



Analisis Uji Getaran Terhadap Kualitas Hasil Pengeboran Mesin Driling Knuth Type Kb 20 S

Halman^{1*}, Roberth M. Ratlalan², Multhazam³

¹Program Studi Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Nunukan

^{2,3}Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

Riwayat Artikel:

Diajukan: 11/12/2025
Diterima: 22/12/2025
Daring: 30/12/2025
Terbit: 30/12/2025

Kata Kunci:

Proses Pengeboran
Getaran mesin
Kualitas lubang bor
Kekasaran permukaan
Keausan pahat

Keywords:

Drilling Process
Machine Vibration
Drill Hole Quality
Surface Roughness
Tool Wear

Abstrak

Proses pengeboran merupakan salah satu proses pemrosesan yang sangat penting dalam industri manufaktur karena berpengaruh langsung terhadap ketepatan dimensi, kehalusan permukaan, dan integritas material benda kerja. Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam proses pengeboran adalah getaran mesin yang dapat menurunkan kualitas hasil lubang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tingkat getaran terhadap kualitas hasil pengeboran pada mesin drilling Knuth tipe KB 20 S. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian pengeboran pada beberapa variasi kecepatan putar spindle dan laju pemakanan. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan vibration meter, sedangkan kualitas hasil pengeboran dievaluasi berdasarkan parameter kekasaran permukaan, diameter lubang, dan tingkat keausan pahat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan amplitudo getaran berbanding lurus dengan peningkatan kekasaran permukaan dan penyimpangan diameter lubang. Selain itu, getaran yang tinggi juga mempercepat terjadinya keausan pada mata bor. Berdasarkan hasil penelitian tersebut Terjadi lonjakan getaran tertinggi pada fase awal start-up di kepala mesin dengan nilai 1,7 mms, yang berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian dimensi lubang awal serta peningkatan kekasaran permukaan hasil pengeboran. Setelah fase awal, tingkat getaran menurun secara drastis dan stabil dalam rentang 0,2 hingga 0,3 mms, menandakan bahwa mesin telah mencapai kondisi operasi yang lebih seimbang dan stabil. Selain itu, adanya transfer getaran ke meja danudukan mesin, terutama pada fase transisi dengan nilai getaran mencapai 0,6 mms diudukan, menunjukkan perlunya penguatan struktur untuk mencegah resonansi yang dapat memengaruhi kestabilan mesin dan kualitas pengeboran secara keseluruhan.

Abstract

The drilling process is one of the most important machining processes in the manufacturing industry because it directly affects the dimensional accuracy, surface smoothness, and integrity of the workpiece material. One of the problems that often arise in the drilling process is machine vibration which can reduce the quality of the hole results. This study aims to analyze the effect of vibration levels on the quality of drilling results on a Knuth KB 20 S drilling machine. The research method used is an experimental method by conducting drilling tests at several variations in spindle rotational speed and feed rate. Vibration measurements were carried out using a vibration meter, while the quality of drilling results was evaluated based on the parameters of surface roughness, hole diameter, and tool wear level. The results showed that an increase in vibration amplitude was directly proportional to an increase in surface roughness and deviations in hole diameter. In addition, high vibration also accelerated the wear of the drill bit. Based on the results of the study, the highest vibration spike occurred in the initial start-up phase at the machine head with a value of 1.7 mms, which has the potential to cause mismatches in the initial hole dimensions and an increase in the surface roughness of the drilling results. After the initial phase, vibration levels decreased drastically and stabilized in the range of 0.2 to 0.3 mms, indicating that the machine had reached a more balanced and stable operating condition. Furthermore, the transfer of vibration to the table and the machine stand, particularly during the transition phase with vibration values reaching 0.6 mms at the stand, indicated the need for structural reinforcement to prevent resonance that could affect the machine's stability and overall drilling quality.

* korespondensi: halmandini66@gmail.com



Pendahuluan

Studi mengenai Analisis Uji Getaran Terhadap Kualitas Hasil Pengeboran Mesin Drilling Knuth Type Kb 20 S memiliki signifikansi yang krusial bagi industri manufaktur modern. Dalam proses produksi komponen presisi, kualitas hasil pengeboran yang meliputi akurasi dimensi, *surface finish*, dan kebulatan lubang merupakan penentu utama kinerja dan keandalan produk akhir [1].

Mesin *drilling*, meskipun dirancang kokoh, akan selalu menghasilkan tingkat getaran operasional tertentu. Getaran berlebihan atau pada frekuensi resonansi dapat menyebabkan keausan alat potong yang cepat, merusak integritas permukaan lubang, dan memicu *defleksi* pahat [2].

