



## ***Upgrade Mechanical Properties Material Hammer Pada Clinker Hammer Crusher 472-HC1 Dan 472-HC2***

Vigo Dewandra H.<sup>1\*</sup>, Dewin Purnama<sup>2</sup>, Agus Sukandi<sup>2</sup>, Eko Basuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>3</sup>PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap, Jl. Ir. H. Juanda, Padaramai, Karangtalun, Cilacap Utara, Cilacap 53224

\*Corresponding author *E-mail address*: vigo.dewandrahendratmoko.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

---

### **Abstrak**

*Clinker Hammer Crusher memiliki fungsi utama untuk mengurangi ukuran dari Clinker yang telah mengalami proses pendinginan pada Grate Cooler. Komponen paling utama pada Clinker Hammer Crusher adalah Hammer itu sendiri yang bertumbukan langsung dengan material Clinker. Hammer tersebut mengalami masalah keausan yang sangat cepat dan sering mengganggu operasi Kiln. Setelah dilakukan pengujian material Hammer untuk mengetahui komposisi kandungan kimia, material Hammer tidak memenuhi standar ASTM A532 untuk besi tuang putih. Hardness hammer sebelum modifikasi memiliki nilai rata-rata 56,8 HRC. Untuk meningkatkan hardenability dari material Hammer, Molybdenum ditingkatkan sebesar 0,5% wt sehingga setara dengan ASTM A532 kelas II tipe D. Hardness material sesudah modifikasi memiliki nilai rata-rata 58 HRC.*

*Kata-kata kunci: Clinker Hammer Crusher, Hammer, besi tuang putih*

### **Abstract**

*Clinker Hammer Crusher has the main function of reducing the size of Clinker which has undergone a cooling process in the Grate Cooler. The most important component of the Clinker Hammer Crusher is the hammer itself which collides directly with the clinker material. The hammer suffers from very rapid wear problems and frequently interferes with Kiln operations. After testing the Hammer material to determine the chemical composition, the Hammer material did not meet the ASTM A532 standard for white cast iron. Hardness hammer before modification has an average value of 56.8 HRC. To increase the hardenability of the Hammer material, Molybdenum is increased by 0.5% wt so that it is equivalent to ASTM A532 class II type D. The hardness of the material after modification has an average value of 58 HRC.*

*Keywords: Clinker Hammer Crusher, Hammer, White Cast Iron*

## 1. PENDAHULUAN

Pada PT. Solusi Bangun Indonesia, mesin-mesin penghancur seperti Clinker Crusher digunakan untuk menghancurkan clinker semen yang keras dan kasar menjadi ukuran yang lebih kecil. Clinker Crusher merupakan salah satu peralatan yang penting dalam proses ini, dan performa serta daya tahan mesin tersebut memiliki peran krusial dalam produktivitas dan efisiensi pabrik.

Clinker crusher yang digunakan pada PT. Solusi Bangun Indonesia pabrik Cilacap adalah tipe *hammer crusher*. Equipment ini memiliki 18 buah *hammer* yang terpasang pada sebuah rotor. *Hammer* tersusun menjadi 6 baris, setiap baris berjarak 60 derajat dari baris lainnya dan terdiri dari 3 buah *hammer*.

*Hammer crusher* terletak pada sisi output dari grate cooler. Seperti yang sudah tertulis, *hammer crusher* memiliki fungsi untuk mengurangi ukuran clinker yang sudah mendingin dari output grate cooler. Ukuran clinker yang diharapkan setelah mengalami size reduction dengan diameter berkisar antara 8cm sampai 20cm.

*Hammer* pada *hammer Crusher* pasti akan mengalami keausan karena prinsip kerja utamanya adalah menghancurkan clinker dengan proses penumbukan. Laju keausan *hammer crusher* diharapkan dapat selambat mungkin agar tidak mengganggu kinerja dari *Clinker cooler*. Jika kinerja dari *Clinker cooler* terhambat, dapat mengakibatkan kiln harus mengalami stop.

