PENGARUH VARIASI PUTARAN *SPINDEL*, DAN KEDALAMAN POTONG TERHADAP GETARAN PADA PEMBUBUTAN TANPA *TAIL STOCK* UNTUK BAJA KARBON *VCL* 140

SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Oleh
Arungga Gilang Pamungkas
NIM.5201412067

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017

PERSETUJUAN PEMBIMBIGN

Nama	: Arungga Gilang Pamungkas
NIM	: 5201412067
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin
Judul	: PENGARUH VARIASI PUTARAN *SPINDEL*, DAN KEDALAMAN POTONG TERHADAP GETARAN PADA PEMBUBUTAN TANPA *TAIL STOCK* UNTUK BAJA KARBON *VCL* 140

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Semarang, 13 Oktober 2017

Pembimbing 1,	Pembimbing 2,
Rusiyanto, S.Pd, M.T	Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T. IPP
NIP. 197403211999031002	NIP. 196809241994031002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Putaran *Spindel*, dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran pada Pembubutan Tanpa *Tail Stock* untuk Baja Karbon *Vcl* 140, telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 13 Oktober 2017 Oleh:

Nama : Arungga Gilang Pamungkas
NIM : 5201412067
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1

Panitia:

Ketua

Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris

Samsudin Anis, S.T., M.T. Ph.D
NIP. 197601012003121002

Penguji 1

Drs. Pramono M.Pd
NIP. 195809101985031002

Penguji 2/Pembimbing 1

Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Penguji3/Pembimbing 2

Dr. Ir. Basyirun, S.Pd,. M.T,.IPP
NIP.196809241994031002

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 13 Oktober 2017

Yang membuat pernyataan

Arungga Gilang Pamungkas
NIM. 5201412067

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

1. Dalam hidup tidak ada namanya kebetulan, akan tetapi adalah ketentuan.
2. Sesungguhnya Allah SWT tidak akan memberikan cobaan diluar kemampuan umatnya, tetaplah bersabar karena segala cobaan itu adalah sebuah proses.
3. "SEPIRO GEDHI NING SENGSORO, YEN TINOMPO AMUNG DADI COBA" PSHT 1922
4. Lebih besarnya cita-cita manusia adalah orang iman yang bercita-cita sukses perkara dunianya dan perkara akhiratnya (HR. Ibnu Majjah).

Persembahan

Dengan berucap syukur skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya kepadaku sehingga aku bisa seperti ini.
2. Ayahku tercinta alm. Ir. Selamet Hariyanto yang selalu aku rindukan.
3. Ayah dan Ibuku tercinta, Andrianto Chrisnawan dan Anjar pratiwi atas kasih sayang dan pengorbanannya yang luar biasa serta do'anya yang tiada henti.
4. Kakekku Sudarno yang selalu memberikan motifasi dan mendo'akan yang terbaik buat cucunya.
5. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bpk. Rusiyanto, S.Pd, M.T selaku dosen pembimbing 1, Bpk. Dr. Ir. Basyirun,

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

S.Pd, M.T, IPP selaku dosen pembimbing 2, bpk. Drs. Pramono, M.Pd selaku dosen penguji.

6. Seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Mesin UNNES, khususnya teman-teman seperjuangan PTM angkatan 2012 yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk terus menuntaskan skripsi ini hingga akhir. Salam M_SOLIDARITY FOREVER
7. Seluruh teman-teman fungsionaris HIMPRO TEKNIK MESIN UNNES maupun para alumni yang selalu membantu dan memberikan semangatnya. Salam M_SOLIDARITY FOREVER
8. Seluruh anggota CRC (Creativity & Research Club) Teknik Mesin UNNES yang telah memberikan banyak pengalaman selama saya kuliah. Salam M_SOLIDARITY FOREVER, Salam "BUSER"
9. Semua pihak birokrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri semarang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Pamungkas, Arungga Gilang. 2017. Pengaruh Pengaruh Variasi Putaran *Spindel*, dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran pada Pembubutan Tanpa *Tail Stock* untuk Baja Karbon *Vcl* 140. Rusiyanto, S.Pd, M.T, dan Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP.

Getaran yang timbul akibat proses *chutter* (pemotongan) yang menimbulkan adanya gaya eksitasi (bagian mesin yang tidak seimbang atau putaran tidak *balans*) secara berkelanjutan dengan frekuensi tertentu. Hampir semua mesin yang bergerak akan bergetar meskipun mungkin intensitasnya sangat kecil, karena secara praktis tidak mungkin menghilangkan eksitasi getaran sama sekali. Eksitasi dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan dalam mesin itu sendiri atau sumber dari luar mesin. Getaran sangat tidak diinginkan karena getaran dapat mengganggu kenyamanan, menimbulkan ketidak presisian atau menurunkan kuwalitas kerja mesin-mesin perkakas. Bahkan getaran juga dapat merusak konstruksi mesin, untuk itu banyak upaya dilakukan untuk meredam getaran pada dasarnya meredam getaran dapat dilakukan dengan meminimalkan gaya gaya eksitasi

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan diberikan oleh peneliti yaitu berupa variasi putaran *spindel*, dan kedalaman potong terhadap getaran pada pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *vcl* 140 *(AISI 4140)*, variasi putaran spindel yang digunakan 190 rpm,230 rpm, 450 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm, dengan variasi kedalaman potong 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1,0 mm, dan 1,2 mm. Hasil penelitian yang didapatkan setelah melakukan pengujian getaran, hasil perhitungan pengaruh antara *spindel speed* terhadap setaran sumbu Y F_{hitung} adalah 5,444 dan signifikansi 0,029. Perhitungan antara *depth of cut* terhadap setaran sumbu X F_{hitung} adalah 7,195 dan signifikansi 0,013. Dan perhitungan antara *depth of cut* terhadap setaran sumbu Y F_{hitung} adalah 15,802 dan signifikansi 0,001, karena signifikansi hitung lebih kecil dari 0,05 sehingga *spindel speed* dan *depth of cut* terhadap getaran sumbu X dan sumbu Y memiliki pengaruh.Perhitungan koefisien determinasi parsial pengaruh variabel *spindel speed* terhadap getaran sumbu X adalah 27,45%,pengaruh variabel *spindel speed* terhadap getaran sumbu Y adalah 19,09%, pengaruh variabel *depth of cut* terhadap getaran sumbu X adalah 23,81%, dan pengaruh variabel *depth of cut* terhadap getaran sumbu Y adalah 40,70%.

Kondisi ini terjadi karena pada kedalaman potong yang kecil, laju pembuangan material juga akan sedikit sehingga gaya potongnya akan lebih rendah jika dibandingkan dengan *depth of cut* yang besar, jika dilihat dari pengaruh putaran terhadap amplitudo getaran pada putaran 190 rpm dengan kedalaman potong 1,2 mm, getaran yang ditimbulkan lebih besar lebih besar dibanding dengan *spindle speed* 320 rpm, 450 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm.

Kata Kunci: baja *VCL* 140 *(AISI 4140)*, putaran Spindel, kedalaman potong,dan getaran mesin bubut.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-nya, sehingga dapat diselesaikan laporan skripsi dengan judul "Pengaruh Variasi Putaran Spindel, dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran Pada Pembubutan Tanpa *Tail Stock* Untuk Baja Karbon *VCL* 140" dalam rangka menyelesaikan studi strata satu untuk mencapai gelar sarjana pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Laporan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan, motivasi dan bantuan semua pihak, oleh karena itu dengan rendah hati disampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini, antara lain :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T, Dekan Fakultas Teknik, Rusiyanto, S.Pd., M.T, Ketua Jurusan sekaligus Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, S1 atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivas, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivas, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Drs. Pramono, M.Pd selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan sekripsi ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam laporan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang mambangun dalam perbaikan proposal skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 13 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PRAKATA iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR v
DAFTAR TABEL vi
BAB I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 5
C. Pembatasan Masalah 9
D. Rumusan Masalah 10
E. Tujuan Penelitian 10
F. Manfaat Penelitian 11

BAB II. LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA 13

A. Kajian Teori 13
1. Mesin Bubut (*Turning)* 13
a. Pengertian Mesin Bubut 13
b. Skematis Proses Bubut 15
c. Pahat Karbida (*Carbida*) 16
2. Parameter pada Mesin Bubut 17
a. *Cutting Speed* atau Kecepatan Potong 17
b. Putaran Spindel (*Spindel Speed*) 20
c. Kedalaman Potong (*Depth of Cut*) 21
3. Bahan Baja Karbon 22
4. Dasar-dasar Sinyal Getaran 24
a. Parameter getaran 24
b. Impedansi mekanik 24
5. Sensor Getaran 25
6. Getaran 26
a. Frekuensi 27

b. Amplitudo 28
c. *Vilocity* (Kecepatan Getaran) 30
d. *Acceleration* (Percepatan Getaran) 31
7. Alat Uji Getaran 31
a. *Accelerometer* 32
b. *Amplifier* 39
c. *ADC* (*Analog to Digital Converier*) 40
d. Komputer 41
8. Batasan–Batasan Level Getaran 41
B. Kajian Penelitian yang Relevan 43
C. Kerangka Pikir Penelitian 45
D. Hipotesis 46

BAB III. METODE PENELITIAN 47

A. Metode Penelitian 47
B. Waktu dan Tempat Pelaksanaan 47
C. Desain Penelitian 47
D. Alat dan Bahan Penelitian 48
1. Bahan Penelitian 48
2. Alat Penelitian 49
E. Parameter Penelitian 49
F. Teknik Pengumpulan Data 50
1. Pelaksanaan Penelitian 50
2. Prosedur Pengambilan Data Getaran 50
3. Skema Rangkaian Alat Uji Getaran 52
4. Penyajian Data 52
5. Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian 54
G. Teknik Analisis Data 55

BAB IV . HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 56

A. Hasil Peelitian 56
1. Gambaran Umum 56
2. Deskriptif Hasil Penelitian 56

3. Analisis Data Hasil Penelitian 59
a. Uji Normalitas Data 59
b. Uji Linieritas 60
c. Uji Keberartian Model 61
d. Uji Hipotesis 64
e. Koefisien Determinasi Partial (r^2) 65
4. Menjastifikasi Hasil Penelitian Terhadap Standart ISO 68
B. Pembahasan 69
1. Pengaruh Putaran Spindel *(Spindle Speed)* terhadap Getaran 69
2. Pengaruh Kedalaman Potong *(Depth Of Cut)* terhadap Getaran 78
3. Pengaruh Putaran Spindel tan Kedalaman Potong terhadap *Vibration* pada Amplitudo Sumbu X dan Amplitudo Sumbu Y 85
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN 89
A. Kesimpulan 89
B. Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 93

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Mesin bubut dan bagian-bagiannya..... 14

Gambar 2. Gerak pahat mesin bubut..... 15

Gambar 3. Skematis proses bubut..... 16

Gambar 4. *Cutting Speed* atau Kecepatan Potong 19

Gambar 5. Baja Karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)* 23

Gambar 6. Sinyal getaran simpangan, kecepatan, dan percepatan 25

Gambar 7. Amplitudo Sinyal Getaran..... 29

Gambar 8. *Transducer* Percepatan *(Accelerometer)* 32

Gambar 9. Alat *Accelerometer Piezoelectric Vibration* Sensor 33

Gambar 10. Grafik Hubungan antara Amplitudo Getaran X 34

Gambar 11. Grafik Hubungan antara Amplitudo Getaran Y 35

Gambar 12. *Ball Beraing* 38

Gambar 13. Grafik yg terjadi pada *Ball Bearing* 38

Gambar 14. *Amplifier Power Suply* 39

Gambar 15. *ADC* (*Analog to Digital Coverter*)..... 40

Gambar 16. Standar ISO untuk Vibrasi Mesin 42

Gambar 17. Kerangka Pikir Penelitian..... 45

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Gambar 18. Bahan Benda Kerja..... 48

Gambar 19. Skema Rangkaian Alat Uji Getaran 52

Gambar 20. Diagram Alur Kerja..... 54

Gambar 21. Pengaruh kedalaman potong *(depth of cut)* terhadap getaran amplitudo sumbu X..... 68

Gambar 22. Pengaruh kedalaman potong *(depth of cut)* terhadap getaran amplitudo sumbu Y..... 71

Gambar 23. Pengaruh kecepatan spindel *(spindle speed)* terhadap getaran amplitudo sumbu X..... 74

Gambar 24. Pengaruh kecepatan spindel *(spindle speed)* terhadap getaran amplitudo sumbu Y..... 79

Gambar 25. Stander ISO 10816 untuk Vibrasi Mesin terhadap *Displacement* dan *Vilocity*..... 82

