

ANALISA CRACK COIL SPRING TRACK ADJUSTER PADA UNDERCARRIAGE EXCAVATOR CAT 320GC

Aldi Lavandida Utama¹, Nugroho Santoso¹✉, Lilik Dwi Setyana³, I. Aris Hendaryanto⁴

¹ Department of Mechanical Engineering, Vocational College, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

✉nugroho.santoso20@ugm.ac.id

Received 28 July 2024, Revised 26 February 2025, Accepted 28 February 2025

ABSTRAK

Alat berat berupa *excavator* merupakan salah satu faktor pendukung dalam melakukan sebuah pekerjaan pada proyek pembangunan infrastruktur atau pertambangan. Kondisi medan kerja dan target produksi perusahaan menuntut unit *excavator* harus memiliki produktivitas yang tinggi sehingga dapat memicu terjadinya kerusakan material. Kerusakan material ditemukan pada unit *excavator* yaitu patahnya komponen *coil spring* pada *undercarriage excavator* CAT 320GC. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan patahnya *coil spring* yaitu medan kerja, cacat material, kurangnya perawatan dan kesalahan dalam pengoperasian. Tujuan utama penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi penyebab patahnya material melalui sifat mekanis pada *coil spring* pada *undercarriage excavator* CAT 320GC. Penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab patahnya *coil spring* yaitu melalui uji komposisi kimia, analisa visual struktur mikro, uji kekerasan dan uji *impact*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan yang dialami disebabkan karena permukaan material yang berkarat sehingga mampu mempermudah *coil spring* menjadi patah. Patahnya *coil spring* juga disebabkan oleh beban berlebih secara berulang yang disebabkan oleh gerakan dari *track shoe*. Material *coil spring* termasuk jenis baja karbon tinggi dengan mendekati tipe 51xx (*Chromium Steels*). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa patahan material *coil spring* bersifat getas dengan pola patahan granular atau kristalin dan memiliki nilai rata-rata harga *impact* 0,1541 J/mm². Material *coil spring* memiliki nilai kekerasan rata-rata 522,83 VHN, hal ini membuktikan bahwa material *coil spring* memiliki sifat yang keras namun getas. Struktur mikro yang terbentuk dari baja *coil spring* sebagian besar yaitu *fine lamellar pearlite* (perlit halus) pada area gelap.

Kata Kunci : *Coil Spring*, Pengujian Material

1. PENDAHULUAN

Perawatan berkala merupakan bentuk pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah adanya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan suatu kondisi yang dapat menimbulkan kerusakan pada alat saat beroperasi [1]. Penerapan perawatan berkala secara sistematis terbukti meningkatkan umur operasional alat berat serta mengoptimalkan kinerja mesin dalam jangka panjang [2], [3]. Pada pelaksanaan perawatan berkala berlangsung, banyak ditemukan beberapa kerusakan yang salah satunya pada bagian *undercarriage excavator* [4], [5]. Salah satu bagian yang ada pada *undercarriage excavator* sendiri adalah komponen *coil spring*. Kerusakan pada *undercarriage excavator* banyak ditemukan, terutama komponen *coil spring* pada bagian *track adjuster*. Hal ini juga membuat produktivitas pekerjaan dari unit *excavator* menurun karena lamanya waktu perbaikan dan penggantian komponen. Pada data tersebut juga menunjukkan jangka waktu lamanya perbaikan saat terjadi kerusakan pada bagian *undercarriage* khususnya bagian *track adjuster*.