Namun pada kenyataannya, *hammer* pada equipment *hammer crusher* 472-HC1 dan 472-HC2 mengalami laju keausan yang cepat. Hal ini diketahui saat dilakukannya pengecekan *Hammer Crusher* saat Kiln mengalami short stop duration pada Bulan Desember 2022. Idealnya, *hammer* dapat bertahan untuk waktu yang cukup lama yaitu sekitar 1 sampai 2 tahun. Akan tetapi saat dilakukan pengecekan *hammer crusher*, *hammer* baru berusia 3 bulan semenjak pemasangan dan sudah mengalami keausan sekitar 60% dari dimensi awal.

Oleh karena itu perlu dilakukan analisa material pembuat *hammer* pada *Hammer Crusher* agar dapat mengurangi laju keausan yang sangat cepat.

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah :

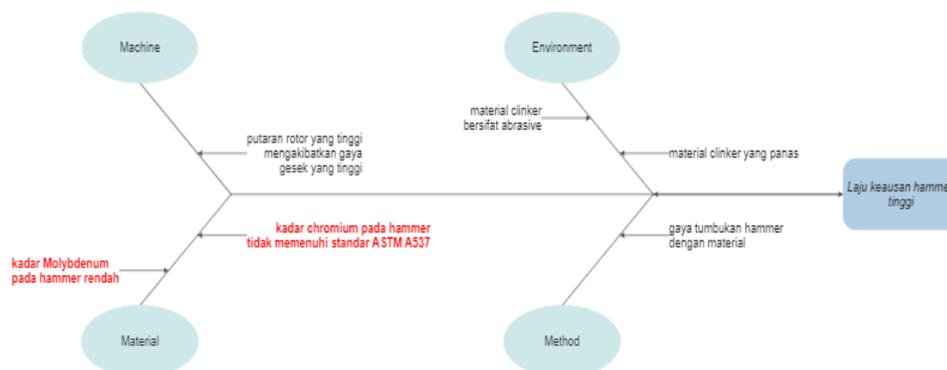
1. Modifikasi diharapkan dapat mengurangi laju keausan pada *hammer crusher* 472-HC1 dan 472-HC2 di PT. Solusi Bangun Indonesia pabrik Cilacap.

## 2. METODE

Dalam prosesnya, modifikasi material *hammer crusher* melalui beberapa langkah.

### Mengidentifikasi Masalah

Berdasarkan hasil analisa masalah dan diskusi dengan pihak terkait, dihasilkan diagram ikan untuk mengidentifikasi masalah. Cabang cabang yang di identifikasi terdiri dari *machine*, *environment*, *method* dan *material*. Dari hasil identifikasi masalah, cabang yang paling berpengaruh dalam permasalahan ini adalah cabang material. Hal ini dikarenakan material *hammer crusher* tidak sesuai dengan standar yang ASTM A532 untuk besi tuang putih.



Gambar 1. Fishbone diagram penyebab laju keausan *hammer*

### **Mengumpulkan Data Pendukung**

Sebelum melakukan pengajuan penggantian atau modifikasi material *hammer* crusher, diperlukan data-data pendukung untuk menunjang opini. Data-data yang dikumpulkan antara lain :

1. *Hardness* atau kekerasan material.
2. Uji komposisi material
3. Data vibrasi *equipment*

### **Melakukan Desain**

Pada tahap ini diperlukan kajian terhadap jurnal-jurnal dan standar yang ada. Setelah dilakukan kajian, dilakukan pendesainan komposisi material yang cocok untuk *hammer* crusher. Material *hammer* crusher disesuaikan dengan standar yang ada yaitu ASTM A532. Selain itu diperlukan penjelasan pendukung yang lain yang diperlukan untuk melakukan desain.

