

## OTOMATISASI SISTEM PENGISIAN AIR PADA TANGKI WATER INJECTION 562-IJ1 UNTUK CEMENT MILL

M. Choirun Nasirin<sup>1</sup>; Sonki Prasetya<sup>1</sup>; Delta Gautama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia, Telp: (62-21) 7863530,  
Fax: (62-21) 7863530, mcnasirin.holcim@gmail.com

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

### Abstrak

Dalam proses pembuatan semen salah satu alat yang harus dijaga kestabilan operasinya adalah vertical roller mill. Fungsinya adalah sebagai alat penghancur material klinker dan additive lainnya dengan menggunakan 3 buah roller mill yang berada diatas rotary table yang berputar searah jarum jam. Pada sistem operasinya terdapat water injection yang menyemprotkan air dengan debit 2-5 m<sup>3</sup>/jam yang berfungsi untuk menyetabilkan material yang berada pada rotary table dan akan dihancurkan oleh roller mill (grinding bed). Vertical roller mill sering kali berhenti dikarenakan vibrasi. Salah satu penyebab vibrasi adalah kegagalan operasi pada water injection sehingga kebutuhan air untuk vertical roller mill tidak tercukupi. Hal ini dikarenakan persediaan air di dalam tangki habis/kosong yang berakibat pada ketidakstabilan grinding bed material di rotary table serta overheating vertical roller mill karena klinker yang terlalu panas. Efeknya adalah vibrasi yang tinggi dan dapat membuat vertical roller mill berhenti bekerja. Penyebab kekosongan tangki penyimpanan air umumnya terjadi pada saat proses pengisian air ke tangki yang masih menggunakan manual valve, sehingga terdapat resiko kelalaian bagi patroller produksi dalam menjaga level air didalam tangki secara periodik.

Tujuan dari penulisan karya ilmiah ini adalah mendesain dan menerapkan otomatisasi sistem pengisian air pada tangki water injection. Dengan cara memasang sensor level dan control valve, alat tersebut berfungsi sebagai pembatas posisi atas dan bawah sebagai indikator bagi control valve saat memberikan keputusan untuk membuka maupun menutup valve.

Hasil dari otomatisasi sistem pengisian air pada tangki adalah menjaga ketersediaan air pada tangki water injection sehingga dapat mengurangi frekuensi vertical roller mill stop dan mengefisiensikan penggunaan air.

Kata kunci : Otomatisasi, Vertical Roller Mill, Grinding Bed, Water Injection, Valve

### Abstract

In the process of making cement one of the tools that must be maintained its operational stability is vertical roller mill. Its function is as a tool crusher clinker material and other additives by using 3 pieces of roller mill that is above the rotary table rotating clockwise. In the operating system there is a water injection that spray water with a discharge of 2-5 m<sup>3</sup> / hour that serves to stabilize the material located on the rotary table and will be destroyed by a roller mill (grinding bed). Vertical Roller Mill often stops due to vibration. One of the causes of vibration is failure of operation on water injection so that water requirement for vertical roller mill is not sufficient. This is because the water supply in the tank is exhausted resulting in the unstable of grinding bed material in the rotary table and overheating of the vertical roller mill due to overheating clinkers. The effect is high vibration and can make vertical roller mill stop working. The cause of the vacuum of the storage tank generally occurs during the process of filling the water into the tank that still uses the manual valve, so there is a risk of negligence for the production patroller in maintaining the water level in the tank periodically.

The purpose of this paper is to design and apply the automation of water filling system in the water injection tank. By installing a level sensor and a control valve, it acts as an upper and lower position limiting as an indicator for the control valve when making a decision to open or close the valve.

The result of water tank system automation is to maintain water availability in the water injection tank so as to reduce the vertical frequency of the roller mill stop and to make efficient use of water.

