

PEMILIHAN MATERIAL BERDASARKAN TEGANGAN DAN DEFORMASI PADA REDESAIN POINT RIPPER DOZER D85E-SS-2

Agung Supriyanto¹, Muh. Vendy Hermawan², Afredian Christian K³

Program Studi Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta
Jl. Raya Solo-Baki, KM.2, Kwarasan, Solobaru, Sukoharjo
Email:

Abstrak

Point ripper merupakan cakar (shank) yang dipasangkan dibelakang dozer yang berfungsi untuk mengeruk tanah pada kegiatan pertambangan dengan cara penetrasi ke dalam tanah. Pada saat penetrasi, ripper menerima beban yang besarnya berbanding lurus dengan kekerasan tanah. Kegagalan yang sering dialami pada point ripper adalah terjadinya patahan (fractur) dan keausan (abrasi). Penelitian dilakukan untuk memilih material dengan berdasarkan pada tegangan dan displacement yang terjadi pada komponen point ripper. Tujuannya adalah agar didapat material terbaik yang digunakan sebagai material point ripper. Metode penelitian ini adalah dengan menggunakan simulasi melalui perangkat lunak CAE (Computer Aided Engineering). Proses penelitaian diawali dengan pembuatan model berupa gambar tiga dimensi. Selanjutnya dilakukan analisis dengan perangkat lunak sehingga didapatkan tegangan dan regangan. Pengamatan dilakukan pada titik referensi yang mendapat beban kritis. Dari penelitian ini didapat hasil tegangan maksimal berada pada titik nomor limat sebesar 201,06 MPa untuk material AISi 12 Forged, pada nomor empat sebesar 217,54 MPa untuk material AISI 4140, dan pada nomor empat sebesar 206,6 MPa untuk material Cast Iron G4000. Hasil analisa deformasi diperoleh deformasi maksimal pada material AISi 12 forged terjadi pada nomor referensi sembilan sebesar $317,8 \times 10^{-4}$ m, pada material AISI 4140 sebesar $127,4 \times 10^{-4}$ m, dan pada material cast iron G4000 sebesar $196,9 \times 10^{-4}$ m

Kata kunci : *point ripper; von misses stress; tegangan; tegangan; dozer*

Pendahuluan

Salah satu peralatan yang digunakan dalam aktivitas pertambangan adalah Buldozzer D85E-SS-2. Alat berat ini mempunyai komponen point ripper yang berfungsi alat yang menyerupai cakar (*shank*) yang dipasangkan di belakang *dozer*. Fungsi dari alat ini adalah untuk mengeruk tanah pada kegiatan pertambangan. Pekerjaan ini memerlukan penetrasi *ripper* ke dalam tanah dengan sistem hidrolik. Jumlah cakar *ripper* antara satu sampai lima buah.

Pembongkaran (pengerukan) tanah menggunakan bulldoer yang dilengkapi dengan ripper. Tipe *ripper* yang digunakan berupa cakar *shank ripper*. *Shank ripper* merupakan tipe *shank* yang digunakan dilokasi untuk melakukan pembongkaran dengan maximum *digging depth* 1,22 m dengan tipe *tip* yang digunakan yaitu *long tip* (Tri Budi, dkk, 2014)

Pada saat penetrasi, ripper menerima beban yang besar yang berbanding lurus dengan kekerasan tanah. Beban ini berupa beban tekan dari tanah dan beban impak ketika membentur batuan yang menyebabkan terjadinya tegangan, serta beban pengikisan (*abrasi*) dengan material tanah dan batu yang menyebabkan terjadinya aus pada material *Point Ripper*. Adanya tegangan pada material akan menyebabkan material point ripper akan mengalami kegagalan berupa patah (*fracture*). Awal terjadinya patahan ditandai dengan adanya retak (*crack*). Proses terjadinya patahan akan semakin cepat ketika diikuti dengan *abrasi* (pengikisan) yang disebabkan oleh gesekan dengan material tanah dan batu. Akibat *abrasi* ini volume material point ripper menjadi berkurang.