Dengan menganalisis pola getaran mesin Knuth KB 20 S, industri dapat mengidentifikasi parameter kritis yang memengaruhi *vibration signature*. Hasil penelitian ini memungkinkan pengembangan strategi mitigasi yang efektif, seperti penyesuaian kecepatan potong dan laju umpan, atau perbaikan *clamping system*. Implementasi temuan studi ini secara langsung meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi *scrap rate* (tingkat kegagalan produk), dan memperpanjang umur mesin, yang pada akhirnya akan menurunkan biaya operasional secara keseluruhan dan menjamin kualitas produk manufaktur yang konsisten, sejalan dengan prinsip-prinsip *Industry 4.0* [3].

Mesin *bor Knuth KB 20 S* adalah salah satu alat yang banyak digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi untuk menghasilkan lubang pada berbagai material. Kualitas hasil pengeboran, yang meliputi akurasi dimensi, kehalusan permukaan, dan integritas material, sangat krusial untuk memastikan kinerja dan daya tahan produk akhir. Namun, selama proses pengeboran, mesin ini rentan mengalami getaran. Getaran yang berlebihan dapat timbul dari berbagai sumber seperti ketidakseimbangan pada komponen berputar, kekakuan sistem yang tidak memadai, keausan bantalan, atau interaksi antara pahat dan benda kerja. Fenomena getaran ini sering kali diabaikan atau dianggap sebagai efek samping yang tidak dapat dihindari, padahal dampaknya terhadap kualitas hasil pengeboran bisa sangat signifikan dan merugikan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap pengaruh getaran pada mesin bor ini [4,5].

Getaran pada mesin bor dapat menyebabkan berbagai masalah kualitas pada hasil pengeboran. Salah satu dampak yang paling umum adalah berkurangnya akurasi dimensi lubang. Getaran aksial maupun radial dapat menyebabkan pahat bor bergeser dari posisi idealnya, menghasilkan lubang yang tidak sesuai dengan spesifikasi, baik dari segi diameter maupun kedalaman. Selain itu, getaran juga dapat memperburuk kehalusan permukaan lubang. Permukaan yang kasar tidak hanya mengurangi estetika tetapi juga dapat menjadi titik awal retakan atau kegagalan material di kemudian hari, terutama pada aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi atau menahan beban siklik. Getaran yang kuat juga dapat menyebabkan kerusakan pada mata bor itu sendiri, mempercepat keausan, atau bahkan menyebabkan patahnya mata bor, yang pada gilirannya akan meningkatkan biaya operasional dan waktu henti produksi [6].

Meskipun pengoperasian mesin bor Knuth KB 20 S umumnya mengikuti prosedur standar, seringkali kualitas hasil pengeboran tidak konsisten. Variasi dalam kualitas ini seringkali dikaitkan dengan faktor-faktor seperti jenis material, kecepatan potong, laju umpan, atau kondisi mata bor. Namun, salah satu faktor yang sering terlewatkan dan kurang mendapatkan perhatian adalah tingkat getaran yang dialami mesin selama proses pengeboran. Tanpa pemahaman yang jelas tentang bagaimana getaran memengaruhi hasil, sulit untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah kualitas dan menerapkan solusi yang efektif. Hal ini berujung pada peningkatan limbah produk, pengerjaan ulang, dan biaya produksi yang lebih tinggi sehingga tetap andal ketika digunakan dalam mesin-mesin berputar (*rotating machinery*) seperti pada mesin pemotong [7].

Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis uji getaran yang komprehensif terhadap mesin bor Knuth KB 20 S untuk memahami secara kuantitatif hubungan antara tingkat getaran dan kualitas hasil pengeboran. Dengan melakukan pengujian yang terkontrol dan mengukur parameter getaran serta karakteristik lubang yang dihasilkan, kita dapat mengidentifikasi ambang batas getaran yang dapat ditoleransi dan mengembangkan strategi untuk meminimalkan getaran yang merugikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan kualitas hasil pengeboran, mengoptimalkan kinerja mesin, memperpanjang umur pahat, dan pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan profitabilitas dalam operasi pengeboran.

