

MODIFIKASI SISTEM SLIDE GATE 392-SG1/2/3 di UNDER GAS CONDITIONING TOWER

Unggul Wahyu Aji¹, Hamdi², Arif Suryono³

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

² Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia, Telp: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530, hamdiandy@yahoo.com

³[PT. Holcim Indonesia Tbk](http://PT.Holcim Indonesia Tbk).

Abstrak

Keamanan merupakan salah satu target utama dalam kegiatan industri, baik keamanan bagi pekerja, alat, maupun lingkungan. Salah satu upaya untuk meningkatkan keamanan tersebut adalah dengan mengubah peralatan yang dirasa kurang aman agar menjadi lebih aman dengan modifikasi. Tingginya potensi bahaya yang terjadi di area bawah Gas Conditioning Tower PT Holcim Indonesia Pabrik Cilacap adalah paparan debu panas yang mengalir dari saluran duct inlet Raw Mill yang menuju ke Electronic Precipitator. Sebelumnya digunakan valve putar untuk menggerakkan damper pembuka. Hal tersebut dinilai kurang aman bagi pekerja karena kontak yang terlalu dekat dengan peralatan.

Adanya permasalahan tersebut, dirasa perlu adanya bentuk penyempurnaan peralatan pengganti valve putar agar pekerja bisa menggerakkan damper pengarah material dari jarak yang aman dan masih tetap bisa melakukan pengawasan serta pengontrolan. Salah satu bentuk penyempurnaan yang ditawarkan adalah mengganti dari penggunaan valve putar sebagai penggerak damper menjadi penggunaan silinder pneumatic sebagai penggerak damper, atau yang biasa disebut dengan Slide Gate.

Hasil yang didapat dari bentuk penyempurnaan tersebut adalah meningkatnya tingkat keamanan terutama pada keamanan pekerja. Jika menggunakan Slide Gate, pekerja hanya perlu mengatur tuas pengontrol yang berjarak sekitar 7 meter dari peralatan chain conveyor yang kemudian akan mengarahkan silinder untuk menggerakkan damper ke posisi buka/tutup. Penggunaan silinder pneumatic juga dapat meningkatkan kecepatan aliran material, dengan hal itu maka peralatan chain conveyor tidak akan menerima beban berlebih karena adanya penumpukan material dan material tidak berhamburan ke lingkungan karena damper dibuka/ditutup sesuai dengan keinginan dan dalam tempo waktu yang singkat.

Kata Kunci : Keamanan pekerja, slide gate, pneumatik

Abstract

Safety is one of the targets in all industry, which is for the worker, equipment or environment. Which one way to improve the safety is with improving the equipment by redesigning it to gain the best safety factor. The highest hazard in under Gas Conditioning Tower area PT Holcim Indonesia Cilacap Plant is hot dust that flows from inlet Raw Mill duct to Electronic Precipitator. The previous method is using the rotating valve to push/pull the dumper to flow the hot dust to dust bunker that is counted as high hazard activity for the worker.

Considering that case, to reduce the hazard, they need to improve the rotating valve with other method that still gives the worker ability to control the damper in a safer area. To do that we, offer the Slide Gate method that applies pneumatic cylinder to pull/push the damper.

With the new method, we hope it can reduce the hazard on the under Gas Conditioning Tower area. With the Slide Gate method, the worker only needs to control the manual lever directional valve which is installed 7 meter away from the chain conveyor that will control the damper in open/close position, but the worker still can watch the equipment directly. The other advantages investing in this method are the material can move quickly so it can give lower load to the equipment chain conveyor and fast movement of material can reducing the hot dust material in the environment.

