

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Perkembangan Studi <i>Droplet</i> .....	5
2.2 Hubungan bilangan Weber Terhadap Dinamika Tumbukan .....	6
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>13</b>

3.1 Pembentukan <i>Droplet</i> .....	13
3.2 Pengklasifikasian <i>Droplet</i> .....	13
3.3 Pengklasifikasian <i>Droplet</i> yang Menumbuk Benda Padat.....	14
3.4 Tegangan Permukaan .....	17
3.5 <i>Wettability</i> .....	19
3.6 Definisi Pendidihan.....	20
3.7 <i>Pool Boiling</i> .....	21
3.6 Pola Pendidihan.....	25
3.6 Bilangan Weber.....	26
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Objek dan Bahan Pengujian .....	28
4.2 Proses Pembuatan Alat Uji .....	29
4.2.1 Spesimen Uji .....	30
4.2.2 <i>Heater</i> .....	31
4.2.3 Tiang Pengatur Ketinggian Jarum dan Tiang Penampung Air ..	33
4.2.4 Peralatan Elektronis .....	33
4.2.4.1 Pengontrol Frekuensi .....	33
4.2.4.2 Pengontrol Temperatur <i>Set Point</i> .....	34
4.3 Variasi Objek Penelitian .....	36
4.3 Variasi Temperatur.....	36
4.3 Variasi frekuensi .....	36
4.3 Variasi Ketinggian .....	36
4.4 Alat Pengujian.....	38
4.5 Prosedur Penelitian.....	47
4.6 Proses Pengolahan Data .....	51

<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kalibrasi Termokopel dan Pengaturan Set Point .....	53
5.1.1 Kalibrasi Termokopel.....	53
5.1.2 Pengaturan Set Point .....	55
5.1.2.1 Pengaturan <i>Set Point</i> pada Aluminium .....	55
5.1.2.2 Pengaturan <i>Set Point</i> pada Tembaga.....	57
5.1.2.3 Pengaturan <i>Set Point</i> pada <i>Normal Stainless Steel</i> .....	59
5.2 Penentuan Bilangan Weber .....	60
5.3 Visualisasi Dinamika Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> Pada Weber Rendah dan Suhu di Bawah <i>Nucleate Boiling</i> .....	62
5.3.1 Pengaruh Frekuensi Terhadap Dinamika Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> .....	62
5.3.1.1 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium bilangan Weber 30.6 dan suhu 28°C .....	62
5.3.1.2 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium bilangan Weber 30.6 dan suhu 60°C .....	66
5.3.1.3 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium bilangan Weber 30.6 dan suhu 80°C .....	71
5.3.1.4 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium bilangan Weber 30.6 dan suhu 100°C .....	74
5.3.1.5 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga bilangan Weber 30.6 dan suhu 28°C .....	78
5.3.1.6 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga bilangan Weber 30.6 dan suhu 60°C .....	81
5.3.1.7 Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga bilangan Weber 30.6 dan suhu 80°C .....	85

5.3.1.8	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga bilangan Weber 30.6 dan suhu 100°C .....	88
5.3.1.9	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> bilangan Weber 30.6 dan suhu 28°C .....	92
5.3.1.10	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> bilangan Weber 30.6 dan suhu 60°C .....	95
5.3.1.11	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> bilangan Weber 30.6 dan suhu 80°C .....	99
5.3.1.12	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> bilangan Weber 30.6 dan suhu 100°C .....	103
5.3.2	Pengaruh Jenis Permukaan Terhadap Dinamika Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> .....	106
5.3.2.1	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 80 drop/min dan suhu 28°C..	106
5.3.2.2	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 80 drop/min dan suhu 60°C..	110
5.3.2.3	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 80 drop/min dan suhu 80°C..	114
5.3.2.4	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 80 drop/min dan suhu 100°C	117
5.3.2.5	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 100 drop/min dan suhu 28°C	120
5.3.2.6	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 100 drop/min dan suhu 60°C	124
5.3.2.7	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 100 drop/min dan suhu 80°C	128
5.3.2.8	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 100 drop/min dan suhu 100°C .....	131