Metodologi Studi

a. Jenis Penelitian




Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dengan pendekatan kuantitatif. Ini karena penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara getaran (variabel independen yang akan dimanipulasi, seperti kecepatan putar atau laju pemakanan) dan kualitas hasil pengeboran (variabel dependen yang akan diukur secara numerik, seperti presisi dimensi dan kekasaran permukaan). Dalam eksperimen ini, peneliti akan secara sistematis memvariasikan kondisi operasi mesin, mengukur data getaran menggunakan sensor seperti akselerometer, serta mengukur parameter kualitas lubang dengan alat presisi seperti mikrometer atau profilometer. Data numerik yang terkumpul akan dianalisis secara statistik untuk menentukan sejauh mana getaran memengaruhi hasil pengeboran, sehingga memungkinkan penarikan kesimpulan yang objektif dan

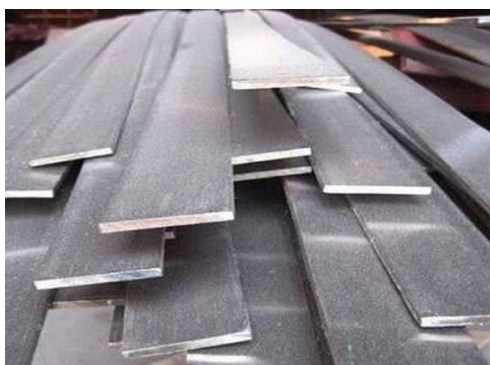
terukur. Pendekatan ini memungkinkan kontrol yang ketat terhadap variabel-variabel yang diteliti, memastikan validitas hasil, dan memungkinkan replikasi studi di masa mendatang.

b. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan mesin drilling Knuth tipe KB 20 S sebagai objek utama pengujian, karena mesin tersebut merupakan salah satu mesin bor yang umum digunakan pada kegiatan praktikum maupun proses produksi di industri. Untuk mengukur tingkat getaran yang terjadi selama proses pengeboran, digunakan alat ukur getaran berupa vibration meter yang dipasang pada bagian tertentu dari mesin, khususnya di area dekat *spindle*.

Tabel 1. Alat Yang Digunakan

No	Nama alat	Gambar	Fungsi
1	Mesin drilling		Mesin bor (<i>drilling machine</i>) memiliki fungsi utama untuk membuat lubang pada berbagai jenis material, seperti kayu, logam, beton, dan lainnya. Selain itu, mesin bor juga dapat digunakan untuk memperbesar lubang yang sudah ada, meruncingkan bagian lubang, dan mengencangkan atau melonggarkan baut dengan fitur reversible pada beberapa jenis mesin bor tangan.
2	Vibration meter		Vibration meter, atau alat pengukur getaran, berfungsi untuk mengukur tingkat getaran pada suatu objek, terutama pada mesin industri. Alat ini membantu mendeteksi masalah potensial pada mesin, seperti ketidakseimbangan, kelonggaran, atau kerusakan bantalan, sehingga memungkinkan perbaikan dini.
3	Jangka sorong		Jangka sorong, atau vernier caliper, adalah alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur panjang, diameter dalam, diameter luar, dan kedalaman suatu benda dengan tingkat akurasi tinggi. Alat ini sangat berguna dalam berbagai bidang, terutama di dunia teknik dan otomotif, karena kemampuannya mengukur hingga ketelitian 0,02 mm atau 0,05 mm.



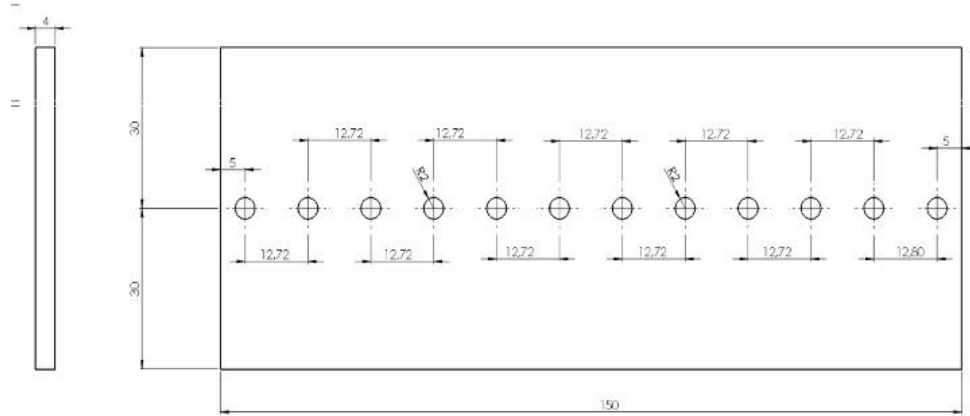
Gambar 1. Bahan besi strip plat Baja

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa besi strip berbentuk plat baja yang dimana termasuk dalam kategori baja karbon rendah dengan kandungan karbon di bawah 0,25%. Kandungan karbon yang rendah tersebut menyebabkan material memiliki sifat mekanik yang relatif lunak, tidak terlalu keras, serta tidak rapuh, sehingga mudah untuk dikerjakan melalui proses pemesian, khususnya pengeboran. Selain itu, baja karbon rendah juga memiliki keuletan yang baik serta stabil selama proses pembebanan mekanik, sehingga cocok digunakan sebagai material uji dalam penelitian ini untuk mengamati pengaruh getaran terhadap kualitas hasil pengeboran secara lebih akurat.

c. Dimensi Spesimen

Dimensi spesimen yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan pengujian agar proses pengeboran dapat berlangsung secara stabil dan hasil pengukuran dapat dilakukan secara akurat. Spesimen yang digunakan memiliki panjang 15 cm, lebar 6 cm, dan ketebalan 4 mm.

