

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>ix</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Kebaruan Penelitian .....	5
1.6.1 Motivasi .....	5
1.6.2 Keaslian dan Kebaruan Penelitian.....	6
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Model Intersepsi .....	8
2.2 Intersepsi Hujan .....	10
2.2.1 Hujan .....	13
2.2.2 Aliran Lolos Kanopi ( <i>Troughfall</i> ) .....	16
2.2.3 Aliran Batang ( <i>Stemflow</i> ) .....	18
2.2.4 Penguapan .....	20
2.3 Model Arsitektur Pohon .....	23
2.4 Respon Hidrologi Terhadap Perubahan Karakteristik Hutan.....	25
2.5 Konsep Model Tangki Intersepsi .....	27
2.6 Aspek Hidrologi pada Rehabilitasi Kawasan Pasca Erupsi .....	28
2.7 Resume Kajian Pustaka .....	29

2.7.1	Redistribusi Hujan .....	29
2.7.2	Intersepsi Hujan pada Pohon Tunggal Terpisah.....	30
2.7.3	Tampungan Kanopi Pohon .....	31
2.8	Posisi Penelitian .....	33
<b>BAB 3 LANDASAN TEORI .....</b>		<b>35</b>
3.1	Redistribusi Hujan pada Kanopi Pohon .....	35
3.1.1	Proses Redistribusi Hujan.....	36
3.1.2	Model Tangki Intersepsi.....	39
3.2	Redistribusi Hujan Pada Pohon.....	47
3.3	Pemilihan Pohon untuk Pengamatan Suksepsi Pasca Erupsi Gunung Merapi.	48
3.4	Hipotesis .....	48
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN.....</b>		<b>50</b>
4.1	Rancangan Penelitian .....	50
4.2	Penentuan Parameter Intersepsi.....	52
4.3	Pengumpulan Data Pohon Tunggal .....	52
4.3.1	Identifikasi Parameter Observasi.....	53
4.3.2	Lokasi Pengamatan Redistribusi Hujan Pada Pohon Tunggal .....	57
4.3.3	Pengukuran Kedalaman $T_f$ Dan $S_f$ .....	59
4.3.4	Hujan Dan Temperatur Kanopi .....	61
4.4	Aplikasi Model Tangki Terhadap Redistribusi Hujan .....	64
4.5	Kalibrasi dan Validasi Model.....	65
<b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>68</b>
5.1	Observasi Lapangan .....	68
5.1.1	Karakteristik Kanopi Pohon Sampel .....	68
5.1.2	Parameter Pengamatan .....	70
5.1.3	Karakteristik Parameter Kanopi Intersepsi Pohon Tunggal .....	71
5.1.4	Redistribusi Hujan Pada Permukaan Kanopi.....	73
5.1.5	Kedalaman Aliran Lolos Tajuk Pada Pohon Tunggal.....	80
5.2	Model Tangki Intersepsi.....	86
5.2.1	Redistribusi Hujan Pada Permukaan Kanopi.....	86
5.2.2	<i>Canopy Drip</i> .....	93