Metode Penelitian

Pembuatan suatu produk (komponen produk) dapat dikontrol dengan baik dengan memanfaatkan perangkat lunak. Pengujian karakteristik statik secara eksperimental di laboratorium memerlukan biaya yang tidak sedikit. Untuk itu diperlukan bantuan perangkat lunak (*software*) yang mampu menganalisa karakteristik statik suatu model melalui simulasi (Zainal Abidin, Berthan Ridho Rama, 2015)

Penelitian ini menggunakan metode simulasi menggunakan perangkat lunak CAE (*Computer Aided Engineering*). Komponen point ripper sebagai objek penelitian diberi properti dengan variasi material berupa AISi12 Forged, AISI 4140 dan cast iron G4000. Simulasi bertujuan untuk mendapatkan distribusi tegangan, regangan dan perubahan bentuk dari model.

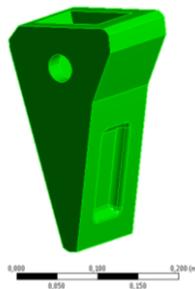
Langkah penelitian sebagai berikut:

1. Pengamatan

Proses *penelitian* diawali dengan pengamatan di area pertambangan di Kalimantan Timur. Objek yang diamati adalah point ripper pada unit dozer D85E-SS-2. Pengamatan ini bertujuan untuk mendapatkan data tentang dimensi dari point ripper serta kondisinya saat digunakan untuk melakukan pengerukan tanah.

2. Pembuatan model

Hasil *pengukuran* dari objek standar selanjutnya dibuat model berupa gambar 3 dimensi dengan menggunakan perangkat lunak desain. Model ini merepresentasikan objek nyata point ripper. Model *point ripper* tersaji dalam gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Model 3 Dimensi point ripper

3. Pemilihan material

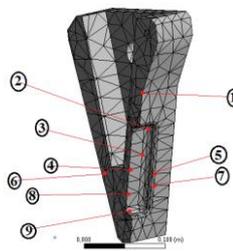
Model yang telah dibuat diberi variasi material berupa AISi12 Forged, AISI 4140 dan cast iron G4000. Karakteristik material terlihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Karakteristik material

Material properties	AISi 12 forged	AISI 4140 steel	Cast iron G4000
Density (Kg/m ³)	2770	7850	7300
Modulus young (Gpa)	80	207	128
Poison ratio	0.33	0.3	0.26
Yield strength (MPa)	280	655	505

4. Melakukan Meshing dan identifikasi titik referensi

Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis berbasis metode elemen hingga. Agar dapat dilakukan *perhitungan* maka model yang dibuat harus di lakukan pemecahan elemen (*mesh*). Pada penelitian ini objek tegangan dan deformasi yang diamati adalah pada bagian titik dimana terjadinya tegangan kritis seperti tersaji dalam gambar 2.

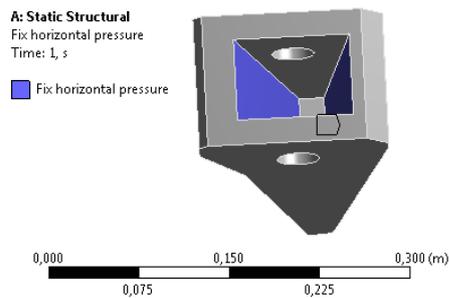


Gambar 2. Mesh dan titik referensi pengamatan

5. Menentukan *Fix Constrain*

Fix Constrain adalah bagian yang tetap (tumpuan). Pada kondisi nyata *fix constrain* adalah bagian komponen *point ripper* yang menempel pada body dozer D85E-SS-2.

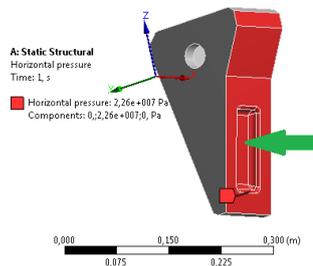
Lokasi *fix constrain* pada model tersaji dalam gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Fix constrain

6. Memberi beban

Beban yang diterima oleh *point ripper* adalah beban ketika membentuk tanah. Besarnya beban yang terjadi pada *point ripper*, dilakukan dengan cara mengambil dari data teknis tekanan hidrolik yang digunakan untuk menggerakkan *pint ripper*. Beban yang diberikan pada *point ripper* adalah bebam tekan dengan arah horisontal. Lokasi beban dan arahnya tersaji dalam gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Horizontal pressure

7. Running program

Setelah semua parameter simulasi di isi secara lengkap, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan (*running*) program. Hasil dari program ini berupa data tegangan, regangan dan perubahan bentuk dari model.

