

Analisis Massa Tak Imbang Mesin Bubut Emco Maximat V13 pada Berbagai Tingkat Putaran Mesin

Ady Rukma
Ismail

*Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya Parangtambung Makassar*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui besar nilai massa tak imbang pada mesin bubut untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap getaran pada mesin bubut. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan alat vibscanner untuk mengukur besar simpangan pada setiap tingkat putaran mesin. Variabel penelitian yang diamati adalah besarnya getaran pada setiap tingkat putaran mesin. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian adalah mengukur setiap putaran mesin bubut emco maximat v13. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa besar nilai massa tak imbang yang diperoleh sangat kecil, dapat disimpulkan bahwa nilai massa tak imbang pada mesin bubut emco maximat V13 tidak mempengaruhi getaran yang ada sehingga kondisi mesin masih stabil. Dari hasil perhitungan nilai massa tak imbang diperoleh besaran yang cenderung konstan dari tingkat putaran mesin terendah sampai tingkat putaran mesin tertinggi.

Kata Kunci : *Massa Tak Imbang, Simpangan, Getaran*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tujuan dari kerangka sistem pendidikan Indonesia adalah peningkatan kualitas sumber daya manusia Indonesia. Upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas pendidikan dan pengajaran, baik dalam bentuk pengajaran formal di sekolah maupun dalam bentuk pembinaan pelatihan dan keterampilan. Dengan pendidikan seseorang akan memiliki keterampilan, kecekatan dan kemampuan untuk melakukan suatu kegiatan yang baik dan cermat, dan sekaligus menyiapkan generasi yang akan datang agar mampu berperan aktif dalam pembangunan.

Seseorang yang telah memiliki

keterampilan dalam hal dunia industri juga sangat diperlukan saat ini. Hasil produksinya akan sangat berkualitas jika dikerjakan oleh seseorang yang terampil atau telah menimba ilmu dalam dunia industri atau permesinan.

Hasil proses permesinan yang baik akan menghasilkan produk yang baik pula. Selain itu, kondisi mesin yang baik, bahan dan alat permesinan yang baik juga dapat menjadi faktor yang berpengaruh pada hasil produk yang baik walaupun teknisi yang mengerjakannya telah berpengalaman atau telah mendapatkan pendidikan dalam dunia permesinan tersebut.

Kondisi pembubutan pada proses permesinan dapat dijadikan bahan acuan dalam evaluasi kualitas produk dan

kestabilan mesin perkakas. Ketidakstabilan proses permesinan dapat terjadi karena timbulnya getaran akibat kondisi adanya massa tak imbang. Kondisi pembubutan yang tidak tepat dan pemilihan elemen dasar pemmesinan yang tidak sesuai mengakibatkan kegagalan dalam menghasilkan suatu produk.

Adanya perbedaan massa tak imbang yang terdapat pada mesin, perbedaan dimana saat berbagai tingkat putaran pada mesin-mesin perkakas dalam dunia permesinan juga menjadi faktor yang mempengaruhi hasil produk suatu permesinan. Baik dari perbedaan material pahat, diameter pahat, pemasangan pahat, cara pembubutan akan menjadi pengaruh dalam hasil kualitas produk permesinan, ataupun kecepatan dalam menyelesaikan job sheet.

Dalam kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) disebutkan bahwa “Mesin adalah perkakas untuk menggerakkan atau membuat sesuatu yang dijalankan dengan roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau motor penggerak, menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam”. Pengertian mesin lainnya dalam Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas dijelaskan bahwa “Mesin adalah alat mekanik atau elektrik yang mengirim atau mengubah energi untuk melakukan atau membantu pelaksanaan tugas manusia”. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa mesin adalah sesuatu yang bergerak dan sesuatu yang bergerak biasanya memiliki getaran. Hampir semua mesin yang bergerak akan bergetar meskipun mungkin intensitasnya sangat kecil (Joni Dewanto, 1999: 159), Semua mesin ciptaan manusia pasti memiliki getaran dimana seiring bertambahnya usia mesin getaran yang timbulpun akan berubah, getaran ini biasanya disebabkan akibat adanya massa tak imbang.

Massa tak imbang merupakan suatu

perilaku objek terpantau yang memiliki ketidakseimbangan sehingga mempengaruhi suatu kinerja sistem yang ada.

Prinsip pengaruh massa tak imbang adalah menyebabkan getaran yang dapat mengganggu segala sistem sehingga dapat menimbulkan hasil kurang maksimal dan kerusakan terhadap mesin tersebut. Mesin dirancang dan dibuat sesuai dengan fungsi dan kegunaannya, untuk mesin yang memerlukan ketelitian tinggi diperlukan pengaturan atau kontrol gerak roda gigi yang baik dan konsisten karena gerakan ini akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Misalnya pada mesin bubut, dimana mesin ini dituntut harus menghasilkan produk dengan kualitas geometri yang tinggi (toleransi yang diberikan sangat ketat). Hal ini dapat dicapai dengan kondisi kerja mesin yang baik bebas dari getaran. Permasalahan yang sering muncul pada mesin bubut adalah konsistensi pengontrolan gerak seimbang. Gerak yang seimbang sangat besar pengaruhnya pada proses kerja bubut dimana keseimbangan itu harus dipastikan atau diatur sedemikian rupa agar dapat membuat bubut dapat bekerja dengan baik. Selain pengaturan keseimbangan, gerakan getaran yang tidak linier juga dapat mempengaruhi kerja dan fungsinya.

Getaran yang terjadi pada mesin-mesin biasanya menimbulkan efek yang tidak dikehendaki seperti ketidaknyamanan, ketidaktepatan dalam pengukuran atau rusaknya struktur mesin (Joni Dewanto, 1999: 159). Ada banyak kerugian yang ditimbulkan oleh getaran mesin, komponen mengalami kerusakan atau keausan, menurunkan batas stabilitas mesin, menimbulkan *chatter* atau getaran yang berlebihan, menurunkan kualitas permukaan,

menyebabkan kesalahan geometri, umur komponen mesin menjadi rendah, mesin tidak tahan lama dan masih banyak yang lainnya.

Suatu mesin jika mendapatkan gangguan maka akan menghasilkan getaran, terlebih jika getaran yang ditimbulkan secara berlebihan karena frekuensi operasinya mendekati atau bahkan sama dengan salah satu frekuensi pribadinya atau biasa disebut frekuensi natural dari sistem tersebut (Yudhkarisma fitri, dkk, 2013 : D-108). Untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada mesin bubut ini, maka perlu untuk mengetahui massa tak seimbang penyebab ketidakseimbangan yang dapat mempengaruhi kerja dan fungsi mesin. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan menghitung besarnya massa tak seimbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin bubut, dengan mengetahui besarnya massa tak seimbang tersebut maka dapat diketahui tingkat pengaruh massa tak seimbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin sehingga jika dikembangkan lebih lanjut getaran pada mesin dapat diredam.

