

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Hasil Pengujian Kekerasan



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS GADJAH MADA

**HASIL PENGUJIAN KEKERASAN**

No. 115 / P.Kkr / BT DTM / 2018

**Spesimen Friction Welding Pipa Stainless Steel - Pipa Baja, Variasi Tekanan.**

Lembar asli, tidak untuk digandakan

No	Kode	Jarak dr sambungan	d <sub>1</sub> ( $\mu$ m)	d <sub>2</sub> ( $\mu$ m)	d <sub>rata-rata</sub> ( $\mu$ m)	Kekerasan (VHN)	
1	25 Mpa	Baja (putar)	12.0 mm	52.0	52.0	52.00	137.2
			8.0 mm	52.0	52.0	52.00	137.2
			2.0 mm	60.0	61.0	60.50	101.3
			1.0 mm	56.5	56.5	56.50	116.2
			0.5 mm	53.0	53.0	53.00	132.0
			0.05 mm	51.5	52.0	51.75	138.5
		Stainless Steel (diam)	0.05 mm	34.0	34.0	34.00	320.8
			0.5 mm	43.0	44.0	43.50	196.0
			1.0 mm	43.0	44.0	43.50	196.0
			2.0 mm	43.0	44.0	43.50	196.0
			8.0 mm	44.0	44.0	44.00	191.6
			12.0 mm	44.0	43.0	43.50	196.0

No	Kode	Jarak dr sambungan	d <sub>1</sub> ( $\mu$ m)	d <sub>2</sub> ( $\mu$ m)	d <sub>rata-rata</sub> ( $\mu$ m)	Kekerasan (VHN)	
2	30 Mpa	Baja (putar)	12.0 mm	52.0	51.0	51.50	139.8
			8.0 mm	51.0	52.0	51.50	139.8
			2.0 mm	49.0	51.0	50.00	148.4
			1.0 mm	48.0	50.0	49.00	154.5
			0.5 mm	44.0	47.0	45.50	179.1
			0.05 mm	45.0	47.0	46.00	175.3
		Stainless Steel (diam)	0.05 mm	33.0	35.0	34.00	320.8
			0.5 mm	40.0	40.0	40.00	231.8
			1.0 mm	40.0	40.0	40.00	231.8
			2.0 mm	44.0	43.0	43.50	196.0
			8.0 mm	39.0	41.0	40.00	231.8
			12.0 mm	41.0	40.0	40.50	226.1

**Keterangan :**

1. Menggunakan metode uji Vikers dengan pembebanan 200 gf, 5 detik
2. Satuan pengukuran diagonal jejak indenter dalam  $\mu$ m
3. Pengujian dilakukan pada tanggal 09 Juli 2018

Lembar 1 dari 2

## Lampiran 2 Hasil Pengujian Kekerasan



**LABORATORIUM BAHAN TEKNIK**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS GADJAH MADA**

**HASIL PENGUJIAN KEKERASAN**  
 No: 115 / P.Kkr / BT.DTM / 2016

**Spesimen Friction Welding Pipa Baja - Pipa Stainless Steel, Variasi Tekanan.**

No	Kode	Jarak dr sambungan	$d_1$ ( $\mu\text{m}$ )	$d_2$ ( $\mu\text{m}$ )	$d_{\text{rata-rata}}$ ( $\mu\text{m}$ )	Kekerasan (VHN)	
3	35 Mpa	Baja (putar)	12.0 mm	52.0	51.0	51.50	139.8
			8.0 mm	52.0	52.0	52.00	137.2
			2.0 mm	50.0	50.0	50.00	148.4
			1.0 mm	48.0	51.0	49.50	151.4
			0.5 mm	47.0	49.0	48.00	161.0
			0.05 mm	47.0	47.0	47.00	167.9
		Stainless Steel (diam)	0.05 mm	36.0	37.0	36.50	278.4
			0.5 mm	39.0	39.0	39.00	243.8
			1.0 mm	40.0	40.0	40.00	231.8
			2.0 mm	40.0	40.0	40.00	231.8
			8.0 mm	40.0	40.0	40.00	231.8
			12.0 mm	40.0	40.0	40.00	231.8

*Keterangan:*

- Menggunakan metode uji Vickers dengan pembebanan 200 gf, 5 detik
- Satuan pengukuran diagonal jejak indentor dalam  $\mu\text{m}$
- Pengujian dilakukan pada tanggal 09 Juli 2018

Yogyakarta, 09 Juli 2018

Kasim Laboratorium Bahan Teknik



Lilik Dwi Setyana, ST., M.T.  
 NIP. 197709312002121002

Lembar 2 dari 2

Kampus : Jl. Grafika 2A Yogyakarta 55281 Telpun : (0274) 747632, 548637, 6492269. Fax. (0274) 546400  
 E-mail: lab.bahanteknik@yahoo.co.id

Lembar asli, tidak untuk digandakan

**Lampiran 3 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-1 Tekanan Gesek 25 MPa**

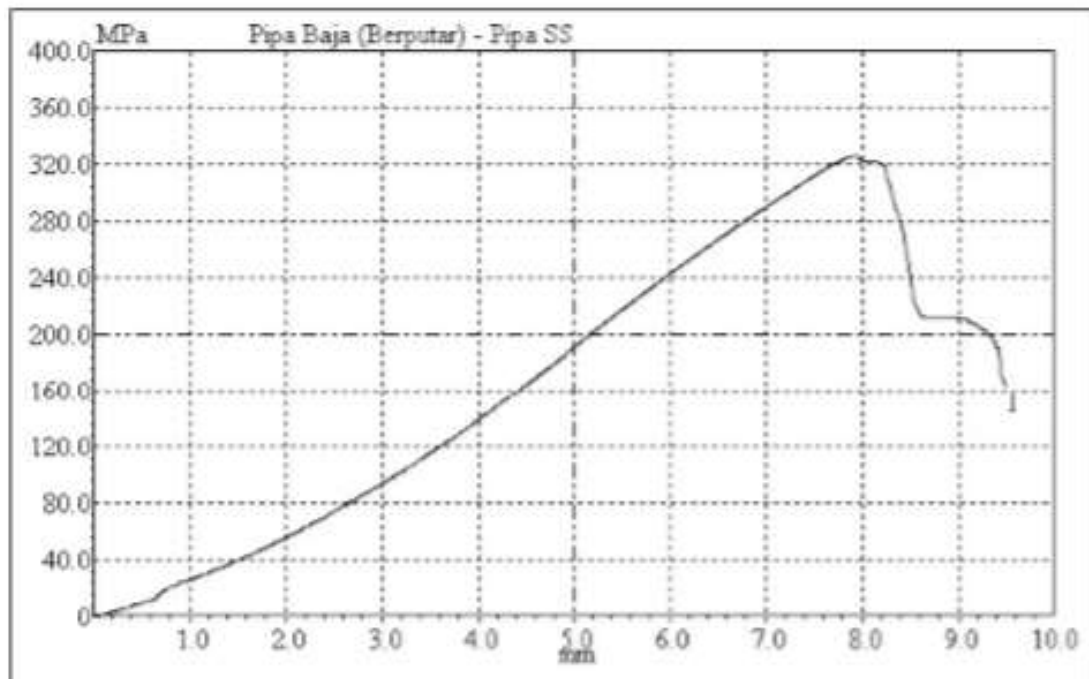
**LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Friction Welding

25 MPa

Pipa Baja (Berputar) - Pipa SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	326.249	326.503	163.241



Yogyakarta, 12 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

Sudansman Ph.D

**Lampiran 4 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-2 Tekanan Gesek 25 MPa**

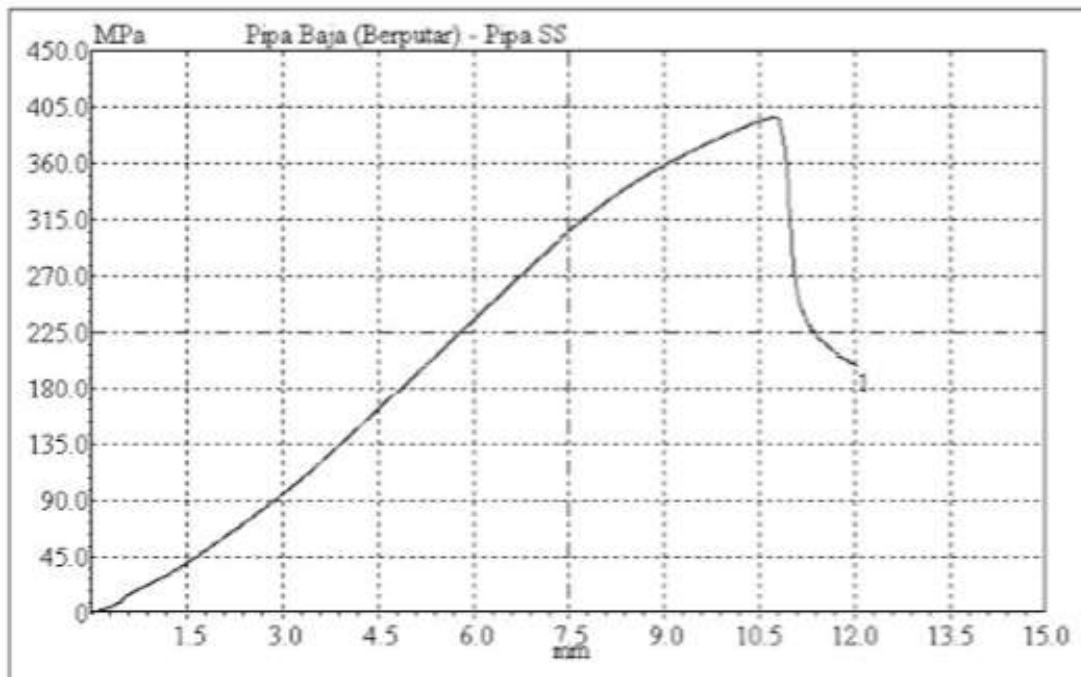
LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding

25 MPa

Pipa Baja (Berputar) - Pipa SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	396.821	396.884	198.439



Yogyakarta, 12 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

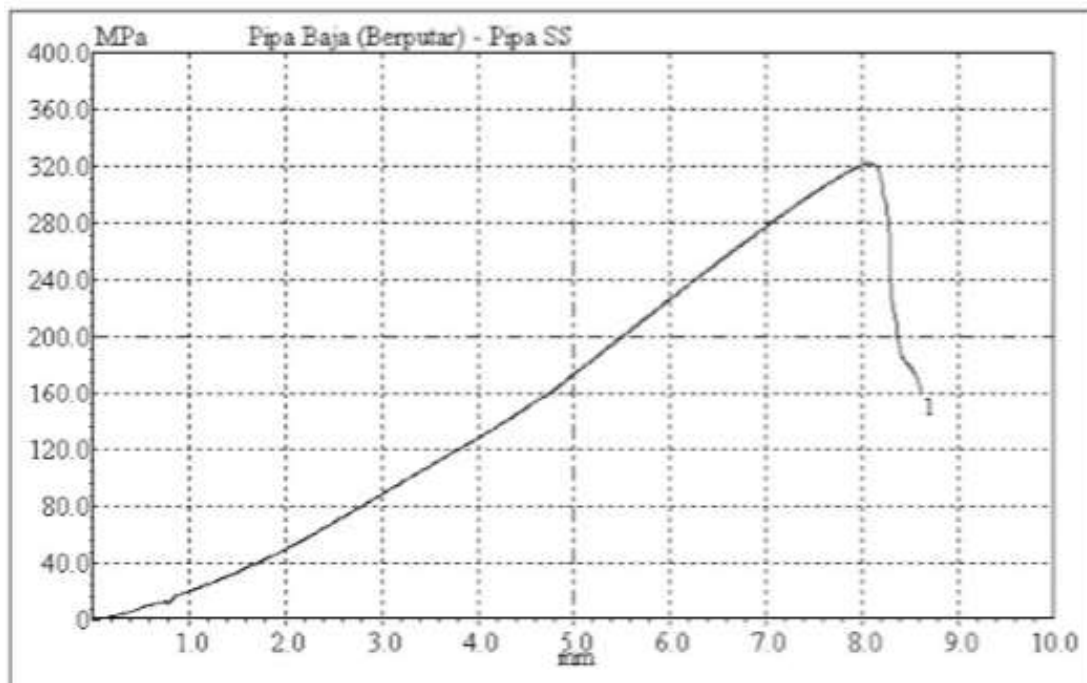
Sudarisman Ph.D

**Lampiran 5 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-3 Tekanan Gesek 25 MPa**

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding  
25 MPa  
Pipa Baja (Berputar) - Pipa SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	322.337	322.367	161.129



Yogyakarta, 12 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

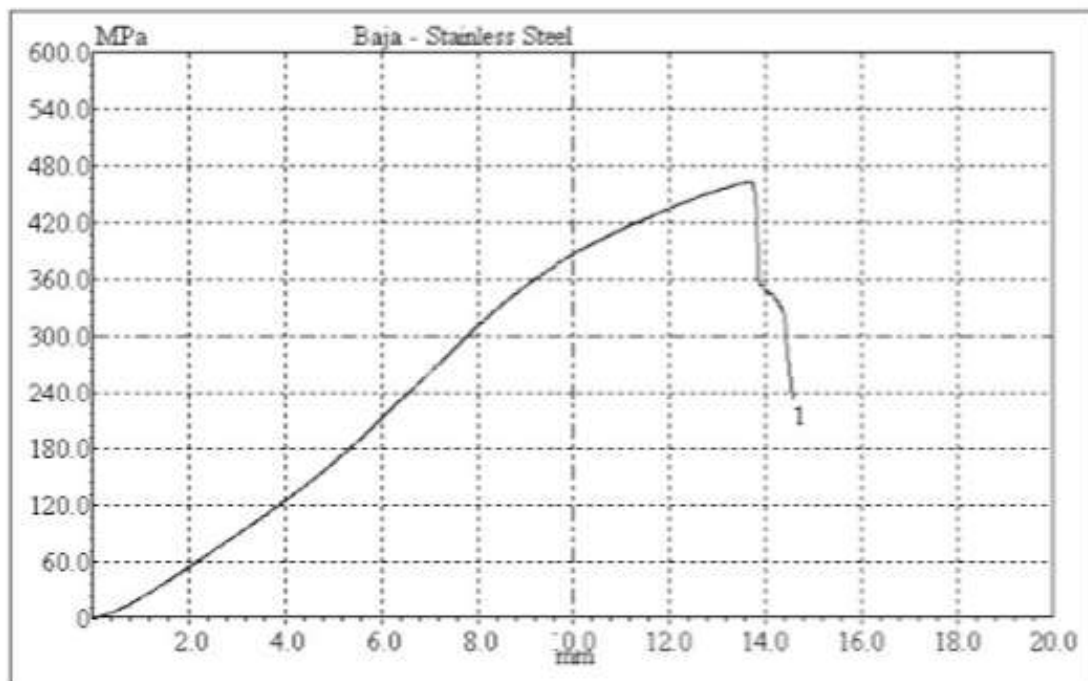
Sudarisman Ph.D

### Lampiran 6 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-4 Tekanan Gesek 30 MPa

#### LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Baja - Stainless Steel  
Friction Welding  
Tekanan Gesek 30 MPa

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	419.387	464.244	232.107



Yogyakarta, 10 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

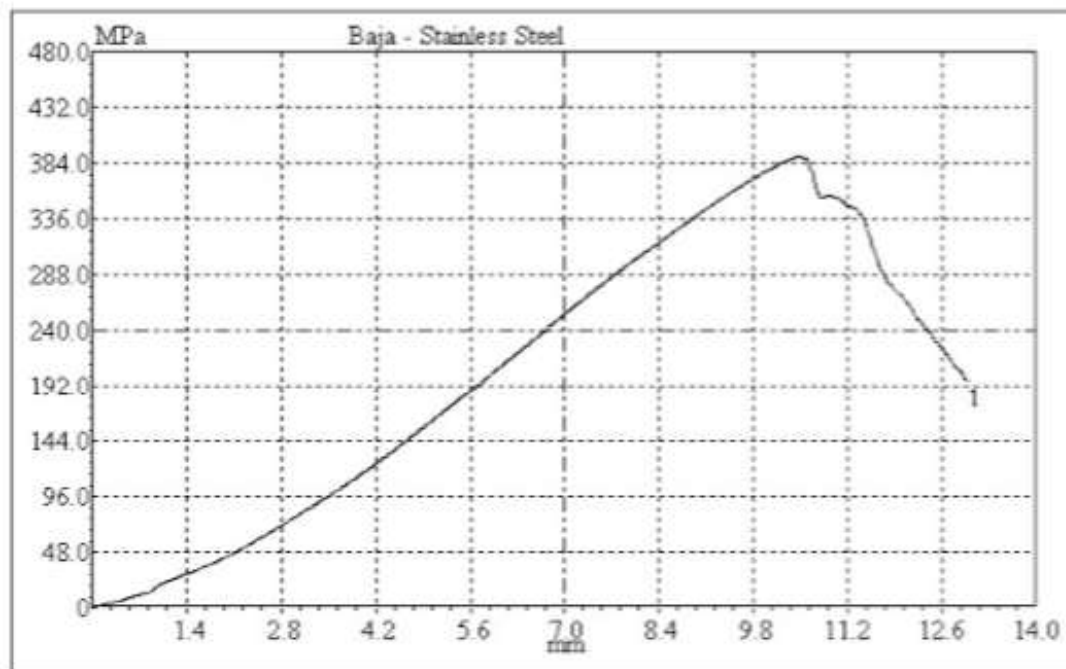
Sudarisman Ph.D

**Lampiran 7 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-5 Tekanan Gesek 30 MPa**

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Baja - Stainless Steel  
Friction Welding  
Tekanan Gesek 30 MPa

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	-	389.792	194.891



Yogyakarta, 10 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

Sudarman Ph.D

### Lampiran 8 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-6 Tekanan Gesek 30 MPa

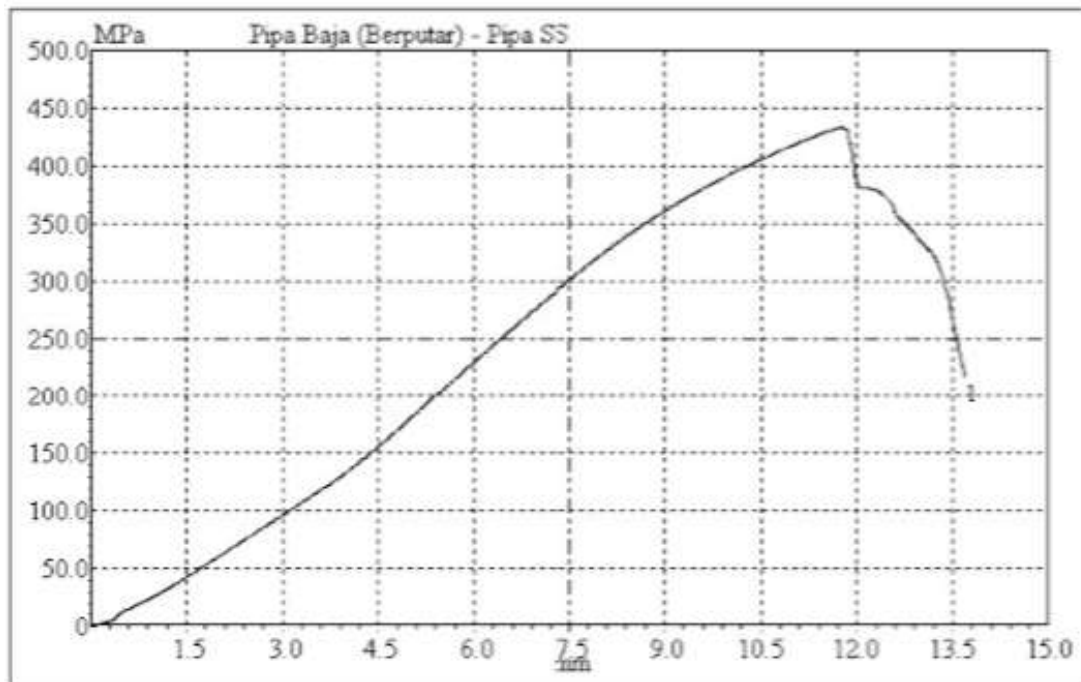
LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding

30 MPa

Pipa Baja (Berputar) - Pipa SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	93.996	431.969	433.777	216.841



Yogyakarta, 12 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

Sudarisman Ph.D

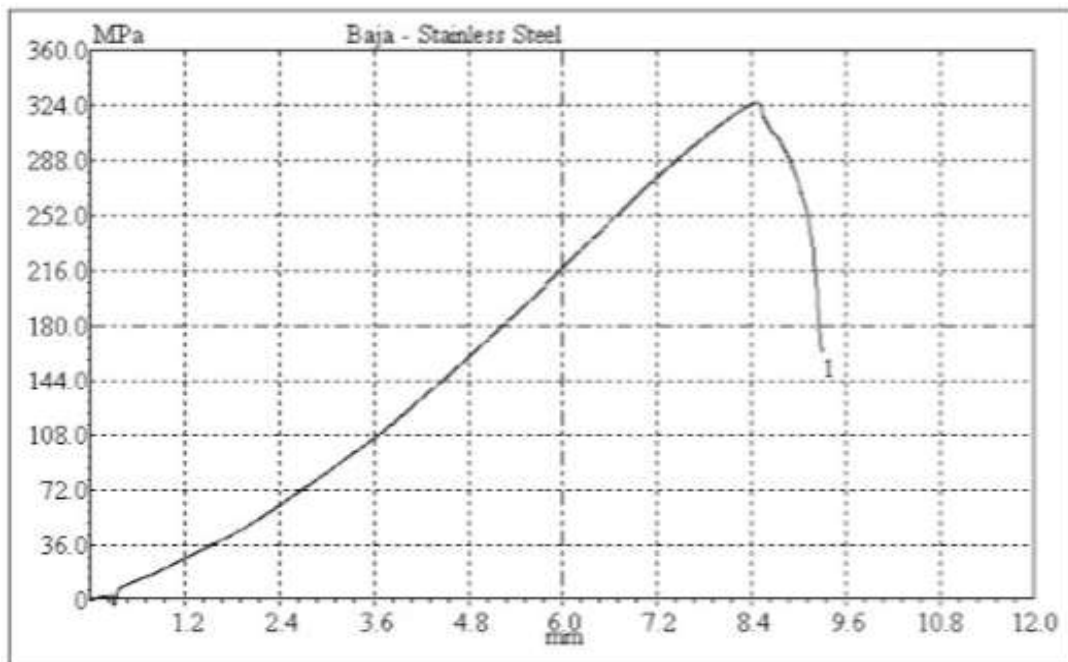


**Lampiran 9 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-7 Tekanan Gesek 35 MPa**

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Baja - Stainless Steel  
Friction Welding  
Tekanan Gesek 35 MPa

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-0:	93.996	326.165	326.205	163.096