Keywords : Worker's safety, slide gate, pneumatic

I. PENDAHULUAN

Tingkat paparan debu panas yang mengalir dari preheater menuju EP (*Electro Precipitator*) dirasa cukup tinggi dan berbahaya bagi pekerja di area under GCT (*Gas Conditioning Tower*). Akumulasi material debu pasas akan semakin banyak ketika *Kiln* dalam keadaan menyala dan *Raw Mill* dimatikan. Aliran debu panas ketika melewati GCT (*Gas Conditioning Tower*) seharusnya mengalir jatuh ke *Chain Conveyor* di bawahnya dengan bantuan petugas produksi yang membuka valve putar. Kegiatan ini sangat berbahaya karena jarak

antara *valve* putar dan *chute* sangat dekat serta beresiko menghentikan laju aliran karena kekuatan pekerja tidak dapat diperkirakan secara sempurna ketika melakukan aktivitas ini. Untuk itu dipihlah metode slide gate untuk mengurangi tingkat paparan debu panas yang dapat dikendalikan dari jarak yang cukup jauh dan mengurangi potensi terhentinya aliran material. [2]

Kegiatan petugas produksi yang harus membuka dan menutup *gate valve* dengan memutar *valve* putar di bawah GCT dinilai kurang aman. Petugas harus berada di dekat *duct outlet* GCT untuk memutar *valve*, tak jarang ada semburan material debu panas yang tersembur degan cepat dan bertebaran keluar. Karena itu, penggunaan Slide Gate dinilai lebih safety daripada valve putar, katerna pengendaliannya bisa dilakukan dari jarak yang aman dan pembukaan gate bisa dilakukan dengan cepat sesuai dengan keinginan yang bisa meminimalisir terjadinya penumpukan material di area 392-CV1[1].

Resiko yang didapat ketika terjadi penumpukan material di area tersebut yaitu dapat mematikan peralatan lain seperti *Raw Mill* atau *Kiln* yang jika hal tersebut terjadi maka bisa dipastikan kegiatan produksi bisa terganggu dan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Seperti yang pernah terjadi ,peralatan 392-CV1 mengalami penumpukan material dan beban berlebih yang akhirnya berhenti[2]. Karena adanya proses *interlock*, maka peralatan *kiln* akhirnya berhenti selama 31 jam. Dengan estimasi harga klinker Rp. 200.000,00/ton dan kapasitas produksi *kiln* 325t/jam, maka perusahaan kehilangan Rp 2.015.000.000,00 karena tidak dapat melakukan produksi klinker dikarenakan oleh adanya beban berlebih dan akumulasi material debu di 392-CV1[3].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dari tugas akhir berguna untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan dan menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dengan berbagai macam tahap penelitian agar lebih terarah. Metode-metode yang digunakan untuk meyelesaikan tugas akhir ini meliputi:

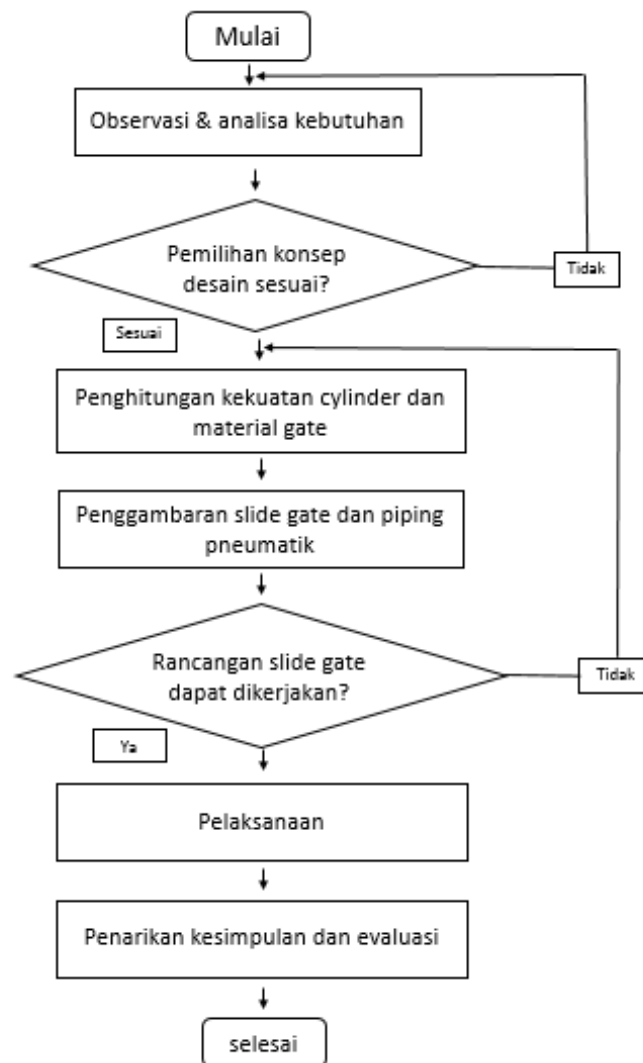


Diagram 1 Metode penelitian

Pada tahap awal, dilakukan observasi untuk mengidentifikasi masalah melalui survey, dan pengumpulan data yang berkaitan dengan kebutuhan yang diperlukan dalam memodifikasi *slide gate*. Dilakukan juga pengukuran lokasi, studi buku manual untuk mengetahui konsep dan desain yang dibutuhkan serta diskusi dan wawancara kepada pihak terkait seperti *team member* yang bertanggung jawab di area tersebut untuk mendapatkan informasi bagaimana perangkat *slide gate* saat ini yang diterapkan pada area bawah *gas conditioning tower*. Setelah mendapat rancangan konsep dan desain yang sesuai yaitu dengan silinder pneumatik dilakukan pengukuran kekuatan silinder pneumatik yang dibutuhkan.

Survei lapangan dan diskusi dengan pembimbing lapangan untuk menentukan bentuk kerangka dudukan silinder yang paling efektif untuk diterapkan di area bawah *gas conditioning tower*. Pemilihan material dan peralatan pendukung berdasarkan pertimbangan pemilihan konsep desain yang akan diterapkan untuk *slide gate*. Dari perhitungan besar ukuran silinder yang dibutuhkan untuk mengoperasikan *slide gate*, dilakukan desain sistem dan skema gambar rangkaian kerja dari sistem *slide gate* yang akan diterapkan di area bawah *gas conditioning tower*. Pada tahap terakhir diambil data seperti beban pada 392-CV1 (Chain Conveyor) untuk mengetahui dampak positif setelah dilakukan pemasangan *slide gate*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi penyebab terjadinya kondisi tidak aman di area *Under GCT*

Dari hasil observasi, ditemukan peluang meningkatkan tingkat kemanan pekerja di area *under GCT* dan menambah kelancaran proses aliran *dust*.

Selama ini proses pengaliran material menggunakan proses manual yaitu dengan memutar *valve* putar, hal ini tentunya memiliki banyak kekurangan dan dipandang kurang aman bagi pekerja yang melakukan kegiatan tersebut. Selain itu dengan memutar *valve* secara manual beresiko menghambat laju *dust* yang bisa menyebabkan bloking di area 392-CV1 dan bisa mengakibatkan peralatan sebelumnya berhenti yang nantinya akan menghentikan kegiatan produksi[1].

Penggunaan *slide gate* yang menggunakan tenaga silinder pnaumatik sebagai penggeraknya dinilai bisa meningkatkan tingkat kemanan untuk pekerja tersebut. Jarak tuas kontrol *slide gate* dapat diletakan sesuai keinginan di tempat yang dilinai aman. Selain menambah jauh jarak antara kontak pekerja dengan material panas, pekerja tersebut juga masih dapat melihat secara langsung ke arah aliran material jika sewaktu-waktu terjadi hal yang tidak diinginkan.

Nilai investasi awal yang cukup rendah juga memberikan nilai tambah untuk melakukan instalasi *slide gate*, dengan memanfaatkan silinder bekas yang sudah disservice ulang dapat menekan kebutuhan silinder yang akan di pasang.

Berdasarkan fakta dan kebutuhan tersebut, kita dapat menarik akar masalah serta merancang sistem *slide gate* yang tepat guna dengan tujuan investasi untuk meningkatkan keamanan pekerja dan meningkatkan laju aliran material.



Gambar 1 Kondisi tidak aman di area *Under GCT*



Gambar 2 Lokasi pembuka damper yang sangat dekat dengan equipment

Berikut adalah analisis akar masalah kondisi tidak aman di area bawah *GCT*:

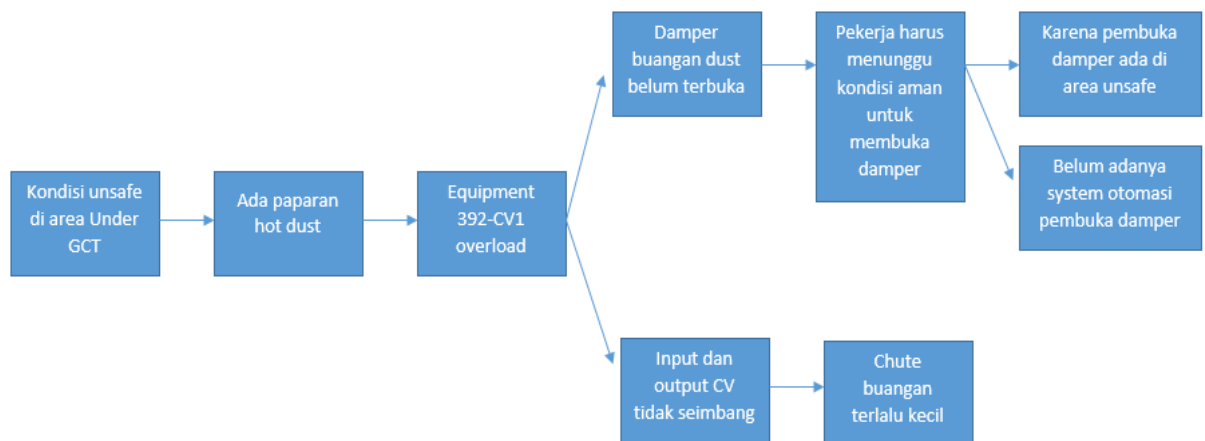


Diagram 2 penarikan akar masalah

Setelah dilakukan analisis, maka diambil kesimpulan bahwa ada dua akar masalah penyebab kondisi tidak aman di area bawah *GCT*, yaitu:

a. Lokasi pembuka damper ada di area tidak aman.

Saat terjadi kelebihan beban pada peralatan 392-CV1 akan ada akumulasi debu panas di sekitaran area peralatan tersebut. Dengan kondisi tersebut, pekerja harus mengabaikan potensi bahaya tadi untuk membuka damper yang berada tepat di depan peralatan 392-CV1. Solusi yang ditawarkan adalah menginstall *slide gate* dengan tenaga pneumatik untuk membuka damper yang pengontrolannya bisa dari jarak jauh.

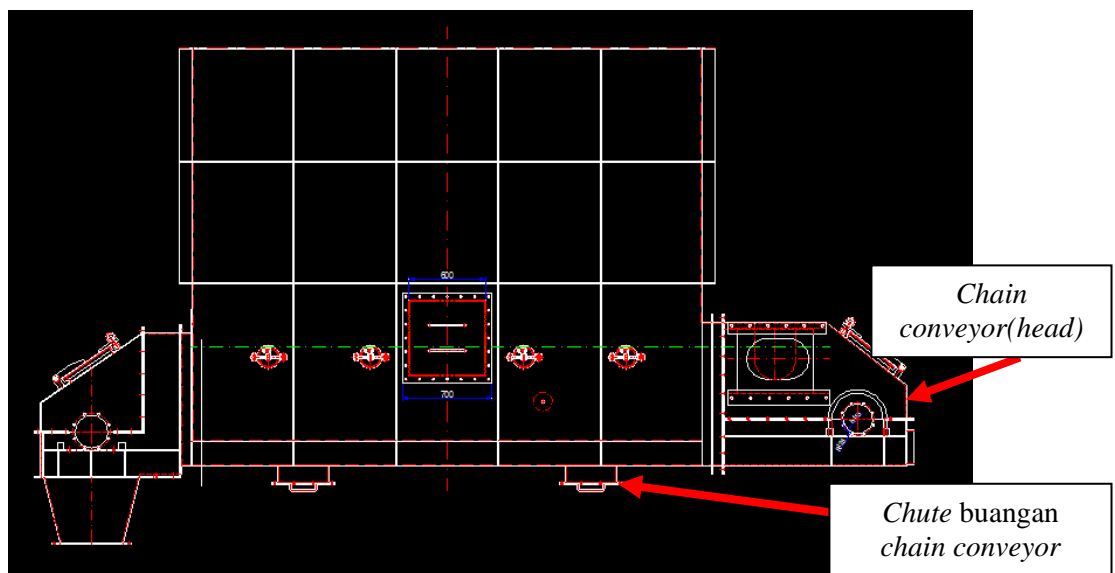
b. Belum adanya sistem otomasi pembuka damper otomatis.

