



**Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Galuh**

JURNAL MESIN GALUH



**Vol.2, No.02
(2023)**



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.2 No.02 Juni 2023

REDESAIN <i>PROTOTYPE</i> PEMBANGKIT LISTRIK PIKOHIDRO Tia Setiawan, Sandi Maulana	1 - 6
ANALISIS MESIN SORTASI UKURAN BIJI KOPI Ade Herdiana, Femi Maulana, Endang Rustendi	7 - 21
ANALISIS UJI KINERJA MESIN PENIRIS MINYAK GORENG PADA PENGOLAHAN KERIPIK SINGKONG DAN MAKRONI KAPASITAS 4 Kg Slamet Riyadi, Heri Rahmat Jatnika, Dedi Suryadi	22 - 30
RANCANG BANGUN PROTOTIPE SIMULATOR SISTEM KENDALI VERTIKAL Zenal Abidin, Ade Herdiana, Dani Muhammad Danial	31 - 39
ANALISIS KINERJA MESIN AERATOR SUPERCHARGER AMR 500 Irna Sari Maulani, Heris Syamsuri, Faiz Mubarak	40 - 47
PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT ANALISIS KERUSAKAN BEARING BERBASIS SUARA DENGAN SOFTWARE SCOPE 147 Tryananda Naufal, Dedy Hernady	48 - 58
PERANCANGAN SCREW CONVEYOR VERTIKAL DENGAN KAPASITAS 4000 KG/JAM UNTUK TRANSFER GABAH KERING PADA MESIN PENGGILING PADI Giovanni Purnama Harun, Dedy Hernady	59 - 73
PENERAPAN TEKNOLOGI INFORMASI UNTUK MENINGKATKAN PENDAPATAN UMKM DI DESA WISATA CIBURIAL Gatot Santoso, Magnaz Lestira Oktaroza, Sugiharto	74 - 80



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.2 No.02 Juni 2023

Jurnal Mesin Galuh (JMG) dikelola oleh Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Galuh. Jurnal ilmiah di bidang teknologi tepat guna dan terapannya terbit 2 kali dalam setahun, yaitu bulan Januari dan Juli.

Penanggung Jawab : Ketua Program Studi Teknik Mesin
Ir. Zenal Abidin, S.T., M.T.

Pimpinan Redaksi : Irma Sari Maulani, S.Si.,
M.T.

Mitra Bestari : 1. Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.
(Universitas Pasundan Bandung)

2. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.
(Universitas Pasundan
Bandung)

3. Ir. Engkos Koswara,
M.T.(Universitas
Majalengka)

4. Nia Nuraeni Suryaman
(Universitas Widyatama)

5. Heris Syamsuri, S.T.,
M.T.(Universitas Galuh
Ciamis)

Redaksi Pelaksana : 1. Ade Herdiana, S.T., M.T.
2. Ir. Tia Setiawan, S.T., M.T.
3. Slamet Riyadi, S.T., M.T

SEKERTARIAT REDAKSI

JURNAL MESIN GALUH (JMG)

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Galuh Jln. RE. Martadinata No 150 Ciamis

Email: mesin.galuh@gmail.com

Website: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jmg>



JURNAL MESIN GALUH

ISSN 2985-9093



Vol.2 No.02 Juni 2023

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kepada Allah SWT selalu kami panjatkan, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Jurnal Mesin Galuh Volume 1, Nomor 1, Januari 2022 bisa diterbitkan secara elektronik (E-Jurnal) dengan 6 artikel. Jurnal ini diterbitkan sebagai wahana sosialisasi dan diseminasi hasil penelitian bagi kalangan akademisi maupun masyarakat luas, pada bidang teknologi tepat guna dan terapannya. Bidang kajian yang dicakup dalam jurnal ilmiah adalah teknologi tepat guna yang dipalikasikan dari ilmu pemesinan seperti konstruksi, metalurgi, konversi energy dan ilmu terapan lainnya.

Penyebarluasan informasi terhadap hasil- hasil penelitian tersebut dapat disampaikan melalui publikasi atau Jurnal ilmiah yang diwadahi dalam Jurnal Mesin Galuh diterbitkan oleh Program Studi Teknik Mesin merupakan salah satu sarana dan wadah bagi para peneliti untuk dapat mendiseminasikan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta sekaligus juga bisa sebagai sarana untuk meningkatkan profesionalitas.

Pada edisi kesatu nomor satu ini, JMG menyajikan 6 (enam) buah artikel yang bervariasi mulai dari pemesinan, metalurgi dan konversi energy, keberagaman konten tersebut menunjukkan bahwa terapan teknologi di masyarakat sangat luas dan terbuka berbagai peluang penelitian terkait.

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas Jurnal, kami akan terus berupaya untuk lebih baik. Oleh sebab itu, masukan dan saran dari semua pihak sangat diharapkan agar ke depan Jurnal Mesin Galuh (JMG) bisa lebih baik lagi. Hal ini memberikan semangat bagi kami untuk terus mengelola jurnal ini agar dapat terus terbit dan terus meningkat kualitasnya. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya Jurnal ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan petunjuk kepada kita semua, dan semoga kita dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang, Amin.

