

Analisa Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Patahan Gritcone pada Vertical Roller Mill Dengan Simulasi *Explicit Dynamic (Ls-Dyna)*

Muhammad Arsyad Putra P, Mas Irfan P Hiadyat dan Rochman Rochiem
Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

Absrak — *Polysius vertical roller mill (Polysius VRM)* adalah alat penggiling yang digunakan di PT Holcim Indonesia Tuban Plant untuk menggiling batu bara yang digunakan sebagai bahan bakar kiln pada tahap produksi semen. Pada pengoperasiannya sering terjadi kegagalan pada bagian Gritcone. Komponen ini mengarahkan batu bara yang ukurannya tidak sesuai lolos penyaringan oleh separator kembali ke grinding table untuk digiling kembali. Dengan menggunakan simulasi *Explicit Dynamic Ls-Dyna* melalui software ANSYS dapat diketahui ketebalan Gritcone setelah satu siklus. Pada simulasi kali ini diperoleh ketebalan gritcone setelah satu kali siklus dengan hasil sebagai Ketebalan gritcone minimum pada Persebaran 75 % dan 100 % adalah 0.00998403 m dan 0.00999324 m. Ketebalan gritcone maksimum pada Persebaran 75 % dan 100 % adalah 0.00998715 m dan 0.0099775 m.

Kata kunci : Desain, *Grit Cone*, Batu Bara, *Polysius Vertical Roller Mill*, Holcim, *Explicit Dynamic Ls Dyna*, ANSYS

I. PENDAHULUAN

Vertical Roller Mill memiliki banyak bentuk yang berbeda, tetapi bekerja pada prinsip sama. Semua jenis Vertical Roller Mill memiliki bentuk yang sama yaitu dengan adanya roller dan roller yang bergerak sepanjang jalur dari lingkaran oleh rol penggilingan dalam bentuk tekanan vertikal sehingga menghasilkan kompresi yang bertujuan untuk menghancurkan material benda tersebut. Pada Holcim Indonesia alat yang digunakan untuk menghasilkan batu bara yang sesuai maka digunakan Vertical Roller Mill.

PT Holcim Indonesia yang berada di tuban memiliki 2 buah Vertical Roller Mill yang terus beroperasi. Pada pengoprasiannya Vertical Roller mill sering terjadi kerusakan maka dari itu diperlukan permodelan untuk menganalisa kerusakan. pemodelan secara numerik ini banyak dilakukan karena dapat menjadi kerusakan pada bagian gritcone. dan dari pihak holcimpun sudah berusaha untuk melakukan maintenance pada Gritcone, namun hasil yang diperoleh belum memuaskan. Maka dari itu diperlukan evaluasi pada ukuran partikel coal mill.

Agar mendapatkan hasil penelitian yang baik maka digunakan pemodelan dengan menggunakan konsep *Explicit Dynamic LS-Dyna* yang bertujuan untuk mengamati aliran

fluida Batu Bara pada Vertical Roller Mill. Metode bahan evaluasi yang efektif dan efisien dalam penelitian.

Salah satu software yang menggunakan prinsip *Explicit Dynamic LS-Dyna* adalah ANSYS. Penggunaan simulasi dengan software ANSYS dilakukan karena lebih efisien waktu dan harga. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis aliran fluida pada Vertical Roller Mill dengan Pengaruh pada ukuran partikel Coal dengan menggunakan software ANSYS/Mechanical APDL Ver 17.1 untuk memperoleh desain yang paling optimal.

II. METODE PENELITIAN

A. Spesifikasi Material

Material Gritcone yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah berjenis wear plate. Dalam penelitian kali ini untuk sifat mekanik dari Gritcone disajikan pada Tabel dibawah ini:

Tabel 1
Sifat Mekanik Gritcone

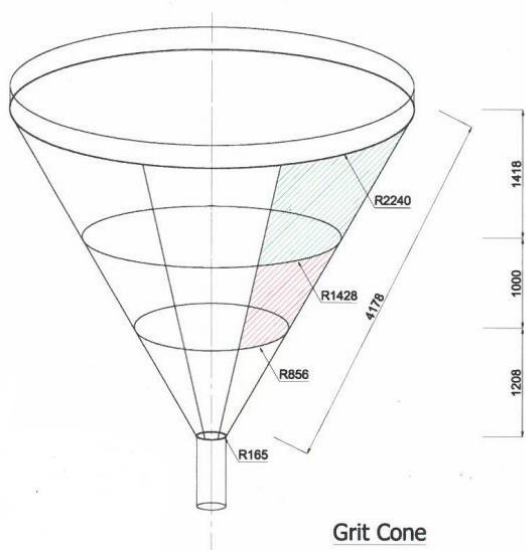
Sifat Mekanik	Nilai
Density	7860
Kekuatan Tarik	2000 Mpa
Poisson's ratio	0.3

Batu bara yang digunakan dalam penelitian adalah jenis Bituminous. Untuk sifat mekanik^[1] dari batu bara yang digunakan disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2
Sifat Mekanik dari Batu bara

Sifat mekanik	Bituminous
Kekuatan tarik (Mpa)	1641
Poisson's ratio	0.35
Kekerasan (Vickers)	10 – 70

Tabel 1 dan tabel 2 menunjukkan sifat mekanik gritcone. Untuk dimensi dari Gritcone pada material ini disajikan pada gambar dibawah ini:

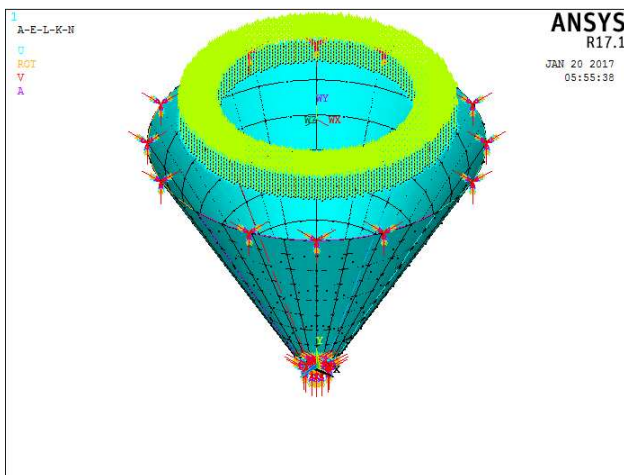


Grit Cone

Gambar 1 Desain Gritcone

B. Pemodelan

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan PC Inter Pentium (R) 2030 Dual CPU 3.00 Ghz, RAM 8 Giga dengan perangkat lunak *Ansys Mechanical APDL Release 17.1* sementara elemen yang digunakan adalah Shel 163 untuk Gritcone dan Mass 166 untuk material batu bara.



Gambar 2 Hasil pemodelan

Gambar 2 menunjukkan pemodelan pada material. Pemberian beban berupa *displacement* (panah warna merah) tepat ditengah pada material komposit, sementara di bagian ujung diberikan *constraint*, *initial crack* diletakan ditengah dan ditunjukkan dengan warna putih.

C. Parameter Penelitian

Untuk mengatahui seberapa besar pengaruh ukuran partikel terhadap patahan Gritcone ini , maka diberikan parameter penelitian yang dijelaskan didalam tabel yang ada dibawah ini

Parameter Penelitian

Dalam Penelitian kali ini dilakukan dalam 2 persebaran

Case	Ukuran Partikel	Persebaran Partikel	Jumlah Partikel
1	100 μm	75%	1980
2	120 μm	75%	1980
3	150 μm	75%	1980
4	100 μm	100%	1980
5	120 μm	100%	1980
6	150 μm	100%	1980

material 75 % dan 100% .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

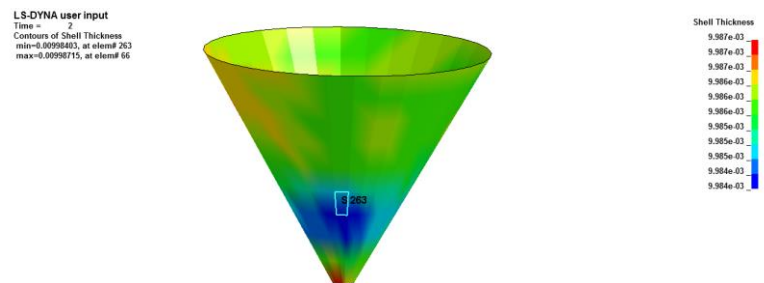
Dalam Penelitian kali ini . Dengan Menggunakan Variabel bebas ukuran Partikel yaitu sebesar 100 μm dan 120 μm . Dan Dikarenakan Elemen Type yang digunakan Mass 166 maka ukuran dari partike tersebut perlu dikonversi ke Massa dengan cara Mengalikan

