

**PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN
FRICTION WELDING DENGAN MATERIAL BEDA JENIS ALUMINIUM
6061 T6 DAN STAINLESS STEEL 304**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
AVIAN JEFRI M
20110130131**

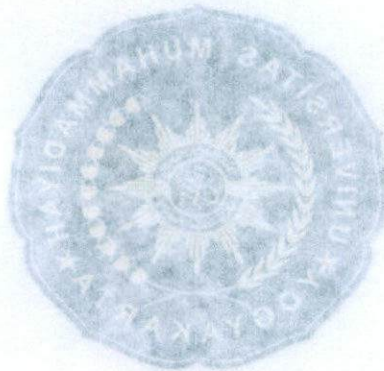
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN
FRICION WELDING DENGAN MATERIAL BEDA JENIS ALUMINIUM
6061 T6 DAN STAINLESS STEEL 304

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Dibuat oleh:

AVIAN JEFFRI M

20110130131

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2017

MOTTO

Bismillahirrahmanirrahim

“Sabar dan ikhlas adalah salah satu kunci untuk sukses”

“Berbuat baiklah maka kebaikan akan mengikutimu”

(Avian Jefri M)

“Jika kalian berbuat baik, sesungguhnya kalian berbuat baik bagi diri sendiri”

(Q.S Al-Isra' : 7)

“Niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat”

(Terjemahan Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“Kami tidak bisa mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bisa mewariskan ilmu karena senantiasa ilmu yang kau miliki bisa mengantarmu menuju sukses”

(Ayahanda & Ibunda)

“Kerjakan skripsi, ingat selalu keluarga di rumah”

(Tim Tugas Akhir Friction Welding)

MOTTO

Bismillahirrahmanirrahim

“Sabar dan ikhtis adalah salah satu kunci untuk sukses”
“Berbuat baiklah maka kebaikan akan mengikutimu”

(Avian Jetti M)

“Jika kalian berbuat baik, sesungguhnya kalian berbuat baik bagi diri sendiri”

(Q.S. Al-Isa : 7)

“Niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu
dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat”

(Terjemahan Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“Kami tidak bisa mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bisa
mewariskan ilmu karena senantiasa ilmu yang kau miliki bisa mengantarmu
menuju sukses”

(Ayahanda & Ibunda)

“Kerjakan skripsi, ingat selalu keluarga di rumah”

(Tim Tugas Akhir Friction Welding)

PERSEMBAHAN

“Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapuskan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung”.

(QS. Ath-Thalaq: 2, 3, 4)

Dan sesungguhnya telah Kami berikan hikmah kepada Lukman, yaitu: "Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri; dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji”.

(QS. Luqman: 12)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, ketenangan dan kesehatan dalam mengerjakan skripsi ini.
- Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Sujito dan Ibu Umi Nurjanah terimakasih banyak atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- Adek saya tercinta Elang jatmiko dan Dewi anfuana yang selalu menunggu kelulusan saya
- Nenek tercinta, Mbah putri yang tidak pernah bosan mendoakan dan mendukung saya untuk cepat lulus
- Keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu menanti kelulusan saya

PERSEMBAHAN

"Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertakwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. Barangsiapa yang bertakwa pada Allah akan dibersihkan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung."

(QS. Alh-Thalad: 2, 3, 4)

Dan sesungguhnya telah Kami berikan hikmah kepada Lukman, yaitu: "Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri; dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji."

(QS. Luqman: 12)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, ketenangan dan kesehatan dalam mengerjakan skripsi ini.
- Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Sujito dan Ibu Umi Nuzannah terimakasih banyak atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- Adik saya tercinta Elang Jatmiko dan Dewi Anjuman yang selalu menunggu kelulusan saya
- Nenek tercinta, Mbah putri yang tidak pernah bosan mendobakan dan mendukung saya untuk cepat lulus
- Keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu menanti kelulusan saya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan. laporan ini dibuat sebagai tindak lanjut dan pertanggung jawaban dari hasil penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
2. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
3. Bapak Aris Widiyo Nugraha, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Sudarisman, M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu tercinta beserta adek dan keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu mendukung saya
6. Nuraini Fitrianing Tyas dan Nurhana Muktining Tyas yang selalu memotifasi saya untuk cepat menyelesaikan kuliah.
7. Buat teman-teman saya : Qodar, Faisal, Sandy, Angga, Riki, Ubrus, Galang, Bayu, Jaiz, Uto, Anang yang selalu mengingatkan saya untuk cepat lulus dan menunggu kelulusan saya.
8. Alfa luki, Rina dan Aymanchester Miracle, Teman sekaligus Keluarga baru dijogja yang dengan senang hati memberikan fasilitas dan memberi semangat untuk mengerjakan skripsi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan. Laporan ini dibuat sebagai tindak lanjut dan pertanggung jawaban dari hasil penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada :

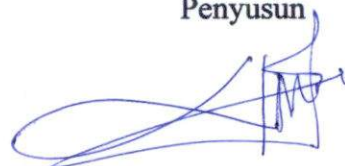
1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
2. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasihat kepada penulis.
3. Bapak Aris Widyo Nugraha, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasihat kepada penulis.
4. Bapak Sudarman, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu tercinta beserta adek dan keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu mendukung saya.
6. Nuraini Fitrianing Tyas dan Nurhana Mukhtining Tyas yang selalu memotivasi saya untuk cepat menyelesaikan kuliah.
7. Buat teman-teman saya : Godar, Faisal, Sandy, Angga, Riki, Ubrus, Galang, Bayu, Jais, Uto, Anang yang selalu mengingatkan saya untuk cepat lulus dan menunggu kelulusan saya.
8. Alia luki, Rina dan Aymannhester Miracle, Teman sekaligus Keluarga baru dijogja yang dengan senang hati memberikan fasilitas dan memberi semangat untuk mengerjakan skripsi.

9. McVilla Yati, Nurdiana Ita, Lintang Fadlika, Ndaru Putri Y, terima kasih buat semangat dan perhatiannya agar saya cepat lulus.
10. Teman-teman kontrakan, Bagus Farkhan Almadani, Galang Ayusi putra, Tintus Dwi Cahyo, Immawan Insani, Tofik Haryanto, Bagja Restu Muhammad, yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk mengerjakan skripsi.
11. Team *Friction welding* (Uman, Sony, Zona, Aan, Wahyu, Eko, Luji, Lukman dan Ganto) terimakasih untuk bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.

Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih. Penyusun mengharapkan masukan, kritik, serta saran selama penyusunan berlangsung. Selanjutnya, penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam memahami teori maupun prakteknya.

Yogyakarta, 12 Agustus 2017

Penyusun



Avian Jefri M

9. McVilia Yati, Nurdiana Ica, Lintang Fadlika, Nidaru Putri Y. terima kasih buat semangat dan perhatiannya agar saya cepat lulus.
10. Teman-teman kelompok, Bagus Farhan Almasdani, Galang Ayusi putar, Tintus Dwi Cahyo, Immanuel Insani, Totik Haryanto, Bagja Restu Muhammad, yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk mengerjakan skripsi.
11. Team Friction welding (Uman, Sony, Zona, Aan, Wahyu, Eko, Lujji, Lukman dan Ganto) terimakasih untuk bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.
- Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih. Penyusunan diharapkan masukan, kritik, serta saran selama penyusunan berlangsung. Selanjutnya, penyusunan berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam memahami teori maupun praktiknya.

Yogyakarta, 12 Agustus 2017

Penyusun

Avian Jelfi M

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
INTISARI.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Pengelasan gesek.....	6
2.2.2 Daerah Lasan.....	7
a. Daerah pengelasan Fusi	7
b. Daerah pengelasan Gesek	8
2.2.3 Keuntungan Las gesek	9
2.2.4 Aplikasi Las gesek.	9
2.3 Klasifikasi Logam Alumunium dan <i>Stainless steel</i>	10

DAFTAR ISI

i	HALAMAN JUDUL
ii	HALAMAN PENGESAHAN
iii	HALAMAN PERNYATAAN
iv	MOTTO
v	HALAMAN PERSEMBAHAN
vi	INTISARI
vii	KATA PENGANTAR
ix	DAFTAR ISI
xii	DAFTAR GAMBAR
xiv	DAFTAR TABEL
xv	DAFTAR NOTASI
xvi	DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1	1.1. Latar Belakang Masalah
2	1.2. Rumusan Masalah
3	1.3. Batasan Masalah
3	1.4. Tujuan Penelitian
3	1.5. Manfaat Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