Dengan memanfaatkan sistem otomasi PLC (Programmable Logic Controller) sebenarnya memberikan manfaat yang lebih, yaitu bisa meminimalisir bahaya bagi pekerja, pekerja tidak lagi perlu melakukan pembukaan damper secara manual karena proses tersebut akan dikerjakan dengan proses PLC, namun solusi ini bisa dilakukan jika *valve* putar sudah dimodifikasi dengan *slide gate* pneumatik atau *motorized*. Selain itu biaya modifikasi dinilai lebih besar daripada hanya memodif *valve* putar menjadi *slide gate* pneumatic atau *motorized*.

c. Chute buangan terlalu kecil.

Penyebab lain yang menimbulkan kondisi tidak aman di area bawah *GCT* yaitu karena chute buangan 392-CV1 yang terlalu kecil sehingga membuat equipment tersebut kelebihan beban dan membuat debu berterbangan keluar karena adanya tekanan di dalam CV(Chain Conveyor) dan chute. Solusi untuk permasalahan ini adalah memperbesar ukuran *chute* atau menambah jumlah *chute* buangan.

Dari semua permasalahan, solusi memodifikasi *slide gate* yang memanfaatkan *valve* putar menjadi *slide gate pneumatic/motorized* menjadi prioritas utama. Karena dinilai cukup cepat dalam proses pengerjaan dan nilai investasi cukup rendah.



Gambar 3 Chain conveyor 392-CV1

2. Menentukan jenis *slide gate* yang digunakan

Terdapat 2 jenis *slide gate* yang dapat digunakan yaitu *slide gate* yang direkan silinder *pneumatic* atau *slide gate* yang digerakan motor listrik. Untuk mengetahui yang mana yang paling ideal digunakan tabel kriteria konsep dengan skor 1-3 (1 = paling buruk, 3 = paling baik).

Tabel 1 Kriteria pemilihan konsep

Kriteria	Konsep	
	Pneumatik	motor listrik
Kemudahan pengerjaan	3	2
Kontrol operasi dan monitoring	2	2

Biaya pembuatan	3	2
Kemudahan perawatan	3	1
Kesesuaian lokasi & equipment	2	2
Keawetan	2	3
Keamanan	3	3
Score Total	18	15

Sesuai dengan hasil penilaian, dipilihlah *slide gate* dengan tenaga silinder *pneumatic*.

3. Menentukan ukuran silinder *pneumatic*

Ukuran silinder *pneumatic* akan sangat menentukan berapa kekuatan yang akan dihasilkan. Kekuatan silinder sebanding dengan luas selongsong silinder dan tekanan yang digunakan. Untuk menentukan apakah silinder bisa digunakan, harus dibandingkan dengan beban yang diterima, yaitu beban damper, beban material, beban *draft* operasi[4].

a. Menentukan beban total

- Beban damper.

Beban damper didapat dengan mengalikan massa jenis dengan volume damper. Damper yang digunakan sama dengan damper sebelum modifikasi.

Material damper 3Cr16, $\rho = 7,68 \text{ gr/cm}^3$

Volume damper = $46\text{cm} \times 70\text{cm} \times 1,6\text{cm} = 5152\text{cm}^3$

Koefisien gesek material = 0,61

Beban damper = **volume** \times ρ [persamaan 1]

$$\begin{aligned}
 &= 5152 \times 7,68 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \\
 &= 39567,36 \text{ g} \rightarrow 40\text{kg} \\
 &= 392 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Beban damper total = $392 \times 0,61 = 239,12\text{N}$

- Beban material.

Beban material didapat dari mengalikan massa jenis dust dengan volume *chute*. Untuk medapat beban maksimal, maka *chute* dianggap penuh dengan material atau volume *chute* sama dengan volume material[5].

Material dust, $\rho = 1,59 \text{ gr/cm}^3$

Volume material = $38,8\text{cm} \times 64,8\text{cm} \times 9,1\text{cm} = 22879,584\text{cm}^3$

Beban material = $1,59 \text{ gr/cm}^3 \times 22879,584\text{cm}^3$ [persamaan 1]

$$= 36378,538\text{gr} \rightarrow 356,509\text{N}$$

- Beban *draft*.