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Perbandingan sifat pahat 20

Tabel 2 Desain Penelitian..... 48

Tabel 3. Putaran *Spindel* 49

Tabel 4. Penyajian Data 53

Tabel 5. Hasil Pengukuran Setiap Variabel 57

Tabel 6. Deskripsi Statistik Hasil Penelitian..... 58

Tabel 7. Uji Normalitas 59

Tabel 8. Rangkuman Uji Linieritas..... 60

Tabel 9. Rangkuman Uji Keberartian *Spindel Speed* Sumbu X 61

Tabel 10. Rangkuman Uji Keberartian *Spindel Speed* Sumbu Y..... 62

Tabel 11. Rangkuman Uji Keberartian *Depth of Cut* Sumbu X 62

Tabel 12. Rangkuman Uji Keberartian *Depth of Cut* Sumbu Y 63

Tabel 13. Rangkuman Hasil Analisis Regresi..... 64

Tabel 14. Koefisien Determinasi Parsial (r^2) 65

Tabel 15. Koefisien Determinasi Parsial (r^2) 66

Tabel 16. Koefisien Determinasi Parsial (r^2) 66

Tabel 17. Koefisien Determinasi Parsial (r^2) 67

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
ºC	Derajat Celcius
%	Persen
-	Negatif
+	Positif
C	Karbon
F	Gaya
L	Panjang batang Uji
W	Momen Inersia
b	Lebar spesimen
h	Tebal spesimen
kg	Kilogram

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Singkatan	**Arti**
A	Amplitudo
m/s^2	Meter per detik kuadrat
Kg/mm^2	Kilogram per milimeter persegi
Kg	Kilogram
mm	Milimeter
N	Newton
St	*Steel*
ADC	*Analog To Digital Converter*
X_1	Variasi Putaran *Spindel*
X_2	Variasi Kedalaman Potong
Y_1	Hasil Getaran
RPM	Rotasi per Menit
a	Kedalaman Potong
n	Kecepatan Potong

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Mesin perkakas terdiri dari bagian-bagian yang bergerak seperti *chuck,* pahat, dan yang lainnya. Komponen mesin bubut juga mempunyai sifat statis maupun dinamis, oleh karena itu perlu mempertimbangkan beberapa gaya yang terjadi selama porses pembubutan menyebabkan terjadinya deformasi pada mesin perkakas yang dapat mengakibatkan ketelitian mesin menurun. Dunia *Manufacturing* sangat menghindari hal tersebut, karena akan menghasilkan kepresisian produk yang kurang baik.

Salah satu penyebab terjadinya deformasi pada mesin perkakas atau mesin bubut adalah terdapat getaran yang timbul akibat proses *chutter* (pemotongan) yang menimbulkan adanya gaya eksitasi (bagian mesin yang tidak seimbang atau putaran tidak *balans*) secara berkelanjutan dengan frekuensi tertentu. Hampir semua mesin yang bergerak akan bergetar meskipun mungkin intensitasnya sangat kecil, karena secara praktis tidak mungkin menghilangkan eksitasi getaran sama sekali. Eksitasi dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan dalam mesin itu sendiri atau sumber dari luar mesin. Getaran sangat tidak diinginkan karena getaran dapat mengganggu kenyamanan, menimbulkan ketidak presisian atau menurunkan kuwalitas kerja mesin-mesin perkakas. Bahkan getaran juga dapat merusak konstruksi mesin, untuk itu banyak upaya dilakukan untuk meredam getaran pada dasarnya meredam getaran dapat dilakukan dengan meminimalkan gaya gaya eksitasi (Dewanto J.1999: 156).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Getaran tidak hanya terjadi pada mesin perkakas saja melainkan di semua komponen mesin yang sifatnya bergerak. Sistem getaran yang paling sederhana adalah getaran satu derajat kebebasan. Sistem getaran inilah yang paling fundamental, karena getaran hanya terdiri dari satu massa, satu elemen elastis dengan satu koordinak gerak, baik itu ada redaman maupun tidak (Sukrisno R.1990: 2). Proses pemotongan pada mesin perkakas umumnya menimbulkan getaran, bila getaran terjadi relatif besar, maka akan menyebabkan kualitas hasil permukaan benda kerja menurun. Panjang benda kerja dan penggunaan *tail stock* juga mempengaruhi getaran ataupun kekasaran permukaan yang dihasilkan, karena tingginya tingkat kekasaran sama dengan besarnya amplitude getaran. Pengukuran toleransi diameter menunjukkan bahwa penggunaan pahat menimbulkan defleksi pada benda, dan penggunaan *tail stock* pada benda dapat mengurangi defleksi yang terjadi, sehingga dapat disimpulkan bahwa membubut dengan tidak menggunakan *tail stock* akan menimbulkan getaran.

Jenis bahan seperti baja karbon rendah maupun tinggi juga sangat berpengaruh terhadap besarnya getaran yang terjadi saat proses pembubutan, hal ini terjadi karena dalam kandungan baja karbon ST 42 terdapat kandungan karbonnya kisaran (0.402% - 0.682%) dibandingkan dengan kadar karbon ST 37 (0.468% - 0.574%) tetapi kedua jenis karbon tersebut masih tergolong baja karbon rendah. Kadar karbon pada baja berbeda jumlahnya, semakin banyak kadar karbon maka sifat baja semakin keras (Feidihal R, 2006: 1). Pernyataan tersebut dapat membantu dalam melatarbelakangi terjadinya getaran pada

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

saat proses pembubutan, karena semakin keras sifat bajanya akan berpengaruh terhadap besarnya tingkat getaran yang terjadi.

VCN 150, VCL 140, dan *S45C* digolongkang dalam kategori yang sama yakni baja *High Strength Machinery Steel*. Ketiga-tiganya mempunyai kandungan *carbon (C)* yang tinggi *(High Carbon Steel)* namun *S45C* memiliki kandungan carbon diatas *VCN* dan *VCL* menjadikan material 80%C lebis keras dan getas (lebih mudah patah), hal ini sesuai dengan definisi keras yaitu kemampuan material untuk menerima penetrasi. Baja paduan karbon jenis *VCN, VCL, AISI 1045*, dan *ST 37* karena bahan tersebut sering digunakan dalam komponen pemesinan, mampu dikerjakan dan mudah diperoleh. Mengingat begitu pentingnya arti kekasaran suatu komponen terutama poros, maka harus dapat dibuat produk yang mempunyai tingkat kekasaran yang sesuai kriteria. Untuk mengetahui jenis kekasaran pada suatu benda kerja atau hasil produksi dengan proses pemesinan dapat digunakan suatu alat ukur kekasaran permukaan *(roughness tester)*. Kualitas suatu kekasaran permukaan dipengaruhi oleh elemen dasar pemotongan proses pemesinan pada mesin diantaranya kecepatan potong, kedalaman potong, radius pahat potong, jenis pahat potong, kondisi mesin, media pendingin, gerak makan, jenis material dan lain-lain. Pemilihan elemen pemesinan pada penelitian ini meliputi kecepatan makan *(feeding)*, kedalaman potong dan jenis pahat yang digunakan adalah pahat karbida yaitu *sandvick* dan *widia* (Andri M, 2014).

Bahan logam yang paduan utamanya yaitu *molybdenum* dan *chromium*. Unsur *molybdenum* adalah unsur yang larut dalam *austenite*

maupun *ferit* dan juga sebagai unsur pembentuk karbida yang kuat. Unsur ini akan menaikkan *hardenability*, menaikkan kekuatan dan kekerasan di temperatur tinggi juga mencegah terjadinya *brittleness*. Unsur *chrom* juga larut dalam *ferit* dan *austenite* terutama pada baja dengan kadar karbon rendah, hal ini akan menaikkan kekuatan dan ketangguhan. Baja karbon yang memiliki satu atau lebih unsur paduan disebut baja paduan (alloy *steel)*, unsur paduan utama adalah *Chromium (Cr), Nikel (Ni), Vanadium (V), Molybdenum (Mo)*, dan *Tungsten (W)*, unsur-unsur paduan ini berpengaruh terhadap sifat mekanik baja. Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik baja yang dapat dirubah melalui perlakuan panas *(heat treatment)*, tapi tidak semua jenis baja dapat dirubah kekerasannya melalui perlakuan panas. Kelompok material baja yang dapat dirubah kekerasannya melalui perlakuan panas adalah kelompok baja perkakas (tool material).

Bahan baja karbon yang memiliki kandungan karbon sekitar 40% atau masuk dalam kategori baja keras, apabila di lakukan proses pembubutan banyak kemungkinan terjadinya tingkat getaran yang tinggi. Fenomena tersebut terjadi karena pada saat penyayatan benda kerja yang dibubut (baja karbon) menghasilkan geram sayatan yang tinggi, sehingga mengakibatkan terjadinya tingkat kekasaran atau tingkat getaran yang besar. Proses pemesinan pada mesin bubut adalah terjadinya gerak relatif antara pahat dan benda kerja akan menghasilkan variasi sayatan yang berakibatkan pada perubahan gaya, sehingga amplitudo getaran terus membesar dengan cepat. Amplitudo yang membesar akan menimbulkan suara yang melengking yang berasal dari pahat yang memotong benda kerja.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

B. Identifikasi Masalah

Penyebabkan getaran pada saat pembubutan diantaranya proses putaran spindel (*spindle speed*), kecepatan potong, sudut potong, dan kedalaman potong (*depth of cut*). Selain itu yang menyebabkan getaran adalah mesin bubut itu sendiri, dimana getaran yang timbul dikarenakan oleh factor kompponen mesin yang perlu diganti atau sudah tidak normal lagi, sehingga tidak dapat berfungsi dengan maksimal.

Putaran spindel (*spindle speed*) merupakan komponen untuk menentukan seberapa besar putaran spindel yang dihasilkan dari mesin bubut tersebut, karena besar kecilnya putaran spindel sangat mempengaruhi tingkat getaran yang terjadi saat proses pembubutan atau mesin bubut beroprasi. Sebelum menjalankan mesin ada baiknya menentukan terlebih dahulu jumlah putaran per menit dari *spindel* utama. Besarnya angka putaran yang sesuai akan menjadi hasil pembubutan penggunaan mesin yang optimal. Putaran 300 rpm menghasilkan amplitudo getaran lebih tinggi dari pada putaran tinggi 750 rpm (Sugondo A, 2008: 5), hal ini disebabkan kecilnya putaran spindel pada proses penyayatan pahat terhadap benda kerja mendapat tekanan gaya tangensial (gaya potog) yang tegak lurus dengan sumbu batang, sehingga frekuensi getaran meningkat dan menyebabkan amplitudo getaran semakin besar.

Kecepatan potong *(cutting speed)* juga berpengaruh terhadap terjadinya suatu getaran, dimana semakin cepat maka semakin tinggi amplitudo getaran yang terjadi begitu juga sebaliknya. Kenaikan *cutting speed* pada kondisi *chatter* akan menghasilkan amplitudo getaran yang

semakin tinggi sehingga mengakibatkan permukaan benda kerja akan semakin kasar. Kenaikan *cutting speed* dengan *depth of cut* yang konstan juga akan mengakibatkan naiknya amplitudo getaran sehingga permukaan benda kerja juga akan semakin kasar. Selain itu semakin besar *depth of cut* dengan *cutting speed* yang konstan juga berpengaruh terhadap amplitudo getaran yang terjadi selama proses pembubutan, dimana semakin besar *depth of cut* amplitudo getaran yang terjadi semakin tinggi sehingga permukaan benda kerja semakin kasar, hal ini menunjukkan bahwa *cutting speed* dan *depth of cut* berpengaruh terhadap amplitudo getaran yang terjadi saat proses pembubutan, sehingga mempengaruhi kekasaran permukaan akan berdampak pada kualitas hasil akhir dari permukaan benda kerja (Budiarto W, dkk. 2013).