REDAKSI

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT ANALISIS KERUSAKAN BEARING BERBASIS SUARA DENGAN SOFTWARE SCOPE 147

A. Trynanda Naufal ¹⁾, Dedy Hernady ²⁾

^(1,2) Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: yudianovaldi@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Dalam analisis kerusakan komponen mesin banyak sekali metode dan alat bantu yang digunakan. Baik dilihat dan didengar secara langsung maupun dengan alat bantu. Dalam penelitian ini penulis membuat alat bantu untuk menganalisis kerusakan komponen mesin yaitu bearing pada mesin drilling. Pengujian dilakukan pada ring dalam bantalan yang menempel pada poros spindle mesin drilling. Analisis berdasarkan suara yang ditimbulkan kemudian diubah menjadi sinyal elektrik dan dibaca melalui software Scope 147. Grafik frekuensi terhadap waktu yang ditampilkan akan dianalisis untuk melihat kejanggalan yang terjadi. Kejanggalan yang terjadi adanya lonjakan frekuensi setiap 90 ms dengan durasi 30 ms. Dari perbandingan hasil pengujian dengan hasil perhitungan, cacat yang terjadi pada bearing di mesin drilling adalah cacat lokal dimana kerusakan bisa terjadi bola bearing yang mulai aus, cacat lintasan dalam atau lintasan luar.

Kata kunci : Perawatan mesin, bearing, Scope 147

ABSTRACT

In the analysis of engine component damage, various methods and tools are used. Both seen and heard directly and with tools. In this study, the authors made a tool to analyze damage to engine components, namely bearings on drilling machines. The test was carried out on the inner ring of the bearing attached to the spindle shaft of the drilling machine. Analysis based on the generated sound is then converted into an electrical signal and read through the Scope 147 software. The displayed frequency-time graph will be analyzed to see any irregularities that occur. The irregularities that occur are frequency spikes every 90 ms with a duration of 30 ms. From a comparison of the test results with the calculation results, the defects that occur in the bearings on the drilling machine are local defects where damage can occur in ball bearings that are starting to wear out, defects in the inner track or outer track.

Keywords : Engine maintenance, bearing, Scope 147

I. PENDAHULUAN

Perawatan mesin adalah salah satu upaya untuk merawat mesin supaya dapat beroperasi dengan baik dan lancar dan mencegah mesin rusak pada saat beroperasi. Perawatan mesin meliputi elemen-elemen mesin yang terdapat pada mesin itu sendiri terutama yang berputar dengan kecepatan tinggi, meliputi poros, roda gigi (transmisi), bantalan (bearing), belt dan lain sebagainya. Kegiatan perawatan mesin (maintenance) secara umum meliputi pemeriksaan (inspeksi), meminyaki (lubrication), perbaikan (repairing) dan penggantian suku cadang (replacement). Berdasarkan jenis kegiatannya, perawatan mesin (maintenance) dibagi menjadi Breakdown Maintenance (perawatan saat terjadi kerusakan), Preventive Maintenance (perawatan pencegahan), dan Corrective Maintenance. Dalam perawatan mesin pemeriksaan bisa dilakukan secara visual atau melihat langsung kepada objek yang dituju, atau dengan bantuan suara atau bisa juga dengan bantuan software komputer contohnya pemeriksaan sistem injeksi kendaraan mobil atau motor dengan bantuan software. Pada pemeriksaan kerusakan komponen mesin menggunakan bantuan suara dilakukan dengan mendengarkan bunyi yang terjadi pada mesin tersebut. Kerusakan dianalisis dari kejanggalan atau keanehan suara yang terjadi pada mesin tersebut [Gatot Aribowo, 2016]. Untuk mendengarkan suara bisa menggunakan alat pengeras suara, alat deteksi getaran atau sensor yang dihubungkan ke komputer. Alat alat yang lebih canggih berbasis komputer banyak dijual di pasaran namun harganya cukup mahal. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yang terjadi antara lain, Inpeksi atau pemeriksaan kerusakan pada komponen mesin bisa dilakukan dengan metode pendengaran yaitu mendengarkan kejanggalan atau keanehan bunyi yang terjadi pada komponen mesin tersebut. Maksud dari

penelitian ini adalah menganalisis kerusakan pada bantalan atau bearing menggunakan sinyal suara. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat pendeteksi suara dan mengubah sinyal suara tersebut menjadi sinyal listrik (digital) sehingga bisa dibaca oleh aplikasi komputer.