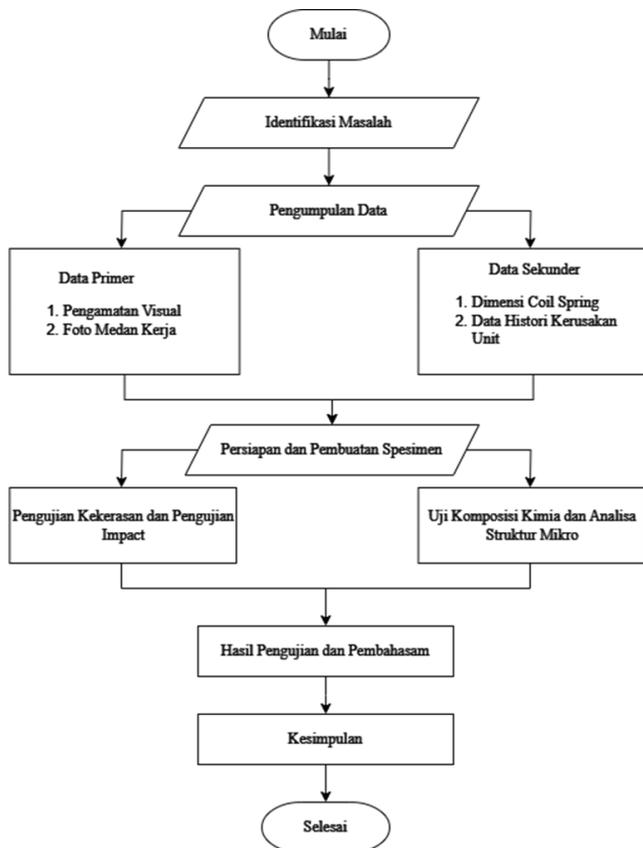
Coil spring berfungsi untuk menyerap dan menahan beban kejutan akibat medan kerja yang bergelombang, berlubang dan tidak rata sehingga getaran dari *undercarriage* tidak diteruskan ke kabin pengemudi [6]. Penyebab dari kerusakan ini bisa diakibatkan karena kondisi medan kerja yang berlumpur, bebatuan, pasir dan tanah keras sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen *undercarriage*. Penyebab lainnya juga bisa diakibatkan karena batang piston yang berkarat, cacatnya material *coil spring*, *grease* yang lama tidak diganti atau penggunaan unit dengan medan yang berat [7].

Melihat adanya permasalahan tersebut, penulis ingin menganalisa penyebab patahnya *coil spring* serta sifat dan karakteristik dari material *coil spring* dengan beberapa pengujian. Penulis akan melakukan pengujian melalui uji komposisi kimia, analisa visual struktur mikro, uji kekerasan dan uji *impact*. Adanya hasil dari penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui penyebab patahnya *coil spring* dan karakteristik pada material sehingga tidak terjadi kesalahan yang berulang. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu membantu perusahaan untuk lebih teratur lagi dalam melakukan perawatan dan memperhatikan kerusakan pada pemeliharaan unit alat berat.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan bahan material dari *coil spring excavator CAT 320GC* yang mengalami patah pada saat unit beroperasi. Material *coil spring excavator CAT 320GC* akan dilakukan pemotongan untuk mendapatkan sampel sebagai spesimen pengujian. Langkah awal pada penelitian ini diawali dengan preparasi spesimen pengujian. Preparasi dilakukan dan disesuaikan dengan standard ASTM. Langkah selanjutnya yaitu melakukan beberapa pengujian seperti uji uji kekerasan, uji impact, uji komposisi kimia dan analisa struktur mikro dan makro. Hasil yang diperoleh dari pengujian akan diolah sehingga terbentuk grafik dan tabel yang mudah dianalisa, dilanjutkan dengan pembahasan dan kesimpulan. Diagram alir penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. flowchart penelitian

2.1. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada material *coil spring*. Pengujian ini

menggunakan alat *Universal Hardness Tester* di Laboratorium Material dan Bahan Teknik, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. Pengujian menggunakan metode *Vickers* dengan beban penekanan 40kgf. Pengujian kekerasan tersebut dilakukan dengan indenter berbentuk piramida intan yang nantinya hasilnya didapat dengan mengukur panjang diagonal jejak penekanan.

2.2. Uji Impact

Pengujian *impact* dilakukan menggunakan *impact tester* di Laboratorium Material dan Bahan Teknik, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada tiga spesimen uji. Spesimen uji dengan standard ASTM E23, dengan *notch* atau takikan berbentuk “v” pada bagian tengah spesimen. Pengujian dilakukan dengan metode *impact charpy*.

2.3. Analisa Struktur Mikro

Analisa struktur mikro dilakukan di Laboratorium Material dan Bahan Teknik, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. Pengujian ini dimulai dengan mempersiapkan spesimen dan menghaluskan permukaan spesimen menggunakan amplas secara bertahap. Langkah selanjutnya adalah melakukan *polish* dengan pasta autosol hingga permukaan pada spesimen tidak ada *scratch*. kemudian dilakukan proses *etching* dengan larutan NaOH sebesar 5% untuk material baja. Pada pengujian ini diharapkan mampu mengetahui struktur pada spesimen yang mampu dilihat dan diambil gambarnya dengan alat *Metallurgical Microscope*.

2.4. Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur yang terdapat pada spesimen uji. Pengujian komposisi kimia menggunakan alat *spectrometer*. Pengujian dilakukan di Laboratorium *Industrial Product Design and Development* Gedung *Teaching Industry Learning Centre* Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada (TILC- SV UGM).

