

Pembuatan Kurva Regresi Linear untuk Pengujian LOI HOTMEAL Menggunakan Alat X-RAI di PT Semen Tonasa

Preparation of Linear Regression Curve for LOI Hotmeal Testing Using X-Ray Equipment at PT Semen Tonasa

Valencia Febrianti, Putri Claudia Roby, Maxie Djonny, M.saleh
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar

Email : valenciafebrianti01@gmail.com

Abstrak

PT Semen Tonasa khususnya di unit *Quality Control* masih ada sampel yang diuji secara manual antara lain uji *blaine*, uji residu *kiln feed* dan semen, *moisture*, LOI (*Loss Of Ignation*) sehingga memerlukan waktu lama dalam melakukan preparasi sampel hingga pengujian sampel. Waktu dalam melakukan pengujian setiap sampel rata-rata membutuhkan waktu 60 menit. Salah satu jenis pengujian yang menggunakan waktu lama yaitu analisis LOI (*Loss Of Ignation*), pengujian ini adalah tes yang digunakan dalam analisis kimia anorganik khususnya dalam analisis mineral dengan memijarkan sampel pada suhu tertentu. Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kurva analisa LOI *Hotmeal* untuk perhitungan LOI pada Hotmeal 05 dan 10 serta menentukan langkah-langkah preparasi sampel yang akan digunakan dalam membuat persamaan regresi linear . Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini yaitu membuat formula/rumus yang sesuai dalam perhitungan LOI (*Loss Of Ignation*) secara khusus pada hotmeal 05 dan 10. Metode Penelitian dilakukan dengan metode percobaan langsung dan pengolahan data menggunakan software Microsoft Excel 2013. Penelitian dilakukan dengan mengambil langsung bahan baku berupa bongkahan clinker dan *Kiln Feed* di area pabrik, kemudian dilakukan preparasi hingga pengolahan data. Hasil dari penelitian ini yaitu didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 1.1824x - 6.9094$ kemudian persamaan ini di inputkan ke dalam perangkat komputer dengan nama method yaitu Hotmeal_2023 untuk dijadikan acuan dalam pengerjaan sampel *Hotmeal* yang lebih cepat, waktu yang digunakan ketika menggunakan formula ini yaitu 5-10 menit.

Kata kunci : Hotmeal ,Loss Of Ignation,Semen Tonasa.

Abstract

PT Semen Tonasa, especially in the Quality Control unit, still has samples that are tested manually, including the Blaine test, residue test, kiln feed and cement, moisture , LOI (Loss Of Ignation) so it takes a long time for sample preparation to sample testing. The time to test each sample takes an average of 60 minutes. One type of test that takes a long time is LOI (Loss Of Ignation) analysis. This test is a test used in inorganic chemical analysis, especially in mineral analysis, by subjecting the sample to a certain temperature. The general objective of this research is to determine the Hotmeal LOI analysis curve for calculating LOI on Hotmeal 05 and 10 and determine the sample preparation steps that will be used in creating a linear regression equation. Meanwhile, the specific aim of this research is to create a formula that is suitable for calculating LOI (Loss of Remembrance) specifically for hotmeal 05 and 10. This research was carried out using direct experimental methods and data processing using Microsoft Excel 2013 software. The research was carried out by taking directly raw materials in the form of clinker lumps and Kiln Feed in the factory area, then preparation and data processing are carried out. The results of this research are that a linear regression equation is obtained, namely $y = 1.1824x - 6.9094$, then this equation is input into a computer device with the method name, namely Hotmeal_2023, to be used as a reference in working on the Hotmeal Sample more quickly, the time used when using this formula is 5 -10 minutes.