Seluruh spesimen dikenai proses pengeboran dengan diameter lubang sebesar 4 mm sebagai ukuran standar yang digunakan dalam seluruh pengujian. Pemilihan dimensi tersebut bertujuan untuk memudahkan proses penjepitan pada ragum mesin bor, sekaligus memastikan bahwa spesimen memiliki kekakuan yang cukup sehingga tidak mengalami deformasi berlebihan selama proses pengeboran berlangsung. Dengan ukuran yang seragam, perbedaan hasil pengeboran yang diperoleh dapat lebih dipengaruhi oleh variasi tingkat getaran mesin, bukan oleh perbedaan dimensi atau bentuk spesimen.

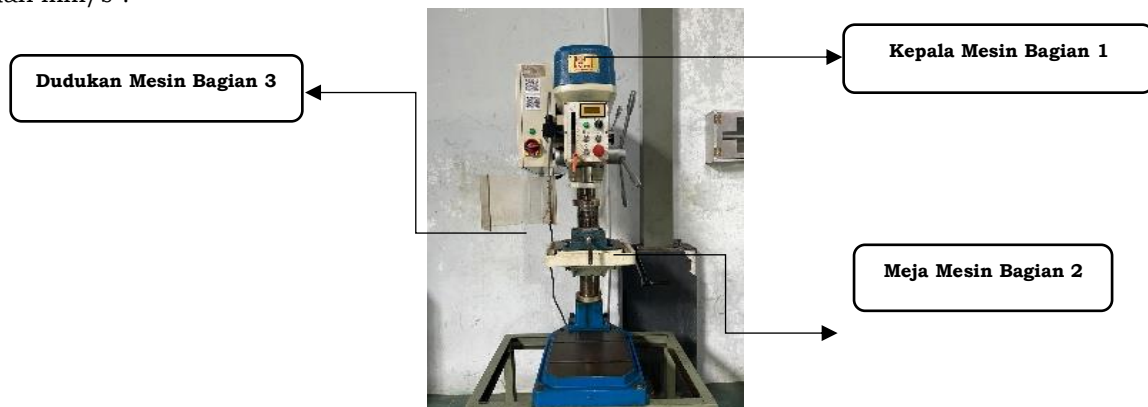


Gambar 2. Dimensi Spesimen Benda Kerja

Hasil dan Pembahasan

A. Data Titik Pengukuran Mesin Drilling

Data hasil uji yang disajikan menggambarkan percepatan getaran yang terukur pada tiga bagian mesin, yaitu Kepala Mesin Bagian Satu, Meja Mesin Bagian Dua, dan Dudukan Mesin Bagian Tiga, dalam satuan mm/s^2 .



Gambar 3. Titik Pengukuran Getaran Mesin Drilling KB 20 S

Pengukuran dilakukan dalam tiga interval waktu masing-masing selama 30 detik, yang menunjukkan perubahan nilai percepatan pada masing-masing bagian mesin sepanjang durasi pengujian. Data ini penting untuk menganalisis respons getaran dan kinerja dinamis mesin selama proses operasional.

Tabel 2 Data Hasil Pengukuran

Waktu Percobaan	Kepala Mesin Bagian 1	Meja Mesin Bagian 2	Dudukan Mesin Bagian 3
30 detik pertama	1,7 mm/s^2	0,2 mm/s^2	0,2 mm/s^2
30 detik kedua	0,3 mm/s^2	0,4 mm/s^2	0,6 mm/s^2
30 detik ketiga	0,3 mm/s^2	0,2 mm/s^2	0,3 mm/s^2

B. Hasil Uji Getaran Mesin Drilling

Hasil uji getaran pada mesin *drilling* Knuth KB 20 S menunjukkan pola umum yang sering ditemui pada peralatan berputar: getaran awal tinggi saat start-up, kemudian menurun dan relatif stabil pada kondisi steady-state. Berdasarkan data pengukuran di tiga titik kepala mesin, meja mesin, dan dudukan mesin terlihat distribusi getaran yang berbeda di tiap fase waktu [8-11].