Volume Partikel tersebut dengan Massa Jenis Batu bara yaitu 833 Kg/m^3 . Dan Untuk Bentuk dari Partikel tersebut dianggap Berbentuk Bola . Sehingga diperoleh Massa Batu Bara pada beberapa Ukuran Partikel.

A. Persebaran Partikel 75 %

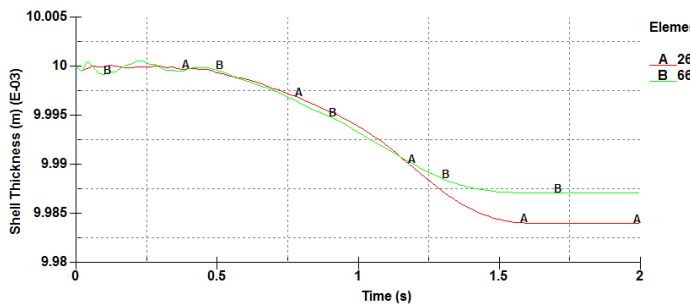
Pada Eksperimen kali ini , Melakukan Simulasi pada 2 kondisi yaitu pada kondisi persebaran Material 75% dan 100 % . Untuk hasil-hasil yang ada dibawah dissolve dengan menggunakan Software Ansys 17.1 dan untuk hasilnya dilihat dengan menggunakan Software LS Prepost .

- Ukuran partikel 100 μm



Gambar 3 Ketebalan Gritcone pada persebaran Material 75%, pada ukuran partikel 100 μm

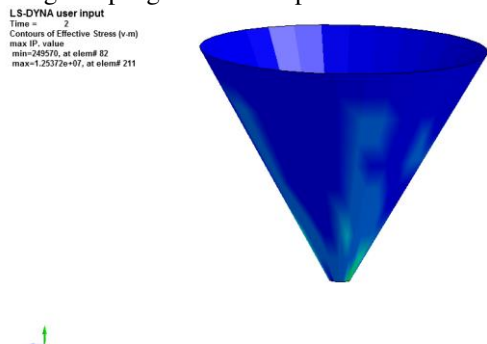
Pada Gambar 4.1 menunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut.dan ketebalan minimum adalah 0.00998403 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00998715 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut



Gambar 4 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 4 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.5 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 263 Dan letak Elemen tersebut berada pada ketinggian 0.8 – 1 m dari dasar Gritcone.

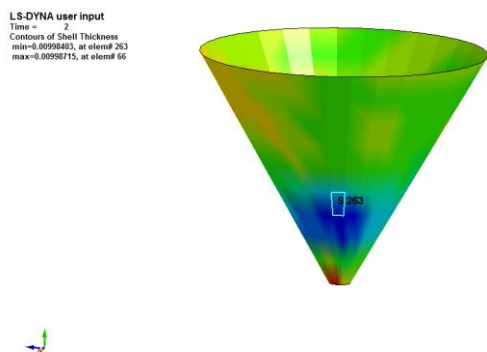
Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Mises sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.



Gambar 5 Von Mises Pada Gritcone untuk spesimen 1

Pada Gambar 5 menunjukkan Distrbusi tegangan Von Mises dari Gritcone .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 211 berada di ketinggian 3 - 3.2 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 12537200 Pa.

