



**ANALISA GAYA MAKAN PADA SUMBU AKSIAL DENGAN  
MENGUNAKAN *STRAIN GAUGE***

**Skripsi**

Oleh:

**Salman Al Fariz Siregar**

**151910101063**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**ANALISA GAYA MAKAN PADA SUMBU AKSIAL DENGAN  
MENGUNAKAN *STRAIN GAUGE***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**Salman Al Fariz Siregar**

**151910101063**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan dengan sepenuh hati kepada:

1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat dan karunia-Nya dalam keadaan apapun.
2. Kedua orangtua tercinta Ibu Nurjana Pulungan dan Bapak Zulkifli Siregar, serta adikku tersayang, Nabillah Az Zahra Siregar, terimakasih atas pengorbanan, usaha, kasih sayang, dorongan, dan doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan perjuangan dalam menyelesaikan studi S1.
3. Bapak/Ibu Guru mulai dari TK, SD, SMP, SMA, dan Dosen Perguruan Tinggi atas semua ilmu yang telah diberikan.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Triono, S.T.,M.T selaku pembimbing utama dan Bapak Ir. Mahros Darsin, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku dosen pembimbing anggota yang telah sabar membimbing dan mengoreksi kesalahan-kesalahan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Almamater Teknik Mesin Universitas Jember tercinta.

**MOTO**

Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan

(Q.S. Al-insyiroh ayat 5)

“Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah”

(B.J Habibi)



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Salman Al Fariz Siregar

NIM: 151910101063

Menyatakan dengan sungguh sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Analisa Gaya Mekan pada Sumbu Aksial dengan Menggunakan *Strain Gauge*” adalah 100% hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan di institusi manapun dan bukan hasil jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran skripsi yang saya tulis.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi akademik jika kemudian hari ternyata pernyataan ini terbukti tidak benar.

Jember, 24 Januari 2020

Yang Menyatakan,

Salman Al Fariz Siregar

NIM 151910101063



**ANALISA PENGUKURAN GAYA MAKAN PADA SUMBU  
AKSIAL DENGAN MENGGUNAKAN *STRAIN GAUGE***

Oleh:

Salman Al Fariz Siregar

151910101063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr.Ir. Agus Triono, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Mahros Darsin, S.T.,M.Sc.,Ph.D,

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisa Pengukuran Gaya Mekan pada Sumbu Aksial dengan Menggunakan *Strain Gauge*” karya Salman Al Fariz Siregar telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 24 Januari 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Agus Triono, S.T.,M.T

NIP. 19700807 200212 1 001

Ir. Mahros Darsin, S.T.,M.Sc.,Ph.D,

NIP. 19700322 199501 1 001

Tim Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Santoso Mulyadi, S.T.,M.T

NIP. 19700228 199702 1 001

Ir, Digdo Listyadi S., M.Sc.

NIP. 19680617 199501 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 19700826 199702 1 001

## RINGKASAN

**Analisa Gaya Makan pada Sumbu Aksial dengan Menggunakan Sensor Strain Gauge;** Salman Al Fariz Siregar, 151910101063; 2020: Halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat. Benda kerja tersebut disayat dengan pahat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Bagian utama mesin bubut adalah: kepala tetap, eretan, kepala lepas, dan poros pengantar. Kepala tetap merupakan rangkaian yang terdiri dari bagian pemegang dan pemutar, serta *gear box*. Eretan merupakan satu rangkaian untuk menempatkan dan menggerakkan pahat bubut. Kepala lepas merupakan bagian penahan ujung benda kerja yang dibubut dan dapat pula sebagai pemegang benda kerja. Poros pengantar adalah poros yang menggerakkan eretan. Proses pembubutan adalah proses pemesinan yang penting dalam pembuatan komponen-komponen mesin. Proses pembubutan membutuhkan gaya makan dalam pemakanan material. Gaya makan dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya kecepatan pemotongan, rata-rata pemakanan, kedalaman pemakanan, kedalaman potong, geometri pahat/ alat potong, jenis material benda kerja, dan cara pendinginan benda kerja. Gaya potong mempengaruhi kekasaran permukaan, konsumsi energi, umur pahat, dan lain-lain. Oleh sebab itu, pengukuran gaya makan dalam proses permesinan sangat dibutuhkan. Metode penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan desain eksperimen taguchi  $L9(3^4)$  untuk mengetahui pengaruh parameter permesinan terhadap gaya makan pada proses bubut. Alat ukur gaya potong yang digunakan pada penelitian ini yaitu sensor *strain gauge* yang terhubung dengan pahat. Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini yaitu Aluminium 6061 berdiameter 15 mm dengan panjang 150 mm. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu putaran spindle (140 rpm, 215 rpm, dan 330 rpm),



*feeding* (0,043 mm/r , 0,065 mm/r , dan 0,081 mm/r), dan kedalaman potong (0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,6 mm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensitivitas maksimal dari data output adalah 0,000667 mV dengan respon gaya makan paling optimal yaitu pada spindle speed 140 RPM, feed rate 0,065, dan depth of cut 0,4. Parameter spindle speed merupakan parameter paling signifikan dengan nilai persentase kontribusi sebesar 92 %. Parameter feed rate dan *depth of cut* pengaruhnya tidak signifikan. Persentase kontribusi parameter feed rate sebesar 2 % sedangkan depth of cut memiliki persentase kontribusi sebesar 2%.



**SUMMARY**

***Feed Force Analysis on axial axis using Strain Gauge Sensor; Salman Al Fariz Siregar, 151910101063; 2020; Pages; Mechanical Engineering Departement, Faculty of Engineering, University of Jember.***

*A Lathe is a machine tool that has a rotating main motion that functions to change the shape and size of the workpiece by cutting. The workpiece is slashed with a chisel, the position of the workpiece rotates according to the axis of the machine and the chisel moves to the right / left in the direction of the lathe to make cuts or feeds. The main parts of a lathe are fixed head, slit head, loosehead, and delivery shaft. The fixed head is a series consisting of holder and player parts, and gearbox. Stacking is a series for placing and moving a lathe chisel. Loosehead is part of the retaining end of the workpiece that is turned and can also be the holder of the workpiece. The delivery shaft is the shaft that moves the slurry. The turning process is an important machining process in making machine components. The turning process requires an eating force in material feeding. Feeding style is influenced by several parameters including cutting speed, average feed, depth of feed, depth of cutting, the geometry of the tool /cutting tool, type of workpiece material, and how to cool the workpiece. Cutting force affects surface roughness, energy consumption, tool life, and so on. Therefore, measurement of eating forces in the machining process is needed. The research method in done by experimental method using design experiment taguchi L9(3<sup>4</sup>) to know the influence of machine parameters to cutting force in turning process. The measurement tool is strain guage sensor (load cell) connected to cutting tool. The workspace is alluminium 6061 with 15 mm diameter and 150 mm lenght. The parameters for this research are spindle speed (140 rpm, 215 rpm, and 330 rpm), feeding (0,043 mm/r , 0,065 mm/r , and 0,081 mm/r), and depth of cut (0,2 mm, 0,4 mm, and 0,6 mm).*

*The results showed that the maximum sensitivity of the output data is 0,000667 mV with the most optimal feeding force response at 140 RPM spindle speed, 0.065 feed rate, and depth of cut 0.4. The spindle speed parameter is the*

*most significant parameter with a contribution percentage of 92%. Feed rate and depth of cut parameters are not a significant effect. The percentage contribution of the feed rate parameter is 2% while the depth of cut has a contribution percentage of 2%.*



## PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Gaya Potong pada Proses Bubut dengan Menggunakan Sensor Strain Gauge” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Agus Triono, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ir. Mahros Darsin, S.T.,M.Sc.,Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian pada skripsi ini,
2. Santoso Mulyadi, S.T., M.T selaku Dosen penguji I, dan Ir, Digdo Listyadi S., M.Sc. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran bersifat membangun untuk penyusunan skripsi ini,
3. Kedua orang tua saya, Ibu Nurjana Pulungan dan Bapak Zulkifli Siregar yang selalu memberikan dukungan dan do'a dalam setiap langkah penulis,
4. Keluarga Besar Divisi Roket yang telah memberikan motivasi dan dukungan,
5. Tim Riset (Muh. Muklisin dan Ita) yang selalu sedia membantu dan mendukung penyusunan skripsi ini.
6. Sofiannisa Achmadila yang telah mendukung dan menyemangati selama penyusunan skripsi,
7. Saudara seperjuangan Teknik Mesin 2015 Universitas Jember yang selalu memotivasi dan memberi semangat,

Demikian skripsi ini disusun, penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Semoga skripsi ini dapat memberikan tambahan wawasan serta manfaat bagi pembaca.

Jember, 24 Januari 2020

Salman Al Fariz Siregar

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<i>i</i>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<i>ii</i>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<i>iii</i>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<i>iv</i>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<i>v</i>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<i>vi</i>
<b>RINGKASAN</b> .....	<i>vii</i>
<b>SUMMARY</b> .....	<i>ix</i>
<b>PRAKATA</b> .....	<i>xi</i>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<i>xii</i>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<i>xiv</i>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<i>xv</i>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<i>xv</i>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Mesin Bubut</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Parameter Mesin Bubut</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Gaya Pemotongan Proses Bubut</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4 Strain Gauge</b> .....	<b>11</b>
2.4.1 <i>Metal Strain Gauge</i> .....	<b>11</b>
2.4.2 <i>Semiconductor Strain Gauges</i> .....	<b>13</b>

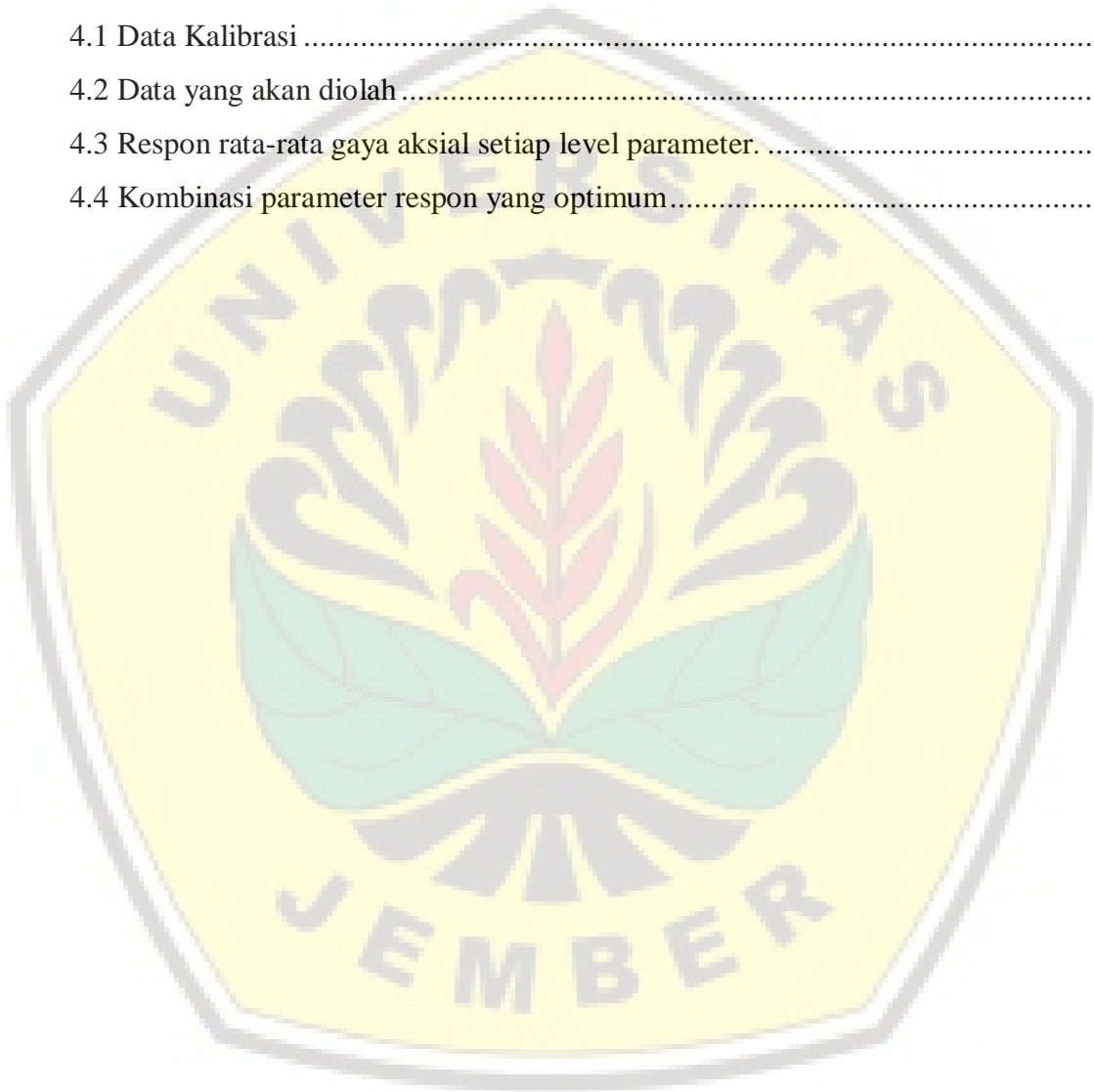
2.5	Jembatan <i>Wheatstone</i> .....	13
2.6	<i>Operational Ampifier</i> .....	15
2.7	<i>Analog Digital Converter</i> .....	16
2.8	Proses Pengukuran Menggunakan <i>Load Cell</i> .....	17
<b>BAB 3</b>	<b>Metodologi Penelitian</b> .....	19
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	19
3.2.1	Alat .....	19
3.2.2	Bahan .....	21
3.3	Skema Kerja Alat .....	22
3.4	Prosedur Penelitian .....	23
3.5	Pelaksanaan Penelitian .....	24
3.5.1	Variabel Penelitian .....	24
3.5.2	Pengambilan Data .....	24
3.6	ANOVA .....	25
3.7	Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	28
4.1	Data Hasil Percobaan .....	28
4.1.1	Proses Kalibrasi .....	28
4.1.2	Hasil Data Respon .....	30
4.1.3	Proses Pembubutan .....	31
4.1.4	Hasil Optimasi .....	31
4.2	Perhitungan Anova 2 arah .....	33
4.3	Analisa Pengaruh Parameter .....	38
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP</b> .....	40
5.1	Kesimpulan .....	40
5.2	Saran .....	40

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Jumlah factor dan level yang ditemukan.....	25
3.2 Orthogonal <i>arrays</i> L9(3 <sup>4</sup> ). .....	26
3.3 Tabel pengujian gaya makan.....	26
4.1 Data Kalibrasi .....	28
4.2 Data yang akan diolah.....	31
4.3 Respon rata-rata gaya aksial setiap level parameter. ....	32
4.4 Kombinasi parameter respon yang optimum.....	32