5.2.3	<i>Stemflow</i> dan Limpasan Pada <i>Zona Basal</i> .....	98
5.3	Kalibrasi Model .....	101
5.3.1	Perbandingan Antara Observasi dan Hitungan.....	102
5.3.2	Indeks Sensitivitas Parameter Redistribusi Hujan.....	106
5.4	Distribusi Area <i>Troughfall</i> .....	110
5.5	Identifikasi Karakteristik Pohon untuk Mendukung Program Rehabilitasi Pasca Erupsi Gunung Merapi .....	115
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>118</b>
6.1	Kesimpulan .....	118
6.2	Saran .....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>120</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Identifikasi awal proses intersepsi pohon berkayu tropis di UGM.....	54
Tabel 4.2 Tipe arsitektur pohon berkayu yang dominan ditemukan di lereng Gunung Merapi .....	56
Tabel 4.3 Parameter model tangki .....	65
Tabel 4.4 Format pengelompokan pengujian sensitivitas parameter model.....	66
Tabel 5.1 Karakteristik dan dimensi spesies-spesies objek pengamatan.....	69
Tabel 5.2 Pengujian ANOVA variasi jumlah spesies dan parameter tajuk .....	70
Tabel 5.3 Deskripsi statistik parameter pengujian pohon tunggal.....	72
Tabel 5.4 Hasil pengukuran aliran lolos tajuk (Tf-obs).....	80
Tabel 5.5 Deskripsi statistik Tf-obs pada masing-masing spesies.....	84
Tabel 5.6 Pengujian ANOVA Tfobs.....	85
Tabel 5.7 Rekapitulasi pengukuran berat air dan estimasi kedalaman air di daun.	87
Tabel 5.8 Pengujian ANOVA T-1 (Tf released).....	90
Tabel 5.9 Pengujian ANOVA T-2 (Tf released).....	93
Tabel 5.10 Pengujian ANOVA T-3 (canopy drip) .....	95
Tabel 5.11 Pengujian ANOVA T-4 (canopy drip) .....	97
Tabel 5.12 Pengujian ANOVA T-5 (stemflow).....	99
Tabel 5.13 Pengujian ANOVA T-6 (SRO).....	101
Tabel 5.14. Koefisien pengaliran ( $\alpha$ ) model tangki .....	102
Tabel 5.15. ANOVA 2 arah kumulatif drip terhadap jenis pohon dan PG.....	103
Tabel 5.16. Resume korelasi kumulatif drip terhadap Tf-obs .....	104
Tabel 5.17 Hasil pengujian sensitivitas terhadap PN pada setiap spesies amatan..	107
Tabel 5.18 Tingkat sensitivitas parameter meteorologi terhadap Tff dan canopy drip .....	107

Tabel 5.19 Pengujian sensitivitas morfologi pohon terhadap intersepsi hujan oleh pohon.....	108
--	-----

Tabel 5.20 Pengujian sensitivitas fisiologi pohon terhadap intersepsi hujan oleh pohon.....	109
--	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses intersepsi hujan pada ekosistem hutan .....	17
Gambar 2.2 Model tangki tunggal sederhana intersepsi.....	28
Gambar 2.3 Posisi penelitian .....	34
Gambar 3.1 Konsep neraca air pada redistribusi hujan .....	35
Gambar 3.2 Redistribusi hujan pada pohon tunggal.....	37
Gambar 3.3 Skema model tangki intersepsi pada pohon tunggal.....	40
Gambar 4.1 Bagan rencana penelitian .....	51
Gambar 4.2 Perletakan kamera pada pengamatan deformasi permukaan kanopi Lamtrogung ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) .....	53
Gambar 4.3 Deformasi permukaan kanopi Kersen ( <i>Muntingia calabura</i> ).....	54
Gambar 4.4 Posisi lokasi observasi lapangan terdapat area terdampak Gunung Merapi .....	58
Gambar 4.5 Sebaran spesies yang diamati.....	59
Gambar 4.6. Perletakan corong (a) Sketsa perletakan penampung $T_f$ , (b) sebaran corong dan alat tampung $T_f$ di bawah pohon sampel.....	59
Gambar 4.7. Pengumpulan aliran batang.....	61
Gambar 4.8 Hujan hasil pencatatan terpilih.....	62
Gambar 4.9 Pembacaan suhu (a) di dalam kanopi, (b) di <i>basal area</i> .....	63
Gambar 4.10 Resume hasil pengukuran temperatur kanopi .....	64
Gambar 5.1 Aliran air di permukaan kanopi <i>Pinus merkusii</i> .....	74
Gambar 5.2 Aliran air di permukaan kanopi <i>Acaciella angustissima</i> .....	75
Gambar 5.3 Aliran air di permukaan kanopi Nangka ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> ) .....	77
Gambar 5.4 Aliran air di permukaan kanopi Jabon ( <i>Anthocephalus cadamba</i> ).....	79
Gambar 5.5 Hubungan antara kedalaman hujan ( $P_G$ ) dengan $T_{fobservasi}$ ( $T_{fobs}$ ) .....	83
Gambar 5.6 Hubungan antara durasi hujan dengan $T_{fobs}$ .....	84
Gambar 5.7 Rangkaian pengukuran air yang tertahan di permukaan daun Lamtrogung.....	87
Gambar 5.8. Hasil perhitungan <b>T-1</b> ( $T_{freleased}$ ) .....	90
Gambar 5.9. Hasil perhitungan <b>T-2</b> ( $T_{freleased}$ ) .....	92
Gambar 5.10. Hasil perhitungan <b>T-3</b> ( <i>canopy drip</i> ) .....	94