Beban *draft* ada karena terdapa dorongan udara untuk melancarkan proses aliran material. Beban *draft* bernilai 0,5 bar = 50000 Pa. Menentukan besaran beban *draft* dapat dicari dengan mengalikan tekanan dengan luas permukaan ,yaitu permukaan *chute*.

$$A \text{ chute} = 64,8\text{cm} \times 38,8\text{cm} = 2514,424\text{cm}^2 \rightarrow 0,2514\text{m}^2$$

$$\text{Beban draft} = A(\text{area}) \times \text{pressure} \dots\dots\dots[\text{persamaan 2}]$$

$$0,2514\text{m}^2 \times 50000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 12571\text{N}$$

- **Beban total.** Beban total yaitu jumlah dari semua beban

$$\begin{aligned} \text{Beban total} &= \text{b. draft} + \text{b. material} + \text{b. damper} \dots\dots\dots[\text{persamaan 3}] \\ &= 12571\text{N} + 356,509\text{N} + \mathbf{239,12\text{N}} \end{aligned}$$

$$= 13166,829\text{N}$$

b. Menentukan kekuatan silinder *pneumatic*

Silinder *pneumatic* yang diperlukan adalah silinder *pneumatic* yang menghasilkan kekuatan diatas 13166,829N, dan beroperasi pada tekanan 5 bar atau 500000Pa.

Silinder *pneumatic* diameter 200mm, diameter *rod* 50mm

Untuk mencari gaya minimal yang bekerja digunakan area retract pada silinder[5].

$$A_{\text{cyl}} = A_{\text{selongsong}} - A_{\text{rod}} \dots\dots\dots[\text{persamaan 4}]$$

$$= \pi \times r^2_{\text{sel}} - \pi \times r^2_{\text{rod}}$$

$$= \pi \times 0,1^2\text{m} - \pi \times 0,025^2\text{m}$$

$$= 0,0314\text{m}^2 - 1,96 \times 10^{-3}\text{m}^2$$

$$= 0,0294\text{m}^2$$

$$F_{\text{cyl}} = A_{\text{cyl}} \times \text{tekanan} \dots\dots\dots[\text{persamaan 5}]$$

$$= 0,0294\text{m}^2 \times 500000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= 14718,75\text{N}$$

- b. Membandingkan kekuatan silinder dengan beban total sebagai acuan safety factor.

$$SV = \frac{F_{\text{cyl}}}{F_{\text{beban}}} \dots\dots\dots[\text{persamaan 6}]$$

$$= \frac{14718,75\text{N}}{13166,829\text{N}} = 1,11$$

Dengan hasil tersebut, dipastikan silinder *pneumatic* berdiameter 200mm dapat digunakan. Ketika damper terbuka sedikit, maka beban *draft* yang diterima juga semakin kecil karena damper yang berhadapan dengan chute semakin kecil karena bergeser. Contoh jenis silinder yang dapat digunakan adalah silinder pneumatik Parker P1D-T0200MS-0600[6].

4. Menentukan kekuatan rangka slide gate

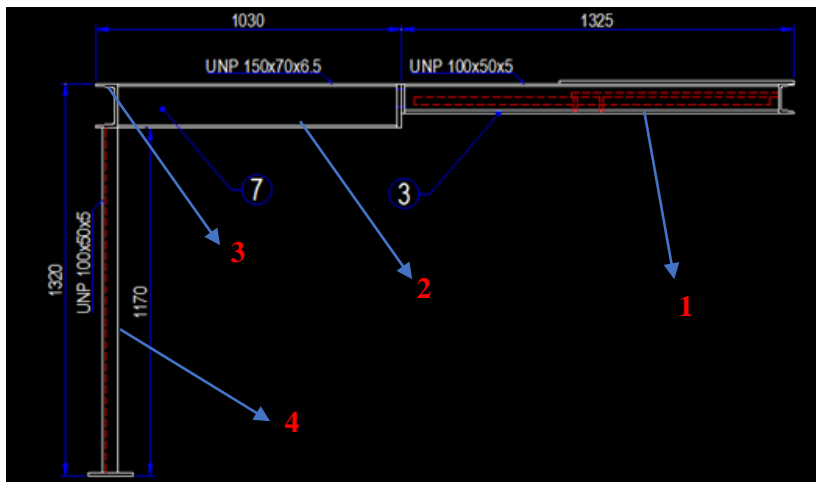
Keterangan =

Pos 1 = merupakan tempat dudukan damper, merupakan dudukan asli tanpa modifikasi.

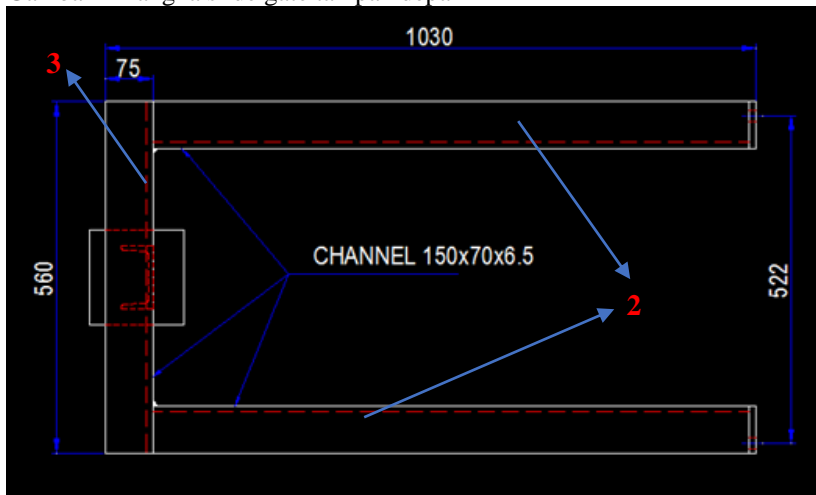
Pos 2 = merupakan rangka yang mensupport dudukan silinder agar tidak bergerak.

Pos 3 = merupakan tempat dudukan silinder pneumatic. Dikenai beban bending tipe 3 ketika silinder bekerja

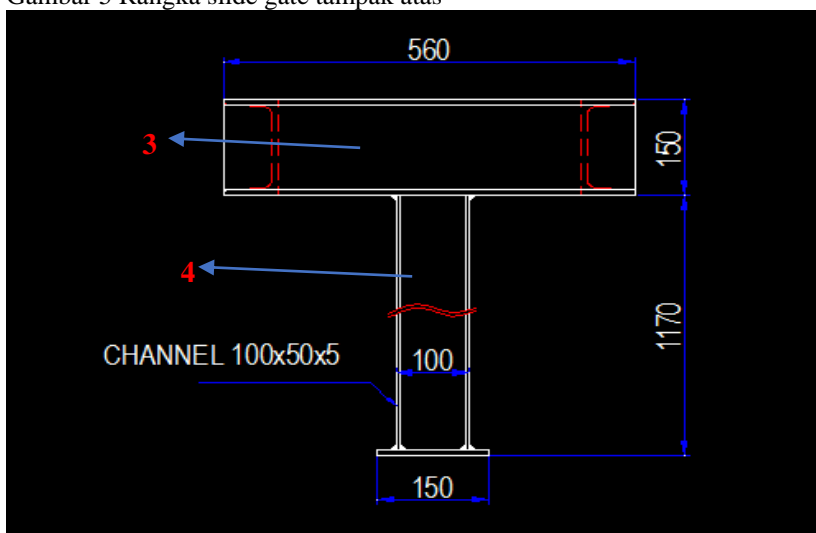
Pos 4 = support dudukan silinder pneumatic. Pos ini dikenai beban bukling dari beban silinder, beban pos 3 dan 4.



Gambar 4 Rangka slide gate tampak depan



Gambar 5 Rangka slide gate tampak atas



Gambar 6 Rangka slide gate tampak samping kiri

a) Beban di pos 3

Berdasarkan desain, pos 3 akan dikenakan beban bending tipe 3. Beban ini didapat dari efek gerakan silinder *pneumatic*. Pos 3 disuport oleh pos 2 dengan menggunakan sambungan las *corner joint* dengan elektrola LB-52U E7016. Material yang digunakan adalah UNP150x70x6,5 St.37[7].