Sudut potong pahat yang besar mempengaruhi area kontak pahat pada benda kerja menjadi lebih besar, sehingga tebal geram yang dihasilkan pada proses bubut menjadi lebih besar dan gaya potong yang dihasilkan masing-masing material pada proses pembubutan juga semakin besar. Pahat pada benda kerja menjadi lebih besar karena tebal geram yang dihasilkan saat proses pembubutan juga semakin besar dengan geram yang lebih besar, maka membutuhkan gaya yang lebih besar untuk menggeser geram yang terpotong dari material benda kerja. Geram yang terkumpul itu menjadikan beban tambahan bagi pahat sehingga gaya tangensial jadi lebih besar. Akibat dari geram yang terkumpul pada pahat itu lah yang menyebabkan munculnya amplitudo getaran pada sudut potong (Didik J.S. 2013: 29).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Kedalaman potong (*depth of cut*) merupakan besarnya pemakanan yang diberikan pada saat pembubutan. Proses ini sangat mempengaruhi tingkat getaran yang terjadi pada putaran mesin bubut itu sendiri maupun waktu pemakanan benda kerja saat proses pembubutan. Kondisi ini dikarenakan pada kedalaman potong yang kecil laju pembuangan material juga akan sedikit sehingga gaya potongnya akan lebih rendah jika dibandingkan dengan kedalaman pemotongan yang besar. Kedalaman pemotongan berpengaruh pada besarnya amplitudo getaran yang terjadi. Kedalaman pemotongan 0,5 mm getaran yang ditimbulkan paling kecil dan dapat disimpulkan getaran akan semakin besar jika gaya tangensial yang dibutuhkan untuk pemotongan semakin besar (Sugondo A. 2008: 5), oleh karena itu semakin besar kedalaman potong maka semakin besar amplitudo getaran yang ditimbulkannya.

VCN 150, VCL 140, dan *S45C* digolongkang dalam kategori yang sama yakni baja *High Strength Machinery Steel*. Ketiga-tiganya mempunyai kandungan *carbon (C)* yang tinggi *(High Carbon Steel)* namun *S45C* memiliki kandungan carbon diatas *VCN* dan *VCL* menjadikan material 80%C lebis keras dan getas (lebih mudah patah), hal ini sesuai dengan definisi keras yaitu kemampuan material untuk menerima penetrasi. Mengingat begitu pentingnya arti kekasaran suatu komponen terutama poros, maka harus dapat dibuat produk yang mempunyai tingkat kekasaran yang sesuai kriteria. Kualitas suatu kekasaran permukaan dipengaruhi oleh elemen dasar pemotongan proses pemesinan pada mesin diantaranya kecepatan potong,

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

kedalaman potong, radius pahat potong, jenis pahat potong, kondisi mesin, media pendingin, gerak makan, jenis material dan lain-lain (Andri M, 2014).

Fenomena tersebut terjadi karena pada saat penyayatan benda kerja yang dibubut (baja karbon) menghasilkan geram sayatan yang tinggi, sehingga mengakibatkan terjadinya tingkat kekasaran atau tingkat getaran yang besar. Proses pemesinan pada mesin bubut adalah terjadinya gerak relatif antara pahat dan benda kerja akan menghasilkan variasi sayatan yang berakibatkan pada perubahan gaya, sehingga amplitudo getaran terus membesar dengan cepat. Amplitudo yang membesar akan menimbulkan suara yang melengking yang berasal dari pahat yang memotong benda kerja.

Komponen mesin juga menyebabkan terjadinya getaran, kerena banyak kemungkinan *spare part* pada mesin bubut mengalami kerusakan maupun faktor yang lain seperti pondasi penempatan mesin, kondisi *bearing* yang sudah rusak maupun kondisi motor penggerak yang sudah tidak bekerja secara maksimal karena kondisi atau keadaan semula hingga pada keadaan terkini mengalami perubahan, misal baut komponen yang semula kencang dengan dioprasikan mesin tersebut tidak menutup kemungkinan apabila baut yang awalnya kencang menjadi sedikit longgar, inilah yang dimaksud faktor deformasi pada kondisi komponen yang mengakibatkan munculnya amplitudo getaran.

Untuk meminimalisir efek getaran dalam proses pembubutan telah dilakukan dalam upaya mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya getaran pada proses pembubutan (Kristanto. 2007: 1), hal ini menyimpulkan bahwa proses pembubutan yang baik bisa meminimalisir

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

tingkat kekasaran yang terjadi terhadap benda kerja, karena salah satu penyebab terjadinya getaran yaitu tingkat kekasaran pada proses pembubutan. Getaran proses bubut yang terjadi pada benda kerja maupun pahat saling berpengaruh dan mengakibatkan gerak relatif keduanya, karena pada proses permesinan pahat memotong benda kerja bergerak relatif dan menyebabkan permukaan benda kerja bergelombang.

Salah satu alternatif yang digunakan untuk mengatasi efek getaran dalam proses pembubutan yaitu dengan cara-cara tertentu, missal pada komponen-komponen seperti roda gigi (*gear*), *belt,* dan *bearing*, sehingga pada permasalahan ini, peneliti menggunakan variasi kecepatan spindel (*spindle speed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Fokus masalah yang ingin dipelajari pada penelitian ini adalah pengaruh variasi putaran spindel (*spindle speed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*) terhadap getaran pada pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 sebagai upaya untuk menganalisis penyebab terjadinya tingkat kekasaran atau getaran pada proses pembubutan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi masalah di atas,banyak faktor yang menyebabkan terjadinya getaran pada proses pembubutan oleh karena itu, penelitian ini hanya pada “pengaruh variasi putaran spindel, dan kedalaman potong terhadap getaran pada pembubutan tanpa *tail stock* dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Benda kerja yang digunkan adalah besi silinder *VCL* 140 *(AISI 4140)* panjang 200 mm, diameter material 28 mm dengan jenis pahat yang digunakan pahat *carbida*.
2. Putaran spindel yang digunakan adalah 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm.
3. Kedalaman potong yang digunakan adalah 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan 1,2 mm.

D. Rumusan Masalah

1. Pengaruh putaran spindel (*spindle speed*) terhadap getaran pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)* ?
2. Pengaruh kedalaman potong *(depth of cut*) terhadap getaran pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)* ?
3. Pengaruh putaran spindel dan kedalaman potong terhadap *vibration* proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)* ?

E. Tujuan

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh putaran spindel terhadap getaran yang di pengaruhi oleh variasi putaran spindel (*spindle speed*) pada 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm saat proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)***.**
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh variasi kedalaman potong (*depth of cut*) terhadap getaran dengan pemakanan 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan

1,2 mm pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)*.

3. Mengetahui pengaruh putaran spindel dan kedalaman potong terhadap *vibration* proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)*.

F. Manfaat

1. Setelah mengetahui pengaruh variasi putaran spindel (*spindle speed*) yang digunakan pada 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm maka dapat ditentukan nilai yang terbaik dalam proses pembubutan yang optimal atau didapatkan putaran yang optimal pada variasi yang sudah di tentukan sehingga dapat diterapkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam proses pembubutan.
2. Setelah mengetahui pengaruh variasi kedalaman potong (*depth of cut*) dengan pemakanan 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan 1,2 mm, maka dapat ditentukan nilai yang terbaik dalam proses pembubutan yang baik atau didapatkan variasi kedalaman pemakanan yang optimal pada variasi yang sudah di tentukan sehingga bisa diterapkan untuk mendapatkan hasil pemakanan yang terbaik saat proses pembubutan dengan sedikit terjadi getaran.
3. Setelah mengetahui pengaruh putaran *spindel* dan kedalaman potong terhadap *vibration* proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL*

140 *(AISI 4140)*, maka dapat di lihat hasil dari semua grafik pada sumbu X dan sumbu Y secara keseluruhan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

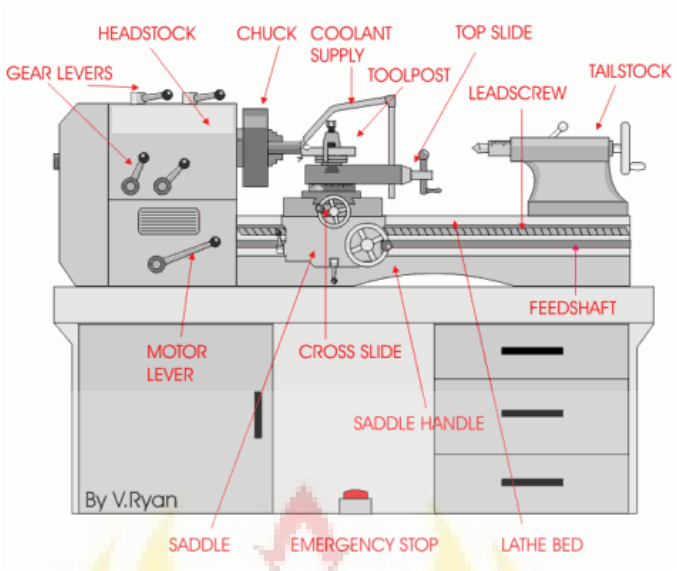
1. Mesin Bubut (*Turning)*

Mengingat dalam penelitian ini mengambil topik tentang pembubutan maka pada kajian teori ini peneliti akan sedikit menggunakan mesin perkakas seperti mesin bubut sebagai obyek pada penelitian ini, oleh karena itu sebelum membahas lebih dalam perlu untuk sedikit memahai tentang pengertian maupun prinsip, macam-macam pengerjaan, dan parameter dasar-dasar mesin bubut.

a. Pengertian Mesin Bubut

Mesin bubut adalah mesin perkakas untuk membentuk benda kerja dengan gerak utama berputar. Prinsip kerjanya gerak potong yang dilakukan oleh benda kerja yang berputar (bergerak rotasi) dengan gerak makan oleh pahat yang bergerak translasi (gerak pergeseran) yang menuju benda kerja. Gerak putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerak translasi dari pahat disebut gerak umpan. Peranan mesin bubut dalam industri pengolahan atau pengerjaan logam sangat besar sekali karena mesin bubut dapat mengerjakan dan membentuk benda-benda kerja silindris seperti poros *pulley*, bahan baku roda gigi dan juga benda yang berbentuk tirus serta dapat membuat lubang dan ulir, gambar mesin bubut dan bagian-bagianya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Gambar 1. Mesin bubut dan bagian-bagiannya (Yusuf, 2013: 1).

Gerak berputar mesin bubut berfungsi sebagai pengubahan bentuk atau ukuran benda dengan cara memotong benda tersebut menggunakan pahat potong. Perputaran mesin bubut berasal dari sebuah motor listrik yang dipasang dibawah ataupun disamping mesin, kemudian motor tersebut dihubungkan oleh *pulley*, sehingga bila motor ini berputar maka poros utama ikut berputar bersamaan benda kerja.

Mesin bubut tidak akan bekerja secara optimal jika bagian-bagian mesin ini tidak ada seperti sumbu utama yang berfungsi sebagai tempat peletakan benda pada saat benda dibubut, dalam sumbu utama juga terdapat *centre* tetap dan cekam yang berisi roda gigi. Eretan yang berfungsi memberikan penekanan pada benda yang penekanannya bisa diatur sesuai keinginan operator. Kepala lepas yang berfungsi sebagai tempat *centre* putar yang merupakan perangkat pendukung mesin bubut. Mesin bubut merupakan sebuah alat yang universal dan dipakai terutama

untuk mengerjakan benda yang silindris, pada mesin bubut dikenal tiga gerakan utama antara lain :

1) ***Main Motion***

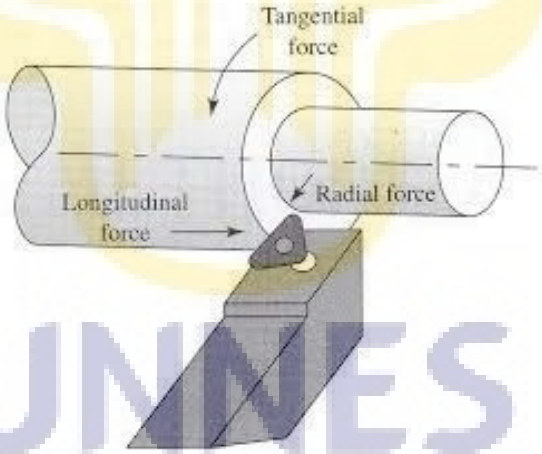
Merupakan gerakan berputar benda kerja.

2) ***Feed Motion***

Merupakan majunya alat potong atau pahat kearah membujur pada proses *turning*.

3) ***Adjusting Motion***

Merupakan gerakan majunya pahat atau gerakan pemakanan yang dilakukan pahat dan terdapat pada gerakan melintang (*depth of cut*).