5.3.1.9	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 120 drop/min dan suhu 28°C	134
5.3.1.10	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 120 drop/min dan suhu 60°C	138
5.3.1.11	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 120 drop/min dan suhu 80°C	141
5.3.1.12	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada bilangan Weber 30.6 frekuensi 120 drop/min dan suhu 100°C	145
5.3.3	Pengaruh Bilangan Weber Terhadap Dinamika Tumbukan <i>Multiple Droplet</i>	148
5.3.3.1	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 80 drop/min dan suhu 28°C	148
5.3.3.2	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 80 drop/min dan suhu 60°C	153
5.3.3.3	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 80 drop/min dan suhu 80°C	156
5.3.3.4	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 80 drop/min dan suhu 100°C	160
5.3.3.5	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 80 drop/min dan suhu 28°C	163
5.3.3.6	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 80 drop/min dan suhu 60°C	167
5.3.3.7	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 80 drop/min dan suhu 80°C	171
5.3.3.8	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 80 drop/min dan suhu 100°C	174

5.3.3.9	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 80 drop/min dan suhu 28°C .....	177
5.3.3.10	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 80 drop/min dan suhu 60°C .....	182
5.3.3.11	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 80 drop/min dan suhu 80°C .....	185
5.3.3.12	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 80 drop/min dan suhu 100°C .....	189
5.3.3.13	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 100 drop/min dan suhu 28°C .....	192
5.3.3.14	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 100 drop/min dan suhu 60°C .....	196
5.3.3.15	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 100 drop/min dan suhu 80°C .....	199
5.3.3.16	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 100 drop/min dan suhu 100°C .....	202
5.3.3.17	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 100 drop/min dan suhu 28°C .....	206
5.3.3.18	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 100 drop/min dan suhu 60°C .....	209
5.3.3.19	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 100 drop/min dan suhu 80°C .....	212
5.3.3.20	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 100 drop/min dan suhu 100°C .....	216

5.3.3.21	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Normal Stainless Steel frekuensi 100 drop/min dan suhu 28°C .....	219
5.3.3.22	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Normal Stainless Steel frekuensi 100 drop/min dan suhu 60°C .....	223
5.3.3.23	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Normal Stainless Steel frekuensi 100 drop/min dan suhu 80°C .....	226
5.3.3.24	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Normal Stainless Steel frekuensi 100 drop/min dan suhu 100°C .....	229
5.3.3.25	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 120 drop/min dan suhu 28°C .....	233
5.3.3.26	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 120 drop/min dan suhu 60°C .....	237
5.3.3.27	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 120 drop/min dan suhu 80°C .....	240
5.3.3.28	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Aluminium frekuensi 120 drop/min dan suhu 100°C .....	243
5.3.3.29	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 120 drop/min dan suhu 28°C .....	246
5.3.3.30	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 120 drop/min dan suhu 60°C .....	249
5.3.3.31	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 120 drop/min dan suhu 80°C .....	253
5.3.3.32	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan Tembaga frekuensi 120 drop/min dan suhu 100°C .....	256

5.3.3.33	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 120 drop/min dan suhu 28°C .....	261
5.3.3.34	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 120 drop/min dan suhu 60°C .....	264
5.3.3.35	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 120 drop/min dan suhu 80°C .....	267
5.3.3.36	Visualisasi Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 120 drop/min dan suhu 100°C .....	270
5.4	Faktor yang Mempengaruhi Dinamika Tumbukan <i>Multiple Droplet</i>	274
5.4.1	Pengaruh Frekuensi Terhadap Penjalaran Maksimal Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> .....	274
5.4.1.1	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal Droplet yang menumbuk permukaan pada Permukaan Aluminium .....	274
5.4.1.2	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal Droplet yang menumbuk permukaan pada Permukaan Tembaga .....	277
5.4.1.3	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal Droplet yang menumbuk permukaan pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> .....	280
5.4.2	Pengaruh Jenis Permukaan Terhadap Penjalaran Maksimal Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> .....	282
5.4.2.1	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada $f = 80$ tetes/menit .....	282
5.4.2.2	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada $f = 100$ tetes/menit .....	284
5.4.2.3	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada $f = 120$ tetes/menit .....	286
5.4.3	Pengaruh Bilangan Weber Terhadap Penjalaran Maksimal Tumbukan <i>Multiple Droplet</i> .....	288