Yogyakarta, 10 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

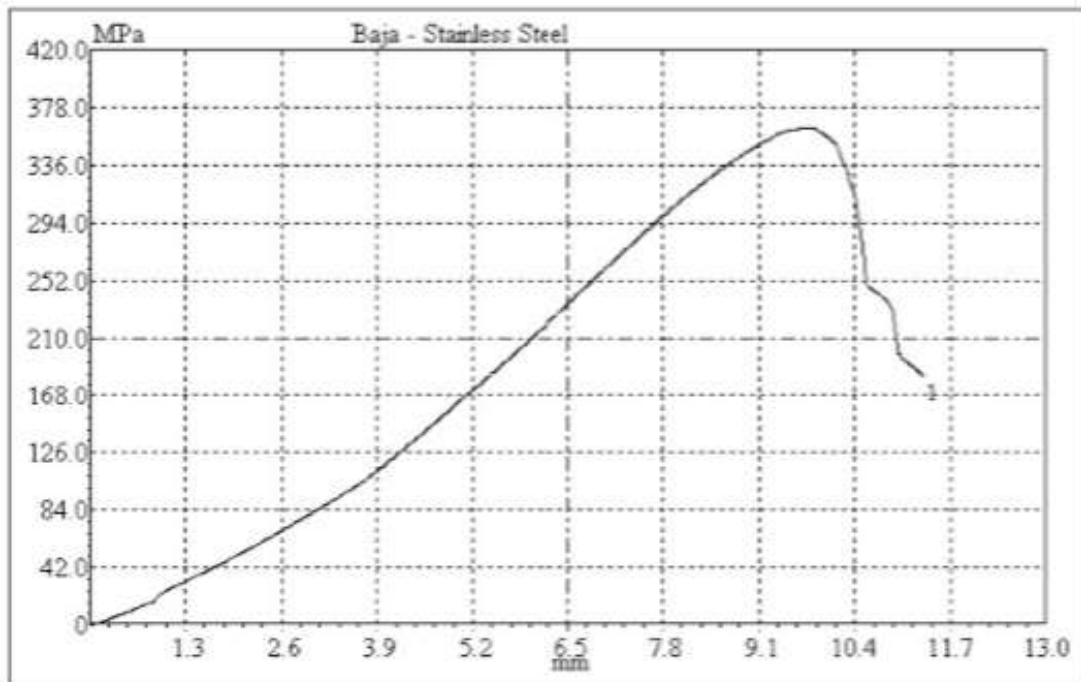
Sudarisman Ph.D

**Lampiran 10 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-8 Tekanan Gesek 35 MPa**

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Baja - Stainless Steel  
Friction Welding  
Tekanan Gesek 35 MPa

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-0:	93.996	363.652	363.669	181.829



Yogyakarta, 10 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

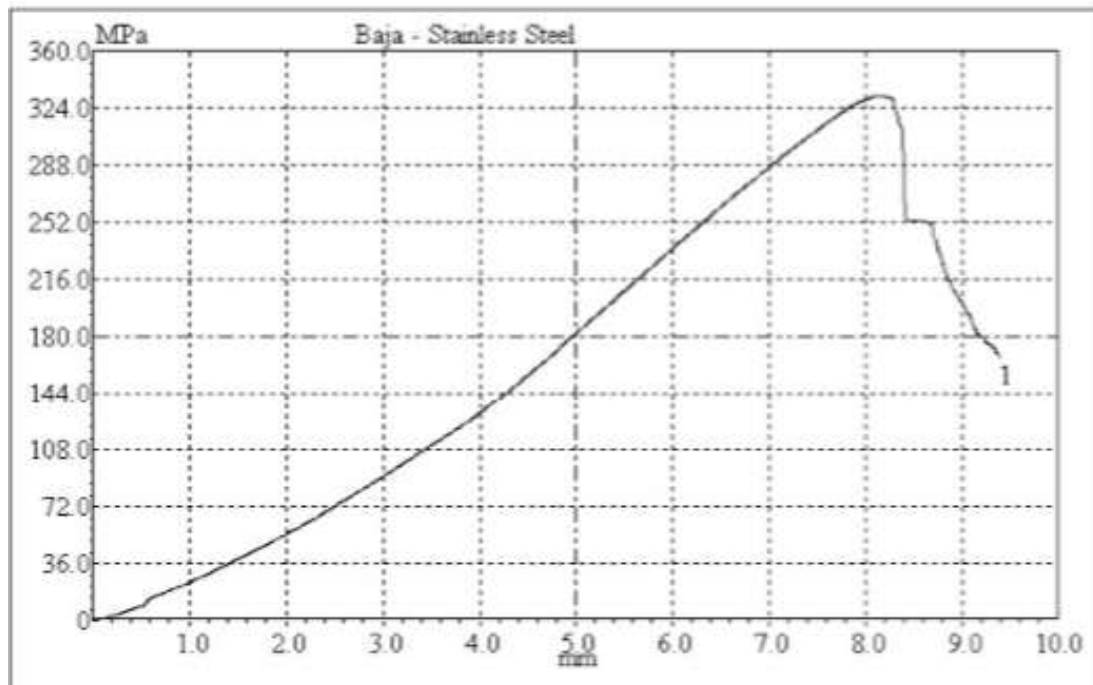
Sudarisman Ph.D

**Lampiran 11 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-9 Tekanan Gesek 35 MPa**

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Baja - Stainless Steel  
Friction Welding  
Tekanan Gesek 35 MPa

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-0:	93.996	331.606	331.732	165.841



Yogyakarta, 10 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

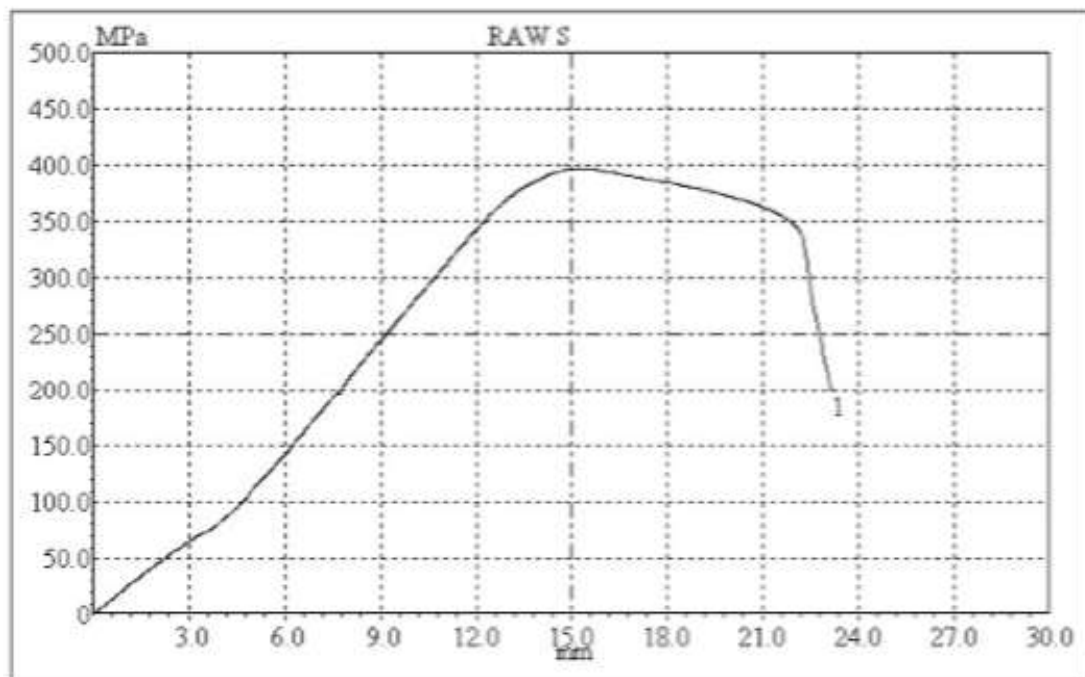
Sudarisman Ph.D

## Lampiran 12 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Baja 1

### LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding  
RAWS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	106.068	198.807	397.484	198.688



Yogyakarta, 25 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

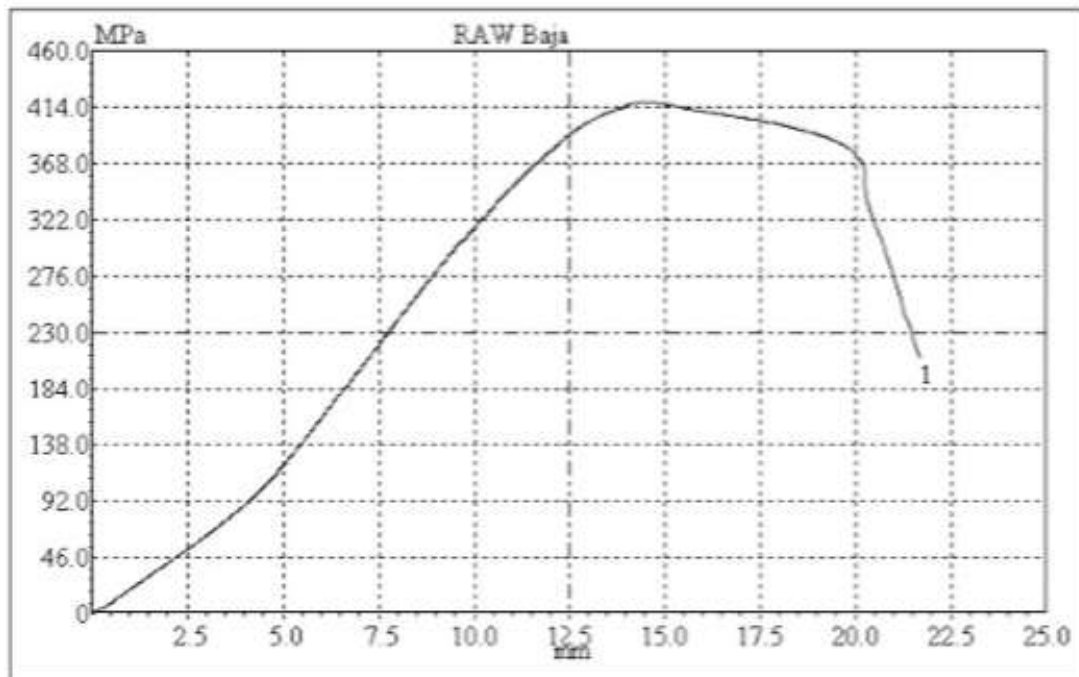
Sudarisman Ph.D

### Lampiran 13 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Baja 2

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding  
RAW Baja

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max Load MPa	Break MPa
2007-01	100.335	220.333	418.768	209.370