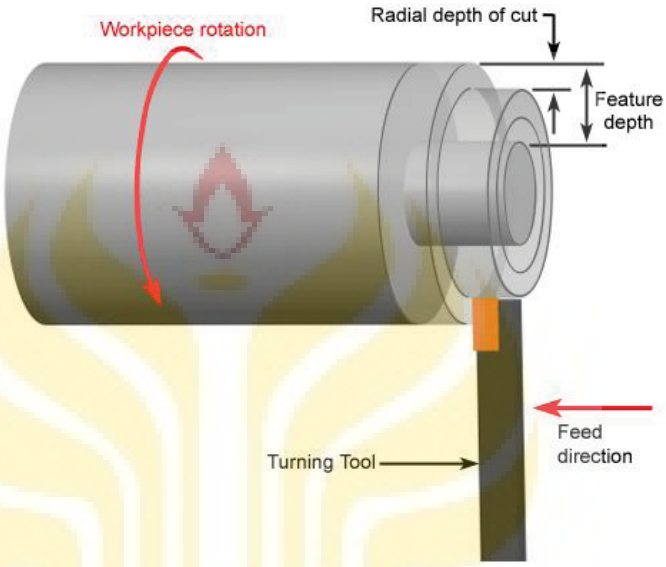


Gambar 2. Gerak Pahat Mesin Bubut (Sugondo A, dkk, 2008: 2).

b. Skematis proses bubut

Salah satu proses pemesinan yang digunakan pada pemotongan logam adalah proses bubut. Proses ini bertujuan untuk membuang material dimana benda kerja dicekam menggunakan sebuah *chuck* atau pencekam dan berputar pada sebuah sumbu, alat potong bergerak arah aksial dan radial

terhadap benda kerja sehingga terjadi pemotongan dan menghasilkan permukaan yang konsentris dengan sumbu putar benda kerja. Gambar (3) adalah skematis dari sebuah proses bubut dimana *n* adalah putaran poros utama, *f* adalah gerak makan, dan *a* adalah kedalaman potong.



Gambar 3. Skematis proses bubut

c. Paha Kabida *(Carbida)*

Karbida tungsten murni merupakan jenis yang paling sederhana dimana hanya terjadi atas dua elemen yaitu karbida *tungsten (WC)* dan pengikat *cobalt* (Co). Jenis yang cocok untuk permesinan dimana mekanisme keausan pahat terutama disebabkan oleh proses abrasi seperti pada pemesinan berbagai jenis besi tuang (sehingga dinamakan *cast iron cutting grade*). Apabila digunakan pada benda kerja baja (geram kontinu) akan terjadi keausan kawah yang berlebihan, untuk pemesinan baja diperlukan pahat karbida yang lain yaitu dari jenis *steel cutting grade* yang tidak lain merupakan jenis karbida tungsten paduan (Taufiq R : 1993: 148).

Pahat karbida *(cermeted carbides, harmetals)* Jenis karbida yang disemen merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter *(sintering)* serbuk karbida *(nitrida, oksida)* dengan bahan pengikat yang umumnya dari *cobalt (Co)*. Dengan cara *carburizing* masing–masing bahan dasar *(serbuk) tungsten (wolfram,W)*, *titanium (Ti), tantalum (Ta)* dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat *(Co)* dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas. Setelah itu dilakukan *presintering* (1000° C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas dan kemudian sintering 1600° sehingga bentuk keeping sebagai proses cetak akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula (Andri Mardiansyah, 2014).

2. Parameter pada Mesin Bubut

Proses pembubutan dikenal dengan berbagai macam parameter pemotongan yang memiliki pengaruh terhadap hasil pembubutan seperti proses *cutting speed, spindel speed* dan *depth of cut*.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

a. *Cutting Speed* atau Kecepatan Potong

Kecepatan potong *(cutting speed)* juga berpengaruh terhadap terjadinya suatu getaran, dimana semakin cepat maka semakin tinggi amplitudo getaran yang terjadi begitu juga sebaliknya. Kenaikan *cutting speed* pada kondisi *chatter* akan menghasilkan amplitudo getaran yang semakin tinggi sehingga mengakibatkan permukaan benda kerja akan

semakin kasar. *Cutting speed* dan *depth of cut* berpengaruh secara signifikan terhadap amplitudo getaran yang terjadi saat proses pembubutan, akan berdampak pada kualitas hasil akhir dari permukaan benda kerja (Budiarto W.2013).

Menentukan kecepatan potong pada penelitian ini dengan menggunakan rumus :

$$\boldsymbol{Vc} = \frac{\boldsymbol{\pi x D x n}}{\mathbf{1000}} \text{m/min} \quad \text{.....} (2.1)$$

Dimana:

$\boldsymbol{Vc}$: Kecepatan potong (m/menit)

D : Diameter benda kerja (mm)

n : Putaran benda kerja (putaran / menit)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang tatal yang terpotong dalam ukuran meter yang diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Sebagai contoh, baja lunak dapat dipotong sepanjang 30 meter 12 tiap menit, hal ini berarti spindel mesin perlu berputar supaya ukuran mata lilitan pahat terhadap benda kerja (panjang tatal) sepanjang 30 meter dalam waktu putaran satu menit, karena ukuran benda kerja berbeda–beda.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Type of Material		Brinell Hardness	Cutting Speed (sfm)	Tool Material
Aluminum	• Wrought & Cast	* 30-150	500-1000	M2
	• Die cast 360.0, 380.0	* 40-125	450-600	M2
	383.0, 413.0	* 40-125	450-600	M2
	390.0, 392.0	* 40-125	75-100	M2
Brass & Bronze		----	300-600	M2
Cast Iron	• Soft	120-150	75-125	M2
	• Medium	160-220	50-100	M2/M42
	• Chilled	230-300	30-50	M42
Malleable Iron	• Ferritic	110-160	100-130	M2
	• Pearlitic	160-220	75-100	M2
	• Tempered Matensite	200-320	30-60	M42
Magnesium		* 50-90	400-800	M2
Nickel Alloys	• 200-230	80-170	60-80	M2
	• Monel 400-404	115-240	35-50	M2
	• Monel K500, 502	150-330	20-40	M42
Steel Free Machining	• Resulphurized/Leaded	----	105-130	M2
Carbon Steel		125-160	90-110	M2
Steel Alloys Soft		170-210	65-90	M2
Steel Alloys Medium		220-250	55-75	M2
Steel Alloys Hard		260-300	35-50	M2/M42
		325-400	30-40	M42/ M42 Coated
Tool Steel	• T15, M42, D2 • M2, A2 • S6, H13	210-250	35-60	M2/M42
Forgings		----	40-50	M2
Armor Plate		200-250	40-55	M2/M42
		250-300	30-45	M42/ M42 Coated
Stainless Steel Ferritic	• 430/405 • 430F	135-185	90-125	M2
Stainless Steel Austenitic	• Lower BHN	135-185	55-75	M2
	• Higher BHN • 309/316 • 301/304 • 303/203EZ	225-275	40-70	M2
Stainless Steel Nitonic (Low Alloy)		275-325	25-35	M42
Stainless Steel Martensitic	By Hardness Range • 501 • 416/440F	135-185	70-125	M2
		185-240	45-110	M2
		275-325	35-55	M42
		375-425	30-55	M42 Coated
Stainless Steel Precipitation Hardening	By Hardness Range • 17-4 PH	150-200	45-55	M2
		275-325	40-50	M42
		325-375	35-45	M42 Coated

Gambar 4. *Cutting Speed* atau Kecepatan Potong

Tabel di atas menunjukkan pada benda kerja baja karbon *(carbon steel)* kecepatan potong yang digunakan saat proses pembubutan di antara (90-110), karena apabila melebihi atau krang dari batasan yang sudah ditentukan maka akan berakibat hasil bubutan kurang sempurna.

Tabel 1. Perbandingan sifat pahat

Bahan Pahat	Kecepatan Potong (m/menit)	Temperatur kekasaran panas (°C)	Kekasaran (HRA)
Baja Karbon	10	300	60
HSS	25 – 65	650	83 – 86
Paduan Kobalt Cor	50 – 200	925	82 – 84
Karbida	÷ 650	1200	90 – 95
Keramik	330-650	<2000	91 – 95
CNB	500-800	1300	4000 – 5000 HK
Intan	300-1500	>650	7000 – 8000 HK

Tabel di atas menunjukkan dengan menggunakan pahat karbida standar nilai kecepatan potong sebesar ÷ 650 m/menit, sehingga pada penelitian dengan menggunakan pahat karbida untuk menentukan nilai kecepatan potong mengacu pada standar table di atas.

b. Putaran Spindel (*Spindle Speed)*

Putaran spindel (*spindle speed*) merupakan komponen untuk menentukan seberapa besar putaran spindel yang dihasilkan dari mesin bubut tersebut, karena besar kecilnya putaran spindel sangat mempengaruhi tingkat getaran yang terjadi saat proses pembubutan atau mesin bubut beroprasi. Sebelum menjalankan mesin ada baiknya menentukan terlebih dahulu jumlah putaran per menit dari spindel utama. Besarnya angka putaran yang sesuai akan menjadi hasil pembubutan penggunaan mesin yang optimal. Putaran 300 rpm menghasilkan amplitudo getaran lebih tinggi dari pada putaran tinggi 750 rpm (Sugondo A. 2008: 5).

Sedangkan perhitungannya sebagai berikut:

$$n = \frac{1000xV}{\pi \, x \, d} \quad \text{..... (2.2)}$$

Dimana :

n = Angka putaran (putaran / menit)

V = *Cutting Speed* (m/menit)

D = Diameter benda kerja (mm)

Rumus di atas untuk mencari suatu angka putaran dengan *cutting speed* dikalikan dengan 1000 kemudian dibagi dengan hasil dari diameter sehingga nanti akan dapat diketahui berapa angka putaran yang didapatkan.

c. Kedalaman Potong (*Depth of Cut*)

Depth of cut merupakan besarnya kedalaman pemakanan yang diberikan pada proses pembubutan, dalam dunia industri, mesin bubut merupakan mesin yang paling tua dan banyak digunakan untuk membuat komponen kerja. Benda kerja baja karbon *VCL* 140 yang pada prosesnya disetting kedalaman pemakanan mulai 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan 1,5 mm pada putaran 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm. Kedalaman pemotongan 0,5 mm getaran yang ditimbulkan paling kecil dan dapat disimpulkan getaran akan semakin besar jika gaya tangensial yang dibutuhkan untuk pemotongan semakin besar (Sugondo A. 2008: 5).

3. Bahan Baja Karbon

Baja karbon adalah suatu baja yang mengandung karbon sampai maksimum 2%. Baja karbon ini terdapat tiga macam bagian yaitu:

a) Baja Karbon rendah

Baja karbn rendah (*mild steel*) mengandung karbon antara 0.008% - 0.3%. Setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10-30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam bentuk plat baja.

b) Baja karbon sedang (medium)

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0.30% - 0.60%. Setiap ton baja karbon ini mengandung karbon antara 30-60 kg. Baja karbon ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian-bagian mesin.

c) Baja karbon tinggi

Baja karbon ini mengandung karbon antara 0.70% - 1.3% (70-130 point) dan setiap ton mengandung karbon antara 70 - 130 kg. Baja karbon ini banyak digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang mengalami panas (*heat treatment*) (Rusmardi dan Feidihal, 2006: 37).

Baja karbon rendah sampai baja karbon tinggi nilainya bervariasi, untuk baja ST 37 dan ST 42 digolongkan kadar karbon rendah (*hypoeutectoid*) setelah diteliti didapatkan nilai karbon ST 37 (0.468% - 0.574%) dan ST 42 (0.402% - 0.682%) baja tersebut sudah cukup untuk alat-alat perkakas. Tegangan tariknya mempunyai nilai (370 - 420) N/$\boldsymbol{nm^2}$.

Kekerasannya bisa mencapai 90 Hrb. Kedua logam karbon baja tersebut mampu unutk dikeraskan, hingga disebut juga baja potong.

Gambar 5. Baja Karbon *VCL* 140

Baja paduan karbon jenis VCN, VCL, AISI 1045, dan ST 37 karena bahan tersebut sering digunakan dalam komponen pemesinan, mampu dikerjakan dan mudah diperoleh. Mengingat begitu pentingnya arti kekasaran suatu komponen terutama poros, maka harus dapat dibuat produk yang mempunyai tingkat kekasaran yang sesuai kriteria. Untuk mengetahui jenis kekasaran pada suatu benda kerja atau hasil produksi dengan proses permesinan dapat digunakan suatu alat ukur kekasaran permukaan *(roughness tester)*. Kualitas suatu kekasaran permukaan dipengaruhi oleh elemen dasar pemotongan Proses pemesinan Pada mesin diantaranya kecepatan potong, kedalaman potong, radius pahat potong, jenis pahat potong, kondisi mesin, media pendingin, gerak makan, jenis material dan lain-lain. Pemilihan elemen pemesinan pada penelitian ini meliputi kecepatan makan *(feeding),*

kedalaman potong dan jenis pahat yang digunakan adalah pahat karbida yaitu *sandvick.*

4. Dasar–Dasar Sinyal Getaran

Gejala getaran pada umumnya dijumpai pada mesin-mesin yang sedang bekerja atau berputar. Getaran tersebut dapat dirasakan dengan menyentuhkan jari pada permukaan yang bergetar atau dapat diukur dengan menggunakan sensor getaran yang diletakkan pada permukaan tersebut (Koman B. 1992: 130).