5.4.3.1	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Aluminium frekuensi 80 tetes/menit .....	288
5.4.3.2	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Aluminium frekuensi 100 tetes/menit .....	291
5.4.3.3	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Aluminium frekuensi 120 tetes/menit .....	294
5.4.3.4	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Tembaga frekuensi 80 tetes/menit .....	298
5.4.3.5	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Tembaga frekuensi 100 tetes/menit .....	300
5.4.3.6	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan Tembaga frekuensi 120 tetes/menit .....	302
5.4.3.7	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 80 tetes/menit .....	305
5.4.3.8	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 100 tetes/menit .....	307
5.4.3.9	Hubungan Suhu Permukaan dengan <i>Spreading</i> Maksimal pada Permukaan <i>Normal Stainless Steel</i> frekuensi 120 tetes/menit .....	309
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>		<b>312</b>
6.1	Kesimpulan .....	312
6.2	Saran.....	313
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>315</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>317</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	pengaruh temperatur permukaan terhadap <i>spreading factor</i> selama <i>droplet</i> menyentuh permukaan padat (Chandra dan Averdisian, 1991).....	6
Gambar 2.2	Tumbukan <i>droplet</i> dapat dipisahkan menjadi empat karakteristik (a) Levitasi setelah beberapa kali <i>droplet</i> memantul; (b) levitasi setelah pantulan pertama; (c) proses disintegrasi setelah <i>droplet</i> memantul sekali; (d) disintegrasi saat tumbukan (Kandlikar, 2001).....	7
Gambar 2.3	Tumbukan <i>droplet</i> pada bilangan Weber 58 dari tumbukan hingga waktu 20 ms setelah tumbukan. Kondisi waktu itu adalah : suhu permukaan 100°C, 150°C, 200°C, 225°C, 250°C dengan bilangan Weber ( $We$ ) = 58; dan pengambilan setiap 1 ms. Kandlikar (2001).....	8
Gambar 2.4	Tumbukan <i>droplet</i> pada bilangan Weber 29 dari tumbukan hingga waktu 20 ms setelah tumbukan. Kondisi waktu itu adalah : suhu permukaan 100°C, 150°C, 225°C, 250°C dengan bilangan Weber ( $We$ ) = 57; dan pengambilan setiap 1 ms. Kandlikar (2001).....	9
Gambar 2.5	perubahan <i>spreading film radius</i> terhadap waktu, (a) $We = 20$ , (b) $We = 60$ , dan (c) $We = 220$ (Bernadin dkk., 1997)	11
Gambar 2.6	pengaruh bilangan Weber terhadap (a) laju pembesaran gelembung, (b) ukuran maksimum gelembung (Chaves dkk, 1999).....	12
Gambar 3.1	proses pembentukan <i>droplet</i> .....	14
Gambar 3.2	klasifikasi ukuran <i>droplet</i> .....	15
Gambar 3.3	fenomena tumbukan <i>droplet</i> pada permukaan padat .....	17

Gambar 3.4	fenomena tumbukan <i>droplet</i> pada permukaan padat ,(a) dari samping, (b) dari atas, .....	17
Gambar 3.5	tegangan permukaan yang terjadi pada <i>droplet</i> .....	18
Gambar 3.6	grafik hubungan temperatur dengan tegangan permukaan pada air .....	19
Gambar 3.7	kebasahan sebagian(a) dan kebasahan sempurna(b) .....	20
Gambar 3.8	Kurva pendidihan Nukiyama .....	23
Gambar 3.9	(a) kurva pendidihan (b) kurva waktu evaporasi <i>droplet</i> terhadap temperatur permukaan (Bernardin dan Mudawar,1999) .....	26
Gambar 4.1	aquades .....	29
Gambar 4.2	Desain spesimen uji.....	30
Gambar 4.3	Desain heater .....	31
Gambar 4.4	tiang penampung air (a), tiang pengatur ketinggian(b) .....	33
Gambar 4.5	peralatan pengontrol frekuensi terdiri dari :selenoid valve (a), dropcounter (b), relay(c),.....	34
Gambar 4.6	pengatur temperatur setpoint yang terdiri dari : termokopel tipe K (a), rangkaian MAX 6675 (b), rangkaian TRIAC (c) .....	35
Gambar 4.7	<i>heater</i> .....	38
Gambar 4.8	termokopel tipe K.....	38
Gambar 4.9	arduino uno .....	39
Gambar 4.10	vernier <i>dropcounter</i> .....	39
Gambar 4.11	relay yang terdiri dari relay untuk trigger <i>kiri</i> dan relay TRIAC <i>kanan</i> .....	39
Gambar 4.12	botol penampung .....	40
Gambar 4.13	<i>selenoid valve</i> .....	40
Gambar 4.14	dudukan termokopel dan <i>dropcounter</i> .....	40