3.1. Uji Komposisi Kimia

Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian komposisi kimia dengan menunjukkan bahwa *coil spring* terdiri dari besi (Fe) dan mempunyai kandungan paduan yang dominan yaitu kromium (Cr) sebesar 1,202% serta mengandung nilai karbon (C) 0,703%. Nilai kandungan ini menunjukkan bahwa *coil spring* termasuk kedalam jenis baja paduan rendah dengan di dominan kandungan besi (Fe) 96% dan kromium (Cr) 1,202%. Kandungan kromium dipadukan agar material *coil spring* memiliki kekerasan yang tinggi dan ketahanan terhadap korosi yang baik. Kromium juga ditambahkan agar material *coil spring* memiliki ketahanan pada temperatur tinggi supaya meningkatkan ketahanan abrasi pada komposisi karbon yang tinggi [8].

Nilai kandungan karbon ini menunjukkan *coil spring* memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi dan cenderung memiliki sifat getas namun keuletannya rendah [9]. Macam

unsur paduan yang mendominasi pada material *coil spring* selain karbon (C) dan kromium (Cr), terdapat tambahan kandungan seperti mangan (Mn) sebesar 0,751%. Unsur kandungan mangan dipadukan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan dari material *coil spring*. Unsur kandungan kimia lainnya juga ditambahkan seperti silikon (Si), nikel (Ni), boron (B) dan vanadium (V).

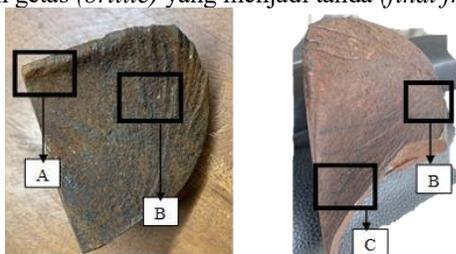
Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

Unsur	Presentase (%)	Unsur	Presentase (%)
Karbon (C)	0.703	Vanadium (V)	0.002
Silikon (Si)	0.217	Titanium (Ti)	0.031
Mangan (Mn)	0.751	Niobium (Nb)	0.012
Fosfor (P)	0.02	Kobalt (Co)	<0.001
Sulfur (S)	0.084	Wolfram (W)	<0.001
Tembaga (Cu)	0.042	Timah (Sn)	<0.005
Aluminium (Al)	0.017	Timbal (Pb)	0.001
Kromium (Cr)	1.202	Boron (B)	0.0467
Molibdenum (Mo)	<0.001	Arsenik (As)	<0.001
Nikel (Ni)	0.131	Zirkonium (Zr)	<0.001
Besi (Fe)	96.73		

Berdasarkan standar *Society of Automotive Engineers - American Iron and Steel Institute (SAE – AISI)*, material *coil spring* dapat diklasifikasikan ke dalam baja paduan rendah (*chromium steels*) tipe 51xx dengan paduan dominan kromium (Cr) 1,202%.

3.2. Pengamatan Visual

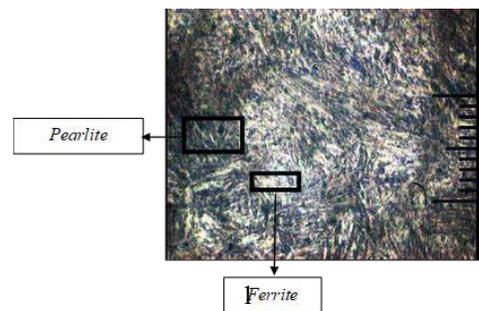
Hasil pengamatan visual pada patahan *coil spring* ditemukan permukaan mengalami korosi akibat dari menempelnya lumpur tanah dan air pada saat *excavator* beroperasi. Hal ini membuat homogenitas antar struktur pada material berubah sehingga kekuatan material juga akan menurun saat diberi beban. Korosi dapat menyebabkan lubang-lubang kecil yang akan terus merambat menjadi retakan sehingga mempermudah material menjadi patah seperti gambar 2. Ketika *coil spring* menerima beban secara terus menerus maka kekuatan material juga akan mengalami penurunan. Saat material tidak mampu menyangga beban yang tinggi dan terjadi secara berulang, *coil spring* mengalami patah secara tiba-tiba atau mengalami *impact load*. Permukaan patahan menunjukkan karakteristik patahan getas (*brittle*) yang menjadi tanda (*final fracture*).