Agar dapat membahas sinyal getaran maka terdapat tiga hal yang mendukung permasalahan ini, yaitu :

a. Parameter Getaran

Besaran ini dapat diukur dengan menggunakan sensor getaran yang tersedia di pasaran dan sensor ini dapat dibedakan menjadi sensor simpangan getaran *(displacement)*, sensor kecepatan getaran *(velocity)*, sensor percepatan getaran *(accelerometer).* Parameter sinyal getaran ini terdiri atas amplitudo dan frekuensi.

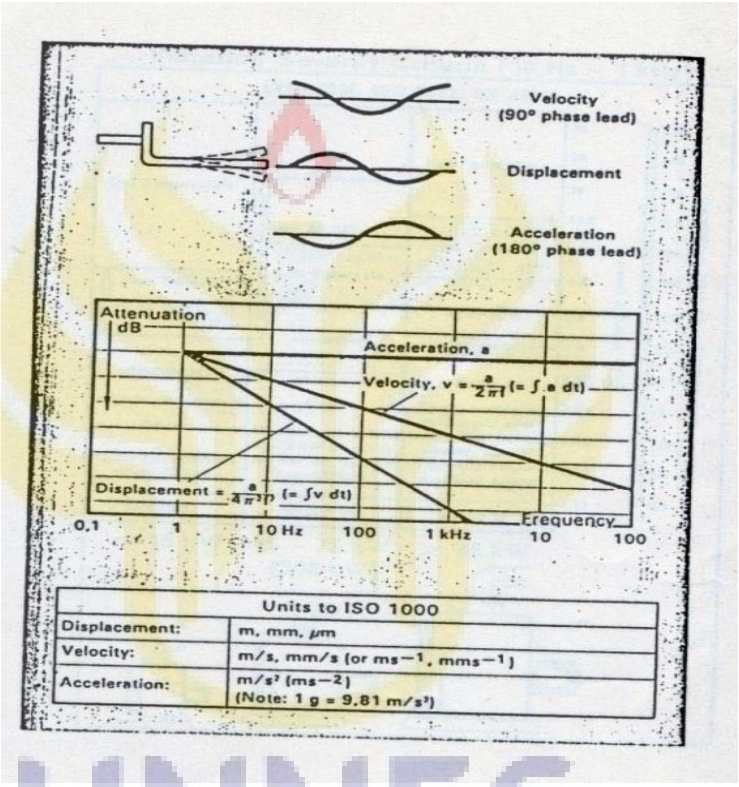
b. Impedansi Mekanik

Pengukuran sinyal getaran yang diukur adalah respon struktur kerena adanya stimulus getaran misalnya, gaya eksistasi getaran, cacat pada elemen rotasi, dan lainnya, sehingga yang terukur bukan gaya stimulus getaran kecuali pada pengukuran fungsi tranfer. Respon getaran ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik dinamika struktur mekanik tempat pengukuran getaran berlangsung.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

5. Sensor Getaran

Pemilihan jenis sensor yang digunakan dalam pengukuran getaran tergantung pada Jenis amplitudo getaran yang akan diukur meliputi amplitudo simpangan sinyal getaran, amplitudo kecepatan sinyal getaran, dan amplitudo percepatan getaran.



Gambar 6. Sinyal getaran simpangan, kecepatan dan percepatan (Komang B. 1992: 148).

Beberapa instrumen penunjang misalnya *charge amplifier* terdapat fasilitas untuk mengubah sinyal percepatan menjadi sinyal kecepatan getaran. Fasilitas ini berupa rangkaian integrator yang terdapat dalam instrumen tersebut.

Lebar daerah frekuensi pengukuran sinyal getaran tersebut mengandung sinyal-sinyal frekuensi rendah sampai frekuensi tinggi, maka

pengukuran dengan *transducer* simpangan cenderung sensitif untuk sinyal-sinyal frekuensi rendah sedangkan pengukuran dengan *transducer* percepatan cenderung sensitif untuk sinyal frekuensi tinggi.

6. Getaran (*Vibration)*

Getaran dapat dianggap sebagai goyangan atau gerakan berulang dari suatu objek disekitar suatu posisi kesetimbangan yang merupakan posisi suatu objek dimana jumlah gaya yang dikenakan pada objek tersebut adalah sama dengan nol. Tipe getaran ini disebut *whole body motion* yang berarti semua bagian dari objek tersebut bergerak bersamaan pada arah disemua titik pada waktunya. Efek getaran yang muncul pada mesin perkakas sangat besar pengaruhnya. Umur pahat dan umur mesin perkakas yang digunakan. Getaran yang tinggi akan mengakibatkan kualitas benda kerja menjadi kurang bagus, umur pahat menjadi rendah dan mesin tidak tahan lama. **Getaran mesin perkakas berpengaruh terhadap mesin perkakas itu sendiri, kondisi pemotongan, getaran benda kerja, dan umur pahat. Pengaruh getaran pada kondisi pemotongan dapat dilihat dari perubahan geram yang mana akibat perubahan gaya pemotongan juga menghasilkan perubahan geram (Hendra 2006: 2).**

Getaran mesin *(mechanical vibration)* diartikan sebagai gerakan bolak-balik dari komponen mekanik dari satu mesin sebagai reaksi dari adanya gaya dalam (gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut) maupun gaya luar (gaya yang berasal dari luar atau sekitar mesin). Kasus yang dominan dalam getaran permesinan adalah yang disebabkan oleh gaya eksitasi getaran yang berasal dari mesin tersebut, misalnya kondisi yang tidak seimbang

(*unbalance*) baik yang statis maupun dinamik dari mesin tersebut, cacat yang terjadi pada elemen–elemen rotasi (*bearing* rusak, *impeller* macet, dll). **Apabila mengamati suatu objek yang bergetar didalam gerak lambat, dapat dilihat pergerakan dengan arah yang berbeda. Seberapa jauh dan seberapa cepat objek tersebut bergerak dalam menentukan karakteristik getarannya. Istilah lama menjelaskan pergerakan seperti ini sebagai frekuensi, amplitudo, dan akselerasi.**

Ilmu getaran merupakan salah satu cabang ilmu yang sangat penting dalam merekayasa konstruksi, karena getaran merupakan salah satu penyebab kerusakan. Konstruksi yang terus menerus bergetar akan berkurang kekuatannya dan pada suatu saat akan terjadi kerusakan, kerusakan inilah disebut kerusakan lelah yang merupakan penyebab kerusakan yang paling banyak terjadi pada konstruksi yang bergetar. Berdasarkan gaya yang bekerja pada sistim, getaran dapat dibagi menjadi dua, getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas terjadi sebagai akibat gaya dalam sistim itu sendiri dan tidak ada gaya luar yang bekerja, sedangkan getaran paksa adalah getaran yang terjadi akibat paksa dari luar. Getaran bebas sistim akan bergerak pada frekuensi yang dimiliki oleh sistem tersebut dan besarnya sangat dipengaruhi oleh masa dan elastisitasnya. Perhitungan frekuensi alami merupakan permasalahan utama dalam mempelajari ilmu getaran.

a. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya periode getaran yang terjadi dalam satu putaran waktu. Besarnya frekuensi yang timbul pada saat terjadinya

vibrasi dapat mengidentifikasikan jenis-jenis gangguan yang terjadi. Gangguan yang terjadi pada mesin sering menghasilkan frekuensi yang jelas atau menghasilkan contoh frekuensi yang dapat dijadikan sebagai bahan pengamatan. Frekuensi pada saat mesin mengalami vibrasi, maka penelitian atau pengamatan secara akurat dapat dilakukan untuk mengetahui penyebab atau sumber dari permasalahan. Frekuensi biasanya ditunjukkan dalam bentuk *Cycle* Per Menit (CPM), yang biasanya disebut istilah *hertz* (dimana Hz = CPM), biasanya singkatan yang digunakan untuk *hertz* adalah Hz. Frekuensi merupakan kebalikan dari perioda yaitu jumlah getaran per satuan waktu (Hz).

b. Amplitudo

Amplitudo adalah ukuran atau besarnya sinyal vibrasi yang dihasilkan. Amplitudo dari sinyal vibrasi mengidentifikasikan besarnya gangguan yang terjadi. Makin tinggi amplitudo yang menandakan makin besar gangguan yang terjadi, besarnya amplitudonya bergantung pada tipe mesin yang ada. Mesin yang masih bagus dan baru tingkat vibrasinya biasanya bersifat relative. Intensitas getaran tergantung pada amplitudo ketika di rangkai jadi satu dengan mesin bubut.

Amplitudo didefinisikan sebagai berikut:

$$A = \frac{1}{2}\left(x_{maks} - x_{\min}\right) \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Dimana:

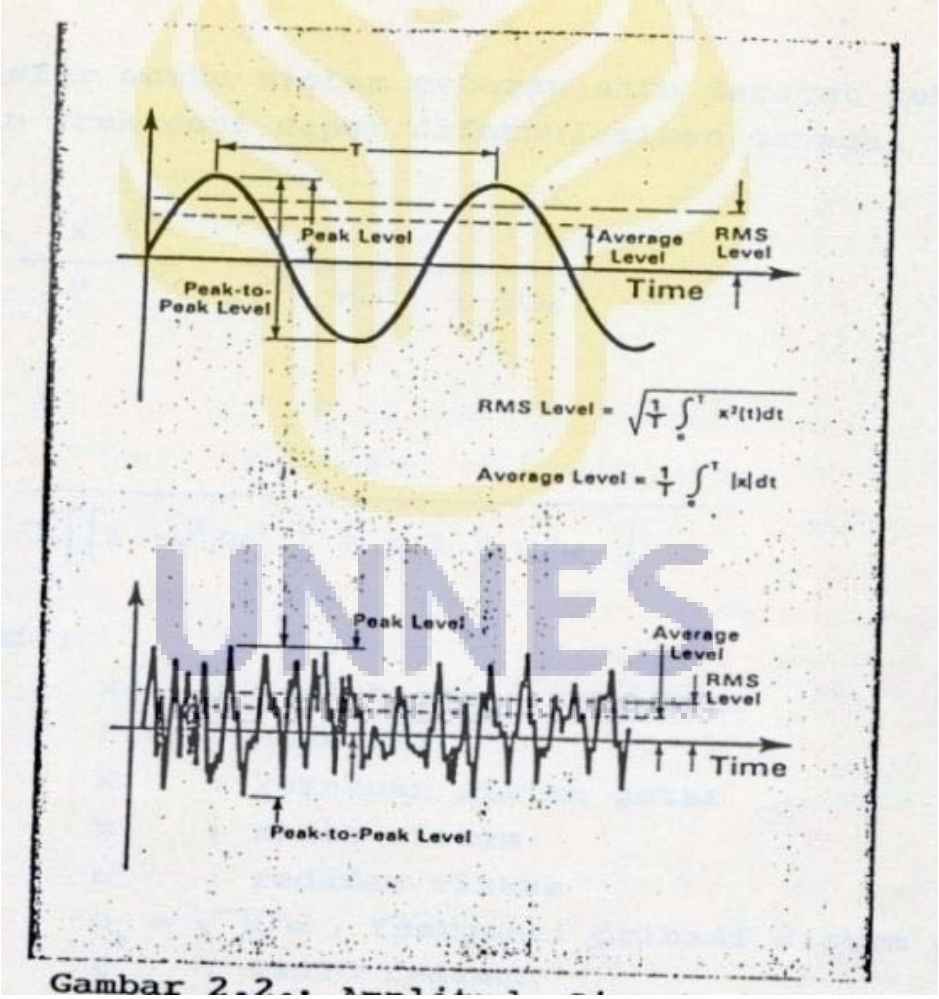
x_{maks} = nilai terbesar x dalam satu periode

x_{min} = nilai terkecil x dalam satu periode

Nilai besaran x yang bergetar akan berubah disekitar nilai tengah x_0 yang didefinisikan sebagai:

$$x_0 = -\frac{1}{2}\,(x_{maks} + x_{\min}) \quad \text{.....} (2.4)$$

Amplitudo dan nilai tengah suatu getaran diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 7. Amplitudo Sinyal Getaran (Bagiasna K. 1992: 140).