Dengan adanya penelitian ini, peneliti juga dapat mengenal alat yang digunakan dalam mengukur simpangan pada mesin bubut, cara penggunaan alat tersebut hingga pada cara perawatan alat tersebut nantinya. Peneliti juga mampu memberi informasi secara langsung terhadap dosen pembimbing ataupun dosen pengajar, mahasiswa teknik, para teknisi, para penuntut ilmu dalam bidang teknik. Informasi tentang alat yang digunakan dalam mengukur simpangan pada mesin bubut dan spesifikasi dari alat itu sendiri. Alat yang digunakan adalah *Vibscanner*, alat yang terbilang cukup asing di telinga para mahasiswa, apalagi untuk mengetahui sistem kerja alat itu sendiri. Dengan adanya penelitian

ini, para pembaca yang sebelumnya kurang tahu akan alat ukur simpangan pada mesin akan mendapatkan informasi dengan membaca skripsi ini nantinya.

Dari semua uraian di atas, maka kecilnya massa tak seimbang pada mesin bubut akan sangat berguna bagi teknisi, karena kecilnya massa tak seimbang dapat meminimalkan getaran mesin yang ditimbulkan ketika melakukan pembubutan di mesin bubut. Atau dapat pula disimpulkan, perlunya diadakan penelitian analisis massa tak seimbang mesin bubut pada berbagai tingkat putaran mesin.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan mengacu pada penelitian yang ingin dicapai, maka dirumuskan masalah sebagai berikut: Bagaimana menentukan besar massa tak seimbang yang menyebabkan getaran pada mesin bubut.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah: untuk menghitung massa tak seimbang yang menyebabkan getaran pada mesin bubut

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberi manfaat kepada:

1. Bagi lembaga pendidikan, dapat dijadikan sebagai pedoman dan bahan acuan untuk pembelajaran Mahasiswa dalam melakukan proses perawatan mesin, meningkatkan kualitas pembubutan dan dapat menambah umur pakai mesin bubut dengan memperhatikan getaran mesin yang timbul pada proses pembubutan.
2. Bagi pengembangan ilmu, dapat menambah wawasan dan mengetahui cara menghitung massa tak seimbang penyebab getaran pada mesin bubut

Serta dapat di jadikan sebagai penelitian dasar untuk penelitian lanjut sistem peredaman getaran pada mesin bubut.

II. LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Pengertian Mesin Bubut

Mesin Bubut adalah suatu Mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan.

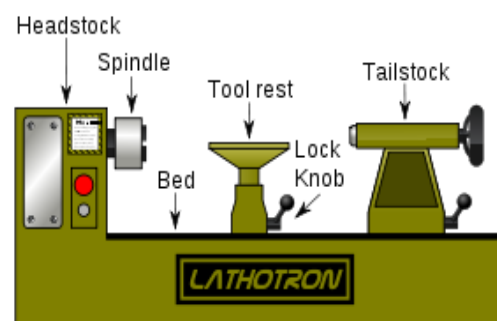
Peranan utama mesin bubut dalam industri pengerjaan logam sangat besar karena mesin bubut dapat mengerjakan dan membentuk benda-benda kerja silindris seperti poros benda yang berbentuk tirus dan dapat membuat lubang atau ulir pada benda kerja. Mesin bubut yang gerak utamanya berputar ini berfungsi sebagai pengubah bentuk atau ukuran benda dengan cara menyayat benda tersebut dengan pahat penyayat atau pahat bubut.

Pada sistem gerak putar mesin bubut tentu terdapat getaran yang disebabkan adanya massa tak imbang, artinya bahwa massa tak imbang pada gerak putar mesin bubut sangat berpengaruh terhadap hasil dan kerja mesin, oleh karenanya mesin bubut perlu dilengkapi peralatan yang membantu menetralsir getaran kerja mesin bubut, misalnya alat-alat peredam getaran atau mengurangi simpangan yang terdapat pada gerak putar mesin bubut yang mempengaruhi atau mengakibatkan getaran.

Dengan menetralsir simpangan atau

massa tak imbang pada gerak putar mesin bubut maka akan diperoleh getaran yang lebih kecil atau bahkan getaran dapat dihilangkan. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menganalisis simpangan yang anda dan mencari tahu seberapa besar pengaruh simpangan tersebut terhadap getaran yang ditimbulkan.

Mesin bubut terdiri dari meja dan kepala tetap. Di dalam kepala tetap terdapat roda-roda gigi transmisi peneruan yang akan memutar poros spindel. Poros spindel akan memutar benda kerja melalui cekel. Eretan utama akan bergerak sepanjang meja sambil membawa eretan lintang dan eretan atas dan kedudukan pahat. Sumber utama dari semua gerakan tersebut berasal dari motor listrik untuk memutar pulley melalui sabuk. Berikut bentuk sederhana dari mesin bubut:



Gambar 1. Mesin bubut
(<http://mesinbubut\image\google.co.id>)

2. Bagian-bagian Utama Mesin Bubut

a. Headstock (Kepala Tetap)

Adalah bagian mesin yang letaknya di sebelah kiri mesin, bagian inilah yang memutar benda kerja. Di dalamnya terdapat kumparan satu seri roda gigi serta roda tingkat atau tunggal. Roda tingkat terdiri atas tiga atau empat buah keping dengan garis tengah yang berbeda, roda tingkat diputar oleh suatu motor yang letaknya dibawah atau di samping roda tersebut melalui suatu ban.

b. Tailstock (Kepala Lepas)

Adalah bagian dari mesin bubut yang letaknya di sebelah kanan mesin dan dipasang di atas mesin berfungsi:

1. Sebagai tempat pemacu ujung benda kerja yang dibubut.
2. Sebagai tempat kedudukan bor pada waktu mengebor
3. Sebagai tempat kedudukan penjepit bor

Kepala lepas dapat bergeser di sepanjang alas mesin kepala lepas terdiri atas dua bagian: yaitu alas dan ban, kedua bagian itu diikat dengan 2 atau 3 baut ikat dan dapat digerakkan dipenggeser itu, diperlukan apabila:

1. Kedudukan kedua senter tersebut tidak sepusat
2. Kedudukan kedua senter tidak harus sepusat misalnya untuk menghasilkan pembubutan yang tirus.

c. Bed (Meja Mesin)

Fungsi utama meja mesin bubut ada 3 yaitu :

1. Tempat kedudukan kepala lepas
2. Tempat kedudukan eretan (cariage/support)
3. Tempat kedudukan penyangga diam (sturdy prest)

Alas yang terbentuk memanjang merupakan tempat tumpuan gaya-gaya pemakanan pahat saat membubut.

d. Spindel

Spindel ini berfungsi untuk mencekam benda kerja, benda kerja yang akan dicekam akan ikut berputar saat akan mulai pembubutan pada benda kerja.

e. Tool Post (Dudukan Pahat)

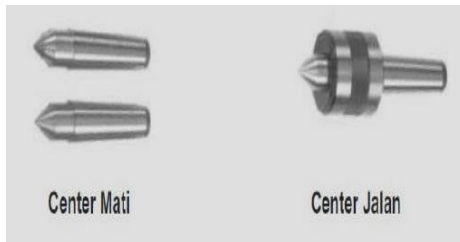
Penjepit pahat yaitu rumah pahat yang dipasang di atas eretan. Penjepit pahat berfungsi sebagai penjepit pahat bubut agar posisi mata pahat benda tetap kuat sejajar dengan sumbu benda kerja.