Gambar 5.11. Hasil perhitungan $T-4$ ( <i>canopy drip</i> ) .....	97
Gambar 5.12 Hasil perhitungan $S_f$ dengan model tangki.....	98
Gambar 5.13 Hasil perhitungan $SRO$ dengan model tangki .....	100
Gambar 5.14. Hubungan kumulatif <i>canopy drip</i> dan kedalaman hujan ( $P_G$ ) .....	103
Gambar 5.15. Korelasi kumulatif <i>drip</i> dengan $T_{f-obs}$ pada Akasia dan Lamtorogung	104
Gambar 5.16. Korelasi kumulatif <i>drip</i> dengan $T_{f-obs}$ pada Kapuk dan Pulau .....	105
Gambar 5.17. Korelasi kumulatif <i>drip</i> dengan $T_{f-obs}$ pada Nangka dan Kopi.....	105
Gambar 5.18. Korelasi kumulatif <i>drip</i> dengan $T_{f-obs}$ pada Pinus dan Jabon.....	105

## DAFTAR SIMBOL

$A$	: luas DTH ( $\text{km}^2$ )
$A_c$	: luas permukaan wadah penampung $T_f$ ( $\text{mm}^2$ )
$A_d$	: luas daun ( $\text{mm}^2$ )
$A_{bat}$	: luas kulit batang ( $\text{cm}^2$ )
$Ap$	: energi yang tersedia di pohon
$a$	: merupakan koefisien regresi yang diperoleh dari kejadian besaran hujan setelah penguapan
$a_p$	: konstanta proposional dimensi pohon
$\alpha_{1.1}$	: koefisien aliran di permukaan daun yang merupakan perbandingan air yang menetes melalui ujung daun berdasarkan ketebalan air di permukaan daun sesaat sebelum menetes
$\alpha_{1.2}$	: koefisien air perbandingan air yang lolos berdasarkan jarak antar daun atau porositas kanopi
$\alpha_2$	: koefisien aliran di ranting
$\alpha_{2.1}$	: rasio air menetes ke permukaan tanah dari permukaan kanopi ( $0 < \alpha_{2.1} < 1$ )
$\alpha_{2.2}$	: rasio air mengalir ke tangki-3 ( $0 < \alpha_{2.2} < 1$ );
$\alpha_{3.1}$	: rasio air menetes ke permukaan tanah dari permukaan kanopi ( $0 < \alpha_{3.1} < 1$ )
$\alpha_{3.2}$	: rasio air mengalir ke tangki-4 ( $0 < \alpha_{3.2} < 1$ )
$\alpha_{4.2}$	: rasio air mengalir ke pangkal axis dari tajuk ( $0 < \alpha_{4.2} < 1$ )
$\alpha_{4.2}$	: rasio air mengalir ke tangki-5 ( $0 < \alpha_{4.2} < 1$ );
$\alpha_4$	: koefisien aliran air di batang berdasarkan perbandingan berat kulit batang kering dan berat kulit batang jenuh air;
$b$	: merupakan koefisien regresi yang mengindikasikan proses intersepsi hujan yang masih terjadi akibat daun dan ranting/dahan setelah hujan berhenti
$Ccs$	: kapasitas penyimpanan permukaan kanopi per satuan luas (mm)
$c_1$	: merupakan propors dari hujan yang mencapai <i>trunk</i> (mm)
$c_2$	: merupakan gap kanopi (%)
$cc$	: koefisien $P_N$ pohon tunggal terhadap $P_N$ ekosistem pohon
$CPA$	: <i>crown projection area</i> atau luas naungan dibawah pohon ( $\text{m}^2$ )
$c_t$	: kapasitas penyimpanan permukaan kanopi di ranting daun persatuan luas (mm)
$c_{max}$	: kapasitas maksimum penyimpanan permukaan kanopi per satuan luas (mm)
$c_{min}$	: kapasitas minimum penyimpanan permukaan kanopi per satuan luas (mm)
$c_p$	: panas spesifik pada tekanan udara konstan ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )



- $c_w$  : kapasitas permukaan kanopi pada saat air mulai mengalir di permukaan kanopi (mm)
- $d_1$  : kedalaman air di permukaan daun yang diperhitungkan sebagai kapasitas tampungan permukaan kanopi maksimum ( $c_{max}$ ) persatuan luas  $CPA$  (mm)
- $d_{1.1}$  : kedalaman air di permukaan daun yang hanya akan hilang akibat penguapan (mm)
- $d_{1.2}$  : kedalaman air di permukaan daun pada saat air mengalir ke pangkal daun dan ujung daun secara gravitasi (mm)
- $d_2$  : kedalaman air di pangkal daun (mm)
- $d_{3.1}$  : kedalaman air di ranting pada  $T_{fb}$  terjadi (mm)
- $d_{3.2}$  : kedalaman air di dahan pada saat batang utama mulai basah oleh aliran dari dahan yang diukur (mm)
- $d_4$  : kedalaman aliran air di permukaan batang (mm)
- $D_c$  : jumlah air yang mengalir sebagai  $T_f$  pada waktu tertentu dan di hitung dalam satuan kedalaman (mm/jam)
- $dc$  : perubahan volume air yang tertampung di kanopi
- $D_t$  : jumlah air yang mengalir sebagai  $S_f$  pada waktu tertentu dan di hitung dalam satuan kedalaman (mm/jam)
- $DBH$  : diameter batang setinggi dada (pada ketinggian 1,40 m dari permukaan tanah)
- $\Delta$  : slope dari kurva hubungan antara tekanan uap air jenuh dengan suhu
- $Ec$  : penguapan dari kanopi selama hujan berlangsung (mm/jam)
- $\bar{E}_c$  : penguapan rata-rata dari kanopi yang jenuh selama kejadian hujan (mm/jam)
- $E_A$  : penguapan di muka air bebas (mm)
- $E_p$  : besarnya penguapan potensial yang dapat dihitung menggunakan metode Penman (mm)
- $\bar{E}'_r$  : penguapan yang terjadi pada permukaan kanopi (dapat diukur berdasarkan penguapan air di atas daun) (mm)
- $Fp$  : konstanta resesi pada pada kondisi aliran disungai
- $g$  : gaya gravitasi (9,81 m/det<sup>2</sup>)
- $g_b$  : asumsi dari kondisi aerodinamis yang menyebabkan air menguap
- $h$  : kedalaman tampungan tangki kanopi tunggal
- $hs$  : kedalaman air di batang (mm)
- $I$  : intensitas hujan (mm/hari)
- $IBA$  : *individual basal area* atau zona yang terdapat di pangkal pohon yang memiliki kolam yang terbentuk dari singkapan akar pohon (m<sup>2</sup>)
- $Ic$  : kedalaman hujan yang terintersepsi dan hilang karena penguapan

(*interception loss*) (mm)

- $k$  : konstanta von-Karman yang ditetapkan sebesar 0,41 (Brutsaert, 1982)
- $K_s$  : *storage coefficient* pada hidrograf satuan sintetik
- $L_d$  : sisi terpanjang daun (cm)
- $LAD$  : *Leaf angle distribution* atau distribusi daun pada ranting
- $LAI$  : *Leaf Area Index* atau rasio tutupan daun yang dihitung berdasarkan rasio kecerahan matahari di naungan
- $m$  : jumlah hari hujan yang tidak menyebabkan  $T_f$  dan  $S_f$  (hari)
- $n$  : jumlah hari hujan yang menyebabkan  $T_f$  dan  $S_f$  (hari)
- $n_c$  : jumlah  $T_f$  collector (unit)
- $\Theta$  : inklinasi daun
- $p$  : *free troughfall coeffisien*, merupakan proporsi hujan yang jatuh langsung kepermukaan tanah tanpa mengalir kedalam kanopi
- $PAI$  : *Plant Area Index* atau rasio cahaya yang mencapai naungan berdasarkan kerapatan daun dan dahan
- $P_G$  : hujan yang tercatat di stasiun pencatatan terdekat dan dianggap sebagai hujan yang menyentuh permukaan kanopi (mm)
- $P'r$  : kedalaman hujan yang menyentuh permukaan kanopi yang diukur pada laboratorium (mm)
- $P'_G$  : kedalaman hujan yang pada saat kanopi jenuh (mm)
- $P_{GIS}$  : hujan yang tidak menjenuhkan kanopi (mm)
- $P_{out}$  : hujan yang mengisi kanopi (mm);
- $P_{dir}$  : hujan yang mencapai dasar hutan tanpa menyentuh kanopi (mm)
- $P_{sto}$  : kapasitas tampungan kanopi yang dipengaruhi secara langsung oleh ranting dan dahan (*trunk*)
- $p_t$  : proporsi hujan yang mengalir sebagai *stemflow* (aliran batang)
- $P_N$  : kedalaman hujan yang menyentuh permukaan tanah (mm)
- $q$  : kedalaman hujan pada saat tampungan kanopi tercapai (mm)
- $q_{1.1}$  : jumlah air persatuan luas daun yang dapat menetes langsung dari daun walaupun belum seluruh permukaan daun basah (mm)
- $q_{1.2}$  : jumlah air persatuan luas daun mengalir di atas permukaan daun menuju pangkal daun (mm)
- $q_2$  : jumlah air yang mengalir menuju ke ranting dan dahan (tajuk) persatuan luas *CPA* (mm)
- $q_{3.1}$  : jumlah air persatuan luas kulit dahan basah di titik  $T_{fb}$  (mm)
- $q_{3.2}$  : jumlah air persatuan luas seluruh kulit dahan basah (mm)