Keywords: Automation, Vertical Roller Mill, Grinding Bed, Water Injection, Valve

## 1. PENDAHULUAN

*Vertical Roller Mill* (VRM) merupakan salah satu *equipment* penting yang digunakan oleh PT. Holcim Indonesia Tuban Plant untuk kegiatan *grinding* material. *Vertical roller mill* berfungsi sebagai penghancur material klinker dengan *additive* lainnya sehingga tercapai *blaine* yang diinginkan. Pada Gambar. 1 merupakan *water injection* yang terdapat pada sistem operasi *vertical roller mill*, prinsip kerjanya adalah menyemprotkan sejumlah air ke dalam VRM yang berfungsi untuk menyetabilkan *grinding bed* dengan cara menyemprotkan air dengan debit tertentu sesuai kebutuhan dari setiap jenis semen yang dibuat sehingga tidak berpengaruh terhadap *heat balance* [1].

*Water injection* atau *Grinding bed sprinkler* adalah *equipment* tambahan yang dapat mempengaruhi ketinggian *grinding bed*. Dalam proses di *vertical roller mill*, *water injection* menjadi sangat penting karena dapat menyetabilkan *grinding bed* secara signifikan dan membuat operasi menjadi lancar dan halus. Sebelum air didistribusikan ke dalam *vertical roller mill*, air terlebih dahulu ditampung di dalam tangki. Terdapat 3 *grinding bed sprinkler* yang dipasang diantara *support roller* dan *master roller* dan karena jumlah air yang disemprotkan tidak terlalu banyak maka tidak akan banyak berefek pada proses *drying* didalam *vertical roller mill* [1].

Dalam operasinya *vertical roller mill* sering kali berhenti dikarenakan vibrasi. Salah satu penyebab vibrasi pada *vertical roller mill* adalah kegagalan operasi pada *water injection*. Sehingga kebutuhan air untuk *vertical roller mill* tidak tercukupi dikarenakan persediaan air di dalam tangki habis. Akibatnya terjadi fluktuasi kandungan air pada *feed Vertical Roller Mill* sehingga *grinding bed* material di *rotary table* menipis dan juga *vertical roller mill* *overheating* karena klinker yang terlalu panas. Efeknya adalah vibrasi yang tinggi dan dapat membuat *vertical roller mill* berhenti bekerja [2].

Penyebab kekosongan tangki penyimpanan air umumnya terjadi pada saat proses pengisian air ke tangki yang masih menggunakan *manual valve*, sehingga terdapat resiko kelalaian bagi *patroller* produksi dalam menjaga level air didalam tangki secara periodik. Selain itu, kondisi *over flow* pada saat pengisian tangki juga sering terjadi.

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah mendesain dan menerapkan otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection*. Dengan cara memasang sensor level dan control valve, alat tersebut berfungsi sebagai pembatas posisi atas dan bawah sebagai indikator bagi control valve saat memberikan keputusan untuk membuka maupun menutup valve, yang diharapkan dapat menjaga ketersediaan air pada *water injection* sehingga dapat mengurangi frekuensi *cement mill* stop dan mengefisiensikan penggunaan air.



Gambar. 1 *water injection* 562-IJ1

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metode Observasi

Pada tahap ini, penulis melakukan pengamatan kondisi *water injection 562-IJ1* secara langsung. pada Gambar. 2 adalah proses pengukuran dan pengambilan data terhadap objek yang dibahas.



Gambar. 2 Pengukuran diameter dan ketinggian tangki *water injection 562-IJ1*

### 2.2 Perancangan

Pada tahap ini, penulis melakukan perancangan berdasarkan kebutuhan konsumen, hasil pemilihan konsep dan studi literatur. Perancangan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan, yaitu :

1. Menghitung kapasitas tangki penyimpanan air, dengan menggunakan rumus :

Mencari nilai volume tabung[3].

$$V_1 = \frac{\pi D^2 h}{4} \quad \text{[Persamaan. 1]}$$

$$= \frac{\pi \cdot 1,7^2 \cdot 1,6}{4}$$

$$= 3,63 \text{ m}^3$$

2. Menghitung debit air untuk pengisian tangki, dengan menggunakan rumus :

Mencari nilai debit air[3].

$$Q_1 = \frac{V_1}{t} \quad \text{[Persamaan. 2]}$$

$$= \frac{3,63}{0,22}$$

$$= 16,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Debit air keluaran dari tangki menuju ke *vertical roller mill*, diukur dengan menggunakan *flow meter*

$$Q_2 = 2,09 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{[Persamaan. 3]}$$

