

# Analisa Pengaruh Desain *Gritcone* terhadap Pola Patahan *Gritcone* pada *Vertical Roller Mill* dengan simulasi *Explicit Dynamic* (LS-DYNA)

Andika Rizaldy, Mas Irfan P. Hidayat, dan Rochman Rochiem

Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: andika.rizaldy@gmail.com

**Abstrak**--- *Polysius Vertical Roller Mill* adalah coal mill yang digunakan PT Holcim Indonesia untuk menggiling batubara bituminous untuk bahan bakar rotary kiln. Dalam pengoperasiannya, salah satu komponen dari *Vertical Roller Mill* mengalami kegagalan aus yaitu *gritcone*. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa persebaran ketebalan dari komponen *gritcone* dengan disimulasikan secara dinamis eksplisit dan berdasarkan kondisi operasional. Ketebalan dinding dipetakan karena permukaan yang terkena abrasi terdapat patahan mikro di permukaannya. Penelitian dilakukan dengan variasi ketebalan 0.01 m, dan 0.02 m serta variasi desain *gritcone* dengan radius bawah sebesar 0.165 m, 0.215 m, 0.265 m, 0.315 m, dan 0.365 m. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan ketebalan paling besar terjadi pada desain *gritcone* dengan radius 0.165 m dengan ketebalan 0.01 m dan 0.02 m, dengan pengurangan sebesar  $1.423 \times 10^{-5}$  m dan  $2.45 \times 10^{-5}$  m.

**Kata Kunci**: Analisa dinamis eksplisit, *Vertical Roller Mill*, aus, ketebalan, *gritcone*.

## I. PENDAHULUAN

PT Holcim Indonesia Tbk. merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang material bangunan dengan salah satu produknya yaitu semen. PT Holcim Indonesia Tbk. mempunyai 4 plant yang tersebar di wilayah Indonesia. Plant tersebut berada di Lhoknga – Aceh, Narogong – Jawa Barat, Cilacap – Jawa Tengah, dan Tuban – Jawa Timur. Keempat plant ini memproduksi total sekitar 15 juta ton semen per tahun. Kegiatan produksi PT Holcim Indonesia ditunjang dengan fasilitas penggilingan semen dan terminal distribusi hingga ke Sumatra dan Kalimantan.

PT Holcim Indonesia – Tuban Plant memproduksi semen dalam 3 tahapan yaitu *raw material extraction*, *blending and clinkerisation*, dan *grinding and distribution*. *Raw material extraction* adalah proses dimana limestone dan tanah liat diekstraksi menggunakan metode *drilling* dan *blasting*. Pada tahap *blending and clinkerisation*, bahan mentah diproses dalam *rotary kiln* yang beroperasi menggunakan batu bara sebagai bahan bakarnya. Batu bara yang akan menjadi bahan bakar untuk *kiln* diproses dengan menggunakan *vertical roller mill*. PT Holcim Indonesia Tuban Plant mempunyai 2 *vertical roller mill* yang terletak di Plant Tuban 1 dan Plant Tuban 2. Pada alat *vertical roller mill* terjadi kegagalan berupa patahan yang terjadi di komponen *gritcone*. Melihat terjadi kegagalan yang berulang pada komponen *gritcone* maka dibutuhkan

evaluasi pada desain *gritcone* agar kerusakan dapat diatasi dan dicegah di kemudian hari.

Guna mendapatkan hasil penelitian yang baik untuk mengetahui efektifitas pada desain lama maupun baru, dapat dilakukan pemodelan distribusi tegangan pada *gritcone* tersebut. Beberapa dekade belakangan ini, telah banyak dilakukan eksperimen dan pemodelan dengan menggunakan konsep *Explicit Dynamic (LS-Dyna)* yang bertujuan untuk mengamati interaksi antara partikel batubara dengan permukaan *gritcone* dan distribusi tegangan pada komponen *gritcone*. Metode pemodelan secara numerik ini banyak dilakukan karena dapat menjadi bahan evaluasi yang efektif dan efisien dalam penelitian.