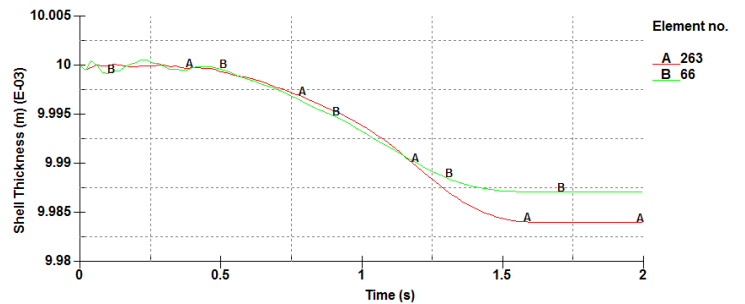
- Ukuran partikel 120µm



Gambar 6 Ketebalan Gritcone pada persebaran Material 75%, pada ukuran partikel 120 µm

Pada Gambar 6 memunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut.dan ketebalan minimum adalah 0.00998403 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00998715 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat

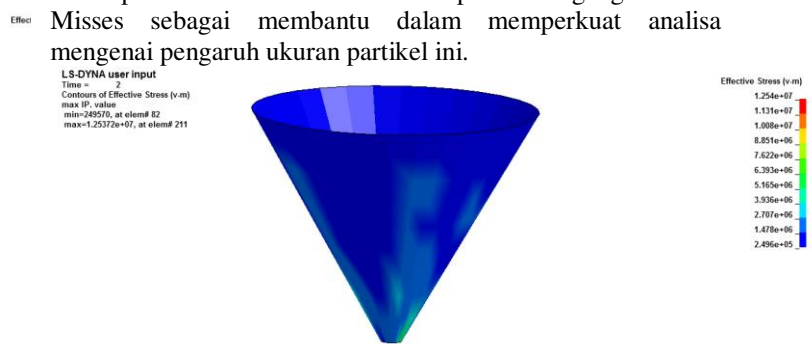
melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut.



Gambar 7 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 7 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.5 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 277. Dan letak Elemen tersebut berada pada ketinggian 0.8 – 1 m dari dasar Gritcone.

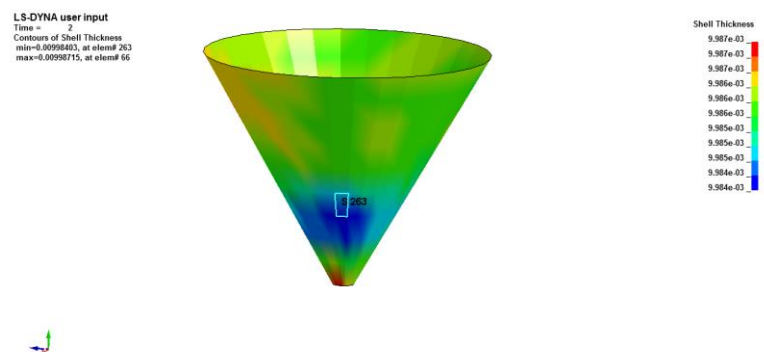
Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Mises sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.



Gambar 8 Von Mises Pada Gritcone untuk spesimen 2

Pada Gambar 8 menunjukkan Distrbusi tegangan Von Mises dari Gritcone .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 211 berada di ketinggian 3 - 3.2 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 12537200 Pa.

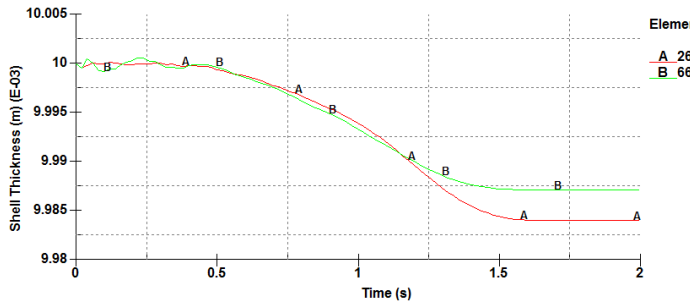
- ukuran artikel 150µm



Gambar 9 Ketebalan Gritcone pada persebaran Material 75%, pada ukuran partikel 150 µm

Pada Gambar 9 memunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut.dan ketebalan minimum adalah 0.00998403 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00998715 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat

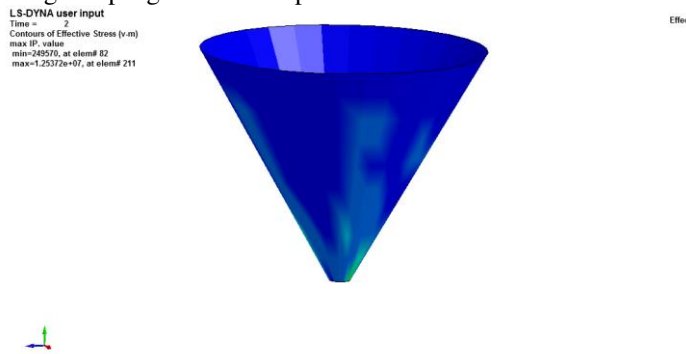
melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut.