4. Menghitung durasi yang dibutuhkan untuk mengosongkan tangki dari kondisi penuh, dengan menggunakan rumus :

Mencari nilai waktu pengosongan tangki air[3].

$$t_1 = \frac{V_1}{Q_2} \quad \text{[Persamaan. 4]}$$

$$= \frac{3,63}{2,09}$$

$$= 1,74 \text{ h} = 104,4 \text{ menit}$$

5. Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk membuka kembali *control valve* setelah batas atas tersentuh air atau *control valve* tertutup, dengan ketinggian air yang berkurang sebesar 3 cm. Dengan menggunakan rumus :  
Mencari nilai waktu[3].

$$V_1 = \frac{\pi D^2 h}{4} \quad \text{[Persamaan. 5]}$$

$$= \frac{\pi 1,7^2 \cdot 0,03}{4}$$

$$= 0,068 \text{ m}^3$$

$$t_2 = \frac{V_2}{Q_2}$$

$$= \frac{0,068}{2,09}$$

$$= 0,032 \text{ h} = 2 \text{ menit}$$

6. Menghitung ketinggian sensor level yang bawah sebagai indikasi *warning* ke CCR, dengan memperhitungkan durasi yang dibutuhkan *patroller* produksi untuk perbaikan sebesar 50 menit, dengan menggunakan rumus :  
Mencari nilai ketinggian[3].

$$V_3 = Q_2 \cdot t_3 \quad \text{[Persamaan. 6]}$$

$$= 2,09 \cdot 0,83$$

$$= 1,73 \text{ m}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi D^2 h}{4}$$

$$1,73 = \frac{\pi 1,7^2 \cdot h}{4}$$

$$1,73 = 2,26 \cdot h$$

$$h = 0,77 \text{ m}$$

$$h = 0,77 \text{ cm}$$

### 2.3 Realisasi

Pada tahap ini, penulis melakukan proses realisasi dari hasil perancangan, realisasi dilakukan dengan berbagai tahap, diantaranya :

1. Persiapan dan penyediaan material yang dibutuhkan, seperti *round bar* dengan diameter 1,5 cm, kabel 30 meter, *kabel ties 50 cm*, isolasi, kontaktor 2 buah, baut dan mur M8, dan peralatan untuk fabrikasi (gerinda, mesin potong, kikir).
2. Proses pemotongan material pipa diameter 50 mm dengan panjang 180 cm sebagai support untuk level sensor dan pemotongan dudukan kontaktor pada panel lokal dengan panjang 20 cm.
3. Pengujian level sensor sebelum dipasang.
4. Pengujian *control valve* sebelum dipasang.
5. Pemasangan panel lokal.
6. Penarikan kabel dari panel lokal ke *Electric Room 7.2*

7. Pemasangan level sensor pada tangki *water injection 562-IJ1*.
8. Pemasangan *control valve* pada pipa input *water injection 562-IJ1*.
9. Pembuatan program PLC
10. Konek ke I/O panel

#### 2.4 Uji Coba dan Pengamatan Hasil

Pada tahap ini, penulis melakukan uji coba dari otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection 562-IJ1* yang telah selesai direalisasikan, dengan memperhatikan kesesuaian antara program yang dibuat dengan kondisi buka-tutup *control valve*. Serta melakukan pengamatan terhadap ketersediaan air didalam tangki *water injection 562-IJ1* yang berkaitan dengan tingkat keberhasilan proses realisasi ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kriteria Pemilihan Desain

Otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection 562-IJ1* dilatarbelakangi oleh kondisi tangki yang sering kosong sehingga tidak ada suplai air menuju *cement mill*, serta bertujuan untuk mengefisienkan penggunaan air karena pada saat pengisian tangki sering terjadi *over flow*, oleh karena itu proses otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection 562-IJ1* disesuaikan dengan kriteria konsep rancangan yang telah disusun berdasarkan kebutuhan konsumen.