Alat ini berfungsi untuk menjepit pahat, ada berbagai macam bentuknya, tapi pada umumnya berbentuk segi empat, pada alat tertentu tiap sisi tersebut terdapat baut sebagai pencekam dari pahat tersebut agar tidak terlepas pada proses pembubutan, jadi proses pencekaman tersebut adalah hal penting sebelum mengerjakan job sheet.

f. Center

Senter merupakan peralatan mesin bubut yang digunakan untuk menopang benda kerja yang sedang dibubut, baik pada saat dibubut rata maupun dibubut tirus. Untuk menempatkan senter ini, ujung benda harus dibuat lubang dengan menggunakan bor senter. Lubang ini dimaksudkan sebagai tempat atau kedudukan kepala senter. Penggunaan senter ini dimaksudkan untuk menjaga atau menahan benda kerja agar kelurusannya terhadap sumbu tetap terjaga. Pada bagian kepalanya, senter ini berbentuk runcing dengan sudut ketirusannya 60 derajat. Sementara pada sisi yang lainnya, berbentuk tirus. Ada dua jenis senter, yaitu senter yang ikut berputar mengikuti putaran benda kerja (senter jalan/live center) dan senter

yang tidak ikut berputar dengan putaran benda kerja (senter mati/tail stock center). Berikut ini adalah gambar dari senter jalan dan senter mati.



Gambar 2. Center Mesin Bubut (<http://mesinbubut\image\google.co.id>)

3. Spesifikasi Mesin Bubut Emco Maximat V13



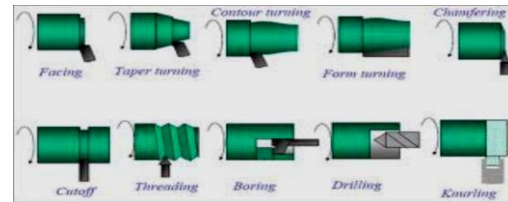
Gambar 3. Mesin Bubut Emco Maximat V13 (<https://www.machineseeker.biz.>)

4. Cara Kerja Mesin Bubut

Prinsip kerja mesin bubut adalah benda kerja yang berputar, sedangkan pisau bubut bergerak memanjang dan melintang. Dari kerja ini dihasilkan sayatan dan benda kerja yang umumnya simetris. Pekerjaan-pekerjaan yang umumnya dikerjakan oleh mesin bubut antara lain:

1. Membubut luar
2. Membubut permukaan
3. Membubut dalam

4. Memotong
5. Membubut tirus
6. Membuat ulir



Gambar 4. Jenis Pembubutan (<http://mesinbubut\image\google.co.id>)

Pada gambar dapat dilihat bentuk-bentuk benda kerja yang dibuat oleh mesin bubut tersebut. Meskipun ada juga kemampuan-kemampuan lain yang dapat dikerjakan oleh mesin tersebut.

5. Getaran Mesin Perkakas

Mesin perkakas dirancang dengan menggunakan konsep high speed dan high power. Konsep ini menuntut rancangan mesin perkakas harus memiliki kekakuan yang tinggi. Kekakuan tinggi ini digunakan untuk meredam getaran yang muncul pada waktu pengoperasian mesin perkakas. Kekakuan tinggi ini biasanya diikuti dengan volume rancangan mesin perkakas yang besar. Getaran mesin perkakas berpengaruh terhadap mesin perkakas, kondisi pemotongan, getaran benda kerja dan umur pahat. Sinyal hasil pengukuran getaran pada mesin bubut merupakan respon dari sinyal yang berasal baik dari mesin bubut maupun dari luar mesin bubut.

Getaran ditandai oleh perubahan secara periodik dari suatu besaran. Getaran merupakan suatu fungsi periodik yang dinyatakan sebagai:

$$X(t) = X(t + T)$$

Keterangan :

X : Getaran

t : waktu (s)

T : periode getaran (s)

Analisis getaran dapat dilakukan dengan bantuan matematika, yaitu hukum gerak newton, persamaan energi, metode respons frekuensi, dan metode superposisi. Frekuensi merupakan kebalikan dari periode yaitu jumlah getaran per satuan waktu (HZ). Dalam prakteknya terdapat 2 jenis getaran yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas terjadi jika tidak ada gaya luar yang bekerja selama sistem tersebut bergetar dan getaran paksa terjadi jika ada gaya luar yang bekerja selama sistem tersebut bergetar.

Getaran bebas adalah sistem yang bergetar bukan karena ada gaya eksitasi (gaya penggetar), tetapi karena kondisi awal, yaitu berupa simpangan awal $x(0)$ atau kecepatan $\dot{x}(0)$. Getaran bebas secara umum adalah getaran bebas tidak teredam dan getaran bebas teredam. Dalam kenyataannya getaran bebas tidak ada yang tidak teredam.

Suatu sistem getaran bebas cenderung bergetar pada frekuensi pribadinya. Frekuensi pribadi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus persamaan berikut:

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

dimana :

$$x = A \cdot e^{j\omega t}$$

$$\dot{x} = \omega A \cdot e^{j\omega t}$$

$$\ddot{x} = -\omega^2 A \cdot e^{j\omega t}$$

Keterangan :

$m\ddot{x}$ = gaya inersia

kx = gaya pegas

A = Bilangan Konstan

ω = frekuensi sistem (kerja)

e = Bilangan Logaritma (*euler*)

x = getaran

(x adalah persamaan pertama getaran, \dot{x} adalah persamaan turunan pertama getaran dan \ddot{x} adalah persamaan turunan kedua getaran)

Dengan memasukkan kedalam persamaan diperoleh :

$$m(-\omega^2 A \cdot e^{j\omega t}) + k(A \cdot e^{j\omega t}) = 0$$

$$-m\omega^2 + k = 0$$

Besar frekuensi pribadi adalah:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

(2.4)

Keterangan :

k : pegas

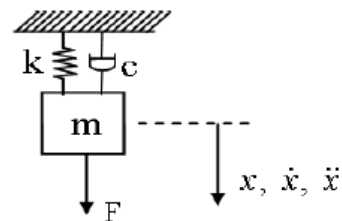
ω : frekuensi sistem (kerja)

m : massa

Jumlah frekuensi pribadi suatu sistem tergantung pada derajat kebebasan system tersebut. System getaran 1 derajat kebebasan (SDOF) memiliki 1 frekuensi pribadi dan system getaran banyak derajat kebebasan (MDOF) memiliki banyak frekuensi pribadi.