8. Pembahasan

Pembahasan dilakukan untuk menjelaskan data hasil dari program

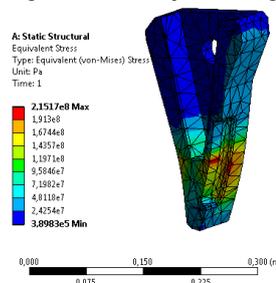
9. Kesimpulan

Merupakan hasil akhir dari penelitian ini berupa besarnya tegangan dan regangan maksimum yang terjadi pada komponen *point ripper*.

Hasil dan Pembahasan

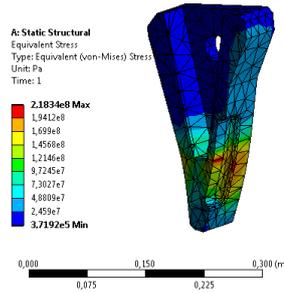
1. Hasil simulasi tegangan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan besarnya tegangan yang terjadi pada point ripper apabila diberi material yang berbeda. Material yang digunakan adalah AISi12 Forged, AISI 4140 dan cast iron G4000. Pada material Alsi 12 forged diperoleh tegangan *von misses* maksimal yang terjadi adalah sebesar $1,913 \times 10^8$ Pa dan tegangan *von misses* minimal $3,8983 \times 10^5$ Pa sebagaimana tersaji dalam gambar 5 berikut ini.



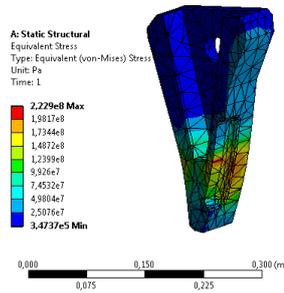
Gambar 5. Distribusi tegangan von misses AISi 12 forged

Pada material AISI 4140 diperoleh hasil tegangan *von misses* maksimal sebesar $2,183 \times 10^8$ Pa dan tegangan minimal *von misses* minimal sebesar $3,7192 \times 10^5$ Pa. Distribusi tegangan *von misses* material AISi 12 forged tersaji dalam gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Distribusi tegangan von mises material AISI 4140

Pada material cast iron G4000 diperoleh hasil tegangan *von mises* maksimal sebesar $1,9817 \times 10^8$ Pa dan tegangan minimal *von mises* minimal sebesar $3,4737 \times 10^5$ Pa. Distribusi tegangan *von mises* material *cast iron* G4000 tersaji dalam gambar 7 berikut ini.



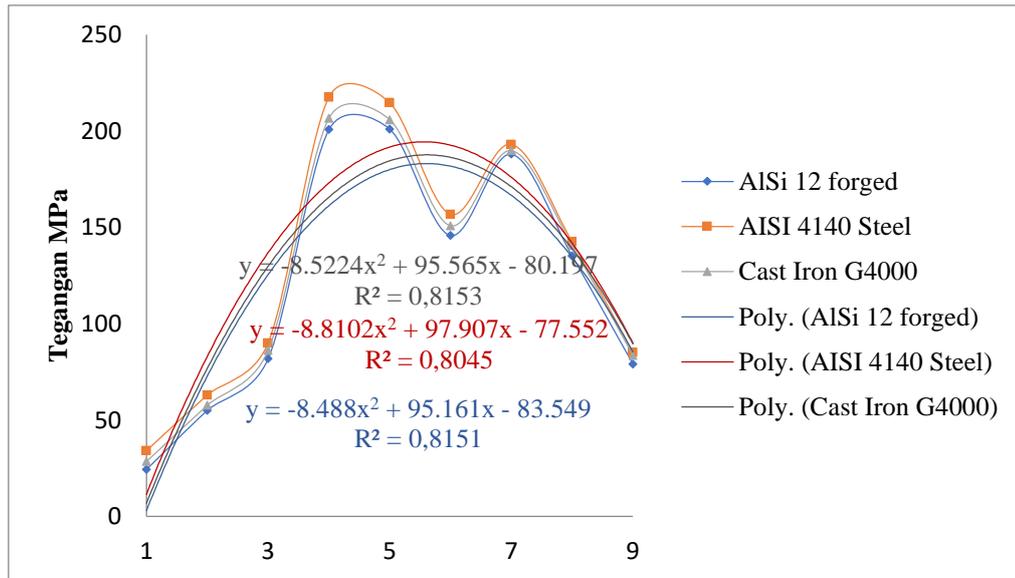
Gambar 7. Distribusi tegangan von mises material cast iron G4000

Berdasarkan hasil simulasi tegangan selanjutnya dirangkum besarnya tegangan pada setiap titik referensi ditampilkan dalam tabel 2 berikut ini.