Kriteria Konsep Rancangan yang telah disusun diantaranya :

- a. Level Air pada tangki terjaga ketinggiannya/ketersediaannya.
- b. Pengisian tangki air tidak terpengaruh lagi oleh *manual valve* sehingga resiko kelalaian oleh patroller produksi dapat dihilangkan.
- c. Tidak lagi terjadi *over flow* akibat kelalaian patroller produksi.
- d. Mudah dalam proses instalasi.
- e. Mudah dalam proses perawatan.
- f. Komponen alat mudah didapat dan dioperasikan.
- g. Harga setiap komponen alat dapat dijangkau.

#### 3.2 Konsep Pemilihan Level Sensor

Berdasarkan data-data hasil observasi dan kriteria pemilihan desain, ada beberapa jenis level sensor yang dapat digunakan untuk mengontrol level air di dalam tangki, diantaranya :

1. Sensor ketinggian konduktifitas/kapasitivitas
2. Sensor jenis apung
3. Sensor jenis ultrasonic

Berdasarkan jenis-jenis level sensor diatas, ada beberapa indikator yang digunakan untuk memilih sensor yang tepat. Maka perlu dilakukan pemilihan desain yang sesuai, hal ini dilakukan dengan menggunakan media tabel pembobotan, seperti pada tabel 4.4 berikut.

Tabel. 1 Tabel pembobotan konsep pemilihan level sensor

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Sensor					
			1		2		3	
			Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)
1	Mudah dalam proses instalasi	25	3	15	4	20	3	15
2	Mudah dalam proses perawatan	25	3	15	4	20	4	20
3	Komponen alat mudah didapat dan dioperasikan.	20	4	16	5	20	4	16

4	Harga setiap komponen alat dapat dijangkau	15	4	12	5	15	3	9
5	Ketahanan terhadap air	15	3	9	3	9	4	12
Total Nilai		100		67		84		72

Dari Tabel. 1, kita dapat mengetahui bahwa desain yang paling aplikatif dan sesuai dengan kriteria konsep rancangan adalah sensor nomor 2, yaitu menggunakan sensor jenis apung.

### 3.3 Konsep Pemilihan Control Valve

*Control valve* yang dipergunakan, hanya untuk aplikasi *on/off* artinya valve hanya bekerja pada kondisi membuka atau menutup (*fully open* atau *fully closed*). Kemudian untuk actuatorsnya menggunakan *pneumatic actuator* karena kemudahan fasilitas udara di sekitar area. Ada beberapa jenis *control valve* yang dapat digunakan, diantaranya :

1. *Control valve* jenis *globe*.
2. *Control valve* jenis *ball*.
3. *Control valve* jenis *butterfly*.

Berdasarkan jenis-jenis *control valve* diatas, ada beberapa indikator yang digunakan untuk memilih *valve* yang tepat. Hal ini dilakukan dengan menggunakan media tabel pembobotan, seperti pada tabel 4.4 berikut.

Tabel. 2 Tabel pembobotan konsep pemilihan control valve

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Control Valve					
			1		2		3	
			Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)
1	Mudah dalam proses instalasi	25	4	20	4	20	4	20
2	Mudah dalam proses perawatan	25	3	15	4	20	4	20
3	Ketahanan terhadap abrasif media air	20	4	16	4	16	2	8
4	Harga setiap komponen alat dapat dijangkau	15	2	6	4	12	5	15
5	Dapat menutup dengan sempurna	15	4	12	4	12	4	12
Total Nilai		100		69		80		75

Dari Tabel. 2, kita dapat mengetahui bahwa desain yang paling aplikatif dan sesuai dengan kriteria konsep rancangan adalah sensor nomor 2, yaitu menggunakan *control valve* jenis *ball*.

### 3.4 Realisasi

Beberapa tahapan realisasi sudah dilakukan, diantaranya proses pemotongan material sesuai dengan dimensi / ukuran profil yang dibuat, proses penarikan kabel, proses pengujian level sensor tipe pelampung dan control valve sebelum dipasang, proses pemasangan panel lokal, proses pemasangan level sensor dan control valve, pembuatan program PLC dan proses koneksi ke I/O panel. Seperti pada gambar dibawah ini merupakan tahapan-tahapan realisasi.



Gambar. 3 Pengujian level sensor sebelum dipasang

Pada Gambar. 3 adalah tahapan pengujian level sensor sebelum dipasang, apabila level sensor pada posisi keatas maka ada resistansi yang terukur pada multimeter tetapi apabila posisi level sensor kebawah tidak ada resistansi yang terukur.