Keywords: Semen Tonasa, Loss Of Ignation, Hotmeal

Pendahuluan

Semakin berkembangnya pembangunan di Indonesia, peranan dunia industri turut serta mengalami perkembangan yang pesat. Kemampuan perusahaan dalam menghasilkan produk dengan kualitas tinggi merupakan salah satu hal yang dapat mendukung keberhasilan jangka panjang perusahaan tersebut. PT Semen Tonasa merupakan industri semen yang memiliki kapasitas terpasang terbesar di kawasan timur Indonesia dengan kapasitas desain awal 5.980.00 ton semen per tahun, namun perusahaan berhasil melakukan peningkatan kemampuan produksi sehingga saat ini kapasitas mencapai 6.700.000 ton semen per tahun. Pembuatan semen di PT Semen Tonasa menggunakan bahan baku yaitu clinker yang terbuat dari campuran tanah liat dan batu kapur, batu kapur dan material tambahan lainnya. Pada proses pembuatan semen melibatkan beberapa alat industri antara lain; *crusher*, gudang, *belt conveyor*, *silo landing*, *kiln*, *cooler*, *mill*, dan lain-lain. Perekonomian saat ini sangat berkembang pesat, seiring dengan berkembangnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang semakin canggih. Sehingga, persaingan semakin ketat antar perusahaan mendorong setiap perusahaan untuk menetapkan pengendalian terhadap kualitas produksi yang didinginkan. Seiring berkembangnya zaman penerapan teknologi yang masih konvensional di dunia industri mulai beralih ke model otomatis dengan memanfaatkan perangkat komputer. PT Semen Tonasa khusunya di unit *Quality Control* masih ada sebagian pengujian sampel yang dilakukan secara manual antara lain uji *blaine*, uji residu *kiln feed* dan semen, *moisture*, LOI (*Loss Of Ignation*) sehingga memerlukan waktu yang lama dalam melakukan preparasi sampel hingga pengujian sampel apabila dihitung rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian menggunakan waktu 60 menit. Salah satu jenis sampel yang di uji tiap sift yaitu *hotmeal* yang merupakan hasil pembakaran awal pada suhu 530-700°C yang terjadi di cylone 5 dan 10. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat formula/rumus yang sesuai dalam perhitungan LOI (*Loss Of Ignation*) secara khusus pada *hotmeal* 05 dan 10. Manfaat yang diharapkan dari penelitian yaitu bagi pabrik dimana dharapkan mampu memberikan gambaran formula/rumus dalam menentukan LOI (

Loss Of Ignation) sehingga mampu menghemat waktu dan tenaga dalam melakukan analisis sampel tiap hari di *Quality Control* PT Semen Tonasa, manfaat kedua yang diharapkan yaitu bagi penulis diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan dan pengalaman penulis dalam memanfaatkan *software* dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam dunia kerja serta meningkatkan daya pikir penulis dalam menemukan solusi dari suatu permasalahan yang terjadi.

Teori

2.1 LOI (*Loss Of Ingnation*)

LOI (*Loss Of Ingnation*) adalah tes yang digunakan dalam analisis kimia anorganik khususnya dalam analisis mineral dengan jalan memijarkan suatu contoh pada suhu tertentu, sehingga zat yang mudah terbang akan terlepas sampai pada suhu yang konstan. Pengujian sederhana biasanya dilakukan dengan menempatkan beberapa gram bahan dalam suatu wadah yang telah diketahui bobotnya kemudian dimasukkan dalam tungku dengan suhu yang dapat dikontrol dan kembali, proses pemanasan dapat diulang untuk memastikan bahwa sudah tidak terjadi perubahan berat. Variasi dari pengujian ini adalah perubahan berat yang diakibatkan oleh suhu, hal ini disebut Thermogravimetri. Dalam industri *pyroprocessing* seperti kapur, bauksit terkalsinasi, refraktori atau pembuatan semen, kehilangan pembakaran bahan baku kira-kira setara dengan kehilangan massa yang akan dialami oleh *kiln*. Demikian pula untuk mineral, kehilangan pengapian mewakili bahan sebenarnya yang hilang selama peleburan atau pemurnian dalam tungku atau peleburan. Hilangnya pengapian produk menunjukkan sejauh mana *pyroprocessing* tidak lengkap. Tes ASTM didefinisikan untuk batu kapur dan semen.

Adapun prinsip dari penerapan kadar LOI (*Loss Of Ingnation*) yaitu pada umumnya batuan atau tanah mengandung air lembab, senyawa organik. Senyawa organik akan mengurai atau hilang bila di pijarkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pemijaran dihitung sebagai kadar zat yang hilang bakar (LOI). Keterkaitan antara analisis kimia LOI (*Loss Of Ingnation*) dengan kandungan CaCO₃ pada hotmeal,

CaCO_3 yang merupakan bahan anorganik pada bahan baku pembuatan semen dapat mengalami dekomposisi atau proses perubahan senyawa anorganik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang menghasilkan kestabilan kimiawi dan thermal akibat energi panas, senyawa yang terdapat dalam kalsium karbonat bukan hanya kalsium namun terdapat senyawa lain antara lain kalium, silikon, sodium, potassium, aluminium, dan oksida yang akan mengalami penurunan kadar seiring dengan meningkatnya suhu kalsinasi kecuali kalsium (Ca) yang kadarnya semakin meningkat. Oleh karena itu, analisa LOI dilakukan supaya bisa mengetahui berapa persen senyawa yang hilang dari CaCO_3 akibat perlakuan pada suhu yang tinggi selama waktu tertentu dalam 1 gram sampel.