Gambar 10 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 10 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.5 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 263. Dan letak Elemen tersebut berada pada ketinggian 0.8 – 1 m dari dasar Gritcone.

Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Misses sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.

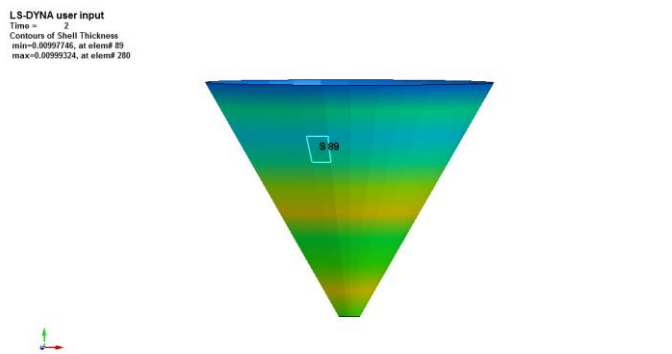


Gambar 11 Von Misses Pada Gritcone untuk spesimen 3

Pada Gambar 11 menunjukkan Distrbusi tegangan Von Misses dari Gritcne .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 211 berada di ketinggian 3 - 3.2 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 12537200 Pa.

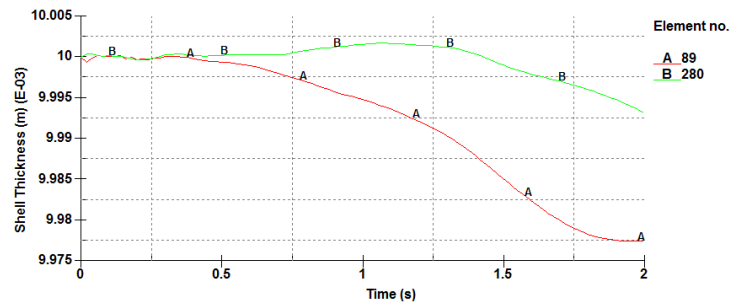
IV. PADA PERSEBARAN PARTIKEL 100 %

- Ukuran partikel 100µm



Gambar 12 Ketebalan Gritcne pada persebaran Material 100%, pada ukuran partikel 100 µm

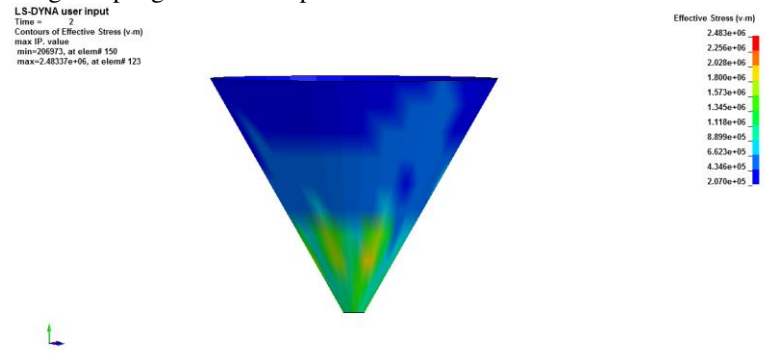
Pada Gambar 12 menunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut.dan ketebalan minimum adalah 0.00997746 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00999324 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut



Gambar 13 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 13 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.4 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 280.

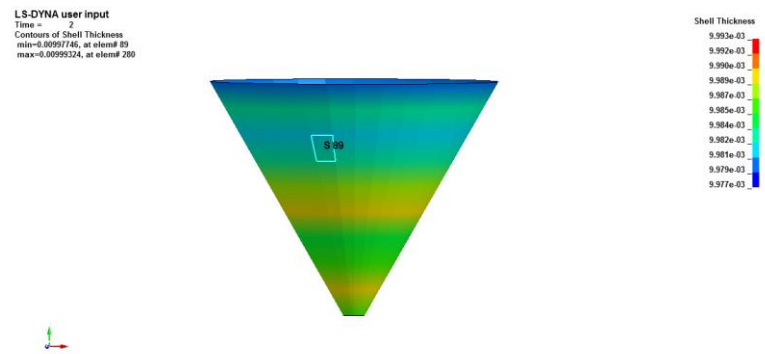
Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Misses sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.



