

**PERBAIKAN BATCH EXTRACTOR PADA SISTEM PENGEMBALIAN MATERIAL  
SAMPLER RAW MEAL**

**Nugroho Dwi Ristanto<sup>1</sup>, Seto Tjahyono<sup>1</sup>, Atim Setijono<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia, Telp (62-21)7863530

Fax: (62-21)7863530, nugrohodwi.holcim@gmail.com

<sup>2</sup> PT. Holcim Indonesia Tbk Tuban Plant

*Abstrak*

*Sampler raw meal adalah alat yang berfungsi untuk mengambil material raw meal dan mengirimkan ke Polab AQC (Polysius Laborat Automatic Quality Control) dengan memanfaatkan tenaga pneumatik. Sampler mengambil material dari air slide 391-AS5 untuk mengetahui kualitas dan komposisi kimia dari material raw meal setelah mengalami pemanasan, penghancuran, pemisahan serta pengangkutan dari raw mill. Sampler terdiri dari mesin pengaduk untuk menghomogenisasi material raw meal, penakar untuk memasukan material raw meal ke kapsul, pengirim kapsul material raw meal yang mengirim menuju ke Polab AQC di laborat, dan batch extractor yang berfungsi untuk mengembalikan material menuju bucket elevator 391-BE1. Pengembalian material di batch extractor itu melalui saluran berupa hose, sementara hose batch extractor terbuat dari bahan karet dan permasalahan yang timbul adalah kebocoran pada hose tersebut. Kebocoran pada hose disebabkan oleh life time dan pengaruh lingkungan. Efek dari kebocoran adalah terjadi tumpahan material yang berakibat terjadi penumpukan, yaitu debu. Efek dari debu akan menimbulkan kejenuhan pada filter kompressor sehingga kompressor menjadi panas. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka solusinya adalah melakukan perbaikan dengan cara penggantian pada saluran yang semula dari hose menjadi pipa dengan pertimbangan bahwa vibrasi disekitar saluran kembali rendah sehingga memungkinkan penggantian hose menjadi pipa. Pipa yang digunakan adalah galvanis karena pipa ini murah, kuat, dan mudah digunakan. Pipa ini disambungkan dengan bantuan union sehingga dapat memudahkan ketika perawatan dan penggantian. Setelah dilakukan penggantian saluran kembali dari hose menjadi pipa galvanis dapat menghemat biaya sebesar Rp 6.816.800,- dan peluang kebocoran menjadi kecil sehingga membuat area sampler raw meal menjadi bersih dari tumpukan material dan kompressor aman.*

*Kata kunci: sampler, raw meal, raw mill, batch extractor, hose.*

*Abstract*

*Batch Extractor System Repair Returns Material Raw Meal Sampler— Raw meal sampler is a tool that serves to pick up raw meal material and send to Poly AQC (Polysius Laborat Automatic Quality Control) by utilizing pneumatic power. Sampler takes material from 391-AS5 water slide to know the quality and chemical composition of raw material material after heating, crushing, separating and transporting from raw mill. The sampler consists of a stirring machine to homogenize raw meal material, scrapers to feed raw material material into capsules, raw material feeding capsule sending to AQC Poly in laboratory, and a batch extractor which serves to return material to a 391-BE1 bucket elevator. Return of material in batch extractor through hose channel, while hose batch extractor made from rubber material and problems that arise is leakage at hose. Leakage in the hose is caused by life time and environmental influences. The effect of leakage is a material spill which results in buildup, ie dust. The effect of dust will cause saturation on the compressor filter so that the compressor gets hot. To overcome the above problems then the solution is to make improvements by replacing the original channel from the hose into a pipe with the consideration that the vibration around the channel back low so as to enable the replacement of hose into a pipe. The pipe used is galvanized because it is cheap, powerful, and easy to use. This pipe is connected with union help so it can be easier when care and replacement. After replacing the back channel from the hose to the galvanized pipe can save the cost of Rp 6,816,800, - and the chance of leakage is small so as to make the raw raw sampler area clean from the pile of material and the compressor is safe.*