Prosedur pengujian manual LOI di laboratorium *Quality Control* PT Semen Tonasa antara lain;

1. Timbang wadah kosong yang akan digunakan
2. Timbang sampel sebanyak 1 gram
3. Pijarkan sampel pada *furnace* selama 15 menit
4. Dinginkan sampel dalam *desikator* selama 15 menit
5. Timbang kembali wadah+sampel
6. Lakukan perrhitungan LOI dengan rumus:

$$\text{LOI} = \frac{\text{Wadah Kosong} + \text{Wadah Sampel}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

2.2 Pengelolahan Data

Pengolahan data statistika sebenarnya telah banyak ditemukan dalam paket dan variasi harga tertentu, antara lain; IBM SPSS, Minitab, Lisrel, Microsoft Excel, dan sebagainya. Namun tidak semua program tersebut dapat diperoleh secara bebas, baik penjualannya secara bebas maupun penggunaanya yang bebas dengan harga gratis (*freeware*). Hal ini juga diduga menghambat kebiasaan penggunaan komputer sebagai alat bantu.

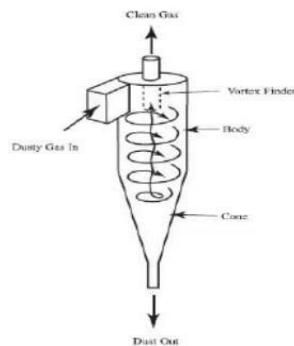
Software Microsoft Office Excel (MS Excel) diproduksi oleh Microsoft Corporation dan dijual dalam paket Microsoft Office Bersama dengan program lain. Ms. Excel telah dikenal luas sebagai program lembar kerja (*spreadsheet*) dalam pengolahan data angka yang multifungsi.

Penggunaan Ms. Excel dalam penyusunan tugas khusus ini akan difokuskan pada pengolahan dan analisis data hasil penelitian. Beberapa fiturnya telah didesain untuk mampu menangani prosedur statistika standar. Fitur-fitur tersebut masih dapat dimaksimalkan untuk menangani permasalahan tertentu melalui beberapa proses modifikasi. Penggunaan Ms. Excel dalam pengolahan data statistik juga dapat dilakukan dengan cepat tanpa mengurangi akurasi hasil. Bahkan pengguna Ms. Excel diberikan keleluasaan untuk melakukan latihan lebih melalui proses *trial and error* sehingga membuka banyak peluang untuk hasil maksimal.

2.3 Cylone

Cylone merupakan alat pengendalian partikulat yang sangat umum dan banyak digunakan untuk bebagai aplikasi. Partikel yang disisihkan adalah partikel yang berukuran besar. Alat ini tidak efisien jika digunakan untuk menyisihkan partikel kecil karena partikel-partikel kecil mempunyai massa yang kecil dan dapat menghasilkan gaya centrifugal. Cylone terdiri dari beberapa komponen penting sebagai berikut:

- a. Inlet dan Outlet
- b. Vortex finder
- c. Body
- d. Cone atau Hopper



Gambar 2.1 Skema Cara Kerja Cylone

Sistem operasi cylone dapat dilihat pada gambar 2.1 mempunyai satu inlet tangensial menuju badan silinder, yang menyebabkan aliran gas menjadi berputar-putar. Partikel-partikel kemudian terlempar menuju dinding pada badan Cylone. Ketika partikel