Gambar 14 Von Misses Pada Gritcone untuk spesimen 4

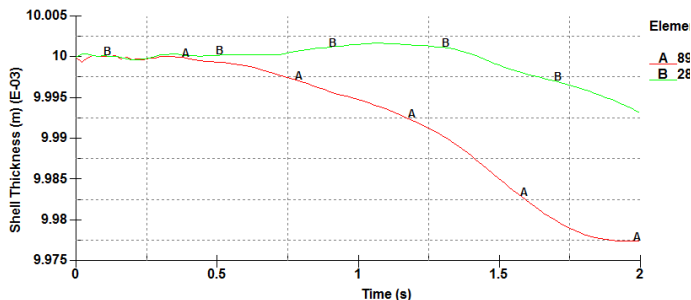
Pada Gambar 14 menunjukkan Distrbusi tegangan Von Misses dari Gritcne .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 123 berada di ketinggian 0.8 - 1 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 2483370 Pa.

- Ukuran partikel 120µm



Gambar 15 Ketebalan Gritcne pada persebaran Material 100%, pada ukuran partikel 120 µm

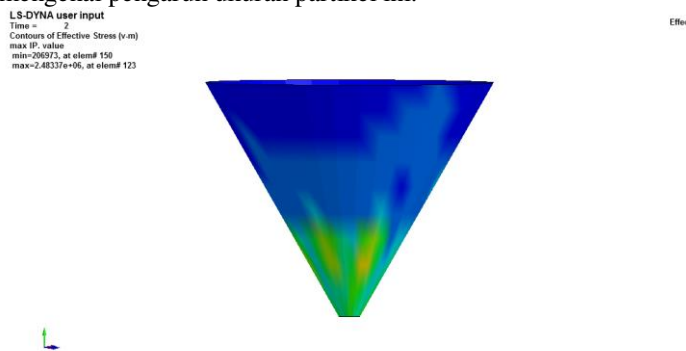
Pada Gambar 15 menunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut. dan ketebalan minimum adalah 0.00997746 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00999324 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut



Gambar 16 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 16 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.4 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 280.

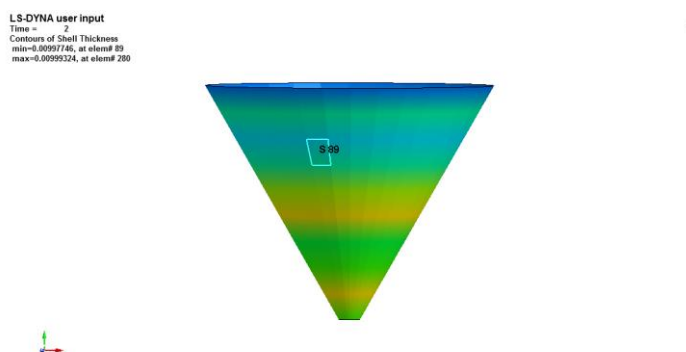
Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Misses sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.



Gambar 17 Von Misses Pada Gritcone untuk spesimen 5

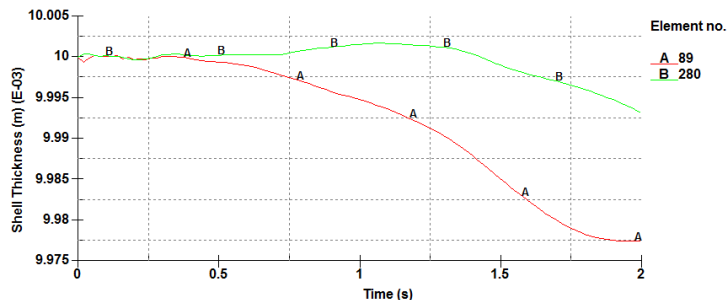
Pada Gambar 17 menunjukkan Distribusi tegangan Von Misses dari Gritcone .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 123 berada di ketinggian 0.8 - 1 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 2483370 Pa.

- Ukuran partikel 150µm



Gambar 18 Ketebalan Gritcone pada persebaran Material 100%, pada ukuran partikel 150 µm

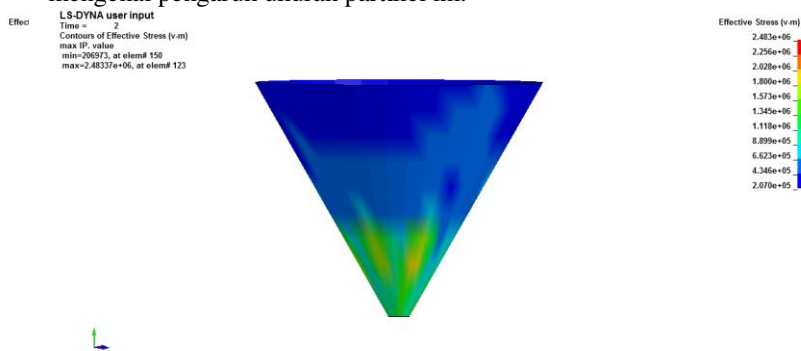
Pada Gambar 18 menunjukkan tebal gritcone setelah satu siklus dan dari grafik tersebut dapat dilihat persebaran ketebalan gritcone tersebut. dan ketebalan minimum adalah 0.00997746 m dan ketebalan maksimum dari partikel tersebut 0.00999324 m . dari simulasi yang dilakukan juga dapat melihat pengaruh waktu terhadap ketebalan dari 2 lokasi tersebut.



Gambar 19 Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan pada Gritcone

Pada Gambar 19 dapat terlihat bahwa Penipisan Gritcone dimulai pada saat waktu 0.4 s .setelah waktu tersebut terjadi pengurangan ketebalan yang cukup signifikan pada elemen ke 280.

Adapun dari simulasi kali ini diperoleh tegangan Von Misses sebagai membantu dalam memperkuat analisa mengenai pengaruh ukuran partikel ini.



Gambar 20 Von Misses Pada Gritcone untuk spesimen 6

Pada Gambar 20 menunjukkan Distribusi tegangan Von Misses dari Gritcone .Dapat ditemukan intensitas stress yang lebih tinggi ditemukan di bagian bawah dari gritcone .dan dalam hasil tersebut terlihat stress yang paling tinggi terjadi di Elemen ke 123 berada di ketinggian 0.8 - 1 m dari dasar gritcone dengan nilai tegangan sebesar 2483370 Pa.

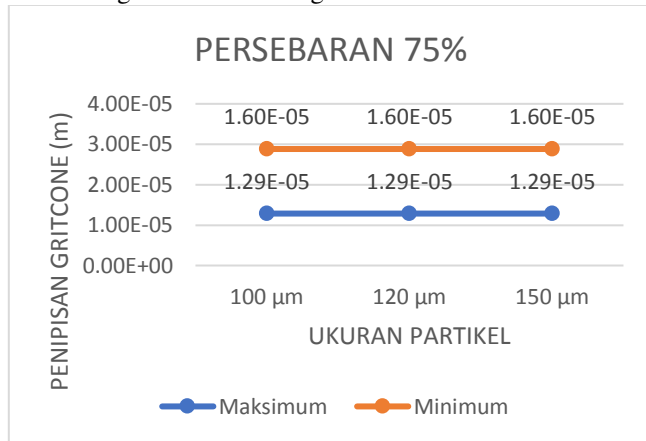
V. PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi yang sudah ada kita miliki kita menganalisa pengaruh ukuran partikel terhadap 2 Kondisi Pada Kondisi persebaran partikel 75 % kita dapat menyimpulkan data yang kita miliki

Tabel 4
Simulasi Pada Kondisi Persebaran 75%

Ukuran Partikel	Ketebalan (m)	
	Maksimum	Minimum
100 μm	1,29E-05	1,60E-05
120 μm	1,29E-05	1,60E-05
150 μm	1,29E-05	1,60E-05

Dari Tabel 4 kita dapat menghitung pengurangan ketebalan gritcone dan dirangkum dalam Gambar 21