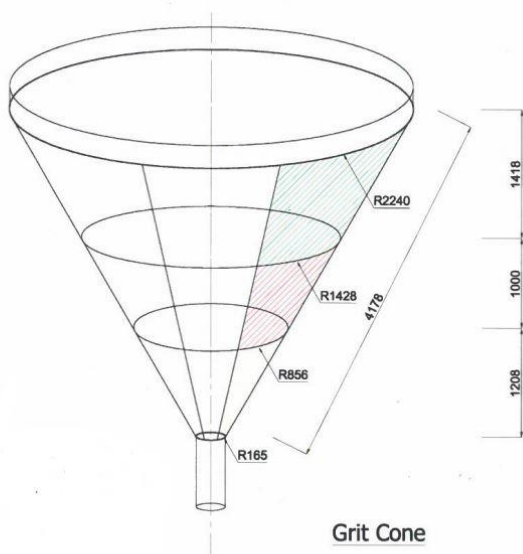
Salah satu software yang menggunakan prinsip metode elemen hingga adalah ANSYS. Penggunaan simulasi dengan software ANSYS dilakukan karena lebih efisien waktu dan harga. Dalam penelitian ini akan di lakukan analisis distribusi ketebalan pada desain lama dan desain baru *gritcone vertical roller mill* dengan menggunakan software ANSYS/Mechanical APDL Ver 17.1 untuk memperoleh desain yang paling optimal

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini komponen *gritcone* yang material penyusunnya adalah Thyssenkrupp XAR® 400. Dengan ukuran geometri seperti Gambar 1 *mechanical properties* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.  
*Mechanical Properties Thyssenkrupp XAR® 400 [1]*

Sifat mekanik	XAR® 400
Kekuatan luluh (MPa)	1000
Kekuatan tarik (Mpa)	1250
Elongasi saat patah	10 %
Energi impak (J)	27
Kekerasan (Brinell)	400±30



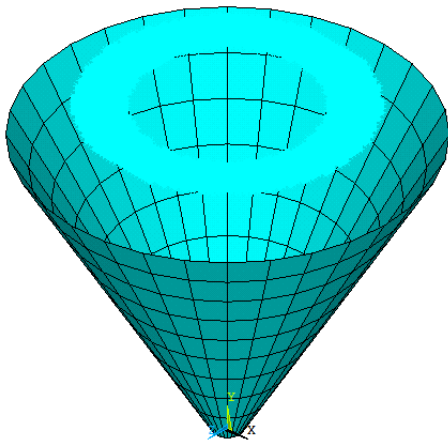
Gambar 1. Ukuran Geometri Gritcone

A. Pemodelan Gritcone

Dalam melakukan pemodelan *gritcone vertical roller mill*, langkah pertama yang dilakukan, menentukan *Preferences*, dengan memiliki pilihan *Structural* dan *LS-Dyna*. Tipe elemen yang akan digunakan pada simulasi pembebanan termal ini, yaitu menggunakan *Shell 163* dan *Mass 166*.

B. Meshing

Melakukan pembagian benda menjadi elemen – elemen yang lebih kecil yang nantinya akan dilakukan pemodelan simulasi distribusi perpindahan panas. *Meshing* yang digunakan adalah *meshing area* dengan ukuran 0.05, dan metode *free* dengan elemen *quadritical* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Geometri Gritcone Setelah Dilakukan Meshing

C. Pemodelan Boundary Condition

Pada penelitian ini dilakukan analisis distribusi tegangan pada masing-masing desain sehingga pada akhir penelitian

dapat dilihat nilai tegangan terendah dan tertinggi dari desain tersebut dan juga dapat diketahui titik-titik kritis dari komponen tersebut. Desain yang di analisis adalah sebagai berikut:

1. Desain asli, yaitu desain dengan geometri yang sama dengan geometri yang telah ada tanpa dilakukan modifikasi
2. Desain dengan modifikasi kemiringan dinding grit cone yaitu pada daerah yang mengalami kerusakan kemiringan dinding *gritcone* diperkecil dengan demikian diharapkan konsentrasi tegangan pada dinding *grit cone* akan lebih kecil dibandingkan dengan desain asli *grit cone*

Secara garis besar rancangan penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Case	Ukuran Partikel (µm)	Gritcone		Ketebalan (m)
		Atas (m)	Bawah (m)	
1	100	2.24	0.165	0.01
2	100	2.24	0.215	0.01
3	100	2.24	0.265	0.01
4	100	2.24	0.315	0.01
5	100	2.24	0.365	0.01
6	100	2.24	0.165	0.02
7	100	2.24	0.215	0.02
8	100	2.24	0.265	0.02
9	100	2.24	0.315	0.02
10	100	2.24	0.365	0.02

D. Parameter Penelitian

Tabel 3 menunjukkan pembebanan termal yang diberikan pada simulasi *high pressure economizer*:

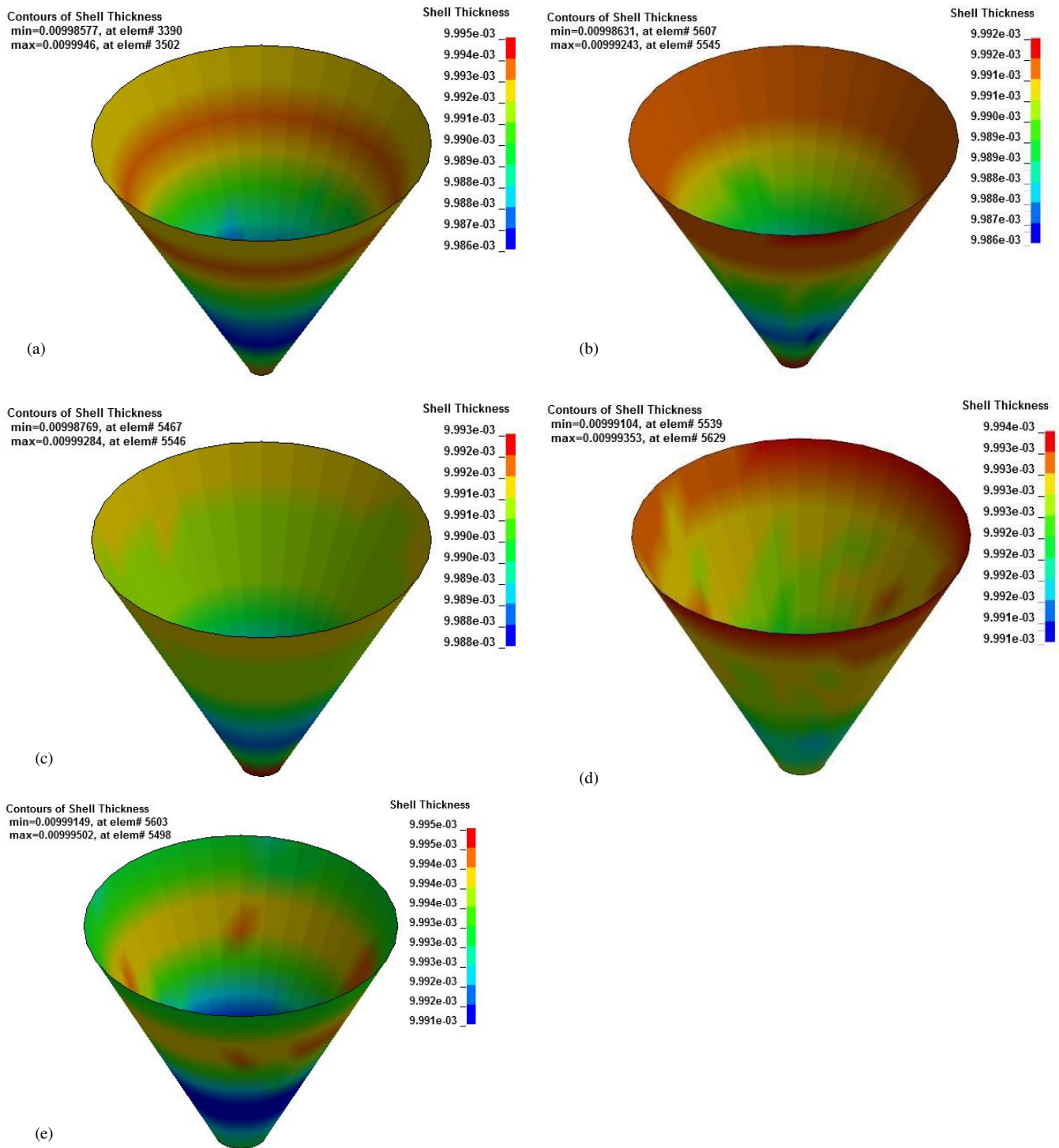
Tabel 3. Parameter penelitian

Parameter	Value	
Initial velocity on nodes (m/s <sup>2</sup> )	Vx	0
	Vy	0
	Vz	0
Acceleration on nodes (m/s <sup>2</sup> )	9.81	
Termination time (s)	2	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Geometri dengan ketebalan 0.01 m

Dari simulasi yang telah dilakukan, untuk geometri dengan ketebalan 0.01 m pada dinding *gritcone* diperoleh distribusi ketebalan yang dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 3 menunjukkan distribusi ketebalan dinding *gritcone* setelah disimulasikan. Pada desain *gritcone* dengan radius bawah sebesar 0.165 m, didapat area pada dinding *gritcone* yang memiliki ketebalan paling rendah dibandingkan dengan area lainnya yaitu sebesar 0.00998577 m. Pada desain *gritcone* dengan radius bawah 0.215 m, ketebalan minimal adalah 0.00998631 m. Desain *gritcone* dengan radius bawah 0.265 m, ketebalan minimal adalah sebesar 0.00998769 m. Desain *gritcone* dengan radius bawah 0.315 memiliki ketebalan