mencapai lapisan batas yang stagnan pada dinding, kemudian partikel-partikel tersebut meninggalkan arus aliran gas dan akhirnya jatuh dari dinding . Walaupun beberapa partikel dapat kembali lagi ke dalam aliran gas dengan tiba-tiba. Seiring dengan kehilangan energi pada gas di pusat pusaran, gas mulai berputar di dalam vortex dan keluar pada bagian atas. Adapun produk yang dianalisis di alat cyclone yaitu Hotmeal adalah material hasil penggilingan yang telah dipanaskan secara intensif sebelum proses pembakaran. Hotmeal terdiri dari campuran bahan baku seperti batu kapur (limestone) dan tanah liat (clay) yang telah digiling menjadi butiran halus. Penggilingan ini bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan bahan baku, sehingga reaksi kimia yang diperlukan dalam pembakaran dapat berlangsung lebih efisien. Setelah bahan baku dihaluskan, hotmeal dipanaskan dalam suhu tinggi sebelum dimasukkan ke dalam kiln untuk proses pembakaran.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pabrik Tonasa Kabupaten Pangkep, Sulawesi selatan, Unit Quality Control Tonasa IV.

4.1 Teknik Pengumpulan Data

Metode pada pelaksanaan pengumpulan data untuk tugas khusus ini adalah antara lain melalui metode wawancara yaitu metode yang dilakukan dengan menanyakan langsung kepada narasumber (operator) dalam mendapatkan data. Metode Studi Pustaka (studi literatur) yaitu metode yang dilakukan dengan mencari berbagai referensi baik dari buku, jurnal, dan lain-lain sebagai dasar analisa dan pembuatan laporan. Metode berikutnya yaitu metode observasi merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Metode terakhir yaitu metode diskusi merupakan metode yang dilakukan dengan berdiskusi dengan banyak orang dilapangan tentang kemungkinan faktor penyebab utama dalam masalah yang terjadi maupun cara penyelesaian masalah terbaik yang dapat diterapkan nantinya.

4.2 Langkah- langkah Kerja

1. Pembuatan deret sample standar
Pembuatan deret sampel standar di buat dengan memvariasikan *kiln feed* dan clinker untuk mendapatkan range LOI 0.5-12%.
2. Homogenisasi
Langkah pertama yaitu Timbang 5 kg klinker dan 5 kg *kiln feed* dengan menggunakan wadah dan timbangan, kemudian giling klinker untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil dengan menggunakan *crusher*, masukan sampel ke dalam *vessel* untuk mendapat sampel dalam kondisi sangat halus dengan menggunakan *swinmill*. Langkah ketiga yaitu masukan setiap sampel ke dalam *mixing* untuk mendapatkan sampel yang lebih homogen selama 2 jam. Kemudian timbang sampel klinker dan *kiln feed* sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan kemudian gabungkan dalam satu wadah. Setelah itu homogenkan campuran dengan menggunakan alat homogenisasi selama 30 menit. Kemudian masukan tiap sampel ke dalam plastik zipper yang telah di beri nama sampel sesuai urutan.
3. Analisis LOI Manual
Langkah pertama timbang wadah kosong simplo dan duplo. Kemudian timbang setiap sampel 1 gram secara simplo dan duplo. Selanjutnya masukan sampel ke dalam *furnace* selama 15 menit, kemudian masukan ke dalam *desikator* selama 10 menit. Timbang wadah+sampel kembali dengan menggunakan timbangan.Langkah terakhir yaitu hitung LOI dengan menggunakan rumus dan catat hasilnya:
4. Analisis CaCO₃ XRD
$$LOI = \frac{Wadah\ Kosong + Wadah\ Sampel}{Berat\ Sampel} \times 100$$

Langkah pertama yaitu timbang tiap sampel sebanyak 15 gram dengan 3 pill. Kedua yaitu atur program pada HP-MP yaitu program 7 untuk Hotmeal. Pastikan ring telah berada di belt conveyor dan tekan star mill and press. Kemudian masukan sampel ke dalam HP-MP, tunggu hingga sampel

keluar dari belt conyeyor dan semprot dengan angin untuk menghilangkan kotoran pada sampel yang telah giling dan di press. Masukan sampel wadah sampel di alat XRD, atur program pada layar, klik start pada layar dan tunggu hingga sampel selesai di analisa, kemudian catat hasilnya.