### **Mengajukan Desain**

Pada tahap ini diperlukan diskusi dengan *engineer* area terkait. Jika pada tahap ini tidak disetujui oleh *engineer* area terkait maka perlu dilakukan kajian kembali terhadap standar dan jurnal yang ada. Namun jika disetujui, akan lanjut pada tahapan selanjutnya yaitu fabrikasi.

### **Fabrikasi**

Setelah desain disetujui oleh *engineer* area terkait, maka *hammer* akan mulai difabrikasi oleh vendor. Desain yang sudah disepakati diberikan kepada vendor terkait untuk membuat *hammer*.

### **Pengambilan Data dan Evaluasi Hasil**

Setelah dilakukan modifikasi, perlu diambil data-data untuk membandingkan hasil modifikasi *hammer*. Data-data ini kemudian dianalisa dan dibandingkan dengan material sebelum modifikasi. Data-data yang diambil adalah :

4. *Hardness* atau kekerasan material.
5. Uji komposisi material
6. Data vibrasi *equipment*

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Komposisi Kimia Material**

Setelah dilakukan modifikasi ada perbedaan pada komposisi molybdenum. Komposisi molybdenum pada material sebelum modifikasi berkisar antara 0,5% wt. Komposisi molybdenum pada material sesudah modifikasi antara 0,9% wt. Modifikasi disesuaikan dengan standar ASTM A532 kelas II tipe D. Tabel dibawah menunjukkan perbandingan komposisi material sebelum dan sesudah modifikasi serta standar ASTM A532.

Komposisi Kimia		%wt		
		Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi	Standar ASTM A532
TC	Min	1,6	1,6	2
	Maks	2	2	3,3
Si	Min	0,45	0,4	1
	Maks	0,65	0,8	2,2
Mn	Min	0,4	0,4	
	Maks	0,8	0,8	2
P	Min			
	Maks	0,04	0,04	0,1
S	Min			
	Maks	0,04	0,04	0,06
Cr	Min	17	17	18
	Maks	18	18	23
Ni	Min	0,4	0,4	
	Maks	0,7	0,7	2,5
Mo	Min	0,4	0,9	
	Maks	0,6	1,2	3
Nb	Min		0,8	-
	Maks	2	1	-
W	Min		1	-
	Maks	2	1,5	-
Cu	Min	-	-	
	Maks	-	-	1,2

Gambar 2. Perbandingan komposisi material

### Data Perbandingan *Hardness*

Pengujian kekerasan pada material dilakukan pada material sebelum dan sesudah modifikasi. *Hardness* material diukur pada 2 sampel menggunakan alat *equotip hardness tester* dengan metode Rockwell. Satuan yang digunakan adalah HRC. Dari hasil pengujian 2 sampel tersebut didapatkan nilai 57.0 HRC dan 56.6 HRC.

Setelah dilakukan modifikasi, pengujian kekerasan material juga dilakukan. Dari dua material yang diukur, didapatkan hasil 58,1 HRC dan 58,5 HRC. Dengan demikian diketahui bahwa ada peningkatan *hardness* pada material sebelum dan sesudah modifikasi. Data perbandingan *hardness* disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan *hardness* material

Material	Hardness (HRC)	
Sebelum Modifikasi	57	56,6
Sesudah Modifikasi	58,1	58,5

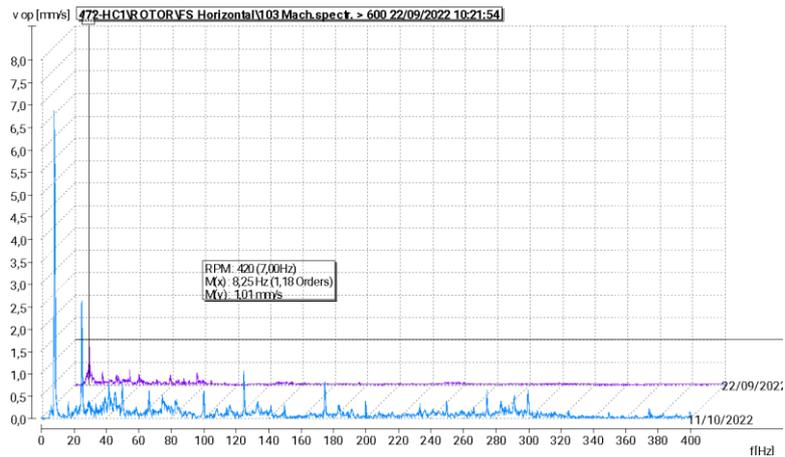
### Data Perbandingan Vibrasi

Data vibrasi dibandingkan pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi pada *hammer crusher*. Salah satu indikasi yang dapat menyatakan bahwa kondisi *hammer* sudah mengalami keausan yang cukup parah adalah spektrum vibrasi *unbalance*. *Unbalance* terjadi karena keausan *hammer* pada *hammer crusher* tidak merata, sehingga menyebabkan rotor mengalami eksentrisitas.

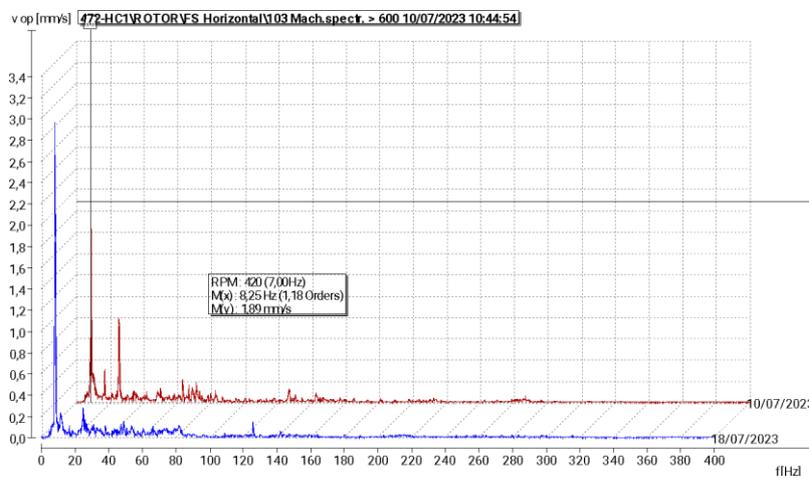
Pada aplikasi Omnitrend, dapat dilihat trending dari frekuensi *unbalance* yang terjadi pada rotor *hammer crusher*. Frekuensi *unbalance* paling jelas terlihat pada sisi FS (seberang sisi Pulley) ketimbang pada sisi MS (sisi Pulley). Hal ini disebabkan oleh tarikan belt yang meredam amplitud dari frekuensi *unbalance*.

Frekuensi *Unbalance* terjadi pada 1x putaran dari rotor *hammer*, yaitu 496,5 rpm. Jika dinotasikan dalam Hz maka akan menjadi 8,275 Hz. Hal ini dapat terlihat jelas pada spektrum vibrasi yang akan ditampilkan di bawah ini.

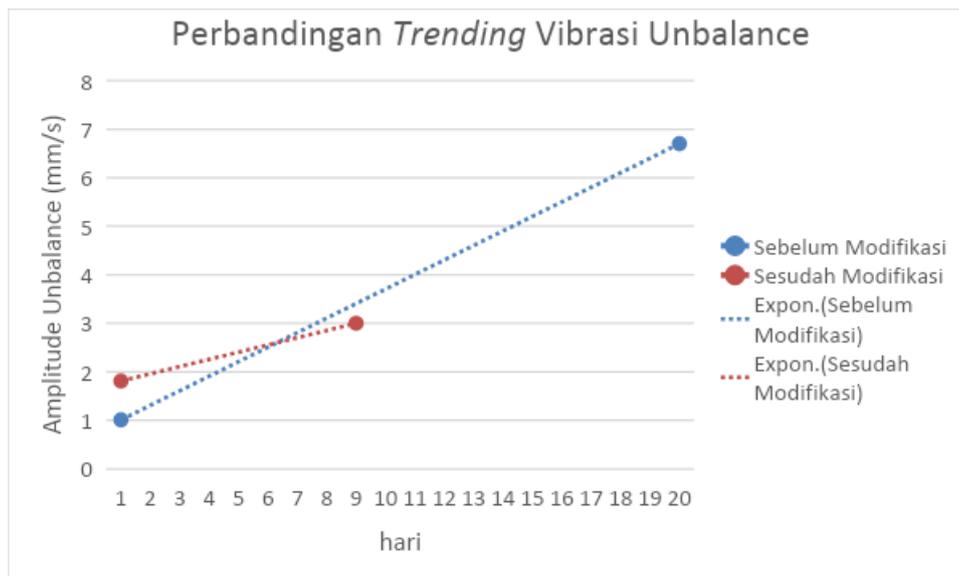
Sebelum dilakukan modifikasi, terdapat kenaikan vibrasi *unbalance* yang cukup signifikan dalam waktu 19 hari. Amplitud bertambah dari 1,01 mm/s menjadi 6,7 mm/s. Setelah dilakukan modifikasi, dapat terlihat dalam waktu 8 hari ada kenaikan *unbalance* dari 1,89 mm/s menjadi 2,8 mm/s.



Gambar 3. Trending vibrasi unbalance sebelum modifikasi



Gambar 4. Trending vibrasi unbalance sesudah modifikasi



Gambar 5. Perbandingan data trending vibrasi unbalance

#### 4. KESIMPULAN

Modifikasi penambahan kandungan molybdenum pada material *hammer* sudah dilakukan. Kandungan Molybdenum pada material *hammer* bertambah dari 0,5% wt menjadi 0,95% wt. Nilai hardness pada material *hammer* bertambah dari rata rata 56,8 HRC menjadi 58,3 HRC.

Berdasarkan trending data spektrum vibrasi, masih terjadi kenaikan yang cukup signifikan pada amplitude *unbalance*. Hal ini bisa dilihat dari kenaikan amplitude pada frekuensi 8,275 yang diambil dari titik horizontal bearing rotor. Meskipun demikian, kenaikan vibrasi *unbalance* tidak lebih signifikan daripada sebelum modifikasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada *Department Electrical* di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap yang telah mengijinkan penggunaan dana untuk memenuhi kebutuhan pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga kepada rekan-rekan karyawan, kontraktor dan mahasiswa magang di *Departement PM* dan *Kiln* yang telah membantu dalam pengerjaan alat.

#### REFERENSI

1. P C. Scandian, C. Boher, J. D. B. de Mello, and F. Rézaï-Aria, "Effect of molybdenum and chromium contents in sliding wear of high-chromium white cast iron: The relationship between microstructure and wear," *Wear*, vol. 267, no. 1–4, pp. 401–408, 2009, doi: 10.1016/j.wear.2008.12.095.
2. S. R. Al-Sayed, A. M. Elshazli, and A. H. Hussein, "Laser Surface Hardening of Ni-hard White Cast Iron," *Metals*, vol. 10, no. 6. 2020, doi: 10.3390/met10060795.
3. N. Bureau, "Heat Treatment and Properties of Iron and Steel DEPARTMENT OF COMMERCE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS."
4. S. S. Mandal, K. S. Ghosh, and D. K. Mondal, "Correlation between microstructure, hardness, wear and electrochemical behaviour in 8.0%, 16.0% and 20.0% (by wt) chromium white irons," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 193, pp. 401–412, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2017.02.041>.
5. S. Jefferies, "The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry," *Dent. Clin. North Am.*, vol. 42, pp. 613–627, Nov. 1998, doi: 10.1016/S0011-8532(22)00555-9.
6. Z. U. M. Gahr and G. T. Eldis, "Abrasive Wear of White Cast Iron," vol. 64, pp. 175–194, 1980.