Gambar 21 Penipisan yang terjadi pada persebaran 75%

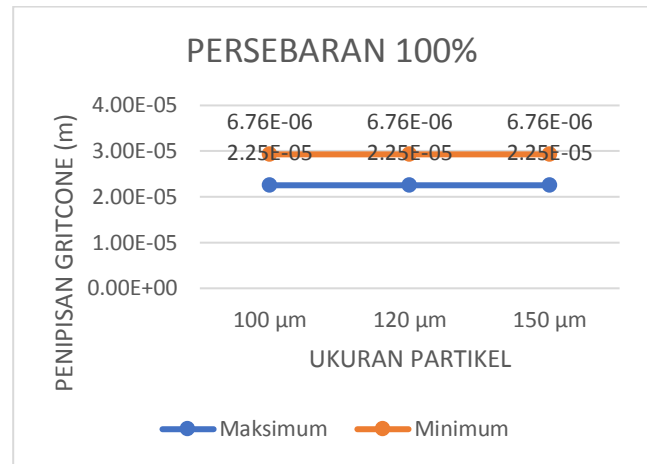
Dari Gambar 21 kita dapat melihat trend yang pada pengurangan ketebalan material bahwa merata pada semua ukuran partikel, dan penipisan yang paling tinggi yaitu penipisan sebesar $1.6 \cdot 10^{-5}$ m. Area yang memiliki ketebalan paling rendah menunjukkan tingkat keausan yang paling tinggi dan adanya potensi terbentuk initial crack pada area tersebut

Pada Kondisi persebaran partikel 100 % kita dapat menyimpulkan data yang kita miliki

Tabel 5
Simulasi Pada Kondisi Persebaran 100%

Ukuran Partikel	Ketebalan	
	Maksimum	Minimum
100 μm	2,25E-05	6,76E-06
120 μm	2,25E-05	6,76E-06
150 μm	2,25E-05	6,76E-06

Dari Tabel 5 kita dapat menghitung pengurangan ketebalan gritcone dan dirangkum dalam Gambar 22



Gambar 22 Penipisan yang terjadi pada persebaran 100%

Dari Gambar 22 kita dapat melihat trend yang pada pengurangan ketebalan material bahwa merata pada semua ukuran partikel, dan penipisan yang paling tinggi yaitu penipisan sebesar $6.76 \cdot 10^{-6}$. Area yang memiliki ketebalan paling rendah menunjukkan tingkat keausan yang paling tinggi dan adanya potensi terbentuk initial crack pada area tersebut^[2].

Dari hasil diatas sesuai dengan jurnal^[3] yang menjelaskan Massa Jenis, kekerasan, sudut pantul, bentuk partikel itu lebih berpengaruh dalam menaikkan tingkat ke erosi dari suatu sistem ketimbang pada kenaikan massa. Sehingga didapatkan hasil yang hampir merata, dan menurut. Dalam logam, pengaruh ukuran partikel abrasif minimal untuk ukuran partikel $> 100 \mu\text{m}$ ^[4]. Di bawah ukuran partikel ini, laju keausan berkurang dengan cepat dengan penurunan ukuran partikel.

VI. KESIMPULAN

Dari Hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengaruh ukuran partikel tidak memberikan pengaruh terhadap kegagalan yang terjadi dan dari penelitian kali ini didapatkan data sebagai berikut

- Ketebalan gritcone minimum pada Persebaran 75 % dan 100 % adalah 0,00998403 m dan 0,00999324
- Ketebalan gritcone maksimum pada Persebaran 75 % dan 100 % adalah 0,00998715 m dan 0,0099775

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chi, Ai dan Li Yuwei. 2013. The Model for Calculating Elastic Modulus and Poisson's Ratio of Coal Body. China : Northeast University
- [2] JBayer, Raymond G., 2002, Fundamentals of Wear Failure, USA, HNB Pub
- [3] Desale, Girish R. 2005 Effect Of Physical Properties Of Solid Particle On Erosion Wear Of Dctile Material. USA : Indian Institute of Technology
- [4] Ratia, Vilma., 2015, Behavior of Martensitic Wear Resistant Steels in Abrasion and Impact Wear Testing Conditions, USA, Tempre University of Technology