5. Analisis Intensitas Xray

Timbang tiap sampel sebanyak 15 gram dengan 3 pill, atur program pada HP-MP yaitu program 7 untuk Hotmeal. Pastikan ring telah berada di belt conyeyor dan tekan star mill and press. Masukan sampel ke dalam HP-MP, tunggu hingga sampel keluar dari belt conyeyor kemudian semprot dengan angin untuk menghilangkan kotoran pada sampel yang telah giling dan di press. Masukan sampel pada nomor posisi 22 di alat Xray. Langkah berikutnya atur pada komputer (mode operational- klik sampel nomor 13 -pastikan method "CaCO₃ hotmeal"- pastikan nomor sampel sudah sesuai-ganti nama sesuai dengan nama sampel- klik start pada bagian atas), tunggu hingga hasil analisa keluar dan catat hasil analisa tersebut dalam bentuk kcps.

6. Olah Data

Pengolahan data pada tugas khusus ini dengan menggunakan microsoft excel yaitu dengan mengumpulkan data dari setiap analisis sampel dalam sebuah tabel .Kemudian data tersebut di buat dalam bentuk grafik agar mudah dalam pembacaan dan menarik kesimpulan dari setiap langkah kerja yang dilakukan .Hasil dari pengolahan data tersebut akan di validasi lebih lanjut melalui percobaan .

7. Validasi Awal

Tahap validasi awal dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan LOI yang telah didapatkan pada tahap pengolahan data, kemudian dilakukan pengujian untuk memastikan ketepatan rumus dalam menentukan LOI.

8. Hasil Evaluasi

Hasil Evaluasi dilakukan ketika persamaan telah didapatkan yaitu $y = 1.1824x - 6.9094$, evaluasi ini dilaksanakan selama 1 minggu (5 hari kerja) dan hasilnya mendekati nilai perhitungan LOI secara manual (gravi).

Hasil

5.1 Pembuatan deret sampel standar

Perbandingan komposisi antara klinker dengan Kiln Feed yaitu 80% : 20%, perbandingan ini bertujuan untuk mendapatkan range LOI 0.5-12%. Pembuatan deret sampel standar dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pembuatan Deret Sampel Standar

No	Clinker (%)	Berat Sampel (gram)	Proporsi		LOI HM Target
			Kil n Fe d (%)	Berat Sampel (gram)	
1	80.00	200.00	20.00	50.00	7.20
2	67.01	167.52	32.99	82.48	12.00
3	69.60	173.99	30.40	76.01	11.00
4	72.36	180.9	27.64	69.1	10.00
5	75.12	187.81	24.88	62.19	9.00
6	77.89	194.72	22.11	55.28	8.00
7	80.65	201.63	19.35	48.37	7.00
8	83.42	208.54	16.58	41.46	6.00
9	86.18	215.45	13.82	34.55	5.00
10	88.94	222.36	11.06	27.64	4.00
11	91.71	229.27	8.29	20.73	3.00
12	94.47	236.18	5.53	13.82	2.00
13	97.24	243.09	2.76	6.91	1.00
14	98.62	246.55	1.38	3.45	0.50
Total		2908.01		591.98	

Dapat dilihat bahwa dalam menentukan berat sampel agar ideal digunakan proporsi yang harus sesuai antara kandungan klinker dengan kandungan Kiln Feed. Pada tahap ini pembuatan deret standart dilakukan sebanyak 13 kali untuk mendapatkan target nilai LOI 0.5-12% dengan berat sampel yang tetap sama yaitu sebesar 250 gram .

4.2 Analisa LOI Manual

Pengujian LOI secara manual dilakukan untuk sebagai dasar perbandingan antara nilai LOI secara manual dengan nilai LOI dengan menggunakan X-ray. Adapun hasil analisa LOI secara manual pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2 Hasil perhitungan LOI secara manual

No	Clink er(%)	Proporti			LOIHM		
		Berat Sampel (gram)	Ki lin Fa ed (%)	Berat Sampel (gram)	Berat Sampel Total (gram)	Target	Actual
1	80.00	200.00	20.00	50.00	7.20		
2	67.01	167.52	32.99	82.48	12.00	12.02	
3	69.60	173.99	30.40	76.01	11.00	11.03	
4	72.36	180.9	27.64	69.1	10.00	10.14	
5	75.12	187.81	24.88	62.19	9.00	9.17	
6	77.89	194.72	22.11	55.28	8.00	8.11	
7	80.65	201.63	19.35	48.37	7.00		
8	83.42	208.54	16.58	41.46	6.00	5.97	
9	86.18	215.45	13.82	34.55	5.00	5.17	
10	88.94	222.36	11.06	27.64	4.00	4.33	
11	91.71	229.27	8.29	20.73	3.00	3.19	
12	94.47	236.18	5.53	13.82	2.00	2.49	
13	97.24	243.09	2.76	6.91	1.00	1.32	
14	98.62	246.55	1.38	3.45	0.50	0.88	
Total		Berat Sampel	2908.01	Berat Sampel	591.98		