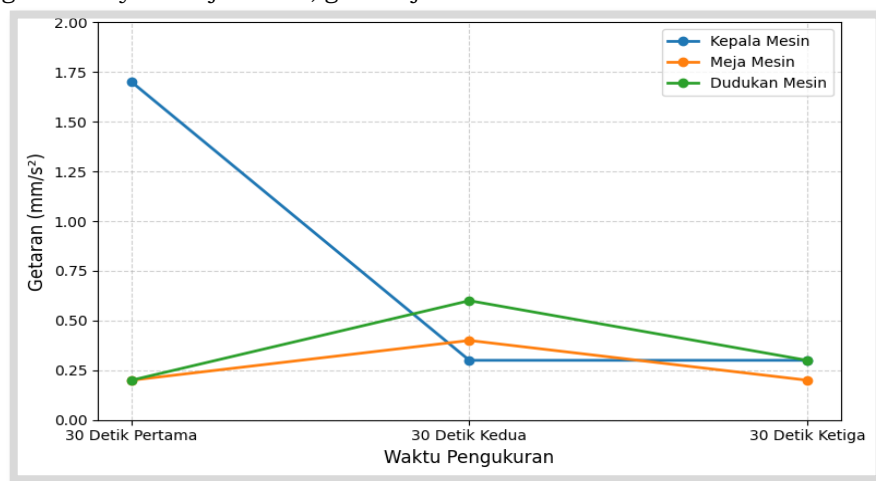
Gambar 4 Proses Pengambilan Data pengukuran

1. **Fase Start-Up (30 Detik Pertama)** : Nilai getaran tertinggi tercatat pada kepala mesin sebesar $1,7 \text{ mm/s}^2$. Fenomena ini umum terjadi karena pada saat awal putaran, rotor dan komponen berputar belum mencapai keseimbangan dinamis sempurna. Faktor-faktor seperti imbalance pada chuck atau mata bor, pergeseran poros, dan ketidakstabilan aliran Gaya potong berkontribusi pada lonjakan ini. Sementara itu, meja mesin dan dudukan mesin hanya mencatat $0,2 \text{ mm/s}^2$, menandakan struktur penopang masih menyerap getaran dengan baik dan belum terjadi transfer energi signifikan dari kepala bor.
2. **Fase Transisi (30 Detik Kedua)** : Pada periode ini, kepala mesin menunjukkan penurunan drastis getaran menjadi $0,3 \text{ mm/s}^2$, menandakan rotor sudah mendekati kondisi seimbang Hasil uji getaran pada mesin *drilling* Knuth KB 20 S menunjukkan pola umum yang sering ditemui pada peralatan berputar getaran awal tinggi saat start-up, kemudian menurun dan relatif stabil pada kondisi steady-state. Berdasarkan data pengukuran di tiga titik kepala mesin, meja mesin, dan dudukan mesin terlihat distribusi getaran yang berbeda di tiap fase waktu.
3. **Fase Start-Up (30 Detik Pertama)** : Nilai getaran tertinggi tercatat pada kepala mesin sebesar $1,7 \text{ mm/s}^2$. Fenomena ini umum terjadi karena pada saat awal putaran, rotor dan komponen berputar belum mencapai keseimbangan dinamis sempurna. Faktor-faktor seperti imbalance pada chuck atau mata bor, pergeseran poros, dan ketidakstabilan aliran gaya potong berkontribusi pada lonjakan ini. Sementara itu, meja mesin dan dudukan mesin hanya mencatat $0,2 \text{ mm/s}^2$, menandakan struktur penopang masih menyerap getaran dengan baik dan belum terjadi transfer energi signifikan dari kepala bor.
4. **Fase Transisi (30 Detik Kedua)** : Pada periode ini, kepala mesin menunjukkan penurunan drastis getaran menjadi $0,3 \text{ mm/s}^2$, menandakan rotor sudah mendekati kondisi seimbang dan stabil. Namun, meja mesin justru naik menjadi $0,4 \text{ mm/s}^2$, dan dudukan mesin meningkat signifikan ke $0,6 \text{ mm/s}^2$. Peningkatan ini mengindikasikan adanya transfer getaran dari kepala mesin ke struktur bawah, yang mungkin terjadi akibat perpindahan gaya potong saat beban pengeboran mulai stabil namun masih mentransfer energi mekanis ke fondasi.
5. **Fase Steady-State (30 Detik Ketiga)** : Pada fase ini, seluruh titik pengukuran menunjukkan nilai getaran rendah dan relatif stabil (kepala mesin: $0,3 \text{ mm/s}^2$, meja mesin: $0,2 \text{ mm/s}^2$, dudukan mesin: $0,3 \text{ mm/s}^2$). Kondisi ini menandakan sistem telah mencapai keseimbangan dinamis, dan interaksi pahat-material berlangsung lebih stabil. Lonjakan getaran yang terjadi sebelumnya tidak berlanjut, menunjukkan bahwa resonansi struktural tidak signifikan pada rentang operasi ini.
6. **Analisis Teknis** : Kepala mesin adalah titik kritis pada fase awal. Nilai awal $1,7 \text{ mm/s}^2$ meski menurun dengan cepat, berpotensi mempengaruhi akurasi pengeboran pada lubang-lubang awal. Transfer getaran ke meja dan dudukan mesin di fase kedua menunjukkan pentingnya pengecekan kekakuan sambungan antara kepala bor, meja, dan fondasi. Nilai getaran maksimum yang tercatat masih berada dalam kategori aman menurut acuan ISO 10816 untuk mesin kecil, namun tren awal menunjukkan perlunya pemantauan berkala untuk mengantisipasi peningkatan akibat keausan.
7. **Implikasi terhadap Kualitas Pengeboran** : Presisi Dimensi: Getaran tinggi di awal dapat menyebabkan lubang awal sedikit melenceng dari spesifikasi diameter dan kebulatan. Kekasaran Permukaan: Walau fase steady-state cukup stabil, jika kecepatan potong dan laju umpan tidak dioptimalkan, getaran awal dapat meninggalkan pola permukaan yang kurang halus pada material yang lebih keras. Umur Mata Bor: Lonjakan getaran awal mempercepat keausan ujung pahat dan berpotensi memicu keretakan mikro.
8. **Rekomendasi Teknis** : Balancing chuck dan mata bor sebelum operasi untuk mengurangi lonjakan awal. Periksa kekakuan sambungan antara kepala, meja, dan dudukan secara berkala. Gunakan RPM awal yang lebih rendah kemudian naikan secara bertahap untuk meredam getaran awal. Pasang peredam getaran atau rubber pad pada dudukan untuk mengurangi transfer getaran ke lantai/fondasi. Monitoring berkala dengan vibration meter untuk mendeteksi

tren peningkatan getaran yang mengindikasikan keausan bearing dan stabil. Namun, meja mesin justru naik menjadi $0,4 \text{ mm/s}^2$, dan dudukan mesin meningkat signifikan ke $0,6 \text{ mm/s}^2$. Peningkatan ini mengindikasikan adanya transfer getaran dari kepala mesin ke struktur bawah, yang mungkin terjadi akibat perpindahan gaya potong saat beban pengeboran mulai stabil namun masih mentransfer energi mekanis ke fondasi. Pada fase ini, seluruh titik pengukuran menunjukkan nilai getaran rendah dan relatif stabil (kepala mesin: $0,3 \text{ mm/s}^2$, meja mesin: $0,2 \text{ mm/s}^2$, dudukan mesin: $0,3 \text{ mm/s}^2$). Kondisi ini menandakan sistem telah mencapai keseimbangan dinamis, dan interaksi pahat-material berlangsung lebih stabil. Lonjakan getaran yang terjadi sebelumnya tidak berlanjut, menunjukkan bahwa resonansi struktural tidak signifikan pada rentang operasi ini. Kepala mesin adalah titik kritis pada fase awal. Nilai awal $1,7 \text{ mm/s}^2$ meski menurun dengan cepat, berpotensi mempengaruhi akurasi pengeboran pada lubang-lubang awal. Transfer getaran ke meja dan dudukan mesin di fase kedua menunjukkan pentingnya pengecekan kekakuan sambungan antara kepala bor, meja, dan fondasi. Nilai getaran maksimum yang tercatat masih berada dalam kategori aman menurut acuan ISO 10816 untuk mesin kecil, namun tren awal menunjukkan perlunya pemantauan berkala untuk mengantisipasi peningkatan akibat keausan. Presisi Dimensi: Getaran tinggi di awal dapat menyebabkan lubang awal sedikit melenceng dari spesifikasi diameter dan kebulatan. Kekasaran Permukaan: Walau fase steady-state cukup stabil, jika kecepatan potong dan laju umpan tidak dioptimalkan, getaran awal dapat meninggalkan pola permukaan yang kurang halus pada material yang lebih keras. Umur Mata Bor: Lonjakan getaran awal mempercepat keausan ujung pahat dan berpotensi memicu keretakan mikro. Balancing chuck dan mata bor sebelum operasi untuk mengurangi lonjakan awal. Periksa kekakuan sambungan antara kepala, meja, dan dudukan secara berkala. Gunakan RPM awal yang lebih rendah kemudian naikan secara bertahap untuk meredam getaran awal. Pasang peredam getaran atau rubber pad pada dudukan untuk mengurangi transfer getaran ke lantai/fondasi. Monitoring berkala dengan vibration meter untuk mendeteksi tren peningkatan getaran yang mengindikasikan keausan bearing.

C. Analisis Tren Getaran

Pengukuran getaran pada mesin *drilling* Knuth KB 20 S dilakukan di tiga titik (kepala mesin, meja mesin, dan dudukan mesin) selama tiga interval waktu (30 detik pertama, kedua, dan ketiga). Hasil pengujian divisualisasikan pada **Gambar 5**. Tren getaran mesin *drilling* Knuth KB 20 S. Garis biru = kepala mesin, garis oranye = meja mesin, garis hijau = dudukan mesin.



Gambar 5. Analisis Tren Getaran

Terlihat lonjakan getaran di kepala mesin pada awal operasi yang kemudian menurun, sementara meja dan dudukan mengalami peningkatan pada fase kedua sebelum stabil yang dimana untuk setiap Keterangan Warna dapat diuraikan sebagai berikut : Biru (Kepala Mesin) Menunjukkan nilai getaran tertinggi pada awal operasi ($1,7 \text{ mm/s}^2$) akibat ketidakseimbangan (unbalance) komponen berputar dan percepatan awal mesin. Nilai menurun drastis pada detik kedua dan ketiga, menandakan sistem mencapai stabilitas dinamis, Oranye (Meja Mesin) Awalnya rendah ($0,2 \text{ mm/s}^2$), meningkat pada detik kedua ($0,4 \text{ mm/s}^2$) akibat transfer getaran dari kepala mesin ke struktur meja, lalu menurun di detik ketiga dan Hijau (Dudukan Mesin) Nilai awal rendah ($0,2 \text{ mm/s}^2$), meningkat pada detik kedua ($0,6 \text{ mm/s}^2$) karena penyaluran getaran ke pondasi, kemudian turun ke $0,3 \text{ mm/s}^2$.

Mesin *drilling* Knuth KB 20 S menunjukkan pola getaran yang khas pada mesin berputar, yaitu lonjakan getaran signifikan di awal operasi (fase start-up) yang kemudian menurun dan stabil pada fase steady-state. Nilai getaran tertinggi tercatat pada kepala mesin sebesar $1,7 \text{ mm/s}^2$ pada 30 detik pertama akibat ketidakseimbangan rotor dan percepatan awal. Setelah itu, nilainya turun drastis

menjadi 0,3 mm/s², menandakan rotor telah mencapai keseimbangan dinamis. Pada fase transisi (30 detik kedua), meja mesin dan dudukan mesin mengalami peningkatan getaran (0,4 mm/s² dan 0,6 mm/s²) akibat transfer energi dari kepala mesin ke bagian bawah melalui struktur mesin.

Pada 30 detik ketiga, seluruh titik pengukuran berada pada nilai rendah (0,2–0,3 mm/s²) yang menunjukkan sistem telah mencapai kestabilan operasi dan tidak ada indikasi resonansi struktural pada rentang kecepatan yang diuji. Implikasi terhadap Kualitas Pengeboran antara lain : Presisi dimensi lubang dapat terpengaruh pada awal operasi akibat lonjakan getaran, Kekasaran permukaan dapat meningkat jika getaran awal tidak diredam, terutama pada material keras, dan Umur pakai mata bor berpotensi lebih pendek jika getaran awal tidak diminimalkan dengan berdasarkan acuan ISO 10816 untuk mesin kecil, nilai getaran maksimum yang terukur masih dalam kategori aman, namun tren lonjakan awal memerlukan perhatian dan pemantauan rutin untuk mencegah peningkatan akibat keausan komponen [12,13].