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gerakan Pada Proses Pembubutan .....	5
2.2 Parameter Pada Proses Bubut .....	6
2.3 Pemotongan Orthogonal Dan Obligonal .....	8
2.4 Resolusi Gaya Geometris Dalam Turning .....	9
2.5 Gaya Aktif Pemotongan Orthogonal .....	10
2.6 Diagram Gaya Hubungan Geometrik Antara F, N, F <sub>s</sub> , F <sub>n</sub> , F <sub>c</sub> , Dan F <sub>f</sub> /F <sub>t</sub> . .....	11
2.7 Rancangan Pengukur Regangan Ruge Yang Pertama .....	12
2.8 Desain <i>Strain Gages</i> Dengan Kawat Logam.....	12
2.9 <i>Strain Gage</i> Dengan Pelapis Logam Etsa .....	12
2.10 Representasi Diagram Dari Pengukur Regangan Semikonduktor .....	13
2.11 Rangkaian Sirkuit Dari <i>Wheatstone Bridge</i> .....	14
2.12 Prinsip Rangkaian <i>Wheatstone</i> . .....	14
2.13 Rangkaian <i>Operational Amplifier</i> . .....	15
2.14 ADC, Koneksi Antara Analog Kuantitas Dan Digital Angka/Bit. ....	16
2.15 Fungsi ADC, Sampling, Kuantitas, Dan Referensi. ....	16
2.16 Skema <i>Load Cell</i> . .....	17
3.1 Mesin Bubut Tipe GUT C6236x1000. ....	19
3.2 <i>Load Cell</i> . .....	20
3.3 <i>Strain Gauge</i> BF-350. ....	20
3.4 Amplifier. ....	21
3.5 Data Logger. ....	21
3.6 Pahat HSS. ....	22
3.7 Alumunium 6061. ....	22
3.8 Skema Alat Uji Gaya Makan. ....	23
3.9 Benda Kerja. ....	24
3.10 Diagram alir penelitian.....	27
4.1 Grafik data linear. ....	29
4.2 Proses Kalibrasi .....	30



4.3 Grafik respon dari variasi 7, 8, 9.....30



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 6.1 Perhitungan Rata-Rata Setiap Level Parameter Permesinan ...	42
Lampiran 6.2 Tabel Distribusi F Probabilitas 0,05.....	43
Lampiran 6.3 Data Pengujian.....	44



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat. Benda kerja tersebut disayat dengan pahat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Bagian utama mesin bubut adalah: kepala tetap, eretan, kepala lepas, dan poros pengantar. Kepala tetap merupakan rangkaian yang terdiri dari bagian pemegang dan pemutar, serta *gear box*. Eretan merupakan satu rangkaian untuk menempatkan dan menggerakkan pahat bubut. Kepala lepas merupakan bagian penahan ujung benda kerja yang dibubut dan dapat pula sebagai pemegang benda kerja. Poros pengantar adalah poros yang menggerakkan eretan. Proses pembubutan adalah proses pemesinan yang penting dalam pembuatan komponen-komponen mesin.

Proses pembubutan membutuhkan gaya makan dalam pemakanan material. Gaya makan dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya kecepatan pemotongan, rata-rata pemakanan, kedalaman pemakanan, kedalaman potong, geometri pahat/ alat potong, jenis material benda kerja, dan cara pendinginan benda kerja. Gaya potong mempengaruhi kekasaran permukaan, konsumsi energi, umur pahat, dan lain-lain. Oleh sebab itu, pengukuran gaya makan dalam proses permesinan sangat dibutuhkan.

Gaya makan biasanya diukur secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran dilakukan dengan cara menganalisa getaran pahat, motor, serta pengamatan secara langsung. Pengukuran dengan akurasi yang tinggi yaitu dengan menggunakan sensor. Prinsip kerja pada sensor biasanya seperti membaca regangan, tekanan, serta temperatur.

Purwoko,dkk (2014) melakukan penelitian tentang rancang bangun dynamometer untuk pengukuran gaya potong mesin bubut. Hasil yang diperoleh yaitu besarnya gaya tangensial dan aksial dari kesalahan linearitas, histeresis, dan kesalahan pengulangan. Kelebihan dari penelitian ini, desain dynamometer dikonsep dengan objektif, tertata, disusun secara rinci, dan dianalisis tekanannya, serta dynamometer dapat mengukur gaya tangensial dan *feed force* di mesin bubut secara bersamaan. Kekurangannya yaitu kurang ketelitian dalam pembacaan dan hanya bisa mengukur dua jenis gaya.

Donara dan Yohanes (2018) melakukan penelitian tentang pengembangan dan pengujian dynamometer berbasis *strain gauge* dengan batang renggang tipe *four square stalk* untuk pengukuran gaya potong pada mesin bubut. Metode yang digunakan ialah menggunakan dynamometer sebagai alat ukur dengan mengubah dimensi keseluruhan dari penelitian sebelumnya dikarenakan masih ada beberapa kelemahan. Hasil yang diperoleh yaitu besar gaya pemotongan tangensial lebih besar daripada gaya pemotongan aksial dengan parameter permesinan yang sama, serta mendapat besarnya resultan gaya pemotongan. Kelebihan yang didapat antara lain dynamometer dapat mengukur gaya tangensial dan aksial secara bersamaan.

Proses pengukuran gaya yang dilakukan membutuhkan *load cell* yang akurat sehingga pemasangan *strain gauge* sangat perlu diperhatikan. *Strain gauge* merupakan bagian penting dari sebuah *load cell*. Fungsi dari *strain gauge* sendiri ialah mendeteksi pengaruh dari gaya terhadap besarnya perubahan dari dimensi jarak. *Strain gauge* secara luas digunakan dalam pengukuran kepresisian, gaya, berat, tekanan, torsi, perpindahan dan kuantitas mekanis yang dikonversi menjadi tegangan .

*Strain gauge* banyak digunakan dalam proses pengukuran seperti gaya potong pada mesin bubut dikarenakan penggunaannya yang lebih praktis dan mudah. Pada mesin bubut sendiri terdapat banyak macam gaya seperti gaya feeding dan gaya *thrust* atau gaya dorong. *Strain gauge* akan dialihkan fungsikan untuk mengetahui besarnya gaya *thrust* atau gaya dorong pada proses pekamanan pada pemesinan.

Penelitian sebelumnya memiliki beberapa kekurangan antara lain: pengukuran hanya terbatas pada dua gaya, dan sensitivitas dari *load cell* sulit diatur. Penelitian yang akan dilakukan adalah pengembangan metode pengukuran secara langsung pada gaya makan dengan menggunakan sensor *strain gauge* yang terpasang pada setiap arah sumbu gaya pada *load cell*. Pengukuran akan dilakukan pada proses pembubutan (*turning*) dengan sensor akan diletakkan pada *tool post* untuk mendapatkan respon gaya-gaya pada proses pembubutan terhadap parameter permesinan. Diharapkan dengan penelitian ini analisa dinamis gaya potong dapat dilakukan secara tepat dan akurat.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan, dapat ditetapkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sensitivitas sensor *strain gauge (load cell)* pada proses pengukuran gaya makan
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter permesinan terhadap gaya makan

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberlakukan agar penelitian dapat berjalan secara fokus dan terarah, serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Alat ukur yang digunakan yaitu sensor *strain gauge*
2. Mesin bubut yang digunakan yaitu KRISBOW 15-406 yang ada di Laboratorium Permesinan Universitas Jember.
3. Menggunakan sistem pemotongan tegak (*orthogonal*).
4. Tidak menggunakan cairan pendingin.
5. Benda kerja yang digunakan menggunakan material aluminium Al 6061
6. Gaya yang dihitung yaitu gaya makan saja.
7. Bahan uji diasumsikan tidak mengalami defleksi karena sangat pendek.

## 1.4. Tujuan Penelitian

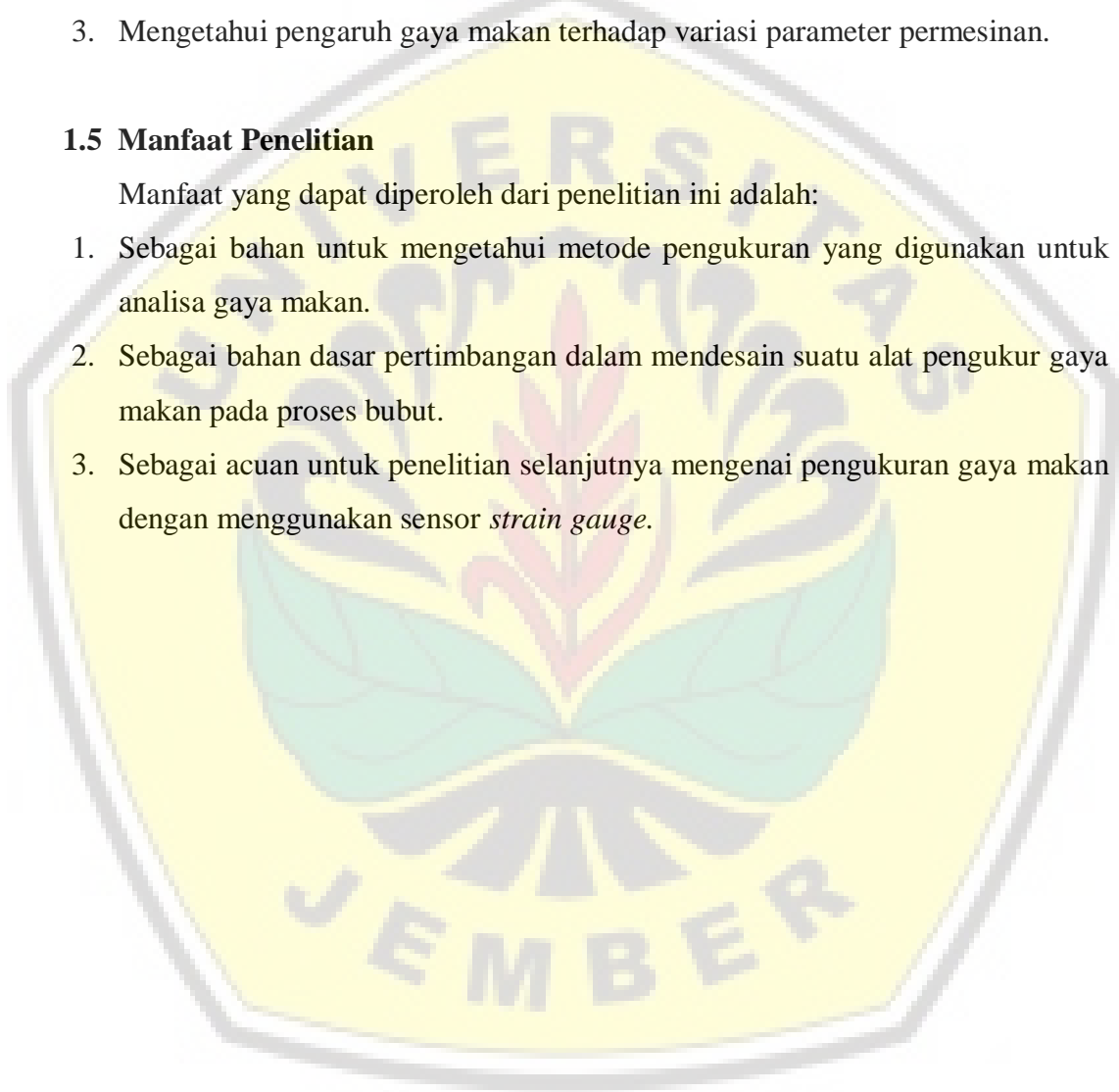
Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sensitivitas dari sensor *strain gauge*.
2. Mengetahui respon gaya makan secara akurat.
3. Mengetahui pengaruh gaya makan terhadap variasi parameter permesinan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

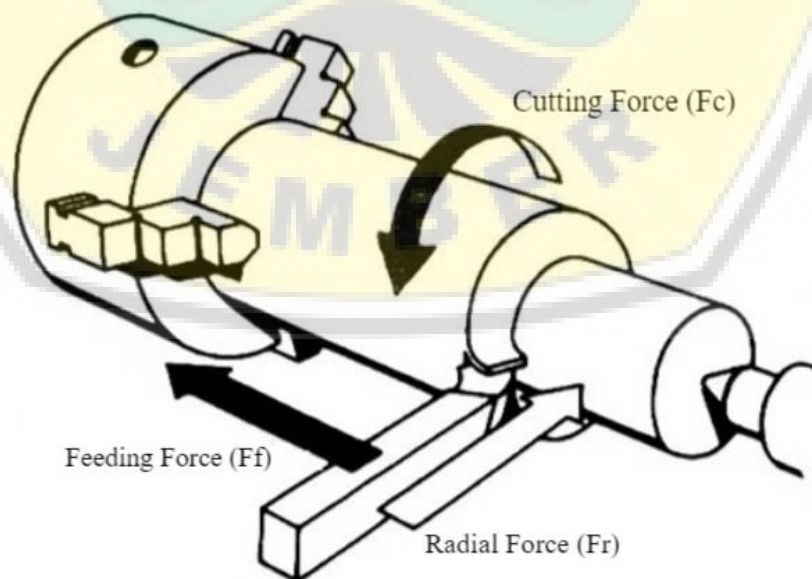
1. Sebagai bahan untuk mengetahui metode pengukuran yang digunakan untuk analisa gaya makan.
2. Sebagai bahan dasar pertimbangan dalam mendesain suatu alat pengukur gaya makan pada proses bubut.
3. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya mengenai pengukuran gaya makan dengan menggunakan sensor *strain gauge*.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mesin Bubut

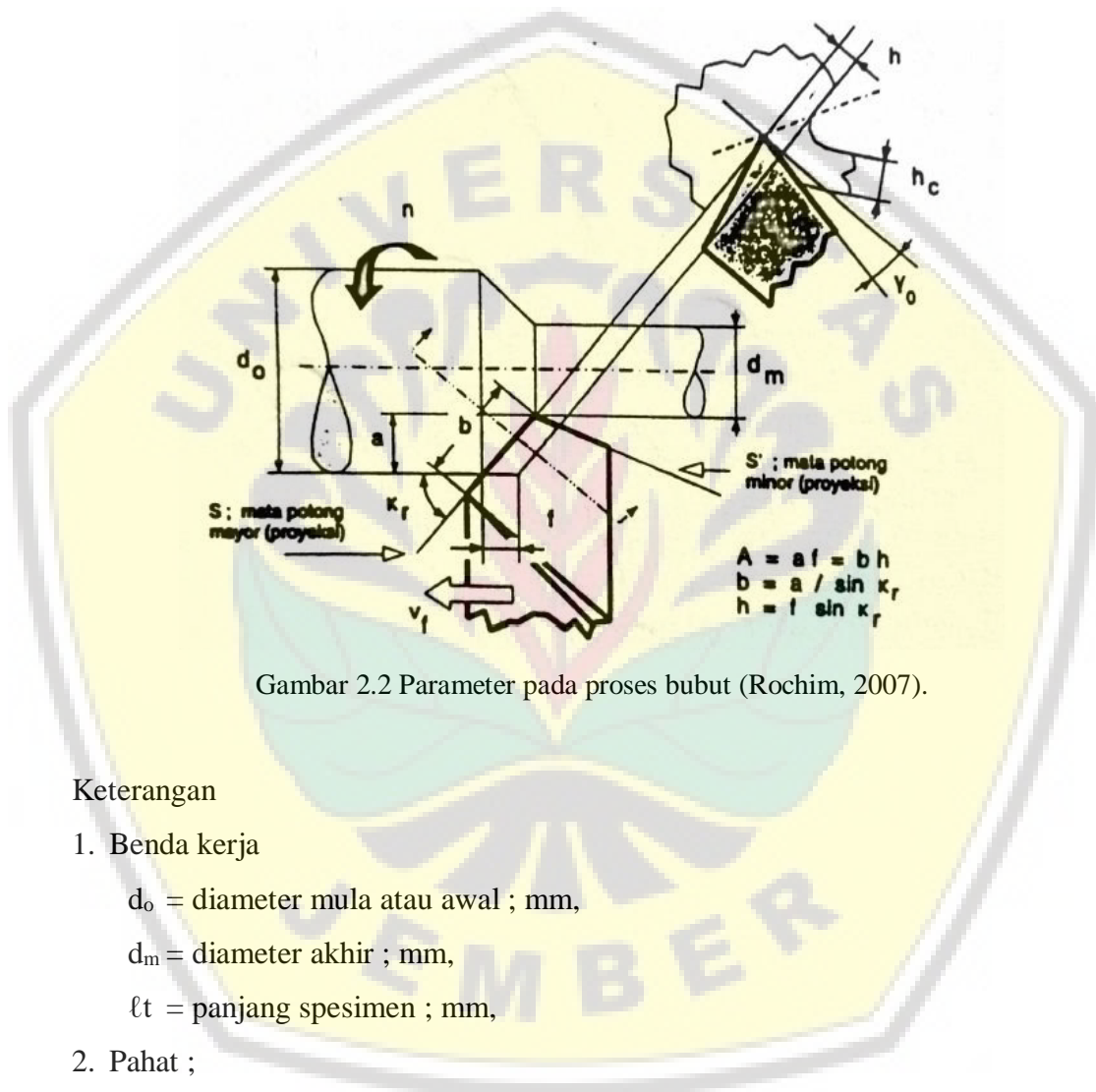
Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (Rochim, 2007). Mesin bubut juga merupakan salah satu *metal cutting machine* dengan gerak utama berputar dengan mencekam benda kerja dan berputar pada sumbunya. Proses pemotongan yang terjadi yaitu benda kerja diputar dan alat potong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga terbentuklah geram. Mesin bubut konvensional putaran poros utama umumnya dibuat secara bertingkat dengan aturan yang telah memiliki standart. Untuk mesin CNC putaran tidak lagi bertingkat namun berkesinambungan (Rochim, 2007). Pahat pada mesin bubut konvensional bergerak translasi pada proses pemakanan searah sumbu Z. Gerak tegak lurus pahat pada saat memotong benda kerja dilakukan pada arah sumbu X. gerak sumbu X tersebut dapat membuat bentuk kontur, lengkungan, kemiringan dan lainnya (Stephenson, 2016). Gerakan pada proses pembubutan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gerakan pada proses pembubutan (Nurdjito, 2015).

**2.2 Parameter Mesin Bubut**

Parameter atau elemen dasar proses bubut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dapat diturunkan dengan memperhatikan Gambar 2.2. Adapun kondisi pemotongan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Parameter pada proses bubut (Rochim, 2007).

**Keterangan**

1. Benda kerja

- $d_o$  = diameter mula atau awal ; mm,
- $d_m$  = diameter akhir ; mm,
- $l_t$  = panjang spesimen ; mm,

2. Pahat ;

- $K_r$  = sudut potong utama ;
- $\gamma_o$  = sudut geram ;

3. Mesin bubut;

- $a$  = kedalaman potong ; mm,

$$a = (d_o - d_m)/2 \dots \dots \dots (2.1)$$



$f$  = gerak makan ; mm/(r),

$n$  = putaran spindel atau poros utama (benda kerja); (r)/min.

Parameter-parameter yang dapat dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

1. Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/min,} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana,  $d$  = diameter rata-rata, yaitu

$$d = \frac{d_o - d_m}{2} - d_o \text{ mm,} \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Kecepatan makan

$$v_f = f \cdot n \text{ mm/min} \dots\dots\dots (2.4)$$

3. Waktu pemotongan

$$t_c = l_t / v_f \text{ mm/min} \dots\dots\dots (2.5)$$

4. Kecepatan penghasil geram

$$Z = A \cdot v \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana penampang geram sebelum terpotong

$$A = f \cdot a \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\text{Jadi } Z = f \cdot a \cdot v \text{ cm}^3/\text{min} \dots\dots\dots (2.8)$$

Pada Gambar 2.2, dijelaskan sudut potong utama ( $K_r$ , *principal cutting edge angle*) yaitu sudut antara mata potong mayor (proyeksinya pada bidang referensi) dengan kecepatan makan  $v_f$ . Besarnya sudut tersebut ditentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin. Untuk harga kedalaman potong dan gerak makan yang tetap menentukan besarnya lebar pemotongan, untuk menentukan besar nilainya ditentukan oleh rumus sebagai berikut :

5. Lebar pemotongan

$$b = a / \sin K_r \text{ mm,} \dots\dots\dots (2.9)$$

6. Tebal geram (sebelum terpotong)

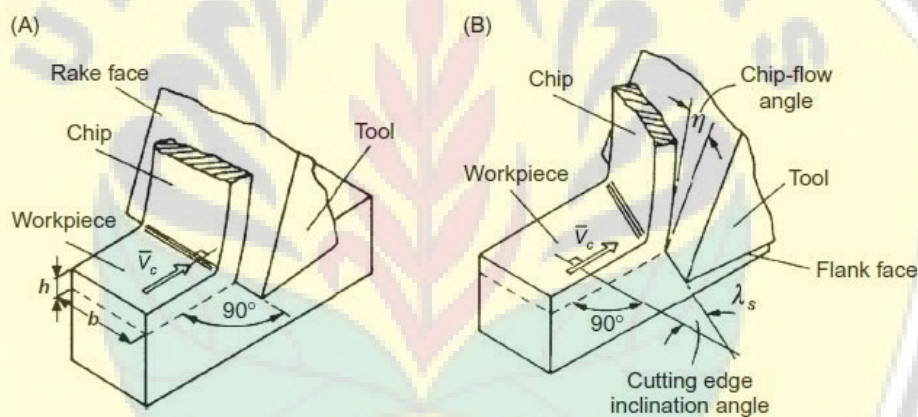
$$h = f \sin K_r \text{ mm,} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan demikian penampang geram (sebelum terpotong) dapat dituliskan sebagai berikut :  $A = f \cdot a = b \cdot h$  ;  $\text{mm}^2$ . Bahwa tebal geram sebelum terpotong ( $h$ )

belum tentu sama dengan tebal geram ( $h_c$  *chip thickness*) dan hal ini antara lain dipengaruhi oleh sudut geram, kecepatan potong dan material benda kerja (Rochim, 2007).

### 2.3 Gaya Pemotongan Proses Bubut

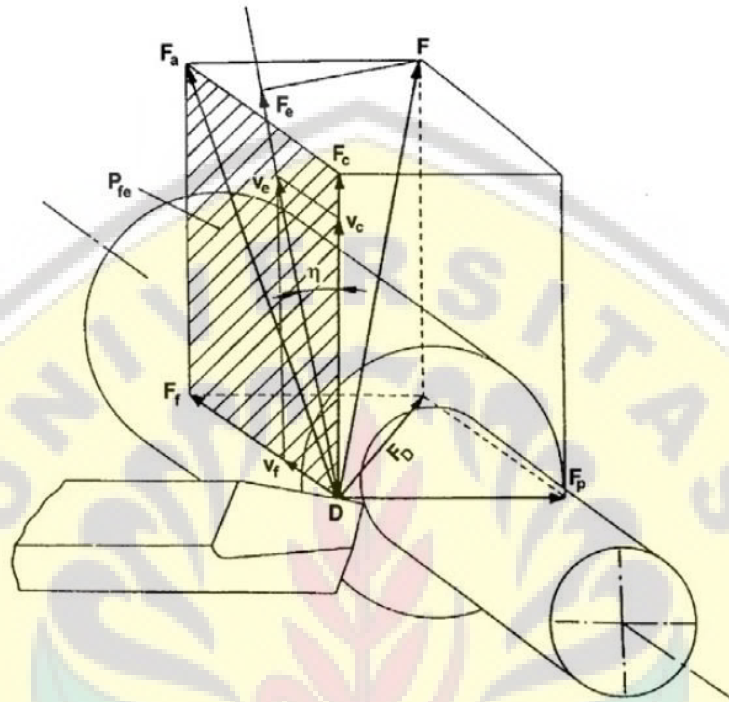
Pemotongan logam pada proses bubut terbagi atas 2 model yaitu pemotongan *orthogonal* dan pemotongan *Oblique*. *Orthogonal* adalah jenis pemotongan tegak lurus dengan model 2 dimensi sederhana yang banyak digunakan dalam bidang penelitian teoritis dan eksperimental. Kemudian untuk *oblique* merupakan jenis pemotongan 3 dimensi dengan posisi alat potong miring membentuk sudut saat memotong benda kerja sesuai dengan Gambar 2.3 (Grzesik, 2017).



Gambar 2.3 Jenis pemotongan pada proses bubut (Grzesik, 2017).  
(a) pemotongan *orthogonal*, dan (b) pemotongan *oblique*.

Secara umum, berdasarkan penguraiannya gaya yang berkerja pada saat proses pemotongan adalah 3 dimensi antara lain resultan total gaya pemotongan ( $F$ ). Dibagi tiga komponen  $F_f$ ,  $F_p$ , dan  $F_c$  yang saling tegak lurus searah dengan sumbu  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ . *Resultant Cutting Force* (RCF) digolongkan menjadi dua komponen yaitu geometri dan fisik. Sistem koordinat berdasar pada arah gerakan primer dan umpan/makan maksudnya gaya total dapat diselesaikan oleh proyeksi tegak lurus dari dua arah. Dari proses tersebut maka dapat ditemukan tiga komponen gaya yaitu  $F_c$  (*Cutting Force*),  $F_f$  (*Feed Force*), dan gaya belakang ( $F_p$ ) yang cenderung pasif serta memiliki efek mendorong pahat menjauh dari pekerjaan dalam arah radial tegak lurus ke bidang kerja. Gaya pasif tersebut

biasanya diabaikan untuk pemotongan orthogonal dan total gaya pemotongan dikurangi menjadi gaya aktif ( $F_a$ ) (Grzesik, 2017). Resolusi gaya geometris pada proses turning dapat dilihat pada gambar 2.4.

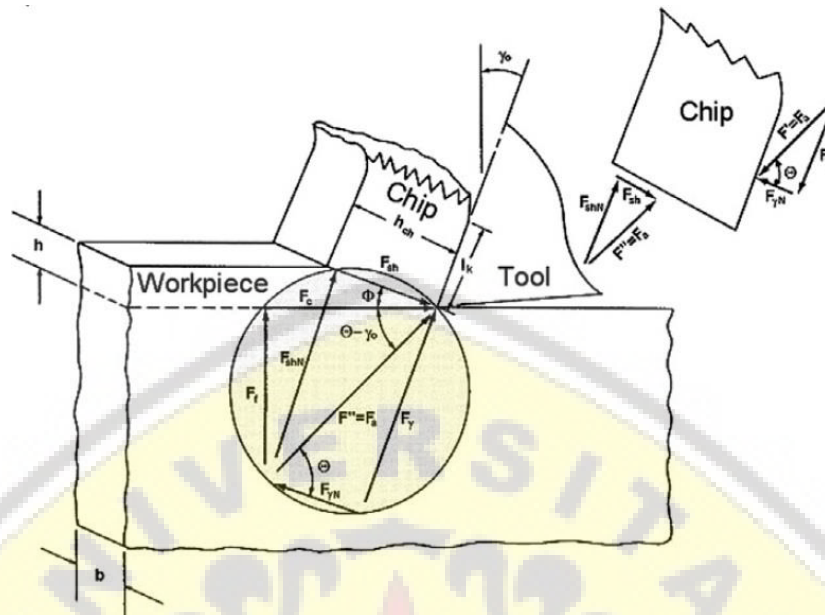


Gambar 2.4 Resolusi gaya geometris dalam *turning* (Grzesik, 2017).

Pada pemotongan *orthogonal* seluruh gaya terdapat pada satu bidang tunggal dan komponen gaya yang sesuai dapat dihitung dengan menggunakan *Merchant circle diagram*. Gaya aktif pemotongan orthogonal dapat dilihat pada gambar 2.5. Gaya potong ( $F_c$ ) memiliki peran menentukan jumlah pekerjaan yang diperlukan alat potong dan gaya makan ( $F_f$ ) menentukan daya yang dibutuhkan untuk pemakanan (Grzesik, 2017). Menurut Groover (2007) persamaan untuk memperkirakan gaya potong dan gaya makan dalam pemotongan *orthogonal* jika kekuatan geser diketahui :

$$F_c = \frac{St_0 w \cos(\beta - \alpha)}{\sin \theta \cos(\theta + \beta - \alpha)} = \frac{F_s \cos(\beta - \alpha)}{\cos(\theta + \beta - \alpha)} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$F_f = \frac{St_0 w \sin(\beta - \alpha)}{\sin \theta \cos(\theta + \beta - \alpha)} = \frac{F_s \sin(\beta - \alpha)}{\cos(\theta + \beta - \alpha)} \dots\dots\dots(2.12)$$



Gambar 2.5 Gaya aktif pemotongan *orthogonal* (Grzesik, 2017).

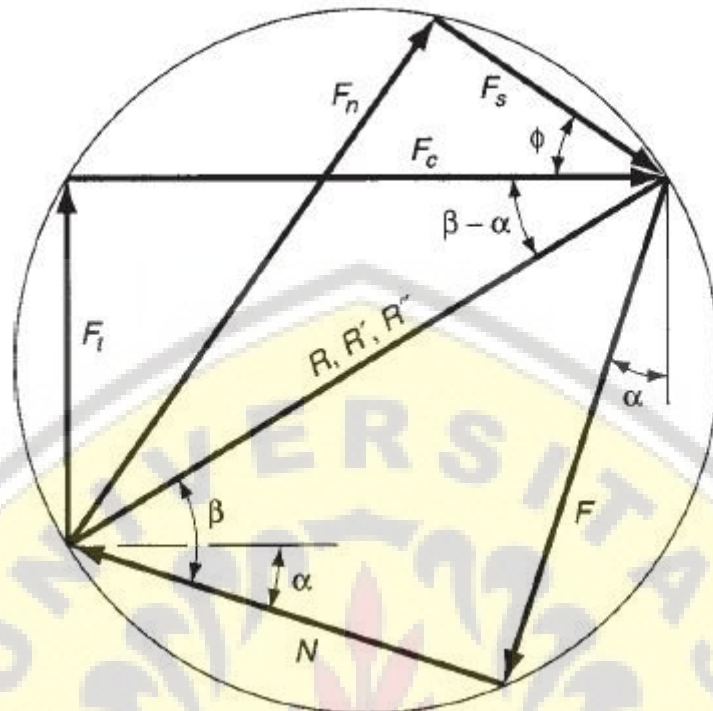
Pengukuran empat komponen gaya  $F$ ,  $N$ ,  $F_s$ , dan  $F_n$  tidak dapat langsung diukur dalam operasi pemesinan karena arah penerapannya bervariasi dengan geometri pahat kondisi pemotongan. Oleh karena itu pengukuran gaya pada pahat menggunakan alat pengukur gaya yang disebut dinamometer, sehingga dua komponen gaya tambahan yang bekerja melawan pahat dapat diukur secara langsung dengan menggunakan gaya potong dan gaya makan. Menurut Groover (2010) persamaan untuk menghubungkan empat komponen gaya yang tidak dapat diukur pada komponen yang dapat diukur secara langsung menggunakan diagram *Merchant circle* pada Gambar 2.6. Persamaan *merchant circle* adalah sebagai berikut :

$$F = F_c \sin \alpha + F_f \cos \alpha \dots\dots\dots(2.13)$$

$$N = F_c \cos \alpha - F_f \sin \alpha \dots\dots\dots(2.14)$$

$$F_s = F_c \cos \theta - F_f \sin \theta \dots\dots\dots(2.15)$$

$$F_n = F_c \sin \theta + F_f \cos \theta \dots\dots\dots(2.16)$$



Gambar 2.6 Diagram gaya hubungan geometrik antara  $F$ ,  $N$ ,  $F_s$ ,  $F_n$ ,  $F_c$ , dan  $F_t/F_t$  (Groover, 2010).

## 2.4 Strain Gauges

Pengukuran regangan menggunakan *strain gages* dapat diasumsikan bahwa regangan pada objek yang diteliti ditransfer menuju *strain gage* tanpa menghilangkan regangannya. Dalam berbagai penelitian hanya permukaan dari objek yang dapat diketahui dalam pengukuran. Regangan yang ditransfer ke sensor *strain gages* menyebabkan perubahan dalam resistansi listriknya. Regangan yang terjadi karena efek dari gaya yang menyebabkan perubahan panjang (Elongasi) (Hoffman, 1989). Ada 2 jenis *strain gages* yang diketahui yaitu *metal strain gauge* dan *semi conductor strain gauges*.

### 2.4.1 Metal Strain Gages

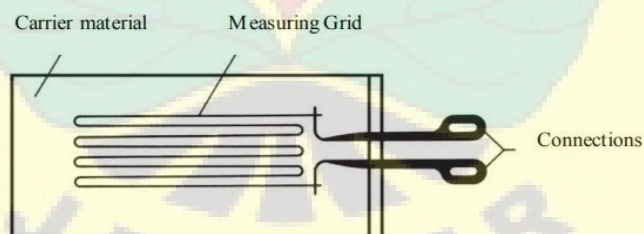
*Strain gage* diubah menjadi instrumen yang dapat digunakan dalam menganalisis tegangan. *Metal strain gage* terbuat dari kawat halus yang tersusun ramping dengan ketebalan  $25 \mu\text{m}$  dan dilindungi oleh penutup *felt* (Hoffman,

1989). Rancangan pengukur regangan yang pertama dapat dilihat pada Gambar 2.7.

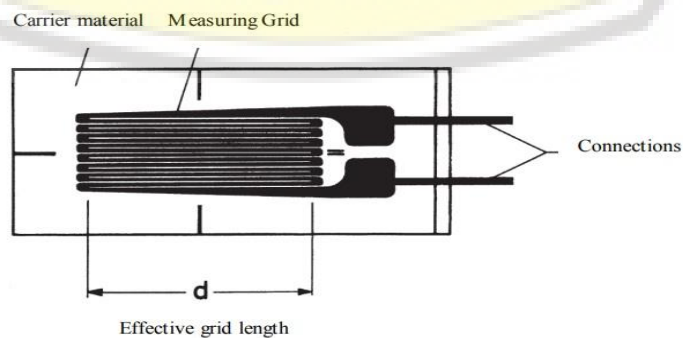


Gambar 2.7 Rancangan pengukur regangan Ruge yang pertama (Hoffman,1989).

Selanjutnya desain awal *strain gage* di atas sedikit dimodifikasi dengan menambah grid pengukuran kawatnya. Dan merasionalkan produksi dengan teknik “*printed circuit*” Paul Eisler, yang bentuk kawat halusnya mengarah pada pengembangan “*foil strain gage*” (Hoffman, 1989). Desain strain gauge dengan kawat logam dapat dilihat pada Gambar 2.8, dan desain strain gauge dengan logam etsa dapat dilihat pada gambar 2.9.



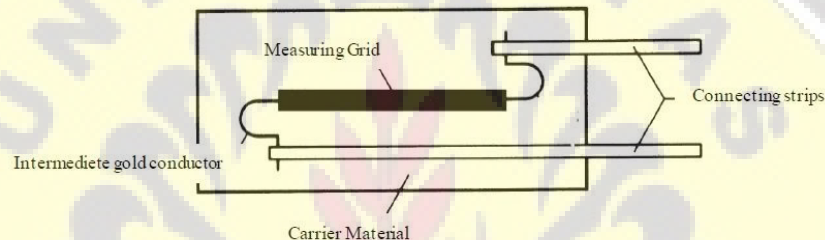
Gambar 2.8 Desain *strain gages* dengan kawat logam (Hoffman, 1989).



Gambar 2.9 *Strain gage* dengan pelapis logam etsa (Hoffman, 1989).

#### 2.4.2 Semiconductor Strain Gages

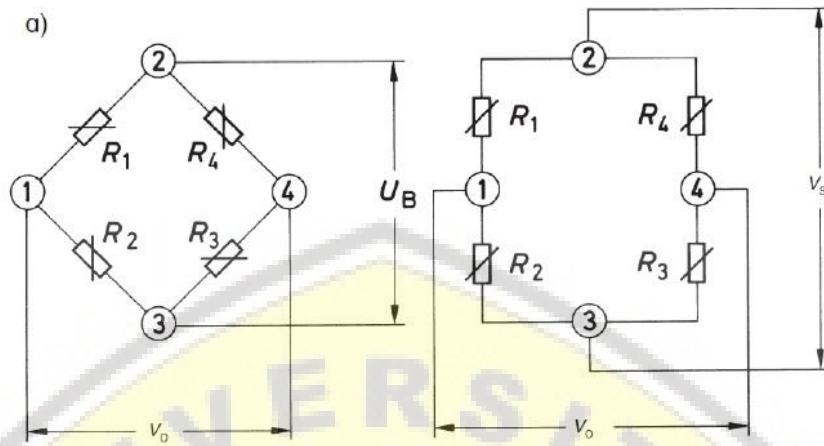
Prinsip pengukuran berdasarkan pada efek *piezoresistif* semikonduktor yang ditemukan oleh C.S Smith pada tahun 1954, awalnya menggunakan germanium yang kemudian digantikan oleh silikon. Dalam konstruksi strain jenis ini secara substansial sama dengan pengukur regangan logam. Elemen pengukur terdiri dari strip yang memiliki lebar 1/10 mm dan 1/100 *carrier foil*. Efek diode pada *strain gages* ini menggunakan kawat emas tipis sebagai penghubung antara elemen semikonduktor dan strip penghubung (Hoffman, 1989). Representasi diagram semi konduktor dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Representasi diagram dari pengukur regangan semikonduktor (Hoffman, 1989).

#### 2.5 Jembatan Wheatstone

Jembatan Wheatstone (*Wheatstone Bridge*) ditemukan oleh seorang ilmuwan Inggris bernama Sir Charles Wheatstone (1802-1875). Sirkuit ini dapat membuat pengukuran yang akurat dari hambatan listrik. Dalam mengukur hambatan listrik, *wheatstone bridge* melakukan berbagai cara seperti menentukan nilai absolut dari suatu resistensi dengan membandingkan dari resistensi yang diketahui (Hoffman, 1989). *Wheatstone bridge* secara eksklusif berkaitan dengan teknik pengukuran *strain gages*, karena dapat merubah secara relatif hambatan pada *strain gage* yang biasanya sekitar  $10^{-4}$  menjadi  $10^{-2} \Omega/\Omega$  dengan diukur dengan akurasi yang tinggi. Diagram sirkuit wheatstone bridge dapat dilihat pada Gambar 2.11 dan prinsip rangkaian wheatstone dapat dilihat pada Gambar 2.12.



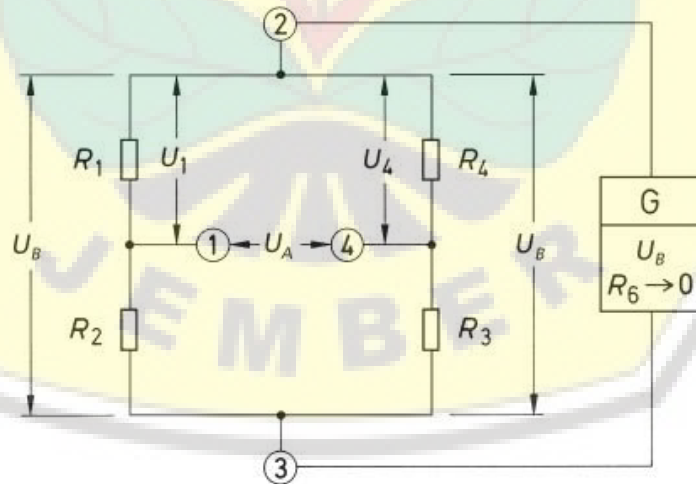
Gambar 2.11 Rangkaian sirkuit dari *wheatstone bridge* (Hoffman, 1989).

Keterangan:

R = Resistor

Vs = Voltase eksitasi

Vo = Voltase keluaran (sinyal yang terukur)



Gambar 2.12 Prinsip rangkaian *wheatstone* (Hoffman, 1989).

*Wheatstone bridge* bila terdapat perbedaan voltase dari hambatan listrik maka jembatan atau rangkaian tersebut tidak seimbang. Keadaan ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:



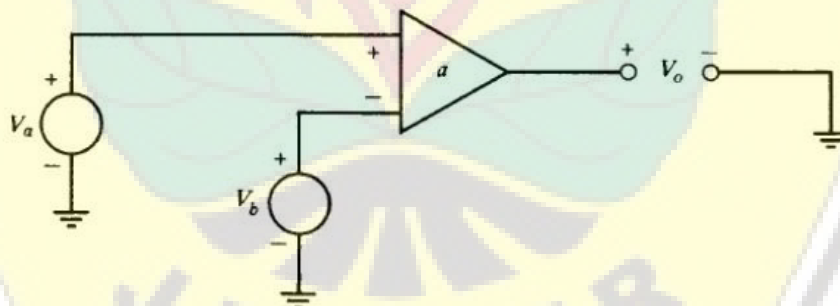
$$V_o = V_s \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \dots\dots\dots (2.17)$$

Jika seimbang maka :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = 0 \dots\dots\dots (2.18)$$

## 2.6 Operational Amplifier

*Operational Amplifier* adalah penguat *direct-coupled gain* tinggi yang biasanya digunakan dalam koneksi umpan balik. Jika karakteristik penguat memuaskan, maka fungsi transfer dari penguat dengan umpan balik dapat dikontrol dengan nilai-nilai umpan balik yang stabil. *Operational amplifier* berkualitas tinggi tersedia pada awal tahun 1950 an. Amplifier ini umumnya digunakan dengan komputer analog, di tahun awal 1960 an mulai meluas ke spektrum aplikasi karena berbagai produsen mengembangkan sirkuit modular dan *solid-state* (Roberge 2007). Rangkaian *operational amplifier* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



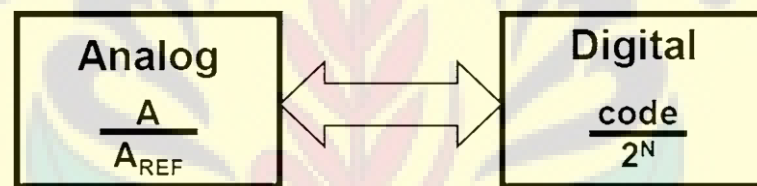
Gambar 2.13 Rangkaian *operational amplifier* (Roberge, 2007).

## 2.7 ADC (Analog Digital Converter)

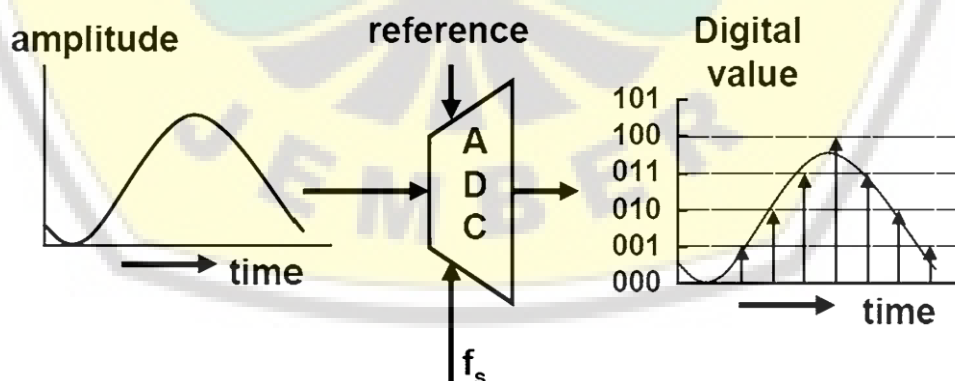
Secara umum ADC atau Analog to Digital Converter merupakan suatu rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal masukan yang berupa analog (sinyal kontinu terhadap waktu) ke bentuk digital (sinyal diskret atau terkuantisasi terhadap waktu). Seperti yang kita ketahui bahwa

komputer hanya bisa membaca sinyal dalam bentuk digital semetara di dunia nyata segala sesuatunya secara fisis berupa kuantitas analog (suhu, tekanan, kecepatan, kelembapan, dll). Kuantitas analog ini diubah menjadi besaran listrik (nilai tegangan atau arus yang setara) menggunakan transduser sebelum masuk rangkaian ADC untuk diubah menjadi sinyal digital. Sinyal digital inilah yang akan dibaca dan diproses oleh komputer.

*Analog digital converter* adalah pengubah atau mengkonversi dari domain analog ke domain digital dengan resolusi tinggi dan sinyal kecepatan yang tinggi. Dalam domain analog ada rasio antara sinyal aktual dan kuantitas. Koneksi antara analog kuantitas dengan digital angka/bit dapat dilihat pada Gambar 2.14 dan fungsi *analog digital converter* dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.14 ADC, koneksi antara analog kuantitas dan digital angka/bit (Pelgrom, 2010).



Gambar 2.15 Fungsi ADC, sampling, kuantitas, dan referensi (Polgrom, 2010).

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa input rangkaian ADC berupa sinyal analog dan outputnya merupakan sinyal digital. Maksud dari sinyal analog adalah sinyal yang nyata. Maksudnya adalah seperti suhu atau

temperatur. Sedangkan sinyal digital adalah sinyal yang berupa bilangan biner yang terdiri dari angka 1 dan 0. Proses pengubahan ini dikenal juga dengan nama sistem akuisisi data. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran atau pengujian. ADC dibutuhkan apabila sinyal yang akan diproses merupakan sinyal analog. Misalnya dari fenomena alam seperti suara, cahaya, suhu dan lainnya dengan menggunakan bantuan sensor atau transduser sehingga keluar tegangan yang bisa direpresentasikan ke bilangan biner.

Ada tiga karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC, antara lain :

#### 1. Resolusi

Merupakan spesifikasi terpenting untuk ADC, yaitu jumlah langkah dari sinyal skala penuh yang dapat dibagi, dan juga ukuran dari langkah – langkah. Dinyatakan dalam jumlah bit yang ada dalam satu kata (digital word), ukuran LSB (langkah terkecil) sebagai persen dari skala penuh atau dapat juga LSB dalam miliVolt (untuk skala penuh yang diberikan)

#### 2. Akurasi

Adalah jumlah dari semua kesalahan, kesalahan nonlinieritas, skala penuh, skala nol, dan lain-lain. Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan kode biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut.

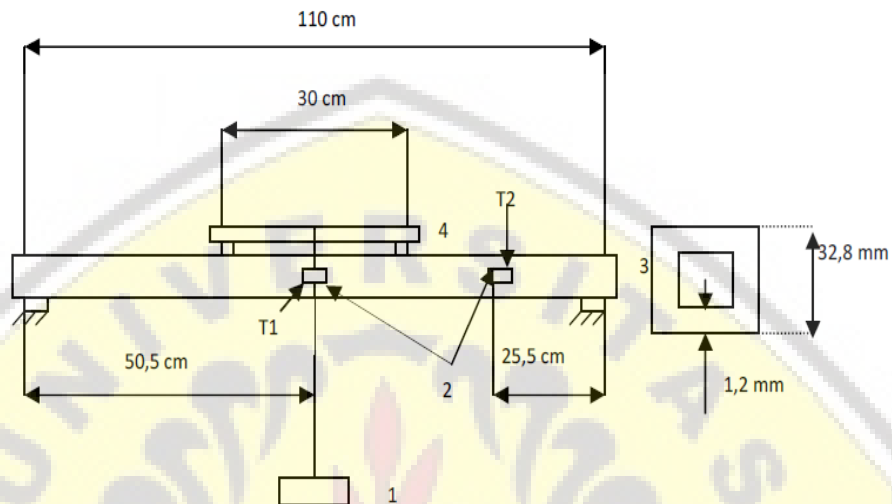
#### 3. Waktu konversi

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengubah setiap sampel ke bentuk digital, atau yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu konversi.

### **2.8 Proses Pengukuran Menggunakan *Load Cell***

Proses pengukuran menggunakan *load cell* sangat bergantung pada sensitivitas dari sensor *strain gauge*. (Magga 2011) melakukan penelitian untuk membuat *load cell* bahan alumuniun dengan dimensi 110 cm x 30 cm x 0,328 cm, dan tebal *load cell* 0.012 cm . *Load cell* menggunakan 2 buah *strain gauge*

untuk arah vertikal dan 2 buah *strain gauge* untuk arah horizontal. Pemberian beban dilakukan mulai dari 500 gr sampai dengan 10000 gr. Kontruksi load cell dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Skema load cell (Magga, 2011)

Dari pengujian *strain gauge* didapatkan bahwa tegangan pada batang aluminium sangat dipengaruhi oleh pembebanan. Pada peletakan beban di sumbu x, y, dan z posisi benda juga mempengaruhi hasil output tegangan dari aluminium yaitu sekitar 1,5% sampai dengan 8,5 %. Arah gaya yang paling besar didapatkan pada arah vertikal yaitu pada daerah mendekati tumpuan tegangan yang diperoleh  $V_1 = 2664$  volt dan  $V_2 = 2628$  volt dengan posisi beban berada ditengah. Gaya pada Arah horizontal cenderung kecil dengan tegangan yang diperoleh pada daerah mendekati tumpuan yaitu  $V_1 = 2629$  volt dan  $V_2 = 2659$  volt.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemesinan Fakultas Teknik yang dimulai pada tanggal 01 Maret 2019.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian pengukuran gaya makan dengan menggunakan *strain gauge* pada proses bubut menggunakan alat dan bahan sebagai berikut.

#### 3.2.1 Alat

##### 1. Mesin bubut

Mesin bubut yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin bubut GUT C6236x1000. Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Mesin bubut tipe GUT C6236x1000

##### 2. Load Cell

*Load cell* yang digunakan memiliki 2 lubang vertikal dan 1 lubang horizontal agar dapat mengalami lendutan, sehingga data voltase dari *load cell* dapat dibaca.

*Load cell* dapat dilihat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Load cell

### 3. Sensor *Strain gauge*

Sensor *strain gauge* yang digunakan yaitu tipe BF-350 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. *Resistance value*: 120 ohm
- b. Toleransi:  $<\pm 1\%$
- c. Rentang suhu operasional:  $-30^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$
- d. Panjang : 10 mm
- e. Panjang kabel : 1 meter

Sensor strain gauge BF-350 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Strain gauge* BF-350.

#### 4. Amplifier

Amplifier digunakan sebagai media pemrosesan data. Amplifier dapat mengatur sensitifitas dari strain gauge, serta mengatur titik awal pengukuran pada data logger. Amplifier dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Amplifier.

#### 5. Data Logger

*Data logger* yang digunakan pada penelitian ini yaitu ADAM 4018. *Data logger* berfungsi untuk menangkap sinyal listrik dari strain gauge kemudian mengubahnya ke dalam grafik. *Data logger* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Data logger*.

### 3.2.2 Bahan

#### 1. Pahat HSS

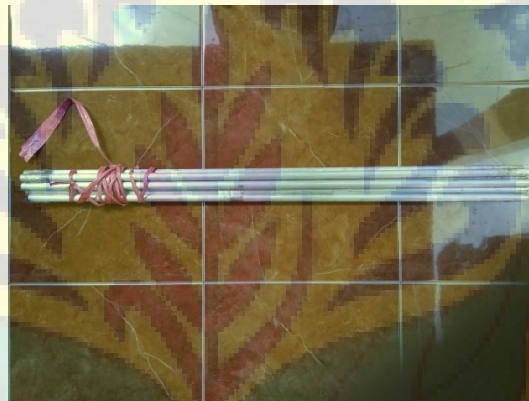
Pada penelitian pengukuran gaya makan ini pahat yang digunakan adalah pahat HSS ukuran  $\frac{3}{4}$  inci. Pahat HSS dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pahat HSS.

## 2. Alumunium 6061

Pada penelitian ini material benda kerja yang akan dibubut adalah alumunium 6061. Benda kerja akan diratakan terlebih dahulu dengan kedalaman potong 0.1 mm. Alumunium 6061 dapat dilihat pada Gambar 3.7.

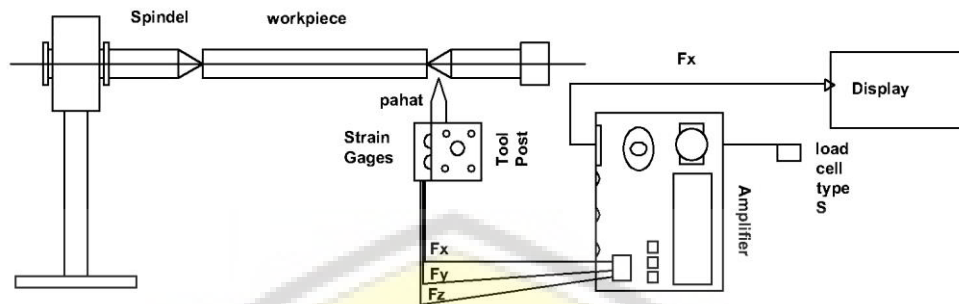


Gambar 3.7 Alumunium 6061

### 3.3 Skema Kerja Alat

Prinsip kerja alat pengujian gaya makan yaitu *load cell* dijepit pada *tool post* dan pahat dijepit pada *load cell*. Proses pemotongan ketika pahat menyentuh benda kerja, sensor strain gauge akan membaca kemudian diteruskan ke wheatstone bridge untuk menstabilkan tegangan yang masuk. Tegangan keluaran dari wheatstone bridge diteruskan ke amplifier yang kemudian masuk ke data logger. Data logger kemudian meneruskan ke display atau PC. Skema alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.9.





Gambar 3.8 Skema Alat Uji Gaya Makan.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian berikut ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh setiap parameter proses pembubutan terhadap *output* gaya makan, yaitu dimulai dari :

#### a. Studi Literatur

Studi literatur yaitu kegiatan yang dilakukan untuk menemukan referensi pendukung terhadap topik penelitian yang diambil. Materi yang dipelajari meliputi : parameter proses pembubutan, analisa gaya dan resultan gaya yang terjadi saat proses pembubutan, teori dan teknik elektronika pada sensor *strain gauge* dan rangkaiannya.

#### b. Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : menentukan jenis material benda kerja dan material pahat yang akan diuji, melakukan proses pembubutan dengan variasi parameter yang ditentukan, mengukur pengaruh parameter bubut terhadap *output* gaya makan pada proses pembubutan.

#### c. Analisa Hasil Penelitian

Hasil data pengujian material Aluminium 6061 dengan *cutting tool* jenis HSS dianalisa untuk mengetahui pengaruh parameter proses pemotongan di mesin bubut terhadap *output* gaya makan.

#### d. Kesimpulan

Kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang ditentukan pada bab 1.

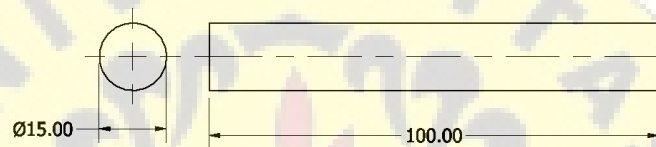
### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari hasil eksperimen meliputi, variabel kontrol, variabel terikat, variabel bebas.

##### a. Variable Kontrol.

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan yang mempengaruhi variabel bebas. Variabel control dalam penelitian pengukuran gaya makan adalah diameter benda kerja yaitu 15 mm dan panjang benda kerja yaitu 100 mm. Diameter dan panjang benda kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.9 Benda kerja

##### b. Variabel Terikat.

Variabel Terikat merupakan variable yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu gaya makan ( $F_c$ ).

##### c. Variabel Bebas.

Variabel bebas merupakan variable yang keberadaannya dapat mempengaruhi variable terikat. Besar kecilnya variabel bebas dapat dikendalikan sesuai pertimbangan dan tujuan penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu, kecepatan spindle (RPM), *feed rate* (mm/RPM), dan kedalaman potong (mm).

#### 3.5.2 Pengambilan Data

Proses pengambilan data gaya makan memiliki tahapan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan benda kerja alumunium 6061.
2. Memasang pahat HSS pada load cell.
3. Mengatur posisi load cell pada rumah pahat (tool post).
4. Melakukan kalibrasi dengan memberi beban pada load cell. Variasi beban yaitu 50 gr, 100gr, 200 gr, 500 gr, 1000 gr, dan 1500 gr. Proses kalibrasi dilakukan dengan melihat perubahan tegangan terhadap beban.

### 3.6 Analisa Varian (ANOVA)

Pengolahan data hasil percobaan pada *load cell* diperoleh berdasarkan rancangan metode taguchi untuk mendapatkan kestabilan data yang sesuai dengan kebutuhan. Taguchi sendiri adalah sebuah metode yang dibuat untuk mendesain suatu eksperimen guna menginvestigasi besar pengaruh dari parameter yang bervariasi terhadap *mean* dan variasi. *Orthogonal arrays* adalah desain eksperimen dari taguchi untuk mengorganisir setiap parameter yang memberikan efek pada proses yang bervariasi.

Pada percobaan ini dilakukan pada mesin bubut konvensional untuk mendeteksi gaya pemotongan pada pahat yang ditimbulkan pada proses *turning*. Parameter yang berpengaruh terhadap gaya pemotongan ini meliputi putaran spindel, laju umpan, dan kedalaman pemotongan. Percobaan dilakukan dengan menentukan desain eksperimen terlebih dahulu menggunakan rancangan  $L9(3^4)$ . tabel pemilihan faktor dan level yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 jumlah faktor dan level yang ditentukan.

Kode.	Parameter	Level 1	Level 2	Level 3
A	Putaran Spindel (r/min)	140	215	330
B	Laju Umpan (mm/rev)	0,043	0,065	0,087
C	Kedalaman Potong (mm)	0,2	0,4	0,6

Menentukan desain eksperimen merupakan dasar dari metode taguchi yang biasa disebut *orthogonal arrays*. Rancangan  $L9(3^4)$  ditentukan karena sudah mewakili dari 3 faktor dan 3 level yang sudah ditentukan. *Orthogonal arrays* untuk 3 faktor dan 3 level dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Orthogonal *arrays* L9(3<sup>4</sup>).

Trail			
no.	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

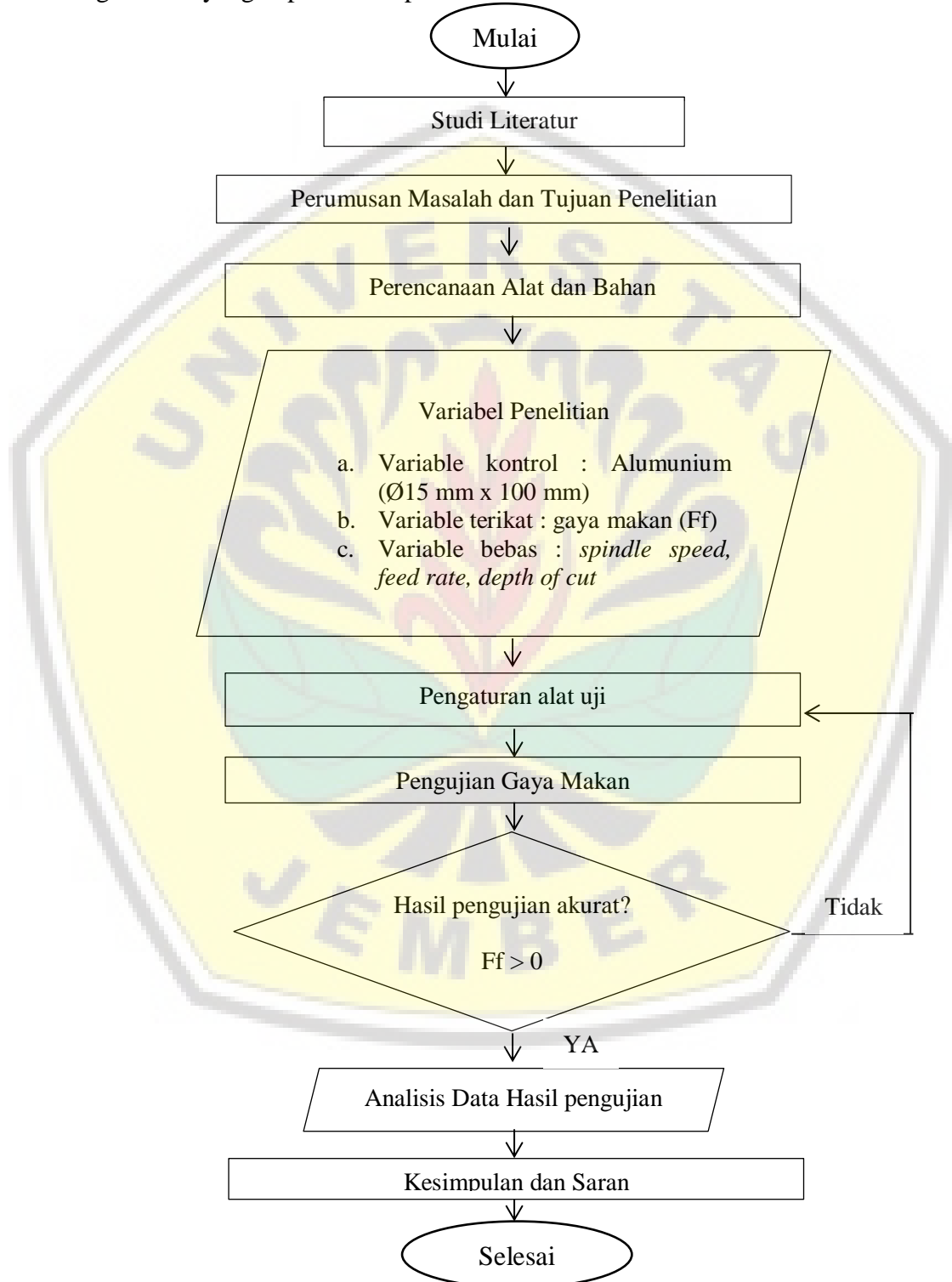
Pengambilan data dilakukan dengan mengukur gaya yang bekerja pada proses pemotongan menggunakan sensor *strain gauge* yang diletakkan pada rumah pahat *tool post* di mesin bubut. Sensor terhubung langsung pada amplifier sebagai penguat sinyal untuk diteruskan ke data logger dan data keluar melalui visual pada *display*. Parameter pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Tabel pengujian gaya makan pada proses bubut

Spindle speed (RPM)	Feed rate (mm/RPM)	Depth of cut (mm)	Ff (N)		
			Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
140	0,043	0,2			
140	0,065	0,4			
140	0,081	0,6			
255	0,043	0,4			
255	0,065	0,6			
255	0,081	0,2			
330	0,043	0,6			
330	0,065	0,2			
330	0,081	0,4			

### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Penelitian pengukuran gaya makan dalam perencanaannya menggunakan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan pengukuran terhadap *feed force* pada proses pembubutan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran dengan sensor *strain gauge* menghasilkan data output rata-rata dengan sensitivitas maksimal 0,0007 mV dengan menghasilkan persamaan linieritas dari proses kalibrasi yaitu  $y = 149662x - 350118$ .
2. Respon gaya makan yang paling optimal yaitu pada *spindle speed* 140, *feed rate* 0,065, dan *depth of cut* 0,4.
3. Parameter *speed rate* memiliki pengaruh secara signifikan dari parameter yang lain dengan memberi kontribusi sebesar 92 % menggunakan analisa perhitungan anova. Selain itu, parameter *feed rate* dan *depth of cut* menjadi parameter yang kedua dengan kontribusi masing- masing sebesar 2% .

### 5.2 Saran

Pada penelitian ini dibahas bagaimana pengaruh dari parameter *speed rate*, *feed rate* dan *depth of cut* terhadap gaya arah makan pada sumbu axial. Namun, dalam proses pengukuran terjadi kesalahan teknis sehingga menyebabkan kurang akuratnya proses pengambilan data. Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memastikan sensitivitas sensor alat ukur dan menetapkan titik nol (*offset*) sehingga pergeseran data dapat diminimalisir.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Donara, G. dan Yohanes, Y., 2018. *Pengembangan Dan Pengujian Dinamometer Berbasis Strain Gauge Dengan Batang Regang Tipe Four Square Stalk Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 5, pp.1-7.
- Groover, M. P. 2007. *Fundamentals of modern manufacturing: materials processes, and systems*. John Wiley & Sons.
- Grzesik, W. 2017. *Advanced machining processes of metallic materials: theory, modelling and applications*. Elsevier.
- Hoffmann, Karl. (1989). *An Introduction to Stress Analysis and Transducer Design Using Strain Gages*. HBM Test and Measurement.
- Hoffmann, Karl. 1989. *An Introduction to Stress Analysis and Transducer Design Using Strain Gages*. HBM Test and Measurement.
- Jung, W. 2004. *Op Amp Application Handbook*. USA: Analog Device, Inc
- Magga, R. 2011. *Penggunaan Strain Gauge Untuk Analisa Tegangan pada Pembebanan Statik Batang Alumunium*. Palu: Universitas Tadulako.
- Nurdjito, M., dan Arifin, A. 2015. *Handout Pemesinan Bubut*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Pelgrom, J.M. 2010. *Analog-to-Digital Conversion*. New York: Springer Drodrecht Heidelberg London.
- Purwoko, S G., D. Djoko, dan Z. Arifin 2014. *Rancang Bangun Dynamometer untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. *Volume 12 Nomor 2*.
- Roberge, James K. (2007). *Operational Amplifier : Theory and Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Rochim, T. 2007. *Klasifikasi Proses, Gaya, Daya Pemesinan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Stephenson, D A. & Agapiou, J S. 2016. *Metal Cutting Theory and Practice Third Edition*. New York: CRS Press.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Donara, G. dan Yohanes, Y., 2018. *Pengembangan Dan Pengujian Dinamometer Berbasis Strain Gauge Dengan Batang Regang Tipe Four Square Stalk Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 5, pp.1-7.
- Groover, M. P. 2007. *Fundamentals of modern manufacturing: materials processes, and systems*. John Wiley & Sons.
- Grzesik, W. 2017. *Advanced machining processes of metallic materials: theory, modelling and applications*. Elsevier.
- Hoffmann, Karl. (1989). *An Introduction to Stress Analysis and Transducer Design Using Strain Gages*. HBM Test and Measurement.
- Hoffmann, Karl. 1989. *An Introduction to Stress Analysis and Transducer Design Using Strain Gages*. HBM Test and Measurement.
- Jung, W. 2004. *Op Amp Application Handbook*. USA: Analog Device, Inc
- Magga, R. 2011. *Penggunaan Strain Gauge Untuk Analisa Tegangan pada Pembebanan Statik Batang Alumunium*. Palu: Universitas Tadulako.
- Nurdjito, M., dan Arifin, A. 2015. *Handout Pemesinan Bubut*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Pelgrom, J.M. 2010. *Analog-to-Digital Conversion*. New York: Springer Drodrecht Heidelberg London.
- Purwoko, S G., D. Djoko, dan Z. Arifin 2014. *Rancang Bangun Dynamometer untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. *Volume 12 Nomor 2*.
- Roberge, James K. (2007). *Operational Amplifier : Theory and Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Rochim, T. 2007. *Klasifikasi Proses, Gaya, Daya Permesinan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Stephenson, D A. & Agapiou, J S. 2016. *Metal Cutting Theory and Practice Third Edition*. New York: CRS Press.



**LAMPIRAN**

Lampiran 6.1 Perhitungan Rata-Rata Setiap Level Parameter Permesinan

Perhitungan rata-rata dari setiap parameter pada setiap Level

a. Kecepatan Spindle

$$\begin{aligned}\bar{A}_1 &= 1/3 (112,1432532+ 54,00410997+ 94,78054117) \\ &= 86,9759681\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_2 &= 1/3 (273,1800117+ 263,4589866 + 333,2373427) \\ &= 172,349878\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_3 &= 1/3 (131,7263681+ 72,10107034+ 102,2281836) \\ &= 172,494\end{aligned}$$

b. Feeding

$$\begin{aligned}\bar{A}_1 &= 1/3 (112,1432532+ 273,1800117 + 131,7263681) \\ &= 172,3498776\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_2 &= 1/3 (54,00410997 + 263,4589866 + 72,10107034) \\ &= 129,8547223\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_3 &= 1/3 (94,78054117+ 333,2373427+ 102,2281836) \\ &= 176,7486891\end{aligned}$$

c. Kedalaman Potong

$$\begin{aligned}\bar{A}_1 &= 1/3 (112,1432532+ 333,2373427+72,10107034) \\ &= 172,4939\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_2 &= 1/3 (54,00410997+ 273,1800117+ 102,2281836) \\ &= 143,1374\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{A}_3 &= 1/3 (94,78054117+ 263,4589866+ 131,7263681) \\ &= 163,322\end{aligned}$$

d. Rata-Rata Total

$$\begin{aligned}\bar{A} \text{ Total} &= (86,9759681 + 172,349878 + 172,494 + 172,3498776 + 129,8547223 + \\ &176,7486891 + 172,4939 + 143,1374 + 163,322) / 9\end{aligned}$$

= 154,4406235



Lampiran 6.2 Tabel Distribusi F Probabilitas 0,05

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Lampiran 6. 3

**Data Variasi**

N0	Waktu (t)	mV	kg	Rata Rata (kg)	Kg x mV
1	2019/7/12/8:22:25:198	2,429	13,411	14,71325	144,1899
2	2019/7/12/8:22:26:209	2,428	13,26134		
3	2019/7/12/8:22:27:217	2,428	13,26134		
4	2019/7/12/8:22:28:224	2,425	12,81235		
5	2019/7/12/8:22:29:248	2,431	13,71032		
6	2019/7/12/8:22:30:255	2,431	13,71032		
7	2019/7/12/8:22:31:278	2,431	13,71032		
8	2019/7/12/8:22:32:286	2,432	13,85998		
9	2019/7/12/8:22:33:293	2,429	13,411		
10	2019/7/12/8:22:34:317	2,434	14,15931		
11	2019/7/12/8:22:35:324	2,44	15,05728		
12	2019/7/12/8:22:36:347	2,444	15,65593		
13	2019/7/12/8:22:37:355	2,443	15,50627		
14	2019/7/12/8:22:38:362	2,437	14,60829		
15	2019/7/12/8:22:39:386	2,447	16,10491		
16	2019/7/12/8:22:40:409	2,446	15,95525		
17	2019/7/12/8:22:41:420	2,457	17,60153		
18	2019/7/12/8:22:42:424	2,45	16,5539		
19	2019/7/12/8:22:43:433	2,443	15,50627		
20	2019/7/12/8:22:44:456	2,458	17,7512		
21	2019/7/12/8:22:45:463	2,462	18,34984		
22	2019/7/12/8:22:46:487	2,452	16,85322		
23	2019/7/12/8:22:47:494	2,459	17,90086		
24	2019/7/12/8:22:48:502	2,445	15,80559		
25	2019/7/12/8:22:49:525	2,459	17,90086		
26	2019/7/12/8:22:50:532	2,448	16,25458		
27	2019/7/12/8:22:51:556	2,439	14,90762		
28	2019/7/12/8:22:52:563	2,446	15,95525		

---

29	2019/7/12/8:22:53:571	2,456	17,45187
30	2019/7/12/8:22:54:594	2,444	15,65593
31	2019/7/12/8:22:55:602	2,454	17,15255
32	2019/7/12/8:22:56:625	2,442	15,3566
33	2019/7/12/8:22:57:633	2,454	17,15255
34	2019/7/12/8:22:58:640	2,447	16,10491
35	2019/7/12/8:22:59:663	2,457	17,60153
36	2019/7/12/8:23:0:672	2,448	16,25458
37	2019/7/12/8:23:1:695	2,45	16,5539
38	2019/7/12/8:23:2:702	2,441	15,20694
39	2019/7/12/8:23:3:710	2,451	16,70356
40	2019/7/12/8:23:4:734	2,453	17,00289
41	2019/7/12/8:23:5:741	2,459	17,90086
42	2019/7/12/8:23:6:765	2,443	15,50627
43	2019/7/12/8:23:7:772	2,442	15,3566
44	2019/7/12/8:23:8:795	2,447	16,10491
45	2019/7/12/8:23:9:803	2,441	15,20694
46	2019/7/12/8:23:10:810	2,439	14,90762
47	2019/7/12/8:23:11:834	2,445	15,80559
48	2019/7/12/8:23:12:857	2,447	16,10491
49	2019/7/12/8:23:13:865	2,451	16,70356
50	2019/7/12/8:23:14:872	2,454	17,15255
51	2019/7/12/8:23:15:879	2,447	16,10491
52	2019/7/12/8:23:16:902	2,442	15,3566
53	2019/7/12/8:23:17:927	2,453	17,00289
54	2019/7/12/8:23:18:935	2,456	17,45187
55	2019/7/12/8:23:19:942	2,447	16,10491
56	2019/7/12/8:23:20:950	2,449	16,40424
57	2019/7/12/8:23:21:973	2,445	15,80559
58	2019/7/12/8:23:22:980	2,458	17,7512
59	2019/7/12/8:23:24:4	2,451	16,70356

---

---

60	2019/7/12/8:23:25:11	2,447	16,10491
61	2019/7/12/8:23:26:19	2,435	14,30897
62	2019/7/12/8:23:27:42	2,457	17,60153
63	2019/7/12/8:23:28:50	2,445	15,80559
64	2019/7/12/8:23:29:73	2,455	17,30221
65	2019/7/12/8:23:30:81	2,44	15,05728
66	2019/7/12/8:23:31:88	2,445	15,80559
67	2019/7/12/8:23:32:111	2,448	16,25458
68	2019/7/12/8:23:33:119	2,458	17,7512
69	2019/7/12/8:23:34:142	2,457	17,60153
70	2019/7/12/8:23:35:151	2,443	15,50627
71	2019/7/12/8:23:36:158	2,445	15,80559
72	2019/7/12/8:23:37:181	2,451	16,70356
73	2019/7/12/8:23:38:205	2,45	16,5539
74	2019/7/12/8:23:39:212	2,445	15,80559
75	2019/7/12/8:23:40:220	2,437	14,60829
76	2019/7/12/8:23:41:227	2,434	14,15931
77	2019/7/12/8:23:42:251	2,447	16,10491
78	2019/7/12/8:23:43:274	2,447	16,10491
79	2019/7/12/8:23:44:282	2,445	15,80559
80	2019/7/12/8:23:45:289	2,438	14,75796
81	2019/7/12/8:23:46:313	2,448	16,25458
82	2019/7/12/8:23:47:320	2,445	15,80559
83	2019/7/12/8:23:48:343	2,453	17,00289
84	2019/7/12/8:23:49:351	2,438	14,75796
85	2019/7/12/8:23:50:358	2,454	17,15255
86	2019/7/12/8:23:51:382	2,446	15,95525
87	2019/7/12/8:23:52:389	2,453	17,00289
88	2019/7/12/8:23:53:397	2,444	15,65593
89	2019/7/12/8:23:54:421	2,449	16,40424
90	2019/7/12/8:23:55:444	2,443	15,50627

---

---

91	2019/7/12/8:23:56:452	2,459	17,90086
92	2019/7/12/8:23:57:459	2,452	16,85322
93	2019/7/12/8:23:58:483	2,437	14,60829
94	2019/7/12/8:23:59:490	2,438	14,75796
95	2019/7/12/8:24:0:498	2,439	14,90762
96	2019/7/12/8:24:1:521	2,452	16,85322
97	2019/7/12/8:24:2:528	2,441	15,20694
98	2019/7/12/8:24:3:551	2,439	14,90762
99	2019/7/12/8:24:4:559	2,436	14,45863
100	2019/7/12/8:24:5:582	2,451	16,70356
101	2019/7/12/8:24:6:590	2,443	15,50627
102	2019/7/12/8:24:7:597	2,45	16,5539
103	2019/7/12/8:24:8:621	2,453	17,00289
104	2019/7/12/8:24:9:628	2,448	16,25458
105	2019/7/12/8:24:10:637	2,447	16,10491
106	2019/7/12/8:24:11:660	2,451	16,70356
107	2019/7/12/8:24:12:672	2,434	14,15931
108	2019/7/12/8:24:13:691	2,443	15,50627
109	2019/7/12/8:24:14:698	2,439	14,90762
110	2019/7/12/8:24:15:722	2,451	16,70356
111	2019/7/12/8:24:16:729	2,433	14,00965
112	2019/7/12/8:24:17:737	2,439	14,90762
113	2019/7/12/8:24:18:760	2,44	15,05728
114	2019/7/12/8:24:19:768	2,448	16,25458
115	2019/7/12/8:24:20:791	2,454	17,15255
116	2019/7/12/8:24:21:798	2,433	14,00965
117	2019/7/12/8:24:22:806	2,434	14,15931
118	2019/7/12/8:24:23:829	2,448	16,25458
119	2019/7/12/8:24:24:836	2,45	16,5539
120	2019/7/12/8:24:25:859	2,441	15,20694
121	2019/7/12/8:24:26:867	2,447	16,10491

---

---

122	2019/7/12/8:24:27:876	2,432	13,85998
123	2019/7/12/8:24:28:899	2,448	16,25458
124	2019/7/12/8:24:29:906	2,437	14,60829
125	2019/7/12/8:24:30:930	2,433	14,00965
126	2019/7/12/8:24:31:937	2,431	13,71032
127	2019/7/12/8:24:32:945	2,446	15,95525
128	2019/7/12/8:24:33:968	2,431	13,71032
129	2019/7/12/8:24:34:975	2,441	15,20694
130	2019/7/12/8:24:35:999	2,433	14,00965
131	2019/7/12/8:24:37:6	2,431	13,71032
132	2019/7/12/8:24:38:14	2,443	15,50627
133	2019/7/12/8:24:39:37	2,443	15,50627
134	2019/7/12/8:24:40:44	2,431	13,71032
135	2019/7/12/8:24:41:68	2,433	14,00965
136	2019/7/12/8:24:42:75	2,439	14,90762
137	2019/7/12/8:24:43:83	2,448	16,25458
138	2019/7/12/8:24:44:106	2,444	15,65593
139	2019/7/12/8:24:45:115	2,435	14,30897
140	2019/7/12/8:24:46:138	2,436	14,45863
141	2019/7/12/8:24:47:162	2,431	13,71032
142	2019/7/12/8:24:48:169	2,448	16,25458
143	2019/7/12/8:24:49:176	2,434	14,15931
144	2019/7/12/8:24:50:184	2,431	13,71032
145	2019/7/12/8:24:51:207	2,426	12,96201
146	2019/7/12/8:24:52:215	2,442	15,3566
147	2019/7/12/8:24:53:238	2,433	14,00965
148	2019/7/12/8:24:54:245	2,439	14,90762
149	2019/7/12/8:24:55:253	2,427	13,11167
150	2019/7/12/8:24:56:276	2,433	14,00965
151	2019/7/12/8:24:57:284	2,443	15,50627
152	2019/7/12/8:24:58:308	2,44	15,05728

---



---

153	2019/7/12/8:24:59:315	2,43	13,56066
154	2019/7/12/8:25:0:322	2,442	15,3566
155	2019/7/12/8:25:1:345	2,438	14,75796
156	2019/7/12/8:25:2:369	2,442	15,3566
157	2019/7/12/8:25:3:377	2,448	16,25458
158	2019/7/12/8:25:4:385	2,428	13,26134
159	2019/7/12/8:25:5:409	2,442	15,3566
160	2019/7/12/8:25:6:416	2,444	15,65593
161	2019/7/12/8:25:7:423	2,43	13,56066
162	2019/7/12/8:25:8:447	2,432	13,85998
163	2019/7/12/8:25:9:454	2,43	13,56066
164	2019/7/12/8:25:10:462	2,431	13,71032
165	2019/7/12/8:25:11:485	2,443	15,50627
166	2019/7/12/8:25:12:508	2,435	14,30897
167	2019/7/12/8:25:13:516	2,441	15,20694
168	2019/7/12/8:25:14:523	2,425	12,81235
169	2019/7/12/8:25:15:531	2,444	15,65593
170	2019/7/12/8:25:16:554	2,432	13,85998
171	2019/7/12/8:25:17:561	2,437	14,60829
172	2019/7/12/8:25:18:585	2,429	13,411
173	2019/7/12/8:25:19:592	2,443	15,50627
174	2019/7/12/8:25:20:601	2,44	15,05728
175	2019/7/12/8:25:21:625	2,441	15,20694
176	2019/7/12/8:25:22:648	2,432	13,85998
177	2019/7/12/8:25:23:655	2,426	12,96201
178	2019/7/12/8:25:24:678	2,436	14,45863
179	2019/7/12/8:25:25:686	2,427	13,11167
180	2019/7/12/8:25:26:693	2,422	12,36336
181	2019/7/12/8:25:27:701	2,427	13,11167
182	2019/7/12/8:25:28:724	2,429	13,411
183	2019/7/12/8:25:29:731	2,438	14,75796

---

---

184	2019/7/12/8:25:30:755	2,439	14,90762
185	2019/7/12/8:25:31:763	2,428	13,26134
186	2019/7/12/8:25:32:770	2,427	13,11167
187	2019/7/12/8:25:33:794	2,44	15,05728
188	2019/7/12/8:25:34:817	2,442	15,3566
189	2019/7/12/8:25:35:824	2,433	14,00965
190	2019/7/12/8:25:36:832	2,434	14,15931
191	2019/7/12/8:25:37:840	2,425	12,81235
192	2019/7/12/8:25:38:863	2,444	15,65593
193	2019/7/12/8:25:39:871	2,435	14,30897
194	2019/7/12/8:25:40:894	2,436	14,45863
195	2019/7/12/8:25:41:902	2,428	13,26134
196	2019/7/12/8:25:42:925	2,448	16,25458
197	2019/7/12/8:25:43:933	2,437	14,60829
198	2019/7/12/8:25:44:956	2,436	14,45863
199	2019/7/12/8:25:45:963	2,426	12,96201
200	2019/7/12/8:25:46:971	2,431	13,71032
201	2019/7/12/8:25:47:978	2,442	15,3566
202	2019/7/12/8:25:49:2	2,437	14,60829
203	2019/7/12/8:25:50:25	2,442	15,3566
204	2019/7/12/8:25:51:33	2,435	14,30897
205	2019/7/12/8:25:52:40	2,445	15,80559
206	2019/7/12/8:25:53:63	2,439	14,90762
207	2019/7/12/8:25:54:71	2,443	15,50627
208	2019/7/12/8:25:55:79	2,441	15,20694
209	2019/7/12/8:25:56:103	2,442	15,3566
210	2019/7/12/8:25:57:110	2,428	13,26134
211	2019/7/12/8:25:58:134	2,447	16,10491
212	2019/7/12/8:25:59:141	2,431	13,71032
213	2019/7/12/8:26:0:164	2,432	13,85998
214	2019/7/12/8:26:1:172	2,429	13,411

---

---

215	2019/7/12/8:26:2:179	2,446	15,95525
216	2019/7/12/8:26:3:203	2,433	14,00965
217	2019/7/12/8:26:4:210	2,436	14,45863
218	2019/7/12/8:26:5:233	2,43	13,56066
219	2019/7/12/8:26:6:241	2,441	15,20694
220	2019/7/12/8:26:7:248	2,442	15,3566
221	2019/7/12/8:26:8:272	2,437	14,60829
222	2019/7/12/8:26:9:279	2,433	14,00965
223	2019/7/12/8:26:10:303	2,44	15,05728
224	2019/7/12/8:26:11:310	2,447	16,10491
225	2019/7/12/8:26:12:317	2,438	14,75796
226	2019/7/12/8:26:13:342	2,44	15,05728
227	2019/7/12/8:26:14:349	2,433	14,00965
228	2019/7/12/8:26:15:373	2,443	15,50627
229	2019/7/12/8:26:16:380	2,436	14,45863
230	2019/7/12/8:26:17:387	2,447	16,10491
231	2019/7/12/8:26:18:411	2,429	13,411
232	2019/7/12/8:26:19:418	2,444	15,65593
233	2019/7/12/8:26:20:442	2,431	13,71032
234	2019/7/12/8:26:21:449	2,443	15,50627
235	2019/7/12/8:26:22:456	2,429	13,411
236	2019/7/12/8:26:23:480	2,437	14,60829
237	2019/7/12/8:26:24:487	2,439	14,90762
238	2019/7/12/8:26:25:511	2,443	15,50627
239	2019/7/12/8:26:26:518	2,443	15,50627
240	2019/7/12/8:26:27:526	2,433	14,00965
241	2019/7/12/8:26:28:549	2,439	14,90762
242	2019/7/12/8:26:29:557	2,441	15,20694
243	2019/7/12/8:26:30:581	2,446	15,95525
244	2019/7/12/8:26:31:588	2,437	14,60829
245	2019/7/12/8:26:32:612	2,432	13,85998

---

---

246	2019/7/12/8:26:33:619	2,428	13,26134
247	2019/7/12/8:26:34:627	2,442	15,3566
248	2019/7/12/8:26:35:650	2,434	14,15931
249	2019/7/12/8:26:36:658	2,44	15,05728
250	2019/7/12/8:26:37:681	2,431	13,71032
251	2019/7/12/8:26:38:688	2,443	15,50627
252	2019/7/12/8:26:39:696	2,435	14,30897
253	2019/7/12/8:26:40:719	2,441	15,20694
254	2019/7/12/8:26:41:743	2,425	12,81235
255	2019/7/12/8:26:42:750	2,433	14,00965
256	2019/7/12/8:26:43:758	2,439	14,90762
257	2019/7/12/8:26:44:765	2,447	16,10491
258	2019/7/12/8:26:45:789	2,435	14,30897
259	2019/7/12/8:26:46:812	2,44	15,05728
260	2019/7/12/8:26:47:820	2,437	14,60829
261	2019/7/12/8:26:48:828	2,447	16,10491
262	2019/7/12/8:26:49:836	2,443	15,50627
263	2019/7/12/8:26:50:859	2,439	14,90762
264	2019/7/12/8:26:51:882	2,43	13,56066
265	2019/7/12/8:26:52:890	2,443	15,50627
266	2019/7/12/8:26:53:897	2,437	14,60829
267	2019/7/12/8:26:54:905	2,436	14,45863
268	2019/7/12/8:26:55:928	2,428	13,26134
269	2019/7/12/8:26:56:935	2,424	12,66269
270	2019/7/12/8:26:57:959	2,447	16,10491
271	2019/7/12/8:26:58:966	2,439	14,90762
272	2019/7/12/8:26:59:990	2,444	15,65593
273	2019/7/12/8:27:0:997	2,432	13,85998
274	2019/7/12/8:27:2:4	2,443	15,50627
275	2019/7/12/8:27:3:28	2,438	14,75796
276	2019/7/12/8:27:4:51	2,442	15,3566

---

---

277	2019/7/12/8:27:5:60	2,428	13,26134
278	2019/7/12/8:27:6:68	2,436	14,45863
279	2019/7/12/8:27:7:75	2,431	13,71032
280	2019/7/12/8:27:8:98	2,443	15,50627
281	2019/7/12/8:27:9:122	2,429	13,411
282	2019/7/12/8:27:10:129	2,435	14,30897
283	2019/7/12/8:27:11:137	2,432	13,85998
284	2019/7/12/8:27:12:160	2,428	13,26134
285	2019/7/12/8:27:13:168	2,45	16,5539
286	2019/7/12/8:27:14:175	2,439	14,90762
287	2019/7/12/8:27:15:183	2,429	13,411
288	2019/7/12/8:27:16:206	2,441	15,20694
289	2019/7/12/8:27:17:213	2,443	15,50627
290	2019/7/12/8:27:18:237	2,438	14,75796
291	2019/7/12/8:27:19:244	2,442	15,3566
292	2019/7/12/8:27:20:268	2,43	13,56066
293	2019/7/12/8:27:21:275	2,441	15,20694
294	2019/7/12/8:27:22:283	2,44	15,05728
295	2019/7/12/8:27:23:307	2,433	14,00965
296	2019/7/12/8:27:24:315	2,432	13,85998
297	2019/7/12/8:27:25:338	2,44	15,05728
298	2019/7/12/8:27:26:345	2,432	13,85998
299	2019/7/12/8:27:27:353	2,444	15,65593
300	2019/7/12/8:27:28:376	2,431	13,71032
301	2019/7/12/8:27:29:400	2,438	14,75796
302	2019/7/12/8:27:30:407	2,431	13,71032
303	2019/7/12/8:27:31:415	2,446	15,95525
304	2019/7/12/8:27:32:422	2,432	13,85998
305	2019/7/12/8:27:33:446	2,442	15,3566
306	2019/7/12/8:27:34:469	2,433	14,00965
307	2019/7/12/8:27:35:477	2,449	16,40424