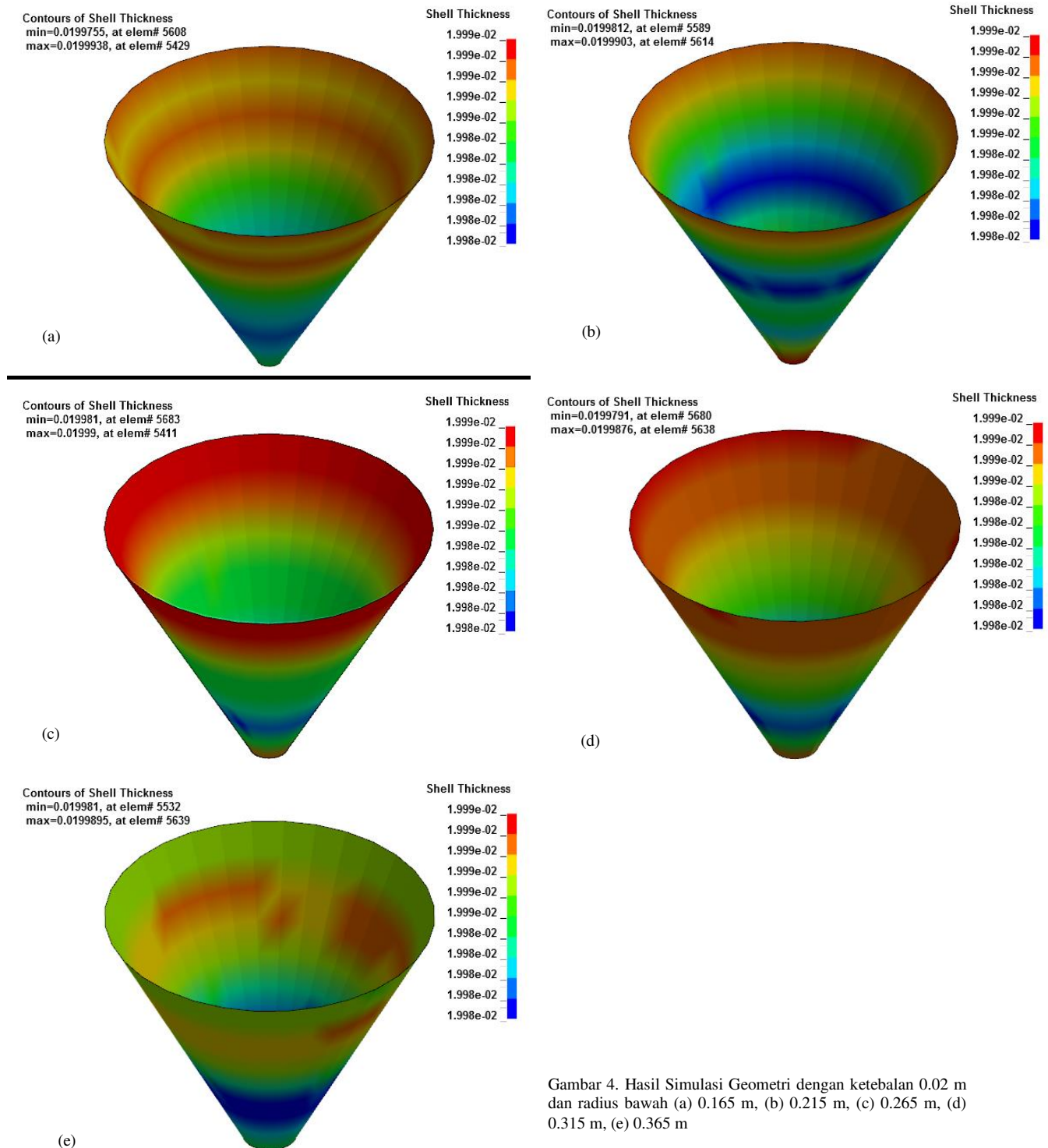
Gambar 3. Hasil Simulasi Geometri dengan ketebalan 0.01 m dan radius bawah (a) 0.165 m, (b) 0.215 m, (c) 0.265 m, (d) 0.315 m, (e) 0.365 m

sebesar 0.00999104 m. Desain *gritcone* yang memiliki radius bawah paling besar, 0.365 m, memiliki ketebalan minimal sebesar 0.00999149 m. Hasil menunjukkan tren menurunnya penipisan yang terjadi pada dinding seiring bertambahnya radius bawah dari *gritcone*. Hal ini disebabkan semakin besar radius bawah *gritcone*, semakin besar sudut impact antara

batubara dengan gritcone yang menyebabkan penipisan semakin berkurang [2].