Grafik di atas menunjukkan bahwa getaran amplitudo merupakan karakteristik yang menggambarkan tingkat keparahan getaran yang dapat diukur dalam beberapa cara. Hubungan antara tingkat puncak ke puncak, tingkat rata-rata dan tingkat RMS. Nilai puncak ke puncak adalah menunjukkan *excursion* maksimum gelombang. Nilai puncak sangat berharga untuk menunjukkan tingkat guncangan durasi pendek dan lain-lain, seperti yang dapat dilihat dari gambar. Nilai puncak hanya menunjukkan tingkat maksimum yang terjadi (Bagiasna K, 1992: 140).

c. *Vilocity* (Kecepatan Getaran)

Velocity addalah jumlah waktu yang dibutuhkan pada saat terjadi *displacement* (dalam hal kecepatan). *Velocity* adalah satu indikator yang paling baik untuk mengetahui masalah vibrasi (contohnya *unbalance, misaligment, mecanical loosess,* dan kerusakan *bearing* atau *bearing defect*) pada mesin berkecepatan sedang. *Velocity* adalah ukuran kecepatan suatu benda pada saat bergerak atau bergetar selama berisolasi. Kecepatan suatu benda adalah nol pada batas yang lebih tinggi atau lebih rendah dimulai pada saat berhenti pada suatu titik sebelum berubah arah dan mulai untuk bergerak kearah berlawanan. *Velocity* dapat ditunjukkan dalam suatu inch per second (in/sec) atau milimeter per secon (mm/sec).

Velocity disisi lain tidak sepenuhnya mempunyai frekuensi yang bergantung pada batas sekitar 600 sampai 120000 CPM (10 sampai 2000

Hz) dan pada dasarnya hanya merupakan satu pilihan ketika batas frekuensi berada pada 300 sampai 300000 CPM (5 sampai 500 Hz).

***d. Acceleration* (Percepatan Getaran)**

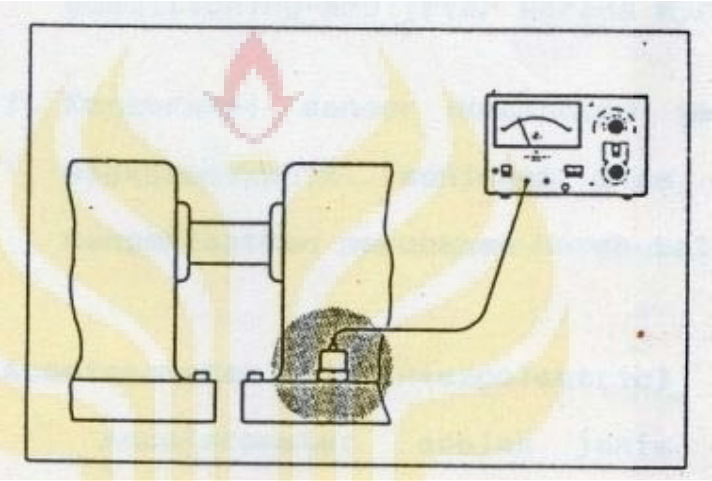
Suatu ukuran seberapa cepat kecepatan berubah terhadap waktu dan oleh karena itu, akselerasi dinyatakan dalam satuan meter per detik atau meter per detik kuadrat (m/s^2). Besar akselerasi berubah dari nol ke maksimum selamam masing-masing siklus getaran dan meningkat seperti pergerakan objek yang bergetar lebih lanjut dari posisi diamnya. *Acceleration* adalah jumlah waktu yang diperlukan pada saat terjadi *velocity*. Parameter yang sangat penting dalam analisis mesin-mesin yang berputar *(rotation equipment)* dan sangat berguna sekali dalam mendeteksi kerusakan bearing dan masalah pada *gear box* berkecepatan tinggi lebih cepat dan lebih awal.

7. Alat Uji Getaran

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor *accelerometer piezoelectric vibration* dengan didukung alat bantu seperti *amplifier,* ADC *(analog to digital converter, dan computer*. Alat–alat ini akan dirangkai sedemikian rupa dan digunakan untuk mendapatkan data besarnya amplitudo yang diperoleh dari tiap-tiap parameter pengujian. Rangkaian alat uji getaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

a. *Accelerometer Piezoelectric Vibration*

Accelerometer adalah jenis *transducer* yang umum digunakan dalam pengukuran sinyal getaran. *Transducer* ini biasanya menggunakan efek *piezoelectric* yang menimbulkan muatan listrik pada permukaan keping kristal *piezoelectric* karena adanya tekanan yang bekerja pada permukaanya menggunakan konsep *piezoelectric* maka, *transducer* digunakan bersamaan dengan *charge amplifier* (Komang B. 1992: 157).



Gambar 8. *Transducer* Percepatan *(Accelerometer)*

Sebuah instrumen yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. *Accelerometer* juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, dan mesin. *Accelerometer* juga bisa digunkan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak dinamis dan kecepatan tanpa dipengaruhi gravitasi bumi. *Accelerometer* digunakan pada peralatan elektronik yang portabel.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Gambar 9. Alat *Accelerometer Piezoelectric Vibration* Sensor

1) Cara Kerja *Accelerometer Piezoelectric Vibration*

Prinsip kerja *accelerometer* yaitu prinsip kerja percepatan. *Accelerometer* memiliki cara kerja seperti sebuah per dengan benda yang memiliki massa dimana benda tersebut diletakkan pada sistem mekanika acuan, sehingga prinsip kerja *accelerometer* yaitu geraknya benda bermassa pada *accelerometer* yang diakibatkan oleh adanya gaya. Percepatan getaran yang dihasilkan pada sensor *accelerometer* ini akan mengakibatkan perubahan kapasitansi. Perubahan kapasitansi inilah yang menjadi hasil pengukuran, yang selanjutnya akan mengakibatkan perubahan pada tegangan output. Tegangan inilah yang membaca percepatan yang dipengaruhi oleh gravitasi.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

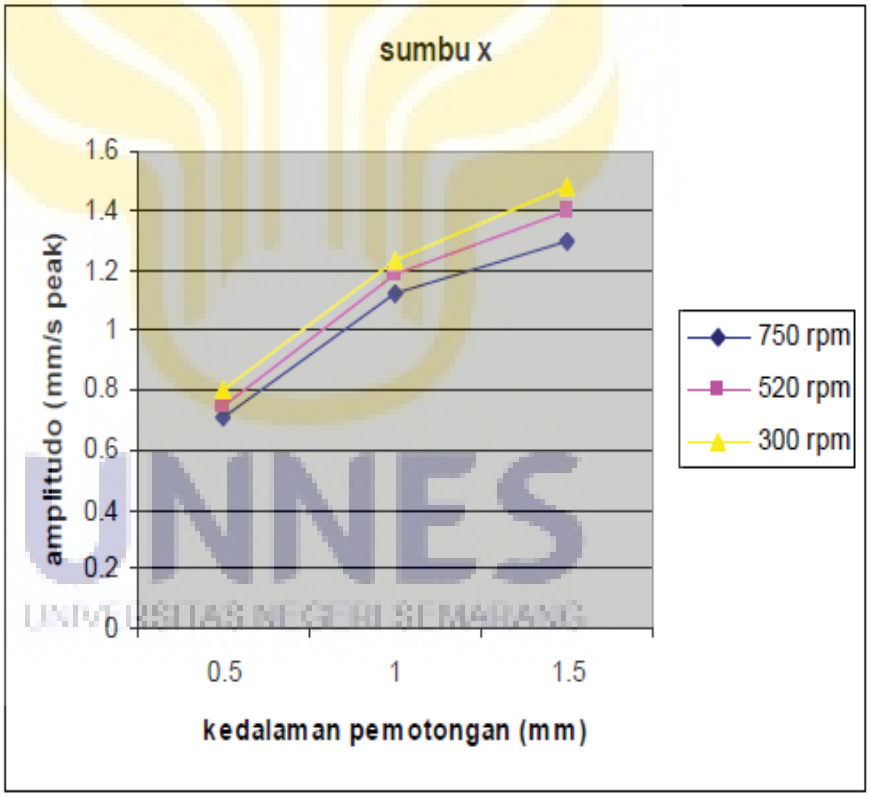
Prinsip kerja lainnya dari *accelerometer* ini yaitu apabila suatu konduktor digerakkan melalui suatu medan magnet maka, akan timbul suatu tegangan induksi pada konduktor tersebut. *Accelerometer* diletakan dibagian permukaan bidang dengan mendeteksi percepatan pada titik vertikalnya untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan horizontal maka *accelerometer* akan mengukur

percepatannya secara langsung ketika bergerak secara horizontal atau dari sumbu X dan Y. *Accelerometer* juga dapat megukur satuan percepatan dinamik yaitu, pengukuran terhadap objek bergerak atau bergetar.

Alat sensor *Accelerometer* ini terdapat dua sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Y, dalam satu *tool post* terdapat dua sensor *Accelerometer* yang di letakkan pada arah vertikal dan horizontal.

2) Hubungan antara Amplitudo Getaran dengan Kedalaman Pemotongan

a) Arah Sumbu X

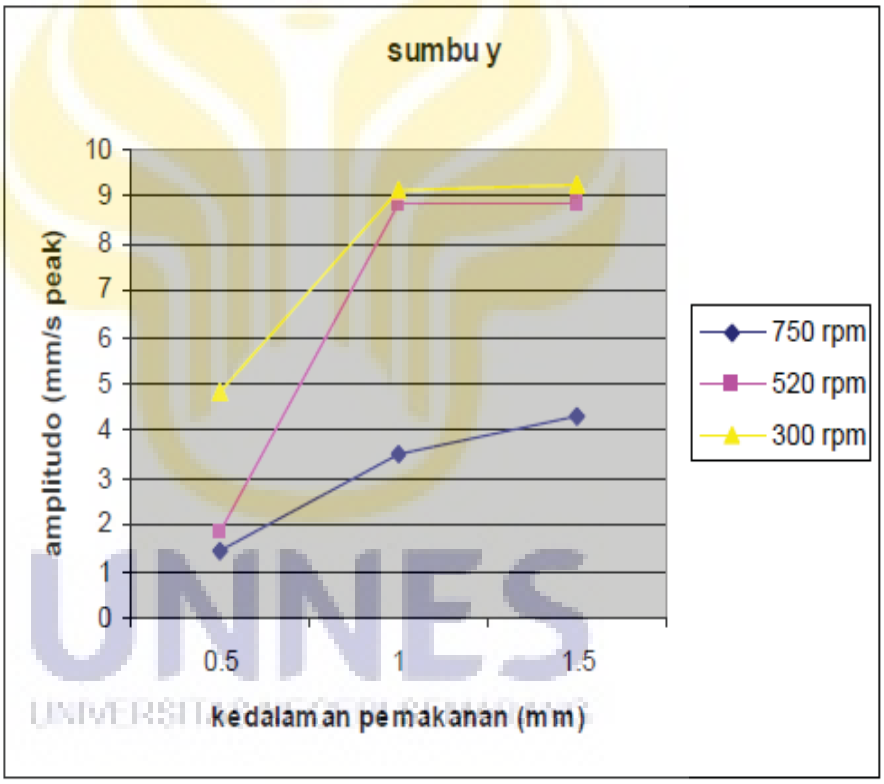


Gambar 10. Grafik Hubungan antara Amplitudo Getaran dengan Kedalaman Pemotongan sumbu X (Sugondo A. 2008).

Grafik diatas terlihat bahwa pada kedalaman pemotongan yang kecil akan memberikan pengaruh yang kecil terhadap amplitudo

getaran pada sumbu x yang merupakan gaya radial. Kondisi ini terjadi karena pada kedalaman potong yang kecil, laju pembuangan material juga akan sedikit sehingga gaya potongnya akan lebih rendah jika dibandingkan dengan kedalaman pemotongan yang besar, jika dilihat dari pengaruh putaran terhadap amplitudo getaran pada putaran 300 rpm, getaran yang ditimbulkan lebih besar lebih besar dari kedua putaran yang lain (Sugondo A. 2008: 3).

b) Arah Sumbu Y



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Amplitudo Getaran dengan Kedalaman Pemotongan sumbu Y (Sugondo A. 2008).