$Q_t$	: debit aktual ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
$Q_{a,t}$	: debit yang terjadi akibat hujan yang langsung jatuh ke badan air ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
$Q_p$	: debit puncak ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
$\bar{R}$	: curah hujan rata-rata (mm)
$r_a$	: tahanan aerodinamis (det/m)
$Rn$	: kedalaman hujan yang terinfiltrasi setelah mengalami intersepsi oleh kanopi pohon dan mengalir secara gravitasi ke permukaan tanah (mm)
$\tau_d$	: tegangan geser dipermukaan daun
$\tau_{bat}$	: kekasaran batang
$S$	: kapasitas tampungan seluruh kanopi per satuan luas (mm)
$S_c$	: kapasitas tampungan permukaan yang dihitung pada saat $T_f$ terjadi di seluruh bagian bawah kanopi persatuan luas (mm)
$S_t$	: <i>trunk storage</i> atau kapasitas tampungan batang utama dan dahan per satuan luas (mm)
$S_f$	: aliran melalui batang utama (mm)
$T$	: suhu udara ( $^{\circ}\text{K}$ )
$t_B$	: waktu yang terjadi sejak awal analisis hidrograf sampai ke aliran puncak dan kembali kembali ke kondisi awal ( <i>time base</i> )
$T_f$	: air hujan mengalir dan menetes melalui kanopi dan kanopi (mm)
$t_G$	: jarak waktu antara kejadian hujan (hari)
$T_R$	: waktu yang dibutuhkan untuk mencapai debit puncak pada hidrograf satuan sintetik ( <i>time of rise</i> )
$T_s$	: suhu permukaan kanopi ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_{ff}$	: aliran lolos kanopi langsung atau jumlah hujan yang jatuh langsung ke permukaan tanah di hutan tanpa menyentuh kanopi (mm)
$T_{fr}$	: air hujan yang lolos yang melalui sela daun dan sela kanopi (mm)
$T_{fi}$	: kedalaman $T_f$ pada <i>collector</i> ke-i (mm)
$t_{sho}$	: durasi hujan (jam)
$t_{sat}$	: waktu yang diperlukan untuk menjenuhkan kanopi (jam)
$T_w$	: suhu udara disekitar kanopi yang dianggap sebagai bola bundar basah ( $^{\circ}\text{K}$ )
$\bar{u}$	: kecepatan angin rata-rata pada arah horizontal (m/det)
$u_*$	: kecepatan seret angin (m/det)
$V_{FTi}$	: volume air di seluruh wadah penampung $T_f$ ( $\text{mm}^3$ )
$V_{trunk}$	: merupakan tampungan <i>trunk</i> yang diperkirakan menguap (mm)
$W$	: berat air yang mengalir di atas daun (gr)



- $Wd$  : berat daun segar (gr)
- $\rho_a$  : tingkat kerapatan udara ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
- $\gamma$  : tekanan pada pizometer
- $z_m$  : tinggi alat pencatatan angin dan berat jenis udara (m)
- $z_{0m}$  : momentum *roughness length* sebesar  $u_*^2/81g$  (m)