4	2.1. Kajian Pustaka
5	2.2. Dasar Teori
6	2.2.1. Pengertian Pengelasan gesek
7	2.2.2. Daerah Lasan
7	a. Daerah pengelasan Fusi
8	b. Daerah pengelasan Gesek
9	2.2.3. Keuntungan Las gesek
9	2.2.4. Aplikasi Las gesek
10	2.3. Klasifikasi Logam Aluminium dan Stainless steel

a. Klasifikasi Alumunium.....	10
b. Klasifikasi <i>Stainless steel</i>	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Identifikasi Masalah.....	17
3.3. Perencanaan Penelitian.....	18
3.4. Waktu dan tempat penelitian.....	19
3.5. Pengadaan Bahan dan Alat	20
A. Alat Utama	
1. Alat Penelitian Pengelasan gesek.....	20
2. Mesin Bubut.....	21
3. Load Cell.....	21
4. Data Logger.....	23
5. Alat uji mikro	23
6. Alat Uji Metalography	24
7. Alat Uji Tarik.....	24
3.4. Penelitian.....	25
A. Skema Mesin Friction Welding.	25
B. Pembuatan Bentuk Spesimen.....	25
C. Proses Pengelasan.	26
D. Proses Pengujian.....	28
1. Pengujian Kekerasan.....	28
2. Pengujian Metalography.....	29
3. Pengujian Tarik.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengelasan Gesek	37
4.2. Hasil Pembahasan struktur Mikro dan Makro	38
4.2.1 Struktur Mikro dan Makro.....	38
4.2.2 Hasil dan Analisis Pengujian Kekerasan.....	41

4.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Kekerasan.....	41
4.2.1 Struktur Mikro dan Makro.....	38
4.2. Hasil Pembahasan struktur Mikro dan Makro.....	38
4.1. Hasil Pengelasaan Gesek.....	37

BAB IA HASIL DAN PEMBAHASAN

3. Pengujian Tank.....	35
3. Pengujian Metallografi.....	30
1. Pengujian Kekerasan.....	38
D. Proses Pengujian.....	38
C. Proses Pengelasaan.....	30
B. Pembuatan Bentuk Specimen.....	32
A. Skema Mesin Friction Welding.....	32
3.4 Penelitian.....	32
a. Alat Uji Tank.....	34
e. Alat Uji Metallografi.....	34
2. Alat uji mikro.....	33
4. Data Logger.....	33
3. Load Cell.....	31
5. Mesin Burut.....	31
1. Alat Penelitian Pengelasaan gesek.....	30
A. Alat Utama.....	
3.2. Pengadaan Bahan dan Alat.....	30
3.4. Waktu dan tempat penelitian.....	10
3.3. Perencanaan Penelitian.....	18
3.2. Identifikasi Masalah.....	13
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

p. Klasifikasi Stainless steel.....	13
g. Klasifikasi Aluminium.....	10

4.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Tarik.....	44
4.2.4 Fraktografi.....	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA.....	54
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	55
----------------------	-----------

4.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Tank	44
4.2.4 Fraktografi	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Varian Pengelasan Gesek
- Gambar 2.2. Daerah Pengelasan Fusi
- Gambar 2.3. Daerah Pengelasan Gesek
- Gambar 2.4. Contoh Sambungan Pengelasan Gesek
- Gambar 2.5. Tabel Sifat Alumunium Al-Mg-Si seri 6061
- Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian
- Gambar 3.2. Mesin las gesek yang digunakan sebagai las gesek Alumunium Alloy 304 dan *Stainless Steel*
- Gambar 3.3. Skema mesin *friction welding*
- Gambar 3.4. Mesin Bubut
- Gambar 3.5. Load Cell
- Gambar 3.6. Data Logger
- Gambar 3.7. Alat uji kekerasan
- Gambar 3.8. Alat Uji struktur mikro dan Alat polish
- Gambar 3.9. Alat uji tarik
- Gambar 3.10. Keterangan *Friction Welding*
- Gambar 3.11. Hasil pemotongan kemudian pembentukan bahan (a) *Stainless Steel* 304 dan (b) Aluminium Alloy 6061 T6
- Gambar 3.12. Meratakan Ujung Bahan (a) *Stainless Steel* 304 dan (b) Aluminium Alloy 6061 T6
- Gambar 3.13. Pemasangan bahan diposisikan center
- Gambar 3.14. Menyetel Putaran 1000 rpm
- Gambar 3.15. Skematis prinsip identasi dengan metode Vickers
- Gambar 3.16. Pantulan sinar pada pengamatan metallografi
- Gambar 3.17. Profil singkat Uji tarik
- Gambar 3.18. Spesimen Uji Tarik Standart JIS Z 2201
- Gambar 4.1 Hasil pengelasan Al 6061 dan SS 304
- Gambar 4.2. Grafik Hubungan Pemendekan dan waktu gesek
- Gambar 4.3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan waktu 4 detik