Gambar 2. Foto Makro Patahan *Coil Spring*, (A) Permukaan Berkarat, (B) *Initial Crack*, (C) *Final Fracture*

3.3. Analisa Struktur Mikro

Hasil analisa pengujian struktur mikro juga digunakan sebagai data pendukung untuk menganalisis sifat dan karakteristik material uji. Hasil pengamatan analisa struktur mikro diketahui bahwa struktur yang terbentuk dari baja *coil spring* yaitu dominan *fine lamellar pearlite* (perlit pipih halus) seperti yang ditunjukkan di Gambar 3. Bentuk dari struktur mikro ini tercipta karena dominannya unsur kromium (Cr) yang akan membentuk karbida yang kuat sehingga membuat material *coil spring* memiliki kekerasan yang tinggi [8].



Gambar 3. Foto Struktur Mikro

3.4. Uji Kekerasan

Hasil dari pengujian kekerasan material *coil spring* menunjukkan nilai kekerasan rata-rata dari 15 titik pengujian adalah 522,83 VHN seperti yang ditunjukkan di Tabel 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa material dari *coil spring* memiliki sifat yang keras dikarenakan semakin kecil jejak indenter maka nilai kekerasan juga akan semakin tinggi. Penambahan unsur kandungan kromium (Cr) pada baja dapat membentuk sifat material *coil spring* yang keras serta tahan terhadap panas dan korosi.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan

Titik Pengujian	Beban (kgf)	Jejak Diagonal (mm)			Nilai Kekerasan (VHN)
		d1	d2	d rata-rata	
1	40	0,38	0,38	0,38	513,57
2	40	0,36	0,38	0,37	541,71
3	40	0,39	0,38	0,385	500,32
4	40	0,38	0,38	0,38	513,57
6	40	0,38	0,37	0,375	527,36
7	40	0,36	0,39	0,375	527,36
8	40	0,38	0,4	0,39	487,57
9	40	0,39	0,4	0,395	475,31
10	40	0,36	0,39	0,375	527,36
11	40	0,4	0,4	0,4	463,50
12	40	0,38	0,35	0,365	556,65
13	40	0,35	0,37	0,36	572,22
14	40	0,35	0,36	0,355	588,45
15	40	0,4	0,39	0,395	475,31
Nilai Kekerasan Rata - Rata = 522,83 VHN					

3.5. Uji Impact

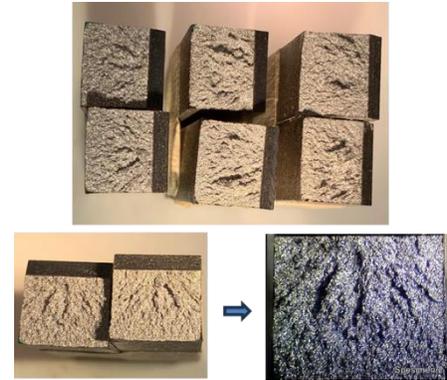
Pengujian *impact* bertujuan untuk mengetahui ketangguhan dan karakteristik bentuk patahan dari *coil spring* akibat beban kejut yang diterima. Ketangguhan material digunakan sebagai dasar perhitungan dalam awal perancangan sebuah komponen *coil spring*. Hal ini juga disebabkan karena *coil spring* akan menerima beban berupa beban kejut disaat *excavator* beroperasi atau bermanuver. Metode pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Charpy* pada tiga spesimen uji. Hasil dari pengujian *impact* pada spesimen uji *coil spring* dapat dilihat pada tabel 3.

Pada Tabel 3, menunjukan energi yang terserap adalah 11-13 Joule yang merupakan nilai energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen *coil spring*. Nilai rata-rata harga *impact* pada spesimen uji dari material *coil spring* ini adalah 0,154 Joule/mm². Harga *impact* dari pengujian material *coil spring excavator CAT 320GC* menunjukan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh [10] yang mempunyai harga *impact* 0,1125 Joule/mm² dengan material *coil spring excavator Komatsu PC 200-7* dan besar energi serapan sebesar 9 Joule

Tabel 3. Hasil Uji *Impact*

Parameter	Satuan	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
Panjang Spesimen	mm	55,2	55,1	55,1
Lebar Spesimen	mm	10	10	10
Tinggi Spesimen Uji	mm	10	10	10
Tinggi dibawah takikan	mm	8	8	8
Temperatur Uji	o	28	28	28
Sudut Awal	o	151	151	151
Sudut Simpangan	o	142	142	144
Energi yang terserap	Joule	13	13	11
Luas Patahan	mm ²	80	80	80
Harga Impact	Joule/mm ²	0,1625	0,1625	0,1375
Nilai Rata-Rata Harga <i>Impact</i> = 0,1541 Joule/mm ²				

Gambar 4. menunjukan hasil foto makro dari patahan spesimen uji *impact* yang menghasilkan patahan yang datar dan cenderung mengkilat. Patahan ini merupakan jenis patahan granular/kristalin dengan adanya mekanisme pembelahan kritical-kristal yang rapuh. Berdasarkan ciricirinya jenis patahan tersebut merupakan patah getas.



