

PERANCANGAN DESAIN *CHUTE* PADA *TRANSFER CONVEYOR* ABC

Komang Tri Semara¹⁾

Teknik Mesin, Teknik, Politeknik Gajah Tunggal

komangtri401@gmail.com

Dharmanto²⁾

Teknik Mesin, Teknik, Politeknik Gajah Tunggal

dharmanto@poltek-gt.ac.id

Keywords :

Ceramic alumina
Chute
Design
Solidwork
Stress

Abstract :

PT CC is a coal company operating in East Kalimantan Province. To achieve production targets, the company needs to perform maintenance and repair machinery to ensure smooth production processes. The fixed plant department is located at the port, where coal is transferred from hauling to barges. Coal is moved to the barges using a conveyor, which feeds into a chute that transports coal at a capacity of 2000 tons per hour with a conveyor speed of 3.2 meters per second. This causes friction between the chute walls and the coal, leading to wear on the chute walls. This research aims to design a chute liner using ceramic alumina material for the chute walls. The researchers experimented by replacing the chute wall material from ASTM A36 with ceramic alumina. Based on the research results, the design created using SolidWorks software produced shapes and dimensions that align with the research concept. Load analysis indicated that the design has a stress value of 0.10108 N/mm², which is lower than the yield strength of ASTM A36 material. Therefore, the chute design is safe from damage due to coal loading.

I. PENDAHULUAN

Dalam industri pertambangan batubara, cadangan terbesar terdapat di provinsi Kalimantan Timur. Wilayah ini menjadi pusat perhatian perusahaan-perusahaan pertambangan, termasuk Perusahaan CC yang beroperasi di sana. Pada tahun 2024, Perusahaan CC mengalami peningkatan produksi, dengan target tahunan mencapai 30 juta ton, naik dari target tahun sebelumnya sebesar 22 juta ton. Perusahaan CC memproduksi batubara dengan kategori HBA 3. Untuk mencapai target produksi, berbagai upaya dilakukan, seperti peningkatan fasilitas, penambahan tenaga kerja, dan perbaikan mesin guna memastikan kelancaran proses produksi. Pemeliharaan mesin secara terjadwal merupakan salah satu faktor kunci keberhasilan dalam mencapai target produksi tersebut [1].

Fixed plant maintenance adalah departemen yang bertanggung jawab atas segala aktivitas perbaikan dan pemeliharaan dalam proses produksi

yang melibatkan peralatan tetap atau tidak bergerak, seperti alat berat dan alat pengangkut [2]. *Departement fixed plant maintenance* berlokasi di pelabuhan, bertanggung jawab untuk memastikan semua peralatan dan komponen perusahaan dalam kondisi aman dan dapat dioperasikan. Departemen ini terletak di pelabuhan, tempat di mana proses pemindahan batubara dari alat pengangkut ke tongkang terjadi. Transfer batubara ke tongkang dilakukan menggunakan konveyor.

Proses pemindahan dari konveyor ke chute mampu mengangkut batubara hingga 2000 ton per jam (Tph) dengan kecepatan konveyor mencapai 3,2 meter per detik (m/s). Gesekan antara dinding chute dan batubara yang masuk ke dalamnya menyebabkan dinding chute berlubang atau mengalami keausan. Dinding *chute* terbuat dari material plat besi ASTM A36 *steel*. *Chute* dalam konteks ini adalah corong yang terletak di ujung belt *conveyor*, berfungsi sebagai tempat jatuhnya batubara untuk proses selanjutnya [3]. Kerusakan pada dinding *chute* menyebabkan keausan yang mengganggu proses

produksi. Akibatnya, penghentian produksi atau *downtime* bisa terjadi selama 3-5 jam, atau bahkan hingga 4 hari tergantung pada tingkat kerusakan yang terjadi. Data mengenai kerusakan dinding *chute* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Maintenance Chute*

| Nomor Perbaikan | Schedule Maintenance | Description | Asset Number |
|-----------------|----------------------|-------------|----------------|
| Perbaikan 1 | 18 Februari 2020 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 2 | 23 Juni 2020 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 3 | 15 Desember 2020 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 4 | 12 April 2021 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 5 | 5 Desember 2021 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 6 | 29 Mei 2022 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 7 | 02 November 2022 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 8 | 14 Mei 2023 | Plat rusak | Chute Liner 01 |
| Perbaikan 9 | 29 Oktober 2023 | Plat rusak | Chute Liner 01 |

Berdasarkan Tabel 1, kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh plat *chute* yang rusak. Kerusakan ini disebabkan oleh gesekan antara batubara dan dinding *chute*, sehingga dinding *chute* yang terbuat dari material ASTM A36 *Steel* tidak mampu menahan gesekan tersebut. Kerusakan pada dinding *chute* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerusakan pada Dinding *Chute*