Dari Tabel 5.2 dapat diketahui bahwa hasil perhitungan LOI manual mempunyai selisih perbedaan yang sedikit antara nilai target dengan nilai perhitungan LOI manual. Dari 12 sampel ada 2 sampel yang mempunyai selisih 2-3 poin dari target yaitu sampel no 2 dan 3 ,sedangkan sampel no 7 hasil perhitungan LOI manual sama dengan target yaitu 7 , untuk sampel lainnya mempunyai selisih yang lumayan jauh dari target, namun nilainya tetap dijadikan acuan . Nilai perhitungan LOI secara manual berbeda -beda dari target karena di sebabkan oleh perlakuan terhadap sampel yang berbeda.

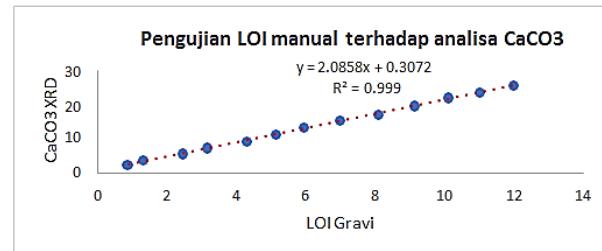
5.3 Analisa CaCO3 XRD

Adapun hasil dari analisa CaCO3 dengan menggunakan alat spektrofotometri XRD dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.3 Hasil analisa CaCO3 dengan alat XRD

No	Sampel	Nilai CaCO3
1	LOI 0.5	2.19
2	LOI 1	3.43
3	LOI 2	5.34
4	LOI 3	7.05
5	LOI 4	8.93
6	LOI 5	10.91
7	LOI 6	13.01
8	LOI 7	14.97
9	LOI 8	16.80
1	LOI 9	19,40
0		
11	LOI 10	21.74
1	LOI 11	23.36
2		
1	LOI 12	25.44
3		

Hasil dari analisa CaCO3 dengan menggunakan XRD ini dijadikan sebagai dasar yang dibandingkan dengan analisa yang lain, perbandingan pertama yang dilakukan yaitu membandingkan dengan nilai LOI secara manual, hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini sehingga menghasilkan kesimpulan bahwa hasil LOI manual terhadap analisa CaCO3 berbanding lurus pada setiap sampel yang dianalisa.

**Gambar 5.3.1** Grafik LOI dengan kandungan CaCO

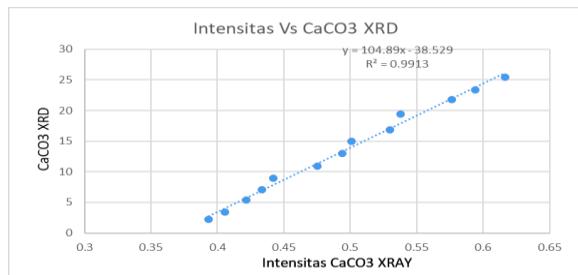
5.4 Analisa Intensitas Xray

Analisa Xray dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan komposisi kandungan bahan organik dalam sampel yang dianalisa. Sampel yang digunakan pada percobaan ini terdapat 12 sampel dan hasilnya ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.4 Hasil intensitas XRay

N o	Sampel	Intensitas Xray
1	LOI 0.5	0.3934
2	LOI 1	0.4058
3	LOI 2	0.4216
4	LOI 3	0.4337
5	LOI 4	0.4418
6	LOI 5	0.4750
7	LOI 6	0.4939
8	LOI 7	0.5011
9	LOI 8	0.5299
1	LOI 9	0.5377
0		
1	LOI 10	0.5762
1		
1	LOI 11	0.5940
2		
1	LOI 12	0.6166
3		

Hasil perhitungan pada analisa intensitas Xray dibuatkan grafik dengan hasil analisa CaCO₃ XRD pada tabel 5.4 diatas ,sehingga hasilnya adalah sebagai berikut:

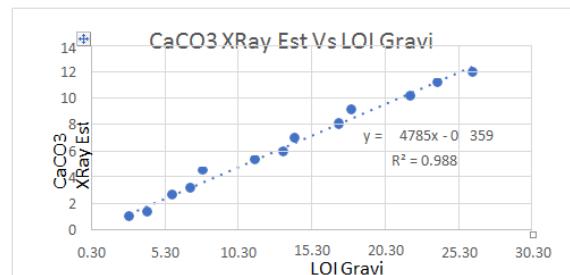
**Gambar 5.4.1** Grafik Linearitas antara Intensitas Vs CaCO₃ XRD

Persamaan regresi linear pada grafik diatas yaitu $y = 104.89x - 38.529$ digunakan untuk menghitung nilai estimasi CaCO₃ XRD dengan menggunakan nilai hasil dari intensitas CaCO₃ XRD sebagai variabel X, adapun hasilnya ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.5 hasil perhitungan CaCO₃ Xray estimasi

SAMPEL	INTENSITAS CaCO ₃ Xray	CaCO ₃ Xray Estimasi
LOI 0.5	0.6166	2.73
LOI 1	0.594	4.04
LOI 2	0.5762	5.69
LOI 3	0.5377	6.96
LOI 4	0.5299	7.81
LOI 5	0.5011	11.29
LOI 6	0.4939	13.28
LOI 7	0.475	14.03
LOI 8	0.4418	17.05
LOI 9	0.4337	17.87
LOI 10	0.4216	21.91
LOI 11	0.4058	23.78
LOI 12	0.3934	26.15

Hasil pada tabel diatas kemudian di buatkan grafik dengan nilai LOI gravi,hasilnya adalah sebagai berikut :

**Gambar 5.5.1** Grafik Linearitas antara CaCO₃ Xray Vs LOI Gravi

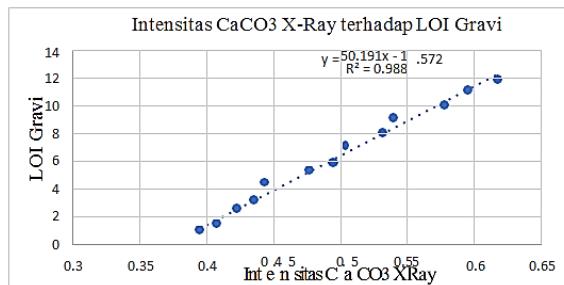
Persamaan regresi linear pada gambar diatas yaitu $y = 0.4785x - 0.1399$

digunakan untuk menghitung nilai LOI X-Ray dengan nilai x yaitu CaCO₃ X-Ray estimasi sehingga hasilnya adalah :

Tabel 5.6 Hasil perhitungan nilai LOI XRay

Sampel	LOI Xray
LOI 0.5	1.17
LOI 1	1.80
LOI 2	2.59
LOI 3	3.20
LOI 4	3.60
LOI 5	5.27
LOI 6	6.22
LOI 7	6.58
LOI 8	8.02
LOI 9	8.42
LOI 10	10.35
LOI 11	11.24
LOI 12	12.38

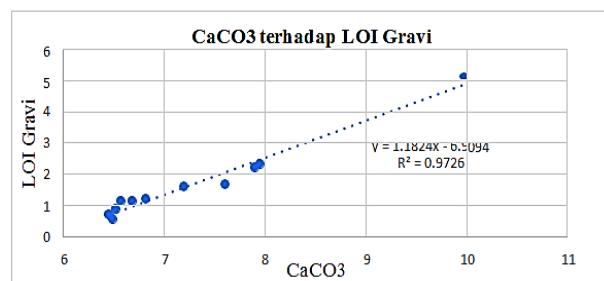
Langkah selanjutnya yaitu membuat grafik hubungan linearitas antara Intensitas CaCO₃ Xray terhadap LOI Gravi sehingga hasilnya yaitu :

**Gambar 5.6.1** Grafik Linear antara Intensitas CaCO₃ Xray Vs LOI Gravi

Setelah mengetahui persamaan regresi linear maka persamaan yang akan di uji coba pada komputer yaitu $y = 50.191x - 18.572$. Setelah persamaan di masukan ke dalam komputer langkah selanjutnya yaitu mempersiapkan sampel untuk di uji coba secara manual dan secara otomatis menggunakan komputer , adapun hasilnya yaitu pada tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 5.7 Hasil analisis LOI dengan program komputer dan LOI dengan manual