- System getaran 1 derajat kebebasan (SDOF)

System getaran 1 derajat kebebasan (SDOF) dapat dilihat pada gambar:



Gambar 6. Sistem getaran 1 derajat Kebebasan

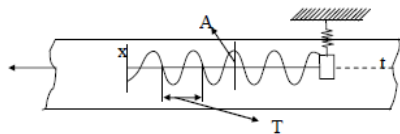
Persamaan kesetimbangan gayanya adalah:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0 \quad (2.5)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= \text{ gaya inersia} \\ c\dot{x} &= \text{ gaya redaman} \\ kx &= \text{ gaya pegas} \end{aligned}$$

Kurva simpangan getaran terhadap waktu dari system getaran tak teredam dapat dilihat pada gambar:



Gambar 7. Respon Sistem Getaran Tak Teredam

6. Alat Pengukur Getaran (*Vibscanner*)

Vibscanner ringan FFT Data kolektor fitur *built-in sensor* untuk sepuluh mesin parameter penting: akselerasi getaran, perpindahan dan kecepatan sesuai dengan standar ISO serta *Syok Pulse* kerusakan bantalan dan kondisi pelumasan, pompa kavitasi, parameter proses, kode pemeriksaan, suhu dan Rpm. Pilihan untuk waktu gelombang, satu atau dua pesawat Balancing dan Shaft Keselarasan juga tersedia. Mudah dioperasikan dengan navigasi *joystick* dan renyah tampilan grafik *backlit*. Fungsi pengukuran meliputi tugas-tugas *Inspeksi Visual*. Data pengukuran yang dikumpulkan dapat cenderung terus, dianalisis dan diarsipkan dengan perangkat lunak *pc omnitrend*.

Modul FFT memungkinkan amplitudo dan amplop *spektra* diukur untuk bantalan, peralatan dan mesin diagnosis. Pengaturan pengukuran dioptimalkan untuk jenis mesin dan RPM jangkauan.

Contoh: Pengguna memilih 'kecepatan tinggi gigi' dan *vibscanner*

mengukur spektrum amplop 0 sampai 5kHz. Untuk evaluasi, spektrum dapat diperbesar atau dikurangi sebanyak yang diperlukan baik di X dan arah Y menggunakan joystick. 10 amplitudo tertinggi jelas terdaftar dan dapat diperbesar secara langsung dengan menekan tombol ('Max10-Zoom').

Keseimbangan Mode Modul:

1. pesawat dan *sekuensial*
2. pesawat *balancing*.

Operasi yang sangat sederhana dari program dijamin oleh *intuitif*, panduan pengguna grafis yang mengarah pengguna melalui prosedur balancing langkah-demi-langkah. *Balancing metode* yang berbeda dapat dipilih: balancing gratis, massa tetap, lokasi tetap atau meteran balancing. Jika perlu, semua massa terpasang juga dapat dikombinasikan menjadi massa tunggal. Jika tidak mungkin untuk melampirkan massa, *vibscanner* juga dapat menghitung massa yang harus dibor keluar dari *rotor*. Waktu gelombang Modul memungkinkan *vibscanner* untuk melakukan fungsi seperti waktu gelombang, orbit berurutan, merekam nilai keseluruhan, FFT spektrum dan waktu sinkron rata-rata untuk FFT.

Vibscanner adalah sistem pemantauan kondisi *offline* untuk pemeliharaan *prediktif*. Pengukuran yang komprehensif dan fungsi analisis *joystick* untuk navigasi yang nyaman membuat alat ini handly ideal untuk rutinitas sehari-hari pemeriksaan Benar-benar kompatibel dengan perangkat lunak *pc omnitrend* memberikan analisis dan pelaporan fungsi yang mudah untuk memahami format untuk mencegah bencana kegagalan mesin, *unplanned downtime* produksi dan kerusakan konsekuensial untuk memproses peralatan.



Gambar 8. Joystick Vibscanner
(<http://vibscanner\image\google.co.id>)

Keterangan :

a. *Sensor & interfaces*

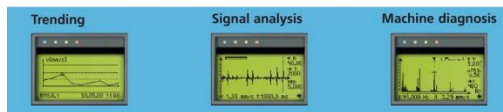
Mengukur parameter penting secara langsung. Gunakan *built-in transducer* atau *sensor eksternal di-tached* ke konektor kasar

b. Tampilan alarm Iso

Empat LED untuk ok (biru), pra-peringatan (hijau), peringatan semuanya (kuning) dan alarm (merah)

c. tampilan grafik

Layar *backlit* dengan simbol *intuitif* besar dan teks dalam bahasa yang berbeda



Gambar 9. Layar grafik pada Joystick
(<http://google\image\vibscanner.co.id>)

Keterangan :

a. mesin *diagnosis*

Analisis FFT dengan membungkus disediakan untuk *diagnosis* kondisi mesin, bantalan kondisi dan perlengkapan kesalahan

b. *trending*

Gunakan *kurva* untuk mengikuti tren perkembangan cacat mesin

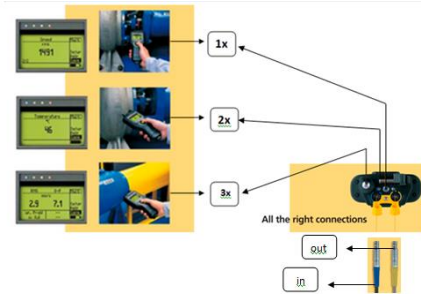
c. analisis sinyal

Sinyal Waktu dan *orbit* mendeteksi kerusakan pada mesin kecepatan rendah, *gearbox* atau mesin turbo

d. *navigasi joystick*

Mudah digunakan, sederhana untuk belajar! Satu joystick dan dua tombol fungsi semua kontrol operasi yang Anda

butuhkan.



Gambar 10. Built in Sensor
(<http://vibscanner\image\google.co.id>)

Keterangan :

a. menaikkan kecepatan akurasi? [1x]

Pengukuran rpm non-kontak dari menjauhkan hingga 0,5 meter dengan tidak perlu reflektif tape bahkan dalam sedikit cahaya. Sebuah sinar pointer merah terang membantu dalam mengarahkan tujuan Anda di poros berputar

b. Memberi temperature [2x]

The retractable, felexible probe temperatur memastikan permukaan kontak yang optimal untuk cepat, akurat pembacaan-bahkan dalam cairan. Atau pasang di *probe eksternal* - bahkan tombol suhu IR tersedia.

c. Getaran yang baik [3x]

The rugged, dipatenkan accelerometer tindakan getaran mesin serta gaya guncangan frekuensi tinggi *emitted* oleh bantalan anti-gesekan dan *kavitasi* pompa - untuk total tiga sinyal mesin yang berbeda semua pada waktu yang sama.

d. *out-* (kabel kuning)

Pertukaran data dengan PC, pengukuran sinyal pemicu digital dan output dari sinyal *analog* untuk headphone dan perangkat analisis dilakukan melalui antarmuka kuning

e. *in-* (kabel biru)

Hampir setiap *transduser* (ICP, CLD, Pt100, AC, DC, ...) dapat digunakan untuk mengukur sinyal analog

7. Software PC pada Vibscanner

Perangkat lunak *Pc Omnitrend* menangani pengarsipan dan evaluasi semua data kondisi mesin. Program ini memperingatkan Anda ketika pengukuran melebihi toleransi dan memberikan berbagai catatan dicetak. *omnitrend* menawarkan berbagai analisis dan alat koleksi. Fitur termasuk:

1. Database setup Tentukan lokasi pengukuran, rute pengukuran rencana
2. Copy / Paste dan kemampuan multi-edit untuk mempercepat setup dan waktu mengedit
3. Pengukuran Predefined dan disesuaikan
4. Atur alarm dengan Wizard alarm: Ditentukan pengguna dan alarm ISO
5. Secara otomatis mendeteksi kondisi alarm dan menampilkan koordinasi bendera berwarna (merah, kuning, hijau) - untuk pemantauan kondisi sekilas
6. Menganalisis tren dan perkiraan perkembangan mereka
7. spidol Frekuensi dan database bantalan tersedia untuk membantu dalam analisis
8. impor Multimode - memungkinkan pengumpulan data off-route dengan cara yang sederhana
9. Kecepatan Line dan mode kecepatan kereta api untuk menghilangkan pembacaan RPM berlebihan
10. Kemampuan untuk menghasilkan laporan kustom, menggabungkan foto, gambar panas, laporan alignment, dll ...
11. Laporan Issue, untuk lokasi individu atau untuk seluruh database
12. dan lebih banyak ...

