

MODEL PENDUGA VOLUME POHON WERU (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) DI KABUPATEN MAJALENGKA - JAWA BARAT

Tree Volume Model of Weru (Albizia procera (Roxb.) Benth.) in Majalengka West Java

Sofwan Bustomi dan/and Mira Yulianti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
Kampus Balitbang Kehutanan, Jl. Gunung Batu No. 5 Po.Box 331, Bogor 16118
Telp. 0251-8631238, Faks. 0251-7520005

Naskah masuk : 25 Februari 2013; Naskah diterima : 10 Februari 2014

ABSTRACT

Weru tree is one of species has been widely developed in private forests. The purpose of this study was to estimate volume of weru in Majalengka with most realible model. Trees volume of existing weru stands of different diameter classes were measured using purposive sampling method. Data were analyzed with five regression equations with trees breast height diameter and height as independent variables. The best model was categorized based on analysis of maximum determination coefficient (R^2), minimum bias and root mean square error (RMSE). The result showed that the best model of prediction equations of volume was $\text{Ln } V = -7.59 + 2.02 \ln D$ with SA 0.0165 and SR 0.1178.

Keywords: *Tree volume estimation model, weru, diameter, height of tree*

ABSTRAK

Pohon weru banyak dibudidayakan sebagai salah satu tanaman penghasil kayu pertukangan dan energi yang dikembangkan di masyarakat khususnya pada hutan rakyat. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan penyusunan model penduga volume pohon yang memiliki ketelitian tinggi untuk jenis Weru di Kabupaten Majalengka. Data dikumpulkan dengan mengukur volume pohon pada berbagai kelas diameter pada tegakan Weru yang sudah ada dengan metode *purposive sampling*. Selanjutnya data dianalisis menggunakan lima persamaan regresi penyusun model berdasarkan peubah bebas diameter setinggi dada dan tinggi pohon. Pemilihan model terbaik didasarkan pada hasil penghitungan nilai koefisien determinasi maksimum (R^2), bias minimum dan Root mean square error (RMSE) terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model persamaan pendugaan volume terbaik yaitu $\text{Ln } V = -7,59 + 2,02 \ln D$ dengan SA 0,0165 dan SR 0,1178.

Kata kunci: *Model penduga volume, weru, diameter, tinggi pohon*

I. PENDAHULUAN

Weru (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) banyak dimanfaatkan sebagai kayu bakar, kayu bangunan, pakan ternak, pagar hidup, tali dari kulit kayunya (Jarunadi, 2013). Oleh karenanya weru atau disebut juga Kihiang dipilih sebagai salah satu tanaman penghasil kayu energi (Bustomi, 2010). Keunggulan weru sebagai kayu energi antara lain karena jenis weru memiliki karakter cepat tumbuh, tahan kering, bisa dipangkas "coppies" dan memiliki daya kalor yang tinggi yaitu 4.865 kalori/gram. Disamping itu tanaman ini mudah dibudidayakan karena memiliki proses hidup yang baik dan pertumbuhan awal yang cepat dan secara luas dibudidayakan dalam sistem agroforestri (Orwa *et al.*, 2009) sehingga

jenis tanaman ini sangat mudah ditemukan di masyarakat.

Sampai saat ini, produktivitas weru hasil budi daya masyarakat belum diketahui dengan pasti, sehingga ketika melakukan pemanenan dan dijual dalam bentuk tegakan berdiri maka harga kayu ditentukan sepihak oleh pembeli (tengkulak). Agar masyarakat mempunyai pengetahuan akan potensi weru yang dimilikinya perlu dibantu dengan alat pendugaan volume yang praktis dan akurat. Dengan pengetahuan tersebut diharapkan masyarakat memiliki posisi tawar yang lebih baik.

Persamaan yang umum digunakan untuk menduga volume pohon antara lain adalah model persamaan regresi, yang penyeleksiannya melalui pendekatan metode kuadrat terkecil (OLS :

Ordinary Least Square) (Brandies *et al.*, 2006). Metode 'pendekatan' ini secara statistik merupakan teknik sangat penting untuk regresi ataupun analisis sesatan dalam validasi, seringkali digunakan untuk penyelesaian problematik yang melibatkan kumpulan data yang tersusun secara acak. Hal lain, karena dalam menduga sering dihadapkan pada ragam kondisi lapangan sehingga kemungkinan akan terjadi bias yang tinggi, maka untuk pendugaan hasil tegakan memerlukan metode yang akurat, efisien dan handal (Arevalo *et al.*, 2007).

Tujuan penelitian ini adalah untuk penyusunan model penduga volume pohon jenis weru di hutan rakyat di Kabupaten Majalengka. Model ini diharapkan dapat membantu masyarakat mengelola hutan rakyat untuk menduga volume pohon yang masih berdiri.

II. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di hutan rakyat Desa Babakan Jawa, Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada

108° 13'51"BT 06° 50'37"LS pada ketinggian 25–37,5 m di atas permukaan laut (dpl) termasuk dalam tipe iklim B dengan curah hujan rata rata 2.400–3.800 mm/tahun dan rata rata hari hujan 16 hari per bulan, ketinggian tempat 8–857 m dpl dan suhu 18,8–37,0 °C (BPS, 2010).

B. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan Data dilakukan dengan penarikan contoh terarah (*purposive sampling*) menurut kelas diameter dengan banyaknya contoh mewakili berbagai kelas diameter yang telah ditentukan. Persyaratan pohon contoh adalah bentuk batangnya normal, sehat atau tidak berpenyakit.

Penyusunan dan validasi model penduga volume pohon menggunakan 47 pohon. Dengan jumlah contoh yang dikumpulkan untuk menyusun model penduga volume sebanyak 35 pohon, sedangkan untuk keperluan validasi dikumpulkan 12 pohon independen. Secara umum, pohon-pohon contoh mempunyai rata-rata standar deviasi yakni diameter (cm): $36,4 \pm 19,07$ dan tinggi (m): $14,8 \pm 1,8$. Adapun tabel frekuensi data disajikan pada tabel 1.

Tabel (Table) 1. Frekuensi pohon model berdasarkan kelas diameter (*Frequency of tree model based on diameter class*)

No	Kelas Diameter (Diameter Class) (cm)	Pohon Model (<i>Models of tree</i>)		
		Total (Total)	Penyusunan (Composing)	Validasi (Validation)
1	> 10,5	2	1	1
2	10,5–20,5	11	9	2
3	20,5–30,5	16	12	4
4	30,5–40,5	7	5	2
5	40,5–50,5	1	1	
6	50,5–60,5	3	2	1
7	60,5–70,5	2	1	1
8	70,5–80,5	2	1	1
9	80,5–90,5	1	1	
10	90,5–100,5	1	1	
11	100,5–110,5			
12	110,5–120,5	1	1	
	Jumlah	47	35	12

C. Pengukuran Pohon Contoh

Parameter yang diukur dari setiap pohon contoh adalah diameter setinggi dada, diameter per seksi dengan panjang tiap seksi 1 meter dan tinggi pohon. Untuk tiap contoh dilakukan pengukuran seksi (*section wise measurement*) diameter pangkal dan ujung baik batang maupun cabang dengan panjang seksi masing-masing 1 m sampai dengan diameter terkecil sebesar 7 cm.

Untuk keperluan penghitungan volume, maka tiap pohon contoh dibagi-bagi ke dalam seksi-seksi batang selanjutnya tiap seksi batang diukur diameter pangkal dan ujungnya untuk menghitung volumenya dengan menggunakan rumus smalian (Chapman & Meyer, 1949).

D. Analisis Data

1. Analisis hubungan diameter tinggi

Secara geometrik volume pohon tersusun dari komponen bidang dasar (dicirikan oleh diameter) dan tinggi pohon. Oleh karena itu, apabila akan menduga volume hanya digunakan (diwakili) oleh diameter saja maka keperwakilan diameter tersebut harus didasarkan atas hipotesis adanya hubungan (korelasi) kuat antara tinggi dan diameter itu sendiri. Koefisien korelasi (r) berdasarkan data contoh berupa hubungan antara tinggi dan diameter dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Karl Pearson, yaitu (Abdurrahman *et al.*, 2012):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right) \left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2\right] \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2\right]}}$$

dimana: x : tinggi pohon, y : diameter pohon, n = jumlah pohon

Walpole (1995) mendefinisikan koefisien korelasi linier sebagai ukuran hubungan linear antar dua peubah x dan y dan dilambangkan r . Bila nilai r mendekati 1 atau -1, hubungan antara kedua peubah itu kuat dan berarti terdapat korelasi yang tinggi antar keduanya (Walpole, 1995).

Sebaran jumlah pohon menurut kelas diameter dan kelas tinggi bebas cabang dari pohon sampel disusun dalam diagram kumpul (*plotting-diagram*). Selain sebaran *Dbh-Hcb*, disusun pula persamaan regresi hubungan *Hcb-Dbh*. Bentuk model yang disusun adalah:

Persamaan 1 $Hcb = b_0 + b_1 D$ (1)

2. Model persamaan penduga volume pohon

Muhdin & Hakim (2004) menyatakan bahwa, tabel volume pohon adalah sebuah tabel yang digunakan untuk menentukan volume kayu pohon berdiri berdasarkan dimensi-dimensi penentu volume (biasanya diameter setinggi dada, tinggi pohon, dan/atau angka bentuk), yang dibuat menggunakan persamaan volume batang melalui analisis regresi. Tabel volume yang dibuat berdasarkan persamaan terbaik yang diperoleh dari tahap penyusunan model, diharapkan juga memberikan nilai dugaan terbaik saat digunakan di lapangan.