Gambar 4.15	dimmer .....	40
Gambar 4.16	kamera Nikon 1 J4 .....	42
Gambar 4.17	lampu LED .....	42
Gambar 4.18	jarum suntik ukuran G20.....	42
Gambar 4.19	volt meter dan ampere meter tipe PM 75 .....	43
Gambar 4.20	kain penutup .....	43
Gambar 4.21	power supply adaptor .....	43
Gambar 4.22	spesimen uji aluminium .....	44
Gambar 4.23	spesimen uji tembaga .....	44
Gambar 4.24	spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	44
Gambar 4.25	tiang pengatur ketinggian jarum.....	44
Gambar 4.26	pelindung <i>dropcounter</i> .....	45
Gambar 4.27	tripod .....	45
Gambar 4.28	kipas .....	45
Gambar 4.29	program interface hyperterminal.....	46
Gambar 4.30	Diagram alir penelitian.....	46
Gambar 4.31	diagram alir pengambilan data .....	50
Gambar 5.1	grafik pembacaan suhu rata – rata pada termokopel 1 dan termometer .....	54
Gambar 5.2	grafik pembacaan suhu rata - rata pada termokopel 2 dan termometer .....	54
Gambar 5.3	grafik pembacaan suhu rata – rata pada termokopel 3 dan termometer .....	55
Gambar 5.4	grafik $T_{sp}$ dengan $T_{surface}$ pada aluminium.....	57
Gambar 5.5	grafik $T_{sp}$ dengan $T_{surface}$ pada tembaga .....	58
Gambar 5.6	grafik $T_{sp}$ dengan $T_{surface}$ pada <i>normal stainless steel</i> ...	60

Gambar 5.7	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada aluminium untuk tetesan pertama.....	275
Gambar 5.8	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada aluminium untuk tetesan kedua .....	276
Gambar 5.9	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada aluminium untuk tetesan ketiga.....	277
Gambar 5.10	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada tembaga untuk tetesan pertama.....	278
Gambar 5.11	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada tembaga untuk tetesan kedua .....	278
Gambar 5.12	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada tembaga untuk tetesan ketiga.....	279
Gambar 5.13	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada <i>normal stainless steel</i> untuk tetesan pertama.....	280
Gambar 5.14	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada <i>normal stainless steel</i> untuk tetesan kedua .....	281
Gambar 5.15	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi frekuensi tetesan pada <i>normal stainless steel</i> untuk tetesan ketiga.....	281
Gambar 5.16	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 80$ drop/min pada tetesan pertama .....	282
Gambar 5.17	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 80$ drop/min pada tetesan kedua .....	282
Gambar 5.18	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 80$ drop/min pada tetesan ketiga.....	283

Gambar 5.19	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 100$ drop/min pada tetesan pertama.....	284
Gambar 5.20	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 100$ drop/min pada tetesan kedua.....	285
Gambar 5.21	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 80$ drop/min pada tetesan kedua.....	285
Gambar 5.22	grafik hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 120$ drop/min pada tetesan pertama.....	286
Gambar 5.23	grafik hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 120$ drop/min pada tetesan kedua.....	287
Gambar 5.24	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi spesimen uji di $f = 120$ drop/min pada tetesan ketiga.....	288
Gambar 5.25	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan pertama.....	289
Gambar 5.26	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan kedua.....	290
Gambar 5.27	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan ketiga.....	291
Gambar 5.28	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan pertama.....	292
Gambar 5.29	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan kedua.....	292
Gambar 5.30	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan ketiga.....	293

Gambar 5.31	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan pertama.....	294
Gambar 5.32	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan kedua .....	296
Gambar 5.33	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji aluminium pada tetesan ketiga .....	297
Gambar 5.34	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan pertama.....	298
Gambar 5.35	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan kedua .....	299
Gambar 5.36	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 80$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan ketiga.....	300
Gambar 5.37	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan pertama.....	301
Gambar 5.38	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan kedua .....	301
Gambar 5.39	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 100$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan ketiga.....	302
Gambar 5.40	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan pertama.....	303
Gambar 5.41	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan kedua .....	304
Gambar 5.42	hubungan <i>spreading</i> maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di $f = 120$ drop/min spesimen uji tembaga pada tetesan ketiga.....	304