Perangkat lunak ini secara otomatis menyesuaikan fungsinya untuk instrumen pengukuran Anda:

Vibrotip Getaran Meter, *Vibrotip*, mitra efisien untuk alat keselarasan Anda, memungkinkan Anda untuk dengan cepat menentukan kondisi keselarasan pra dan

pasca. Ini langkah-langkah, menampilkan dan menyimpan kondisi bantalan, keparahan getaran, suhu permukaan, kavitasi pompa dan mesin RPM-semua dalam satu instrumen dengan built-in sensor. Alat ini berukuran saku yang tahan air, tahan debu (IP65) dan shockproof. *Omnitrend* software tren data pengukuran dan arsip ini pada PC.



Gambar 11. Vibxpert Data Collector / getaran analyzer
(<http://vibscanner/image/google.co.id>)

Vibxpert adalah ringan, 2-channel, FFT pengumpul data / getaran analyzer untuk pemantauan dan diagnosis kondisi mesin. Sebagai seorang kolektor data, *Vibxpert* mencatat segala bentuk getaran mesin, kondisi, mengolah data dan informasi inspeksi visual bantalan. Data mesin dikumpulkan disimpan pada diupgrade Compact Flash Card (hingga 8 gigabyte) dan ditransfer ke perangkat lunak pemeliharaan *omnitrend* untuk evaluasi lebih lanjut, pembuatan laporan dan pengarsipan. *Vibxpert* menyediakan fungsionalitas analisis yang komprehensif untuk diagnosis masalah getaran yang kompleks, dengan mudah untuk menggunakan platform icon-driven. Kemampuan ini meliputi: Urutan spektrum, fase, cepstrum, fase lintas-channel, orbit, run-up dan pengukuran pantai-down. Alat analisis, termasuk berbagai jenis kursor, spidol frekuensi mesin-spesifik, pemrosesan sinyal pos, dan database bantalan yang luas termasuk untuk mengevaluasi setiap spektrum.

Dengan f_{max} dari 51KHz, hingga 102.400 Garis Resolusi dan layar VGA besar $\frac{1}{2}$, semua masalah mesin dapat ditangkap dan mudah dianalisis. Pemberitahuan alarm berdasarkan ISO10816 atau user-defined standar diidentifikasi dengan bantuan LED berwarna. Jika ada batas-batas band broadband atau sempit spektrum itu terlampaui, LED juga diaktifkan. Perumahan yang kuat memiliki masuknya wisatawan perlindungan IP65 tahan, tahan debu dan air, beratnya hanya 2 kilogram. The *Vibxpert* disampaikan dengan kantong membawa memiliki tali bahu memisahkan diri untuk keselamatan. Platform dasar *Vibxpert* adalah perangkat 1-channel, yang dapat ditingkatkan sampai 2 saluran dikonfigurasi secara individual melalui kode akses khusus. Upgrade ini tidak memerlukan perubahan ke perangkat keras. *Vibxpert* dapat menerima semua jenis sensor untuk pengukuran analog. Beberapa interface komunikasi yang diberikan, termasuk masukan pemacu, Ethernet, USB dan koneksi serial (RS232). Nikmati manfaat update gratis, biaya kepemilikan yang rendah dan dukungan teknis terbatas dari para pemimpin terbukti teknologi pemeliharaan.



Gambar 12. *The Vibxpert*
(<http://vibscanner\image\google.co.id>)

B. Kerangka Pikir

Mesin bubut merupakan salah satu proses permesinan tertua dan paling sederhana. Salah satu jenis prosesnya

yaitu proses turning. Proses ini banyak dilakukan karena jumlah dari komponen yang berbentuk silindris juga banyak, contohnya yaitu poros. Dalam proses pembubutan, para teknisi terkadang tidak terlalu memperhatikan getaran yang timbul pada gerak putar mesin bagian dalam, terkadang hanya menganggap getaran adalah hal yang biasa, karna selama ini para teknisi berpikir bahwa getaran yang timbul saat gerak putar mesin pada proses pembubutan tidaklah mempengaruhi kualitas hasil kerja pembubutan. Getaran mesin perkakas berpengaruh terhadap mesin perkakas, kondisi pemotongan, getaran benda kerja dan umur pahat. Getaran yang tinggi akan mengakibatkan kualitas benda kerja menjadi kurang bagus, umur pahat menjadi rendah dan mesin tidak tahan lama.

Girdhar (2010) dikatakan bahwa “memonitor getaran adalah cara paling efektif untuk mendeteksi cacat atau kerusakan pada mesin yang berputar”. Dengan harapan selain dapat diketahui simpangan getaran yang terjadi dapat juga menetralkan getaran akibat adanya massa tak seimbang. Getaran ada dua jenis yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Bila suatu benda dikenai gaya dari luar, maka benda tersebut akan mengalami getaran paksa sedangkan getaran yang timbul dengan sendirinya pada bagian dalam mesin adalah getaran bebas yang biasanya disebabkan akibat adanya massa tak seimbang. Pengukuran getaran dari kebanyakan mesin berada dalam range 10 Hz dan 1000 Hz, efek getaran yang muncul pada mesin perkakas sangat besar pengaruhnya. Itu dapat dilihat pada produk yang dihasilkan, umur pahat dan umur mesin perkakas yang digunakan.

Saat ini tidak ada hasil penelitian yang diketahui bahwa massa tak seimbang berpengaruh pada kualitas hasil

pembubutan pada mesin bubut, tidak ada yang memperhitungkan tentang seberapa besar pengaruh massa tak imbang, apakah mempengaruhi getaran mesin yang timbul pada putaran mesin.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dipahami bahwa tidak ada penjelasan tentang adanya pengaruh massa tak imbang terhadap getaran pada putaran mesin bubut.

C. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka pikir yang telah dibahas di atas maka dapat dirumuskan hipotesis yaitu: terdapat pengaruh yang signifikan massa tak imbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin bubut.