Tabel. 2. Nilai tegangan akibat arah gaya horizontal

No. Referensi	Tegangan (MPa)		
	AISI 12 <i>forged</i>	AISI 4140	Cast Iron G4000
1	24,37	34,119	28,545
2	55,031	63,011	57,699
3	81,84	90,021	86,178
4	200,78	217,54	206,6
5	201,06	214,68	205,86
6	145,83	156,76	150,8
7	188,02	193,08	189,86
8	135,17	142,49	140,69
9	79,136	85,25	83,523

Berdasarkan data tegangan pada tabel 2, kemudian disajikan bentuk grafik pada gambar 8 berikut ini untuk menunjukkan kecenderungan (*trend*) dari besar tegangan yang terjadi.

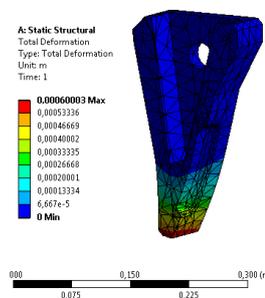


Gambar 9. Grafik Tegangan pada

Dari grafik diatas kecenderungan (*trend*) tegangan didekati dengan metode polynomial. Point ripper dengan material AISi 12 Forged menunjukkna kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,8151 (81,51%). Pada material AISI 4140 menunjukkan kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,8045 (80,45%). Pada material cast iron G4000 menunjukkan kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,8153 (81,53%)

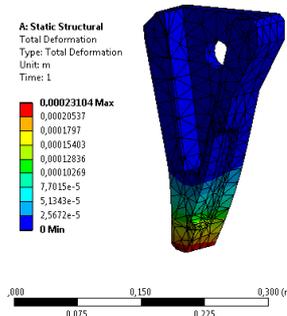
2. Hasil simulasi deformasi

Pada simulasi deformasi, material AISi 12 forged diperoleh deformasi maksimal yang terjadi adalah sebesar $6,0003 \times 10^{-4}$ m, sebagaimana tersaji dalam gambar 10 berikut ini.



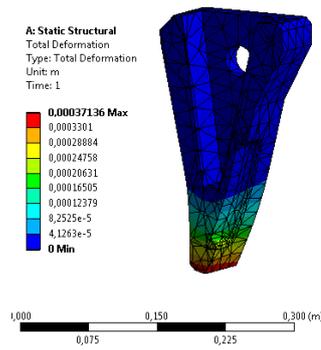
Gambar 10. Distribusi regangan AISi 12 forged

Pada simulasi deformasi, material AISI 4140 diperoleh deformasi maksimal yang terjadi adalah sebesar $2,3104 \times 10^{-4}$ m, sebagaimana tersaji dalam gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Distribusi regangan material AISI 4140

Pada simulasi deformasi, material cast iron G4000 diperoleh deformasi maksimal yang terjadi adalah sebesar $3,7136 \times 10^{-4}$ m, sebagaimana tersaji dalam gambar 12 berikut ini.



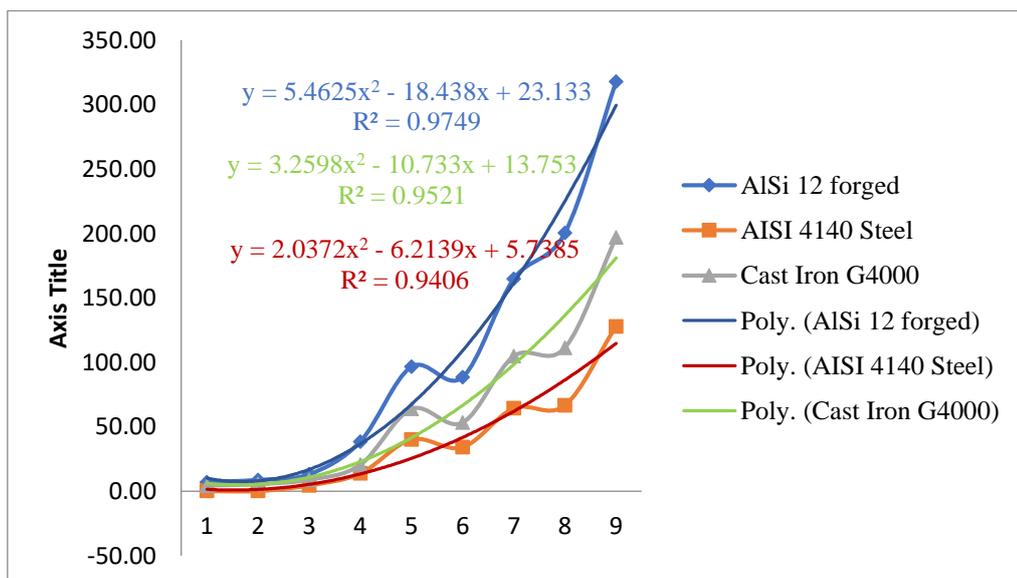
Gambar 12. Distribusi regangan material cast iron G4000

