UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengembangan Model Alometrik Penduga Biomassa dan Karbon di Tegakan Jati Klon menggunakan Parameter Terrestrial Laser Scanning di Hutan Wanagama 1
Febrian Dwi Saputra, Bekti Larasati, S.Hut., M.Sc., M.Agr.Sc. ; Ir. Budi Mulyana, S.Hut., M.Si. Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan masalah 3
1.3. Tujuan penelitian 3
1.4. Manfaat penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Hutan Tanaman Jati 5
2.2. Parameter-Parameter Penyusun Biomassa dan Karbon 5
2.3. Kerapatan Kayu 6
2.4. Estimasi Karbon 7
2.5. Laser Scanning 8
2.6. Ekstraksi DBH dan Tinggi Pohon Menggunakan TLS 9
2.7. *Quantitative Structure Model* (TreeQSM) untuk Estimasi Volume Pohon 10
2.8. Model Regresi Alometrik Non-Linear 11
2.9. Estimasi Biomassa dan Stok Karbon *Above Ground Biomassa* menggunakan *output* TLS 14
2.10. *State of the art* 15
BAB III METODE PENELITIAN 17
3.1. Deskripsi lokasi dan waktu penelitian 17
3.2. Alat dan bahan penelitian 18

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengembangan Model Alometrik Penduga Biomassa dan Karbon di Tegakan Jati Klon menggunakan Parameter Terrestrial Laser Scanning di Hutan Wanagama 1
Febrian Dwi Saputra, Bekti Larasati, S.Hut., M.Sc., M.Agr.Sc. ; Ir. Budi Mulyana, S.Hut., M.Si. Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3. Prosedur dan desain penelitian 20
3.4. Pengolahan Data TLS 21
3.4.1 Registrasi dan *Pra-Pengolahan Point Cloud* 21
3.4.2 Segmentasi Pohon Individu 21
3.4.3 Pemisahan Daun dan Batang menggunakan LeWos dan *Cleaning noise* manual 22
3.4.4 Rekonstruksi *Quantitative Structure Model* (TreeQSM) 23
3.5. Estimasi Biomassa Sebagai Variabel Respon Persamaan Alometrik 24
3.6. Pengembangan Model Alometrik Non-Linear 25
3.7. Validasi Model 26
3.7.1 Bias 27
3.7.2 *Mean Absolute Error* (MAE) 27
3.7.3 *Root Mean Square Error* (RMSE) 28
3.7.4 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 28
3.7.5 rRMSE 29
3.7.6 Koefisien Determinasi (R^2) 29
3.8. Estimasi Biomassa dan Karbon Tingkat Tegakan 30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 31
4.1. Kemampuan TLS Dalam Memperoleh Struktur Pohon 31
4.1.1 Estimasi DBH berbasis TLS 33
4.1.2 Estimasi Tinggi berbasis TLS 34
4.1.3 Estimasi Volume berbasis TLS 35
4.1.4 Estimasi Biomassa Pohon berbasis TLS 37
4.2. Pengembangan Model Alometrik berbasis TLS 40
4.2.1. Hasil Kalibrasi Model Alometrik 40
4.2.2. Evaluasi dan Pemilihan Model terbaik 41
4.3. Biomassa dan Karbon Tegakan 44
4.4. Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya 46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 48
5.1. Kesimpulan 48
5.2. Saran 48
DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Alometrik Penduga Biomassa dan Karbon di Tegakan Jati Klon menggunakan Parameter
Terrestrial Laser Scanning di Hutan Wanagama 1**
Febrian Dwi Saputra, Bekti Larasati, S.Hut., M.Sc., M.Agr.Sc. ; Ir. Budi Mulyana, S.Hut., M.Si. Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perangkat lunak yang digunakan 18
Tabel 3.2. Perangkat keras yang digunakan..... 18
Tabel 3.3 Data Penelitian beserta sumbernya 19
Tabel 4.1 Statistik DBH hasil ekstraksi TLS vs data Lapangan 33
Tabel 4.2. Hasil evaluasi akurasi DBH hasil ekstraksi TLS 33
Tabel 4.3 Statistik Tinggi hasil ekstraksi TLS vs data Lapangan..... 34
Tabel 4.4. Hasil evaluasi akurasi Tinggi pohon hasil ekstraksi TLS 34
Tabel 4.5 Perbandingan Ekstraksi TLS dan Alometrik Purwanto 38
Tabel 4.6. Statistik perbandingan biomassa hasil TLS-QSM dan biomassa Purwanto..... 39
Tabel 4.7. Persamaan model alometrik hasil kalibrasi..... 41
Tabel 4.8. Perbandingan antara 4 metode NLR 42
Tabel 4.8. Estimasi biomassa dan cadangan karbon berdasarkan model alometrik terbaik..... 44
Tabel 4.9. Perbandingan biomassa dan karbon hasil model alometrik dan Purwanto dan Silaban (2011) 45
Tabel 4.10. Perbandingan estimasi biomassa dan karbon dengan penelitian sebelumnya..... 46

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Alometrik Penduga Biomassa dan Karbon di Tegakan Jati Klon menggunakan Parameter
Terrestrial Laser Scanning di Hutan Wanagama 1**
Febrian Dwi Saputra, Bekti Larasati, S.Hut., M.Sc., M.Agr.Sc. ; Ir. Budi Mulyana, S.Hut., M.Si. Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Peta AOI Penelitian dan Sebaran Plot TLS..... 17
Gambar 3.2. Sebaran Pohon Sampel Pada Plot TLS 22
Gambar 4.1. Raw data pohon Scan hasil TLS yang tampak samping 31
Gambar 4.2. Sebaran pohon yang dipakai untuk data pohon pada titik scan TLS tampak dari atas 32
Gambar 4.3. Rekonstruksi TreeQSM yang digunakan dalam pendugaan estimasi Volume..... 36
Gambar 4.2. Hubungan antara biomassa observasi(Biomassa TLS), dengan biomassa prediksi model terbaik..... 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Alometrik Penduga Biomassa dan Karbon di Tegakan Jati Klon menggunakan Parameter
Terrestrial Laser Scanning di Hutan Wanagama 1**
Febrian Dwi Saputra, Bekti Larasati, S.Hut., M.Sc., M.Agr.Sc. ; Ir. Budi Mulyana, S.Hut., M.Si. Ph.D., IPM
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pembuatan Model Alometrik 57
Lampiran 2. Data Pengukuran Lapangan yang digunakan untuk menghitung biomassa dan karbon pada Tingkat tegakan 57
Lampiran 3. https://github.com/InverseTampere/TreeQSM 57
Lampiran 4. https://github.com/dwang520/LeWoS 57