Besarnya amplitudo getaran yang terjadi dari hasil pengukuran pada arah sumbu y, datanya masih memiliki kecenderungan yang sama dengan amplitudo getaran pada arah sumbu

x. Besarnya amplitudo mengalami peningkatan yang terjadi jauh lebih besar nilainya berkisar antara 1,5 mm/s peak hingga 9,3 mm/s peak. Peningkatan ini terjadi kenaikan pada kedalaman pemakanan 0,5 mm ke 1,0 mm dan kemudian menjadi lebih stabil walaupun kedalaman pemotongan ditambah. Memang dari percobaan terlihat adanya kenaikan amplitudo, namun pada putaran tinggi kenaikan tersebut dapat dikatakan masih stabil. Gaya pada arah sumbu y ini merupakan gaya tangensial. Pengaruh putaran penelitian pada sumbu x pada putaran 300 rpm dan 520 rpm dengan kedalaman pemakanan 1 mm dan 1,5 mm kenaikannya tidak lebih dari 5%, sehingga kenaikan putaran dapat dikatakan tidak berpengaruh (Sugondo A. 2008).

3) Prediksi terjadinya Getaran

c) *Unbalance*

Sistem mekanik untuk menghasilkan getaran biasanya menggunakan penggerak motor berupa motor *unbalance*. Motor *unbalance* adalah sebuah motor listrik yang putarannya menghasilkan getaran karena adanya beban *unbalance* pada porosnya. Ketidakseimbangan (*unbalance*) ini akan menyebabkan bantalan-bantalan poros menerima gaya tambahan yang disebabkan beban *unbalance*. Kondisi tersebut akan mengakibatkan getaran berlebihan yang akan menimbulkan kebisingan, dan selanjutnya akan menurunkan efisiensi mesin

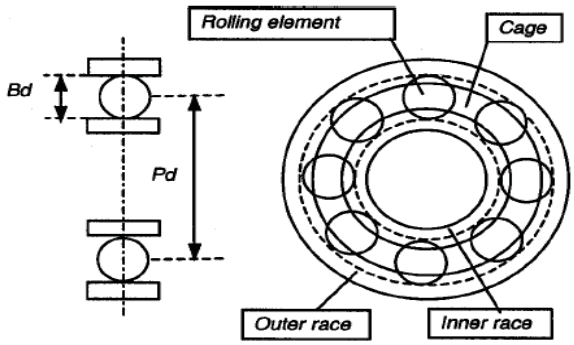
serta mengganggu kerja operator mesin tersebut (Suhardjono, 2005).

d) *Misalignment*

Ketidaksejajaran poros atau *misalignment* adalah kondisi dimana hubungan poros pada mesin tidak sejajar. Terdapat dua jenis ketidaksejajaran poros yaitu *angular misalignment* dan *parallel misalignment*. *Angular* ***misalignment*** adalah ketidaksejajaran poros dimana poros yang satu dengan yang lain akan membentuk sudut tertentu. Sedangkan *Parallel misalignment* adalah ketidaksejajaran poros dimana sumbu rotasi poros yang satu dengan yang lain tidak sejajar.

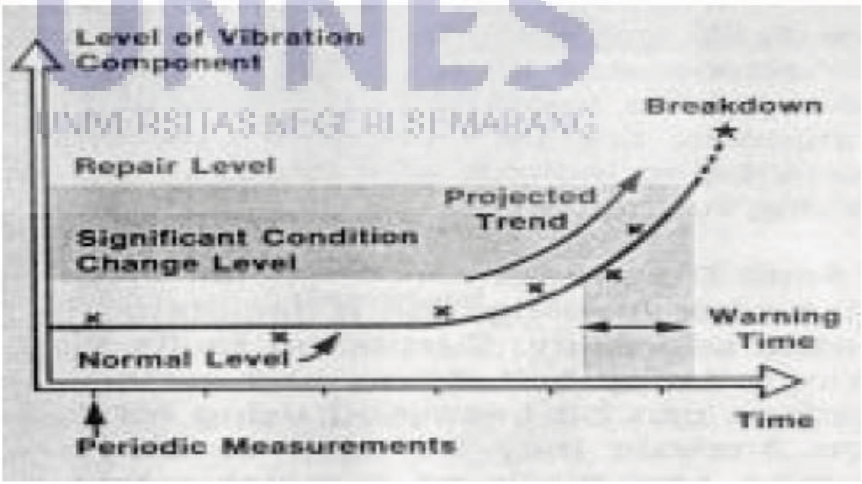
e) *Ball Bearing*

Penyebab kerusakan bantalan diantaranya adalah keretakan bantalan, keausan, pemasangan yang tidak sesuai, pelumasan yangtidak cocok, kerusakan dalam pembuatan komponen, diameter bola yang tidak sama. Getaran yang timbul tentu saja disebabkan oleh adanya gaya kontak pada kerusakan tersebut. Pada bantalan ideal, besarnya gaya kontak akan sama pada setiap bola dan pada setiap posisi bola. Bila pada bantalan bola terdapat kerusakan maka besarnya gaya kontak tidak lagi seragam, hal inilah yang menimbulkan getaran yang tidak beraturan. Gambar dibawah ini menunjukkan komponen yang terdapat pada bantalan.



Gambar 12. *Ball Beraing* (Suhardjono. 2005: 40)

Kerusakan pada komponen berdasarkan "*machine condition monitoring*" gambar dibawah 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 amplitude getaran (*vibration level*) yang cukup besar. Jika *amplitudo* getaran sampai pada batas repair level, maka mesin harus direparasi (*breakdown*) atau komponen harus diganti (Suhardjono. 2005: 43).



Gambar 13. Grafik yg terjadi pada *Ball Bearing* (Suhardjono. 2005: 43).

b. ***Amplifier***

Komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya (atau tenaga secara umum), dalam bidang audio amplifier akan menguatkan signal suara (yang telah dinyatakan dalam bentuk arus listrik) pada bagian inputnya menjadi arus listrik yang lebih kuat dibagian outputnya. Penelitian ini Amplifier digunakan unutk menguatkan sinyal getaran agar dapat terdeteksi di layar komputer. Besarnya penguatan ini sering dikenal denga istilah *gain*. Nilai dari gain yang dinyatakan sebagai fungsi frekuensi disebut sebagai fungsi tranfer, jadi gain merupakan hasil bagi dari gaya di bagian output (Pout) dengan daya di bagian inptunya (Pin) dalam bentuk fungsi frekuensi. Ukuran dari gain (G) ini biasanya memakai decibel (dB). Dalam bentuk rumus hal ini dinyatakan sebagai berikut:

$$G(dB) = 10\log (Pout/Pin) \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

Pout adalah power atau daya pada bagian output adalah daya pada bagian inputnya.

Gambar 14. *Amplifier Power Suply*

c. ADC (*Analog to Digital Corverter*)

ADC (*analog to digital corverter*) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi bentuk sinyal digital. Banyak masukan, terutama yang berasal dari transduser, merupakan isyarat analog yang harus disandikan menjadi informasi digital sebelum masukan itu diproses, dianalisa, atau disimpan didalam kalang digital. Keseluruhan digital bisa berderet (bit demi Bit) atau berjajar dengan semua bit yang disandikan disajikan serentak.

1) Waktu Pengubahan
2) Angka Pengubahn
3) Taraf Kuantum
4) Resolusi
5) Ketelitihan
6) Presisi

Gambar 15. ADC *(analog to digital converter)*

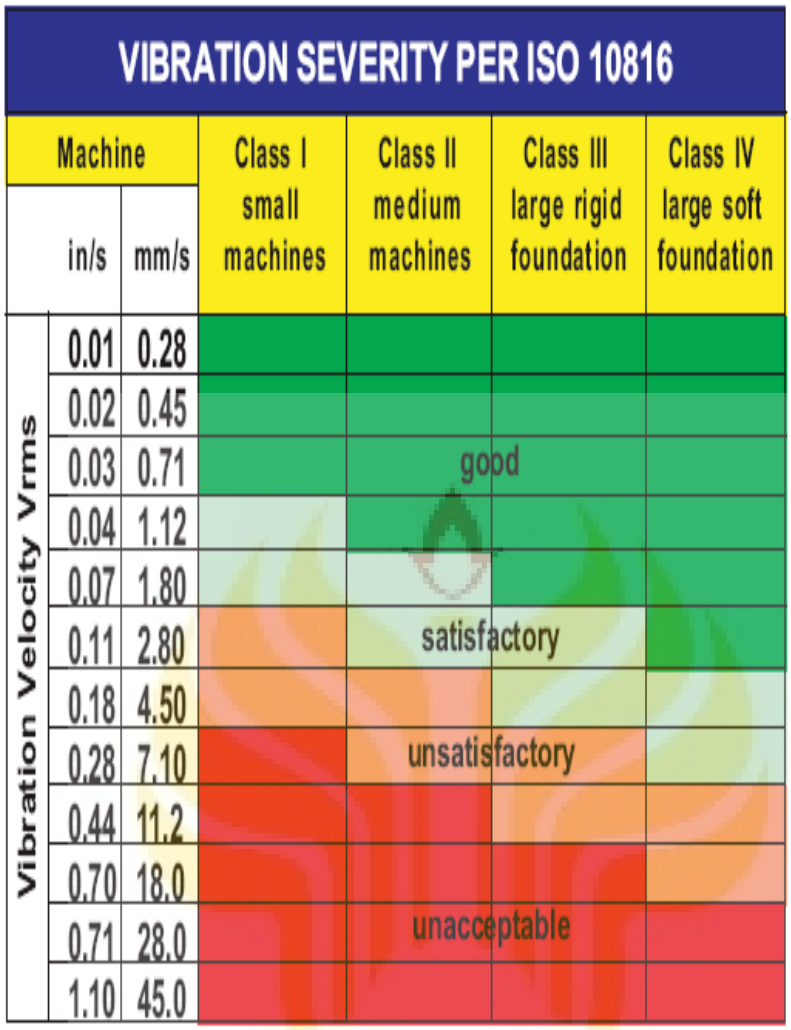
d. Komputer

Komputer adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengolah data menurut prosedur tertentu. Komputer tersusun atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Komputer disini digunakan untuk menampilkan data dari hasil percobaan yang dilakukan, data yang dihasilkan akan berbentuk grafik *waterfall* antara getaran dan variasi yang diujikan.

8. Batasan-Batasan Level Getaran

Dampak getaran yang muncul pada mesin perkakas sangat besar pengaruhnya. Itu dapat dilihat pada produk yang dihasilkan, umur pahat dan umur mesin perkakas yang digunakan. Getaran yang tinggi akan mengakibatkan kualitas benda kerja menjadi kurang bagus, umur pahat menjadi lebih rendah dan mesin tidak tahan lama. Getaran mesin perkaks berpengaruh terhadap mesin perkakas, kondisi pemotongan, getaran benda kerja dan umur pahat. Pengaruh getaran pada kondisi pemotongan dapat dilihat dari perubahan geram dimana akibat perubahan gaya pemotongan juga menghasilkan perubahan geram (Romiyadi dan Emon Azriadi, 2014: 32).

Batasan–batasan level getaran yang menunjukkan kondisi suatu mesin, apakah mesin tersebut masih baik (layak beroperasi) ataukah mesin tersebut sudah mengalami suatu masalah sehingga memerlukan perbaikan. Dalam sub bab ini disajikan beberapa macam standard mengenai batasan–batasan level getaran yang umum digunakan.



VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816

Vibration Velocity Vrms	Machine in/s	Machine mm/s	Class I small machines	Class II medium machines	Class III large rigid foundation	Class IV large soft foundation
	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71		good		
	0.04	1.12				
	0.07	1.80				
	0.11	2.80		satisfactory		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		unsatisfactory		
	0.44	11.2				
	0.70	18.0				
	0.71	28.0		unacceptable		
	1.10	45.0				

Class I. Small-sized machines (powered from 0 to 15 KW)
Class II. Medium-sized machines (powered from 15 to 75 KW)
Class III. Large-sized machines (powered > 75 KW) mounted on "Rigid Support" structures and foundations
Class IV. Large-sized machines (powered >75 KW) mounted on "Flexible Support" structures

Gambar 16. Diagram Level Getaran Mesin Per ISO 10816
(Sumber : Phase II Machine Tools, 2008)

Gambar diagram di atas menunjukkan batasan-batasan level getaran yang nantinya berfungsi untuk menjastifikasi kondisi mesin bubut pada tahap aman apa tidak untuk di gunakan atau dioprasikan. Keterangan table di atas sebagai berikut :

a. Kategori A, Berwarna hijau, getaran mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diijinkan.

b. Ketegori B, Berwarna kuning, getaran dari mesin baik dan dapat dioprasikan tanpa larangan.
c. Kategori C, Berwarna merah pudar, getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioprasikan dalam waktu terbatas.
d. Kategori D, Berwarna merah, Getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

Membicarakan tentang getaran kita harus mengetahui batasan-batasan level getaran yang menunjukkan kondisi suatu mesin, apakah mesin tersebut masih baik (layak beroperasi) ataukah mesin tersebut sudah mengalami suatu masalah sehingga memerlukan perbaikan. Gambar diatas menunjukkan level getaran berdasarkan ISO 10816 terhadap mesin yang diklasifikasikan berdasarkan daya atau power mesin.