**B. Desain Geometri dengan ketebalan 0.02 m**

Dari simulasi yang telah dilakukan, untuk geometri dengan ketebalan 0.01 m pada dinding *gritcone* diperoleh distribusi ketebalan yang dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Hasil Simulasi Geometri dengan ketebalan 0.02 m dan radius bawah (a) 0.165 m, (b) 0.215 m, (c) 0.265 m, (d) 0.315 m, (e) 0.365 m

Gambar 4 menunjukkan distribusi ketebalan dinding *gritcone* setelah disimulasikan. Pada desain *gritcone* dengan radius

bawah sebesar 0.165 m, didapat area pada dinding *gritcone* yang memiliki ketebalan paling rendah dibandingkan dengan

area lainnya yaitu sebesar 0.0199755 m. Pada desain *gritcone* dengan radius bawah 0.215 m, ketebalan minimal adalah 0.0199812 m. Desain *gritcone* dengan radius bawah 0.265 m, ketebalan minimal adalah sebesar 0.019981 m. Desain *gritcone* dengan radius bawah 0.315 memiliki ketebalan sebesar 0.0199791 m. Desain *gritcone* yang memiliki radius bawah paling besar, 0.365 m, memiliki ketebalan minimal sebesar 0.019981 m. Hasil menunjukkan tren menurunnya penipisan yang terjadi pada dinding seiring bertambahnya radius bawah dari *gritcone*. Hal ini disebabkan semakin besar radius bawah *gritcone*, semakin besar sudut impak antara batubara dengan *gritcone* yang menyebabkan penipisan semakin berkurang [2].

Simulasi dilakukan dengan melakukan pembebanan berupa akselerasi tanpa rotasi pada node. Akselerasi tersebut akan membuat partikel mengalami pertambahan kecepatan hingga akhirnya bersentuhan dengan dinding *gritcone* dan menyebabkan abrasi.

Dari hasil simulasi ditemukan adanya area yang memiliki ketebalan dinding *gritcone* yang lebih rendah dibandingkan bagian lainnya. Bagian yang mengalami aus mengalami *crack* pada permukaannya karena proses abrasi dari partikel [3].

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa data yang dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Radius bawah *gritcone* berpengaruh terhadap distribusi ketebalan dinding *gritcone*. Pada simulasi dengan ketebalan dinding *gritcone* 0.01 m, ketebalan minimal dinding *gritcone* terdapat pada *gritcone* dengan radius bawah 0.165 m, dengan ketebalan minimal 0.00998577 m dan ketebalan maksimal 0.0099946 m, dengan pengurangan ketebalan sebesar  $1.423 \times 10^{-5}$  m. Ketebalan maksimal dinding *gritcone* terdapat pada *gritcone* dengan radius bawah 0.365 m, dengan ketebalan minimal 0.00999149 m dan ketebalan maksimal 0.00999502 m, dengan pengurangan ketebalan sebesar  $8.51 \times 10^{-6}$  m.
2. Pada simulasi dengan ketebalan dinding *gritcone* 0.02 m, ketebalan minimal dinding *gritcone* terdapat pada *gritcone* dengan radius 0.165 m, dengan ketebalan minimal 0.0199755 m dan ketebalan maksimal 0.0199938 m, dengan pengurangan ketebalan sebesar  $2.45 \times 10^{-5}$  m. Ketebalan maksimal dinding *gritcone* terdapat pada *gritcone* dengan radius bawah 0.365 m, dengan ketebalan minimal 0.019981 m dan ketebalan maksimal 0.0199895 m, dengan pengurangan ketebalan sebesar  $1.9 \times 10^{-5}$  m.
3. Desain *gritcone* alternatif yang optimal adalah *gritcone* yang mengalami pengurangan ketebalan dinding *gritcone* paling kecil, yaitu dengan radius bawah 0.365 m dengan ketebalan 0.01 m dan dengan radius bawah 0.365 m dengan ketebalan 0.02 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Thyssenkrupp Steel Europe. (2014). XAR@ 400 Datasheet. Germany.
- [2] Ratia, V . (2015). Behavior of Martensitic Steels in Abrasion and Impact Wear Testing Conditions. Finlandia : Tampere University of Technology
- [3] Gaulco, Agustin. (2016). Study of Abrasive Wear Resistance of Fe-based Nanostructured Hardfacing. Argentina : National University of Lamos de Zamora