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian atau Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dan adapun desain penelitiannya yaitu dengan mengukur getaran pada setiap putaran mesin bubut emco maximat v13.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat penelitian yang akan dilakukan berada di Laboratorium Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar, dan waktu pelaksanaannya dilakukan pada bulan Maret.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah getaran yang terdeteksi pada setiap tingkat putaran mesin bubut emco maximat v13. Adapun sampel penelitian adalah simpangan yang diperoleh dari setiap analisis getaran pada mesin.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Simpangan yang diperoleh pada operasional pertama sebagai variabel X1
- Simpangan yang diperoleh pada operasional kedua sebagai variabel X2
- Simpangan yang diperoleh pada operasional ketiga sebagai variabel X3

E. Defenisi Operasional Variabel

Secara operasional, variabel penelitian didefenisikan sebagai berikut:

- Simpangan yang diperoleh pada operasional pertama sebagai variabel X1 adalah bagian dari setiap tingkat putaran mesin yang dianalisis.
- Simpangan yang diperoleh pada operasional kedua sebagai variabel X2 adalah bagian dari setiap tingkat putaran mesin yang dianalisis.
- Simpangan yang diperoleh pada operasional ketiga sebagai variabel X3 adalah bagian dari setiap tingkat putaran mesin yang dianalisis.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi langsung dan eksperimen. Teknik ini dimaksudkan untuk melihat dan melakukan secara langsung objek penelitian pada saat diukur dengan alat pengukur getaran mesin yaitu *vibscanner* dan hasilnya langsung dicatat sehingga data yang diperoleh akurat untuk di analisis dalam teknik analisis data.

G. Teknik Analisis data

Sebelum menghitung besarnya nilai massa tak imbang, maka data hasil penelitian terlebih dahulu dikonfersi. Konfersi yang dimaksud adalah:

- Menentukan Tingkat Putaran Mesin yang Dianalisis.

- b. Mengukur Simpangan pada Setiap Tingkat Putaran Mesin yang Dianalisis
- c. Menganalisis Sampel Simpangan yang Diperoleh untuk Menghitung Massa Tak Imbang dengan Menggunakan Rumus :

1. Menentukan Nilai Inersia Polar :

$$I_p = \frac{\pi}{2} (r^4)$$

Keterangan :

I_p : inersia polar

π : 3.14

d : diameter poros

2. Menentukan Nilai Kekakuan Torsional :

$$k_T = \frac{GI_p}{L}$$

Keterangan :

k_T : kekakuan torsional

L : panjang poros

G_{Rg} : modulus geser

3. Menentukan Nilai Momen Inersia massa :

$$J = \frac{1}{2} m \cdot r^2$$

Keterangan :

J : momen inersia

m : massa total mesin bubut emco maximat V13

r : jari-jari ragum

4. Menentukan frekuensi Natural (pribadi) :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_T}{J}} \text{ rad/dtk}$$

Keterangan :

ω_n : frekuensi natural (pribadi)

k_T : kekakuan torsional

J : momen inersia

5. Menentukan Nilai frekuensi sistem (kerja) :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \text{ rad/detik}$$

$N = v \text{ rpm}$

Keterangan :

ω : frekuensi sistem (kerja)

π : 3.14

N : putaran mesin (rpm)

6. Menentukan Nilai Massa Tak Imbang :

$$x = \frac{F_0/k_T}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)\right)^2 + \left(2\xi \cdot \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

$$x = \frac{F_0/k}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)\right)^2}}$$

$$x = \frac{F_0}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)\right)^2} \cdot k_T}$$

$$x = \frac{m_0 \cdot e \cdot \omega^2}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)\right)^2} \cdot k_T}$$

$$\frac{x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)\right)^2} \cdot k_T} = m_0 \cdot e \cdot \omega^2$$

$$m_0 = \frac{\frac{x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T \cdot e \cdot \omega^2}}}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T \cdot e \cdot \omega^2}} = m_0 \text{ atau}$$

Keterangan :

- m_0 : ?
- k_T : Kekakuan Torsional
- x : Simpangan
- ω : Frekuensi Sistem
- ω_n : Frekuensi Natural
- e : Ketidakseimbangan Ragum (jari-jari)
- D_{Rg} : Diameter ragum
- ξ : peredam = 0

IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data

Penelitian dilaksanakan pada hari jumat 17 Maret 2017 di laboratorium jurusan pendidikan teknik mesin fakultas teknik universitas negeri makassar. Dalam penelitian ini ada delapan tingkat putaran mesin yang dianalisis dimana setiap tingkat putaran mesin di analisis sebanyak lima kali dan bagian mesin yang dianalisis adalah bagian yang memiliki sumber getaran terbesar. Bagian-bagian ini adalah bagian yang dekat atau terhubung langsung dengan pusat putaran kepala tetap mesin bubut.

Penelitian getaran mesin pada tool pose menggunakan alat pendeteksi getaran yaitu vibsscanner. Vibsscanner adalah sistem pemantauan kondisi *offline* untuk pemeliharaan *prediktif*.

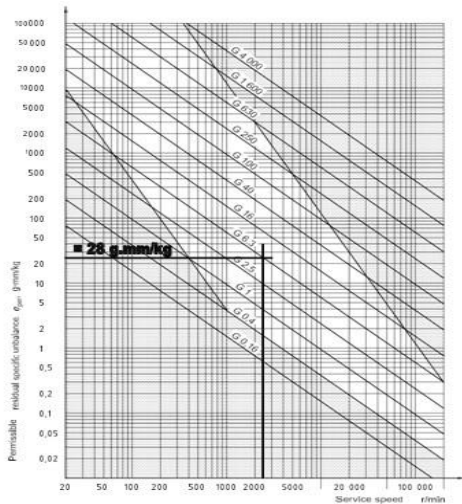
Untuk dapat menarik kesimpulan tentang bagaimana pengaruh hasil analisis massa tak imbang pada mesin bubut, perlu diketahui batasan massa tak

imbang yang diperbolehkan. Batasan yang dimaksud adalah batasan yang menjadi acuan dalam menarik kesimpulan apakah besaran nilai massa tak imbang hasil analisis dianggap mempengaruhi atau tidak mempengaruhi getaran yang timbul pada mesin.

Acuan massa tak imbang yang diizinkan (*permissible residual unbalance; ISO 9040-1:2013(E)*) pada *mechine Tools* dapat di lihat di bawah ini :

Tabel 04. Guidance for balance quality grades for rotors in a constant (rigid) state

Machinery types: General examples	Balance quality grade G	Magnitude r_{ms} $\mu 2$ mm/s
Crankshaft drives for large slow marine diesel engines (piston speed below 9 m/s), inherently unbalanced	G 4000	4 000
Crankshaft drives for large slow marine diesel engines (piston speed below 9 m/s), inherently balanced	G 1600	1 600
Crankshaft drives, inherently unbalanced, elastically mounted	G 630	630
Crankshaft drives, inherently unbalanced, rigidly mounted	G 250	250
Complete reciprocating engines for cars, trucks and locomotives	G 100	100
Cam wheels, wheel rims, wheel sets, drive shafts	G 40	40
Crankshaft drives, inherently balanced, elastically mounted	G 16	16
Agricultural machinery Crankshaft drives, inherently balanced, rigidly mounted Crushing machines Drive shafts (cardan shafts, propeller shafts)	G 6.3	6.3
Aircraft gas turbines Centrifuges (separators, decanters) Electric motors and generators (of at least 80 mm shaft height), of maximum rated speeds up to 900 r/min Electric motors of shaft heights smaller than 80 mm Fans Gears Machinery, general Mechanics Paper machines Process plant machines Pumps Turbo-chargers Water turbines	G 2.5	2.5
Compressor Computer drives Electric motors and generators (of at least 80 mm shaft height), of maximum rated speeds above 900 r/min Gas turbines and steam turbines Machine-tool drives Machinetool drives Textile machines	G 1	1
Audio and video drives Grinding machine drives	G 0.4	0.4
Synscopes Spindles and drives of high-precision systems	G 0.4	0.4