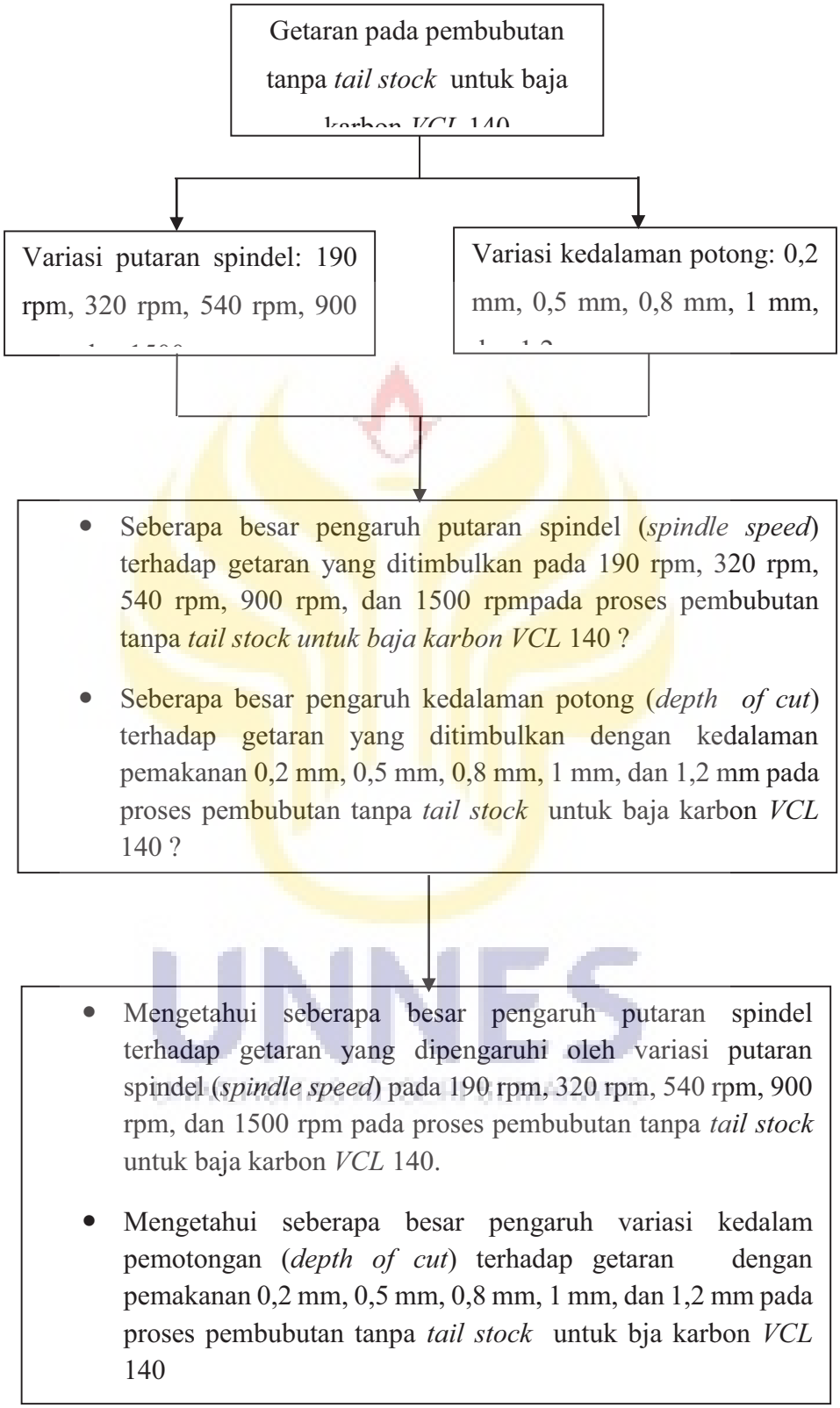
B. Kajian yang Relevan

Penelitian relevan dalam upaya mengetahui pengaruh getaran pada proses bubut tanpa *tail stock* untuk baja karbon ST 42, diantaranya di lakukan oleh Sugondo (2009), pada penelitianya menyebutkan bahwa kedalaman pemotongan berpengaruh pada besarnya amplitudo getaran yang terjadi. Kedalaman pemotongan 0,5 mm getaran yang ditimbulkan paling kecil dan dapat disimpulkan getaran akan semakin besar jika gaya tangensial yang dibutuhkan untuk pemotongan semakin besar. Berbeda dengan putaran pada penelitian ini, putaran 300 rpm menghasilkan amplitudo getaran lebih tinggi dari pada putaran 750 rpm. Arah sumbu juga mempengaruhi besarnya getaran yang terjadi. Arah sumbu x getaran paling kecil dan pada arah sumbu y paling besar.

Kesamaan penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan kecepatan putaran *spindel* yang sama diataranya sebesar 750 rpm dan kedalaman potong sebesar 0,5 mm. Kesamaan selanjutnya dalam penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan bahan material yang sama yaitu ST 42, dengan adanya sedikit kesamaan pada kajian relevan ini akan sangat membantu proses penelitian. Proses penelitian yang akan dilakukan juga terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya seperti membubut tanpa menggunakan *tail stock* dan menggunakan variasi kedalaman potong Perbadaan lainnya terdapat pada penggunaan jenis mesin dan alat uji getarannya.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wahyu Budiarto (2013), *cutting speed* dan *depth of cut* berpengaruh terhadap amplitudo getaran yang terjadi pada proses pembubutan, sehingga mempengaruhi kekasaran permukaan hasil pembubutan yang menggunakan spesimen uji *carbon steel* S45C. Nilai kekasaran permukaan terendah pada proses pembubutan sebesar 4.216 μm dengan amplitudo getaranya sebesar 18.232 m/s2 dimana hasil ini didapatkan dari kombinasi variabel *cutting speed* 8.635 m/min dan *depth of cut* 0.6 mm. Nilai Kekasaran permukaan tertinggi sebesar 7.630 μm dengan amplitudo getaranya sebesar 377.881 m/s2 dimana hasil ini didapatkan pada variasi *cutting speed* 25.120 m/min dengan *depth of cut* 1.2 mm. Kesamaan penelitian yang akan dilakukan yaitu terdapa pada alat uji getaran dengan menggunakan sensor *accelerometer*. Proses penelitian yang akan dilakukan juga terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya seperti membubut tanpa menggunakan *tail stock*.

C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 17. Kerangka Pikir Penelitian

D. Hipotesis

Berdasarkan dasar-dasar teori yang telah diutarakan dengan demikian dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh yang signifikan atau pengaruh getaran yang besar pada variabel kedalaman potong terhadap getaran proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140.
2. Terdapat pengaruh getaran yang kecil pada variabel putaran spidel terhadap getaran pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang *spindle speed,* dan *depth of cut,* terhadap getaran amplitudo pada sumbu X dan sumbu Y, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Terdapat pengaruh antara *spindle speed* terhadap getaran amplitudo yang ditimbulkan pada 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)*, pada sumbu X berpengaruh 27,45% dan pada sumbu Y berpengaruh 19,09%.

2. Terdapat pengaruh variasi kedalaman potong (*depth of cut*) terhadap getaran dengan pemakanan 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan 1,2 mm pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)*, pada sumbu X berpengaruh 23,81% dan pada sumbu Y berpengaruh 40,70%.

3. Secara keseluruhan pada arah sumbu X yaitu merupakan gaya radial. Kondisi ini terjadi karena pada kedalaman potong yang kecil, laju pembuangan material juga akan sedikit sehingga gaya potongnya akan lebih rendah jika dibandingkan dengan *depth of cut* yang besar, jika dilihat dari pengaruh putaran terhadap amplitudo getaran pada putaran 190 rpm dengan kedalaman potong 1,2 mm, getaran yang ditimbulkan lebih besar lebih besar dibanding dengan *spindle speed* 320 rpm, 450 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm.

4. Terdapat nilai *Resultan* (R) sebesar 0,92 mm/s dari hasil nilai sumbu X dan juga sumbu Y secara keseluruhan, yang bertujuan untuk menjastifikasi tabel standar ISO 10816 pada *class II medium machines* yang masih dalam keadaan kategori baik (good) karena masih dbawah batas 1,12 mm/s.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh putaran spindel (*spindle speed)* terhadap getaran amplitudo yang ditimbulkan pada 190 rpm, 320 rpm, 540 rpm, 900 rpm, dan 1500 rpm pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 dan variasi kedalaman potong (*depth of cut*) terhadap getaran dengan pemakanan 0,2 mm, 0,5 mm, 0,8 mm, 1 mm, dan 1,2 mm pada proses pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VCL* 140 *(AISI 4140)*, maka peneliti menyampaikan saran-saran senagai berikut:

1. Setelah mengetahui pengaruh variasi putaran spindel (*spindle speed*) dapat ditentukan nilai yang terbaik dalam proses pembubutan yang optimal atau didapatkan putaran yang optimal pada variasi yang sudah di tentukan sehingga dapat diterapkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam proses pembubutan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya hasil yang diperoleh akan lebih akurat jika dalam penelitian bahan dan alat dalam kondisi fisik yang baik.
2. Setelah mengetahui pengaruh variasi kedalaman potong (*depth of cut*) dapat ditentukan nilai yang terbaik dalam proses pembubutan yang

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3. baik atau didapatkan variasi kedalaman pemakanan yang optimal pada variasi yang sudah di tentukan sehingga bisa diterapkan untuk mendapatkan hasil pemakanan yang terbaik saat proses pembubutan dengan sedikit terjadi getaran.
4. Pengadaan alat ukur getaran perkakas yang menggunakan sensor *accelerometer* sangat di perlukan untuk penelitan dan riset yang penting di laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi *spindle speed* (putaran spindel) dan *depth of cut* (kedalaman potong) terhadap getaran pada pembubutan tanpa *tail stock* untuk baja karbon *VLC* 140 *(AISI 4140)* yang lebih spesifik lagi.
6. Penelitian ini hanya membahas besar getaran saja, mungkin perlu dikaji lebih dalam lagi misal tentang terjadinya *chater* dalam proses bubut yang mengakibatkan benda kerja menjadi kasar, sehingga penelitian ini akan memiliki hasil yang maksimal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR PUSTAKA

Bagiasna K, 1992. *Bahan Kuliah Khusus Getaran Prmesinan*. Laboratorium Dinamika Pusat antar Universitas Ilmu rekayasa ITB.

Budiarto W. 2013. *Pengaruh Cutting Speed Dan Depth Of Cut Kondisi Chatter Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Proses Bubut*. Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Universitas Brawijaya Fakultas Teknik Malang.

Daryanto. 1998. *Dasar-dasar Teknik Mesin*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. hlm 17

Didik J S. et al. 2013. *Pengaruh Sudut Potong Pahat Terhadap Gaya Pemotongan Pada Proses Bubut Beberapa Material Dengan Pahat Hss*. Volume 12 Nomor 1. September 2013. Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret.

Hendra 2006. *Pengukurant Sinyal Getaran Pada Mesin Bubut Gallic 16n Dengan Menggunakan Multychannel Spectrum Analyzer*. Vol 3 No 2. Staf Pengajar Universitas Bengkulu.

Joni Dewanto. 1999. *Kajian Teoritik Sistem Peredam Getaran Satu Derajat Kebebasan*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra. JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 1, No. 2. Surabaya. hlm 156 – 162.

Muhamad Choirul Azhar. 2014. *Analisa Kekasaran Permukaan Benda Kerja dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong*. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Rusmardi dan Feidihal. 2006. *Analisa Persentase Kandungan Karbon Pada Logam Baja*. Staf Pengajar Teknik Mesin. Jurnal Teknik Mesin. Vol 3 No1. Politeknik Negeri Padang.

Sugondo A. et al. 2008. *Studi Pengaruh Kedalaman Pemakanan terhadap Getaran dengan Menggunakan Mesin Bubut Chien Yeh CY 800 Gf*. Seminar Nasional – VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS. Universitas Kristen Petra. Bandung, 28-29 Oktober 2008.

Suhardjono, 2005. *Pengaruh Kecepatan Potong dan Lebar Geram Terhadap Getaran pada Proses Bubut untuk Pencekaman benda kerja dengan Chuck tanpa Tail Stock.* Surabaya: Fakultas Teknik Industri ITS.

Sukrisno R dan Jamasri. 1990. *Getran pada Konstruksi*. PAU Ilmu Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Hlm 2.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG