



**PENGARUH VARIASI JARAK, WAKTU, DAN TEKANAN TERHADAP  
KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES SANDBLASTING DENGAN  
METODE REGRESI LINEAR**

**SKRIPSI**

Oleh

**Fido Sila Widana  
NIM 131910101089**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**PENGARUH VARIASI JARAK, WAKTU, DAN TEKANAN TERHADAP  
KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES SANDBLASTING DENGAN  
METODE REGRESI LINEAR**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Fido Sila Widana  
NIM 131910101089**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Akhirnya dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih dan penyayang, karya ini dipersembahkan sebagai wujud terima kasih bakti kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda Siswanto dan Ibunda Lismiyatun yang telah mendoakan, memberikan kasih sayang dan dukungan serta pengorbanan yang teramat besar yang tak mungkin bisa dibalas dengan apapun.
2. Adik Valuena Maya Rizka yang telah memberi berbagai bantuan, motivasi, dan do'a.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi, yang sudah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

**MOTTO**

“Sukses adalah berani bertindak dan punya prinsip. Rahasia keberhasilan adalah kerja keras dan belajar dari kegagalan”

(anonym)

Tiap-tiap umat mempunyai batas waktu, maka apa bila telah datang waktunya mereka tidak dapat mengundurkannya barang siapa sesaatpun dan tidak dapat (pula) memajukannya”

(Terjemah Surah Ar-‘A’raf ayat 34)

*“Do not put off doing a job because nobody knows whether we can meet tomorrow or not”*

“Jangan menunda-nunda untuk melakukan suatu pekerjaan karena tidak ada yang tau apakah kitadapat bertemu hari esok atau tidak”

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fido Sila Widana

NIM : 131910101089

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Jarak, Waktu, dan Tekanan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses *Sandblasting* dengan Metode Regresi Linear” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juli 2018

Yang menyatakan,

(Fido Sila Widana)

NIM 131910101089

**SKRIPSI**

**Pengaruh Variasi Jarak, Waktu, dan Tekanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses *Sandblasting* dengan Metode Regresi Linear**

Oleh

Fido Sila Widana  
NIM 131910101089

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Ahmad Syuhri , M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Jarak, Waktu, dan Tekanan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses *Sandblasting* dengan Metode Regresi Linear” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 27 Juli 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji:**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.  
NIP. 19670123 199702 1 001

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.  
NIP. 19680617 1995011 001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Hari Arbiantara Basuki S.T.,M.T.  
NIP. 19670924 1994121 001

Dr. Gaguk Jatisukamto S.T.,M.T.  
NIP. 19690209 1998021 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP. 19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**Pengaruh Jarak, Waktu, dan Tekanan Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses *Sandblasting* Dengan Metode Regresi Linear**, Fido Sila Widana, 13191010189; 2018: 74 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

PT. Bromo Steel Indonesia adalah salah satu perusahaan kontraktor di Indonesia yang memproduksi berbagai macam kebutuhan pada industri. Suatu perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur pasti membutuhkan proses *finishing* guna untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pembuatan produk. Pemilihan mesin dan alat yang sesuai dapat membantu kemudahan, keringanan biaya, serta kecepatan dalam proses pengerjaan. Pada proses *finishing*, benda kerja umumnya sudah terbentuk sesuai ukurannya, dan dalam proses *finishing* tidak boleh merubah bentuk dasar benda kerja. Proses *sandblasting* sangat sesuai, karena benda kerja dengan ukuran yang besar dan rumit seperti chasis, bagian dinding kapal, rangka jembatan, pesawat, mobil dan gerbong kereta akan menjadi mudah dan cepat.

Standart kekasaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30  $\mu\text{m}$  – 85  $\mu\text{m}$ . Pada penelitian ini, variasi yang digunakan yaitu jarak 400 mm, 450 mm, 500 mm dengan waktu 4 detik, 8 detik, 12 detik dan tekanan 3 bar, 4 bar, 5 bar. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode regresi linear untuk mengetahui hubungan linear variabel respon dan variabel bebas sehingga dapat mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses *sandblasting*. Material yang diuji adalah pelat baja SS400 dengan partikel abrasif pasir silika.

Dari variabel jarak penyemprotan, waktu penyemprotan dan tekanan penyemprotan dalam penelitian ini yang paling berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan adalah waktu penyemprotan, hal ini mengacu pada uji statistik yang telah di lakukan. Nilai kekasaran paling tinggi yaitu pada variabel jarak penyemprotan 400 mm, waktu penyemprotan 12 detik, dan tekanan



penyemprotan 5 bar dengan nilai kekasaran sebesar 92,77  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai kekasaran paling rendah yaitu pada variabel jarak penyemprotan 500 mm, waktu penyemprotan 4 detik, dan tekanan penyemprotan 3 bar dengan menghasilkan kekasaran permukaan 50,19  $\mu\text{m}$ .

Kekasaran optimum yang dituju adalah kekasaran minimum pada *range* 30  $\mu\text{m}$  – 85  $\mu\text{m}$ . Dari percobaan yang telah dilakukan maka di dapatkan hasil kekasaran permukaan yang paling mendekati 30  $\mu\text{m}$  dan kebersihannya mencapai SA 3, yaitu pada variabel jarak penyemprotan 500 mm, waktu penyemprotan 8 detik, dan tekanan penyemprotan 4 bar dengan menghasilkan kekasaran permukaan 60,07  $\mu\text{m}$ .

## SUMMARY

**Influence of Distance, Time, and Pressure to Surface Roughness in Sandblasting Process With Linear Regression Method**, Fido Sila Widana, 13191010189; 2018: 74 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

PT. Bromo Steel Indonesia is one contractor company in Indonesia that produces various needs in industry. A company engaged in the manufacturing industry would require a finishing process in order to obtain maximum results in the manufacture of products. Selection of appropriate machines and tools can help ease, cost relief, and speed in the process of workmanship. In the finishing process, the workpiece is generally already formed according to its size, and in the finishing process should not change the basic shape of the workpiece. The sandblasting process is very appropriate, since large and complex workpieces such as chassis, ship wall sections, bridge frames, planes, cars and train cars will be easy and fast.

The roughness standard used in this study is  $30\ \mu\text{m} - 85\ \mu\text{m}$ . In this study, the variations used were 400 mm, 450 mm, 500 mm with 4 seconds, 8 seconds, 12 seconds and pressure 3 bars, 4 bars, 5 bars. The research method used is linear regression method to find out the linear relationship of response variable and independent variable so it can know paramete-parameter that influence to sandblasting process. The material tested was SS400 steel with silica sand abrasive particles.

From the spraying distance variables, the spraying time and the spraying pressure in this study most influential to the surface roughness rate is the time of shooting, this refers to the statistical test that has been done. The highest roughness values were on the 400 mm shooting range variations, the spraying time of 12 seconds, and the spraying pressure of 5 bar with a roughness value of  $92.77\ \mu\text{m}$ . The lowest roughness values were spacing distance of 500 mm, 4 second spraying time, and 3 bar spraying pressure with surface roughness  $50,19\ \mu\text{m}$ .

The optimum roughness of the researcher is the minimum roughness in the range of 30  $\mu\text{m}$  - 85  $\mu\text{m}$ . From the experiment, the result of surface roughness is closest to 30  $\mu\text{m}$  and the cleanliness reaches SA 3, that is, the variable shooting range is 500 mm, the firing time is 8 seconds, and the firing pressure is 4 bar with yield of surface roughness 60,07  $\mu\text{m}$ .



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Jarak, Waktu, dan Tekanan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses *Sandblasting* dengan Metode Regresi Linear”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam 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. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, karunia dan hidayah-Nya dan semoga sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW.
2. Orang tua tercinta, Ayahanda Siswanto dan Ibunda Lismiyatun yang tak pernah lelah memberikan semangat, do'a, dukungan moral dan materi serta kasih sayang yang tak terhingga kepada saya.
3. Dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., dan Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc. yang telah banyak memberikan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Hari Arbiantara Basuki S.T.,M.T. dan Bapak Dr. Gaguk Jatisukanto S.T.,M.T. selaku dosen penguji yang tak pernah lelah memberikan kritik dan saran sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan banyak ilmu kepada saya. Semoga ilmu yang Bapak/Ibu berikan bermanfaat dan barokah untuk saya serta pribadi masing-masing sehingga menjadi amalan baik untuk Bapak/Ibu kelak.

6. Tim skripsi *Sandblasting* (Arif Bigwanto dan Sugiantoro) yang banyak memberikan bantuan dan masukan dalam penulisan serta penyusunan skripsi ini.
7. Adik saya Valuena Maya Riska yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan dalam skripsi ini.
8. Teman dekat saya Intan Pujowati yang selalu memberikan semangat, do'a dan dukungan dalam pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.
9. Teman-temanku Teknik Mesin Angkatan 2013 dan teman-teman kost yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, bantuan dan do'a kepada saya dalam pengerjaan skripsi serta penelitian.
10. Teman-teman seperjuangan saya mulai dari maba (Dicki Yulian W, Arief Bigwanto, Arif Setia Pamuji, Agung Budi Cahyono, dan Novi Nur Hamimah) yang selalu memberikan motivasi dan dukungan atas tercapainya skripsi ini.
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik dalam penelitian dan pengerjaan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Terima kasih atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, semoga mendapat balasan yang lebih baik dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya civitas akademisi di lingkungan Universitas Jember tercinta.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

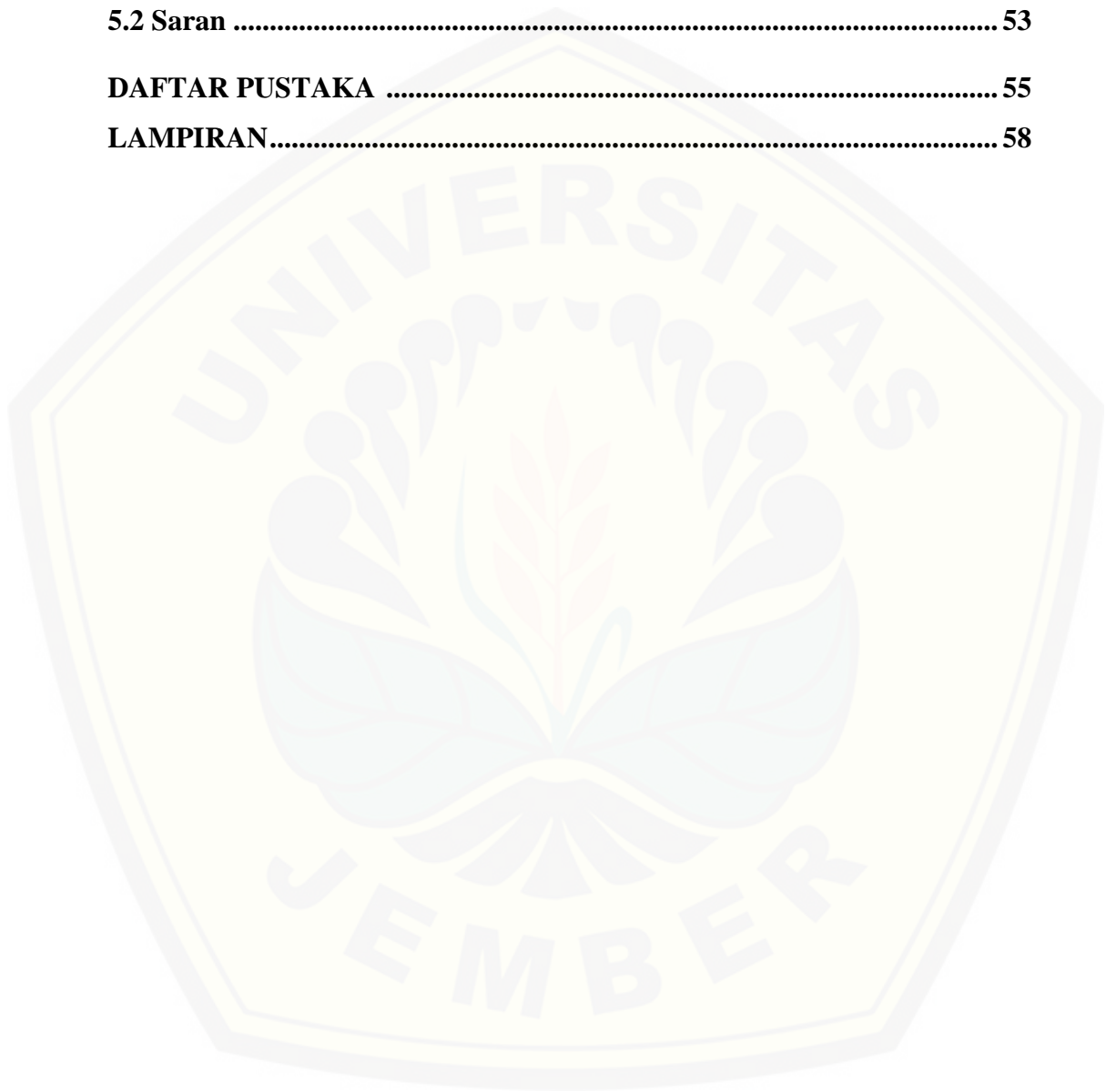
HALAMAN JUDUL .....	I
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN.....	v
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian Umum <i>Sand Blasting</i> .....	5
2.2 Komponen Utama <i>Sand Blasting</i> .....	6
2.3 Bahan <i>Abrasive</i> .....	8
2.4 Baja SS400 .....	10
2.5 Kekasaran Permukaan .....	11
2.6 Standart Kebersihan Permukaan.....	12
2.7 Uji Kecukupan Data .....	14
2.8 Metode Pengolahan Data.....	15
2.8.1 Metode Penyelesaian .....	15



2.8.2 Regresi Linear Berganda .....	16
2.8.3 Uji regresi .....	22
<b>2.9 Hipotesa.....</b>	<b>25</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2Alat dan Bahan.....</b>	<b>26</b>
3.2.1 Alat .....	26
3.2.2 Bahan .....	30
<b>3.3 Pelaksanaan Percobaan .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4 Variabel Pengukur .....</b>	<b>32</b>
3.4.1 Variabel Bebas .....	32
3.4.2 Variabel Terikat .....	33
<b>3.5 Data Percobaan .....</b>	<b>34</b>
<b>3.6 Pengambilan Data .....</b>	<b>35</b>
<b>3.7 Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>36</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Hasil Pembuatan Alat Bantu .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Data dan Hasil Percobaan .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Uji Kecukupan Data .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4 Uji Asumsi Klasik.....</b>	<b>39</b>
4.4.1 Uji Normalitas .....	39
4.4.2 Uji Homogenitas .....	41
4.4.3 Uji Multikolinearitas.....	42
4.4.4 Uji Autokorelasi.....	43
4.4.5 Uji Linearitas .....	43
<b>4.5 Analisis Uji Regresi Linear Berganda.....</b>	<b>45</b>
4.5.1 Analisis Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) .....	46
4.5.2 Pengujian Hipotesis .....	46
<b>4.6 Pembahasan .....</b>	<b>48</b>
<b>4.7 Perbandingan Hasil Standar Perusahaan dengan <i>Setting</i></b>	



<b>Percobaan .....</b>	<b>52</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>53</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Proses <i>Sandblasting</i> .....	5
Gambar 2.2 Skematik Proses <i>Sandblasting</i> .....	6
Gambar 2.3 Kompresor <i>Sandblasting</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Sandpot</i> .....	7
Gambar 2.5 <i>Nozzle Sandblasting</i> .....	8
Gambar 2.6 Posisi Profil Kekasaran Panjang Satu Sampel .....	11
Gambar 2.7 Kebersihan Permukaan SA 1 .....	13
Gambar 2.8 Kebersihan Permukaan SA 2 .....	13
Gambar 2.9 Kebersihan Permukaan SA 2,5 .....	14
Gambar 2.10 Kebersihan Permukaan SA 3 .....	14
Gambar 2.11 Pengambilan Keputusan Uji Auto Korelasi DW.....	21
Gambar 3.1 Alat bantu <i>Sand Blasting</i> .....	27
Gambar 3.2 <i>Surface Roughness Tester 220</i> .....	29
Gambar 3.3 Dimensi Spesimen Pelat SS400 .....	31
Gambar 3.4 Pasir Silika.....	31
Gambar 3.5 Area Pengambilan Data Nilai Kekasaran Permukaan.....	35
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 4.1 Alat Bantu <i>Sandblasting</i> dan Dimensinya.....	37
Gambar 4.2 Grafik P-P Regresion Standardizer Residual .....	41
Gambar 4.3 Grafik Uji Linearitas .....	44
Gambar 4.4 Pengaruh Jarak Penyemprotan Terhadap Kekasaran Permukaan	48
Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Penyemprotan Terhadap Kekasaran Permukaan	49
Gambar 4.6 Pengaruh Tekanan Penyemprotan Terhadap Kekasaran Permukaan	50
Gambar 4.7 Pengaruh jarak Penyemprotan, Waktu Penyemprotan dan Tekanan Penyemprotan Terhadap Kekasaran Permukaan.....	51

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 <i>Typical Profiles of Various Abrasive</i> .....	9
Tabel 2.2 Sifat Fisik Pasir Silika.....	9
Tabel 2.3 <i>Chemical Composition of Silica Sand</i> .....	10
Tabel 2.4 Komposisi Kimia SS400 .....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor .....	26
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Sandpot</i> .....	27
Tabel 3.3 Spesifikasi alat uji kekasaran .....	30
Tabel 3.4 Variabel Bebas dan Level .....	33
Tabel 3.5 Data Percobaan Penelitian .....	34
Tabel 4.1 Hasil pengukuran kekasaran permukaan pada proses <i>sandblasting</i>	38
Tabel 4.2 perbandingan hasil setting perusahaan dengan setting percobaan ..	52

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era global ini, perkembangan dunia teknologi maupun industri semakin pesat begitupun dengan industri manufaktur di Indonesia yang juga semakin maju dan berkembang mengikuti pergerakan industri dunia. PT. Bromo Steel Indonesia adalah salah satu perusahaan kontraktor di Indonesia yang memproduksi berbagai macam kebutuhan pada industri. Suatu perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur pasti membutuhkan proses *finishing* guna untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pembuatan produk. Pemilihan mesin dan alat yang sesuai dapat membantu kemudahan, keringanan biaya, serta kecepatan dalam proses pengerjaan. Benda kerja pada proses *finishing* umumnya sudah terbentuk sesuai ukurannya, dan dalam proses *finishing* tidak boleh mengubah bentuk dasar benda kerja. Proses *sandblasting* sangat sesuai, karena benda kerja dengan ukuran yang besar dan rumit seperti chasis, bagian dinding kapal, rangka jembatan, pesawat, mobil dan gerbong kereta akan menjadi mudah dan cepat (Pradana dan Kromodiharjo, 2016).

*Sandblasting* merupakan proses mekanik untuk membersihkan dan merubah kekasaran permukaan material (Widiyarta, dkk, 2015). Proses produksi harus memperhatikan kualitas produk, salah satunya yaitu pada kekasaran permukaan yang dihasilkan. kekasaran permukaan akan mempengaruhi hasil dari proses pengecatan. Kondisi permukaan yang baik membuat cat dapat melapisi logam dengan baik sehingga akan menghambat laju korosi yang terjadi (Sulistyo dan Setyarini, 2011). Proses *sandblasting* menggunakan material abrasif sebagai bahan untuk membersihkan dan membentuk kekasaran permukaan (Susetyo, 2010)

PT. Bromo Steel Indonesia merupakan perusahaan penyedia jasa dibidang kontruksi, salah satu jasa yang ditawarkan yaitu *sandblasting* pada kontruksi jembatan. Pada umumnya material yang di gunakan pada kontruksi jembatan yaitu SS400. Survei yang telah dilakukan di PT. Bromo Steel Indonesia bahwa proses pengerjaan *sandblasting* yang dilakukan tidak memiliki spesifikasi yang

kelas, sehingga untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang sesuai dengan standar di PT. Bromo Steel Indonesia harus dilakukan beberapa kali percobaan sampai mendapat kekasaran yang diperlukan. Percobaan tersebut antara lain yaitu jarak tembak antara benda kerja dan nozel yang selalu berubah-ubah dan tidak memiliki jarak tetap rata-rata 400 mm, sehingga harus memerlukan waktu yang lebih lama untuk melakukan setting parameter tersebut. Tekanan penembakan yang rata-rata sebesar 5 bar. Waktu penembakan yang dilakukan pada saat proses *sandblasting* tiap 12 detik menghasilkan luasan sebesar 100 mm<sup>2</sup> dengan hasil kekasaran permukaan antar 70 µm - 90 µm dan kebersihan yang dicapai SA 3. Sedangkan standart untuk kekasaran permukaan 30 µm-85 µm.

Pradana dan Kromodiharjo (2016) melakukan penelitian tentang *sandblasting* di PT. Swadaya Graha dengan variasi tekanan 4 bar, 5 bar, 6 bar dan waktu proses 10 detik, 15 detik, 20 detik menghasilkan kekasaran permukaan maksimal sebesar 76 µm pada variasi tekanan 6 bar dan waktu 20 detik. Kekasaran minimal yang dihasilkan yaitu sebesar 45.5 µm pada tekanan 4 bar dan waktu 10 detik. Penelitian juga dilakukan oleh Rosidah pada tahun 2015 dengan variasi tekanan, jarak dan sudut penyemprotan dengan kekasaran optimum yang dituju adalah kekasaran minimum pada *range* 50 µm-100 µm didapatkan dengan menggunakan *software Lingo 11*® pada variasi jarak 38,6 cm; tekanan 6 bar dan sudut 45° dengan nilai kekasaran 63,34 µm.

Pemilihan tinggi rendahnya tekanan penembakan, besar jarak dan waktu penembakan juga dapat berpengaruh pada hasil akhir penyemprotan, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan untuk menganalisis kekasaran permukaan dengan memvariasikan jarak, waktu dan tekanan. Dari beberapa sumber referensi diatas yang telah dipaparkan bahwa variasi jarak, waktu dan tekanan berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan pada proses *sandblasting*.

### 1.1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan *setting* parameter jarak, waktu dan tekanan yang sesuai dengan hasil kekasaran permukaan yang minimum pada spesifikasi perusahaan?
2. Bagaimana pengaruh variasi jarak, waktu dan tekanan terhadap kekasaran permukaan yang menggunakan pelat baja SS400 pada hasil *sandblasting* yang optimum?

### 1.2 Batasan Masalah

Mengingat kompleksnya permasalahan dan keterbatasan alat uji. Maka pembahasan ditetapkan dengan batasan dan asumsi sebagai berikut:

1. Tidak membahas tentang perpindahan panas setelah proses *sandblasting*.
2. Tidak membahas tentang perubahan struktur material pada benda kerja.
3. Tidak membahas tentang perpindahan gaya.
4. Operator dianggap trampil dalam pengerjaan *sandblasting*.
5. Pada penelitian ini hanya membahas kekasaran permukaan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

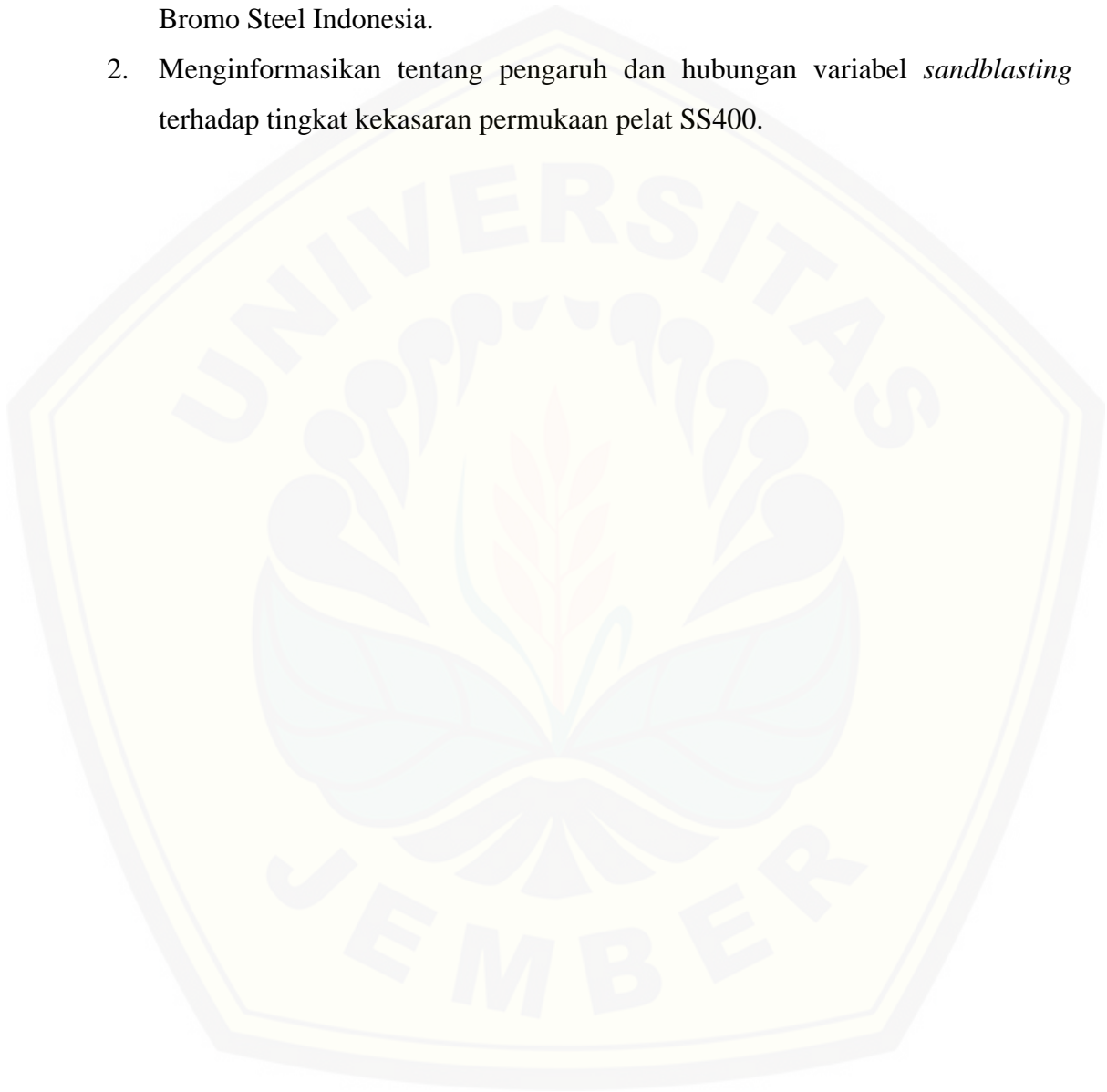
1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak, waktu dan tekanan terhadap kekasaran permukaan yang sesuai.
2. Mengetahui *setting* parameter jarak, waktu, dan tekanan yang tepat agar memperoleh kekasaran permukaan yang sesuai.



#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi kemudahan untuk menentukan parameter yang tepat agar dapat mengoptimalkan proses *sandblasting* dan mengurangi biaya produksi di PT. Bromo Steel Indonesia.
2. Menginformasikan tentang pengaruh dan hubungan variabel *sandblasting* terhadap tingkat kekasaran permukaan pelat SS400.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Umum *Sandblasting*

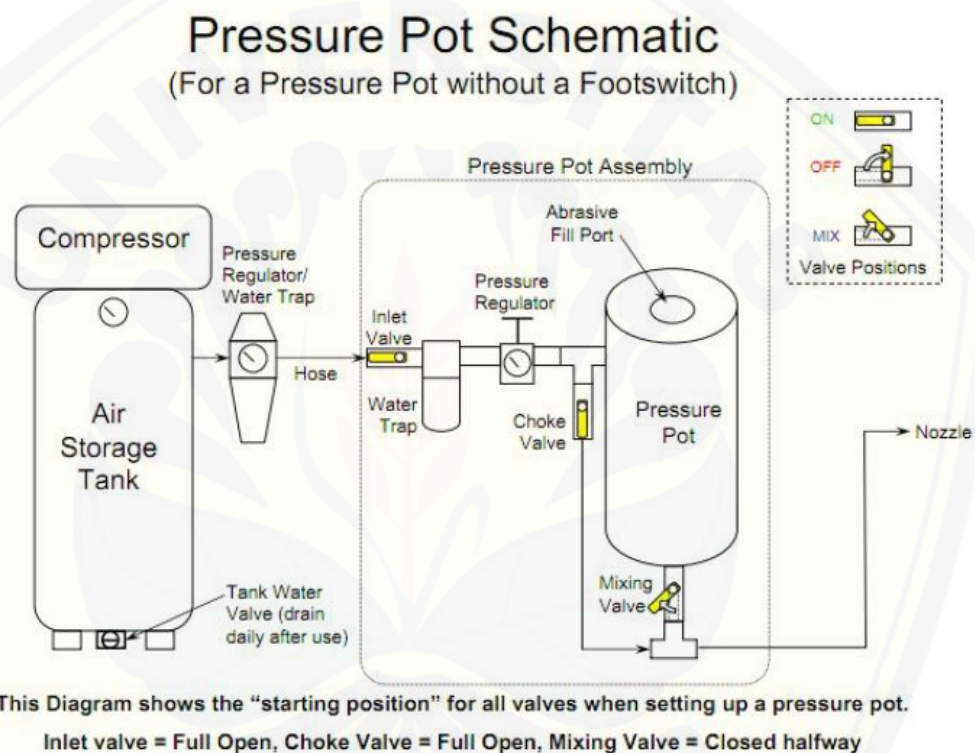
*Sandblasting* adalah proses penyemprotan bahan abrasif berupa pasir atau partikel kecil dengan tekanan tinggi pada suatu permukaan material (Widiyarta dkk, 2015). Proses ini umumnya digunakan untuk membersihkan permukaan material yang akan di *coating*. Aplikasi *coating* yang sebelumnya dibersihkan dengan cara *sandblasting* akan memiliki umur yang lebih tinggi dan meningkatkan umur pakai struktur secara signifikan (Sulistyo Erwin, 2011).

Pembersihan dengan bahan abrasif, pada prinsipnya menggunakan peristiwa *impact*. Partikel pasir yang berkecepatan tinggi menabrak permukaan baja yang mengakibatkan kontaminan seperti karat, kotoran, debu, dan bekas *coating* bisa dibersihkan dari permukaan. Disamping membersihkan permukaan, proses *sandblasting* juga bertujuan untuk membuat kekasaran permukaan atau menciptakan profil pada permukaan sehingga daya rekat antara material *coating* dan benda kerja maksimal (Rosidah dkk, 2015). Berdasarkan jenisnya proses *sandblasting* dibedakan menjadi dua yaitu *dry sandblasting* dan *wet sandblasting*. Pada penelitian ini menggunakan metode penyemprotan dengan media *abrasive* kering, sehingga termasuk dalam jenis *dry sandblasting*. Penyemprotan jenis ini paling umum digunakan untuk proses material *preparation* (*Surface Preparation for Coating, 2000*).



Gambar 2.1 Proses *Sand blasting*  
(Sumber : *TEKNOS, 2012*)

Prinsip kerja proses *sandblasting* ini adalah udara bertekanan dari suatu kompresor yang kemudian dilewatkan melalui dua pipa. Pipa pertama menuju tabung pasir sedangkan pipa kedua dilewatkan langsung menuju *nozzle*. Akhirnya dari ujung *nozzle* dihasilkan udara bertekanan sehingga pasir akan mengikis permukaan material dan membersihkan kotoran yang melekat pada benda kerja (Sulistyo, 2011). Berikut merupakan skematik dari proses *sandblasting* yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skematik Proses *Sandblasting*  
(Sumber : Rosidah dkk, 2015)

## 2.2 Komponen Utama *Sandblasting*

Adapun komponen yang terdapat pada proses *sandblasting* akan dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Kompresor

Pelaksanaan *blasting* membutuhkan kompresor yang berfungsi untuk menyuplai udara bertekanan tinggi. Kompresor ini dihubungkan dengan hose menuju *blasting machine* (Samuel dan Wibawa, 2010).



Gambar 2.3 Kompresor *Sandblasting*  
(Sumber : Atlas Copco Airpower NV, 2013)

## 2. *Sandpot*

*Sandpot* atau bak pasir merupakan alat berbentuk tabung yang berfungsi untuk menampung pasir sebelum bercampur dengan udara. Pada sebuah *sandpot* terdapat *valve* yang berfungsi untuk mengatur dan mengontrol aliran udara (Samuel dan Wibawa, 2010).



Gambar 2.4 *Sandpot*

### 3. Blast Nozzle

*Blast Nozzle* merupakan sebuah *nozzle* yang digunakan pada proses *sand blasting*. Ukuran, tipe dan bentuk *nozzle* akan menentukan luasan area yang dihasilkan pada proses *sandblasting* sehingga akan mempengaruhi kecepatan produksi (Samuel dan Wibawa, 2010).



Gambar 2.5 *Nozzle Sandblasting*

### 2.3 Bahan Abrasive

Bahan *Abrasive* adalah bahan yang digunakan untuk membersihkan dan membentuk profil kekasaran permukaan. Bahan ini disemprotkan dengan tekanan yang tinggi menggunakan suatu peralatan yang dikenal dengan nama *sandpot* dan kegiatan penyemprotan abrasif ke permukaan pelat disebut *blasting*. Suatu abrasif dalam melakukan *blasting* ke material pelat baja menghasilkan kemampuan yang berbeda-beda karena hal ini dipengaruhi oleh faktor kinerja dari abrasif itu sendiri seperti kekerasan abrasif (*hardness*), bentuk abrasif (*shape*), warna abrasif, ukuran abrasif (*mesh*) dan kebersihan abrasif (*Abrasive Media Guide, 1973*). Namun semua faktor kinerja yang dihasilkan oleh *abrasive* akan relevan apabila sesuai dengan kekasaran permukaan yang dibutuhkan oleh sebuah cat .

JPCL (*Journal of Protective Coatings & Linings*) telah menetapkan kekasaran permukaan yang akan dicapai beserta jenis dan ukuran *abrasive* yang digunakan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Typical Profiles of Various Abrasive* (Sumber : *Journal of Protective Coatings & Linings*)

Abrasive	R <sub>max</sub> (mills)	P <sub>c</sub> (Peaks/inch)
G-40 <i>steel grit</i>	2.0 – 4.5	120 – 180
G-25 <i>steel grit</i>	3.0- 5.5	90 – 120
G-18 <i>steel grit</i>	4.0 – 7+	50 – 220
20/40 <i>flint silica sand</i>	1.0 – 3.5	130 – 220
20/40 <i>boiler slag</i>	0.8 – 3.0	100 - 180

1.0 mill = 25 μm

100 peaks/inch = 40 peaks/cm

PT. Bromo Steel Indonesia menggunakan pasir silika (*silica sand*) sebagai bahan *abrasive* dalam *surface preparation* sebelum proses pengecatan. Berikut merupakan spesifikasi dari pasir silika :

Tabel 2.2 Sifat Fisik Pasir Silika (Sumber : Prayogo, 2009)

Sifat Fisik	Deskripsi
Warna	Putih bening atau lain tergantung pada senyawa pengotornya, misal kuning mengandung Fe-Oksida, merah mengandung Cu-Oksida
Kekerasan	7 (Skala Mohs)
Berat Jenis	2.65
Titik Lebur	± 1715 °C
Bentuk Kristal	Hexagonal
Panas Spesifik	0.185
Konduktivitas Panas	12 – 100 °C



Tabel 2.3 *Chemical Composition of Silica Sand* (Sumber : Prayogo, 2009)

Kandungan	Persentase (%)
SiO <sub>2</sub>	55.30-99.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01-9.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01-18.00
TiO <sub>2</sub>	0.01-0.49
CaO	0.01-3.24
MgO	0.01-0.26
K <sub>2</sub> O	0.01-17.00

#### 2.4 Baja SS400

Baja SS400 merupakan salah satu material yang digunakan untuk pembuatan rangka jembatan (*beam*). Keunggulan material ini adalah memiliki keuletan yang baik dan kekuatan yang sedang. Material SS400 memiliki kandungan karbon kurang dari 0.3 % sehingga termasuk dalam jenis baja karbon rendah.

Tabel 2.4 Komposisi Kimia SS400 (Sumber : Yusim dan Triwikantoro)

Chemical Composition	
Carbon	0.20 %
Manganse	0.53 %
Silicon	0.09 %
Sulfur	0.04 %
Phosporous	0.01 %
Chromium	0.03 %
Nickel	0.03 %
Iron	Balance

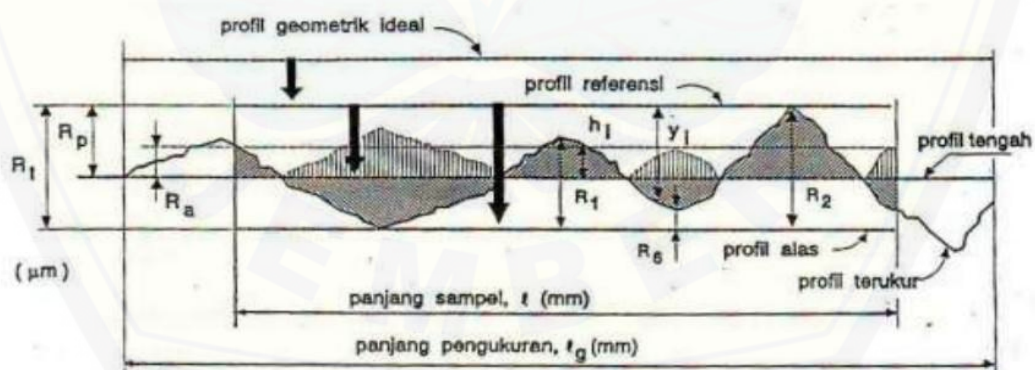
#### 2.5 Kekasaran Permukaan

Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin atau peralatan. Banyak hal yang di mana karakteristik permukaan perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya

dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen-komponen mesin, dan sebagainya.

Setiap proses pengerjaan mempunyai ciri tertentu atau khas atas permukaan benda kerja yang dihasilkannya. Oleh karena itu, dalam memilih proses pengerjaan aspek permukaan ini perlu dipertimbangkan. Pada dasarnya konfigurasi suatu permukaan sangatlah kompleks. Karena terjadinya berbagai penyimpangan selama proses pembuatan maka permukaan geometrik ideal (*ideal geometric surface*), yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk yang sempurna tidaklah dapat dibuat.

Untuk memproduksi profil suatu permukaan, maka sensor atau peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length,  $l_g$* ). Sesaat setelah jarum jam bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran dimana dilakukan analisis profil permukaan disebut dengan panjang sampel (*sampling length,  $l$* ). Reproduksi profil sesungguhnya adalah seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6 (Rochim, 2001).



Gambar 2.6 Posisi Profil Kekasaran Panjang Satu Sampel  
(Sumber : Rochim, 2001)

Pada gambar 2.6 terdapat beberapa istilah yang berhubungan yaitu :

$R_t$  : Kekasaran total (*peak to valley height / total height*) adalah pengukuran yang diambil dari jarak antara profil referensi dengan profil alas dengan satuan  $\mu m$ .



- $R_p$  : Kekasaran perataan (*depth of surface smoothness / peak to mean line*) adalah pengukuran dari jarak rata-rata antara profil referensi ke profil terukur satuan  $\mu\text{m}$ .
- $R_a$  : Kekasaran aritmatik (*mean roughness index / center line average*) adalah harga rata-rata aritmatik yang nilai pengukuran *absolutenya* berdasarkan jarak antara profil terukur dengan profil tengah dengan satuan  $\mu\text{m}$ .
- $R_q$  : Kekasaran rata-rata kuadratik (*root mean square height*) adalah hasil dari pengukuran akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah satuannya  $\mu\text{m}$ .
- $R_z$  : Kekasaran total rata-rata adalah hasil pengukuran dari jarak rata-rata profil alas ke profil terukur di lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur di lima lembah terendah dengan satuan  $\mu\text{m}$ .

## 2.6 Standar Kebersihan Permukaan

Ketentuan persiapan permukaan material dapat mengacu pada standar yang sudah ada, misalnya NACE *International*, SSPC, ISO, *British Standards Institute* (BSI), ASTM, dan *Swedish Standard* SS 05.59.00-1988. Standar acuan karat yang digunakan yaitu : *Standard International* ISO 8501-1 "*Visual Assesment of Surface Cleanliness*". Ada empat tingkat karat yang diberikan oleh *standard* ini, antara lain :

1. *Rust Grade A* : Permukaan besi tertutupi *mill scale* dan sedikit karat.
2. *Rust Grade B* : Permukaan besi sudah mulai berkarat dan beberapa bagian *mill scale* sudah mulai mengelupas.
3. *Rust Grade C* : *mill scale* sudah berkarat dan terdapat beberapa bagian sedikit titik-titik karat pada permukaan dasar dari besi.
4. *Rust Grade D* : *mill scale* sudah berkarat dan terdapat karat di atas permukaan dasar besi yang dapat dilihat dengan penglihatan normal.

ISO 8501-1 hanya digunakan pada besi baru yang belum pernah dilakukan perlakuan *coating/ painting*. Namun, pada besi yang sudah pernah dilakukan *coating* sebelumnya dan lapisan *coating* tersebut sudah rusak, biasanya akan

termasuk dan *Rust Grade C* atau *D*. Untuk tingkat kebersihan permukaan dengan menggunakan ISO 8501-1 dibedakan menjadi :

1. *Brush Off Cleaning/ SA 1 (SSPC SP-7)*

SA 1 ini merupakan tingkat kebersihan permukaan material paling jelek, yang mana karat-karat pada material masih tetap ada. Untuk proses aplikasi (*painting*), standar SA 1 tidak diperbolehkan melakukan aplikasi.



Gambar 2.7 Kebersihan permukaan SA 1

2. *Commercial Cleaning/ SA 2 (SSPC SP-6)*

SA 2 ini merupakan tingkat kebersihan permukaan material yang sedikit lebih baik dari SA 1, tetapi tingkat ini masih tidak diperbolehkan proses aplikasi, karena masih ada sedikit sisa-sisa karat.



Gambar 2.8 Kebersihan permukaan SA 2

3. *Near White Metal Cleaning/ SA 2,5 (SSPC SP-10)*

SA 2,5 ini merupakan tingkat kebersihan permukaan material yang sudah diperbolehkan untuk proses aplikasi. Hasil kebersihan SA 2,5 ini berwarna mendekati putih.



Gambar 2.9 Kebersihan permukaan SA 2,5

#### 4. *White Metal Cleaning/ SA 3 (SSPC SP-5)*

SA 3 ini merupakan tingkat kebersihan yang paling baik. Untuk mendapatkan SA 3 ini biasanya harganya sangat mahal, karena terlalu sulit untuk mencapainya.



Gambar 2.10 Kebersihan permukaan SA 3

### 2.7 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencakupi. Penetapan berapakah jumlah data yang harus dibutuhkan, terlebih dulu di tentukan derajat ketelitian ( $s$ ) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian, dan tingkat kepercayaan ( $k$ ) yang menunjukan besarnya keyakinan pengukuran akan ketelitian data kekasaran permukaan. Berikut adalah rumus uji kecukupan data, yaitu:

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2 \quad (2-1)$$

Dengan;

$N$  = jumlah data pengamatan sebenarnya

$N'$  = jumlah data secara teoritis

$s$  = derajat ketelitian

$k$  = tingkat kepercayaan

Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan  $N' < N$ , dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil daripada jumlah data pengamatan sebenarnya.

## 2.8 Metode Pengolahan Data

Analisis Regresi adalah suatu metode statistik yang berguna untuk mencari hubungan linier antara variabel dependen/respon dan variabel independen proses. Variabel independen/proses adalah variabel yang berdiri sendiri tanpa adanya ikatan dari variabel lain, variabel ini dapat terdiri dari satu atau beberapa variabel, sehingga dalam suatu penelitian variabel harus ditentukan terlebih dahulu.

### 2.8.1 Metode Penyelesaian

Analisis pengujian data yang di peroleh pada saat penelitian akan diuji menggunakan metode analisis regresi linier berganda. Untuk mengetahui pengaruh antara tekanan penembakan, jarak penembakan, dan waktu penembakan terhadap kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan melalui proses *sandblasting* serta untuk memudahkan penganalisaan dan menarik kesimpulan dari hasil percobaan. Maka digunakan asumsi bahwa kekasaran permukaan ( $R_z$ ) fungsi dari tekanan penembakan, jarak penembakan, dan waktu penembakan, dengan demikian dapat di tuliskan fungsi sebagai berikut:

$$R_z = \beta (p \cdot s \cdot t) \quad (2-2)$$

Dimana :

$R_z$  : kekasaran yang dihasilkan dari percobaan ( $\mu\text{m}$ )

$\beta$  : =fungsi



- p : tekanan penyemprotan (bar)  
 s : jarak penyemprotan (mm)  
 t : waktu penyemprotan (detik)

dari fungsi di atas dapat dirubah menjadi bentuk persamaan matematis sebagai berikut:

$$Rz = \beta_0 \cdot p^{\beta_1} \cdot s^{\beta_2} \cdot t^{\beta_3} \quad (2-3)$$

Untuk merubah kedalam bentuk linier maka bentuk tersebut diatas perlu ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma, sehingga menjadi:

$$\text{Log Rz} = \log \beta_0 + \beta_1 \log p + \beta_2 \log s + \beta_3 \log t \quad (2-4)$$

Persamaan diatas perlu ditransformasikan menjadi bentuk model persamaan regresi linier berganda menjadi:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (2-5)$$

Dengan transformasi

$$Y = \text{Log Rz}, X_1 = \text{Log p}, X_2 = \text{Log s}, X_3 = \text{Log t} \quad (2-6)$$

Langkah selanjutnya adalah ,menentukan hubungan atau korelasi antara Y terhadap variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  dengan menentukan nilai atau harga konstanta  $\alpha$ , harga koefisien  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  berupa  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , dan  $\beta_3$ . Untuk menentukan konstanta dan koefisien-koefisien tersebut dilakukan perhitungan secara manual . Dari hasil pengolahan data didapatkan persamaan regresi, analisa varians, hubungan antara variabel bebas dan variabel respon satu per satu yang didapatkan melalui percobaan.

### 2.8.2 Regresi Linear Berganda

Uji asumsi klasik adalah persyaratan statistik yang harus di penuhi pada analisis regresi linier berganda. Tidak semua uji asumsi klasik harus di lakukan pada analisis regresi, misalnya uji multikolinearitas tidak dilakukan pada analisis regresi linear sederhana dan uji autokorelasi tidak perlu diterapkan pada data *cross sectional*. Uji asumsi klasik yang sering digunakan yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji linieritas dan uji autokolerasi.

Pada uji asumsi klasik biasanya tidak ada ketentuan yang pasti tentang urutan uji mana dulu yang harus dipenuhi. Analisis dapat dilakukan tergantung pada data yang ada. Sebagai contoh, dilakukan analisis terhadap semua uji asumsi

klasik, lalu dilihat mana yang tidak memenuhi persyaratan. Kemudian dilakukan perbaikan pada uji tersebut, dan setelah memenuhi persyaratan dilakukan pengujian pada uji yang lain.

a) Uji statistik asumsi klasik

1) Uji Normalitas

Uji normalitas adalah untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah memiliki nilai residual yang terdistribusi normal. Jadi uji normalitas bukan dilakukan pada masing-masing variabel tetapi pada nilai residual.

Pengertian normal secara sederhana dapat dianalogikan dengan sebuah kelas. Siswa yang bodoh sekali dan pandai sekali sejumlah hanya sedikit dan sebagian besar berada pada kategori sedang atau rata-rata. Jika kelas tersebut bodoh semua maka tidak normal, atau sekolah luar biasa. Dan sebaliknya jika suatu kelas banyak yang pandai maka kelas tersebut tidak normal atau merupakan kelas unggulan.

Uji normalitas yang umum dilakukan adalah dengan uji *Kolmogorof Smirnov*. Uji *Kolmogorof Smirnov* merupakan pengujian normalitas yang banyak dipakai, terutama setelah adanya banyak program statistik yang beredar. Kelebihan dari uji ini adalah sederhana dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi di antara satu pengamat dengan pengamat yang lain, yang sering terjadi pada uji normalitas dengan menggunakan grafik. Konsep dasar dari uji normalitas *Kolmogorof Smirnov* adalah dengan membandingkan distribusi data (yang akan diuji normalitasnya) dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan kedalam bentuk *Z-Score* dan diasumsikan normal. Jadi sebenarnya uji *Kolmogorof Smirnov* adalah uji beda antara data yang diujinormalitasnya dengan data normal baku. Perumusan hipotesa untuk uji normalitas, yaitu :

$H_0$  : data normal

$H_a$  : data tidak normal

Dasar pengambilan keputusan untuk uji normalitas :

Signifikan  $> 0,05$  ( $H_0$  diterima : data normal )

Signifikan  $< 0,05$  ( $H_0$  ditolak : artinya data tidak normal)

Signifikan pengujian ini dapat dicari dengan rumus :

$$KS = |S(z_i) - P(z_i)| \quad (2-7)$$

$$z_i = \frac{(e_i - e)}{s}$$

Dengan :

$z_i$  : transformasi dari nilai  $e_i$

$e_i$  : nilai galat,  $e_i = Y_i - y_i$

$Y_i$  : variabel terikat diperoleh dari percobaan

$y_i$  : variabel terikat diperoleh dari dugaan rumus

$e$  : rata-rata nilai galat

$s$  : simpangan baku nilai galat

$S(z_i)$  : peluang  $z_i$

$P(z_i)$  : peluang proporsional  $z_i$

Jika residual tidak normal tetapi dekat dengan nilai kritis (misalnya Signifikansi Kolmogorof Smirnov sebesar 0,049) maka dapat dicoba dengan metode lain yang mungkin memberikan justifikasi normal. Tetapi jika jauh dari nilai normal maka dapat dilakukan beberapa langkah yaitu: melakukan transformasi data, melakukan trimming data outliers atau menambah data observasi.

## 2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah data sampel diperoleh dari populasi yang bervariasi homogen atau tidak. Apakah asumsi data sampel berasal dari populasi yang homogen ini tidak terpenuhi, maka kondisi ini menunjukkan bahwa ragam ( $\epsilon_i$ ) dari masing-masing sampel tidak sama. Apabila terjadi kecenderungan ragam nilai penelitian yang makin besar akibat dari nilai penelitian yang makin besar pula, maka menunjukkan bahwa populasi tersebut tidak bersifat homogen. Oleh karena itu, sebaiknya masing-masing pengamatan mempunyai ragam yang sama, tidak ada kecenderungan ragam makin besar. Untuk melakukan pengujian homogenitas populasi penelitian diperlukan hipotesis sebagai berikut :



$H_0$  : Data populasi bervariasi homogen

$H_a$  : Data populasi tidak bervariasi homogen

Uji Homogenitas yang umum dilakukan adalah uji *Levene Statistic*. Untuk menyatakan apakah data berasal dari populasi yang bervariasi homogen atau tidak homogen, alternatif ukuran yang dapat digunakan untuk menerima atau menolak  $H_0$ .

Menggunakan nilai koefisien  $F_{Levene}$ . Apabila ukuran ini digunakan, maka nilai koefisien  $F_{Levene}$  tersebut harus dibandingkan dengan nilai kritis F pada tabel Kriteria pengujian yang digunakan yaitu :

$H_0$  ditolak bila harga koefisien  $F_{Levene} >$  nilai kritis  $F_{tabel}$  pada  $df_1$  dan  $df_2$  yang sesuai.

$H_0$  diterima bila harga koefisien  $F_{Levene} \leq$  nilai kritis  $F_{tabel}$  pada  $df_1$  dan  $df_2$  yang sesuai.

- b) Uji Persyaratan Regresi Linear Berganda
- 1) Uji Multikolinearitas

Uji Multikolinearitas adalah untuk melihat ada atau tidaknya korelasi yang tinggi antara variabel-variabel bebas dalam suatu model regresi linear berganda . jika ada korelasi yang tinggi di antara variabel-variabel bebasnya, maka hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikatnya menjadi terganggu.

Metode yang sering digunakan untuk menguji gangguan multikolinearitas adalah dengan *Variance Inflation Factor (VIF)*, dengan asumsi variabel bebas  $X_1$  tidak terjadi multikolinearitas jika nilai VIF kurang dari 10.

Perumusan hipotesa untuk uji multikolinearitas adalah :

$H_0$  : tidak ada multikolinearitas

$H_a$  : terjadi multikoleniaritas

Pengambilan keputusan :

Jika  $VIF > 10$  ( $H_0$  ditolak : terjadi multikolinearitas)

Jika  $VIF < 10$  ( $H_0$  diterima : tidak ada multikolinearitas)

Cara lain untuk mendeteksi ada tidaknya multikolinearitas yaitu dengan mengkolerasikan seluruh variabel bebas. Apabila nilai koefisien korelasi  $r \geq 0,8$

maka diindikasikan adanya multikolinearitas. Uji multikolinearitas dapat diselesaikan dengan rumus korelasi *product moment* (Pearson) sebagai berikut :

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2-8)$$

Indikator lainnya yang menunjukkan adanya multikolinearitas adalah nilai F yang sangat tinggi (signifikan), tetapi nilai t pada setiap variabel bebas X tidak ada yang signifikan. Beberapa alternatif cara untuk mengatasi masalah multikolinearitas adalah sebagai berikut :

- a) Mengganti atau mengeluarkan variabel yang mempunyai kolerasi yang tinggi.
- b) Menambah jumlah observasi.

Mentransformasikan data ke dalam bentuk lain, misalnya logaritma natural, akar kuadrat atau bentuk *first difference delia*.

## 2) Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah untuk melihat apakah terjadi korelasi antar suatu periode t dengan dengan periode sebelumnya (t-1). Secara sederhana adalah analisis refresi adalah untuk melihat pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat, jadi tidak boleh ada korelasi antara observasi dengan data observasi sebelumnya.

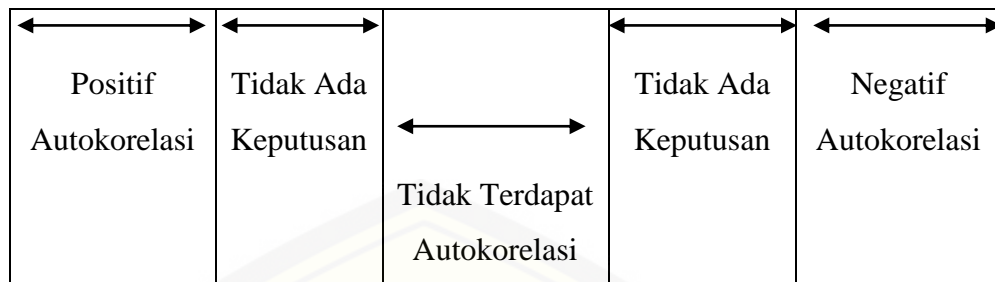
Uji autokorelasi hanya dilakukan pada data *time series* (runtut waktu) dan tidak perlu dilakukan pada data *cross section* seperti pada kuisisioner dimana pengukuran semua variabel dilakukan secara serempak pada saat yang bersamaan. Sebagaimna dalam uji linearitas dan uji multikolinear, untuk mengetahui ada tidaknya autokorelasi perlu juga dikemukakan hipotesis dengan bentuk sebagai berikut.

$H_0$  : tidak terjadi autokirelasi diantara data pengamatan

$H_a$  : terjadi autokirelasi diantara data pengamatan

Ada tidaknya autokorelasi dalam penelitian ini di deteksi dengan menggunakan uji *Durbin Watson* (DW).

Dasar pengambilan keputusan uji auto korelasi DW sebagai berikut :



Gambar 2.11 Pengambilan Keputusan Uji Autokorelasi DW

Jika  $0 < DW < D_L$ , maka terdapat positif autokorelasi

Jika  $D_L \leq DW \leq D_U$ , maka tidak ada keputusan

Jika  $D_U < DW < 4 - D_U$ , maka tidak terdapat autokorelasi

Jika  $4 - D_U \leq DW \leq 4 - D_L$ , maka tidak ada keputusan

Jika  $4 - D_L < DW < 4$ , maka terdapat negatif autokorelasi

Nilai  $D_L$  dan  $D_U$  dapat diketahui dari tabel *Durbin Watson* dengan menentukan taraf signifikansi 0,05 dan  $n$  jumlah data serta  $k$  jumlah variabel bebas.

Penyelesaian uji autokorelasi dengan metode DW (Durbin Watson) dapat dicari dengan rumus berikut :

$$DW = \frac{\sum(e_i - e_{i-1})^2}{\sum e_i^2} \quad (2-9)$$

Dengan :

$e_i$  : nilai galat,  $e_i = Y_i - y_i$

$Y_i$  : variabel terikat diperoleh dari percobaan

$y_i$  : variabel terikat diperoleh dari dugaan rumus

Beberapa cara untuk menanggulangi masalah autokorelasi adalah dengan mentransformasikan data atau bisa juga dengan mengubah model regresi ke dalam bentuk persamaan beda umum (*generalized difference equation*). Selain itu juga dapat dilakukan dengan memasukan variabel lagi dari variabel terikatnya menjadi salah satu variabel bebas, sehingga data observasi menjadi berkurang 1.

### 3) Uji Linearitas

Uji linearitas dipergunakan untuk melihat apakah model yang dibangun mempunyai hubungan linear atau tidak. Uji ini jarang digunakan pada berbagai

penelitian, karena biasanya model dibentuk berdasarkan telaah teoritis bahwa hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat adalah linear. Hubungan antara variabel yang secara teori bukan merupakan hubungan linear sebenarnya sudah tidak dapat dianalisis dengan regresi linear, misalnya masalah elastisitas.

Jika ada hubungan antara dua variabel yang belum diketahui apakah linier atau tidak, uji linearitas tidak dapat digunakan untuk memberikan adjustment bahwa hubungan tersebut bersifat linear atau tidak. Uji linearitas digunakan untuk mengkonfirmasi apakah sifat linear antara dua variabel yang diidentifikasi secara teori sesuai atau tidak dengan hasil observasi yang ada. Uji linearitas dapat menggunakan uji *Durbin Watson*, *Ramsey Test* atau uji *Lagrange Multiplier*.

Perumusan hipotesa untuk uji linearitas, yaitu :

$H_0$  : hubungan antara variabel bebas dan terikat adalah linear

$H_a$  : hubungan antara variabel bebas dan terikat tidak linear

### 2.8.3 Uji Regresi

#### 1) Uji Kesesuaian Modal (Uji F)

Uji F dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat.

Langkah-langkah/urutan pengujian hipotesa dengan distribusi F :

##### a) Merumuskan hipotesa

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ , berarti secara bersama-sama tidak ada pengaruh variabel  $X_1, X_2, X_3$  terhadap variabel terikat.

$H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq 0$ , berarti secara bersama-sama ada pengaruh variabel  $X_1, X_2, X_3$  terhadap variabel terikat.

##### b) Menentukan taraf nyata / *level of significance* = $\alpha$

Taraf nyata / derajat keyakinan yang digunakan sebesar  $\alpha = 5\%$ . Derajat bebas (df) dalam distribusi F yaitu :

$$df = n - k - 1 \quad (2-10)$$

$$df_1 = k - 1$$

$$df_2 = n - k - 1$$

Dengan :

$df = \text{degree of freedom}$ / derajat kebebasan

$n =$  jumlah sampel

$k =$  banyaknya koefisien regresi

$H_0$  diterima bila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

$H_0$  ditolak bila  $F_{hitung} > F_{tabel}$

c) Menentukan daerah keputusan

$H_0$  diterima apabila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , artinya semua variabel bebas secara bersama-sama bukan merupakan variabel penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.  $H_0$  ditolak apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , artinya semua variabel bebas secara bersama-sama merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

d) Mengambil keputusan

Keputusan bisa menerima  $H_0$  atau menolak  $H_0$ .

2) Uji Individual (Uji t)

Uji t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat. Tujuan dari uji t adalah untuk menguji koefisien regresi secara individual.

a) Hipotesa Nol =  $H_0$

$H_0$  adalah satu pernyataan mengenai nilai parameter populasi.  $H_0$  merupakan hipotesis statistik yang akan diuji hipotesis nihil.

b) Hipotesa alternatif =  $H_a$

$H_a$  adalah satu pernyataan yang diterima jika data sampel memberikan cukup bukti bahwa hipotesa nol adalah salah.

Langkah-langkah/ uraian menguji hipotesa dengan distribusi t

c) Merumuskan hipotesa

$H_0 : \beta_i = 0$ , artinya variabel bebas bukan merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

$H_a : \beta_i \neq 0$ , artinya variabel bebas merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel terikat.

d) Menentukan taraf nyata/ *level of significance* =  $\alpha$

Taraf nyata / derajat keyakinan yang digunakan sebesar  $\alpha = 5\%$  dengan :



$$df = n - k \quad (2-11)$$

Dimana:

$df = \text{degree of freedom/}$  derajat kebebasan

$n =$  jumlah sampel

$k =$  banyaknya koefisien regresi + konstanta

1. Menentukan daerah keputusan, yaitu daerah dimana hipotesa nol diterima atau tidak.

Untuk mengetahui kebenaran hipotesis digunakan kriteria sebagai berikut.

$H_0$  diterima apabila  $-t_{(\alpha / 2; n - k)} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{(\alpha / 2; n - k)}$ , artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.  $H_0$  ditolak apabila  $t_{\text{hitung}} > t_{(\alpha / 2; n - k)}$  atau  $-t_{\text{hitung}} < -t_{(\alpha / 2; n - k)}$ , artinya ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

2. Menentukan uji statistik (*Rule of the test*)

3. Mengambil keputusan

Keputusan bisa menolak  $H_0$  atau menolak  $H_0$  menerima  $H_a$ .

Nilai  $t_{\text{tabel}}$  yang diperoleh dibandingkan nilai  $t_{\text{hitung}}$ , bila  $t_{\text{hitung}}$  lebih besar dari  $t_{\text{tabel}}$ , maka  $H_0$  ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen berpengaruh pada variabel dependen. Apabila  $t_{\text{hitung}}$  lebih kecil dari  $t_{\text{tabel}}$ , maka  $H_0$  diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen.

- e) Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengukur kontribusi variasi variabel bebas  $X_i$  terhadap variasi variabel terikat  $Y$  dalam kaitannya dengan persamaan  $Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$ . Selain itu, digunakan untuk menentukan apakah persamaan regresi berganda  $Y$  terhadap  $X_1, X_2, X_3$  sudah cocok untuk digunakan sebagai pendekatan atas hubungan antar variabel berdasarkan hasil observasi.

Makin besar nilai  $R^2$ , berarti makin tepat persamaan regresi digunakan sebagai suatu pendekatan. Apabila nilai  $R^2 = 1$  maka pendekatan itu betul-betul tepat. Sebagai hasil analisis suatu penelitian, persamaan regresi selalu



disertai dengan nilai  $R^2$  sebagai ukuran kecocokan (*goodness of fit*).

Penyelesaian  $R^2$  dinyatakan dengan rumus:

$$R^2 = \frac{\beta_1 \sum x_1 y + \beta_2 \sum x_2 y + \beta_3 \sum x_3 y}{\sum y^2} \quad (2-12)$$

Dengan :

$\beta_i$ : koefisien  $X_i$

$$\sum x_i y : \sum X_i Y - \frac{\sum X_i \sum Y}{n}$$

$$\sum y^2 : \sum y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

Maka :

$$F_{hitung} = \frac{R^2 \cdot df}{k(1-R^2)}$$

$$F_{tabel} = F_{(a;k-1;n-k-1)}$$

## 2.9 Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini yaitu semakin jauh jarak penyemprotan maka nilai kekasaran yang dihasilkan semakin rendah. Jarak penyemprotan yang terlalu jauh menyebabkan gaya tumbukan pasir menjadi kecil. Semakin pendek waktu penyemprotan maka nilai kekasaran yang dihasilkan semakin rendah. Karena jumlah massa yang menumbuk permukaan material lebih sedikit. Semakin kecil tekanan penyemprotan nilai kekasaran yang di hasilkan semakin rendah. Karena gaya tumbuk pasir pada permukaan material semakin kecil, sehingga mengakibatkan deformasi plastis yang terjadi pada permukaan material semakin kecil.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di PT. Bromo Steel Indonesia Pasuruan dan Laboratorium Desain dan Uji Bahan Fakultas Teknik Universitas Jember pada tanggal 7 Januari – 20 Juli 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

##### a. Kompresor

Untuk lebih detailnya tentang spesifikasi kompresor yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor (Sumber : Spesifikasi kompresor di PT. Bromo Steel Indonesia)

Merek	Atlas Copco
<i>Working Pressure</i>	7.4 bar g / 107 psi g
FAD	8,3 m <sup>3</sup> / 294 cfm
<i>Motor Power</i>	45 kW / 60 hp
<i>Noise Level</i>	72 dB (A)
<i>Overall Dimension :</i>	
<i>Length</i>	970 mm
<i>Width</i>	1766 mm
<i>Height</i>	1800 mm
<i>Weight</i>	979 kg

##### b. Sandpot

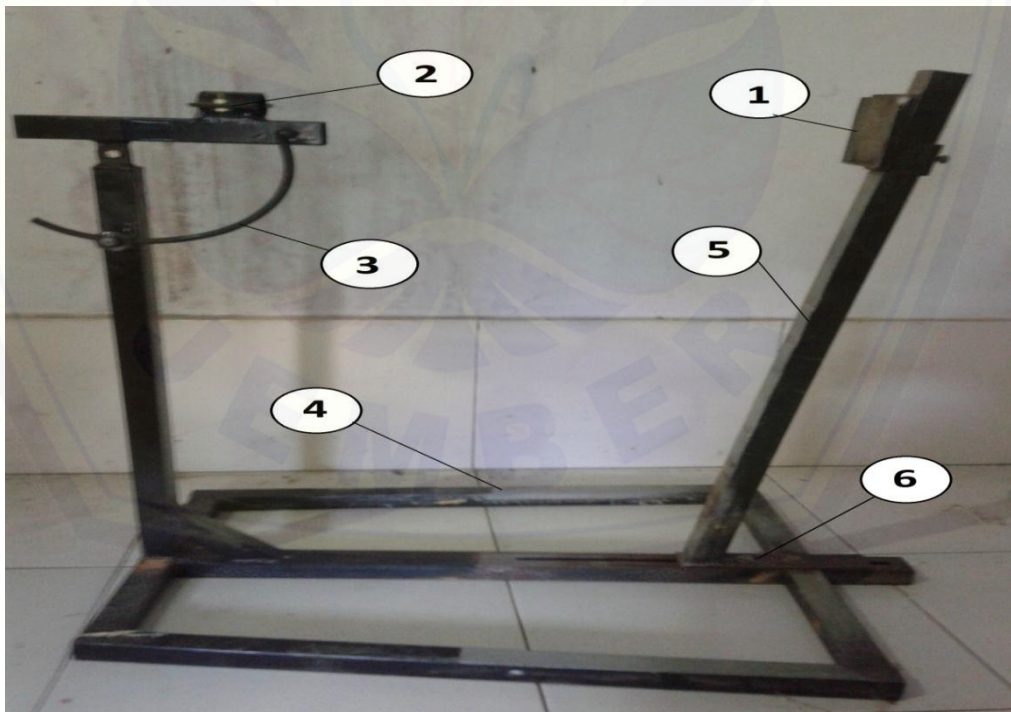
Untuk lebih detailnya tentang spesifikasi *sandpot* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi *Sandpot* (Sumber : Spesifikasi *sandpot* di PT. Bromo Steel Indonesia)

Merek	PT.Bromo Steel Indonesia
Kapasitas	140 liter
Dimensi	622 x 800 mm
Lama Penembakan	45 menit
Ukuran Pipa	1¼"

c. Menggunakan Alat Bantu

Alat bantu pada penelitian ini ditujukan agar memudahkan peneliti dalam mempertahankan jarak yang ditetapkan. Alat bantu ini memiliki alur (rel) sehingga dapat merubah jarak *blasting* yang diinginkan oleh peneliti. Penelitian ini menggunakan *sandblasting* manual dimana memiliki kemungkinan terjadi tingkat eror, oleh karena itu alat bantu ini dirasa membantu peneliti selama proses penelitian. Dari alat bantu ini terdapat beberapa fungsi yang dapat dijelaskan pada gambar 3.1.

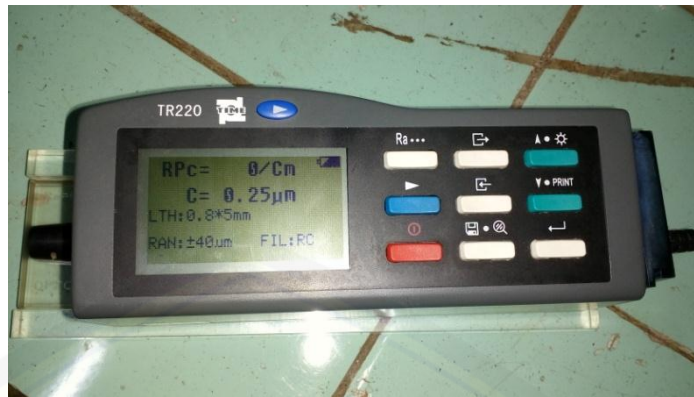


Gambar 3.1 desain alat bantu *sandblasting*

Pada gambar 3.1 terdapat enam bagian yang berfungsi sebagai berikut:

1. Pengikat benda kerja berfungsi sebagaiudukan benda kerja agar tidak lepas.
  2. Pengikat *nozzle* berfungsi sebagaiudukan agar *nozzle* tidak bergerak.
  3. Pelat penyangga sudut berfungsi untuk mengatur dan mempertahankan sudut yang diinginkan.
  4. Pelat penahan keseimbangan berfungsi sebagaiudukan alat bantu supaya posisinya tetap.
  5. Pelat alurudukan benda kerja berfungsi untuk menggeser posisi benda kerja sesuai sudut yang ditentukan.
  6. Pelat sebagai alur jarak berfungsi untuk mengatur jarak benda kerja terhadap jarak penembakan.
- d. *Nozzle tipe conventional* dengan diameter *nozzle* 15 mm
- e. Alat uji kekasaran (*Surface Roughness Tester 220*)

*Surface Roughness Tester* merupakan alat pengukur kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan *stylus* berbentuk *diamond* untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat *indicator* pengukur kekasaran permukaan benda uji. Alat ini digunakan untuk mengukur bidang permukaan yang datar. Macam-macam aplikasi misalnya dalam pengukuran tingkat kekasaran / kehalusan lantai bangunan, permukaan berlian, peralatan dan sparepart mesin (industri pembuatan *sparepart* mesin), permukaan dinding, dan aplikasi pengukuran kekasaran / kehalusan permukaan pada bidang bidang industri lainnya. Contoh alat ukur sebagai berikut :



Gambar 3.2 *Surface Roughness Tester 220*

Langkah-langkah prosedur pengukuran sebagai berikut :

1. Meletakkan benda uji (berupa *metal blok*)
2. Dial indicator (berupa jarum) diatur sehingga ujung dari *dial indicator* berada dalam posisi stabil (di tengah skala) pada pembacaan skala tekanan terhadap permukaan objek pengukuran.
3. Sebelum alat dijalankan terlebih dahulu memasukkan faktor-faktor seperti panjang (*length*) dari permukaan objek yang ingin diperiksa, standar yang ingin digunakan ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ , dan parameter lainnya).
4. Pada saat pengambilan data, posisi *dial indicator* bergerak dengan konstantesuai dengan sumbu horizontal dan sejaja benda uji (berada pada garis lurus).
5. Kemudian bila kita telah puas dengan hasil yang didapat maka kita dapat mencetak hasil praktikum dengan printer yang ada pada alat ukur. Dengan ketelitian sebesar  $0,02 \mu\text{m}$  alat ini menghasilkan suatu grafik dengan menunjukkan besaran  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_q$ ,  $R_{max}$  yang dapat di gunakan untuk penghitungan dalam kelurusan dan kedataran.



Untuk lebih detailnya tentang spesifikasi alat uji kekasaran yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Uji Kekasaran

<i>Measurement Principle</i>	<i>Electromagnetic Industance</i>
<i>Measurement Range</i>	160 $\mu\text{m}$
<i>Angle of Slylus</i>	90 <sup>0</sup>
<i>Length wise Radius of Skid</i>	45 mm
<i>Material of Slylus Point</i>	<i>Diamond</i>
<i>Max Driver Distance</i>	18 mm / 0,7 inch
<i>On Measuring :</i>	
<i>If Cutoff Equal to 0,25 mm</i>	Vt Equal 0,13 mm/s
<i>If Cutoff Equal to 0,8 mm</i>	Vt Equal 0,5 mm/s
<i>If Cutoff Equal to 2,5 mm</i>	Vt Equal 0,1 mm/s
<i>On Returning</i>	V = 1 mm/s

- f. Mesin gerinda merk Bosch tipe GCO 200
- g. Jangka Sorong
- h. *Stopwatch*
- i. Spidol

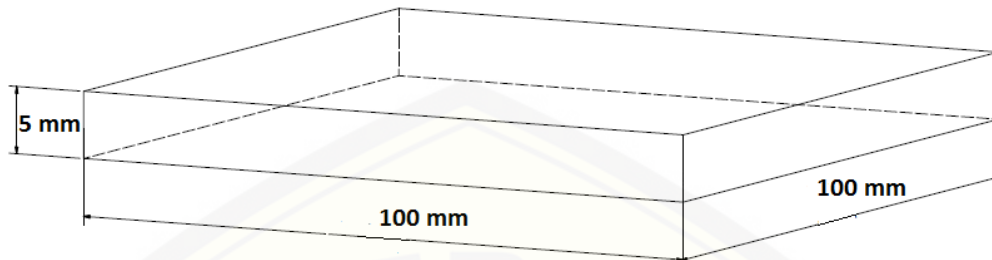
### 3.2.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan untuk penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :



### 1. Pelat baja SS400

Berikut adalah dimensi spesimen:



Gambar 3.3 Dimensi Spesimen Pelat SS400

### 2. Pasir silika

Salah satu bahan yang digunakan pada proses *sandblasting* yaitu pasir silika. Pasir silika yang biasanya digunakan dengan mesh 40 atau berkisar antara 25 sampai 80 mikron. Berikut adalah gambar pasir silika:



Gambar 3.4 Pasir Silika  
(Sumber : Samuel dan Wibawa, 2010)

## 3.3 Pelaksanaan Percobaan

Langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

- a. Proses pembuatan spesimen dengan memotong pelat SS400 menggunakan gerinda menjadi dimensi 100 mm x 100 mm x 5 mm sebanyak 27 buah spesimen.

- b. Persiapan permukaan spesimen dengan cara dicek tingkat karatnya (*rust grade*) sesuai *standard* BS EN ISO 8501-1 Vis 1. Selanjutnya permukaan spesimen dihaluskan menggunakan amplas dengan nomor 600, 1000, 1500 dan 2000 untuk mendapatkan kondisi permukaan awal yang sama.
- c. Persiapan peralatan seperti selang, *nozzle*, *stopwatch*, kompresor, *sandpot*, dan alat bantu proses percobaan.
- d. Mengisi *sandpot* dengan pasir silika hingga volume 80%.
- e. Nyalakan kompresor.
- f. Memasang *nozzle* dan spesimen pada alat bantu.
- g. Mengatur tekanan pada *pressure regulator* dan sudut pada alat bantu sesuai dengan level yang telah ditentukan.
- h. Mengatur *inlet valve*, *choke valve* dan *mixing valve* sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.
- i. Lakukan proses *sandblasting* sesuai dengan level waktu yang ditentukan.
- j. Membersihkan sisa pasir dengan udara bertekanan tinggi agar tidak mempengaruhi hasil pengujian.
- k. Siapkan alat uji kekasaran permukaan, dan catat hasilnya.

### 3.4 Variabel Pengukur

Variabel yang digunakan dalam pengukuran ini adalah variabel bebas dan variabel terikat.

#### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang nilainya bebas ditentukan oleh peneliti. Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah variasi jarak, waktu dan tekanan penyemprotan. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

##### 1. Jarak

Penelitian Kurniawan(2013) menggunakan variasi jarak 30 cm; 45 cm dan 60 cm dan didapatkan kekasaran optimum 4,5  $\mu\text{m}$  yang dihasilkan pada jarak 46,5 cm. Berdasarkan wawancara, jika jarak terlalu dekat maka kekasaran permukaan yang dihasilkan terlalu dalam. Maka pada penelitian ini digunakan jarak 400 mm, 450 mm dan 500 mm. Berdasarkan parameter yang dipilih untuk penelitian,

mengacu pada parameter yang digunakan perusahaan yaitu 400 mm. Karena pada penelitian ini mencari nilai kekasaran permukaan yang rendah, maka dari itu dipilih parameter jarak penyemprotan yang semakin jauh.

## 2. Waktu penyemprotan

Pradana(2016) meneliti tentang kombinasi variasi waktu proses 10 detik, 15 detik, 20 detik dan tekanan 4 bar, 5 bar, 6 bar menghasilkan kekasaran permukaan maksimal sebesar 76  $\mu\text{m}$  pada variasi tekanan 6 bar dan waktu 20 detik. Kekasaran minimal yang dihasilkan yaitu sebesar 45.5  $\mu\text{m}$  pada tekanan 4 bar dan waktu 10 detik. Dari penelitian tersebut dijelaskan bahwa semakin besar nilai waktu penyemprotan maka semakin besar nilai kekasarannya. Maka, pada penelitian ini menggunakan waktu penyemprotan 4 detik, 8 detik, dan 12 detik. Berdasarkan *setting* perusahaan waktu penyemprotan yang digunakan 12 detik. Karena pada penelitian ini mencari nilai kekasaran yang rendah, maka dipilih nilai parameter waktu penyemprotan yang semakin singkat.

## 3. Tekanan penyemprotan

Penelitian Pradana(2016) menggunakan variasi tekanan 4 bar, 5 bar, dan 6 bar dan didapatkan kekasaran permukaan 45,5  $\mu\text{m}$  untuk tekanan 4 bar dan 76  $\mu\text{m}$  untuk tekanan 6 bar. Dengan hasil semakin besar tekanan udara maka semakin besar pula tingkat kekasarannya. Maka, pada penelitian ini menggunakan tekanan 3 bar, 4 bar, dan 5 bar. Berdasarkan *setting* perusahaan tekanan penyemprotan yang digunakan 5 bar. Karena pada penelitian ini mencari kekasaran yang rendah, maka di pilih niali parameter tekanan penyemprotan yang semakin kecil.

Tabel 3.4 Variabel Bebas dan Level

Jarak Penyemprotan (mm)	Tekanan Penyemprotan (bar)	Waktu Penyemprotan (detik)
400	3	4
450	4	8
500	5	12

### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekasaran permukaan spesimen setelah dilakukan proses *sandblasting*.

### 3.5 Data Percobaan

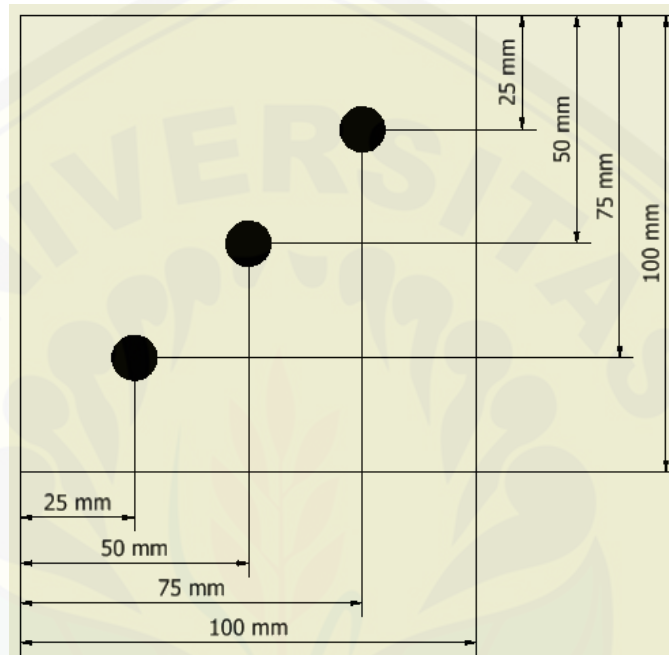
Data percobaan yang akan dilakukan dapat dilihat seperti pada table 3.5 berikut ini.

Tabel 3.5 Data Percobaan Penelitian

No.	Jarak (mm)	Waktu (detik)	Tekanan (bar)	Kekasaran Permukaan ( $\mu\text{m}$ )			Kekasaran Permukaan ( $\mu\text{m}$ )
				1	2	3	
1.			3				
2.		4	4				
3.			5				
4.			3				
5.	400	8	4				
6.			5				
7.			3				
8.		12	4				
9.			5				
10.			3				
11.		4	4				
12.			5				
13.			3				
14.	450	8	4				
15.			5				
16.			3				
17.		12	4				
18.			5				
19.			3				
20.		4	4				
21.			5				
22.			3				
23.	500	8	4				
24.			5				
25.			3				
26.		12	4				
27.			5				

### 3.6 Pengambilan Data

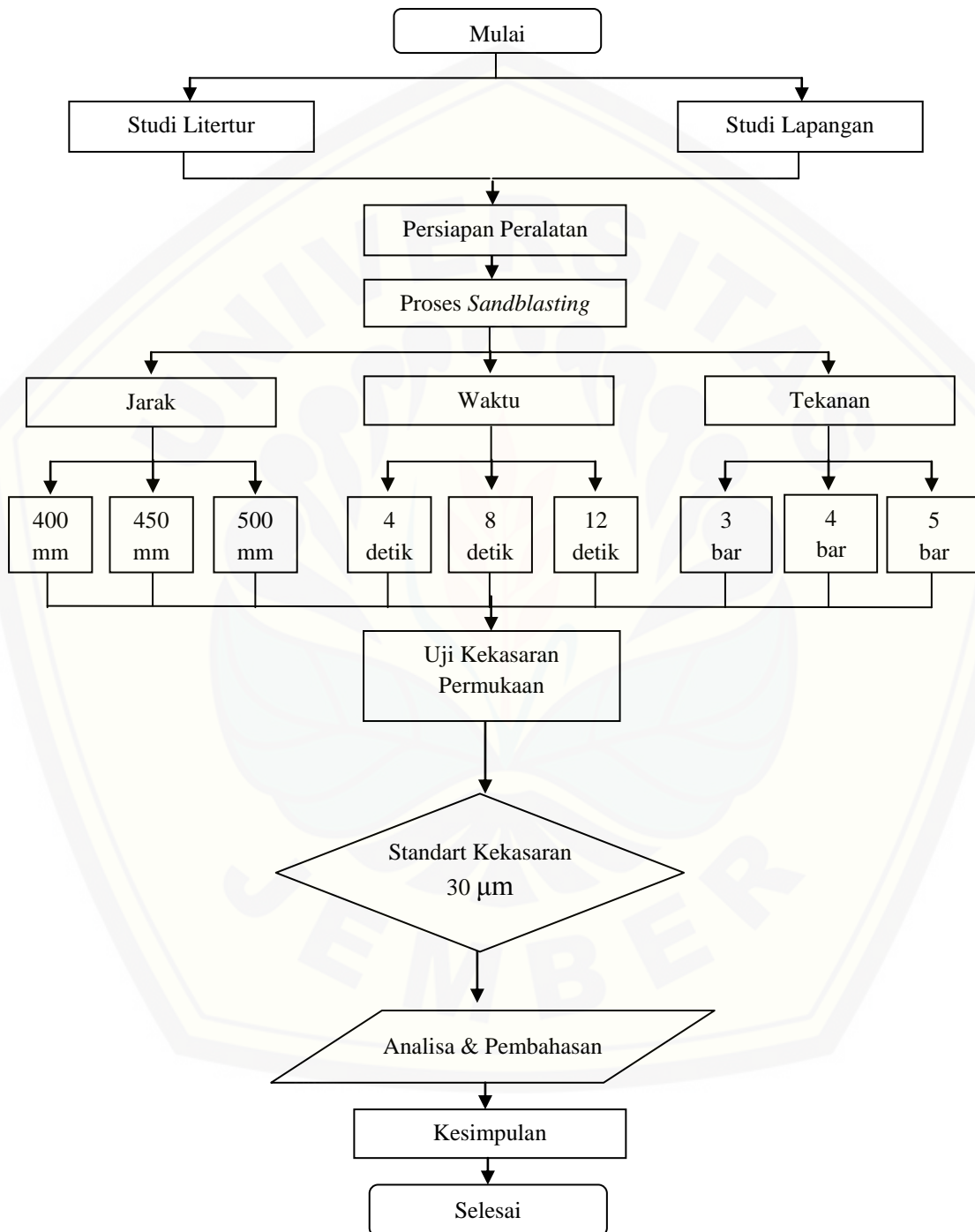
Nilai kekasaran permukaan benda kerja yang telah dilakukan *sandblasting* diukur menggunakan *Surface Roughness Tester 220*. Pengambilan data nilai kekasaran permukaan dilakukan pada tiga titik pada benda kerja. Berikut adalah letak pengambilan datanya:



Gambar 3.5 Area Pengambilan Data Nilai Kekasaran Permukaan

### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Adapun urutan yang dilakukan dari awal sampai akhir penelitian diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

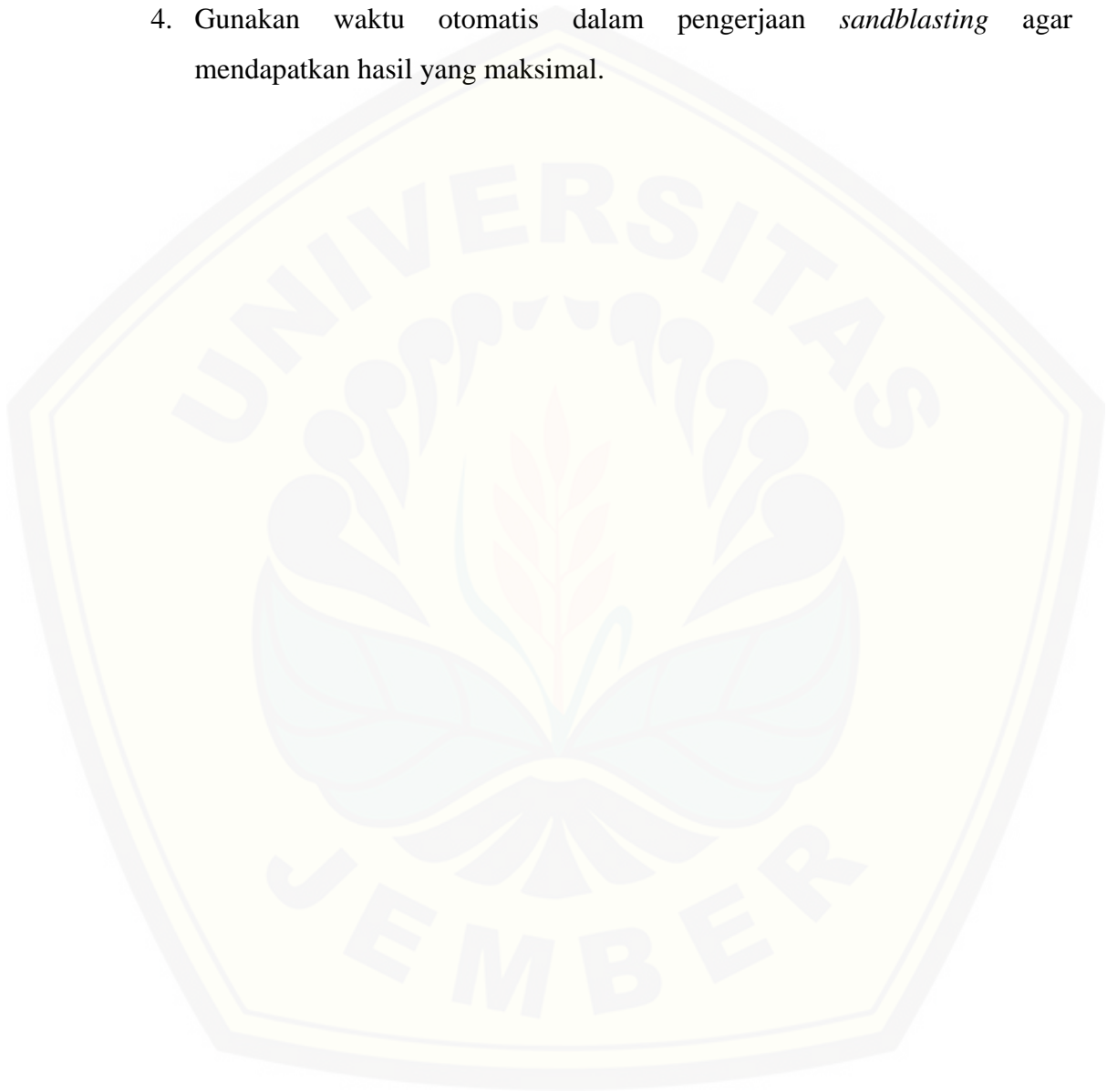
1. Nilai kekasaran paling tinggi yaitu pada variabel jarak penembakan 400 mm, waktu penyemprotan 12 detik, dan tekanan penyemprotan 5 bar dengan nilai kekasaran sebesar 92,77  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai kekasaran paling rendah yaitu pada variabel jarak penyemprotan 500 mm, waktu penyemprotan 4 detik, dan tekanan penyemprotan 3 bar dengan menghasilkan kekasaran permukaan 50,19  $\mu\text{m}$ . Dari variabel jarak penyemprotan, waktu penyemprotan, dan tekanan penyemprotan dalam penelitian ini yang paling berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja adalah waktu penyemprotan, hal ini mengacu pada uji statistik yang telah dilakukan.
2. Kekasaran optimum yang dituju adalah kekasaran minimum pada *range* 30  $\mu\text{m}$  – 85  $\mu\text{m}$ . Dari percobaan yang telah dilakukan maka di dapatkan hasil kekasaran permukaan yang paling mendekati 30  $\mu\text{m}$  dan kebersihannya mencapai SA 3, yaitu pada variabel jarak penyemprotan 500 mm, waktu penyemprotan 8 detik, dan tekanan penyemprotan 4 bar dengan menghasilkan kekasaran permukaan 60,07  $\mu\text{m}$ .

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan nilai kekasaran optimum, perlu dipelajari adanya variabel-variabel yang mempengaruhi lainnya seperti sudut penyemprotan, ukuran butir pasir, dan jenis pasir yang berpengaruh terhadap proses *sandblasting*.

2. Perhitungkan rencana keseluruhan sebelum memulai proses *sandblasting* seperti bahan yang dibutuhkan, persiapan alat dan bahan, parameter yang digunakan dan lain-lain agar mendapatkan hasil dan maksimal.
3. Pastikan operator terampil dalam menjalankan proses *sandblasting*.
4. Gunakan waktu otomatis dalam pengerjaan *sandblasting* agar mendapatkan hasil yang maksimal.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Algifari. (*Analisis Regresi*). BPFE Jogjakarta anggota IKPI, 2000
- Ariastanta, D.P., 2012. *Analisis Kekasaran Pelat A 283 Gr. C Akibat Variasi Jarak Penembakan, Lama Penembakan Dan Debit Pasir Pada Proses Sandblasting*. Jember : Universitas Jember.
- ASTM D7127. 3013. Standard Test Method for Measurement of Surface Roughness of Abrasive Blast Cleaned Metal Surfaces Using a Portable Stylus Instrument: West Conshohocken, PA 19428-2959.
- Atlas Copco Airpower NV. 2013. *Oil-Injected Rotary Screw Compressors*. Belgium: Atlas Copco Ltd, Hertfordshire, HP2 7EA.
- Erwin Sulisty, P. H. (2011 ). *Pengaruh Waktu Dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No. 3 , 205-208.
- I Made Widiyarta\*, I. M.-A. (2015). *Kekasaran permukaan baja karbon sedang akibat proses sand-blasting dengan variasi tekanan dan sudut penyemprotan*. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV* , 1-4.
- JPCL eBook. 2012. *Achieving Efficiency in Abrasive Blast Cleaning*. Pittsburgh : Technology Publishing Company 2100 Wharton Street, Suite 310 Pittsburgh, PA 15203
- Iriawan Nur dan Astuti Septian Puji. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Kurniawan Erik (2013). *Analisis Kekasaran Permukaan Pada Pross Sandblasting Dengan Variasi Sudu, Jarak, dan Butiran Pasir Silika Pada Pelat ST 37*. Jember : Universitas Jember.
- NPL Management Limited. 2000. *Surface Preparation for Coating*. National Physical Laboratory, Queens Road, Teddington, Middlesex TW11 0LW.
- PAN Abrasives. 2015. *Abrasive Media Guide*. Singapore: Global Products Local Service.
- Riadi, E. *Statistika Penelitian (Analisis Manual dan IBM SPSS)*. Jogjakarta : CV. Andi offset
- Pradana, R.B. dan Kromodiharjo, S. (2016). *Studi Eksperimen Pengaruh Tekanan dan Waktu sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan, Biaya, dan*

*Kebersihan pada Pelat Baja Karbon Rendah di PT. Swadaya Graha. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 5, no 2 , 306-310.*

Prayogo, T., dan Budiman., B. 2009. *Survei Potensi Pasir Kuarsa Di Daerah Ketapang Propinsi Kalimantan barat.* Peneliti Pusat Teknologi Sumber Daya Mineral.

Rochim, Taufik. 2007. *Proses Permesinan: Perkakas & Sistem Pemerkakasan.* Bandung: ITB.

Rosidah, A., dkk. 2015. *Analisis Kekasaran Permukaan pada Proses Sand Blasting dengan Variasi Jarak, Tekanan, dan Sudut pada Pelat A 36 Menggunakan Metode Box Behnken.* Surabaya : Politeknik Perkapan Negeri Surabaya Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 6011.

Samuel dan Wibawa. A. 2010. *Facilities Planning Workshop for Blasting Support the Activity of Development and Repair Ship in PT. Jasa Marina Indah Unit II.* Semarang: Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Sulistyo, E. dan Setyarini, H.P. 2011. *Pengaruh Waktu Dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430.* Malang : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

Supardi. *(Aplikasi Statistika Dalam Penelitian).* PT. Ufuk Publising House, 2011

Susetyo Priyo, I. H. (2010). *Pemanfaatan Pasir Volcano Lumajang Sebagai Alternatif Abrasif Di Galangan Kapal.* 1-8.

TEKNOS. 2012. *Handbookfor Corrosion Protectionof Steel Surfaces by Painting.* Finland :TeknosOy.

Widiyarta, I.M., dkk. 2015. *Kekasaran Permukaan Baja Karbon Sedang Akibat Proses Sand-Blasting Dengan Variasi Tekanan dan Sudut Penyemprotan.* Bali : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362.

Yusim, A.K., dan Triwikantoro. No Years. *Pengaruh Pengelasan Gmaw Terhadap Ketahanan Korosi Baja SS400 Studi Kasus Di PT. Inka Madiun.* Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

## LAMPIRAN

Lampiran A-1. Tabel Distribusi t

Pr df	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.050	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370
11	0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.02470
12	0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	3.92963
13	0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	3.85198
14	0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	3.78739
15	0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	3.73283
16	0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	3.68615
17	0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.64577
18	0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.61048
19	0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.57940
20	0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.55181
21	0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.52715
22	0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.50499
23	0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.48496
24	0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.46678
25	0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.45019
26	0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.43500
27	0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.42103
28	0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.40816
29	0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.39624
30	0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.38518
31	0.68249	1.30946	1.69552	2.03951	2.45282	2.74404	3.37490
32	0.68223	1.30857	1.69389	2.03693	2.44868	2.73848	3.36531
33	0.68200	1.30774	1.69236	2.03452	2.44479	2.73328	3.35634
34	0.68177	1.30695	1.69092	2.03224	2.44115	2.72839	3.34793
35	0.68156	1.30621	1.68957	2.03011	2.43772	2.72381	3.34005
36	0.68137	1.30551	1.68830	2.02809	2.43449	2.71948	3.33262
37	0.68118	1.30485	1.68709	2.02619	2.43145	2.71541	3.32563

Titik Persentase Distribusi t ( $d_f = 1 - 40$ )



## Lampiran A-2. Tabel Durbin Watson

Tabel Durbin-Watson (DW),  $\alpha = 5\%$ 

n	k=1		k=2		k=3		k=4		k=5	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
6	0.6102	1.4002								
7	0.6996	1.3564	0.4672	1.8964						
8	0.7629	1.3324	0.5591	1.7771	0.3674	2.2866				
9	0.8243	1.3199	0.6291	1.6993	0.4548	2.1282	0.2957	2.5881		
10	0.8791	1.3197	0.6972	1.6413	0.5253	2.0163	0.3760	2.4137	0.2427	2.8217
11	0.9273	1.3241	0.7580	1.6044	0.5948	1.9280	0.4441	2.2833	0.3155	2.6446
12	0.9708	1.3314	0.8122	1.5794	0.6577	1.8640	0.5120	2.1766	0.3796	2.5061
13	1.0097	1.3404	0.8612	1.5621	0.7147	1.8159	0.5745	2.0943	0.4445	2.3897
14	1.0450	1.3503	0.9054	1.5507	0.7667	1.7788	0.6321	2.0296	0.5052	2.2959
15	1.0770	1.3605	0.9455	1.5432	0.8140	1.7501	0.6852	1.9774	0.5620	2.2198
16	1.1062	1.3709	0.9820	1.5386	0.8572	1.7277	0.7340	1.9351	0.6150	2.1567
17	1.1330	1.3812	1.0154	1.5361	0.8968	1.7101	0.7790	1.9005	0.6641	2.1041
18	1.1576	1.3913	1.0461	1.5353	0.9331	1.6961	0.8204	1.8719	0.7098	2.0600
19	1.1804	1.4012	1.0743	1.5355	0.9666	1.6851	0.8588	1.8482	0.7523	2.0226
20	1.2015	1.4107	1.1004	1.5367	0.9976	1.6763	0.8943	1.8283	0.7918	1.9908
21	1.2212	1.4200	1.1246	1.5385	1.0262	1.6694	0.9272	1.8116	0.8286	1.9635
22	1.2395	1.4289	1.1471	1.5408	1.0529	1.6640	0.9578	1.7974	0.8629	1.9400
23	1.2567	1.4375	1.1682	1.5435	1.0778	1.6597	0.9864	1.7855	0.8949	1.9196
24	1.2728	1.4458	1.1878	1.5464	1.1010	1.6565	1.0131	1.7753	0.9249	1.9018
25	1.2879	1.4537	1.2063	1.5495	1.1228	1.6540	1.0381	1.7666	0.9530	1.8863
26	1.3022	1.4614	1.2236	1.5528	1.1432	1.6523	1.0616	1.7591	0.9794	1.8727
27	1.3157	1.4688	1.2399	1.5562	1.1624	1.6510	1.0836	1.7527	1.0042	1.8608
28	1.3284	1.4759	1.2553	1.5596	1.1805	1.6503	1.1044	1.7473	1.0276	1.8502
29	1.3405	1.4828	1.2699	1.5631	1.1976	1.6499	1.1241	1.7426	1.0497	1.8409
30	1.3520	1.4894	1.2837	1.5666	1.2138	1.6498	1.1426	1.7386	1.0706	1.8326
31	1.3630	1.4957	1.2969	1.5701	1.2292	1.6500	1.1602	1.7352	1.0904	1.8252
32	1.3734	1.5019	1.3093	1.5736	1.2437	1.6505	1.1769	1.7323	1.1092	1.8187
33	1.3834	1.5078	1.3212	1.5770	1.2576	1.6511	1.1927	1.7298	1.1270	1.8128
34	1.3929	1.5136	1.3325	1.5805	1.2707	1.6519	1.2078	1.7277	1.1439	1.8076
35	1.4019	1.5191	1.3433	1.5838	1.2833	1.6528	1.2221	1.7259	1.1601	1.8029
36	1.4107	1.5245	1.3537	1.5872	1.2953	1.6539	1.2358	1.7245	1.1755	1.7987
37	1.4190	1.5297	1.3635	1.5904	1.3068	1.6550	1.2489	1.7233	1.1901	1.7950
38	1.4270	1.5348	1.3730	1.5937	1.3177	1.6563	1.2614	1.7223	1.2042	1.7916
39	1.4347	1.5396	1.3821	1.5969	1.3283	1.6575	1.2734	1.7215	1.2176	1.7886
40	1.4421	1.5444	1.3908	1.6000	1.3384	1.6589	1.2848	1.7209	1.2305	1.7859

Lampiran A-3. Tabel Distribusi F ( $\alpha = 0.05$ )

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	3.96	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	3.05	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	1.96
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 A-4 Data grafik**

Jarak 400	Jarak 450	Jarak 500	Waktu 4	Waktu 8	Waktu 12	Tekanan 3	Tekanan 4	Tekanan 5
74,01	57,64	50,19	74,01	70,61	78,5	74,01	66,38	65,53
66,38	64,03	57,24	66,38	67,71	86,39	70,61	67,71	71,6
65,53	66,85	65,14	65,53	71,6	92,77	78,5	86,39	92,77
70,61	59,95	57,46	57,64	59,95	61,31	57,64	64,03	66,85
67,71	63,25	60,07	64,03	63,25	61,78	59,95	63,25	67,13
71,6	67,13	64,14	66,85	67,13	64,64	61,31	61,78	64,64
78,5	61,31	56,89	50,19	57,46	56,89	50,19	57,24	65,14
86,39	61,78	59,67	57,24	60,07	59,67	57,46	60,07	64,14
92,77	64,64	60,82	65,14	64,14	60,82	56,89	59,67	60,82
74,83333	62,95333	59,06889	63,00111	64,65778	69,19667	62,95111	65,16889	68,73556



**Lampiran A-5 Chi-square Distribution Table**

d.f.	.995	.99	.975	.95	.9	.1	.05	.025	.01
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	2.71	3.84	5.02	6.63
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	4.61	5.99	7.38	9.21
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	6.25	7.81	9.35	11.34
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	7.78	9.49	11.14	13.28
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	10.64	12.59	14.45	16.81
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.72
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89
32	15.13	16.36	18.29	20.07	22.27	42.58	46.19	49.48	53.49
34	16.50	17.79	19.81	21.66	23.95	44.90	48.60	51.97	56.06
38	19.29	20.69	22.88	24.88	27.34	49.51	53.38	56.90	61.16
42	22.14	23.65	26.00	28.14	30.77	54.09	58.12	61.78	66.21
46	25.04	26.66	29.16	31.44	34.22	58.64	62.83	66.62	71.20
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	63.17	67.50	71.42	76.15
55	31.73	33.57	36.40	38.96	42.06	68.80	73.31	77.38	82.29
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	74.40	79.08	83.30	88.38
65	39.38	41.44	44.60	47.45	50.88	79.97	84.82	89.18	94.42
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	85.53	90.53	95.02	100.43
75	47.21	49.48	52.94	56.05	59.79	91.06	96.22	100.84	106.39
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	96.58	101.88	106.63	112.33
85	55.17	57.63	61.39	64.75	68.78	102.08	107.52	112.39	118.24
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	107.57	113.15	118.14	124.12
95	63.25	65.90	69.92	73.52	77.82	113.04	118.75	123.86	129.97
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	118.50	124.34	129.56	135.81

**Lampiran A-6 Tabel penolong ukuran – ukuran deskriptif data jarak penembakan ( $X_1$ ), waktu penembakan ( $X_2$ ), tekanan penembakan ( $X_3$ ), dan kekasaran permukaan ( $Y$ )**

n	Y	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_3^2$	$Y^2$	$X_1 X_2 X_3$	$X_1 Y$	$X_2 Y$	$X_3 Y$
1	71,01	400	4	3	160000	16	9	5477,48	4800	29504	296,04	222,03
2	66,33	400	4	4	160000	16	16	4406,3	6400	26552	265,52	265,52
3	65,53	400	4	5	160000	16	25	4294,18	8000	26212	262,12	327,65
4	70,61	400	8	3	160000	64	9	4985,77	9600	28244	564,88	211,83
5	67,71	400	8	4	160000	64	16	4584,64	12800	27084	541,68	270,84
6	71,6	400	8	5	160000	64	25	5126,56	16000	28540	572,8	358
7	78,5	400	12	3	160000	144	9	6162,25	14400	31400	942	235,5
8	86,39	400	12	4	160000	144	16	7463,23	19200	34556	1035,68	345,56
9	91,77	400	12	5	160000	144	25	8606,27	24000	37108	1113,24	463,85
10	57,64	450	4	3	202500	16	9	3322,37	5400	25938	230,56	172,92
11	64,03	450	4	4	202500	16	16	4099,84	7200	28813,5	256,12	256,12
12	66,85	450	4	5	202500	16	25	4468,92	9000	30082,5	267,4	334,25
13	59,95	450	8	3	202500	64	9	3594	10800	26977,5	479,6	179,85
14	63,25	450	8	4	202500	64	16	4000,56	14400	28462,5	506	253
15	67,13	450	8	5	202500	64	25	4506,44	18000	30208,5	537,04	335,65
16	61,31	450	12	3	202500	144	9	3758,92	16200	27589,5	735,72	183,93
17	61,73	450	12	4	202500	144	16	3816,77	21600	27801	741,36	247,17
18	64,61	450	12	5	202500	144	25	4178,33	27000	29088	775,68	323,2
19	50,19	500	4	3	250000	16	9	2519,64	6000	25095	200,76	150,57
20	57,24	500	4	4	250000	16	16	3276,42	8000	28520	228,96	228,96
21	65,14	500	4	5	250000	16	25	4243,22	10000	32570	260,56	325,7
22	57,45	500	8	3	250000	64	9	3301,65	12000	28730	459,68	172,38
23	60,07	500	8	4	250000	64	16	3608,4	16000	30035	480,56	240,28
24	64,14	500	8	5	250000	64	25	4113,94	20000	32070	513,12	320,7
25	56,89	500	12	3	250000	144	9	3236,47	18000	28445	682,68	170,67
26	59,67	500	12	4	250000	144	16	3560,51	24000	29835	716,04	238,68
27	60,82	500	12	5	250000	144	25	3699,07	30000	30410	729,84	304,1
TOTAL	1771,7	12150	216	103	5512500	2016	450	118412	388800	790171	14396,6	7138,86



Lampiran A-7 Tabel *Kolmogorov Smirnov*

Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov

<i>n</i>	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252

Lampiran B-1 Preparasi



Memasang *nozzle* ke alat bantu



Pengukuran jarak penembakan dari *nozzle* ke spesimen



Memasukkan pasir silika ke dalam *sandpot*



Proses penyemprotan



Penggantian spesimen



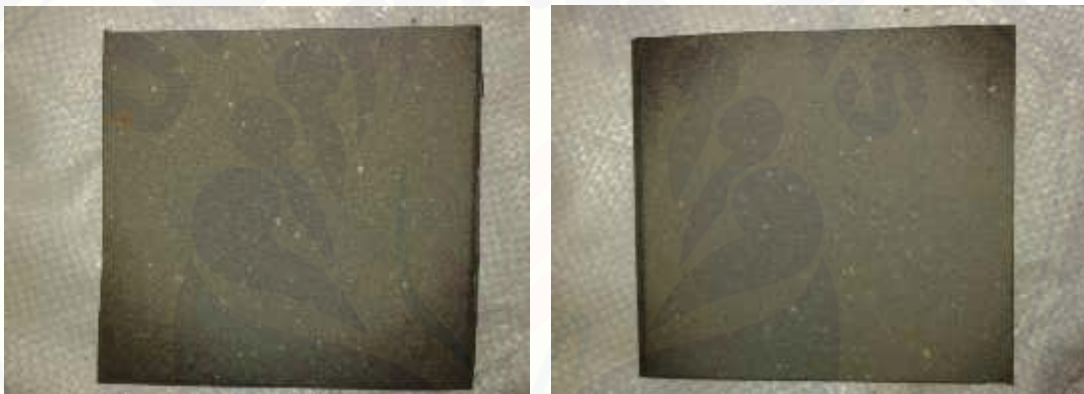
Operator *sandblasting*



**Lampiran B-2 Foto Bahan Sebelum dan Sesudah Di *Sandblasting***



sebelum di lakukan *sandblasting*



Sesudah di lakukan *sandblasting*



Hasil uji kekasaran permukaan

**Lampiran C-1 Perhitungan Uji Kecukupan Data**

Uji kecukupan data

$$N = \left[ \frac{k/\Delta \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{X} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{3/0,1 \sqrt{2 (1,6) - (1,7)^2}}{1,7} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{3 \sqrt{2 - 3,23}}{1,7} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{3 \times 2,2}{1,7} \right]^2$$

$$N' = 16,68 = 17 \text{ data}$$

**Lampiran C-2 Perhitungan Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov**

$$KS = |S(z_i) - P(z_i)|$$

1. Menentukan nilai rata-rata:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ &= \frac{127}{2} \\ &= 63,5\end{aligned}$$

2. Menentukan standar deviasi:

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{2(127)^2 - (51)^2}{2(2-1)}} \\ &= 9,104\end{aligned}$$

Atau dengan menggunakan rumus excel yaitu:

$$=STDEV(\text{nomor urut } X_1; \text{nomor urut } X_{27})$$

3. Menentukan nilai Z

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{s}$$

$$\begin{aligned}\text{Misal untuk } X_1, Z &= \frac{x - \bar{x}}{s} \\ &= \frac{51 - 63,5}{9,1} \\ &= -1,3747\end{aligned}$$

Lalu dilanjutkan sampai pada  $X_{27}$  (hasil di lihat dalam tabel berikutnya).

4. Mencari nilai P(Z)

Dengan rumus excel yaitu :



$$P(Z) = IF(X_1=X_2;P(Z);n \text{ ke } 1)$$

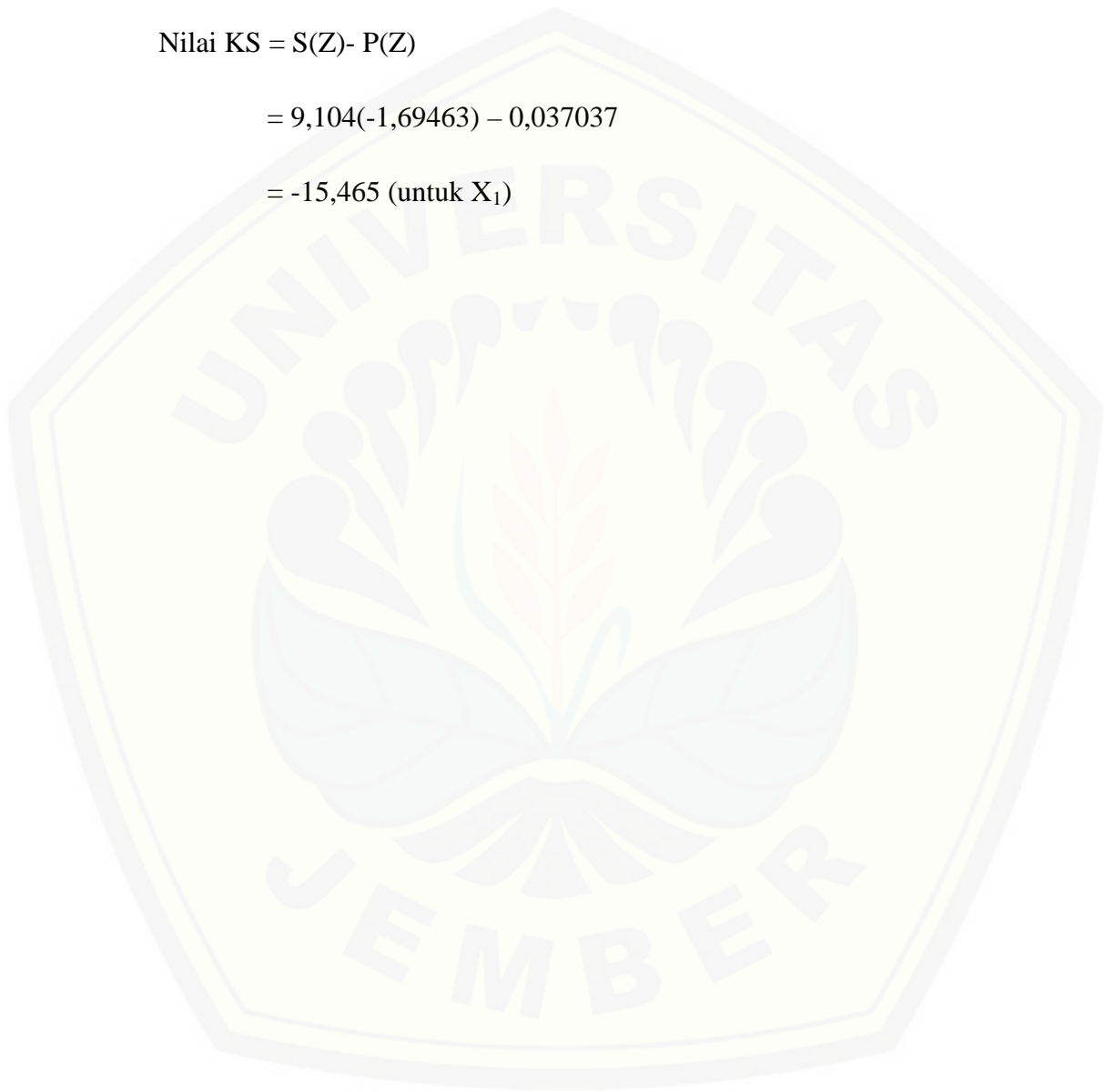
5. Menentukan nilai perbandingan akhir untuk mencari nilai maksimal

Dimana :

$$\text{Nilai KS} = S(Z) - P(Z)$$

$$= 9,104(-1,69463) - 0,037037$$

$$= -15,465 \text{ (untuk } X_1)$$



Hasil keseluruhan akan ditampilkan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel uji normalitas *Kolmogorov Smirnov*

No	S	rata2	Xi	z	P(z)	S(z)-P(z)
1	9,104	65,618	50,19	-1,694639719	0,037037	-15,465
2	9,104	65,618	56,89	-0,958699473	0,074074	-8,80207
3	9,104	65,618	57,24	-0,920254833	0,111111	-8,48911
4	9,104	65,618	57,46	-0,896089631	0,148148	-8,30615
5	9,104	65,618	57,64	-0,876318102	0,185185	-8,16319
6	9,104	65,618	59,67	-0,653339192	0,222222	-6,17022
7	9,104	65,618	59,95	-0,62258348	0,259259	-5,92726
8	9,104	65,618	60,07	-0,60940246	0,296296	-5,8443
9	9,104	65,618	60,82	-0,52702109	0,333333	-5,13133
10	9,104	65,618	61,31	-0,473198594	0,37037	-4,67837
11	9,104	65,618	61,78	-0,421572935	0,407407	-4,24541
12	9,104	65,618	63,25	-0,260105448	0,444444	-2,81244
13	9,104	65,618	64,03	-0,174428822	0,481481	-2,06948
14	9,104	65,618	64,14	-0,162346221	0,518519	-1,99652
15	9,104	65,618	64,64	-0,107425308	0,555556	-1,53356
16	9,104	65,618	65,14	-0,052504394	0,592593	-1,07059
17	9,104	65,618	65,53	-0,009666081	0,62963	-0,71763
18	9,104	65,618	66,38	0,083699473	0,666667	0,095333
19	9,104	65,618	66,85	0,135325132	0,703704	0,528296
20	9,104	65,618	67,13	0,166080844	0,740741	0,771259
21	9,104	65,618	67,71	0,229789104	0,777778	1,314222
22	9,104	65,618	70,61	0,548330404	0,814815	4,177185
23	9,104	65,618	71,6	0,657073814	0,851852	5,130148
24	9,104	65,618	74,01	0,921792619	0,888889	7,503111
25	9,104	65,618	78,5	1,414982425	0,925926	11,95607
26	9,104	65,618	86,39	2,281634446	0,962963	19,80904
27	9,104	65,618	92,77	2,982425308	1	26,152
rata – rata			65,61851852			
Deviasi			9,104603951			

## Lampiran C-3 Perhitungan Uji Homogenitas

1. Menghitung  $S^2$

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{\sum(n-1)S^2}{\sum(n-1)} \\ &= \frac{\sum(2-1)S^2}{\sum(2-1)} \end{aligned}$$

2. Menghitung varians gabungan

$$\begin{aligned} S^2 &= \sqrt{\frac{n \sum^2 - (\sum)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{2(5) - (1)^2}{2(2-1)}} \\ &= 41,60 \end{aligned}$$

3. Menghitung satuan Barlett

$$\begin{aligned} B &= \log S^2 \cdot \sum(n-1) \\ &= \log 41,60 \cdot (26) \\ &= 42,04 \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai  $X^2$  hitung

$$\begin{aligned} X^2 &= (\ln 10) \{ B - \sum(ni-1) \log S^2 \} \\ &= (\ln 10) \{ 42,04 - \sum(26) \log 41,60 \} \\ &= -0,1299 \end{aligned}$$

Dari tabel *chi square* didapat nilai  $X^2$  tabel sebesar 7,81

$$Dk = 3$$

$$= 0,05$$

$$\text{maka } X^2_{(0,05;3)} = 7,81$$

**Lampiran C-4 Perhitungan Uji Autokorelasi**

1. Menentukan nilai DU dan DL

$$a = 0,05$$

$$n = 27$$

$$k = 3$$

Lihat tabel  $DW_{(0,05;27;3)}$  maka didapatkan :

$$DL = 1,162$$

$$DU = 1,651$$

2. Menentukan nilai  $DW = \frac{\sum(e - e - 1)^2}{\sum e^2}$

$e_i$  = nilai galat

$$e_i = Y_i - y_i$$

3. Substitusi persamaan  $Y_{27}$

$$\begin{aligned} Y_{27} &= 118,53 - 0,157X_1 + 0,77X_2 + 2,89X_3 \\ &= 118,53 - 0,157(500) + 0,77(12) + 2,89(5) \\ &= 63,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{27} &= 63,72 - 60,82 \\ &= 2,90 \end{aligned}$$

4. Substitusi persamaan  $Y_{26}$

$$\begin{aligned} Y_{26} &= 118,51 - 0,157(500) + 0,77(12) + 2,89(4) \\ &= 60,83 \end{aligned}$$

$$E_{26} = 60,83 - 59,67$$

$$= 1,16$$

$$DW = \frac{\sum(e - e_{i-1})^2}{\sum e^2}$$

$$= \frac{\sum(e_2 - e_1)^2}{\sum e_2^2}$$

$$= \frac{(2,9 - 1,1)^2}{(2,9)^2}$$

$$= 0,36$$





**Lampiran C-4 Perhitungan Uji Linearitas**

1. Menghitung jumlah kuadrat

$$\begin{aligned} JK_t &= \Sigma y^2 \\ &= 118411,6 \end{aligned}$$

2. Menghitung  $JK_{reg a}$

$$\begin{aligned} JK_{reg a} &= \frac{\Sigma(y)^2}{n} \\ &= \frac{(1 \quad ,7)^2}{2} \\ &= 116256,32 \end{aligned}$$

3. Menghitung  $JK_{reg b}$

$$\begin{aligned} JK_{reg b} &= b(\Sigma xy - \frac{\Sigma}{n}) \\ &= -0,157(790171 - \frac{1 \quad .1 \quad ,7}{2}) \\ &= 1113,758 \end{aligned}$$

4. Menghitung  $JK_{res}$

$$\begin{aligned} JK_{res} &= JK_t - JK_{reg b} - JK_{res a} \\ &= 118411,6 - 1113,758 - 116256,32 \\ &= 1041,522 \end{aligned}$$

5. Menghitung  $JK_g$

$$\begin{aligned} JK_g &= \Sigma y^2 - (\frac{\Sigma y}{n})^2 \\ &= 118411,6 - (\frac{1 \quad ,7}{2})^2 \\ &= 2155,28 \end{aligned}$$

6. Menghitung  $JK_{tc}$

$$\begin{aligned} JK_{tc} &= JK_{reg} - Jk_g \\ &= 1041,522 - 2156,28 \\ &= -1113,758 \end{aligned}$$

7. Menghitung  $Db_g$  dan  $Db_{tc}$

$$\begin{aligned} Db_g &= n - k \\ &= 27 - 3 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Db_{tc} &= k - 2 \\ &= 3 - 2 \\ &= 1 \end{aligned}$$

8. Menghitung  $RJK_{tc}$

$$RJK_{tc} = \frac{J}{d} = \frac{-1,7}{1} = -1113,758$$

9. Menghitung  $RJK_g$

$$RJK_g = \frac{J}{d} = \frac{2,2}{2} = 89,803$$

10. Menentukan  $F_{hitung}$

$$F_{hitung} = \frac{R}{K} = \frac{-1,7}{8,8} = -12,40$$

11. Menentukan  $F_{tabel}$

$$F_{tabel} = F_{(1;0.05)(1;24)}$$

$$F_{(1;0.05)(1;24)} = F_{(0,95)(4,26)} = 4,26$$

### Lampiran C-5 Perhitungan Regresi Linear Berganda

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

Untuk mendapatkan persamaan diatas terlebih dahulu menghitung uji kesesuaian model. Berikut adalah uji kesesuaian model:

#### 1. Data Mentah

$$\begin{aligned} Y &= 1771,7 & \Sigma X_1^2 &= 5512500 & \Sigma X_1Y &= 790171 & \Sigma X_1X_3 &= 48600 \\ \Sigma X_1 &= 12150 & \Sigma X_2^2 &= 2016 & \Sigma X_2Y &= 14396,64 & \Sigma X_2X_3 &= 864 \\ \Sigma X_2 &= 216 & \Sigma X_3^2 &= 450 & \Sigma X_3Y &= 7138,86 & \bar{x}_1 &= 450 \\ \Sigma X_3 &= 108 & \Sigma Y^2 &= 118411,6 & \Sigma X_1X_2 &= 97200 & \bar{x}_2 &= 8 \\ \bar{x}_3 &= 4 & \bar{y} &= 65,6 \end{aligned}$$

#### 2. Skor Deviasi

$$\begin{aligned} \Sigma X_1^2 &= \Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_1)^2}{n} = 5512500 - \frac{(12150)^2}{2} = 45000 \\ \Sigma X_2^2 &= \Sigma X_2^2 - \frac{(\Sigma X_2)^2}{n} = 2016 - \frac{(216)^2}{2} = 288 \\ \Sigma X_3^2 &= \Sigma X_3^2 - \frac{(\Sigma X_3)^2}{n} = 450 - \frac{(108)^2}{2} = 18 \\ \Sigma Y^2 &= \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} = 118411,6 - \frac{(1771,7)^2}{2} = 2155,27 \\ \Sigma X_1Y &= \Sigma X_1Y - \frac{\Sigma X_1 \Sigma Y}{n} = 790171 - \frac{(12150 \times 1771,7)}{2} = -7094 \\ \Sigma X_2Y &= \Sigma X_2Y - \frac{\Sigma X_2 \Sigma Y}{n} = 14396,64 - \frac{(216 \times 1771,7)}{2} = 223,04 \\ \Sigma X_3Y &= \Sigma X_3Y - \frac{\Sigma X_3 \Sigma Y}{n} = 7138,86 - \frac{(108 \times 1771,7)}{2} = 52,06 \\ \Sigma X_1X_2 &= \Sigma X_1X_2 - \frac{\Sigma X_1 \Sigma X_2}{n} = 97200 - \frac{(12150 \times 216)}{2} = 0 \\ \Sigma X_1X_3 &= \Sigma X_1X_3 - \frac{\Sigma X_1 \Sigma X_3}{n} = 48600 - \frac{(12150 \times 108)}{2} = 0 \\ \Sigma X_2X_3 &= \Sigma X_2X_3 - \frac{\Sigma X_2 \Sigma X_3}{n} = 864 - \frac{(216 \times 108)}{2} = 0 \end{aligned}$$

3. Menentukan harga-harga  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  dan  $b_0$  dengan cara menyelesaikan sistem persamaan berikut

$$\sum X_1 y = b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3$$

$$-7094 = b_1(45000) + b_2(0) + b_3(0)$$

$$-7094 = 45000 b_1$$

$$b_1 = \frac{-7}{4} = -0,157$$

$$\sum X_2 y = b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3$$

$$223,04 = b_1(0) + b_2(288) + b_3(0)$$

$$223,04 = 288 b_2$$

$$b_2 = \frac{2,0}{2} = 0,77$$

$$\sum X_3 y = b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2$$

$$52,06 = b_1(0) + b_2(0) + b_3(18)$$

$$52,06 = 18 b_3$$

$$b_3 = \frac{5,0}{1} = 2,89$$

sehingga didapat :

$$b_1 = -0,157$$

$$b_2 = 0,77$$

$$b_3 = 2,89$$

sedangkan harga  $b_0$  didapat dengan menyelesaikan persamaan :

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 - b_3 \bar{x}_3$$

$$b_0 = 65,6 - (-0,157 \times 450) - (0,77 \times 8) - (2,89 \times 4)$$

$$b_0 = 118,52$$

maka diperoleh persamaan regresi:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

$$Y = 118,53 - 0,157 x_1 + 0,77 x_2 + 2,89 x_3$$

**Lampiran C-6 Perhitungan Analisis Koefisiensi Determinasi ( $R^2$ )**

Koefisien  $R^2$  berkaitan dengan persamaan regresi yaitu :

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

Dimana ;

$$R^2 = \frac{b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y + b_3 \sum x_3 y}{\sum y^2}$$

$$R^2 = \frac{-0,1 (-7) + 0,7 (2,0) + 2,8 (5,0)}{2,2}$$

$$R^2 = 0,667$$

Dengan  $b_1$  = koefisien  $x_1$

$$\sum x_1 y ; \sum x_1 y - \left( \frac{\sum x_1 \sum y}{n} \right)$$

$$\sum y^2 ; \sum y^2 - \left( \frac{\sum y}{n} \right)^2$$

Maka;

$$F \text{ hitung} = \frac{R^2 \cdot d}{k(1-R^2)}$$

$$= \frac{0,667 \cdot 2}{3(1-0,667)}$$

$$= 15,356$$

$$F_{\text{tabel}} = F_{\alpha(k-1);(n-k-1)}$$

$$= F_{0,05(2);(25)} = 3,422$$



**Lampiran C-7 Perhitungan Uji Kesesuaian Model (Uji F)**

Menentukan Jumlah kuadrat

$$JK_{tr} = \sum y^2$$

$$= 2155,27$$

$$JK_{reg} = b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y + b_3 \sum x_3 y$$

$$= \frac{(-0,1 \times -7) + (0,7 \times 2,0) + (2,8 \times 5,0)}{2 - 3 - 1}$$

$$= 1435,95$$

$$JK_{res} = \sum y^2 - JK_{reg}$$

$$= 2155,27 - 1435,95$$

$$= 719,32$$

Menentukan dk

$$dk_{reg} = k = 3 \quad (dk_1)$$

$$dk_{res} = n - k - 1$$

$$= 27 - 3 - 1$$

$$= 23 \quad (dk_2)$$

Menentukan harga RJK

$$RJK_{reg} = \frac{J}{d}$$

$$= \frac{1435,95}{3} = 478,65$$

$$RJK_{res} = \frac{J}{d}$$

$$= \frac{719,32}{2} = 359,66$$

Menentukan harga  $F_{hitung}$

$$\begin{aligned} F_{hitung} &= \frac{R}{R} \\ &= \frac{4,6}{3,2} = 15,30 \end{aligned}$$



**Lampiran C-8 Perhitungan Uji Individual (Uji t)**

Menentukan varian error

$$\begin{aligned}
 S_c &= \frac{\sum y^2 - b_1 \sum X_1 y - b_2 \sum X_2 y - b_3 \sum X_3 y}{n - k - 1} \\
 &= \frac{2,7 - (-0,1)(-7) - 0,7(2,0) - 2,8(5,0)}{2 - 3 - 1} \\
 &= 31,27
 \end{aligned}$$

Menentukan kekeliruan baku

Untuk  $X_1$ 

$$\begin{aligned}
 S_{b_1} &= \sqrt{\frac{(S_c)(\sum X_1^2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3,2)(2)}{(4)(2) - (0)}} \\
 &= 0,147
 \end{aligned}$$

Untuk  $X_2$ 

$$\begin{aligned}
 S_{b_2} &= \sqrt{\frac{(S_c)(\sum X_2^2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3,2)(1)}{(4)(1) - (0)}} \\
 &= 0,147
 \end{aligned}$$

Untuk  $X_3$ 

$$\begin{aligned}
 S_{b_3} &= \sqrt{\frac{(S_c)(\sum X_3^2)}{(\sum X_2^2)(\sum X_3^2) - (\sum X_2 X_3)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3,2)(4)}{(2)(1) - (0)}} \\
 &= 2,91
 \end{aligned}$$

Menentukan  $t_{hitung}$ 

$$\begin{aligned}
 t_{b_1} &= \frac{b_1}{S_{b_1}} \\
 &= \frac{-0,1}{0,1} \\
 &= -1,068
 \end{aligned}$$

$$t_{b_2} = \frac{b_2}{S_{b_2}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,7}{0,1} \\ &= 5,238 \\ t_{b3} &= \frac{b_3}{s_3} \\ &= \frac{2,8}{2,9} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

Maka  $t_{hitung}$ :

$$X_1 = -1,068; X_2 = 5,238; X_3 = 0,99$$