*Keyword: sampler, raw meal, raw mill, batch extractor, hose.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembuatan semen *Portland*, terdapat empat bahan baku utama yang diperlukan yaitu batu kapur, pasir silica, tanah liat, dan pasir besi. Keempat bahan baku tersebut diproses di *Vertical Roller Mill (Raw Mill)*[1] dalam proporsi tertentu. Di *Raw Mill* terjadi proses pengeringan, penggilingan, pemisahan, dan transport. Produk dari *Raw Mill* disebut sebagai *Raw Meal*, yang selanjutnya di homogenisasi dan disimpan di *Blending Silo*. Untuk pengecekan kualitas dari produk tersebut terdapat alat *sampler* untuk mengetahui kualitas dan komposisi kimia di dalam material tersebut.

### 1.1 Latar Belakang

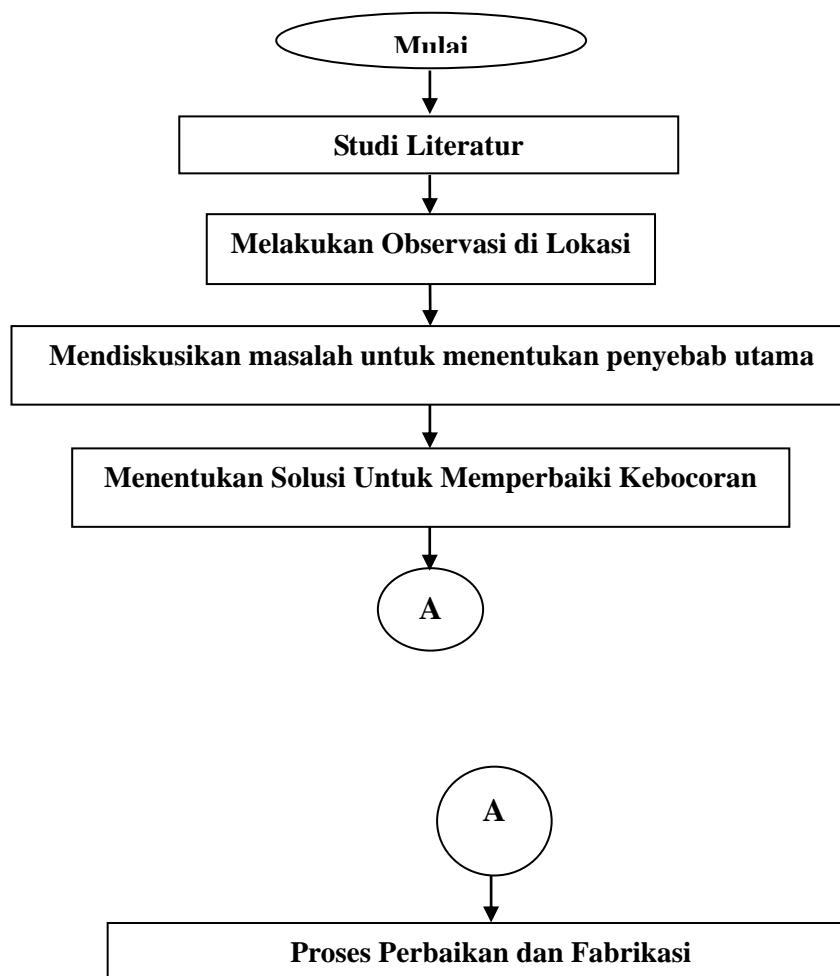
Proses yang terjadi di *raw mill* ada 4 macam yaitu *grinding*, *drying*, *classifying*, dan *transporting*. Produk *raw mill* disebut *raw meal* akan dibawa ke *blending silo* melalui *air slide*. Untuk mengetahui kualitas dan komposisi kimia dari *raw meal* maka dibutuhkan *sampling* material. Proses *sampling* material di *Tuban plant* telah menggunakan berbagai *automatic sampling*. Salah satunya adalah *sampling raw meal*. *Sample* diambil setiap interval tertentu, sekitar 240 detik sekali dan dikomposit perjam kemudian masuk ke kapsul kemudian kapsul tersebut masuk ke *Polab AQC* setelah itu dilakukan preparasi otomatis oleh mesin *Polab* untuk diketahui komposisi kimia yang ada didalam material tersebut[2], kemudian material *raw meal* sisa dari *sampling* material akan ditampung pada *batch extractor* setelah itu material dikembalikan menuju *bucket elevator* 391 BE-1 melalui *hose batch extractor*[3]. Permasalahan yang terjadi di *batch extractor* adalah sering bocornya pada *hose* pengembali material *raw meal* dari *Sampler* menuju ke *bucket elevator*. Karena *hose* terbuat dari material karet kemudian menjadi retak retak karena *life time* dan panas dari lingkungan sehingga terjadi kebocoran dan menyebabkan material *raw meal* keluar dan membuat lingkungan kotor serta menyumbat filter kompresor sehingga membuat kompresor panas. Hal yang dilakukan untuk perbaikan *hose* yang bocor adalah menambal menggunakan silikon namun hal tersebut tidak efektif dan untuk mengganti *hose* baru membutuhkan *cost* yang mahal, waktu yang lama dan barangnya harus impor dari Jerman sehingga menyusahkan dalam proses penggantian.

### 1.2 Tujuan

1. Menentukan penyebab utama kerusakan pada saluran pengembalian di unit *sampler raw meal*
2. Mengurangi frekuensi *downtime* dan biaya pemeliharaan (*cost down*)

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan, digambarkan dengan diagram alir dibawah ini :



Gambar.1 Diagram Alir Metode Penelitian

## 2.1 Mulai

Tugas akhir ini dapat dikatakan mulai apabila judul telah ditentukan dan proposal telah disusun.

## 2.2 Studi Literatur

Melakukan studi literatur yang berkaitan dengan tugas akhir, contohnya *Sampler raw meal* dan pipa. Pencarian informasi dilakukan melalui media internet dan buku manual yang berkaitan dengan tugas akhir.

## 2.3 Melakukan Observasi di Lokasi

Melakukan observasi di lokasi pada area tempat tugas akhir akan diaplikasikan. Dalam hal ini area yang dimaksud adalah area *sampler raw meal* 391-SM1. Observasi yang dilakukan adalah dengan menganalisa penyebab kebocoran material *raw meal* saat proses pengembalian material ke *bucket elevator* (BE).

## 2.4 Mendiskusikan masalah untuk menentukan penyebab utama

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, maka dilakukan diskusi mengenai masalah tersebut menggunakan Root Cause Analisa (RCA) tentang kebocoran material *raw meal* saat proses pengembalian material ke bucket elevator. Diskusi dilakukan dengan melibatkan pembimbing di lapangan, dalam hal ini *maintenance laboratory department* di PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Tuban, dan dosen pembimbing tugas akhir dari Politeknik Negeri Jakarta.

## 2.5 Menentukan Solusi Untuk Memperbaiki Kebocoran

Modifikasi saluran pengembali *sampler raw meal* dilakukan dengan cara pemilihan ulang jenis material *hose* dengan menggunakan pipa galvanis. Pipa galvanis dipilih karena bahannya terbuat dari baja yang dilapisi dengan seng yang kuat dan tahan terhadap panas sehingga dapat menggantikan *hose* sebelumnya terbuat dari karet yang tidak tahan terhadap perubahan suhu lingkungan dan relatif *life time* yang pendek. Penggantian tersebut menjadikan pipa lebih awet dan mengurangi kemungkinan keluarnya material pada pipa tersebut. Dengan berkurangnya kemungkinan kebocoran material pada pipa tersebut, sehingga membuat area *sampler* menjadi bersih dan mengurangi kerugian akibat keluarnya material *raw meal*.

## 2.6 Proses Perbaikan dan Fabrikasi

Evaluasi dilakukan pada kebocoran *hose batch extractor*. Sebelum dilakukan modifikasi pada *hose batch extractor*, *hose* sering retak retak dan membuat material *raw meal* keluar sehingga material *raw meal* menumpuk, membuat lingkungan kotor, dan debu berhamburan menyebabkan penyumbatan filter kompresor sehingga membuat kompresor panas. Tetapi setelah dilakukan perbaikan dengan cara modifikasi pada saluran pengembali material menggunakan pipa galvanis, lingkungan menjadi bersih. Selain itu, frekuensi *cleaning* pada area *sampler* berkurang.

## 2.7 Pengujian

Jika data yang diperoleh dari modifikasi saluran pengembali material tidak benar, maka kembali ke poin empat yaitu Mendiskusikan masalah untuk menentukan penyebab utama. Tetapi jika data yang diperoleh tersebut sesuai dengan luaran yang diharapkan, maka dilanjutkan ke langkah analisa biaya.

## 2.8 Analisa Biaya

Analisa biaya dilakukan untuk menentukan seberapa besar saving cost yang akan didapatkan setelah dilakukan modifikasi saluran pengembali material *raw meal*.

## 2.9 Kesimpulan

Kesimpulan didapatkan dari hasil evaluasi yang diperoleh setelah dilakukannya modifikasi pada saluran pengembali material dan tercapainya tujuan dari tugas akhir ini.

## 2.10 Selesai

Tugas akhir ini dapat dikatakan selesai apabila laporan tugas akhir telah disusun, sidang tugas akhir telah dilakukan, nilai akhir tugas akhir yang didapatkan memenuhi syarat, dan laporan tugas akhir telah direvisi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pemilihan Jenis Bahan Saluran Pengembali Material Raw Meal

Pemilihan jenis bahan saluran pengembali untuk mengembalikan material *raw meal* dari *batch extractor sampler raw meal* menuju ke *bucket elevator* adalah harus terdapat label *ATEX* karena merupakan area kerja dengan resiko ledakan yang tinggi, disamping itu ada beberapa indikator yang disesuaikan dengan kebutuhan diarea tersebut dan disesuaikan dengan jenis-jenis valve yang ada. Berikut hasil komparasi beberapa valve yang disesuaikan dengan indikator yang telah ditentukan :

Tabel 1. Komparasi Jenis Jenis Saluran pengembali

Jenis Saluran pengembali  Indikator	<i>Flexible hose</i>	Pipa galvanis	Stainless	PVC
Kekuatan	4	5	5	2
Kemudahan Pengerjaan	5	5	2	5
Ketahanan Terhadap Suhu	4	4	4	2
Ketahanan Terhadap Aus	4	4	4	3
Harga	1	4	3	5
Total	18	22	18	17

1 : Very Bad      2 : Bad      3 : Medium      4 : Good      5 : Very Good

Berdasarkan tabel komparasi yang sudah dibuat, pipa galvanis dipilih untuk dipasang pada saluran pengembali material *raw meal*. Pipa galvanis dipilih untuk dipasang karena kuat, ringan, murah, dan mudah ketika proses perbaikan dan perawatan.

### 3.2 Bentuk Saluran Pengembali Material Raw Meal Sebelum Dilakukan Modifikasi

Dilakukan observasi di lokasi *sampler raw meal* saluran kembali material *raw meal*. Ditemukan bahwa *hose* mengalami kebocoran Berikut bentuk *hose* sebelum dilakukan modifikasi:



Gambar 2 Bentuk saluran pengembali material *raw meal* sebelum modifikasi  
Gambar 2 di atas menerangkan bentuk asli saluran pengembali material *raw meal* sebelum modifikasi yang berbentuk *flexible hose*. *Hose* ini memiliki spesifikasi memiliki panjang 20 meter, bekerja pada tekanan maksimal 12 bar dan suhu  $-35^{\circ}\text{C}$  to  $+80^{\circ}\text{C}$ , tahan terhadap material abrasif.

### 3.3 Dampak yang Terjadi Ketika Hose Bocor

Sebelum dilakukan modifikasi pada saluran pengembali material *raw meal*, *hose* tersebut sering bocor. Dampak yang ditimbulkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3 Material yang keluar dari *hose* dan mengotori lingkungan  
Gambar 3 di atas menerangkan ketika *hose* bocor dan banyak material yang tercecer di lantai, sehingga membuat area ini sangat kotor sehingga membutuhkan waktu dan man power untuk cleaning dan membuat filter kompressor sering jenuh.

### 3.4 Kerugian Biaya Ketika Saluran Pengembali Material Raw Meal Bocor

Kerugian yang dialami ketika saluran pengembali material *raw meal* bocor adalah sebagai berikut:

1. Gaji kontraktor sebulan : Rp 2.050.000,- / 160 jam  
Jadi biaya kontraktor untuk bekerja perjam adalah Rp 12.812,-  
Untuk biaya yang dihabiskan untuk *cleaning area sampler raw meal* (satu bulan):  
Untuk satu kali *cleaning* : 4 jam x 2 main power x Rp 12.812,- / per jam  
= Rp 102.496,- untuk 2 *main power*  
Jadi bila dalam satu bulan terdapat 7 kali *cleaning area sampler raw meal* maka menghabiskan *cost* sebesar Rp 717.472,-
2. biaya penggantian filter kompressor jenuh karena hamburan *raw meal* :  
untuk sekali penggantian filter kompressor menghabiskan *cost* sebesar Rp 4.300.000,-

3. Harga per ton raw meal : Rp 44.000,- / ton  
 Siklus sampling : Tiap 1 jam  
 Kebocoran : 9 kg tiap satu kali sampling  
 Kerugian :  
 9 kg/jam x 24 jam = 216 kg  
 216 kg = 0,216 ton x 30 hari = 6,48 ton/ bulan  
 6,48 ton x Rp 44.000 = Rp 285.120,-  
 Jadi, kerugian yang diakibatkan dari kebocoran *hose* mengakibatkan kerugian sebesar ± Rp 285.120,- untuk sebulan kebocoran. **Jadi Total kerugian cost untuk kebocoran saluran pengembali material raw meal adalah sebesar Rp 5.302.592,-**

### 3.5 Bentuk Saluran Pengembali Material Raw Meal Setelah Dilakukan Modifikasi

Setelah mengetahui kerugian-kerugian yang terjadi jika *hose* sering bocor, maka dilakukan modifikasi pada saluran kembali material. Bentuk modifikasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 4 Bentuk saluran pengembali material raw meal setelah modifikasi

Gambar 4 di atas menerangkan saluran pengembali material raw meal dimodifikasi menggunakan pipa galvanis dan hasilnya didapatkan bahwa area *sampler raw meal* menjadi bersih karena tidak adanya efek dari kebocoran saluran tersebut.

Tabel 2 Frekuensi *Cleaning Area Sampler Raw Meal*

Bulan	Frekuensi <i>Cleaning</i>
Juli -17	9
Agustus -17	6
September -17	8
Oktober -17	9
November - 17	7
Desember -17	0
Januari -18	0
Februari -18	1
Maret - 18	1
April - 18	1

Setelah Modifikasi

Tabel diatas menerangkan setelah dilakukan modifikasi pada bulan November akhir terjadi penurunan frekuensi pembersihan pada area *sampler raw meal* dari 7 kali menjadi tidak ada pembersihan pada bulan Desember. Hal ini membuktikan bahwa modifikasi yang dilakukan berhasil [4].

### 3.6 Bahan Dan Biaya Modifikasi

Bahan yang digunakan untuk modifikasi ada 2, yaitu : pipa galvanis digunakan untuk membuat saluran kembali material raw meal dan *union* (sambungan pipa) digunakan untuk menggabungkan pipa galvanis. Pemilihan *union* digunakan untuk menggabungkan pipa dikarenakan untuk memudahkan dalam perawatan dan penggantian pipa. Berikut biaya yang dikeluarkan pada saat modifikasi:

Tabel 3 Biaya modifikasi

No	Nama Item	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
1	Pipa galvanis 1 <sup>1/2</sup> "	1	ea	Rp 275.000,-	Rp 275.000,-
2	Union pipe	2	ea	Rp153.500,-	Rp 307.000,-
3	Cat abu-abu	1	ea	Rp 35.000,-	Rp 35.000,-
4	Thinner	1	ea	Rp 16.200,-	Rp 16.200,-
5	Elektroda	1	ea	Rp 22.000,-	Rp 22.000,-
6	Batu Gerinda	1	ea	Rp 13.480,-	Rp 13.480,-
7	Man Power				Rp 698.100,-
	Total Pengeluaran				Rp 1.366.300,-

### 3.7 Saving Cost Setelah Ada Modifikasi

Setelah dilakukan modifikasi saluran kembali material *sampler raw meal*, maka didapatkan biaya penghematan karena mengganti dengan material yang lebih murah dan mudah untuk didapatkan:

Tabel 4 Biaya penggantian sebelum modifikasi

No	Nama Item	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
1	Hose Semperit 1 <sup>1/2</sup> "	1	Ea	Rp 4.185.000,-	Rp 4.185.000,-
2	Connector hose	2	Ea	Rp 1.150.000,-	Rp 3.300.000,-
3	Man Power				Rp 698.100,-
	Total Pengeluaran				Rp 8.183.100,-

Tabel 5 Biaya penggantian modifikasi

No	Nama Item	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
1	Pipa galvanis 1 <sup>1/2</sup> "	1	Ea	Rp 275.000,-	Rp 275.000,-
2	Union pipe	2	Ea	Rp153.500,-	Rp 307.000,-
3	Cat abu-abu	1	Ea	Rp 35.000,-	Rp 35.000,-
4	Thinner	1	Ea	Rp 16.200,-	Rp 16.200,-
5	Elektroda	1	Ea	Rp 22.000,-	Rp 22.000,-
6	Batu Gerinda	1	Ea	Rp 13.480,-	Rp 13.480,-
7	Man Power				Rp 698.100,-
	Total Pengeluaran				Rp 1.366.300,-

Dari kedua tabel tersebut kita bisa melihat manfaat yang didapatkan karena adanya modifikasi tersebut dari segi penurunan biaya penggantian *hose* dengan pipa sebesar **Rp 6.816.800,-**

### 3.8 Menentukan Perhitungan *Pressure Supplai container*

Diketahui:

Diameter pipa galvanis out = 48,26 mm ; tebal = 3,68mm

Panjang total hose menuju bucket elevator (BE) = 12,7 meter

$\rho$  raw meal: 1208 kg/L  $\rightarrow$  1.208.000 kg/m<sup>3</sup> berdasarkan ASTM 125(*Bulk Density*)

Viskositas absolut udara: 1,983 x 10<sup>-5</sup> N/m<sup>2</sup>

Press limit: 3,9 bar

Pressure udara: 6-8 bar → 800.000 N/m<sup>2</sup>

Volume Container : 32 L

Power 2,5 KVA = 2 KW → 2.000 W

$$Daya = P \times Q \dots\dots\dots[Persamaan 1]$$

$$2.000 \text{ W} = 800.000 \text{ N/m}^2 \times Q$$

$$Q = \frac{2.000}{800.000} = 0,0025 \text{ m}^3/\text{s} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Mencari Volume:**

$$Q = V \times A \dots\dots\dots[Persamaan 2]$$

$$2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = V \times \pi \times r^2$$

$$= V \times 3,14 \times (24,13 \times 10^{-3})^2$$

$$0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{0,0025 \text{ m}^3/\text{s}}{0,001828} = 1,3676 \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Menghitung Headloss:**

H (horizontal):

$$\frac{4 \times f \times l \times v^2}{2 \times g \times d} \dots\dots\dots[Persamaan 3]$$

$$= \frac{4 \times 40,1 \times 6,35 \text{ m} \times (1,36 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,4823}$$

$$= \frac{0,1883}{9,646} = 1,95 \times 10^{-4} \text{ m}$$

H (vertikal):

$$\frac{4 \times f \times l \times v^2}{2 \times g \times d} \dots\dots\dots[Persamaan 3]$$

$$= \frac{4 \times 160,4 \times 6,35 \text{ m} \times (1,36 \times 10^{-3})^2}{2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,4823}$$

$$= 7,8 \times 10^{-4} \text{ m}$$

• **Menghitung Reynold:**

$$RE = \frac{\rho \times v \times d}{\mu} \dots\dots\dots[Persamaan 4]$$

$$= \frac{1,208 \times 10^6 \times 1,367 \times 0,048}{1,983 \times 10^{-5}}$$

$$RE = 0,399$$

$$F \text{ Vertikal} = \frac{64}{0,399} = 160,4$$

$$F \text{ Horizontal} = \frac{16}{0,399} = 40,1$$

• **Menghitung Kerugian Belokan:**



$$Hm = k = \frac{V^2}{2 \times g} \dots\dots\dots[\text{Persamaan 5}]$$

$$k = \left[ 0,131 + 1,847 \times \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \times \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \right]$$

$$= \left[ 0,131 + 1,847 + \left( \frac{0,4823}{0,405} \right)^{3,5} \times \left( \frac{90}{90} \right)^{0,5} \right]$$

$$= [0,131 + 1,847 + 1,838 \times 1] = 3,816$$

$$Hb = \frac{k \times (1,36 \times 10^{-3})^2 m/s}{2 \times 10 m/s^2} \dots\dots\dots[\text{Persamaan 6}]$$

$$= 3,52 \times 10^{-7} m$$

$$H_{total} = H + H_f + H_b \dots\dots\dots[\text{Persamaan 7}]$$

$$= 12,7 m + 1,95 \times 10^{-4} + 7,8 \times 10^{-4} + 3,52 \times 10^{-7}$$

$$= 12,789 \text{ meter}$$

- Menghitung Pressure Suplai Container:

$$\rho \times g \times H_{total} = 1.208 \frac{kg}{m^3} \times 10 m/s^2 \times 12,789 m \dots\dots\dots[\text{Persamaan 8}]$$

$$= 153,426872 Pa = 1,534 \text{ bar}$$

Jadi kesimpulannya untuk menggerakkan material *raw meal* didalam *container* dibutuhkan *pressure* sebesar 1,534 bar dan *pressure* dalam pipa dapat menampung sebesar 8 bar maka material *raw meal* di *container* dapat terdorong dengan **aman**.

#### 4. KESIMPULAN

- a. Penyebab sering bocornya *hose batch extractor* adalah karena *hose* terbuat dari karet sehingga rentan terhadap perubahan suhu lingkungan dan *life time* maka *hose* mengalami retak retak.
- b. Setelah modifikasi dilakukan material tidak mudah keluar dari *hose*, sehingga area *sampler raw meal* menjadi lebih bersih dikarenakan pemilihan ulang jenis bahan dari *hose batch extractor* yang baru yaitu pipa galvanis, desain tersebut mampu menghilangkan salah satu sumber yang dapat mengotori area sekitar
- c. Setelah modifikasi dilakukan frekuensi *cleaning area sampler raw meal* mengalami penurunan.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih di ucapkan kepada Bapak SetoTjahyono, S.T, M.T., Bapak Saprone, karyawan dan kontraktor PT. Holcim Indonesia Tbk Pabrik Tuban atas kerja samanya di kegiatan ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Polysius, *Raw mill* Quadropol Manual Book, 2013  
 [2] Polysius, Plant-side automatic unit PBA-U/S, Sampler Operating Manual, 2012.  
 [3] Polysius, Plant-side automatic unit PBA-U/S, Sampler Spare Part, 2012.  
 [4] <http://hc-tb-srv/km/>