Gambar 14. Permissible residual specific unbalance based on balance quality grade G and service speed n

Diketahui :

$$e_{per} = 28 \text{ g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$$

$$m_{ragum} = 2 \text{ kg}$$

$$e_{ragum} = 3.25 \text{ mm (ketidakeseimbangan)}$$

jadi massa takimbang yang diizinkan adalah

$$m_{0A} = \frac{e_{per} \cdot m_{ragum}}{e_{ragum}}$$

$$m_{0A} = \frac{28 \text{ g} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{kg}} \times 2 \text{ kg}}{3.25 \text{ mm}}$$

$$m_{0A} = \frac{56 \text{ g} \cdot \text{mm}}{3.25 \text{ mm}}$$

$$m_{0A} = 17,231 \text{ g} \text{ atau}$$

$$m_{0A} = 0.017 \text{ kg}$$

- selanjutnya membuat hipotesis main effect, hipotesis dalam bentuk kalimat sebagai berikut:

H_0 = Apabila hasil perhitungan $m_0 < m_{0A}$ yang diisinkan maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan massa takimbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin bubut.

H_1 = Apabila hasil perhitungan $m_0 > m_{0A}$ yang diisinkan maka terdapat pengaruh yang signifikan massa takimbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin bubut.

Sebelum pengambilan sampel dilaksanakan, terlebih dahulu peneliti melakukan pemeriksaan mesin (keseimbangan mesin dan dudukan mesin),:

1. Keseimbangan Mesin

Dengan menggunakan alat pengukur keseimbangan yang disebut dengan *Waterpass*.

2. Dudukan Mesin

Dudukan mesin berada pada dudukan yang baik (level standar) dan juga berdasar pada sifat mesin yang kaku disimpulkan bahwa dudukan mesin tanpa kunci tidak berpengaruh akibat beban berat mesin yang sangat besar, dimana telah dirancang sesuai dengan daya tahan untuk menahan getaran pada mesin.

Berdasarkan pemeriksaan yang telah dilakukan dan telah memastikan bahwa mesin bubut berada pada level standar di atas maka selanjutnya peneliti dapat melaksanakan tahap selanjutnya yaitu, pengambilan sampel simpangan rata-rata pada berbagai tingkat putaran mesin bubut. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan data penelitian sebagai berikut:

Untuk menyederhanakan data yang telah didapat, agar data dapat di baca dengan jelas. Berikut tabelnya :

Tabel 05 Data Hasil Analisis Simpangan (X)

No	Putaran /min	Tingkat Putaran Mesin (rpm)	Simpangan (X)					Rata-rata Simpangan
			X1	X2	X3	X4	X5	x (mm)
1	RI	30	0.53	0.47	0.63	0.40	0.45	0.496
2	RII	110	0.79	0.44	0.55	0.38	0.40	0.512
3	RIII	190	1.05	0.89	1.78	1.19	1.10	1.194
4	RIV	320	0.89	0.98	1.16	0.51	0.67	0.842
5	SI	540	0.62	0.50	0.65	0.50	0.47	0.548
6	SII	900	0.68	0.56	0.69	0.52	0.56	0.602
7	SIII	1500	2.30	2.18	3.97	1.47	2.04	2.392
8	SIV	2500	1.65	1.51	2.66	0.85	0.93	1.520

Dari tabel dapat disimpulkan bahwa simpangan yang diperoleh tidak linier berdasarkan tingkat kecepatan dari tingkat rendah sampai tingkat kecepatan tertinggi dimana, simpangan terbesar diperoleh pada tingkat RIII(90-190) dan SIII(740-1500). Berikut gambaran grafik untuk memperjelas perbedaan yang terjadi :



Gambar 17. Grafik Gambaran Simpangan yang di Peroleh

B. Analisis Data

Menganalisis Sampel Simpangan yang Diperoleh untuk Menghitung Massa Tak Imbang dengan Menggunakan Rumus :

- Menentukan Nilai Inersia Polar :

$$I_P = \frac{\pi}{2} (r_{poros})^4 = \frac{3.14}{2} (20^4) = 251200 \text{ mm}^4$$

Keterangan :

$$I_P : ?$$

$$\pi : 3.14$$

$$r_{poros} : 20 \text{ mm}$$

- Menentukan Nilai Kekakuan Torsional :

$$k_T = \frac{G I_P}{L} = \frac{(50 \times 10^3) \times 251200}{300} = 4.19 \times 10^7 \text{ N/mm}$$

Keterangan :

$$k_T : ?$$

$$L : 300 \text{ mm}$$

$$G_{RG} : 50 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

- Menentukan Nilai Momen Inersia :

$$J = \frac{1}{2} m \cdot r_{Ragum}^2 = \frac{1}{2} \times 550 \times 32.5^2 = 290469 \text{ kg.mm}^2$$

Keterangan :

$$J : ?$$

$$m_{mesin} : 550 \text{ kg}$$

$$r_{Ragum} : 32.5 \text{ mm}$$

- Menentukan frekuensi Natural (pribadi) :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_T}{J}} = \sqrt{\frac{4.19 \times 10^7}{290469}} = 12.01 \text{ rad/dtk}$$

Keterangan :

$$\omega_n : ?$$

$$k_T : 4.19 \times 10^7 \text{ N/mm}$$

$$J : 290469 \text{ kg.mm}^2$$

5. Menentukan Nilai frekuensi sistem (kerja)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \text{ rad/detik}$$

Keterangan :

ω : ?