Gambar 4. Bentuk Patahan Uji *Impact*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari data hasil penelitian diatas, material baja pada *coil spring* dipilih karena dapat memiliki kualitas yang kuat dan juga elastisitas yang tinggi ketika dipadukan dengan beberapa kandungan unsur lain. Unsur paduan dari 44 campuran baja ini mampu menciptakan sifat elastis dan ketahanan terhadap korosi seperti kandungan kromium (Cr), mangan (Mn), silikon (Si) dan vanadium (V). Material *coil spring* pada penelitian ini menggunakan baja karbon dengan standar AISI tipe 51xx berjenis *chromium steels*. Pada tipe ini material *coil spring* memiliki komposisi nilai kromium (Cr) 1,202% dan termasuk kedalam jenis baja paduan rendah.

Kondisi dan lokasi material *coil spring* yang selalu bersinggungan langsung dengan medan kerja, perlu dilakukan *improvement* untuk meminimalisir terjadinya kasus yang sama. *Improvement* bisa dilakukan dengan cara melakukan penambahan *cover* pada bagian *track frame* untuk melindungi bagian *track adjuster*. Hal ini dapat meminimalisir tanah atau batuan masuk kedalam bagian *track adjuster* yang mampu memicu terjadi kerusakan pada komponen tersebut. Pada penelitian yang dilakukan oleh [7], perkiraan biaya pembuatannya *cover coil spring* relatif murah. Selain ada pembuatan *cover coil spring*, perusahaan pemilik alat berat dapat menggunakan produk *grease* yang dianjurkan oleh produsen alat berat seperti tipe *Cat Extreme Application NLGI grade 1* dan *grade 2* atau *Cat Ball Bearing Grease grade 2*.

5. REFERENSI

- [1] D. Kurniawan, H. Rarindo, L. Agustriyana, and A. Dani, "Preventive Maintenance pada Articulated Dump Truck KOMATSU HM400-3R di PT Pama Persada Nusantara Bontang," *Jurnal Teknologi*, vol. 17, no. 1, pp. 17–21, 2023.
- [2] F. Antono, "Optimalisasi Peralatan Tali Towing Untuk Keselamatan Operasional Static Towing Di Area Lepas Pantai," 2024.
- [3] S. Supri and C. Oktorison, "Analisis Perawatan dan Pemeliharaan Kendaraan PKP-PK Terhadap Operasi

- Pemadaman,” *Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Umum dan Farmasi (JRIKUF)*, vol. 2, no. 3, pp. 22–32, 2024.
- [4] S. H. Suryo and B. Yudianto, “Pengaruh Kekuatan Bahan pada Track Shoe Excavator Menggunakan Pengujian Abrasive Wear dengan Metode Ogoshi Universal High Speed Testing,” *Rotasi*, vol. 20, no. 1, pp. 5–15, 2018.
- [5] D. Manesi and A. P. Kupang, “Penerapan Preventive Maintenance untuk Meningkatkan Kinerja Fasilitas Praktik Laboratorium Prodi Pendidikan Teknik Mesin Undana,” *J Teknol*, vol. 3, no. 4, pp. 1693–9522, 2015.
- [6] M. N. S. Nusa and others, “Patahnya Pegas Ulir Kereta Api Akibat Kelebihan Beban,” *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 59–66, 2015.
- [7] D. R. R. Nababan, S. Nugroho, and R. Ismail, “Analisis Kegagalan Pada Coil Spring Depan Sepeda Motor Kapasitas 160 CC,” *JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. 11, no. 3, pp. 408–413, 2023.
- [8] A. H. Committee, “Properties and selection: irons, steels, and high-performance alloys,” 1990, *ASM international*.
- [9] R. Dahlan, P. Da Silva, and R. Z. Hibatullah, “Analisis Kinerja Suspensi Tipe Coil Spring pada Mobil Merk A Terhadap Beban Bervariasi secara Eksperimental,” *ISMETEK*, vol. 17, no. 2, 2024.
- [10] Y. H. Pradhana, “Analisa Keausan Dan Kerusakan Komponen Undercarriage Pada Unit Bulldozer SD22E,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.