Yogyakarta, 07 Juni 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

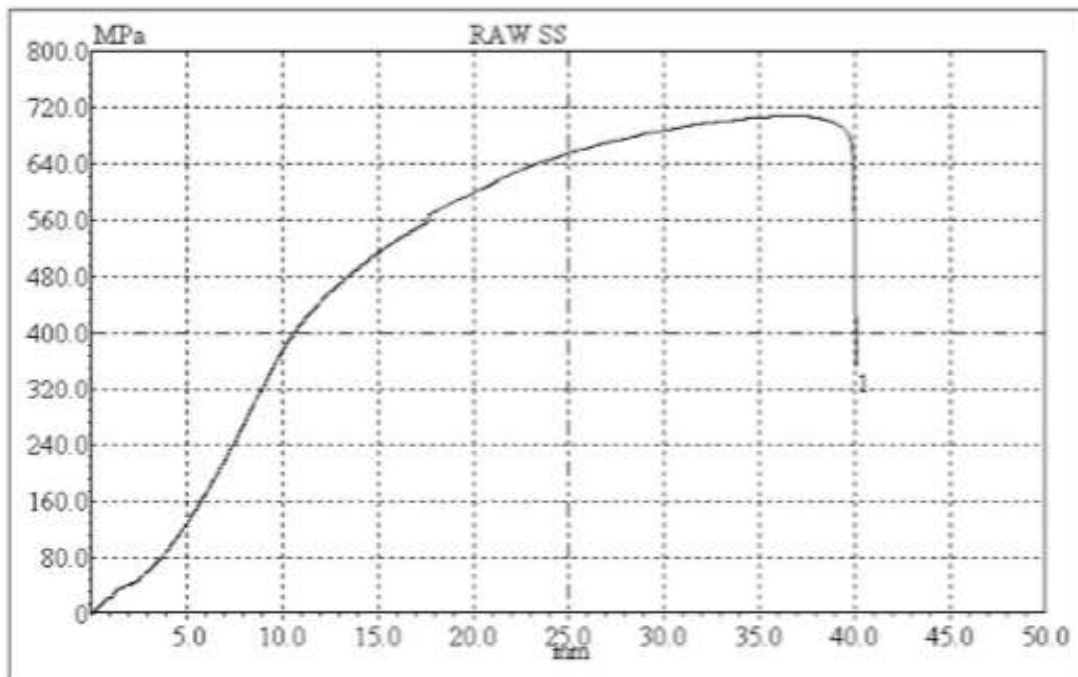
Sudarisman Ph.D

### Lampiran 14 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Stainless Steel 1

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding  
RAW SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	72.005	370.972	708.203	352.256



Yogyakarta, 25 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

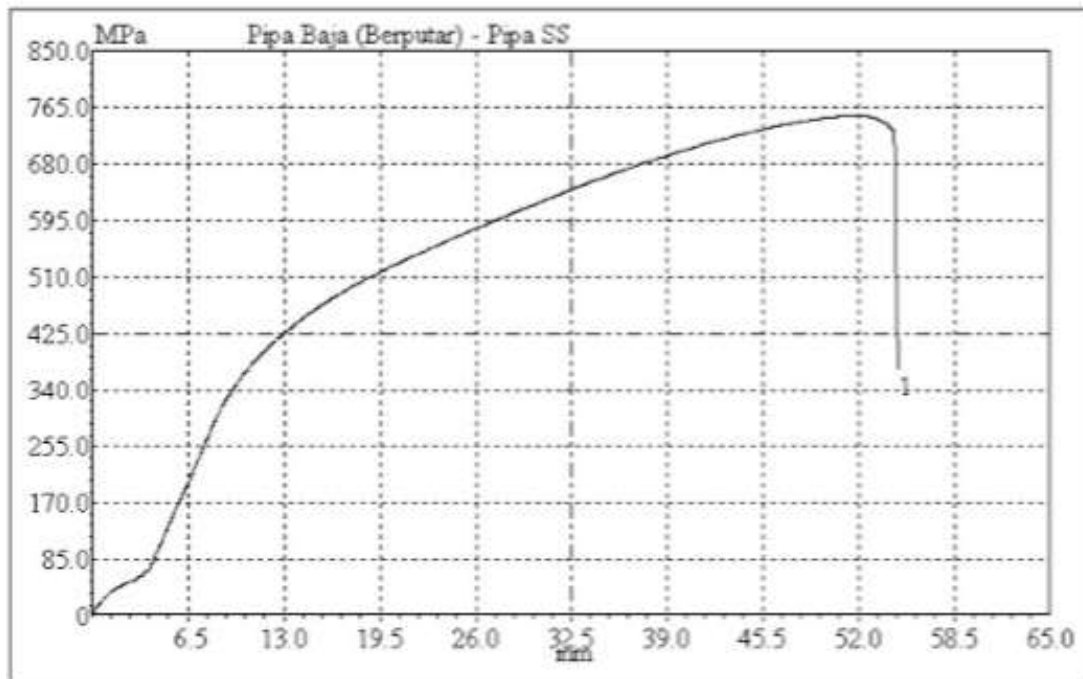
Sudarisman Ph.D

## Lampiran 15 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Stainless Steel 2

LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Friction Welding  
RAW SS

Test date	Area mm <sup>2</sup>	Yield point MPa	Max. Load MPa	Break MPa
2007-01	77.597	487.407	752.812	372.333



Yogyakarta, 12 Juli 2018

Kepala Laboratorium  
Material Teknik

Sudarisman Ph.D