π : 3.14

N : lihat tabel 06

Tabel 06. Nilai Frekuensi Sistem (Kerja)

NO	NILAI FREKUENSI SISTEM (KERJA)		
	N (rpm)	π	Frekuensi sistem (ω) rad/dtk
1	30	3.14	3.140
2	110	3.14	11.513
3	190	3.14	19.887
4	320	3.14	33.493
5	540	3.14	56.520
6	900	3.14	94.200
7	1500	3.14	157.000
8	2500	3.14	261.667

6. Menentukan Nilai Massa Tak Imbang :

$$x = \frac{F_0/k_T}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2 + (2\xi \cdot \frac{\omega}{\omega_n})^2\right)}}$$

$$x = \frac{F_0/k}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right)}}$$

$$x = \frac{F_0}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T}}$$

$$x = \frac{m_0 \cdot e \cdot \omega^2}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T}}$$

$$\frac{x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T}} = m_0 \cdot e \cdot \omega^2$$

$$\frac{x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T \cdot e \cdot \omega^2}} = m_0 \text{ atau}$$

$$m_0 = \frac{x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2\right) \cdot k_T \cdot e \cdot \omega^2}}$$

Keterangan :

m_0 : ?

k_T : $4.19 \times 10^7 \text{ N/mm}$

x : lihat tabel 07

ω : lihat tabel 07

ω_n : 12.01 rad/dtk

D_{Ragum}

e : $\frac{1}{2} \times D_{Ragum} = 32.5 \text{ mm}$

ξ : peredam = 0

Tabel 07. Nilai Massa Tak Imbang

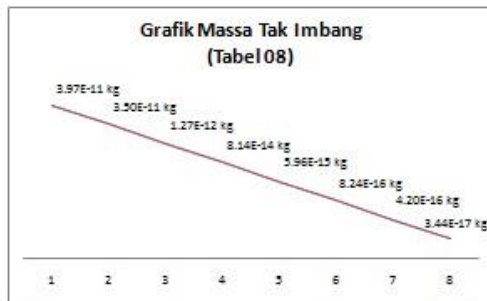
NO	NILAI MASSA TAK IMBANG				
	Simpangan x (mm)	Frekuensi sistem (ω) rad/dtk	Frekuensi Natural (ω_n) rad/dtk	Ketidaksimbangan s (mm)	Massa Tak imbang m_c (kg)
1	0.496	3.140	12.01	32.5	3.97E-11
2	0.512	11.513	12.01	32.5	3.50E-11
3	1.194	19.887	12.01	32.5	1.27E-12
4	0.842	33.493	12.01	32.5	8.14E-14
5	0.548	56.520	12.01	32.5	5.96E-15
6	0.602	94.200	12.01	32.5	8.24E-16
7	2.392	157.000	12.01	32.5	4.20E-16
8	1.520	261.667	12.01	32.5	3.44E-17

7. Hasil Analisis Massa Tak Imbang

Tabel 08. Hasil Analisis Massa Tak Imbang (m_0)

No	Tingkat Putaran Mesin (rpm)	Simpangan Rata-rata x (mm)	Massa Tak Imbang m_0 (kg)
1	30	0.496	3.97E-11
2	110	0.512	3.50E-11
3	190	1.194	1.27E-12
4	320	0.842	8.14E-14
5	540	0.548	5.96E-15
6	900	0.602	8.24E-16
7	1500	2.392	4.20E-16
8	2500	1.520	3.44E-17
Rata-rata massa tak imbang (m_0^-)			9.51E-12

8. Grafik Hasil Perhitungan Massa Tak Imbang



Gambar 18. Grafik Hasil Perhitungan Massa Tak Imbang

Selanjutnya menguji hipotesis, sebagai berikut:

Karena $m_0 < m_{0A}$ yaitu $9.51E - 12 \text{ kg} < 0.017 \text{ kg}$, maka H_0 diterima dan dapat disimpulkan jika tidak terdapat pengaruh yang signifikan massa tak imbang terhadap getaran yang timbul pada putaran mesin bubut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, mengacu pada penelitian yang ingin dicapai, maka dapat disimpulkan bahwa besar massa tak imbang yang menyebabkan getaran pada mesin bubut sangat kecil dengan berat rata-rata $9.51E - 12 \text{ kg} < 0.017 \text{ kg}$

massa yang diisinkan (*ISO 9040-1:2013(E)*). Nilai massa tak imbang dari tingkat putaran rendah hingga tingkat putaran tinggi pada mesin bubut nilai massa tak imbang cenderung konstan dan dapat diabaikan akibat besaran nilai yang diperoleh sangat kecil sehingga di anggap tidak berpengaruh atau mempengaruhi mesin bubut demikian disimpulkan bahwa mesin bubut tersebut masih sangat bagus dalam melakukan pembubutan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, maka dirumuskan:

1. Sebaiknya dalam penelitian ini menggunakan dua mesin untuk perbandingan seberapa besar massa tak imbang pada mesin tersebut dan juga penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan pengukuran sampel pada saat proses pembubutan berjalan guna untuk mendapatkan perbandingan antara tanpa pembubutan dengan saat pembubutan.
2. Peneliti memperhatikan dengan baik posisi dimana sumber getaran/simpangan terbesar dalam pengambilan sampel
3. Diharapkan hasil penelitian ini hendaknya dapat dikembangkan lebih lanjut dalam usaha menemukan sifat yang dapat meminimalkan getaran yang terdapat pada mesin akibat adanya massa tak imbang.

DAFTAR PUSTAKA

Girdhar, P. 2004. *Practical machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*: hlm. 6-21

Husain Syam. dkk. 2015. *Panduan Penulisan Skripsi/Tugas Akhir*. Makassar : Fakultas Teknik UNM

<http://kbbi.web.id/mesin>, diakses 9

- februari 2017
- <http://mesinbubut\image\google.co.id>
diakses 10 desember 2013
- <http://vibscanner\image\google.co.id>
diakses 10 desember 2013
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Mesin>,
diakses 9 februari 2017
- <https://www.ak-berbagi-sesama.blogspot.co.id>. diakses 31
januari 2017
- <https://www.diobubut.blogspot.co.id>.
diakses 4 februari 2017
- <https://www.machineseeker.biz>. diakses
24 januari 2017
- <https://www.pengertianpakar.com>.
diakses 8 februari 2017
- ISO 9040-1.: 2013(E). *Specification and verification of balance tolerances. Part.1.*
(http://www.dynomet.dk/pic/ISO_1940-1.pdf . diakses 5 juni 2017).
- Joni Dewanto. 1999. *Kajian Teoritik Sistem Peredam Satu Derajat Kebebasan.*
(online). Vol.1, nomor.2, (<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiVntfXm4LSAhVGro8KHXeGBSQQFggmMAI&url=http%3A%2F%2Fjurnalmesin.petra.ac.id%2Findex.php%2Fmes%2Farticle%2Fdownload%2F15909%2F15901&usg=AFQjCNHKnQGSVOOuPZZrnfZyVgQeXeOUSA&sig2=SZSgeJUR7AeHw9Wh9kn5WA&bvm=bv.146496531,d.c2I>), diakses 9 februari 2017).
- Milya Sari. 2013. *Hipotesis Penelitian.*
(online). *Makalah*
(<https://kajianipa.files.wordpress.com/2013/03/2-hipotesis.pdf>, diakses 9
februari 2017).
- Ramses Y. Hutahaean. 2012. *Getaran mekanik.* Yogyakarta : Andi Offset
- Robert K.Vierck. 1995. *Analisis Getaran.*
Bandung : Refika Aditama
- Rully Indrawan, Poppy Yaniawati. 2014.
Metodologi Penelitian. Bandung :
Refika Aditama
- Timoshenko, dkk. 2000. *Mekanika Bahan.* Jakarta : Erlangga
- Yudhkarisma Fitri. dkk. 2013. *Simulasi Peredaman Getaran Mesin Rotasi Menggunakan Dynamik Vibration Absorber (DVA).* (on line). Vol. 2, no. 2, (<http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/3609/1126>, diakses 9 februari 2017).