Gambar. 4 Pengujian *control valve* sebelum dipasang

Pada Gambar. 4 adalah tahapan pengujian *control valve* sebelum dipasang, menggunakan input tegangan 220 VAC dan udara bertekanan sebesar 6 Bar. Hasilnya adalah pada kondisi normal, *valve* dalam kondisi tertutup. Tetapi apabila tegangan dan udara diaplikasikan bersamaan maka *valve* akan membuka, jika hanya salah satu yang diaplikasikan maka *valve* tetap tertutup.



Gambar. 5 Panel lokal untuk *control valve* 562-IJ1

Kemudian tahapan selanjutnya adalah pemasangan panel lokal untuk *control valve* 562-IJ1 seperti pada Gambar. 5. Selain itu, juga dilakukan penarikan kabel menuju ke *electric room* 7.2 dengan panjang kabel 30 meter.



Gambar. 6 Pemasangan level sensor pada tangki 562-IJ1

Pada Gambar. 6 adalah tahapan pemasangan level sensor pada tangki 562-IJ1, menggunakan level sensor tipe pelampung. Supportnya menggunakan *round bar* diameter 1,5 cm dengan panjang 170 cm dan diikat menggunakan kabel ties pada tangga.



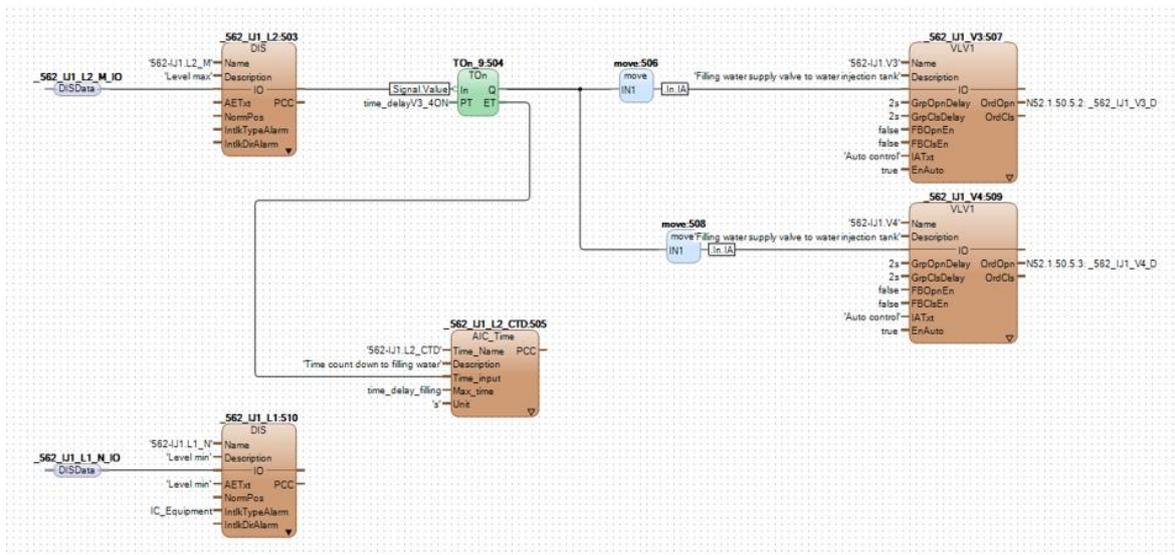
Gambar. 7 Pemasangan *control valve* pada pipa input tangki 562-IJ1

Pada Gambar. 7 adalah tahapan pemasangan *control valve* pada pipa input untuk tangki 562-IJ1, menggunakan *control valve* jenis *ball* dengan diameter pipa 1,5 inch dan 1 inch. Pemasangan dilakukan oleh karyawan mekanik dan karyawan kontraktor.



Gambar. 8 Koneksi I/O panel *control valve* 562-IJ1

Pada Gambar. 8 adalah tahapan koneksi ke I/O panel yang berada di *electric room* 7.2. Untuk *control valve* menggunakan *slot spare* yang tersedia yaitu I/O nomor 2 dan 3. Untuk inputnya menggunakan -DI 01 dan outputnya menggunakan -DO 05.