Kesimpulan

Mesin *drilling* Knuth tipe KB 20 S memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas hasil pengeboran, terutama pada presisi dimensi lubang dan kekasaran permukaan. Terjadi lonjakan getaran tertinggi pada fase awal start-up di kepala mesin dengan nilai 1,7 mms, yang berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian dimensi lubang awal serta peningkatan kekasaran permukaan hasil pengeboran. Setelah fase awal, tingkat getaran menurun secara drastis dan stabil dalam rentang 0,2 hingga 0,3 mms, menandakan bahwa mesin telah mencapai kondisi operasi yang lebih seimbang dan stabil. Selain itu, adanya transfer getaran ke meja dan dudukan mesin, terutama pada fase transisi dengan nilai getaran mencapai 0,6 mms di dudukan, menunjukkan perlunya penguatan struktur untuk mencegah resonansi yang dapat memengaruhi kestabilan mesin dan kualitas pengeboran secara keseluruhan. Meskipun nilai getaran yang terukur masih memenuhi standar ISO 10816 untuk mesin berukuran kecil, pengendalian lonjakan getaran awal sangat penting untuk menjaga kualitas pengeboran optimal dan memperpanjang umur pakai mata bor. Dengan demikian adapun beberapa rekomendasi yang dilakukan antara lain: Menambahkan variasi parameter pemotongan seperti kecepatan putar spindle, feed rate, dan jenis mata bor untuk memperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif, Melakukan pengukuran getaran pada beberapa titik mesin, seperti spindle, meja kerja, dan rangka mesin, guna memperoleh pemetaan karakteristik getaran yang lebih akurat, Menggunakan berbagai jenis material benda kerja untuk mengetahui pengaruh getaran terhadap kualitas pengeboran pada karakteristik material yang berbeda, Mengintegrasikan analisis keausan pahat dan umur alat potong sebagai variabel tambahan yang dipengaruhi oleh getaran mesin, dan Mengembangkan metode pengendalian getaran, seperti penggunaan peredam (damper) atau perbaikan sistem penjepitan benda kerja, sebagai upaya peningkatan kualitas hasil pengeboran.

Daftar Pustaka

- [1] Z. Li, Q. Meng, and S. Ma, "Intelligent monitoring system for drilling quality using real-time vibration signal analysis," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 70, no. 1, pp. 883-892, Jan. 2023.
- [2] A. S. Wani, G. S. Sagavkar, and V. K. Bhate, "Vibration analysis of drilling operation," *Int. J. Stud. Res. Technol. Manage.*, vol. 1, no. 2, pp. 163-175, 2015.
- [3] M. R. K. Z. I. Ahmad, and M. I. N. S. Bin Sulaiman, "Identification and evaluation of vibration sources from experiments on laboratory drilling equipment," *Machines (MDPI)*, vol. 13, no. 12, p. 1076, Nov. 2025.
- [4] Aamir, M., Giasin, K., Tolouei-Rad, M., Ud Din, I., Hanif, M. I., Kuklu, U., & Ikhlaiq, M. (2021). Effect of cutting parameters and tool geometry on the performance analysis of one-shot drilling process of AA2024-T3. *Metals*, 11(6), 854.
- [5] Indah, dkk, "Analisis Uji Getaran Pada Mesin Bor Duduk Ryu Rbd16, *Jurnal Teknik Mesin*: Vol. 13, No. 1, Februari 2024.
- [6] Aamer Sharif, dkk, "Experimental investigation of hole quality and chip analysis during the dry drilling process of Al6061-T6, *Jurnal Of Material and Manufactring* hal 21-30, 2023.
- [7] Faraditha Amelia dkk, Alat Pencacah Pakan Ternak Menggunakan Motor Universal, *PISTON: Jurnal Teknologi*, Vol. 07, (01) Juni2022, hal. 41–45.
- [8] N. Endriatno and L. O. A. Barata, "Rancangan Mesin Pengayak Pasir dengan Konversi Sistem Gerak Rotasi menjadi Translasi", *Piston-JT*, vol. 8, no. 1, pp. 23–29, Jun. 2023.
- [9] M. Ubartas, dkk, "Experimental investigation of vibrational drilling", ISSN 1392 - 1207. *MECHANIKA*. 2011. 17(4): 368-373.
- [10] Roberth M. Ratlalan, "The Effect of Variation of Drilling Machine Rotation Type KB 20 S On ST-40 Material, *Jurnal sains dan Terapan*, vol. 3, no.1, 48-54, 2025.
- [11] Roberth M. Ratlalan. Variasi Kecepatan Putaran Dan Kedalaman Gaya Potong Mesin Bubut Gedee Weiler LZ 330 G Terhadap Permukaan Baja Karbon ST 37. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 14. Hal. 113 – 120. (2019).
- [12] Roberth M. Ratlalan, Odilia Valentine. Pengaruh Putaran Spindle Speed Terhadap Keausan Pahat Carbide Pada Proses Pembubutan Baja ST37. *Journal Otopro*. Hal. 60 – 64. (2024)
- [13] Uddin, M., Basak, A., Pramanik, A., Singh, S., Krolczyk, G. M., & Prakash, C. (2018). Evaluating hole quality in drilling of Al 6061 alloys. *Materials*, 11(12), 2443.

Ucapan penghargaan

"Tidak tersedia"

Pernyataan Penulis

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Semua penulis menyetujui penerbitan artikel ini.

Lampiran

“Tidak tersedia”