Berdasarkan hasil simulasi deformasi selanjutnya dirangkum besarnya tegangan pada setiap titik referensi ditampilkan dalam tabel 3 berikut ini.

Tabel. 3. Nilai deformasi akibat arah gaya horizontal

No. Referensi	Deformasi (x10-4 m)		
	AlSi 12 forged	AISI 4140 Steel	Cast Iron G4000
1	7.026	2.734	4.407
2	8.766	3.074	5.597
3	13.12	4.668	8.945
4	38.4	13.91	20.55
5	96.62	40.23	63.89
6	88.48	34.22	53.32
7	164.7	64.42	104.8
8	200.4	66.7	111.4
9	317.8	127.9	196.9

Berdasarkan data deformasi pada tabel 3, kemudian disajikan bentuk grafik pada gambar 13 berikut ini untuk menunjukkan kecenderungan (trend) dari besar deformasi yang terjadi.



Gambar 13. Grafik Tegangan pada

Dari grafik diatas kecenderungan (trend) deformasi didekati dengan metode polynomial. Point ripper dengan material AISi 12 Forged menunjukkan kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,9749 (97,49%). Pada material AISI 4140 menunjukkan kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,9406 (94,06%). Pada material cast iron G4000 menunjukkan kecenderungan yang positif dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi material sebesar 0,9521 (95,21%)

Pembahasan

Melalui simulasi dapat di lakukan analisis besarnya tegangan dan deformasi yang terjadi pada point ripper. Untuk tegangan yang terjadi pada *point ripper*, tegangan terbesar berada nomor referensi tujuh. Besarnya tegangan pada material AISi12 *forged* adalah 188,02 MPa, pada material AISI 4140 sebesar 193,98 MPa dan pada material cast iron G4000 sebesar 189,86 MPa.

Untuk deformasi, pada material AISi 12 forged terjadi pada nomor referensi sembilan sebesar $317,8 \times 10^{-4}$ m, pada material AISI 4140 sebesar $127,4 \times 10^{-4}$ m, dan pada material cast iron G4000 sebesar $196,9 \times 10^{-4}$ m.

Berdasarkan grafik diperoleh hasil bahwa terdapat kecenderungan (*trend*) yang kuat antara tegangan dan deformasi terhadap variasi material. Grafik kecenderungan (*trend*) tegangan dan defromasi disekati dengan metode polynomial dimana menunjukkan nilai R^2 diatas 50 %.

Kesimpulan

1. Hasil analisa tegangan diperoleh tegangan maksimal pada material AISi 12 forged sebesar 188,02 Mpa, material AISI 4140 sebesar 193,98 MPa, dan material cast iron G4000 sebesar 189,86 Mpa.
2. Hasil analisa deformasi diperoleh deformasi maksimal pada material AISi 12 forged terjadi pada nomor referensi sembilan sebesar $317,8 \times 10^{-4}$ m, pada material AISI 4140 sebesar $127,4 \times 10^{-4}$ m, dan pada material cast iron G4000 sebesar $196,9 \times 10^{-4}$ m.

Daftar pustaka

- Tri Budi Amperadi, Edward Andi Ashari Sinaga, (2014), Evaluasi Produktivitas Alat Garu (Ripper) Berdasarkan Kekuatan Batuan Pt. Kitadin Site Embalut Kecamatan Tenggarong Seberang Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur, JGP (Jurnal Geologi Pertambangan), Volume 1 No. 14 Februari 2014
- Zainal Abidin, Berthan Ridho Rama, (2015), Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Metode Elemen Hingga, JURNAL REKAYASA MESIN Vol. 15 No. 1 Februari 2015