---

---

308	2019/7/12/8:27:36:484	2,444	15,65593
309	2019/7/12/8:27:37:492	2,437	14,60829
310	2019/7/12/8:27:38:515	2,435	14,30897
311	2019/7/12/8:27:39:538	2,431	13,71032
312	2019/7/12/8:27:40:546	2,44	15,05728
313	2019/7/12/8:27:41:554	2,432	13,85998
314	2019/7/12/8:27:42:577	2,432	13,85998
315	2019/7/12/8:27:43:585	2,429	13,411
316	2019/7/12/8:27:44:608	2,438	14,75796
317	2019/7/12/8:27:45:616	2,442	15,3566
318	2019/7/12/8:27:46:623	2,443	15,50627
319	2019/7/12/8:27:47:647	2,436	14,45863
320	2019/7/12/8:27:48:654	2,434	14,15931
321	2019/7/12/8:27:49:678	2,439	14,90762
322	2019/7/12/8:27:50:685	2,452	16,85322
323	2019/7/12/8:27:51:693	2,439	14,90762
324	2019/7/12/8:27:52:716	2,441	15,20694
325	2019/7/12/8:27:53:723	2,431	13,71032
326	2019/7/12/8:27:54:747	2,447	16,10491
327	2019/7/12/8:27:55:754	2,44	15,05728
328	2019/7/12/8:27:56:761	2,443	15,50627
329	2019/7/12/8:27:57:786	2,43	13,56066
330	2019/7/12/8:27:58:793	2,443	15,50627
331	2019/7/12/8:27:59:801	2,436	14,45863
332	2019/7/12/8:28:0:825	2,441	15,20694
333	2019/7/12/8:28:1:832	2,425	12,81235
334	2019/7/12/8:28:2:855	2,435	14,30897
335	2019/7/12/8:28:3:863	2,441	15,20694
336	2019/7/12/8:28:4:886	2,439	14,90762
337	2019/7/12/8:28:5:894	2,448	16,25458
338	2019/7/12/8:28:6:901	2,434	14,15931

---

---

339	2019/7/12/8:28:7:925	2,443	15,50627
340	2019/7/12/8:28:8:932	2,443	15,50627
341	2019/7/12/8:28:9:955	2,446	15,95525
342	2019/7/12/8:28:10:963	2,443	15,50627
343	2019/7/12/8:28:11:971	2,435	14,30897
344	2019/7/12/8:28:12:994	2,427	13,11167
345	2019/7/12/8:28:14:1	2,445	15,80559
346	2019/7/12/8:28:15:26	2,435	14,30897
347	2019/7/12/8:28:16:33	2,436	14,45863
348	2019/7/12/8:28:17:56	2,429	13,411
349	2019/7/12/8:28:18:64	2,443	15,50627
350	2019/7/12/8:28:19:71	2,433	14,00965
351	2019/7/12/8:28:20:95	2,44	15,05728
352	2019/7/12/8:28:21:102	2,431	13,71032
353	2019/7/12/8:28:22:126	2,444	15,65593
354	2019/7/12/8:28:23:133	2,437	14,60829
355	2019/7/12/8:28:24:141	2,439	14,90762
356	2019/7/12/8:28:25:164	2,431	13,71032
357	2019/7/12/8:28:26:188	2,443	15,50627
358	2019/7/12/8:28:27:195	2,436	14,45863
359	2019/7/12/8:28:28:202	2,443	15,50627
360	2019/7/12/8:28:29:210	2,447	16,10491
361	2019/7/12/8:28:30:233	2,436	14,45863
362	2019/7/12/8:28:31:241	2,432	13,85998
363	2019/7/12/8:28:32:264	2,428	13,26134
364	2019/7/12/8:28:33:273	2,442	15,3566
365	2019/7/12/8:28:34:280	2,437	14,60829
366	2019/7/12/8:28:35:304	2,43	13,56066
367	2019/7/12/8:28:36:311	2,431	13,71032
368	2019/7/12/8:28:37:334	2,444	15,65593
369	2019/7/12/8:28:38:342	2,435	14,30897

---

---

370	2019/7/12/8:28:39:349	2,443	15,50627
371	2019/7/12/8:28:40:373	2,445	15,80559
372	2019/7/12/8:28:41:380	2,441	15,20694
373	2019/7/12/8:28:42:403	2,438	14,75796
374	2019/7/12/8:28:43:411	2,441	15,20694
375	2019/7/12/8:28:44:419	2,425	12,81235
376	2019/7/12/8:28:45:442	2,441	15,20694
377	2019/7/12/8:28:46:449	2,43	13,56066
378	2019/7/12/8:28:47:473	2,442	15,3566
379	2019/7/12/8:28:48:480	2,424	12,66269
380	2019/7/12/8:28:49:488	2,429	13,411
381	2019/7/12/8:28:50:512	2,429	13,411
382	2019/7/12/8:28:51:520	2,437	14,60829
383	2019/7/12/8:28:52:543	2,443	15,50627
384	2019/7/12/8:28:53:550	2,429	13,411
385	2019/7/12/8:28:54:558	2,421	12,2137
386	2019/7/12/8:28:55:581	2,442	15,3566
387	2019/7/12/8:28:56:589	2,44	15,05728
388	2019/7/12/8:28:57:612	2,436	14,45863
389	2019/7/12/8:28:58:636	2,439	14,90762
390	2019/7/12/8:28:59:643	2,429	13,411
391	2019/7/12/8:29:0:651	2,444	15,65593
392	2019/7/12/8:29:1:658	2,442	15,3566
393	2019/7/12/8:29:2:682	2,429	13,411
394	2019/7/12/8:29:3:689	2,425	12,81235
395	2019/7/12/8:29:4:697	2,438	14,75796
396	2019/7/12/8:29:5:720	2,433	14,00965
397	2019/7/12/8:29:6:727	2,438	14,75796
398	2019/7/12/8:29:7:752	2,425	12,81235
399	2019/7/12/8:29:8:759	2,434	14,15931
400	2019/7/12/8:29:9:783	2,434	14,15931

---



---

401	2019/7/12/8:29:10:790	2,441	15,20694
402	2019/7/12/8:29:11:798	2,428	13,26134
403	2019/7/12/8:29:12:821	2,436	14,45863
404	2019/7/12/8:29:13:829	2,432	13,85998
405	2019/7/12/8:29:14:852	2,448	16,25458
406	2019/7/12/8:29:15:859	2,438	14,75796
407	2019/7/12/8:29:16:867	2,436	14,45863
408	2019/7/12/8:29:17:890	2,429	13,411
409	2019/7/12/8:29:18:898	2,428	13,26134
410	2019/7/12/8:29:19:921	2,437	14,60829
411	2019/7/12/8:29:20:929	2,429	13,411
412	2019/7/12/8:29:21:936	2,431	13,71032
413	2019/7/12/8:29:22:960	2,427	13,11167
414	2019/7/12/8:29:23:983	2,438	14,75796
415	2019/7/12/8:29:24:991	2,432	13,85998
416	2019/7/12/8:29:25:999	2,439	14,90762
417	2019/7/12/8:29:27:6	2,422	12,36336
418	2019/7/12/8:29:28:30	2,437	14,60829
419	2019/7/12/8:29:29:53	2,436	14,45863
420	2019/7/12/8:29:30:61	2,437	14,60829
421	2019/7/12/8:29:31:68	2,434	14,15931
422	2019/7/12/8:29:32:76	2,439	14,90762
423	2019/7/12/8:29:33:99	2,433	14,00965
424	2019/7/12/8:29:34:107	2,443	15,50627
425	2019/7/12/8:29:35:130	2,435	14,30897
426	2019/7/12/8:29:36:138	2,428	13,26134
427	2019/7/12/8:29:37:145	2,427	13,11167
428	2019/7/12/8:29:38:169	2,444	15,65593
429	2019/7/12/8:29:39:192	2,431	13,71032
430	2019/7/12/8:29:40:200	2,434	14,15931
431	2019/7/12/8:29:41:207	2,431	13,71032

---

---

432	2019/7/12/8:29:42:214	2,427	13,11167
433	2019/7/12/8:29:43:239	2,441	15,20694
434	2019/7/12/8:29:44:246	2,433	14,00965
435	2019/7/12/8:29:45:270	2,439	14,90762
436	2019/7/12/8:29:46:277	2,429	13,411
437	2019/7/12/8:29:47:285	2,444	15,65593
438	2019/7/12/8:29:48:308	2,437	14,60829
439	2019/7/12/8:29:49:316	2,439	14,90762
440	2019/7/12/8:29:50:339	2,424	12,66269
441	2019/7/12/8:29:51:362	2,435	14,30897
442	2019/7/12/8:29:52:370	2,428	13,26134
443	2019/7/12/8:29:53:377	2,445	15,80559
444	2019/7/12/8:29:54:385	2,425	12,81235
445	2019/7/12/8:29:55:408	2,43	13,56066
446	2019/7/12/8:29:56:416	2,431	13,71032
447	2019/7/12/8:29:57:439	2,429	13,411
448	2019/7/12/8:29:58:446	2,426	12,96201
449	2019/7/12/8:29:59:454	2,434	14,15931
450	2019/7/12/8:30:0:479	2,43	13,56066
451	2019/7/12/8:30:1:486	2,437	14,60829
452	2019/7/12/8:30:2:509	2,437	14,60829
453	2019/7/12/8:30:3:517	2,432	13,85998
454	2019/7/12/8:30:4:524	2,427	13,11167
455	2019/7/12/8:30:5:548	2,44	15,05728
456	2019/7/12/8:30:6:571	2,442	15,3566
457	2019/7/12/8:30:7:578	2,433	14,00965
458	2019/7/12/8:30:8:586	2,43	13,56066
459	2019/7/12/8:30:9:593	2,429	13,411
460	2019/7/12/8:30:10:617	2,434	14,15931
461	2019/7/12/8:30:11:624	2,425	12,81235
462	2019/7/12/8:30:12:648	2,442	15,3566

---

---

463	2019/7/12/8:30:13:655	2,43	13,56066
464	2019/7/12/8:30:14:662	2,438	14,75796
465	2019/7/12/8:30:15:686	2,425	12,81235
466	2019/7/12/8:30:16:709	2,439	14,90762
467	2019/7/12/8:30:17:718	2,421	12,2137
468	2019/7/12/8:30:18:725	2,434	14,15931
469	2019/7/12/8:30:19:748	2,431	13,71032
470	2019/7/12/8:30:20:756	2,443	15,50627
471	2019/7/12/8:30:21:779	2,431	13,71032
472	2019/7/12/8:30:22:787	2,438	14,75796
473	2019/7/12/8:30:23:794	2,426	12,96201
474	2019/7/12/8:30:24:818	2,438	14,75796
475	2019/7/12/8:30:25:825	2,438	14,75796
476	2019/7/12/8:30:26:833	2,427	13,11167
477	2019/7/12/8:30:27:861	2,429	13,411
478	2019/7/12/8:30:28:864	2,424	12,66269
479	2019/7/12/8:30:29:871	2,434	14,15931
480	2019/7/12/8:30:30:895	2,434	14,15931
481	2019/7/12/8:30:31:918	2,425	12,81235
482	2019/7/12/8:30:32:926	2,425	12,81235
483	2019/7/12/8:30:33:933	2,429	13,411
484	2019/7/12/8:30:34:957	2,435	14,30897
485	2019/7/12/8:30:35:965	2,438	14,75796
486	2019/7/12/8:30:36:988	2,427	13,11167
487	2019/7/12/8:30:37:996	2,435	14,30897
488	2019/7/12/8:30:39:3	2,424	12,66269
489	2019/7/12/8:30:40:27	2,441	15,20694
490	2019/7/12/8:30:41:34	2,433	14,00965
491	2019/7/12/8:30:42:58	2,434	14,15931
492	2019/7/12/8:30:43:65	2,43	13,56066
493	2019/7/12/8:30:44:72	2,439	14,90762

---

---

494	2019/7/12/8:30:45:96	2,434	14,15931
495	2019/7/12/8:30:46:103	2,433	14,00965
496	2019/7/12/8:30:47:111	2,429	13,411
497	2019/7/12/8:30:48:134	2,428	13,26134
498	2019/7/12/8:30:49:141	2,436	14,45863
499	2019/7/12/8:30:50:165	2,433	14,00965
500	2019/7/12/8:30:51:172	2,425	12,81235
501	2019/7/12/8:30:52:180	2,431	13,71032
502	2019/7/12/8:30:53:204	2,432	13,85998
503	2019/7/12/8:30:54:228	2,434	14,15931
504	2019/7/12/8:30:55:235	2,438	14,75796
505	2019/7/12/8:30:56:242	2,432	13,85998
506	2019/7/12/8:30:57:266	2,432	13,85998
507	2019/7/12/8:30:58:273	2,437	14,60829
508	2019/7/12/8:30:59:281	2,441	15,20694
509	2019/7/12/8:31:0:304	2,425	12,81235
510	2019/7/12/8:31:1:312	2,43	13,56066
511	2019/7/12/8:31:2:335	2,424	12,66269
512	2019/7/12/8:31:3:342	2,438	14,75796
513	2019/7/12/8:31:4:366	2,431	13,71032
514	2019/7/12/8:31:5:373	2,434	14,15931
515	2019/7/12/8:31:6:381	2,421	12,2137
516	2019/7/12/8:31:7:404	2,435	14,30897
517	2019/7/12/8:31:8:411	2,426	12,96201
518	2019/7/12/8:31:9:435	2,432	13,85998
519	2019/7/12/8:31:10:443	2,425	12,81235
520	2019/7/12/8:31:11:451	2,439	14,90762
521	2019/7/12/8:31:12:474	2,432	13,85998
522	2019/7/12/8:31:13:482	2,435	14,30897
523	2019/7/12/8:31:14:505	2,439	14,90762
524	2019/7/12/8:31:15:513	2,426	12,96201

---

---

525	2019/7/12/8:31:16:520	2,429	13,411
526	2019/7/12/8:31:17:545	2,441	15,20694
527	2019/7/12/8:31:18:551	2,425	12,81235
528	2019/7/12/8:31:19:575	2,427	13,11167
529	2019/7/12/8:31:20:582	2,428	13,26134
530	2019/7/12/8:31:21:589	2,425	12,81235
531	2019/7/12/8:31:22:613	2,44	15,05728
532	2019/7/12/8:31:23:620	2,432	13,85998
533	2019/7/12/8:31:24:644	2,433	14,00965
534	2019/7/12/8:31:25:651	2,437	14,60829
535	2019/7/12/8:31:26:658	2,437	14,60829
536	2019/7/12/8:31:27:683	2,43	13,56066
537	2019/7/12/8:31:28:690	2,433	14,00965
538	2019/7/12/8:31:29:714	2,431	13,71032
539	2019/7/12/8:31:30:721	2,436	14,45863

---