II. KAJIAN LITERATUR

II.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Suhadjono. (2004), mekanisme terjadinya getaran akibat adanya cacat pada bantalan adalah adanya impuls pada saat elemen rotasi mengalami tumbukan dengan cacat lokal. Untuk putaran poros yang tetap maka tumbukan akan terjadi secara periodik. Untuk gaya impuls tunggal, maka respon getarannya akan berupa getaran bebas teredam seperti pada persamaan :

$$g_i(t) = A \cdot e^{-\alpha_i \cdot t} \cdot \sin \omega_d \cdot t \quad \dots\dots \text{pers 2.1}$$

dimana:

$$A = \frac{F}{m \cdot \omega \cdot \sqrt{1 - D^2}}$$

$$\alpha_i = D \cdot \omega_n$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - D^2} \quad \text{dan}$$

D : rasio redaman

Untuk putaran poros yang konstan, maka impuls tersebut akan terjadi secara periodik, sehingga respon getarannya akan berupa getaran bebas teredam yang berulang secara periodik dan memenuhi persamaan :

$$x_i(t) = g_i(t) * \sum_j g_i(t - jT_i) \cdot U(t - jT_i) \quad \dots \text{pers 2.2}$$

dimana:

$$T_i = \text{Periode eksitasi impuls,}$$

$$U(t) = \text{Fungsi step satuan dan}$$

$$J = \text{indeks periode} = 1, 2, \dots$$

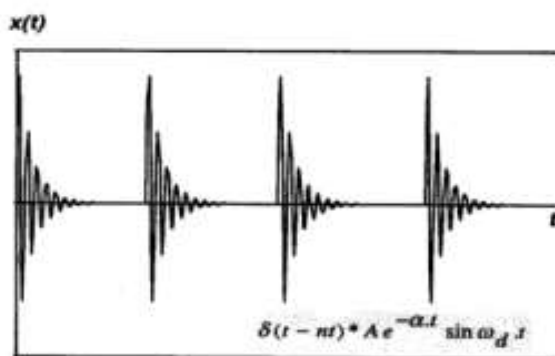
Persamaan (2.2) dapat pula ditulis sebagai berikut,

$$x_i(t) = g_i(t) * \sum_j \delta(t - jT_i) \quad \dots \text{pers 2.3}$$

dimana:

$$\sum_j \delta(t - jT_i) = \text{fungsi sisir dengan interval waktu } T_i \\ \text{dan } * = \text{operator konvolusi.}$$

Sehingga bentuk sinyal domain waktu yang dihasilkan oleh cacat lokal dapat ditunjukkan seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pola spektrum frekuensi Bantalan akibat Cacat Lokal

(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2 Oktober 2004 hal 39-48, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra)

Jika pada bantalan terdapat i buah cacat lokal, maka persamaan (2.3) menjadi:

$$x(t) = \sum_i x_i(t) \\ = \sum_i \sum_j A_i e^{-\alpha_i(t-jT_i)} \cdot \sin[\omega_{di}(t - jT_i)] \cdot U(t - jT_i)$$

Dengan melakukan Transformasi Fourier pada persamaan diatas maka spektrum frekuensinya adalah,

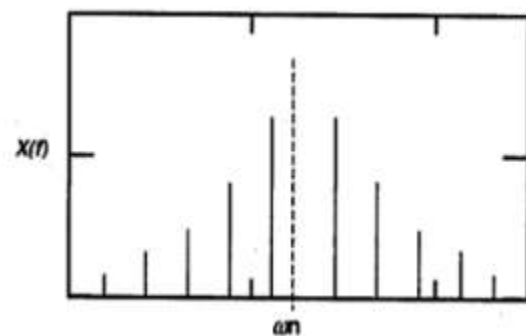
$$X_i(f) = 2\pi \cdot \sum_k X_{ik}(f) \delta(f - kf_i)$$

Dimana:

$$f_i = \text{frekuensi eksitasi impuls} = 2\pi/T_i$$

$$X_{ik}(f) = \frac{1}{T_i} \cdot \int_{-\frac{T_i}{2}}^{\frac{T_i}{2}} g_i(t) \cdot e^{-j \cdot k \cdot 2\pi \cdot f_i t} dt$$

Karena $X_i(f)$ pada persamaan (2.3) adalah merupakan fungsi diskrit dengan frekuensi $1/T_i$ dengan amplitudo mengikuti fungsi $X_{ik}(f)$, maka bentuk spektrum frekuensi dari bantalan yang mempunyai cacat lokal akan terlihat seperti gambar 2.2 dibawah :

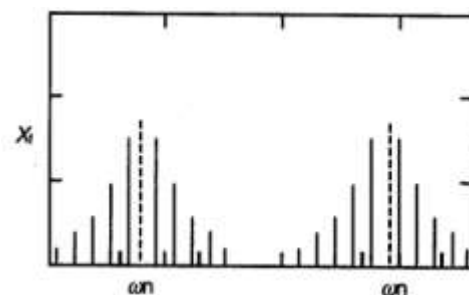


Gambar 2.2 Pola spektrum frekuensi Bantalan akibat Cacat Lokal

(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2 Oktober 2004 hal 39-48, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra)

Terlihat bahwa spektrum frekuensi akan mempunyai harga amplitudo terbesar pada daerah frekuensi pribadinya. Bila sistem dengan m buah modus getar, maka pola spektrumnya akan berulang untuk setiap frekuensi pribadi modus getar nya.

Sehingga polanya dapat di tunjukkan seperti pada gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.3 Pola spektrum Bantalan dengan Modus Getar

(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2

Oktober 2004 hal 39-48, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra)

Harga frekuensi impuls (f_i) yang digunakan bergantung dari letak cacat lokal pada bantalan. Harga frekuensi impuls (f_i) yang ditimbulkan oleh bantalan dengan N_b buah bola adalah sebagai berikut:

1. Cacat Lokal pada Lintasan Dalam (Inner Race) Frekuensi eksitasi impuls akibat adanya cacat lokal pada lintasan dalam bantalan disebut **Ball Pass Frequency Inner Race** (BPFI), yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BPFI = \frac{N_b}{2} \times f_r \times \left(1 + \frac{Bp}{Pd} \times \cos \alpha\right)$$

dimana :

N_b = Jumlah bola (*Number of balls*),

f_r = Frekuensi relatif antara *inner race* dan *outer race* (Hz),

Bd = Diameter bola (*Ball diameter*) mm,

Pd = Diameter Pitch (*Pitch diameter*) mm dan

α = sudut kontak (*Contact angle*) derajat.

2. Cacat Lokal pada Lintasan Luar (Outer Race)

Frekuensi eksitasi impuls akibat adanya cacat lokal pada lintasan luar bantalan disebut **Ball Pass Outer Race** (BPFO), yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BPFO = \frac{N_b}{2} \times f_r \times \left(1 - \frac{Bp}{Pd} \times \cos \alpha\right)$$

3. Cacat Lokal pada Bola (Rolling Element) Bila terdapat cacat pada bola, maka frekuensi impuls yang terjadi disebut **Ball Spin Frequency** (BSF). Besarnya dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$BSF = \frac{Pd}{2 Bd} \times f_r \times \left(1 - \left(\frac{Bp}{Pd} \times \cos \alpha\right)^2\right)$$

4. Cacat Lokal pada Pemisah (Cage) Frekuensi akibat adanya cacat pada pemisah (**Cage**) disebut **Fundamental Train**

Frequency (FTF). Besarnya FTF dapat dihitung dengan persamaan :

$$FTF = \frac{f_r}{2} \times \left(1 - \frac{Bp}{Pd} \times \cos \alpha\right)$$

Fundamental Train Frequency ini sama dengan kecepatan putar cage atau sama dengan kecepatan sumbu putar bola terhadap sumbu poros. Jika geometri bantalan tidak diketahui, tetapi jumlah bola dan kecepatan putar mesin diketahui maka dapat digunakan pendekatan sebagai berikut;

$$FTF \approx f_r \times \left(\frac{1}{2} - \frac{1,2}{N_b}\right)$$

$$BPFI \approx f_r \times \left(\frac{N_b}{2} + 1,2\right)$$

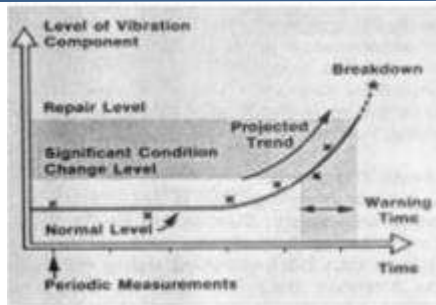
$$BPFO \approx f_r \times \left(\frac{N_b}{2} - 1,2\right)$$

II.2 Tingkat Kerusakan

Tingkat kerusakan dapat dideteksi dengan adanya kenaikan amplitudo getaran, dimana frekuensi getaran tetap konstan sesuai dengan jenis kerusakan pada komponen yang mana. Berdasarkan “Machine Condition Monitoring” gambar 2.3 terlihat bahwa untuk mesin normal (kondisi baik) menunjukkan amplitudo getaran yang relatif konstan selama kondisi normal, tetapi saat mulai terjadi kerusakan pada saat itu juga mulai menunjukkan kenaikan amplitudo getaran

(vibration level) yang cukup besar. Jika amplitudo getaran sampai pada batas repair level, maka mesin

harus direparasi (breakdown) atau komponen harus diganti [Gatot Aribowo, 2016][Setio Budi, 2014].



Gambar 2.4 Tren kenaikan Amplitudo Getaran

Akibat Kerusakan Komponen
(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2
Oktober 2004 hal 39-48, Fakultas Teknologi
Industri, Universitas Kristen Petra)

II.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mendeteksi suara adalah sebagai berikut,

1. Stateskop_Mesin

Stateskop mesin digunakan untuk menangkap suara yang dihasilkan oleh bantalan/bearing dan hanya bisa didengar oleh telinga manusia. Berikut gambar stateskop mesin.



Gambar 2.5 Stateskop mesin

2. Mic Condenser

Mic Condenser berfungsi untuk menangkap suara yang timbul dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Karena suara yang ditangkap lemah maka perlu diperkuat dengan sebuah penguat atau amplifier untuk bisa diolah sinyalnya di laptop atau PC. Berikut gambar tampilan Mic Condenser dan Amplifiernya.



Gambar 2.6 Mic Condenser dan Penguat/Amplifier

3. Eksternal Soundcard

Soundcard merupakan interface atau antar muka

antara peripheral eksternal dengan komputer.

Soundcard mengolah sinyal analog yang masuk dan mengolahnya menjadi sinyal digital untuk diproses lebih lanjut di komputer. Setiap komputer atau laptop sudah dilengkapi dengan soundcard-nya masing-masing namun untuk menghindari kerusakan atau ada hubungan pendek di peripheral eksternal yang mengakibatkan kerusakan yang merembet ke alat lainnya maka digunakanlah soundcard eksternal. Berikut gambar tampilan soundcard eksternal yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2.7 Eksternal Sound Card

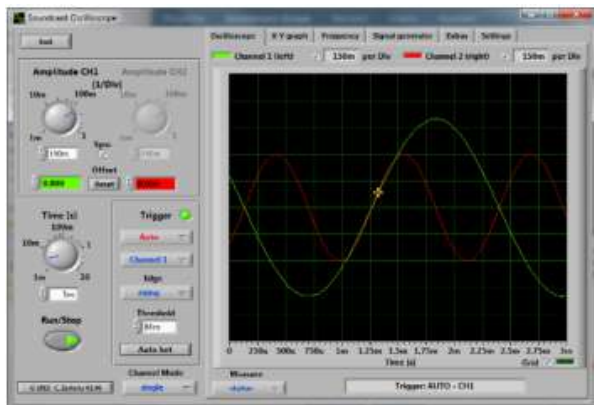
4. Software SCoPe 147

Berdasarkan penjelasan dari situs resminya Scope

(https://www.zeitnitz.eu/scope_en), aplikasi Scope 147 adalah aplikasi Oscilloskop Soundcard berbasis Windows dimana penerimaan datanya dari soundcard dengan resolusi 44.1kHz dan 16 Bit. Sumber data dapat dipilih di laptop atau PC yaitu dari Microphone, LineIn atau Wave.

Rentang frekuensi tergantung pada soundcard, tetapi bisa dimungkinkan rentang antara 20-20000Hz. Frekuensi terendah dibatasi oleh kopling.

AC dari sinyal line-in dan sebagian besar input mikrofon hanya mono. Aplikasi Oscilloskop Scope 147 juga mengandung generator sinyal untuk 2 saluran dalam bentuk gelombang sinus, persegi, segitiga, gigi gergaji dan spektrum kebisingan yang berbeda dalam rentang frekuensi dari 0 hingga 20kHz. Sinyal yang tersedia di output speaker soundcard dapat didefinisikan dengan rumus matematika dan dapat diumpankan kembali ke osciloscope untuk menghasilkan angka Lissajous dalam mode xy. Berikut tampilan di layar monitor untuk aplikasi Scope 147



Gambar 2.8 Tampilan Software Scope 147
(sumber : https://www.zeitnitz.eu/scope_en)

Mesin yang diuji pada penelitian ini adalah mesin drilling yang terdapat di Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung. Adapun spesifikasi mesin tersebut adalah sebagai berikut.

- Merek/Type : Profesional / 2JQ4116
- Buatan : China
- Kapasitas : 16 mm
- Daya motor : 375 Watt / 220 V / 50 Hz
- Tingkat kecepatan : 8 tingkat kecepatan

Bentuk detail dari mesin drilling tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.10 Mesin Drilling
Profesional 2JQ4116

II.3 Bagan Rangkaian Alat

Skema/bagan dari rangkaian pendeteksi suara dapat dilihat pada gambar di bawah ini,



Gambar 2.9 Rangkaian Alat Pengujian

II.4 Data Mesin Untuk Pengujian

Pembuatan dan pengujian alat analisis kerusakan bearing berbasis suara dengan software scope 147

Gambar berikut menunjukkan data spesifikasi mesin drilling dan posisi bantalan/bearing yang akan diuji



Gambar 2.11 Data Spesifikasi Mesin Drilling Profesional 2JQ4116 dan Posisi Bantalan/Drilling

II.5 Pengujian Dan Pengamatan Data

Sebelum melakukan pengujian akan dihitung dulu kecepatan sudut (ω) rad/s dan frekuensinya. Lebih tepatnya menkonversi dari putaran per menit (Rpm) ke kecepatan sudut (ω) rad/s dan frekuensi. Perhitungan menggunakan persamaan berikut ini.

Diketahui

- 1 putaran (n) = 2π rad
- 1 menit (t) = 60 s

Maka kecepatan sudut (ω) untuk kecepatan putaran terendah dari mesin drilling (650 Rpm) adalah

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{n \cdot 2\pi}{60 \text{ s}} \\ &= \frac{650 \times 2 \times 3,14}{60} \\ &= 68,03 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

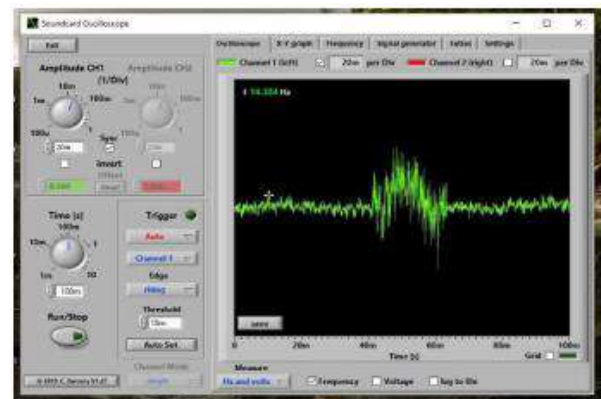
Menkonversi dari kecepatan putaran sudut ke frekuensi menggunakan persamaan berikut (Thomson, 1986).

$$f \text{ (hz)} = \frac{\omega \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)}{2\pi}$$

Maka kecepatan sudut (ω) untuk kecepatan putaran terendah dari mesin drilling (650 Rpm) atau (68,03 rad/s) adalah,

$$\begin{aligned}f &= \frac{68,03}{2 \times 3,14} \\ &= 10,83 \text{ Hz}\end{aligned}$$

Dan untuk perhitungan selanjutnya telah ditabelkan sebagai berikut,



Gambar 2.12 Tampilan Aplikasi Scope 147 (sumber : dokumentasi pribadi)

Tampilan diatas adalah tampilan untuk menguji mesin drilling dengan putaran spindel 650 rpm. Dari tampilan tersebut data direkam kemudian dikonvert kedalam bentuk MS-Excel

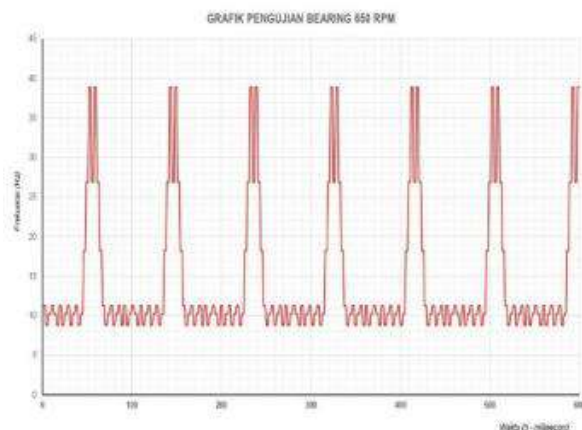
II.7 Pengujian Untuk Putaran Spindel 650 rpm Hasil pengujian untuk putaran spindel mesin drilling sebesar 650 rpm dan sudah dikonversi kedalam bentuk MS Excel untuk 600 ms (0,1 detik) adalah sebagai berikut,

DATA PENGUJIAN BEARING UNTUK PUTARAN SPINDEL 650 RPM

ms	Time	Ch1 F	Ch1 Amp	Ch1 RMS	Ch2 F	Ch2 Amp	Ch2 RMS
1	06.03.2023 01:13:08	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
2	06.03.2023 01:13:08	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
3	06.03.2023 01:13:08	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
4	06.03.2023 01:13:08	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
5	06.03.2023 01:13:08	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
6	06.03.2023 01:13:08	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
7	06.03.2023 01:13:09	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
8	06.03.2023 01:13:09	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
9	06.03.2023 01:13:09	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
10	06.03.2023 01:13:09	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
11	06.03.2023 01:13:10	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
12	06.03.2023 01:13:10	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463
13	06.03.2023 01:13:10	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
14	06.03.2023 01:13:10	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
15	06.03.2023 01:13:10	10.233	0.003122768	0.00464815	12.5469568	0.003230964	0.00462859
16	06.03.2023 01:13:11	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
17	06.03.2023 01:13:11	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
18	06.03.2023 01:13:11	8.795	0.002681192	0.003956087	10.77248357	0.002774088	0.00387408
19	06.03.2023 01:13:11	11.264	0.003437384	0.00511646	13.81076343	0.003556491	0.00550463

Gambar 2.13 Tampilan Tabel Pada MS-Excel

Dari tabel yang telah dikonversi ke MS-Excel kemudian dibuat grafiknya, yaitu grafik Waktu vs Frekuensi yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.14 Grafik Hasil Pengujian

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

III.1 Analisis dan Pembahasan Alat Pengujian

1. Proses pembuatan alat ini didasarkan pada alat uji mesin berdasarkan getaran yang terjadi yang dikeluarkan oleh pabrik bearing seperti SKF, ASB dan sebagainya. Dimana prinsip kerja dari alat tersebut yaitu mendengarkan suara yang terjadi melalui stateskop.
2. Pada alat ini suara yang ditimbulkan oleh mesin atau bearing ditangkap oleh sebuah mikropon dan diperkuat oleh sebuah amplifier

menjadi sinyal listrik analog kemudian diubah menjadi sinyal digital dan ditampilkan sebagai grafik pada layar komputer.
3. Pada saat pengujian, alat ini hasilnya banyak dipengaruhi oleh noise (suara gangguan dari luar) sehingga grafik yang dihasilkan kurang akurat untuk mengatasi hal tersebut dibuat peredam suara di sekitar microphne untuk meredam suara dari luar.
4. Pada pengujian alat hanya bisa dipakai untuk putaran mesin rendah karena untuk putaran mesin tinggi terganggu oleh suara bising mesin dan arus listrik yang terjadi. Jadi dalam pengujian ini dipakai untuk mesin dengan putaran mesin yang paling rendah.
5. Prinsip kerja dari alat ini hanya berdasarkan suara yang masuk saja sehingga hanya bisa mengukur dalam satu bidang saja. Berbeda dengan osciloscop yang canggih seperti SKF TMST3 yang bisa mengukur dalam arah horizontal dan vertikal namun harganya cukup mahal (Gambar 2.15).



Gambar 2.15 SKF Electronic Stethoscope TMST 3 [NSK LTD-HEADQUARTERS, Rolling Bearings Catalogue, NSK LTD-HEADQUARTERS, Tokyo, Japan]

6. Dengan alat ini maka data dapat disimpan dengan menggunakan software Scope 147, sehingga bisa dianalisis lebih lanjut.
III.2 Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian
1. Pada pengujian ini ring dalam bantalan menempel pada poros spindel mesin drilling sehingga putaran ring dalam bearing atau bantalan mempunyai kecepatan putar yang sama dengan poros spindel.
2. Pada pengujian ini untuk poros yang berputar pada kecepatan 650 rpm didapat hasil

pengukuran dengan aplikasi Scope 147 sebagai berikut,

- Frekuensi terendah : 8,786 Hz
- Frekuensi tertinggi : 38,889 Hz
- Frekuensi rata-rata : 14,314 Hz

3. Berdasarkan grafik pengukuran yang ditampilkan pada gambar 2.14 dapat dianalisis sebagai berikut. Grafik di atas merupakan grafik waktu vs frekuensi yang terjadi. Waktu dalam millisecond (ms) dan frekuensi dalam herzt (Hz). Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa terjadi lonjakan frekuensi dalam siklus waktu setiap 90 ms.

4. Jika poros spindel berputar 650 rpm maka untuk satu detik poros tersebut berputar 10,83 putaran dan untuk berputar 1 putaran maka poros tersebut memerlukan waktu 0,093 detik atau 93 ms. Diketahui dimensi poros pada mesin drilling mempunyai diameter 17 mm.

5. Kecepatan keliling poros dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Keliling poros (K)} &= \pi \cdot d \\ &= 3,14 \times 17 \\ &= 53,38 \text{ mm} \end{aligned}$$

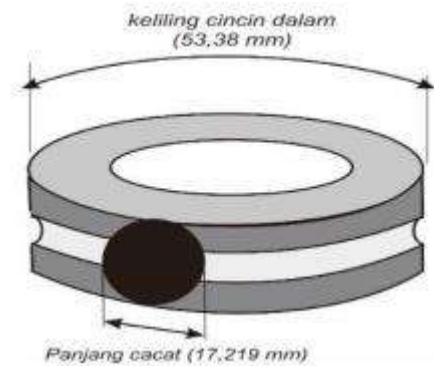
6. Waktu yang diperlukan (t) untuk berputar 1 putaran = 0,093 ms

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan keliling poros} \\ V_{k \text{ Poros}} &= \frac{K}{t} \\ V_{k \text{ Poros}} &= \frac{53,38}{0,093} \\ &= 573,978 \text{ mm/detik} \end{aligned}$$

7. Dari grafik diatas diketahui bahwa ada lonjakan frekuensi setiap 90 ms sekali dengan durasi 30 ms. Hal ini berarti ada gangguan pada poros atau cacat pada lintasannya sepanjang

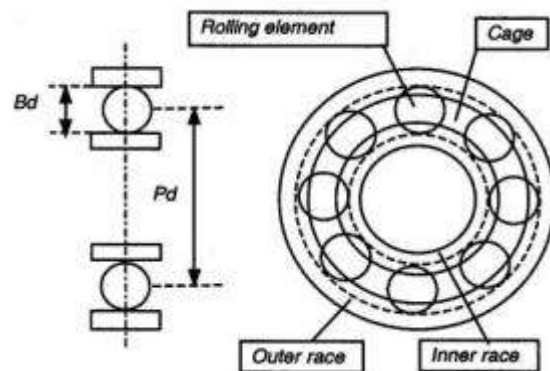
$$\begin{aligned} s &= (V_{k \text{ Poros}}) \times (t \text{ gangguan}) \\ &= 573,978 \times 0,03 \\ &= 17,219 \text{ mm} \end{aligned}$$

8. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.16 Panjang Cacat Pada Lintasan Bearing

9. Gangguan yang terjadi merupakan cacat pada lintasan bearing pada cincin dalam, bola bearing atau pada lintasan bearing pada cincin luar. Untuk memahami hal tersebut dapat dilihat pada nomenklatur bearing yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.17 Komponen-komponen Bantalan Bola (Ball Bearing)

(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2 Oktober 2004 hal 39-48, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra)

10. Menurut Suhardjono [2004] Cacat pada bantalan bola dapat dikelompokkan dalam dua kategori yaitu:

a. Cacat Lokal

Jenis cacat yang termasuk dalam cacat lokal adalah adanya goresan ataupun lubang pada lintasan dalam, lintasan luar dan bola. Sinyal yang dibangkitkan akibat cacat lokal ini berupa impuls, yaitu pada saat elemen rotasi bersentuhan dengan cacat lokal tersebut.

b. Cacat Terdistribusi

Bila pada bantalan bola terdapat cacat terdistribusi, maka gaya kontakannya akan berubah secara periodik. Jenis cacat yang termasuk dalam kategori cacat terdistribusi ini adalah ketidakbulatan lintasan luar dan lintasan dalam, ketidakseamaan sumbu (misalignment) antara sumbu lintasan luar dan lintasan dalam, serta ketidakseamaan dimensi bola.

Jadi berdasarkan hal tersebut cacat yang terjadi pada bearing di mesin drilling tersebut adalah cacat lokal dimana kerusakan bisa terjadi pada bola bearing yang mulai aus, cacat lintasan dalam atau lintasan luar (Gambar 4.5).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Proses pembuatan alat untuk menganalisis kerusakan pada bearing berbasis suara dapat dikatakan cukup baik, tetapi masih terganggu dengan gangguan suara/noise dari luar. Sehingga perlu adanya penyempurnaan peredam suara yang baik.

2. Prinsip kerja dari alat ini adalah menterjemahkan sinyal analog suara ke dalam bentuk digital dan ditampilkan dalam bentuk grafik oleh aplikasi komputer Scope 147.

3. Penggunaan sinyal analog ini biasanya langsung didengarkan oleh operator dengan menempelkan alat ini ke bantalan/bearing yang akan diperiksa kemudian didengarkan langsung melalui saluran suara stateskop ke telinga operator. Jika ada keanehan suara yang cukup

besar misalnya suara kasar maka kemungkinan ada kerusakan pada bantalan atau bearingnya.

4. Dengan alat ini suara yang terjadi akan direkam oleh microphone dan diubah menjadi sinyal listrik kemudian diperkuat oleh sebuah amplifier dan diterjemahkan oleh aplikasi Scope147 dalam bentuk grafik. Keanehan suara yang terjadi dapat dilihat ada terjadinya lonjakan frekuensi.

5. Cacat yang terjadi merupakan cacat lokal yaitu adanya goresan ataupun lubang pada lintasan dalam, lintasan luar dan bola. Sinyal yang dibangkitkan akibat cacat lokal ini berupa impuls, yaitu pada saat elemen rotasi bersentuhan dengan cacat lokal tersebut.

6. Prinsip kerja dari alat ini hanya berdasarkan suara yang masuk saja sehingga hanya bisa mengukur dalam satu bidang saja

IV.2. Saran

Supaya alat ini lebih peka maka perlu adanya peredaman suara yang lebih baik di sekitar **microphone** dan rangkaian elektronik peredam **noise**. Mungkin hal ini bisa dikembangkan dengan penelitian selanjutnya.

REFERENSI

Khurmi.,J.K.Gupta, 1991. A Text Book Of Machine Design. Eurasia Publishing Hous (Pvt) LTD Ram Nagar.New Delhi

Sularso. Suga Kiokatsu. 1997. Dasar Perencanaan Dan Pemeliharaan Elemen Mesin. PT. Pradaya Pratama. Jakarta

NSK LTD-HEADQUARTERS, Rolling Bearings Catalogue, NSK LTD-HEADQUARTERS, Tokyo, Japan

Thomson, William T., Prasetyo, Lea, Teori Getaran dengan Penerapan, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.

Gatot Aribowo, Proposal Tugas Akhir
“Pengukuran dan Analisa Getaran Mekanis
Dengan Variasi Konstanta Pegas dan Putaran
Motor Penggetar Tanpa Peredam”, Teknik
Mesin Universits Wahid Hasyim Semarang
2016.

Setio Budi, Uud Saputra,
Hardiansyah, Makalah Bearing elemen mesin,
Universitas Bina Darma 2014.

Suhadjono. (2004). Analisis Sinyal Getaran
untuk Menentukan Jenis dan Tingkat
Kerusakan Bantalan Bola (Ball Beaering).
Jurnal Teknik Mesin, 6(2), 39-48.

Jurnal Teknik Mesin Vol. 6 No.2 Okteber 2004
hal 39-48, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Kristen Petra

Diktat Perawatan dan Perbaikan Mesin, Aan
Mardian, M.Pd Pendidikan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik Universitas Negeri
Yogyakarta