No.	CaCO ₃	LOI man
1	6.47	0.57
2	6.51	0.91
3	6.67	1.14
4	6.81	1.2
5	6.56	1.14
6	7.18	1.59
7	9.96	5.1
8	7.94	2.35
9	6.44	0.72
10	7.59	1.64
11	7.88	2.24

**Gambar 4.7.1** Grafik antara CaCO₃ dengan LOI Gravi

Hasil regresi linear kemudian diinput ke dalam method hotmeal_2023 di komputer dan hasilnya nilai LOI yang ditampilkan dalam komposisi CaCO₃ mempunyai nilai yang hampir sama dengan nilai LOI manual/gravi. Sehingga persamaan ini digunakan oleh operator X-ray dalam menganalisa sampel Hotmeal setiap hari .

Kesimpulan

Pada penelitian ini menggunakan clinker dan kiln feed sebagai bahan utama dalam analisa CaCO₃ XRD, analisa LOI manual, Analisa CaCO₃ X-Ray yang dikemas dalam 12 sampel dengan persentase kandungan 80% : 20% Persamaan regresi linerar yang didapatkan dalam tugas khusus ini yaitu $y = 1.1824x - 6.9094$ yang kemudian diinput ke dalam method Hotmeal_2023 untuk dijadikan acuan dalam penggeraan Hotmeal secara cepat .

Ucapan Terimakasih

Penulis berterima kasih kepada unit Quality Control PT.Semen Tonasa yang telah memberikan izin untuk pemakaian dan melakukan analisa sampel.

Daftar Pustaka

Anissa Puji Lestari. 2017. *Laporan Praktek Kerja Pabrik Semen PT Semen Tonasa Plant 2/3 Pangkep,Sulawesi Selatan*, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Akhmad Reski K, Tutu P.Rahayu .2018 .*Laporan Kerja Praktek PT Gresik (PERSERO) Tbk.* , Institut Teknologi Sepuluh Nopember [https://www.academia.edu/39631999/LAPORAN_KERJA_PRAKTEK_PT_GRESIK_P_E_RSERO_Tbk_TUBAN_JAWA_TIMUR_PROGRAM_STUDI_S1_TEKNIK_KIMIA_DEPARTEMEN_TEKNIK_KIMIA_INDUSTRI]

Jusriadi ,M.Difha Zulkarnain. 2017. *Laporan Praktek Kerja Lapangan di PT Semen Tonasa Unit Finish Mill*,Politeknik Negeri Ujung PandangMakassar.
[<https://www.scribd.com/document/355623108/Laporan-PKL-di-PT-SEMEN-TONASA-padaFinish-mill-unit-4#>] diakses tanggal 5 Mei 2023

Akhmad Reski K, Tutu P.Rahayu .2018 .*Laporan Kerja Praktek PT Gresik (PERSERO) Tbk.* , Institutn TeknologiSepuluh Nopember [https://www.academia.edu/39631999/LAPORAN_KERJA_PRAKTEK_PT_GRESIK_P_E_RSERO_Tbk_TUBAN_JAWA_TIMUR_PROGRAM_STUDI_S1_TEKNIK_KIMIA_DEPARTEMEN_TEKNIK_KIMIA_INDUSTRI] diakses tanggal 8 Mei 2023

Bilal Ivandra M.,Ferian Erlangga 2021.

Laporan Magang PT Semen Indonesia (PERSERO)TBK. Pabrik Tuban

Universitas Internasional Semen Indonesia .[https://cdn.repository.uisi.ac.id/75472NEG_u/1.%20Laporan%20Magang%20Bilal-Ferian.pdf] diakses tanggal 8 Mei 2023

<https://www.sementonasa.co./>

diakses tanggal 10 Mei 2023

Anggara.2014.Laporan Kuliah Kerja Pada PT.Semen Tonasa ,Politeknik ATI Makassar. [<https://lib.atim.ac.id/opac/detail-opac?id=2849>] diakses tanggal 20 Mei 2023

Noviyanti,dkk.2015.Karakterisasi Kalsium Karbonat (CaCO₃) dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoé Kecamatan Suppa, Universitas Negeri Makassar.[<https://ojs.unm.ac.id/JSDPF/article/download/1484/552>] diakses tanggal 25 Juni 2023.