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Varian Pengelasan Gesek
Gambar 2.2. Daerah Pengelasan Fusi
Gambar 2.3. Daerah Pengelasan Gesek
Gambar 2.4. Contoh Sambungan Pengelasan Gesek
Gambar 2.5. Tabel Sifat Aluminium Al-Mg-Si seri 6001
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian
Gambar 3.2. Mesin las gesek yang digunakan sebagai las gesek Aluminium Alloy 304 dan Stainless Steel
Gambar 3.3. Skema mesin friction welding
Gambar 3.4. Mesin Bubut
Gambar 3.5. Load Cell
Gambar 3.6. Data Logger
Gambar 3.7. Alat uji kekerasan
Gambar 3.8. Alat Uji struktur mikro dan Alat polish
Gambar 3.9. Alat uji tarik
Gambar 3.10. Keterangan Friction Welding
Gambar 3.11. Hasil pemotongan kemudian pembentukan bahan (a) Stainless Steel 304 dan (b) Aluminium Alloy 6001 T6
Gambar 3.12. Metastakan Ujung Bahan (a) Stainless Steel 304 dan (b) Aluminium Alloy 6001 T6
Gambar 3.13. Pemassangan bahan diposisikan center
Gambar 3.14. Menyetel Putaran 1000 rpm
Gambar 3.15. Skematis prinsip identasi dengan metode Vickers
Gambar 3.16. Pantulan sinar pada pengamatan metalografi
Gambar 3.17. Profil singkat Uji tarik
Gambar 3.18. Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201
Gambar 4.1. Hasil pengelasan Al 6001 dan SS 304
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Pembedakan dan waktu gesek
Gambar 4.3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan waktu 4 detik

- Gambar 4.4. Hasil Pengamatan struktur mikro dengan waktu 1 detik
- Gambar 4.5. Profil pengujian kekerasan
- Gambar 4.6 Grafik perbandingan Uji kekerasan
- Gambar 4.7. Spesimen Uji Tarik
- Gambar 4.8. Hasil spesimen setelah diuji tarik
- Gambar 4.9. Grafik Perpanjangan
- Gambar 4.10. Grafik hubungan kekuatan tarik dan waktu gesek
- Gambar 4.11. Penampang Patahan Aluminium dan *stainless steel* dengan waktu gesek 4 detik
- Gambar 4.12. Penampang Patahan Aluminium Alloy dan *Stainless Steel* Waktu gesek 1 detik
- Gambar 4.13. Penampang Patahan Aluminium dan *Stainless Steel* Waktu gesek 3 detik

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian awal pada bahan alumunium 60661 T6 dan
stainless steel 304

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran panjang setelah pengelasan

Tabel 4.2 Tabel hasil uji kekerasan

Tabel 4.3 Tabel hasil uji tarik

DAFTAR NOTASI

F	= gaya (N)
P	= tekanan (MPa)
A	= luas penampang (mm^2)
σ_u	= tegangan tarik maksimal (MPa)
A_o	= luas penampang sebelum dibebani (mm^2)
ΔL	= pertambahan panjang (mm)
L	= panjang awal (mm)
σ	= tegangan ($\frac{N}{m^2}$)
ε	= regangan
P	= beban yang digunakan (kg)
d	= panjang diagonal rata-rata (mm)
θ	= sudut diantara permukaan intan

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Uji kekerasan dengan waktu 4 detik
- Lampiran 2. Hasil Uji kekerasan dengan waktu 1 detik
- Lampiran 3. Uji Tarik dengan variasi waktu 1-10 detik