Oleh karena itu, untuk mencegah *downtime* dalam proses produksi, diperlukan pergantian atau modifikasi pada dinding *chute*. Dalam penelitian ini, peneliti mengamati dan menganalisis penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan sebagai dasar teori atau pedoman untuk modifikasi dinding *chute*. Salah satu penelitian yang dijadikan referensi adalah penelitian yang dilakukan oleh Saputra, dkk. (2022), yang memodifikasi *chute* dan *skirt board* di L21-BC

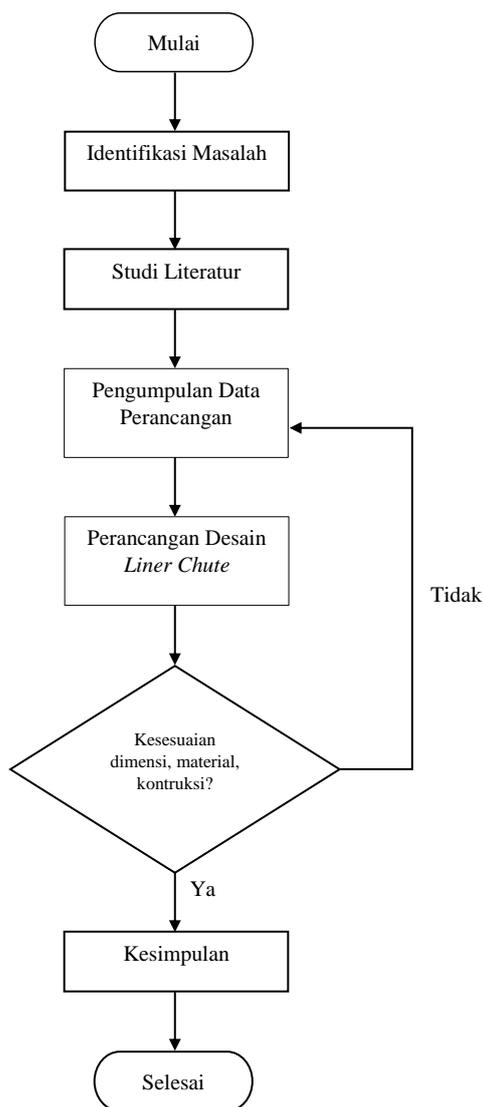
3 untuk mengurangi debu yang tumpah serta potensi sobek pada belt [4]. Penelitian tersebut membahas masalah *Dust Spillage* pada L21-BC3, yang disebabkan oleh laju udara tinggi dalam hood dan kohesivitas batubara yang rendah. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan redesain ulang pada *skirtboard* dan *chute*. Modifikasi meliputi penggantian rubber skirt dengan model double seal pada *skirtboard*, serta penggantian material *chute* dengan dual *plate* dan pemasangan *pin gate*. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Putri, dkk. (2024) yang menganalisis *hardfacing* HV 800 sebagai pengganti CTC 6000 pada *discharge chute dump hopper* [5]. Penelitian tersebut membandingkan kekerasan material untuk menggantikan material lama pada CTC 6000. Uji kekerasan *Vickers* menunjukkan bahwa jenis polaritas mempengaruhi nilai kekerasan material hasil pengelasan *hardfacing*. Pengelasan dengan polaritas AC memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan menggunakan polaritas DCEP. Selain itu, hasil pengujian ketahanan aus menunjukkan bahwa jenis polaritas juga mempengaruhi nilai ketahanan aus pada material hasil *hardfacing*. Pengelasan dengan polaritas AC memiliki laju keausan yang lebih kecil dibandingkan dengan pengelasan menggunakan polaritas DCEP. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa nilai ketahanan aus sebanding dengan nilai kekerasan. Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo, dkk (2021) yang menganalisis kekuatan rangka pada mesin *transverse ducting flange* (TDF) menggunakan *software solidwork* [6]. Pada penelitian tersebut membahas terkait perancangan desain dan analisis kekuatan rangka, serta langkah-langkah yang perlu dilakukan saat simulasi. Hasil dari penelitian tersebut berupa nilai tegangan atau *stress*, *factor of safety* dari desain, dan desain mesin TDF dalam bentuk 2 dimensi serta 3 dimensi.

Dengan demikian, tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan desain *liner chute* sebagai langkah pergantian *dinding chute* agar kerusakan dapat diminimalisir. Adanya perancangan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat kerusakan yang terjadi pada *liner chute*.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memodifikasi dinding *chute* yang sebelumnya menggunakan material ASTM A36 menjadi *ceramic alumina*. Setiap tahapan dalam penelitian ini telah diuraikan dalam alur penelitian, yang berfungsi sebagai pedoman bagi peneliti dalam melakukan modifikasi. Alur penelitian tersebut ditunjukkan pada

Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 2, penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, di mana peneliti melakukan observasi lapangan dan pengamatan terhadap proses yang terjadi. Setelah menemukan masalah, peneliti mengkaji studi literatur ilmiah yang relevan, termasuk jurnal nasional dan internasional, buku, serta literatur ilmiah lainnya. Setelah itu, peneliti melakukan pengumpulan data yang ada di lapangan. Dalam hal ini peneliti membutuhkan data terkait material dalam pembuatan *chute*, baik dari jenis material yang digunakan maupun harga material. Selain itu, pengumpulan data juga berfungsi untuk mempermudah peneliti dalam mengkaji secara efisiensi.

Pada tahap ini, penulis mengumpulkan data–data yang diperlukan dalam penelitian. Data yang

dikumpulkan berupa data primer (hasil kuesioner) dan data sekunder (data–data yang diperoleh dari Departemen *Fixed Plant*). Data yang dikumpulkan antara lain diperoleh dari Kuesioner, akan disebarikan kepada para *decision makers* yang memiliki masa kerja lebih dari 1 tahun dan jabatan kerja berhubungan dengan *Maintenance* di *fixed plant* (*Superintendent Mechanical*, *Supervisor Maintenance Planner*, *Mechanical Supervisor*, dan *Foreman Planner dan Formen electric*). Hal ini dilakukan untuk memberikan pembobotan terhadap kriteria pembandingan secara sederhana untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pengisian.

Selanjutnya, peneliti merancang desain liner chute menggunakan *software SolidWorks*, yang memungkinkan pemodelan desain dalam bentuk 3D maupun 2D dengan karakteristik material yang diinginkan. [7]. Dikembangkan oleh *Dassault Systèmes*, *SolidWorks* memudahkan para insinyur dan desainer untuk membuat, memvisualisasikan, dan menguji desain mereka sebelum diproduksi. Perangkat lunak ini menawarkan berbagai fitur, termasuk pemodelan padat, perakitan, dan analisis simulasi, yang memungkinkan pengguna untuk merancang dengan presisi tinggi dan mengidentifikasi potensi masalah pada tahap awal. *SolidWorks* banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, otomotif, dan kedirgantaraan, untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses desain.

Perancangan desain *liner chute* disesuaikan dengan lebar, panjang *conveyor*, dan jarak tumpuan chute. Setelah desain selesai dirancang, peneliti melakukan modifikasi terhadap *liner chute*. Sebelum modifikasi dilakukan, peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Data terkait bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut.

1. Plat Besi 10 mm
Plat besi 10 mm adalah lembaran atau plat yang terbuat dari besi dengan ketebalan sekitar 10 milimeter [8]. Plat ini juga sering digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, pembuatan mesin, otomotif, dan industri lainnya.
2. Megapoxy
Perekat yang banyak digunakan di industri karena memiliki kemampuan memanggag pada suhu tinggi, sistem epoksi dua komponen dapat disembuhkan pada suhu sekitar dan bahkan nol derajat dengan bantuan katalis dan pengeras. Setelah pengeras ditambahkan ke epoksi, proses kimia pengikatan silang dimulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan dapat

- diformulasikan untuk aplikasi apapun.
3. Kawat Las
Kawat las adalah sebuah material yang digunakan dalam proses pengelasan untuk menghubungkan dua material logam dengan cara melelehkan kawat las bersama-sama dengan permukaan material yang akan disambungkan menggunakan panas tinggi dari busur listrik [9].
 4. Angle Siku
Angle siku atau Angle Bar adalah material dari logam besi yang dibentuk sehingga memiliki siku 90% derajat [10]. Dengan ukuran *angel* siku 4x4 dan panjang 10 m.
 5. Baut M12
Baut M12 adalah jenis baut standar yang memiliki diameter nominal 12 mm. Istilah "M" dalam "baut M12" menunjukkan bahwa baut tersebut adalah baut metrik, yang berarti ukurannya diukur dalam sistem metrik [11]. Baut M12 umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan mekanis di mana kekuatan dan keandalan diperlukan. Baut M12 biasanya tersedia dalam berbagai panjang dan material, seperti baja karbon, baja paduan, dan stainless steel, sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi.

Untuk menentukan material yang sesuai yang dapat digunakan dalam proses pembuatan *chute*, pengumpulan data sekunder dan referensi karya ilmiah dilakukan. Dengan melakukan kajian serta informasi dari sumber-sumber tersebut, termasuk data teknis tentang sifat-sifat material yang berbeda serta rekomendasi dari penelitian terdahulu, peneliti dapat mengidentifikasi material yang paling cocok untuk aplikasi pembuatan *chute* tersebut. Material yang digunakan sendiri material yang sudah tersedia di *warehouse port area*. Dalam menentukan material yang akan digunakan penulis menggunakan metode *analysis hierarchy process*, metode ini digunakan untuk mengambil keputusan dengan menentukan kriteria yang relevan. Berikut adalah Kriteria untuk menentukan material dalam *liner chute* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria material dalam *liner chute*

| Kriteria | Deskripsi |
|------------------|---|
| Kekerasan | Kekerasan merupakan salah satu indikator utama ketahanan aus. Pilih material dengan kekerasan yang sesuai dengan aplikasi |

spesifik untuk memastikan daya tahan terhadap deformasi dan abrasi

Tabel 2. Lanjutan

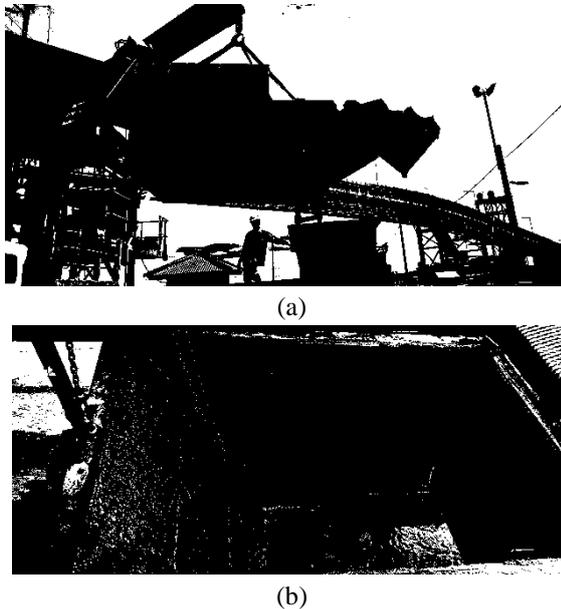
| Kriteria | Deskripsi |
|--|--|
| kekuatan dan ketangguhan | Kombinasi kekuatan tarik dan ketangguhan memberikan gambaran tentang kemampuan material menahan beban dan absorpsi energi tanpa retak atau patah. Kekuatan yang tinggi mengurangi keausan mekanis, sedangkan ketangguhan membantu dalam penyerapan benturan. |
| Microstruktur & komposisi kimia | Struktur mikro dan komposisi kimia yang sesuai dapat meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan korosi. Fokus pada ukuran butir, fase material, dan elemen paduan yang meningkatkan kekerasan dan ketahanan terhadap korosi |
| Thermal and Corrosion Resistance | Stabilitas termal memastikan material tetap kuat pada suhu tinggi. Ketahanan korosi mencegah degradasi material dalam lingkungan korosif, memperpanjang umur pakai. |
| Koefisien Gesekan dan Sifat Tribologi | Material dengan koefisien gesekan rendah mengurangi keausan akibat gesekan. Sifat tribologi seperti kemampuan pelumasan alami dan pembentukan lapisan pelindung selama operasi juga penting. |
| Biaya | biaya material dan proses instalasi dan juga pemeliharaan |

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa kriteria material yang dibutuhkan adalah memiliki spesifikasi sesuai penggunaan. Dikarenakan *liner chute* perkenaan dengan batu bara, maka dibutuhkan dinding *chute* yang mempunyai karakteristik *hardeness*. Maka dari itu diperlukan pengujian desain dalam hal pembebanan untuk mengetahui kekuatan rangka *chute*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Chute Sebelum Dimodifikasi

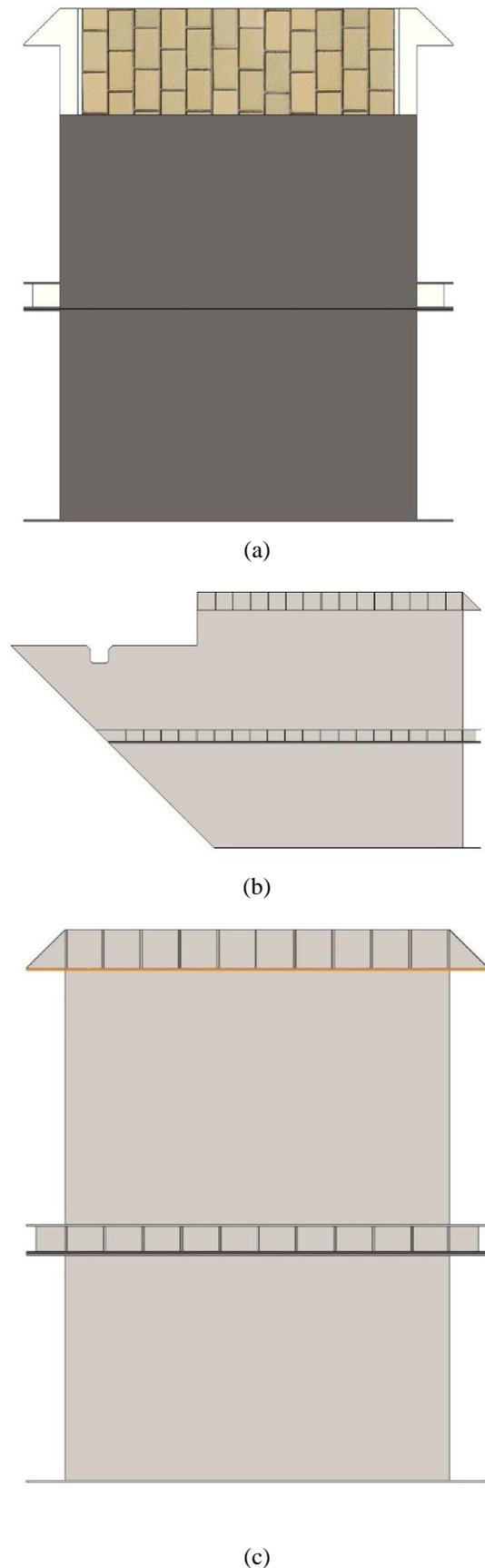
Chute pada proses *overland conveyor* sebelumnya sering terjadi kerusakan pada *liner*, *liner* mengalami keausan akibat dari gesekan batubara yang terus-menerus mengantam *liner*. Adapun *chute* sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

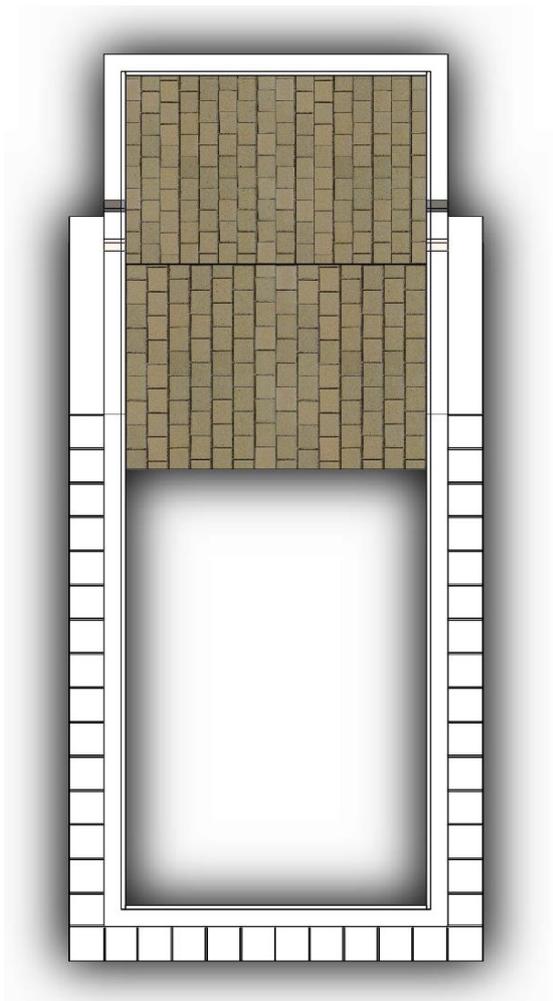


Gambar 3. *Chute* Sebelum dilakukan modifikasi (a) Tampak samping dan (b) Tampak bagian dalam
Gambar tersebut merupakan gambaran *chute* sebelum dilakukan modifikasi dengan *ceramic alumina*. Pada Gambar 3b, diketahui bahwa terdapat kerak dan lubang pada *chute* yang mengakibatkan terganggunya proses produksi.

B. Gambaran Modifikasi *Liner Chute*

Modifikasi *chute* pada *liner* dilakukan untuk menaikkan *life time liner* agar kerusakan *liner* terjadi dalam waktu yang lama. *Life time* yang lama akan mengurangi pekerjaan dan tidak menghambat proses produksi batubara. Dalam proses penulisan, hal pertama yang dilakukan penulis adalah observasi lapangan untuk melihat seberapa kerusakan yang terjadi. Selanjutnya adalah tahap mengidentifikasi masalah yang terjadi di lapangan, masalah terjadi akibat gesekan batubara yang tajam dan kekuatan hantaman. Kecepatan *conveyor* memiliki kecepatan 3,2 m/s lalu menghantam dinding *chute* secara terus-menerus mengakibatkan *liner chute* menjadi bolong. Adapun desain *liner chute* pada *software solidwork* dapat dilihat pada Gambar 4.



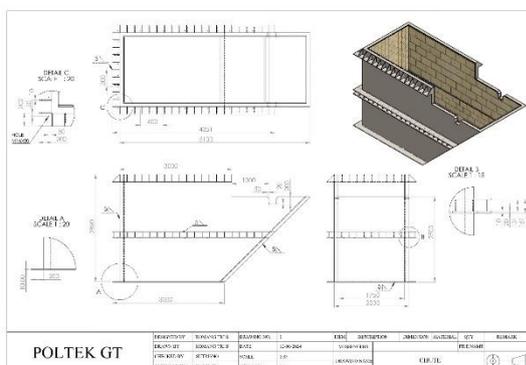


(d)

Gambar 4. Desain Modifikasi Chute (a) Tampak Depan, (b) Tampak Kanan, (c) Tampak Belakang, dan (d) Tampak Atas

Berdasarkan Gambar 4, dapat diketahui bahwa nilai desain modifikasi memiliki dimensi dan bentuk yang sama dengan chute sebelum dilakukan modifikasi.

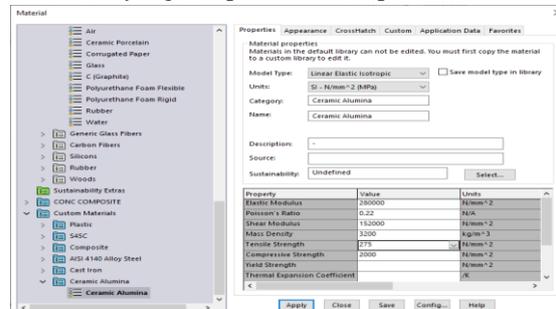
Adapun desain chute secara keseluruhan dapat



Gambar 5. Desain Chute Beserta Dimensi

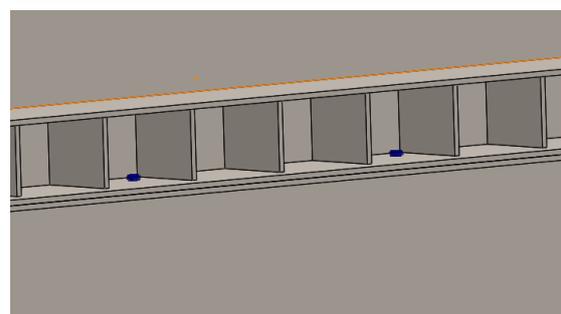
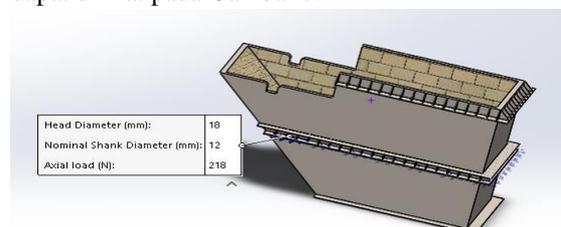
C. Simulasi Pembebanan Chute

Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan keramik pada bagian dalam chute yang terkena benturan batu bara. Keramik yang digunakan adalah jenis alumina dengan spesifikasi atau sifat material yang dapat dilihat pada Gambar 6.



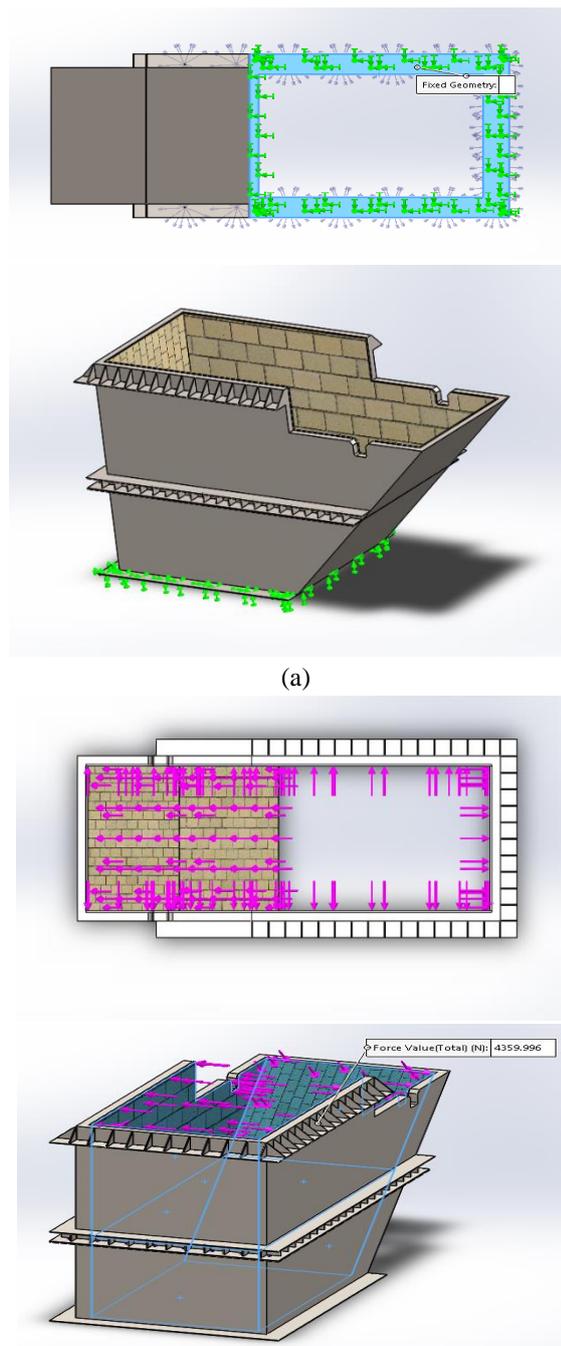
Gambar 6. Material Properties Ceramic Alumina

Sifat material berdasarkan Gambar 6 digunakan sebagai acuan dalam perhitungan beban pada keramik chute. Simulasi pembebanan ini dilakukan menggunakan software SolidWorks, yang menghasilkan nilai stres atau tegangan pada keramik. Sebelum memperoleh hasil simulasi, penulis menetapkan beberapa parameter simulasi sesuai dengan kondisi aktual, seperti connections, fixtures, external load, dan meshing. Penentuan connection dapat dilihat pada Gambar 7.



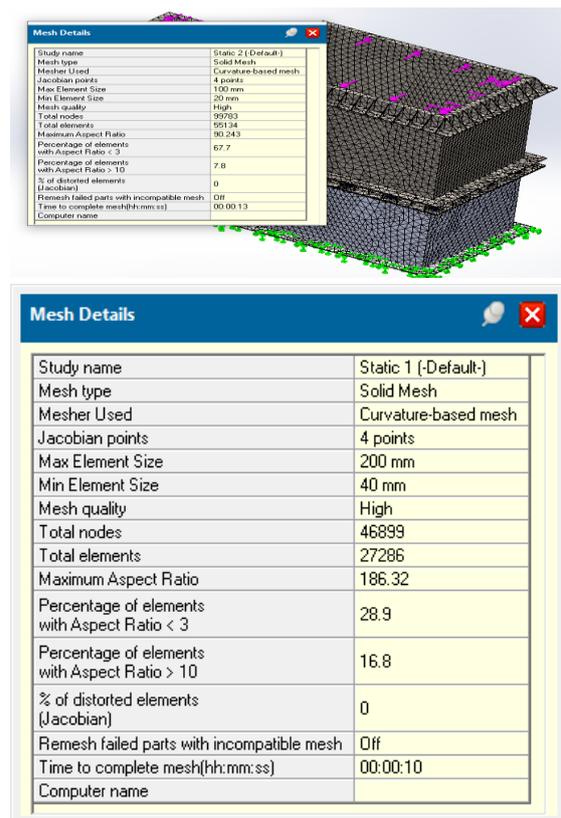
Gambar 7. Connections

Berdasarkan gambar, dapat diketahui bahwa desain menggunakan fitur bolt atau baut, dengan tipe baut M12 sebanyak 20 pcs. Selanjutnya, penulis menentukan fixture (tumpuan) dan external load (beban) pada desain. Detail tentang fixture dan external load yang diterapkan dapat dilihat pada Gambar 8.



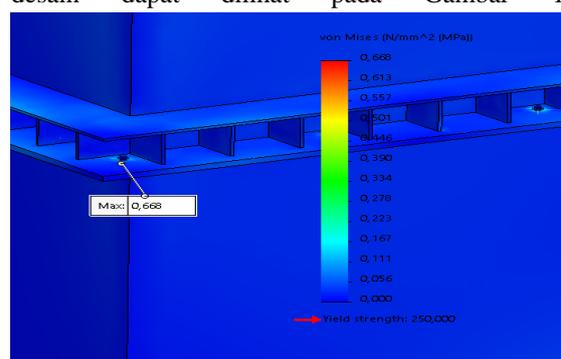
Gambar 8. (a) *Fixture* dan (b) *External Load*

Berdasarkan Gambar 8, dapat diketahui bahwa *fixture* atau tumpuan pada desain terletak di bagian alas. Selain itu, beban yang diterapkan pada desain berada di bagian dalam *chute*, dengan nilai beban yang berasal dari batu bara sebesar 4359,9910 N. Selanjutnya, penulis menentukan parameter meshing pada desain. Detail *meshing* yang diterapkan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Meshing Details*

Berdasarkan Gambar 9, dapat diketahui bahwa jenis meshing yang digunakan merupakan high mesh. Selain itu, penentuan parameter meshing menghasilkan node sebanyak 99783 dan elemen 55134. Setelah menentukan semua parameter, simulasi statik dapat dilakukan *run study* yang mana menghasilkan nilai *stress* atau *von mises*. Adapun nilai *stress* atau *von mises* dari simulasi Pembebanan desain dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Nilai *Stress* Simulasi

Berdasarkan Gambar, dihasilkan nilai stress atau tegangan pada desain sebesar 0,10108 N/mm² dan nilai tertinggi stress terjadi pada daerah di sekitar dari baut M12. Nilai stress yang dihasilkan kurang dari nilai *yield strength* atau batas luluh dari material ASTM A310. Dengan demikian, dengan desain *chute* terutama area pengelasan dan sambungan baut aman

dari kerusakan atau *deformation* yang terjadi karena Pembebanan oleh batu bara.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa modifikasi dinding *liner chute* menggunakan material *ceramic alumina* yang mana sebelumnya adalah ASTM A36 *Steel*. Perancangan desain menggunakan *software solidwork* yang mana menghasilkan desain yang memiliki bentuk dan dimensi sesuai dengan konsep peneliti. Desain tersebut dilakukan analisis pembebanan untuk mengetahui kekuatan rangka apabila dilakukan pembebanan secara statis. Analisis pembebanan menghasilkan nilai stress atau tegangan pada desain sebesar 0,10108 N/mm² dan nilai tertinggi stress terjadi pada daerah di sekitar dari baut M12. Nilai stress yang dihasilkan kurang dari nilai *yield strength* atau batas luluh dari material ASTM A310. Dengan demikian, dengan desain *chute* aman dari kerusakan atau *deformation* yang terjadi karena Pembebanan oleh batu bara.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Drastiawati, R. Handiwi, J. D. Priambodo, dan Warju, "Proses Normalisasi Axial Load Kiln dan Maintenance Drag Bucket (Pan Conveyor) Untuk Menjamin Kesiapan Operasional Peralatan Produksi Semen," *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 3, no. 1, hlm. 2623–2464, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet>
- A. Muhazir, Z. Sinaga, dan R. D. Setyadi, "Perencanaan Perawatan Mesin Building Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Jurnal Optimalisasi*, vol. 10, no. 1, hlm. 120–131, Apr 2024.
- A. Santoso, A. R. Marzuki, dan Y. Afrida, "Analisis Keandalan Kinerja Magnet Separator Terhadap Material Logam yang Bersifat Feromagnetik di PT. Bukit Asam Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro UML (JITRO-UML)*, vol. 5, no. 1, hlm. 34–40, 2022.
- F. Saputra, S. Tjahyono, dan E. A. Wahid, "Modifikasi Chute dan Skirt Board di L21-BC 3 Untuk Mengurangi Dust Spillage dan Potensi Belt Sobek," dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 2022, hlm. 1212–1222. [Daring]. Tersedia pada: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- I. Putri, S. Ningrum, D. Anggara, dan R. E. Prastyawan, "Analisis Hardfacing HV 800 Sebagai Pengganti CTC 6000 Pada Discharge Chute Dump Hopper," dalam *Proceeding 1Conference on Welding Engineering and it's Application*, Jakarta: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2023, hlm. 1–5.
- E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, dan E. A. Pane, "Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, hlm. 299–306, Des 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- A. Muchlis dan A. R. Harfit, "Kekuatan Statik Rangka Mesin Alat Penyortir Barang Menggunakan Software Solidworks," *Venus*, vol. 2, no. 4, hlm. 221–231, 2024, doi: 10.61132/venus.v2i4.413.
- N. Hidayat, I. H. Santi, dan H. Yuana, "Rancang Bangun Prototipe Robot Pembuat Hanger Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 7, no. 5, hlm. 3516–3521, 2023.
- Sentana, D. Lazuardi, M. J. Maulidio, dan M. R. Hermawan, "Kaji Eksperimen Manik Las Hasil Proses Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) menggunakan Kawat Las ER 5356 untuk Manufaktur Aditif," *Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 13, no. 3, hlm. 195–200, 2023.
- B. Saputra, A. J. Kastuarie, dan A. Saputra, "Rancang Bangun Mesin Penggiling Padi," Tugas Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2020.
- Prima, "Rancang Bangun Mesin Pencuci Jahe Dengan Sistem Rotary Horizontal Kapasitas 20 Kg," Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Bukittinggi, 2023.