- Gambar 5.43 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 80$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan pertama..... 305
- Gambar 5.44 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 80$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan kedua..... 306
- Gambar 5.45 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 80$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan ketiga..... 306
- Gambar 5.46 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 100$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan pertama..... 307
- Gambar 5.47 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 100$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan kedua..... 308
- Gambar 5.48 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 100$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan ketiga..... 308
- Gambar 5.49 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 120$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan pertama..... 309
- Gambar 5.50 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 120$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan kedua..... 310
- Gambar 5.51 hubungan *spreading* maksimal dan suhu permukaan dengan variasi bilangan Weber di  $f = 120$  drop/min spesimen uji *normal stainless steel* pada tetesan ketiga..... 310

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Pembacaan suhu rata – rata termokopel.....	53
Tabel 5.2	Pembacaan suhu pada aluminium .....	56
Tabel 5.3	Pembacaan suhu pada tembaga.....	57
Tabel 5.4	Pembacaan suhu pada <i>normal stainless steel</i> .....	59
Tabel 5.5	Data perhitungan jari - jari <i>droplet</i> .....	60
Tabel 5.6	Nilai bilangan weber .....	62
Tabel 5.7	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji Aluminium .....	63
Tabel 5.8	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji aluminium .....	67
Tabel 5.9	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji aluminium .....	71
Tabel 5.10	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji aluminium .....	75
Tabel 5.11	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji tembaga .....	78
Tabel 5.12	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji tembaga .....	82
Tabel 5.13	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji tembaga .....	85
Tabel 5.14	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji tembaga .....	89
Tabel 5.15	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	92
Tabel 5.16	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	96

Tabel 5.17	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	99
Tabel 5.18	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	103
Tabel 5.19	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan bilangan Weber 30.6 pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	107
Tabel 5.20	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 80 drop/min .....	111
Tabel 5.21	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 80 drop/min .....	114
Tabel 5.22	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 80 drop/min .....	117
Tabel 5.23	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 100 drop/min .....	120
Tabel 5.24	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 100 drop/min .....	125
Tabel 5.25	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 100 drop/min .....	128
Tabel 5.26	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 100 drop/min .....	131
Tabel 5.27	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 120 drop/min .....	134
Tabel 5.28	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 120 drop/min .....	138
Tabel 5.29	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 120 drop/min .....	142
Tabel 5.30	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 120 drop/min .....	145

Tabel 5.31	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji aluminium ..... 149
Tabel 5.32	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji aluminium ..... 153
Tabel 5.33	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji aluminium ..... 157
Tabel 5.34	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji aluminium ..... 160
Tabel 5.35	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji tembaga ..... 164
Tabel 5.36	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji tembaga ..... 167
Tabel 5.37	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji tembaga ..... 171
Tabel 5.38	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji tembaga ..... 174
Tabel 5.39	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> ..... 178
Tabel 5.40	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> ..... 182
Tabel 5.41	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> ..... 186
Tabel 5.42	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 80 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> ..... 189
Tabel 5.43	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>aluminium</i> ... 193
Tabel 5.44	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>aluminium</i> ... 196

Tabel 5.45	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>aluminium</i> ...	199
Tabel 5.46	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>aluminium</i> ...	203
Tabel 5.47	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	206
Tabel 5.48	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	209
Tabel 5.49	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	213
Tabel 5.50	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	216
Tabel 5.51	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	220
Tabel 5.52	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	223
Tabel 5.53	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	226
Tabel 5.54	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 100 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	230
Tabel 5.55	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji aluminium ...	234
Tabel 5.56	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji aluminium ...	237
Tabel 5.57	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji aluminium ...	240
Tabel 5.58	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji aluminium ...	243

Tabel 5.59	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	246
Tabel 5.60	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	250
Tabel 5.61	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	253
Tabel 5.62	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji tembaga.....	257
Tabel 5.63	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 28°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	261
Tabel 5.64	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 60°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	264
Tabel 5.65	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 80°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	267
Tabel 5.66	Visualisasi tumbukan <i>droplet</i> pada suhu 100°C dengan frekuensi 120 drop/min pada spesimen uji <i>normal stainless steel</i> .....	271

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengujian kekasaran spesimen uji.....	312
Lampiran 2	Data <i>Spreading</i> .....	339