013)

Pengujian kehalusan semen portland dengan menggunakan alat Blaine mengacu kepada ASTM C 204-00, *Standard test method for fineness of hydraulic cement by air permeability apparatus*. Pengujian dengan alat Blaine bertujuan menentukan kehalusan yang dinyatakan dalam luas permukaan spesifik semen portland, dihitung sebagai jumlah luas permukaan total  $\text{cm}^2/\text{gram}$ , atau  $\text{m}^2/\text{kg}$ . (Badan Standarisasi Nasional, 2004)

Penggunaan *mesh* atau alat *air jet sieving* adalah uji residu dan uji kehalusan semen dengan menggunakan ayakan. Untuk semen digunakan ayakan 45 mikron atau mesh 325 dengan batasan minimal untuk residu (bagian yang tertahan diatas ayakan) minimal 10%. Kehalusan semen berperan penting dalam pengerasan dan juga kuat tekan, semakin halus semen maka akan lebih efektif terjadinya proses interaksi dengan air sehingga kuat tekannya makin besar. (Pratama. S dkk, 2015)

Semakin besar ukuran partikel semen, maka residu yang tertinggal di atas ayakan akan semakin banyak dan juga semakin besar luas permukaan semen dapat meningkatkan proses hidrasi yang akan mempercepat proses pengikatan dan pengerasan semen. (Priambodo. I, 2016)

Permasalahan yang biasanya dihadapi dalam penelitian yaitu menyangkut pengambilan keputusan berdasarkan data mengenai suatu sistem ilmu. Untuk tiap kasus harus melibatkan penggunaan data percobaan dan pengambilan keputusan berdasarkan data resmi/valid. (Walpole, 1995: 327)

Dalam suatu pengujian, akurasi dan presisi sangat penting. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas hasil analisis, dibutuhkan bahan acuan yang sesuai sebagai *quality control analysis*. Bahan acuan adalah zat yang memiliki sifat-sifat yang karakteristik, homogen, stabil dan kadarnya telah ditetapkan untuk dapat digunakan dalam pengujian suatu sampel. Penggunaan bahan acuan menjadi semakin penting dalam memvalidasi akurasi suatu pengujian. Dalam penyiapan kandidat bahan acuan, homogenisasi merupakan salah satu langkah penting yang dapat dilakukan

melalui tahap analisis kandungan unsur kandidat bahan acuan penyusun semen dengan menggunakan metode *X-Ray Fluorescence*, uji Blaine, ataupun uji residu. Hasil analisis untuk metode ini digunakan untuk uji homogenitas dengan menggunakan uji statistik (uji F). Suatu bahan dianggap homogen jika tidak ada perbedaan nilai karakteristik dari satu bagian dengan bagian yang lain. (Syahfitri dkk, 2013)

Berdasarkan penjelasan di atas, maka melalui penggunaan special tools mesin mixer homogen diharapkan mampu menghasilkan campuran material yang terdistribusi merata sehingga dapat dilakukan pengujian campuran material. Maka dari itu, penulis akan menganalisis mengenai uji homogenitas pada material penyusun semen dengan judul **“ANALISA UJI HOMOGENITAS PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) MELALUI PENGGIILINGAN MENGGUNAKAN SPECIAL TOOLS MIXER HOMOGEN”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana pengaruh penggilingan semen PCC pada mesin mixer homogen terhadap pengujian kehalusan (Blaine).
- 1.2.2 Bagaimana pengaruh penggilingan semen PCC pada mesin mixer homogen terhadap pengujian residu *air jet siev*.
- 1.2.3 Bagaimana pengaruh data hasil pengujian kehalusan (Blaine) dan terhadap uji homogenitas.
- 1.2.4 Bagaimana pengaruh data hasil pengujian residu *air jet siev* terhadap uji homogenitas.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- 1.3.1 Menganalisis pengaruh penggilingan semen PCC pada mesin mixer homogen terhadap pengujian kehalusan (Blaine).
- 1.3.2 Menganalisis pengaruh penggilingan semen PCC pada mesin mixer homogen terhadap pengujian residu *air jet siev*.
- 1.3.3 Menganalisis pengaruh data hasil pengujian kehalusan (Blaine) terhadap uji homogenitas.
- 1.3.4 Menganalisis pengaruh data hasil pengujian residu *air jet siev* terhadap uji homogenitas.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1.4.1 Mengetahui pengaruh penggilingan material penyusun semen pada mesin mixer terhadap pengujian homogenitas.
- 1.4.2 Menjadi bahan informasi untuk penelitian selanjutnya yang kemudian dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.

### **1.5 Ruang Lingkup**

- 1.5.1 Material yang digunakan yaitu semen *Portland Composite Cement (PCC)* produksi PT Semen Tonasa.
- 1.5.2 Mesin penggilingan material yang digunakan adalah *special tools* mixer homogen.
- 1.5.3 Metode pengujian semen yang digunakan adalah metode pengujian kehalusan (Blaine) dan pengujian residu *air jet sieve*.
- 1.5.4 Menggunakan uji statistik (Uji F) sebagai metode uji homogen pada data hasil pengujian Blaine dan residu *air jet sieve*.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Semen**

Semen berasal dari bahasa latin “*CAEMENTUM*” yang berarti bahan perekat. Semen merupakan senyawa/zat pengikat hidrolis yang terdiri dari senyawa C-S-H (Kalsium Silikat Hidrat) yang apabila bereaksi dengan air akan dapat mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan keras.

#### **2.2 *Portland Composite Cement (PCC)***

Semen portland merupakan komponen utama yang berfungsi, bersama dengan air, untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi masa padat. Untuk konstruksi bangunan gedung umumnya digunakan semen tipe 1 atau *Portland Cement (PC)* dan *Portland Composite Cement (PCC)*. PC adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (BSN, 2004). Untuk bangunan yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus, umum digunakan semen portland tipe I.

Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia muncullah beberapa tipe semen antara lain OPC (*Ordinary Portland Cement*), White Cement dan yang paling baru adalah PCC (*Portland Composite Cement*). Semen PCC (*Portland Composite Cement*) merupakan jenis semen varian baru yang mempunyai karakteristik mirip dengan semen Portland pada umumnya tetapi semen jenis ini mempunyai kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan dan mempunyai harga yang lebih ekonomis.

Semen PCC merupakan turunan oleh semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) yang bahan baku pembuatannya sama dengan bahan baku OPC tetapi pada tipe semen PCC ditambahkan pula aditif selain Gypsum ada Zat Aditif lain yang ditambahkan yang tidak terdapat pada semen OPC yaitu: *lime stone*, fly ash dan trass. Ketiga Aditif tersebut mempunyai kontribusi yang sangat-sangat penting

sehingga semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*) mempunyai kualitas yang dihasilkan lebih baik dari semen tipe OPC (*Ordinary Portland Cement*). Kuat tekan merupakan kemampuan semen untuk menahan beban yang diberikan.

Semen PCC merupakan perekat hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan bersama-sama klinker semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi, pozzolan, senyawa silikat dan batu kapur.

Keunggulan semen PCC, adalah merupakan material konstruksi yang masuk daftar Produk Hijau dari Green Listing Indonesia yang dikeluarkan oleh Green Building Council Indonesia. Semen PCC termasuk material ramah lingkungan.

1. Dalam proses produksi PCC, penggunaan bahan bakar dapat berkurang sampai sekitar 20%, dengan menggunakan material komposit sebagai pengganti sebagian klinker.
2. Substitusi sebagian klinker dengan material komposit ini juga dapat mengurangi potensi emisi gas CO<sub>2</sub>.
3. PCC juga menggunakan *waste material* seperti *slag* dan *fly ash* sebagai komposit pengganti klinker.
4. PCC diproduksi dengan teknologi penangkapan debu mutakhir, sehingga menekan potensi pencemaran udara jauh dibawah ambang batas yang telah ditentukan.
5. Produksi PCC menggunakan sebagian Bahan Bakar alternatif terbarukan, seperti sekam padi, serbuk gergaji, limbah ban bekas dan lainnya, untuk mensubstitusi batu bara.
6. PCC dirancang untuk memiliki durabilitas yang tinggi, tahan terhadap sulfat, panas hidrasi rendah, dan memiliki kekedapan tinggi sehingga mampu menopang ketahanan bangunan lebih lama.
7. PCC dikemas dengan menggunakan material kantong yang dapat di recycle dan terbebas dari racun berbahaya.
8. Produsen PCC peduli terhadap kelestarian lingkungan, khususnya pada lahan tambang dengan melakukan revitalisasi lahan, pengelolaan sumber daya air, penanaman tanaman sumber energy terbarukan, serta pengelolaan keanekaragaman hayati dilingkungan tambang.

## 2.3 Sifat-Sifat Semen

Sifat fisika dan kimia masing-masing jenis semen memiliki karakteristik yang berbeda-beda yang harus memenuhi syarat standar kualitas dari sifat kimia dan fisika yang telah ditentukan. Untuk menjaga tetap terjaminnya mutu semen Portland maka syarat kimia dan fisika harus terus diperhatikan. Syarat mutu tersebut antara lain kandungan senyawa dalam semen Portland, kehalusan semen, residu, hilang pijar dan lain-lain.

### 2.3.1 Sifat Fisika

#### 1. Pengikatan dan Pengerasan

Mekanisme terjadinya pengikatan dan pengerasan yaitu ketika terjadi penggilingan dengan air.

#### 2. Ketahanan Terhadap Sulfat dan Asam

Beton atau mortar dari Portland semen dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam dari sekitarnya, yang umumnya serangan asam tersebut yaitu dengan merubah konstruksi-konstruksi yang tidak larut dalam air.

#### 3. Kehalusan

Kehalusan dapat mewakili sifat-sifat fisika lainnya terutama terhadap kekuatan, bertambahnya kehalusan pada umumnya akan bertambah pula kekuatan, mempercepat reaksi hidrasi begitu pula waktu pengikatannya semakin singkat.

#### 4. Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan sifat yang paling penting bagi mortar ataupun beton. Kuat tekan dimaksud sebagai kemampuan suatu material untuk menahan suatu beban tekan. Besar kecilnya kuat tekan yang diberikan oleh semen merupakan parameter terhadap kualitas semen. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap kuat tekan semen yaitu kehalusan, residu, dan senyawa kimia didalam semen.

#### 5. Panas Hidrasi

Panas hidrasi yaitu panas yang dihasilkan selama semen mengalami reaksi hidrasi. Reaksi hidrasi atau reaksi hidrolisis sendiri adalah reaksi yang

terjadi ketika mineral-mineral yang terkandung di dalam temperatur, jumlah air yang digunakan dan bahan-bahan lain yang ditambahkan.

### 2.3.2 Sifat Kimia

#### 1. *Lime Saturated Factor (LSF)*

Batasan agar semen yang dihasilkan tidak tercampur dengan bahan-bahan alami lainnya.

#### 2. Magnesium Oksida (MgO)

Pada umumnya semua standard semen membatasi kandungan MgO dalam semen Portland, karena MgO akan menimbulkan magnesia expansion pada semen setelah jangka waktu lebih daripada setahun, berdasarkan persamaan reaksi sbb :  $MgO + H_2O = Mg(OH)_2$  Reaksi tersebut diakibatkan karena MgO bereaksi dengan H<sub>2</sub>O Menjadi magnesium hidroksida yang mempunyai volume yang lebih besar.

#### 3. SO<sub>3</sub>

Kandungan SO<sub>3</sub> dalam semen adalah untuk mengatur/memperbaiki sifat setting time (pengikatan) dari mortar (sebagai retarder) dan juga untuk kuat tekan. Karena kalau pemberian retarder terlalu banyak akan menimbulkan kerugian pada sifat expansive dan dapat menurunkan kekuatan tekan. Sebagai sumber utama SO<sub>3</sub> yang sering banyak digunakan adalah gypsum.

#### 4. Hilang Pijar (*Loss of Ignition*)

Persyaratan hilang pijar dicantumkan dalam standard adalah untuk mencegah adanya mineral-mineral yang dapat diurai dalam pemijaran. Kristal mineral-mineral tersebut pada umumnya dapat mengalami metamorfosa dalam waktu beberapa tahun, dimana metamorfosa tersebut dapat menimbulkan kerusakan.

#### 5. Residu Tak Larut

Bagian tak larut dibatasi dalam standard semen. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah dicampurnya semen dengan bahan-bahan alami lain yang tidak dapat dibatasi dari persyaratan fisika.

#### 6. Alkali ( $\text{Na}_2\text{O}$ dan $\text{K}_2\text{O}$ )

Kandungan alkali pada semen akan menimbulkan keretakan pada beton maupun pada mortar, apabila dipakai agregat yang mengandung silikat reaktif terhadap alkali. Apabila agregatnya tidak mengandung silikat yang reaktif terhadap alkali, maka kandungan alkali dalam semen tidak menimbulkan kerugian apapun. Oleh karena itu tidak semua standard mensyaratkannya.

#### 7. *Mineral Compound*

Pada umumnya standard yang ada tidak membatasi besarnya mineral compound tersebut, karena pengukurannya membutuhkan peralatan mikroskopik yang mahal. Salah satu mineral yang penting yaitu  $\text{C}_3\text{A}$ , adanya kandungan  $\text{C}_3\text{A}$  dalam semen pada dasarnya adalah untuk mengontrol sifat plastisitas adonan semen dan beton. Tetapi karena  $\text{C}_3\text{A}$  bereaksi terhadap sulfat, maka untuk pemakaian di daerah yang mengandung sulfat dibatasi. Karena reaksi antara  $\text{C}_3\text{A}$  dengan sulfat dapat menimbulkan korosi pada beton.

## 2.4 *Mixer Homogen*

### 2.4.1 Penggilingan (*Mixer*)

Penggilingan merupakan salah satu bagian dari operasi teknik kimia yang bertujuan mengurangi ketidaksamaan kondisi, suhu, atau sifat lain yang terdapat dalam suatu bahan. Penggilingan dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak di dalam bahan itu yang menyebabkan bagian-bagian bahan saling bergerak satu terhadap yang lainnya, sehingga operasi pengadukan hanyalah salah satu cara untuk operasi penggilingan. Penggilingan fasa cair merupakan hal yang cukup penting dalam berbagai proses kimia. Penggilingan fasa cair dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu penggilingan antara cairan yang saling tercampur (*miscible*), dan penggilingan antara cairan yang tidak tercampur atau tercampur sebagian (*immiscible*). Selain penggilingan fasa cair dikenal pula operasi penggilingan fasa cair yang pekat seperti lelehan, pasta, dan sebagainya; penggilingan fasa padat seperti bubuk kering, penggilingan fasa gas, dan penggilingan antar fasa.



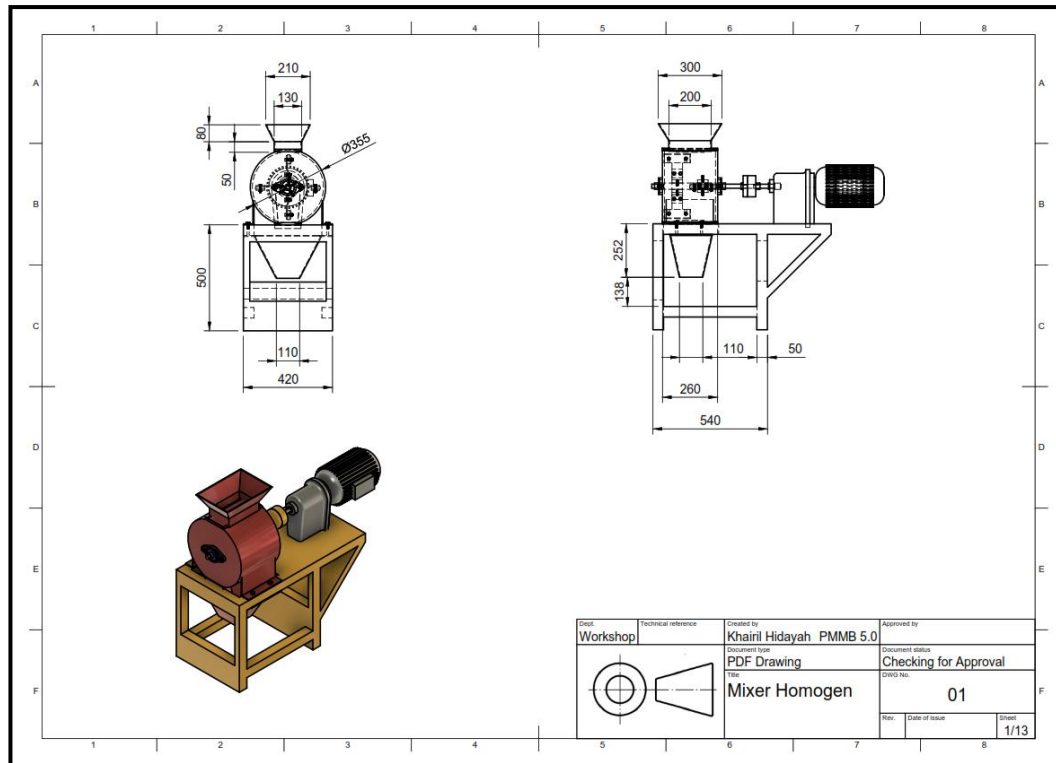
*Mixer* merupakan proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen baik cair–padat, padat–padat, maupun cair–gas. Komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut fasa kontinyu dan yang lebih sedikit disebut fasa disperse.

Peralatan penggilingan harus dirancang untuk operasi proses dan mekanikal. Meskipun desain mixer dimulai dengan berfokus pada persyaratan proses, desain mekanikal sangat penting untuk keberhasilan operasi. Biasanya, produsen peralatan penggilingan yang kompeten akan bertanggung jawab atas desain mekanikalnya. Namun, kondisi proses, seperti operasi impeller pada permukaan cair, dapat menimbulkan beban mekanis yang berat. Demikian pula, lingkungan proses akan mempengaruhi pemilihan bentuk ruang motor. Dalam banyak hal, persyaratan proses dapat berdampak langsung pada desain mekanis. Dengan cara lain, seperti frekuensi alami poros pencampur, desain mekanis yang sesuai harus ditentukan oleh perancang peralatan. Bagaimanapun, pengetahuan tentang persyaratan mekanis untuk mixer akan membantu memandu insinyur menuju desain yang akan memenuhi kriteria proses dan mekanis.

#### 2.4.2 *Machinery Workshop*

*Machinery Workshop* (bengkel mesin) adalah salah satu unit kerja di area PT. Semen Tonasa yang memiliki tugas pada 2 bidang yaitu fabrikasi dan *refurbish*. *Machinery Workshop* juga menjadi penunjang kelancaran operasi di pabrik PT. Semen Tonasa dengan membuat berbagai peralatan di area bengkel mesin.

1. Fabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan pembentukan komponen dari beberapa material baik berupa plat, pipa ataupun baja profil yang dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan item-item tertentu hingga menjadi suatu bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi. Misalnya, *hopper*, *screw conveyor*, dan *mixer homogen*.
2. Refurbish adalah suatu pekerjaan rekondisi, memperbaharui, atau memperbaiki peralatan sehingga dapat digunakan kembali untuk proses produksi. Misalnya, *gearbox*, *blower*, dan pompa.



Gambar 1. Mesin Mixer Homogen

Mesin mixer homogen adalah suatu alat yang berfungsi untuk melakukan proses penacampuran/penggilingan material semen agar distribusi struktur fisik material tersebar merata kemudian akan diuji materialnya melalui uji kehalusan (Blaine), uji residu, dan uji homogenitas. Dengan sistem kerja mengaduk material yang ada dalam tangki mixer dengan waktu 1-2 jam yang di tentukan sesuai standar *quality control* PT. Semen Tonasa.

#### 2.4.3 Autodesk Fusion 360

Proses perancangan mixer homogen dilakukan dengan software Fusion 360 sebelum dilakukan proses fabrikasi. Fusion 360 adalah software sangat ideal untuk pekerjaan desain teknis dimana rancangan, animasi, dan simulasi bisa dilakukan dengan mudah tanpa khawatir akan terjadi kesalahan. Perancangan alat dengan modifikasi menggunakan software Fusion 360 mendukung proses fabrikasi alat mixer homogen di *machinery workshop* PT. Semen Tonasa.

Perancangan mesin mixer homogen yang dilakukan dengan menggunakan software Fusion 360, masing-masing dari setiap komponen utama dibuat dalam bentuk komponen terpisah untuk mempermudah pengerjaan. Setiap proses perancangan diawali dengan membuat sketsa 2D pada bidang XZ. Kemudian dengan menggunakan fitur *Solid*, sketsa 2D tersebut diubah menjadi 3D. Setelah itu dilakukan proses perakitan setiap komponen berdasarkan posisi dan kegunaan masing-masing.

Pada tahapan ini, dibutuhkan ketelitian dalam pemilihan jenis sambungan atau penggabungan yang akan digunakan karena hal ini akan berdampak pada keberhasilan dalam proses animasi dimana tiap-tiap jenis penggabungan akan menentukan arah pergerakan dan fungsi dari setiap komponen tersebut. Hasil akhir dari rancangan ini nantinya akan ditampilkan kedalam bentuk gambar kerja menggunakan fitur *Drawing* yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam proses fabrikasi alat penelitian.

## **2.5 Uji Blaine (Kehalusan)**

Uji kehalusan dilakukan untuk mengetahui nilai kehalusan yang diperoleh setelah penggilingan material sampel semen *Portland Composite Cement* (PCC). Penggilingan dilakukan selama 60-120 menit dengan menggunakan *special tools* Mixer Homogen. Kemudian dilakukan uji kehalusan menggunakan alat Blaine.

Pengujian kehalusan menggunakan alat Blaine ini didasarkan pada luas permukaan semen. Kehalusan sangat mempengaruhi pengerasan dan kekuatan semen, semakin halus semen maka semakin cepat berinteraksi dengan air dan kuat tekan akan meningkat.

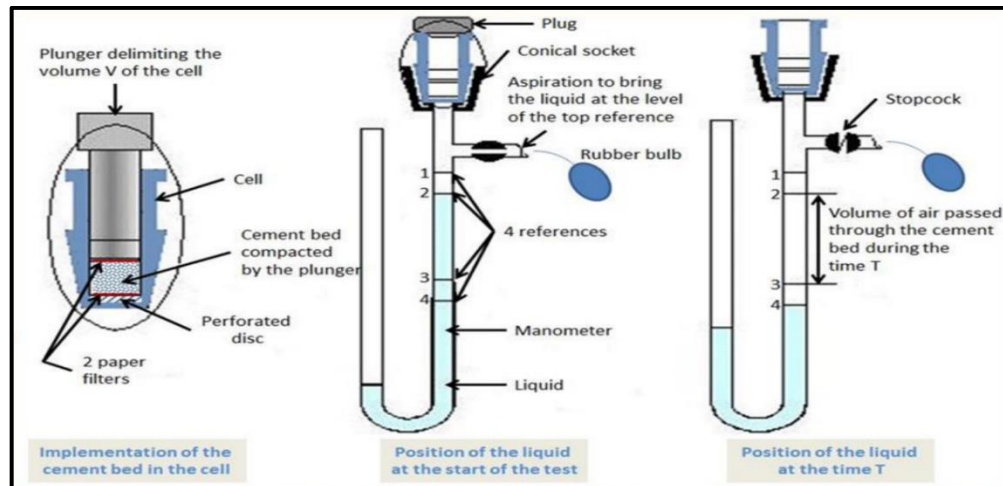
Pengujian Kehalusan semen dilakukan dengan menggunakan alat Blaine. Nilai kehalusan sampel harus memenuhi standar SNI-15-2049-2015, yaitu minimum 280 m<sup>2</sup>/kg. Semakin tinggi nilai blaine maka semakin tinggi pula tingkat kehalusan semen sehingga menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

Tabel 1. Syarat Fisika Utama

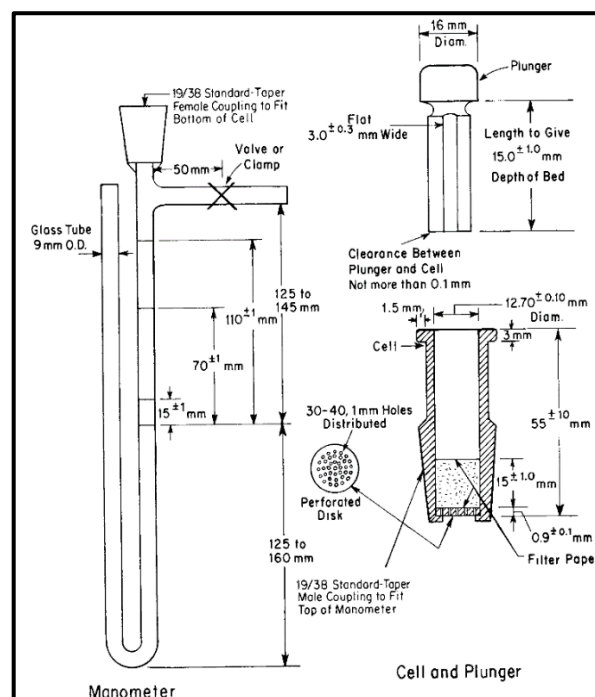
No	Uraian	Jenis semen portland				
		I	II	III	IV	V
1	Kehalusan: Uji permeabilitas udara, m <sup>2</sup> /kg Dengan alat : Turbidimeter, min Blaine, min	160 280	160 280	160 280	160 280	160 280
2	Kekekalan : Pemuai dengan autoclave, maks %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3	Kuat tekan: Umur 1 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum Umur 3 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum  Umur 7 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum  Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	- 125  200  280	- 100 70 <sup>a)</sup> 175 120 <sup>a)</sup> -	120 240  - -	- - 70 170	- 80 150 210
4	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat: Gillmore - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum Vicat - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum	60 600  45 375	60 600  45 375	60 600  45 375	60 600  45 375	60 600  45 375
<b>CATATAN</b> a) Syarat kuat tekan ini berlaku jika syarat kalor hidrasi seperti tercantum pada tabel syarat fisika tambahan (Tabel 4) atau jika syarat C <sub>3</sub> S + C <sub>3</sub> A seperti tercantum pada tabel syarat kimia tambahan disyaratkan (Tabel 2).						

Sumber: Komite Akreditasi Nasional (2005)

Permukaan spesifik semen dalam cm<sup>2</sup>/g atau m<sup>2</sup>/kg dihitung dari permeabilitas udara dari lapisan semen, porositasnya, densitas semen dan viskositas udara. Ukuran permeabilitas adalah waktu yang dibutuhkan oleh sejumlah udara untuk mengalir melalui lapisan semen dalam kondisi tertentu” (DIN 1164, Bagian 4). Untuk melakukan pengujian, sejumlah semen yang ditentukan sebelumnya dimasukkan ke dalam peralatan standar dan dipadatkan dengan lembut hingga volume yang telah ditentukan. Kemudian udara ditarik melalui lapisan semen dengan pengisapan yang dihasilkan oleh kolom cairan yang jatuh. Waktu yang diperlukan untuk ketinggian cairan dalam tabung-U diukur melalui jatuhnya fluida pada jarak tertentu yang telah diberi tanda. Dalam pengukuran tingkat kehalusan semen: semakin halus semen maka semakin lama waktu yang dibutuhkan udara untuk mengalir melalui lapisan semen, dan sebaliknya.



Gambar 2. Bagian-Bagian Alat Uji Blaine Manual



Gambar 3. Desain Alat Uji Blaine

Bye, (2011) dan Soroka (1979) menyatakan bahwa metode permeabilitas Standar Eropa untuk mengukur permukaan spesifik semen didasarkan pada prinsip yang dikembangkan secara independen pada tahun 1943 oleh Rigden dan Blaine. Metode volume konstan yang mereka perkenalkan memanfaatkan fakta bahwa, dengan peralatan dengan dimensi yang sesuai, waktu  $t$  yang diperlukan untuk mengalirkan volume udara tetap melalui hamparan semen dengan porositas standar

merupakan terkait atau berhubungan dengan permukaan spesifiknya. Dalam metode ini tekanan berkurang saat udara melewati spesimen. Dengan hubungan sederhana yang diberikan dalam persamaan berikut:

$$S = K\sqrt{t}$$

dimana,

S = Nilai kehalusan (Blaine)

t = Waktu penurunan cairan manometer

K = Faktor Blaine (429,40)

Di mana K adalah konstanta untuk peralatan yang ditentukan menggunakan referensi semen Portland dari permukaan spesifik yang diketahui. Kesederhanaan permeameter volume konstan membuatnya cocok untuk penggunaan umum di industri semen. Dalam permeameter volume konstan, *glycerin* di satu lengan tabung-U dinaikkan untuk menghasilkan jarak sekitar 100mm. Kemudian dibiarkan jatuh, yang akan memaksa udara melalui semen yang dipadatkan dalam sel yang menempel pada lengan tabung-U yang kedua. Waktu dicatat selama meniskus jatuh di antara dua tanda pada tabung-U.

Vimmrova (2001) menyatakan bahwa Prinsip dari metode permeabilitas udara adalah mengamati waktu yang diperlukan untuk sejumlah udara tetap mengalir melalui lapisan semen yang dipadatkan dengan dimensi dan porositas tertentu. Dalam kondisi standar, permukaan spesifik (S) semen proporsional atau sebanding dengan  $\sqrt{t}$  dimana t adalah waktu untuk sejumlah udara tertentu mengalir melalui lapisan semen yang dipadatkan. Kisaran jumlah dan ukuran masing-masing pori pada bed yang ditentukan ditentukan oleh distribusi ukuran partikel semen yang juga menentukan waktu aliran udara yang ditentukan.

## 2.6 Uji Residu

Kehalusan berdasarkan sisa diatas ayakan dilakukan dengan menghitung massa semen yang tersisa (residu) diatas ayakan 45  $\mu\text{m}$  atau ayakan no.325 yang menggunakan alat *Air Jet Sieve*. Sisa diatas ayakan didapatkan dari perbandingan massa semen yang tersisa (residu) dengan massa contoh semula. Residu yang

tinggal pada saringan akan semakin sedikit apabila ukuran partikel semakin kecil, sehingga menghasilkan nilai kehalusan yang tinggi. Dalam pengujian ini, digunakan standar ASTM C 430-96, Standard test for fineness of hydraulic cement by 45- $\mu\text{m}$  (No. 325) Sieve.

Sieve no.	Sieve size (mm)	Sieve no.	Sieve size ( $\mu\text{m}$ )	Sieve no.	Sieve size ( $\mu\text{m}$ )
4	4.75	50	300	200	75
8	2.36	100	149	325	45
16	1.18	120	125	400	38
30	0.60	170	90		

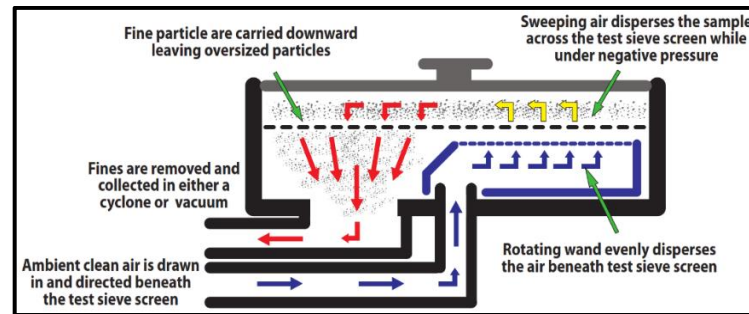
Gambar 4. Ukuran *Sieve* sesuai Standar ASTM E11

Sumber: *American Society of Testing and Materials* (2022)

Kehalusan semen berperan penting dalam pengerasan dan juga kuat tekan, semakin halus semen maka akan lebih efektif terjadinya proses interaksi dengan air sehingga kuat tekannya makin besar. Semakin besar ukuran partikel semen, maka residu yang tertinggal di atas ayakan akan semakin banyak dan juga semakin besar luas permukaan semen dapat meningkatkan proses hidrasi yang akan mempercepat proses pengikatan dan pengerasan semen. Untuk menghitung kadar residu, maka digunakan rumus:

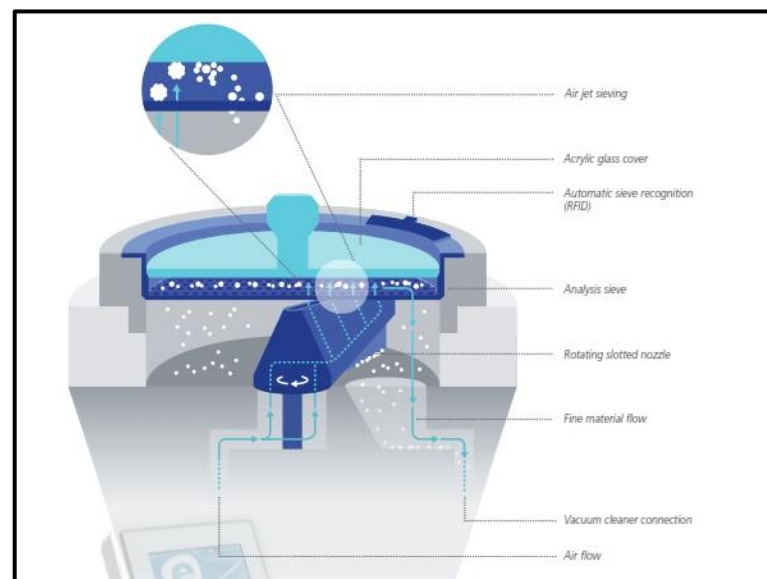
$$\text{Kadar Residu} = \frac{\text{Massa Residu}}{\text{Massa Sampel}} \times 100\%$$

Ferraris (2008) menyatakan bahwa *National Institute of Standards and Technology* (NIST) mengidentifikasi dengan bantuan Cement and Concrete Reference Laboratory (CCRL), residu semen pada ayakan 45  $\mu\text{m}$  dalam kisaran minimal 6 % sampai 10%. Semakin tinggi nilai partikel lebih dari 45  $\mu\text{m}$  maka akan memiliki reaktivitas rendah dan tidak memberikan kontribusi yang signifikan bagi perkembangan kekuatan semen.



Gambar 5. Prosedur Kerja Alat Air Jet Sieve

Serbuk yang sangat halus cenderung menggumpal dan karena itu menyumbat saringan, saringan *air jet sieve* adalah perangkat pilihan untuk mengayak serbuk halus. Di sinilah saringan *air jet sieve* e200 LS mengembangkan efektivitas maksimum. Tidak hanya satu, tetapi dua komponen bekerja bersama di sini: nosel berlubang yang berputar di dalam ruang pengayak dan penyedot debu yang terhubung ke ruang pengayakan.



Gambar 6. Bagian-Bagian Alat Air Jet Sieve

Setelah penyedot debu pada *air jet sieve* dihidupkan, maka akan menciptakan ruang hampa di dalam ruang pengayakan. Slot yang sangat sempit dari nosel berlubang memastikan bahwa udara yang masuk dipercepat dan mengalir melalui kain saringan dengan kecepatan tinggi dari bawah. Partikel-partikel pada saringan akan didispersi sesaat oleh pancaran udara pada penutup bahkan sebelum partikel tersebut ditarik ke bawah melalui ayakan dengan pengisapan penyedot



debu. Efeknya yaitu bahan halus dipisahkan dengan cepat dan efektif. Bahan kasar tetap berada di saringan dan ditimbang ulang pada akhir proses pengayakan.

## **2.7 Uji Persyaratan Analisis Statistik**

### **2.7.1 Statistik dan Statistika**

Statistik merupakan ilmu yang mempelajari seluk-beluk angka yang mengandung informasi. Angka diperoleh dari pengamatan atau pengukuran. Statistik tampaknya menjadi bagian yang makin penting dari kehidupan masyarakat. Hal ini terbukti instansi-instansi pemerintah di tingkat pusat sampai pada tingkat bawah di kelurahan (desa) memampang tabel, grafik, dan angka statistik.

Kata statistik dan statistika adalah kata yang sering dikacaukan penggunaannya bagi orang yang belum mengetahui. Sebenarnya statistik adalah kata yang dipakai untuk menyatakan kumpulan data, bilangan maupun nonbilangan yang disusun dalam bentuk tabel atau diagram yang melukiskan suatu persoalan. Sementara itu statistika adalah pengetahuan yang berhubungan dengan cara cara pengumpulan, pengolahan atau penganalisaan data, serta penarikan kesimpulan berdasarkan kumpulan data (Sudjana, 1989:3).

Statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan variabel penelitian yang diperoleh melalui pengukuran dan perhitungan. Statistika inferensial digunakan untuk menguji hipotesis dan membuat generalisasi. Statistika inferensial disebut juga statistik induktif yang berupaya untuk menyimpulkan tentang karakteristik populasi, yang pada umumnya dilakukan berdasarkan data sampel yang diambil dari populasi yang bersangkutan. Untuk mendapatkan kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan, perlu ditempuh cara-cara yang benar dalam setiap langkah, baik dalam pengumpulan data maupun penganalisaan.

Untuk keperluan penulisan laporan atau analisis-analisis lebih lanjut, data yang sudah terkumpul perlu diatur, disusun dan disajikan dalam bentuk yang jelas dan baik. Statistik deskriptif membahas tentang cara-cara penyajian data dengan daftar (tabel) dan diagram (grafik), misalnya daftar distribusi frekuensi dan grafiknya, ukuran-ukuran yang merupakan wakil kumpulan data yakni ukuran gejala pusat, atau tendensi sentral, yaitu rata-rata hitung dan modus serta ukuran

letak (median, kuartil, desil dan persentil), ukuran penyimpangan atau dispersi, dan ukuran kemiringan serta kurtosis.

Pengertian tersebut menjelaskan bahwa suatu hasil penelitian atau pengamatan, baik yang dilakukan secara khusus maupun dalam bentuk laporan sering dibuatkan uraian atau penjelasan atau kesimpulan problema yang dihadapi. Keterangan dan fakta yang terkumpul terlebih dahulu dianalisis dan diolah berdasarkan pengolahan yang dapat dipertanggungjawabkan. Perlu diperhatikan soal kecermatan dan ketelitian dalam melakukan langkah-langkah pengumpulan data, pengolahan dan pengambilan kesimpulan. Bilamana suatu simpulan penelitian telah di-rank berdasarkan prosedur analisis statistika yang benar, maka simpulan tersebut akan memperlihatkan tingkat objektivitasnya, tingkat ketepatan (validitas) maupun tingkat kepercayaannya (reliabilitasnya) yang tinggi.

Menurut Sarjono (1984) Statistik dalam telaah ilmiah mempunyai lima fungsi, yaitu:

1. Statistik sebagai ilmu, berfungsi untuk mendapatkan pemahaman corak keragaman nilai angka hasil pengukuran. Sekumpulan angka yang diperoleh dari pengukuran, sebenarnya merupakan sejumlah sasaran pengamatan yang lazim tidak menghasilkan nilai-nilai yang persis sama antara satu nilai dan nilai lainnya, selalu akan ditemui keragaman atau *variability*. Statistik yang memusatkan pada aspek keberagaman atau *variability* ini, dalam telaahnya akan menggunakan ukuran keragaman itu sebagai salah satu parameter statistika yang terpenting.
2. Statistik juga berfungsi untuk menurunkan generalisasi, atau gambaran umum tentang perilaku kumpulan angka yang banyak tadi. Dari nilai-nilai yang banyak dan berserak itu, diatur dan disusun, sedemikian rupa sehingga dapat diturunkan suatu pola atau sasaran suatu gambaran umum.
3. Statistik berusaha mengembangkan sasaran yang memudahkan telaah, dengan cara mendeskripsikan data secara baik dan gampang. Misalnya, menyusun data yang banyak itu dalam tabel, mengelompokkannya dalam klasifikasi dan kategorisasi, menggambarkannya dengan grafik, chart, gambar-gambar yang menarik dan lain sebagainya. Semuanya itu

dimaksudkan untuk memudahkan pemakai statistik dalam menggunakan data yang banyak itu.

4. Keempat, statistik dimaksudkan untuk menjamin ketangguhan peran statistik sebagai instrumen penelitian ilmiah. Dengan teknik rancangan tata cara pengukuran itu dimaksudkan agar hasilnya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.
5. Kelima, statistik sebagai ilmu terhormat dalam deratan ilmu lainnya, mempunyai fungsi untuk menarik kesimpulan statistik (*statistical inference*) dan keadaan yang diteliti, hanya berdasarkan pada hasil pengukuran atas sejumlah contoh atau sampelnya yang amat terbatas.