Gambar. 9 Desain program PLC

Pada Gambar. 9 adalah desain program PLC, Perancangan rangkaian PLC ini menggunakan aplikasi Control Builder M Professional versi 5.1.1 dengan bahasa pemrograman menggunakan *Function Block Diagram* (FBD) sedangkan untuk *display*-nya menggunakan ABB 800XA DCS Operator Interfaces. Prinsip kerjanya adalah saat kondisi level tangki air rendah, sensor level 2 atau *level max* mengindikasikan (*FALSE*) dan sensor level 1 atau *level min* mengindikasikan (*FALSE*) maka *control valve* terbuka (*TRUE*) sehingga akan terjadi pengisian. Saat kondisi level tangki air tinggi, sensor level 2 mengindikasikan (*TRUE*) dan sensor level 1 mengindikasikan (*TRUE*) maka *control valve* tertutup (*FALSE*). Kemudian *time delay* akan mulai bekerja yaitu sebesar 120 detik berdasarkan perhitungan untuk membuka *control valve*. Dan prinsip kerja akan berulang setelah 120 detik. Tetapi, dalam suatu kondisi apabila setelah 120 detik dan tidak terjadi pengisian dan sensor level 1 tersentuh air, yang berarti sensor level 2 mengindikasikan (*FALSE*) dan sensor level 1 mengindikasikan (*TRUE*) akan ada indikasi *warning* pada CCR.

### 3.5 Dampak Setelah Pemasangan Alat

Kondisi sebelum dilakukan otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection* 562-ij1, dari bulan november 2017 sampai bulan januari 2018 telah terjadi 7 kali *vertical roller mill stop* akibat dari kegagalan *water injection* 562-ij1 dengan rata-rata waktu berhenti selama 0,34 jam. kemudian rata-rata produksi semen selama bulan November 2017 sampai bulan Januari 2018 sebesar 231,568 ton/jam[4]. sehingga biaya produksi yang hilang sebesar :

- Harga semen per kilogram = Rp 950,00[4]
- Rata-rata produksi semen = 231,568 ton/jam
- Rata-rata waktu berhenti = 0,34 jam
- Jumlah produksi yang hilang = Rata-rata produksi semen X Rata-rata waktu berhenti
- = 231,568 X 0,34
- = 78,739 ton
- = 78739 kg
- Biaya produksi yang hilang = Jumlah produksi yang hilang X Harga semen per kilogram
- = 78739 X 950
- = Rp 74.802.050,00

Kondisi setelah dilakukan otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection* 562-IJ1, dari bulan Februari 2018 sampai April 2018 tidak terjadi *vertical roller mill stop* akibat dari kegagalan *water injection* 562-IJ1. Sehingga tidak ada biaya produksi yang hilang akibat kegagalan operasi dari *water injection* 562-IJ1.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil tugas akhir otomatisasi sistem pengisian air pada tangki *water injection* 562-IJ1 didapatkan kesimpulan bahwa ketersediaan air pada tangki *water injection* 562-IJ1 dapat dijaga levelnya dengan settingan waktu delay 120 detik pada buka-tutup *control valve* serta resiko kelalaian dari *patroller* produksi dapat dihilangkan. Disamping itu, frekuensi *vertical roller mill stop* akibat dari kegagalan *water injection* 562-IJ1 juga berkurang. Hal ini dibuktikan dengan kondisi setelah dilakukan otomatisasi, yaitu tidak terjadi *vertical roller mill stop* akibat dari kegagalan *water injection* 562-IJ1, sedangkan sebelum dilakukan otomatisasi terjadi *vertical roller mill stop* sebanyak 7 kali, sehingga terjadi penghematan biaya produksi.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] GmbH. Loesche, "*Operating Instructions LOESCHE Mill Type: LM 56.3+3 with LDC*", Germany, 2012.
- [2] T. Krapkat. 2012. *Vibration Vertical Roller Mill*. India.
- [3] S. P. Ojak, "Menentukan Debit, Volume dan Waktu", Bogor, Asa Generasiku; 2012.
- [4] PT. Holcim Indonesia, "TIS (Technical Information System)", Tuban, 2017.