$$Mb = \frac{F \times l}{8} \dots \dots \dots [persamaan 7]$$

$$= \frac{15700 \times 56cm}{8} = 109900Ncm$$

$$\tau b = \frac{Mb}{W} \dots \dots \dots [persamaan 8]$$

$$= \frac{109900Ncm}{8,49 \frac{N}{cm^3}} = 12944,64 \frac{N}{cm^2} = 129,446 \frac{N}{mm^2}$$

Material dinilai aman karena masih mampu menahan tegangan bengkok sampai $170 \frac{N}{mm^2}$

Mencari lebar welding “s” (mm)

$$\tau b \max = \frac{\tau b}{v} \dots \dots \dots [persamaan 9]$$

$$= \frac{129,446}{4} = 32,361 \frac{N}{mm^2}$$

$$s = \frac{0,707 \times l \times \tau b \max}{15700N} \dots \dots \dots [persamaan 10]$$

$$s = \frac{0,707 \times 150mm \times 32,361 \frac{N}{mm^2}}{15700N} = 4,57mm$$

Lebar las minimum yang diperlukan dengan nilai keamanan 4 adalah 4,57mm

b) Beban di pos 4

Pada pos 4 dikenai beban bukling dari berat silinder *pneumatic* 30kg = 294N, dan beban frame pos 3 sepanjang 56cm= 6kg = 58,8N dan pos 4 dengan gaya 156,8N. Material yang digunakan adalah st.37 denang profil UNP 100x50x5[8].

$$Fb_{umax} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{lbu^2 \times v} \dots \dots \dots [persamaan 11]$$

$$= \frac{\pi^2 \times 18 \times 10^6 \frac{N}{cm^2} \times 206cm^4}{(0,5 \times 117cm)^2 \times 4}$$

$$Fb_{umax} = 2,6 MN$$

Dipastikan dengan material dan ukuran yang ducantumkan untuk pos 4 pasti mampu menerima beban bukling hingga 2,6MN

5. Hasil modifikasi

a. Keamanan pekerja.

Berdasar hasil modifikasi, hilangnya *valve* putar yang digantikan oleh silinder pneumatik dapat meningkat karena pekerja hanya perlu mengatur lewat tuas pengontrol yang diletakan dalam ruangan *raw mill* area.

b. Laju aliran material.

Berkat adanya modifikasi, ketika terjadi beban berlebih pekerja bisa langsung membuka damper buangan dari tempat yang aman, dengan itu material bisa langsung keluar dan tidak menimbulkan penumpukan material dan beban berlebih pada peralatan 392-CV1.

IV. KESIMPULAN

- a. Untuk meningkatkan tingkat keamanan pekerja di area bawah *Gas Conditioning Tower* dapat digunakan metode *slide gate* yang dapat dioperasikan dari jarak yang cukup jauh. Pekerja bisa berada di jarak sekitar 7 meter dari peralatan, namun masih bisa melakukan pengawasan secara langsung, dibandingkan dengan *valve putar* yang harus digerakan secara manual dan pekerja berhadapan langsung dengan peralatan.
- b. Dengan adanya modifikasi, laju aliran debu panas diharapkan bertambah lancar yang dapat dimonitor dari beban peralatan 392-CV1.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. J. Asmoro, "Normalization For GCT Performance and Unsafe Condition in Time of Problem in The GCT Area " PT Holcim Indonesia Tbk, Cilacap Plant, Cilacap 2018.
- [2] C. P. PT Holcim Indonesia. (2018, 30 Mei). Technical Information System Raw Mill Overflow. Available: hc/tis/cc/serve
- [3] M. A. R. A. Baab and G. O. Dyanddini, "Analisis of Roller Deviation at Apron Conveyor 492-AC1," Studi Kasus, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Cilacap 2017.
- [4] G. J.K. and Khurmi, A Textbook Of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT) LTD45D, 2005.
- [5] N. D. Ristanto, "Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Peningkatan Kuat Tekan dan Setting Time pada Semen Tipe OPC," Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Tuban, 2018.
- [6] Parker, "Parker Pneumatic Catalog product," ed, 2016.
- [7] F. B. Cahyono, "Modifikasi Support Sliding Pipeline Jetty," Diploma III Final Project, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Tuban, 2017.
- [8] Sularso and Kyokatsu, Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin 1 ed. Jakarta: PT Pratnya Pradana, 1990.