Karena statistik adalah bagian atau cabang ilmu pengetahuan, maka tindakan dan disiplinnya harus dapat di pertanggungjawabkan secara ilmiah pula. Dalam mencari kebenaran, telaah ilmiah mendasarkan ciri pada kejelasan (*variability*) langkah-langkah pencariannya, kejelasan dan ketidakraguan upaya keilmuwan yang ditempuhnya, dan keterulangan (*reproducibility, repeatability*). Begitu juga dalam statistik, pengukuran yang dilakukan haruslah merupakan tindakan yang jelas tata caranya, terperinci urutan tindakannya, dan secara operasional langkah-langkah pengukuran itu dapat didefinisikan dengan jelas dan tidak kabur. Pengukuran statistik bukan sekedar tindakan memperoleh hasil ukur, betapa pun cermatnya kegiatan itu dilakukan.

Seperti telah diterangkan, statistik bukan berurusan dengan satu atau beberapa angka saja, melainkan pengukuran satuan yang satu dengan pengukuran satuan yang lain harus secara tetap mengikuti tata cara pelaksanaan perolehan nilai tertentu yang telah ditetapkan. Karena itu, dalam melakukan pengukuran perlu dirumuskan tata cara, kondisi dan serentetan langkah operasi tertentu, yang dengan disiplin ketat harus diikuti. Keterulangan prosedur pengukuran memiliki pengertian bahwa pengukuran statistik yang dilakukan berulang ada kondisi objektif sama, sehingga akan menghasilkan nilai-nilai yang satu sama lain "cocok" (*consistence*). Konsistensi adalah kecocokan hasil pengukuran, itu tidak berarti satu dengan yang lain sama. Seperti telah diutarakan bahwa nilai-nilai itu justru secara statistik harus tidak ada yang persis sama. Karena kondisi objektif yang tidak sempurna, upaya

pengukuran dapat menghasilkan suatu derajat kemelesetan tertentu dari hasil pengukuran itu. Namun, dalam kondisi yang tidak sempurna objektifnya itu, bila dilakukan proses pengukuran ulang, di tata cara pengukuran ulang perlu dilakukan persis sama seperti sebelumnya, sehingga akan dihasilkan nilai yang mempunyai arah kemelesetan yang konsisten dengan kemelesetan hasil pengukuran sebelumnya. Jadi, efek kondisi pengukuran yang terulang tadi, secara sistematis akan terbawa pula pada pengulangan pengukuran berikutnya.

Syarat lain bagi pengukuran statistik agar menghasilkan angka yang dapat dipertanggungjawabkan adalah validitas atau kecermatan. Masalah validitas ini penting sekali dan merupakan kualifikasi yang lebih dituntut dibandingkan dengan syarat konsistensi atau kecocokan satu dengan yang lain tadi. Secara sederhana validitas dapat diterangkan sebagai syarat kedekatan antara nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran contoh dengan angka yang sebenarnya (*true value*). Angka yang diperoleh dengan jalan kira-kira, menebak dari atas meja, mencatat perkiraan orang lain, mengukur sekenanya tanpa visi kecermatan dan sebagainya, akan menghasilkan nilai yang jauh dari nilai sebenarnya (*true value*). Karena itu pengukuran yang baik harus mengusahakan agar dapat dijamin bahwa angka yang dihasilkan dari pengukuran itu mendekati nilai sesungguhnya.

### 2.7.2 Uji Homogenitas (Uji F)

Di dalam menggunakan teknik statistik sebagai alat analisis data, maka terdapat persyaratan yang harus dipenuhi. Pengujian persyaratan dengan teknik Uji Homogen (Uji F) diperlukan syarat bahwa sampel diambil dari distribusi normal atau populasinya berdistribusi normal, varians dari kelompok-kelompok yang diperbandingkan tidak berbeda atau variansnya dalam masing-masing kelompok homogen.

Pengujian homogenitas dimaksudkan untuk memberikan keyakinan bahwa sekumpulan data yang dimanipulasi dalam serangkaian analisis memang berasal dari populasi yang tidak jauh berbeda keragamannya.

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah beberapa varian populasi adalah sama atau tidak. Asumsi yang mendasari dalam analisis varian adalah bahwa varian dari populasi adalah sama. Uji kesamaan dua varians

digunakan untuk menguji apakah sebaran data tersebut homogen atau tidak, yaitu dengan membandingkan kedua variansnya. Jika dua kelompok data atau lebih mempunyai varians yang sama besarnya, maka uji homogenitas tidak perlu dilakukan lagi karena datanya sudah dianggap homogen. Uji homogenitas dapat dilakukan apabila kelompok data tersebut dalam distribusi normal. Uji homogenitas dilakukan untuk menunjukkan bahwa perbedaan yang terjadi pada uji statistik parametrik benar-benar terjadi akibat adanya perbedaan antar kelompok, bukan sebagai akibat perbedaan dalam kelompok.

Dalam jumlah 3 kg sampel *Portland Composite Cement* (PCC) akan dihomogenkan dengan menggunakan mixer homogen, kemudian sampel yang telah melalui proses penggilingan pada mixer homogen dikeluarkan dari tangki kemudian dibagi dan dimasukkan kedalam beberapa wadah. Selanjutnya dipilih sejumlah ( $n \geq 10$ ) kemasan secara acak. Dari setiap wadah (subsample) diambil dua bagian untuk dianalisis secara duplo kemudian dihitung nilai variansi dari pengambilan contoh (sampling) ( $S_s^2$ ) dan variansi dari keberulangan analisis ( $S_a^2$ ). Kedua nilai tersebut masing-masing diperoleh dari MSB (*Mean Square Between*) dan MSW (*Mean Square Within*). (KAN, 2005)

Untuk menghitung varians terkecil atau MSB (*Mean Square Between*) dan varians terbesar atau MSW (*Mean Square Within*), maka digunakan rumus:

$$MSB = \frac{\sum\{(a + b) - X_{a+b}\}^2}{2(n - 1)}$$

$$MSW = \frac{\sum\{(a + b) - X_{a+b}\}^2}{(n - 1)}$$

Kriteria Uji F,

$$F = \frac{MSB}{MSW}$$

Sampel dinyatakan homogen apabila  $F_{hitung} < F_{tabel} (df1, df2, \alpha)$ .