Model volume pohon disusun dalam bentuk model matematik yang menghubungkan antara volume batang pohon dengan kulit (V) dengan parameter diameter setinggi dada (D), atau gabungan parameter D dan parameter tinggi pohon (H), yaitu:

Persamaan 2 $Ln V = b_0 + b_1 Ln D$ (2)
(Brandies *et al.*, 2006;
(Akinnifesi and Akinsami,
1995)

Persamaan 3 $Ln V = b_0 + b_1 Ln D + b_2 Ln H$. (3)
(Akinnifesi and Akinsami,
1995)

Persamaan 4 $V = b_0 D^2 H$ (4)
(Spurr, 1952)

Persamaan 5 $V = b_0 + b_1 D^2 H$ (5)
(Zewdie *et al.*, 2012;
Montagu *et al.*, 2006)

Persamaan 6 $V = b_0 + b_1 D^2 H + b_2 D^2 + b_3 H$... (6)
(Romancier, 1961)

3. Uji keabsahan model

Model terpilih harus memenuhi keabsahan persamaan regresi, yaitu semua peubah bebas harus berperan nyata di dalam model, nilai sisa-an menyebar normal dan bersifat adiktif serta sebaiknya mempunyai nilai koefisien determinasi terkoreksi (R^2_{adj}) yang tinggi, sedangkan ketelitian model volume pohon dicerminkan oleh kecilnya simpangan agregatif (SA), dan kecilnya simpangan rata-rata (SR). Chapman dan Meyer (1949) serta Husch *et al.* (2003) menyatakan bahwa nilai absolut simpangan agregatif model volume pohon sebaiknya tidak melebihi 1% dan simpangan rata-ratanya tidak lebih dari 10%.

$$R^2_{adj} = 1 - \{SSE / (n - 1 - p)\} / \{SST / ((n - 1))\}$$

$$SA = \left(\frac{\sum_{i=2}^n V_t - \sum_{i=1}^n V_a}{\sum_{i=1}^n V_t} \right)$$

$$SR = \frac{\left| \frac{\sum_{i=2}^n V_t - \sum_{i=1}^n V_a}{n} \right|}{n} \times 100\%$$

- n : jumlah pohon contoh,
- p : jumlah peubah penduga dalam persamaan,
- SSE : jumlah kuadrat sisaan,
- SST : jumlah kuadrat total ($\sum y^2$),
- V_a : volume pohon aktual,
- V_t : volume pohon dugaan.

4. Tolak ukur kesahihan model

Dalam penelitian model penduga volume ini, model terpilih ditentukan berdasarkan tingkat kesahihan masing-masing model, yaitu tingkat kompatibilitasnya untuk diterapkan pada pohon contoh validasi atau data independen “(independent data)”

Soares *et al.* (1995), Vanclay dan Skovsgaard (1997), serta Huang *et al.* (2003) merekomendasikan 4 kriteria perhitungan statistik untuk mengevaluasi kesahihan model, yaitu nilai rata-rata sisaan (*mean residual: MRES*), nilai rata-rata sisaan absolut (*absolute mean residual: AMRES*), akar rata-rata kuadrat sisaan (*root mean squared error: RMSE*), dan efisiensi model tereduksi (*the adjusted model efficiency: MEF_{adj}*).

Persamaan 7 $MRES = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n}$ (7)

Persamaan 8 $AMRES = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$ (8)

Persamaan 9 $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}}$ (9)

Persamaan 10 $MEF_{adj} = 1 - \frac{(n-1)\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-p)\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}$..(10)

dimana:

- y_i : nilai V dari independent data (*V value of independent data*),
- \hat{y} : nilai dugaan V berdasar model (*estimated V value based on each model*),
- \bar{y} : nilai rata-rata V dari independent data (*mean V value of independent data*),

- N : jumlah data V dalam independent data (*the number of dobh data in independent data*),
- P : jumlah peubah tidak bergantung dalam model (*the number of independent variables in each model*).

Selain 4 kriteria di atas, penelitian ini juga mengikuti saran Burnham dan Anderson (1998) yang menggunakan “kriteria informasi Akaike” (*Akaike's information criterion: AIC*) yang merupakan indeks untuk seleksi model terbaik didasarkan “jarak Kullback-Liebler” (*Kullback-Liebler distance*) minimum.

Persamaan (11) $AIC = n \ln \hat{\sigma}^2 + 2(p+1)$..(11)

dimana $\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

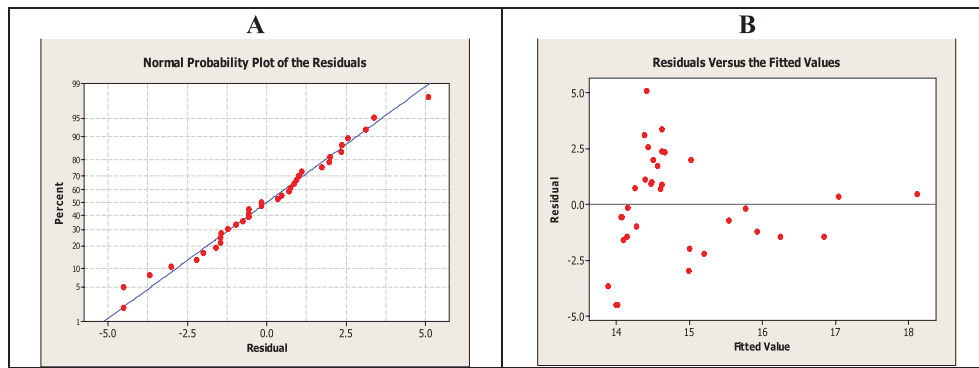
A. Hubungan Diameter dan Tinggi

Hubungan antara diameter pohon dengan tinggi pohon adalah untuk menaksir tinggi suatu pohon berdasarkan peubah kuncinya, yaitu diameter pohon. Hal ini dilakukan karena dalam inventarisasi hutan, untuk menduga volume pohon per pohon dalam suatu tegakan hutan diperlukan pengukuran diameter dan atau tinggi pohon. Pengukuran tinggi pohon dalam tegakan hutan merupakan pekerjaan yang sulit dibanding pengukuran diameter pohon dan relatif membutuhkan waktu yang lama serta dapat memberikan kesalahan yang disebabkan bukan karena sampling (*non sampling error*) yang cukup besar, mengingat dalam inventarisasi hutan jumlah pohon yang diukur cukup banyak dan dalam areal yang luas.

Dari analisis regresi 35 data pohon sampel yang terkumpul, bentuk hubungan antara *Hcb* dengan *Dbh* adalah Persamaan 12.

$T = 9,54 + 0,0516 D$ (12)

Analisis korelasi digunakan untuk menilai keeratan hubungan antara diameter dan tinggi. Nilai korelasi yang didapat antara diameter dan tinggi = 0,673 dengan P-Value = 0,00 sehingga membuktikan adanya hubungan yang kuat antara diameter dan tinggi sedangkan hasil uji keabsahan model pada persamaan 12 menggunakan uji kenormalan dan sebaran sisaan ditunjukkan pada gambar 1A dan 1B.



Gambar (Figure) 1. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 12 (*Normal probability plot of the residual of Equation 12*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 12 (*Residual versus the fitted values of Equation 12*)

Kecermatan hubungan ini mengindikasikan bentuk batang pohon weru yang normal, semakin besar diameter pohon weru akan semakin fungsi batang pokoknya dan akan semakin besar volumenya.

B. Model Penduga Volume Pohon

Penyusunan model volume pohon weru di

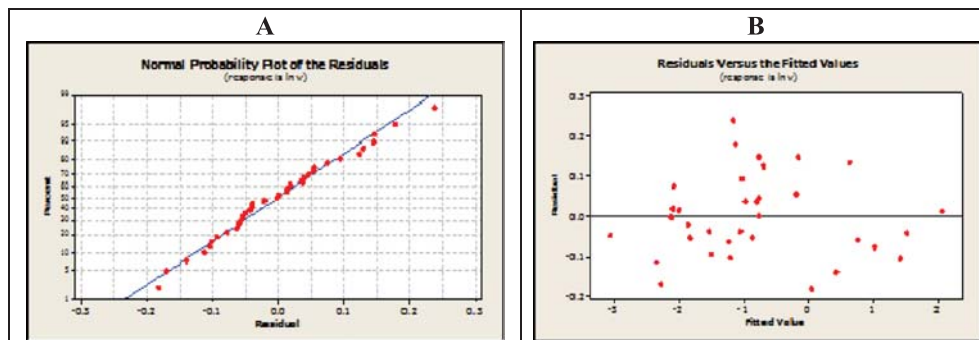
Kabupaten Majalengka dilakukan dengan mencoba menerapkan bentuk-bentuk persamaan dari Persamaan-2 sampai dengan Persamaan-6 dapat dilihat pada Tabel 2.

Setelah disusun model-model persamaan tabel volume maka dilanjutkan dengan uji kenormalan sisaan serta keaditifan terlihat pada Gambar 2 sampai 6.

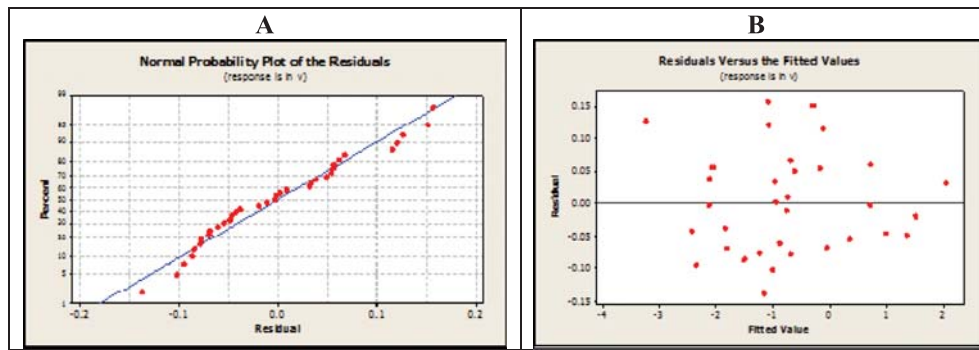
Tabel (Table) 2. Performasi model-model penduga volume pohon jenis weru (*Performance of tree volume model of weru*)

Persamaan (Equation)	Intersep (Intercept)	Koefisien regresi (<i>Regression coefficients</i>)			R^2_{adj}
		b_1	b_2	b_3	
2	-7,59	2,02	-	-	0,993
3	- 8,46	1,89	0,537	-	0,996
4	0,000038	-	-	-	0,994
5	0,0949	0,000037	-	-	0,998
6	- 0,115	0,000026	0,000157	0,0168	0,998

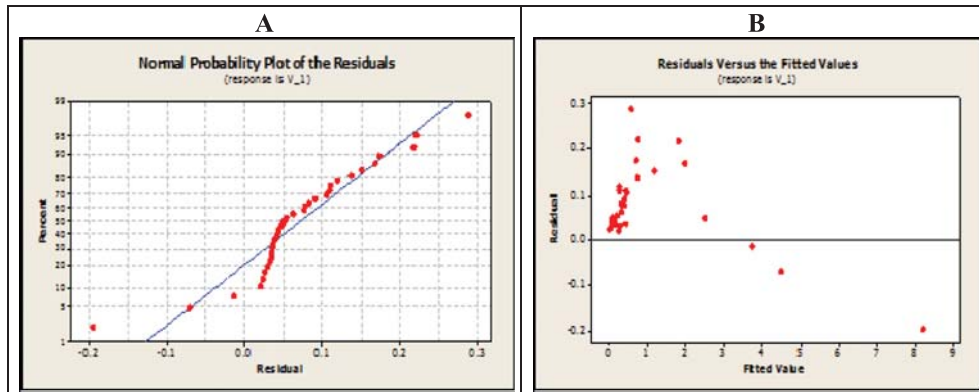
Keterangan (Remarks): ns: tidak nyata (*not significant*)



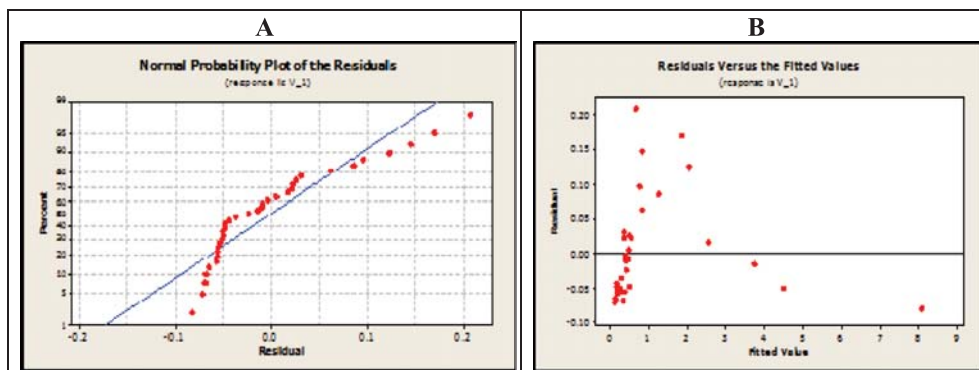
Gambar (Figure) 2. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 2 (*Normal probability plot of the residual of Equation 2*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 2 (*Residual versus the fitted values of Equation 2*)



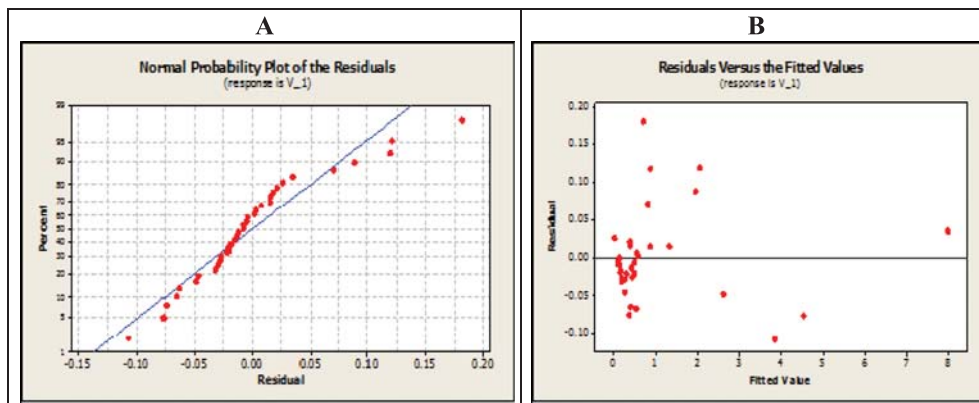
Gambar (Figure) 3. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 3 (*Normal probability plot of the residual of Equation 3*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 3 (*Residual versus the fitted values of Equation 3*)



Gambar (Figure) 4. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 4 (*Normal probability plot of the residual of Equation 4*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 4 (*Residual versus the fitted values of Equation 4*)



Gambar (Figure) 5. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 5 (*Normal probability plot of the residual of Equation 5*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 5 (*Residual versus the fitted values of Equation 5*)



Gambar (Figure) 6. (A) Grafik plot peluang normal dari sisaan Persamaan 6 (*Normal probability plot of the residual of Equation 6*)
(B) Sisaan dibandingkan nilai dugaan dari Persamaan 6 (*Residual versus the fitted values of Equation 6*)

Dari hasil pengujian kenormalan sisaan dan keaditifan dari model penduga volume pada Gambar 2 sampai 6, terlihat persamaan 2 dan 3 yang lebih memenuhi sifat kenormalan sisaan, terlihat dari grafik plot hubungan antara sisaan dengan kemungkinan normal sisaan yang cenderung membentuk garis linear dan melewati titik pusat sumbu (0,0), sehingga dapat disimpulkan bahwa 2 model tersebut memiliki sisaan yang cukup menyebar normal.

C. Uji Ketelitian Model

Dengan didasarkan pada 12 “pohon independen” (*Independent data*) karena yang memenuhi uji kenormalan sisaan dan keaditifan persamaan 2 dan 3 maka model terpilih harus memenuhi keabsahan persamaan regresi dapat dilihat pada table 3.

Peubah diameter dan peubah tinggi sebagai peubah tunggal ataupun ganda mendapatkan nilai koefosien determinasi yang besar ($R^2 > 80$).

Koefisien Determinasi yang dihasilkan pada persamaan 2 dan 3 mencapai 90 %. Nilai SA dan SR yang kecil sehingga dua persamaan tersebut dapat digunakan.

D. Pemilihan Model

Hasil perhitungan *MRES* (rata-rata sisaan), *AMRES* (rata-rata sisaan absolut), *RMSE* (akar rata-rata kuadrat sisaan), *MEF_{adj}* (efisiensi model tereduksi), dan *AIC* (kriteria informasi Akaike) dari dua persamaan yang memiliki ketelitian dirangkum dalam Tabel 4.

Dalam Tabel 4 terlihat bahwa bentuk Persamaan 2 mempunyai total skor paling kecil, sehingga didasarkan tolok ukur *MRES*, *AMRES*, *RMSE*, *AIC*, dan *MEF_{adj}*, persamaan tersebut terpilih sebagai model tabel volume lokal jenis weru di Majalengka.

Bentuk lengkap model penduga volume pohon tersebut adalah Persamaan 2.

$$\ln V = - 7,59 + 2,02 \ln D \dots\dots\dots (2)$$

Tabel (Table) 3. Nilai SA, SR dan *R_{adj}* pada masing-masing bentuk model volume (*The values of SA, SR and *R_{adj}* of each volume model*)

Persamaan (Equation)	SA (Agregative deviation)	SR (Relative deviation)	<i>R_{adj}</i> (coeffocient of adjusted determination)
2	0,0165	0,1178	99,3
3	0,0983	0,7022	99,6

Dari hasil persamaan tersebut maka akan menghasilkan tabel volume lokal yang bisa langsung dimanfaatkan oleh petani. Hasil tabel ditunjukkan pada lampiran 1.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Penduga volume pohon jenis weru menggunakan satu peubah bebas yaitu diameter atau mempunyai tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model penduga yang menggunakan diameter dan tinggi sebagai peubah bebasnya.
2. Model Penduga pohon jenis Weru adalah menggunakan peubah bebas tunggal yaitu diameter dengan persamaan $\ln V = - 7,59 + 2,02 \ln D$ dengan nilai SA 0,0165 dan SR 0,1178.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Maman, Muhidin, Sambas, & Somantri, Ating. (2012). *Dasar-Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Akinnifesi, F.K., & Akinsami, F.A. 1995. Linear equation for estimating the merchantable wood volume of *Gmelina arborea* in Southwest Nigeria. *Journal of Tropical Science. Volume 7 No.3*: 391 - 397.
- Arevalo, C.B.M., Volk, T.A., Bevilacqua, E., & Abrahamson, L. (2007). Development and validation of aboveground biomass estimation for four salix clones in central New York. *Biomass and Bioenergy 31* : 1-12
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Majalengka. (2011). *Kecamatan Majalengka dalam Angka Tahun 2010*. Majalengka.
- Brandies, T.J., Delaney, M.D., Parresol, B.R., & Royer, L. (2006). Development of equation for predicting puerto rican subtropical dry forest biomass and volume. *Forest Ecology and Management 233*, 133-142.
- Burnham, K.P., & Anderson, D.J. (1998). Model selection and inference: a practical information - theoretic approach. *In*: Springer, Berlin, Carvalho, (S.P.C.), Mendonca, A.R., Lima, M. P., & Calegario, N. 2010. Diferentes estrategias para estimar o volume commercial de *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan. *Cerne Lavras v. 16, n. 3*: 399-406. Accessed on June 24, 2013, dari http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/25-10-20101868v16_n3_artigo%-2016.pdf.
- Chapman, H.H., & Meyer, W.H. (1949). *Forest Mensuration*. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York.
- Huang, S., Yang, Y., & Wang, Y. 2003. A critical look at procedures for validating growth and yield models. *In*: Amaro, A., D. Reed, & P. Soares. (Eds.). *Modelling Forest Systems*. CAB International, Wallingford, pp. 271-293.
- Husch, B., Beers, T.W., Kershaw, J.A. (2003). *Forest Mensuration*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Jarunadi. (2013). Pengelolaan kesuburan tanah. Akses tanggal 23 Januari 2013. dari <http://uwityangyoyo.files.wordpress.com/2012/03/jarunadi-belum.doc>.
- Muhdin, & A.R. Hakim. (2004). Penentuan jumlah pohon contoh minimal untuk penyusunan persamaan volume melalui fungsi taper : Studi kasus pada jenis *Pinus merkusii* Jungh et de vriese di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. X No. 2* : 22-31
- Montagu, K.D., Duttmer, K., Barton, C.V.M., & Cownie, A.L. (2005). Developing general allometric relationships for regional estimates of carbon sequestration example using *Eucalyptus pilularis* from seven contrasting site. *Forest Ecology and Management 204*: 113-127.
- Orwa *et al.* (2009) *Albizia amara* botanical information. *Agro-forestry Database 4.0*.
- Romancier, R.M. (1961). Weight and volume of plantation-grown loblolly pine. *USDA Forest Services*. RN-161.
- Bustomi, S. (2010). Pengelolaan Hutan Tanaman Kayu Energi. *RPI 2010 - 2014*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. 345 - 349.
- Soares, P., Tome, M., Skovsgaard, J.P., & Vanclay, J.K. (1995). Evaluating a growth model for forest management using continuous forest inventory data. *For. Ecol. Manage. 71*: 251-265.
- Spurr, S.H. 1952 . *Forest inventory*. New York: The Ronald Press Company.
- Vanclay, J.K., & Skovsgaard, J.P. (1997). Evaluating forest growth models. *Ecol. Model. 98*: 7-42.
- Walpole, R.E. (1995). *Pengantar statistik. Edisi 3*. Sumantri, B., (Penerjemah); Jakarta: Gramedia. *Terjemahan dari Introduction to statistics 3rd edition*

Zewdie, M., Muukkonen, P., Makipaa, R., & Mencuccini, M. (2005). Biomass and stem volume equation for tree species in Europe.

Silva Fennica Monographs 4. The Finish Forest Research Institute.

Lampiran (Appendix) 1.

Tabel volume lokal jenis weru di Kabupaten Majalengka dengan persamaan (*Local volume table of weru in Majalengka District with equation*):

$$\ln V = - 7,59 + 2,02 \ln D)$$

D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)
9	0,0427833	31,5	0,5373932	54	1,5963947	76,5	3,226272	99	5,4311022
9,5	0,0477207	32	0,5547634	54,5	1,6263942	77	3,2690092	99,5	5,4866531
10	0,0529304	32,5	0,5724127	55	1,6566757	77,5	3,3120305	100	5,5424895
10,5	0,0584127	33	0,5903411	55,5	1,6872394	78	3,3553357	100,5	5,5986114
11	0,0641679	33,5	0,6085488	56	1,7180852	78,5	3,3989251	101	5,6550189
11,5	0,0701963	34	0,6270357	56,5	1,7492132	79	3,4427985	101,5	5,7117118
12	0,0764982	34,5	0,6458021	57	1,7806235	79,5	3,4869561	102	5,7686904
12,5	0,0830736	35	0,6648479	57,5	1,812316	80	3,5313979	102,5	5,8259545
13	0,0899229	35,5	0,6841734	58	1,8442909	80,5	3,5761239	103	5,8835043
13,5	0,0970463	36	0,7037784	58,5	1,8765482	81	3,6211342	103,5	5,9413398
14	0,104444	36,5	0,7236632	59	1,909088	81,5	3,6664288	104	5,9994609
14,5	0,1121162	37	0,7438277	59,5	1,9419102	82	3,7120077	104,5	6,0578678
15	0,120063	37,5	0,7642722	60	1,975015	82,5	3,7578709	105	6,1165604
15,5	0,1282847	38	0,7849965	60,5	2,0084024	83	3,8040186	105,5	6,1755387
16	0,1367815	38,5	0,806001	61	2,0420725	83,5	3,8504507	106	6,2348029
16,5	0,1455534	39	0,8272855	61,5	2,0760252	84	3,8971672	106,5	6,2943529
17	0,1546008	39,5	0,8488501	62	2,1102606	84,5	3,9441683	107	6,3541888
17,5	0,1639237	40	0,870695	62,5	2,1447788	85	3,9914539	107,5	6,4143105
18	0,1735223	40,5	0,8928202	63	2,1795799	85,5	4,039024	108	6,4747182
18,5	0,1833968	41	0,9152258	63,5	2,2146638	86	4,0868788	108,5	6,5354117
19	0,1935473	41,5	0,9379119	64	2,2500306	86,5	4,1350181	109	6,5963913
19,5	0,203974	42	0,9608784	64,5	2,2856804	87	4,1834422	109,5	6,6576568
20	0,214677	42,5	0,9841256	65	2,3216132	87,5	4,2321509	110	6,7192083
20,5	0,2256564	43	1,0076534	65,5	2,357829	88	4,2811444	110,5	6,7810459
21	0,2369124	43,5	1,0314619	66	2,3943279	88,5	4,3304227	111	6,8431695
21,5	0,2484452	44	1,0555512	66,5	2,43111	89	4,3799857	111,5	6,9055793
22	0,2602548	44,5	1,0799213	67	2,4681752	89,5	4,4298336	112	6,9682751
22,5	0,2723413	45	1,1045723	67,5	2,5055236	90	4,4799663	112,5	7,0312571
23	0,284705	45,5	1,1295043	68	2,5431553	90,5	4,530384	113	7,0945252
23,5	0,2973459	46	1,1547174	68,5	2,5810703	91	4,5810865		
24	0,3102641	46,5	1,1802115	69	2,6192687	91,5	4,632074		
24,5	0,3234598	47	1,2059868	69,5	2,6577504	92	4,6833465		
25	0,3369331	47,5	1,2320433	70	2,6965155	92,5	4,734904		
25,5	0,3506841	48	1,2583811	70,5	2,7355641	93	4,7867466		
26	0,3647128	48,5	1,2850002	71	2,7748962	93,5	4,8388743		
26,5	0,3790195	49	1,3119007	71,5	2,8145119	94	4,891287		
27	0,3936042	49,5	1,3390827	72	2,8544111	94,5	4,9439849		
27,5	0,408467	50	1,3665461	72,5	2,894594	95	4,996968		
28	0,423608	50,5	1,3942911	73	2,9350605	95,5	5,0502362		
28,5	0,4390273	51	1,4223178	73,5	2,9758107	96	5,1037897		
29	0,454725	51,5	1,4506261	74	3,0168447	96,5	5,1576285		
29,5	0,4707013	52	1,4792161	74,5	3,0581625	97	5,2117525		
30	0,4869561	52,5	1,508088	75	3,099764	97,5	5,2661619		
30,5	0,5034897	53	1,5372416	75,5	3,1416495	98	5,3208566		
31	0,520302	53,5	1,5666772	76	3,1838188	98,5	5,3758367		