

Agrinimal

Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman

Volume 4, Nomor 2, Oktober 2014

PENGARUH PUPUK KANDANG DAN PUPUK NPK TERHADAP pH DAN K-TERSEDIA TANAH SERTA SERAPAN-K, PERTUMBUHAN, DAN HASIL PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)

Elizabeth Kaya

UJI BEDA METODA PENETAPAN VOLUME DENGAN BRERETON METRIK DAN CARA INTEGRAL

B. Kewilaa dan A. Tehupeioroy

ANALISIS PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA KELUARGA PADA PETERNAKAN KAMBING LAKOR DI PULAU LAKOR KABUPATEN MALUKU BARAT DAYA

J. M. Tatipikalawan dan Rajab

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK PADAT DAN CAIR DENGAN TEKNOLOGI ENZYMATIK PADA KELOMPOK TANI KARYA BARU DI KECAMATAN KUMAI KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT

Ida K. Mudhita dan Saprudin

SIFAT-SIFAT KUANTITATIF DAN KUALITATIF DOMBA KISAR JANTAN

J. Wattimena, J. Labetubun dan M.J. Matatula

KAPASITAS TAMPUNG DAN KOMPOSISI ZAT-ZAT MAKANAN PADANG PENGEMBALAN TERNAK KERBAU DI PULAU MOA

M. Eoh

PERFORMA AYAM BROILER YANG DIBERI FERMENTASI KOTORAN AYAM LAYER DALAM RANSUM

M.J. Wattiheluw, U.D. Rusdi, Y.A. Hidayat dan T. Widjastuti

Agrinimal

Vol. 4

No. 2

**Halaman
45 - 88**

**Ambon,
Oktober 2014**

**ISSN
2088-3609**

UJI BEDA METODA PENETAPAN VOLUME DENGAN BRERETON METRIK DAN CARA INTEGRAL

Benoni Kewilaa¹ dan Apri Tehupeiry²

¹Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura

²Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena, 97233. Telp/Fax. 0911-322653

Email: bkewilaa@yahoo.com

ABSTRAK

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, maka diketahui bahwa terdapat berbagai metoda untuk menentukan volume log. Cara-cara tersebut antara lain cara smilian, Huber dan Brereton. Diduga, metoda penetapan volume yang berbeda akan menghasilkan volume yang berbeda. Penetapan volume dengan rumus Brereton dan integral akan dipilih sebagai metoda penetapan volume dan akan diuji dengan chi square untuk menerima atau menolak hypotesa 0.. Hasil uji chi square menunjukkan bahwa penetapan volume dengan kedua metode tersebut tidak menunjukkan suatu perbedaan yang nyata. Hal ini berarti menerima hypotesa 0.

Kata Kunci: Penetapan volume cara Brereton dan Integral

DIFFERENT TEST METHODS FOR DETERMINATION OF VOLUME WITH BRERETON METRIC AND INTEGRAL

ABSTRACT

By the development of science, it is known that there are various methods for determining the volume of logs. These methods include Smilian, Huber and Brereton metric. Allegedly, the determination of the volume of the different methods will produce a different volume. Determination of the volume with Brereton and integral formula will be chosen as the method of determination of volume and will be tested by chi square to accept or reject hypotheses 0. The results of chi-square test showed that the determination of the volume of the two methods did not show a significant difference. This means accepting hypotheses 0.

Key word: Determination of the volume by Brereton and Integral Method

PENDAHULUAN

Hal-hal pokok yang menjadi permasalahan dalam menentukan volume kayu adalah variasi diameter dan panjang log. Telah diketahui bahwa metode penetapan volume yang berbeda bisa menghasilkan volume yang berbeda (FAO, 2009). Berdasarkan hal tersebut maka diduga bahwa metoda penetapan volume dengan Brereton akan berbeda dengan penetapan volume dengan cara integral.

Menurut FAO (2010), faktor konversi berhubungan erat dengan dua hal yaitu: 1) sifat fisik; dan 2) Metode nasional pengukuran kayu bulat yang berkaitan dengan volume "nyata". Perhatikan bahwa volume sesungguhnya dari kayu bulat selalu berarti Volume log tanpa kulit. Faktor konversi adalah faktor untuk kayu bulat yang sering digunakan untuk mengkonversi dari satu satuan ukuran ke ukuran yang lain, misalnya dari berat ke volume. Selain itu, faktor konversi dalam satuan yang sama juga cukup umum,

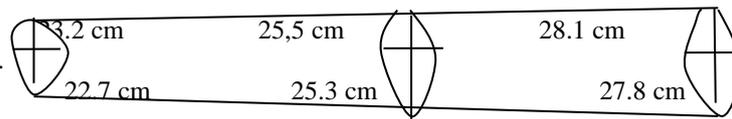
misalnya satu meter kubik kayu bulat diukur dengan standar nasional di satu negara mungkin berbeda jika diukur dengan standar nasional negara lain. Menurut FAO (2010), mengukur log untuk menentukan volume kayu bulat biasanya disebut sebagai log scaling. Secara umum, pengukuran log berusaha untuk memprediksi volume log seperti yang terjadi di berberbagai Negara misalnya di Amerika Serikat dan beberapa daerah dari Kanada.

Pertanyaan yang diajukan adalah: "apakah ada rasio volume yang ditentukan oleh standar nasional Anda ke m^3 volume nyata?" Volume nyata didefinisikan sebagai volume yang ditentukan menggunakan rumus logis kubik (yang mendekati volume bentuk log) dan pembulatan logis.

Ada sejumlah rumus volume log yang berbeda, misalnya Smalian, Huber, dan Newton, ada yang memiliki kelebihan dan kelemahan, tergantung pada dimensi log dan bentuk. Semua rumus tersebut akan memberikan hasil yang sama ketika konversi

pengukuran diterapkan secara seragam pada log dengan parameter khas (Gambar 1). Gambar 1 adalah contoh perhitungan volume dengan menggunakan pembulatan logis dari dua rumus yang berbeda (Smalian dan Huber).

Berdasarkan UNECE/FAO, (2009) dalam FAO,(2010), dalam hal harmonisasi faktor konversi



Rumus Smalian: $\left(\frac{23,2 + 22,7}{2}\right)^2 + \left(\frac{28,1 + 27,8}{2}\right)^2 \times 5,02 \times 0,00003927 = 2,58 \text{ m}^3$

Rumus Huber: $\left(\frac{25,5 + 25,3}{2}\right)^2 \times 5,02 \times 0,00007854 = 2,54 \text{ m}^3$

Sumber: UNECE / FAO, 2009.

Gambar 1. Perhitungan volume nyata log

Faktor-faktor yang mempengaruhi volume log adalah: a) Diameter Log dan panjang log; Makin besar diameter log dan makin panjang log akan menghasilkan volume log yang semakin besar. Telah diketahui bahwa diameter log memberikan pengaruh yang nyata terhadap volume finis (Sastrodiharjo, 1977; Rachman dan Karnasudiharjo, 1978). Menurut Nagaraju dkk. (1974) dalam Kliwon dkk. (1984), volume finis berkorelasi positif dengan diameter log. Kainama (1997) mengungkapkan bahwa semakin besar diameter log semakin besar volume finis yang didapat dengan persentasi limbah semakin kecil; b) Volume; Avery (1975) mengemukakan suatu metoda untuk menyusun suatu tabel volume pohon dengan analisa regresi. Dengan pendekatan ini sejumlah variabel bebas dapat dianalisa untuk menetapkan nilai relatif mereka dalam memprediksi variabel bebas dari volume pohon. Persamaan regresi meliputi beberapa variabel bebas dan ratusan contoh observasi dapat secara efisien penyelesaiannya dengan komputer elektronik. Avery (1975) mengemukakan bahwa oleh karena banyak variabel bebas bergabung ke dalam regresi untuk memprediksi volume pohon, pengukuran diameter pohon dan tinggi cenderung dilakukan untuk menghitung volume. Jadi volume pohon suatu jenis dapat diprediksi dari metoda kombinasi variabel, dijelaskan oleh Spurr (1952) dalam Avery (1976) sebagai berikut: $v = a + b(d^2h)$. Rumus ini identik dengan persamaan $Y = a + b(X)$. Kita adakan substitusi kombinasi variabel dari d^2h dengan X pada persamaan dasar untuk hubungan garis lurus. Hasil dari persamaan ini diuji dengan metoda least squares (uji beda) untuk menetapkannya sebagai model terbaik dalam prediksi. Avery (1975) mengemukakan bahwa diameter, tinggi dan volume diperlukan untuk kembangkan fungsi volume dengan pengukuran langsung variabel-variabel itu pada kondisi pohon rebah. Menurut Stewart et al. (2002), volume suatu selider dimana daerahnya berada antara grafik suatu

berdasarkan volume nasional untuk "kubikasi nyata" adalah praktek umum pembulatan ke bawah diameter dan panjang. Sebagai contoh: log dengan panjang sebenarnya 10,3 meter dicatat sebagai 10,0 m (dengan 30 cm adalah *trimming allowance*); dan diameter log 27,9 cm dicatat sebagai 27,0 cm.

fungsi yang kontinu $y = f(x)$ dan sb x dari $x = a$ ke $x = b$ maka:

$$\text{Volume} = \int_a^b \pi (\text{radius})^2 dx = \int_a^b \pi (f(x))^2 dx$$

Hal yang sama dikemukakan oleh Dirjen Pengusahaan Hutan (1990), bahwa isi kayu bulat rimba Indonesia ditetapkan berdasarkan rumus Brereton Metrik, yang menghitung isi nyata (sebenarnya) kayu bulat atas dasar silindris khayal.

Rumus: $I = 0,7854 \times D^2 \times L$

Dimana: I = isi kayu bulat rimba dalam m^3 ; D = diameter kayu bulat dalam m; L = panjang kayu bulat dalam m.

Berdasarkan rumus tersebut di atas maka disusunlah Tabel Isi Kayu bulat Rimba Indonesia. Agar isi kayu bulat rimba dapat dicari dalam tabel isi tersebut, dimana komponen yang harus diukur adalah diameter dan panjang kayu bulat yang bersangkutan. Rumus ini sering disebut Centi-Buleletin di beberapa negara Laut Selatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari apakah ada perbedaan volume yang disebabkan karena metoda penetapan volume yang berbeda yaitu dengan cara Brereton dan cara Integral sedangkan manfaat penelitian ini adalah memahami berbagai cara/metoda penetapan volume dan menyusun tabel volume bagi metoda yang belum ada Tabel volumenya.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 38 pcs log. Penelitian ini dilaksanakan di IUPHHK PD. Panca Karya Desa Leku Kecamatan Waesama Kabupaten Buru Selatan, berlangsung selama satu bulan (Maret 2013). Data yang dikumpulkan di lapangan meliputi: Panjang log, diameter log untuk kemudian menghitung volume.

Besar volume log dihitung dengan rumus Brereton dan integral.

a. Dengan rumus Brereton adalah sebagai berikut: $I = 0,7854 \times D^2 \times L$

Dimana: I = isi kayu bulat rimba dalam m^3 ; D = diameter kayu bulat dalam m; L = panjang kayu bulat dalam m

b. Dengan metoda integral sebagai berikut:

$$\text{Volume} = \int_a^b \pi (\text{radius})^2 dx = \int_a^b \pi (f(x))^2 dx$$

Dimana: V = volume ; a = batas bawah suatu selinder; b = batas atassuatu selinder

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan *chi square* (Siagian dan Sugiarto, 2006; Steel and Torrie, 1991) dengan rumus:

$$f_s = \frac{(\text{total baris})(\text{total kolom})}{\text{total nilai pengamatan}}$$

$$x^2 \text{ Hit} = \sum \frac{(f_o - f_s)^2}{f_s}$$

Jika $X^2 \text{ Hit} < X^2 0.05$ tabel, maka terima H_0 : Kedua metoda tidak berbeda dalam penetapan volume kayu, sedangkan Jika $X^2 \text{ Hit} > X^2 0.05$ tabel, tolak H_0 : Kedua metode berbeda dalam penetapan volume kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Diameter dan panjang log dan Analisa Data

Menurut Departemen Kehutanan Pusat Penyuluhan Kehutanan (1977), diameter pohon pada umumnya diukur pada posisi setinggi dada atau. 130 cm di atas tanah untuk pohon yang tidak berbanir, sedangkan untuk pohon yang berbanir, diameter diukur pada. posisi 20 cm di atas banir. Alat-alat untuk mengukur diameter antara lain: pita diameter atau pi band, pita keliling, Baltimore Stick, caliper, universal teledendro meter, Barr & Strouddendro meter dan relaskope, sedangkan alat pengukur tinggi pohon antara lain: Cristen Hypsometer, Haga altimeter dan Topographic Abney. Namun pada penelitian yang dilakukann terhadap 38 batang, pengukuran panjang dan diameter batang pada kondisi pohon yang sudah rebah (log).

Menurut (FAO, 2010), log adalah bagian pohon yang akan dikonversi untuk produk-produk seperti papan, veneer, dan kayu lapis. Banyak sistem pengukuran log telah dikembangkan namun bisa membingungkan. Menurut Dirjen Pengusahaan Hutan (1990), di Indonesia ukuran panjang log sebesar 4.18 m maka panjang yang dihitung ditetapkan 4.00 m, 4.21 m menjadi 4.10, 4.39 m menjadi 4.20 m. Menurut Dirjen Pengusahaan Hutan (1990) pengukuran panjang diberikan spilasi (*trim allowance*) sebesar 10 cm – 19 cm. Sedangkan pengukuran diameter adalah sebagai berikut: 1). Diameter diukur dalam satuan cm dengan

kelipatan 1 cm penuh. 2). Bagian yang diukur adalah kedua ujung bontos tanpa kulit dimana: $D \text{ log} = \frac{1}{2}((d1+d2)+(d3+d4))/2$. Sebagai contoh: 1). Diameter bontos ujung: $d1 = 36$ cm; $d2 = 39$ maka $D_u = (36+39)/2 = 37.5$ dibulatkan ke bawah menjadi 37 cm.; 2) Diameter bontos pangkal: $d3 = 43$; $d4 = 45$ maka $D_p = (43+45)/2=44$; 3). Jadi $D \text{ log} = (37+44)/2=40.5$ dibulatkan ke bawah menjadi 40 cm.

Hasil pengukuran (Lampiran 1) mengungkapkan bahwa ukuran panjang memiliki satu angka di belakang koma, sedangkan diameter memiliki angka bulat. Pengukuran ini mengikuti petunjuk cara pengukuran dan penetapan isi kayu Bulat Rimba Indonesia (Dirjen Pengusahaan Hutan, 1990). Dalam tulisan ini dikaji perbedaan penetapan volume dengan cara Brereton dan cara integral dengan data yang sama (Lampiran 1). Data pada Lampiran 1, memperlihatkan bahwa ada terjadi perbedaan volume berdasarkan cara Brereton dan cara integral. Data memperlihatkan bahwa volume yang didapat dengan cara integral lebih besar dari cara Brereton yaitu berkisar $-0.01 m^3$ sampai $3.94 m^3$, dengan rata-ratanya per batang sebesar $1.0962 m^3$ (di mana rata-rata ukuran : panjang = 13.37m; diameter pangkal 71.79 cm, dan diameter ujung 60.21 cm dengan rata-rata diameter sebesar 63.58 cm.

Setelah menghitung volume dari kedua metoda ini disajikan pada Lampiran 1. Hasil analisa statistik *chi square* dari data yang tersedia (Lamp. 1) memperlihatkan bahwa: $X^2 \text{ hit} = 0.1483 < x^2 0.05 (37) = 52.2$, berarti terima H_0 , Sehingga dapat disimpulkan bahwa metoda penetapan volume dengan cara Brereton tidak berbeda dengan penetapan volume dengan cara integral

Dalam kompleksivitas lingkungan multi produk saat ini, aturan /rumus penetapan volume log yang baik harus (1) memberikan perkiraan yang baik dari kandungan total serat kayu, (2) memberikan dasar yang baik untuk memperkirakan hasil produk alternatif, (3) memiliki sifat bahwa ketika log dipotong menjadi segmen yang lebih pendek, jumlah volume segmen sama dengan jumlah volume log yang asli, dan (4) melibatkan kesederhanaan, mudah melakukan pengukuran (Snellgrove & Fahey, 1982 dalam FAO, 2010).

Metoda Brereton Matrik adalah metoda yang diberlakukan di Indonesia, mala telah di sajikan dalam Tabel Isi Kayu Rimba Indonesia (Dirjen Pengusahaan Hutan, 1990). Namun cara Integral merupakan aplikasi matematika yang baru dilakukan dan sulit dipahami oleh mereka yang bukan bidang matematika, sehingga diperlukan penyusunan suatu Tabel untuk mempermudah pembacaan dan penggunaannya.

Beberapa rumus yang berasumsi bahwa log sesuai dengan bentuk geometris seperti silinder, kerucut, atau paraboloid dapat digunakan untuk memperkirakan volume dalam satuan *cubic feet* atau meter kubik. Dengan asumsi penampang lingkaran

dengan diameter D diukur dalam inci (cm), maka luasnya dinyatakan dalam meter persegi yaitu $0,005454 D^2$ ($0,00007854 D^2$).

Beberapa aturan kubikasi umum (Smalian, Bruce Butt Log, Huber, Sorenson dan Newton) menggunakan asumsi yang berbeda untuk luas penampang pengukuran. Beberapa rumus ini rata-rata diameter pangkal log, dan rata-rata diameter ujung log, dan sebagainya pada umumnya tidak memberikan hasil yang sama sehingga masing-masing memiliki bias dari volume nyata, tergantung pada seberapa banyak perbedaan bentuk geometris yang diasumsikan dari bentuk log yang sebenarnya. Rumus tersebut antara lain:

1. *Rumus Smalian* adalah Aturan yang berlaku di British Columbia. Karena rumus Smalian mengasumsikan bentuk log paraboloid, maka ia memiliki bias yang terlalu tinggi.
2. *Rumus Huber* mengasumsikan bahwa rata-rata luas penampang adalah pada titik tengah dari log, namun hal ini tidak selalu benar. Metoda ini lebih akurat tetapi memiliki keterbatasan penggunaannya karena tidak praktis untuk mengukur diameter dalam kulit di tengah panjang log.
3. *Rumus Sorenson* adalah berasal dari rumus Huber dengan asumsi lancip dari 1 inci per 10 feet panjang log. Asumsi ini memungkinkan pengukuran diameter log dalam kulit di ujung kecil. Akurasi tergantung pada validitas dari asumsi lancip.
4. *Rumus Newton* adalah paling akurat, namun dengan mewajibkan pengukuran diameter di kedua ujungnya dan bagian tengah panjang log, itu lebih memakan waktu dan tidak praktis. sebagaimana rumus Huber.
5. *Rumus Subneiloid*. Rumus subneiloid menjadi aturan Brererton board feet log.
6. *Rumus Dua ujung kerucut* mengasumsikan bahwa log bentuknya kerucut. Ini adalah dasar untuk aturan "Northwest skala kubik feet log. (Anonim, 1982b).

Kalau kita lihat rumus Smalian dan Huber {Smalian $V=f(ds^2 + dl^2) L/2$ dan Huber $= f dm^2 L$ } dibandungkan dengan rumus Brereton, maka: Rumus Brereton berasumsi bahwa rata-rata diameter: $\{D \log = \frac{1}{2}((d1+d2)+(d3+d4))/2$ dan $I = 0,7854 \times D^2 \times L\}$, dapat disimpulkan bahwa cara pengukuran diameter sama dengan cara Smilian, yaitu pengukuran pada diameter pangkal dan ujung, namun perhitungannya sama dengan cara Huber yaitu memperhitungkan diameter tengah log atau diameter rata-rata (D).

Cara Integral menggunakan data pengukuran yang sama (Lampiran 1). Namun cara ini dengan asumsi bentuk geometri log adalah selinder dan perhitungannya sama dengan cara Smilian, namun menggunakan variabel Radius dan bukan diameter.

Ada beberapa rumus volume yang umum sebagai berikut:

1. Smalian $V = f (ds^2 + dl^2) L / 2$
2. Bruce pantat log $= f (0,75 d^2 + 0,25 dl^2) L / 2$
3. Huber $= f dm^2 L$
4. Sorenson $= f (ds + 0,05 L)^2 L$
5. Newton $= f (ds^2 + 4 dm^2 + dl^2) L / 6$
6. Subneiloid $= f [(ds + dl) / 2]^2 L$
7. Dua-ujung kerucut $= f (ds + Ds dl + dl^2) L / 3$

dimana $f = 0,005454$ (Imperial) atau $0,00007854$ (metrik); $V =$ volume, cu ft atau meter kubik; $ds, dm, dl =$ kecil, midlength, dan besar diameter akhir, dalam inci atau sentimeter; $L =$ panjang, di ft atau meter.

Menurut (FAO, 2010), rumus Brereton, untuk pengukuran diameter, dilakuakn pada sumbu panjang dan pendek pada setiap bontos pangkal dan ujung, misalnya 69,1 cm dan 63,5 cm dan hasil akhir ukurannya menjadi 68 dan 62 cm. Sedang diameter rata-ratanya adalah 65 cm (yaitu, rata-rata dari 62 cm dan 68 cm adalah 65 cm). Hasil rata-rata diameter ini sering dinotasikan D, sehingga volumenya dalam meter kubik $= 0,7854 D^2 L / 10.000$. Ini adalah bentuk rumus metrik subneiloid dan diterapkan untuk kayu tropis yang berasal dari Asia. Rumus ini sering disebut Centi-Buleletin di beberapa negara Laut Selatan. Menurut Stewart *et al.* (2002), cara integral digunakan untuk menghitung volume benda, jika benda tersebut memiliki bentuk/geometri silinder.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Cara Brereton berasumsi bahwa geometri log adalah subneiloid, sedangkan cara Integral berasumsi bahwa geometri log adalah selinder.
2. Metoda pengukuran diameter pada cara Brereton sama dengan cara Smilian, namun cara perhitungannya sama dengan cara Huber
3. Metoda pengukuran diameter dan perhitungan pada cara integral sama dengan cara Smilian, namun dalam perhitungannya menggunakan variabel radius dan bukan diameter.
4. Metoda penetapan volume dengan cara integral lebih besar dari pada cara penetapan volume dengan cara Brereton, namun uji chi square menunjukkan bahwa chi square Hit < chi square tabel pada tingkat nyata 5 %, hal ini berarti volume yang dihasilkan oleh dua metode ini dinyatakan tidak berbeda.
5. Dapat dibuat tabel volume metode integral, untuk kebutuhan lainnya di masa yang akan datang.

DATAR PUSTAKA

- Avery, Th. E. 1975. Measuring Standing Tree. Natural Resources Measurement. Second Edition. New York. 69-89.

- Bears, L. & F. Karal. 1976. Double Integral as Volumes. Calculus. Second Edition, Holt Rinehard and Winston. New York, Chicago.
- Dirjen Pengusahaan Hutan. 1990. Petunjuk Cara Pengukuran dan Penetapan Isi Kayu Bulat Rimba Indonesia.
- FAO. 2010. Round Wood. Geneva Timber and Forest. Discusion Paper 49. Geneva.
- Kainama, E. 1997. Pengaruh Kualita dan Diameter dolog Terhadap Rendemen Volume finir pada PT. Artika Optima Inti. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon.
- Kliwon, S. Paribroto & M.I. Iskandar. 1984. Sifat Venir dan Kayu Lapis Beberapa Jenis Kayu Indonesia. Bogor, Indonesia. 170: 1-11.
- Thamrin, Gt. A. R ; N. M. Sari, & Y. I. Rahmawaty. 2002. Rendemen Finir pada Mesin Rotary Computerize Berdasarkan Jenis Kayu Di PT Hendratna Plywood Banjarmasin Kalimantan selatan.
- Rachman, O & S. Karnasoedirja. 1978. Telaah Kasus Tentang Limbah. Lembaga penelitian Hasil Hutan No. 121 Bogor.
- Rieuwpassa, H.M. 2004. Pengaruh jenis Kayu dan Diameter log terhadap Rendemen Volume finir pada pt. Artika Optima inti Waisarisa. Skripsi Fakultas pertanian Unpatti.
- Sastrodiharjo. 1977. Persyaratan Bahan Baku Logs dan Pengaruhnya Terhadap Rendemen Ekspor Kayu Jati Gergajian. Proceedings Diskusi Umum Management Industri Penggajian. Lembaga Penelitian Hasil Hutan Bogor, Indonesia Sawmill Assosiation, Persatuan Sarjana Kehutanan Indonesia, Bogor.
- Siagian, D. & Sugiarto. 2006. Metode Statistika Untuk Bisnis dan Ekonomi. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Stewart, J., Brooks, Th. & Cole. 2002. Calculus 5th ed. John Wiley and Sons.

Lampiran 1. Perhitungan Volume dengan Metoda Brereton dan Cara Integral

No	Nomor log	Diameter pangkal (cm)	Diameter ujung (cm)	Diameter rata-rata (cm)	Panjang log (m) (H)	Volume log (m ³)	R1	R2	Volume Integral	Vol Log + Vol Integral	fe Volume log	(R-fe)2/fe Brereton	fe Vol Integral	(R-fe)2/fe Cara Int	Beda (m ³)
1	3410	69	52	60	17,9	5,0611	0,345	0,260	7,4647	12,5258	5,5479	0,0427	6,9779	0,0340	2,40
2	3424	60	50	55	12,6	2,9936	0,300	0,250	3,3827	6,3763	2,8191	0,0108	3,5521	0,0081	0,39
3	3429	63	53	58	13,8	3,6461	0,315	0,265	4,1155	7,7615	3,4377	0,0126	4,3238	0,0100	0,47
4	3439	61	49	55	12,2	2,8985	0,305	0,245	3,4234	6,3219	2,7951	0,0038	3,5218	0,0028	0,52
5	3440	70	57	63	13,8	4,3018	0,350	0,285	5,1645	9,4663	4,1928	0,0028	5,2735	0,0023	0,86
6	3441	58	50	54	16,4	3,7560	0,290	0,250	4,1839	7,9398	3,5104	0,0172	4,4232	0,0129	0,43
7	3446	67	50	58	15,5	4,0952	0,335	0,250	5,8929	9,9882	4,4239	0,0244	5,5642	0,0194	1,80
8	3451	75	50	60	9,4	2,6578	0,375	0,250	4,2122	6,8700	3,0374	0,0474	3,8271	0,0387	1,55
9	3452	62	52	62	16,9	5,1022	0,310	0,260	5,0245	10,1267	4,4853	0,0849	5,6414	0,0675	-0,08
10	3453	80	68	74	8,6	3,6987	0,400	0,340	3,9512	7,6500	3,3822	0,0296	4,2617	0,0226	0,25
11	3457	73	70	71	15,8	6,2555	0,365	0,350	6,3967	12,6523	5,6039	0,0758	7,0484	0,0602	0,14
12	3459	69	50	59	17,5	4,7845	0,345	0,250	7,6323	12,4168	5,4898	0,0906	6,9172	0,0739	2,85
13	3465	83	74	56	10,7	2,6354	0,415	0,370	5,4016	8,0371	3,5597	0,2400	4,4773	0,1908	2,77
14	3466	74	57	78	11	5,2562	0,370	0,285	4,5573	9,8135	4,3466	0,1904	5,4669	0,1514	-0,70
15	3473	68	61	58	16,2	4,2802	0,340	0,305	5,6115	9,8917	4,3734	0,0020	5,5105	0,0019	1,33
16	3474	73	60	60	17,5	4,9480	0,365	0,300	7,3713	12,3193	5,4564	0,0474	6,8629	0,0377	2,42
17	3475	68	52	58	15,5	4,0952	0,340	0,260	5,9118	10,0070	4,4323	0,0256	5,5747	0,0204	1,82
18	3476	76	67	67	10,6	3,7372	0,380	0,335	4,4752	8,2124	3,6374	0,0027	4,5750	0,0022	0,74
19	3483	69	63	65	12,9	4,2806	0,345	0,315	4,5587	8,8394	3,9151	0,0341	4,9243	0,0271	0,28
20	3488	68	54	71	12,2	4,8302	0,340	0,270	4,2800	9,1103	4,0351	0,1567	5,0752	0,1246	-0,55
21	3496	80	69	65	9,6	3,1856	0,400	0,345	4,4517	7,6372	3,3827	0,0115	4,2546	0,0091	1,27
22	3524	70	53	65	18,6	6,1721	0,350	0,265	8,0332	14,2052	6,2917	0,0023	7,9135	0,0018	1,86
23	3531	74	57	59	15,3	4,1830	0,370	0,285	6,8363	11,0192	4,8806	0,0997	6,1386	0,0793	2,65
24	3532	85	75	53	9,7	2,1400	0,425	0,375	5,1004	7,2404	3,2069	0,3550	4,0335	0,2822	2,96
25	3535	83	72	69	11	4,1132	0,415	0,360	5,5434	9,6566	4,2771	0,0063	5,3795	0,0050	1,43
26	3541	59	52	61	10,5	3,0686	0,295	0,260	2,6702	5,7388	2,5418	0,1092	3,1970	0,0868	-0,40
27	3546	79	67	74	12,6	5,4191	0,395	0,335	5,8335	11,2526	4,9840	0,0380	6,2686	0,0302	0,41
28	3547	56	67	76	13,7	6,2150	0,280	0,335	4,6293	10,8443	4,8031	0,4150	6,0412	0,3299	-1,59
29	3548	74	68	73	12,5	5,2317	0,370	0,340	5,0848	10,3166	4,5694	0,0960	5,7472	0,0763	-0,15
30	3550	77	53	62	11,6	3,5021	0,385	0,265	5,7442	9,2464	4,0954	0,0859	5,1510	0,0683	2,24
31	3551	83	69	65	16,2	5,3757	0,415	0,345	8,6290	14,0047	6,2029	0,1103	7,8018	0,0877	3,25
32	3552	73	62	62	13,6	4,1059	0,365	0,310	5,4176	9,5235	4,2181	0,0030	5,3054	0,0024	1,31
33	3554	82	68	67	10,6	3,7372	0,410	0,340	5,2160	8,9532	3,9655	0,0131	4,9877	0,0105	1,48
34	3555	70	56	60	10,5	2,9688	0,350	0,280	3,7965	6,7653	2,9965	0,0003	3,7688	0,0002	0,83
35	3561	84	69	61	15,5	4,5298	0,420	0,345	8,4668	12,9966	5,7564	0,2614	7,2402	0,2078	3,94
36	3562	69	62	55	13,6	3,2311	0,345	0,310	4,8043	8,0355	3,5590	0,0302	4,4764	0,0240	1,57
37	3567	71	63	76	14,1	6,3964	0,355	0,315	5,2839	11,6803	5,1734	0,2891	6,5069	0,2299	-1,11

Lanjutan Lampiran 1.

No	Nomor log	Diameter pangkal (cm)	Diameter ujung (cm)	Diameter rata-rata (cm)	Panjang log (m) (H)	Volume log (m ³)	R1	R2	Volume Integral	Vol Log + Vol Integral	fe Volume log	(R-fe)/2/fe Brereton	fe Vol Integral	(R-fe)/2/fe Cara Int	Beda (m ³)
38	3568	73	67	71	11,9	4,7114	0,365	0,335	4,7023	9,4138	4,1695	0,0704	5,2443	0,0560	-0,01
	Σ	2728	2288	2416	508,1	161,601	13,640	11,440	203,255	364,856	161,555	3,138	203,255	2,496	41,654
	Rt2	71,79	60,21	63,58	13,371	4,2451	0,3589	0,3011	5,3488	9,6015	4,2515	0,0826	5,3488	0,0657	1,0962

$$x2 \ 0.05(38) = 53.53138$$

$$X2 \text{ Hit} = 5.634$$

$$X2 \ 0.01(38) = 61.131$$

$$(R-R2):(R1-R2)=(H-y):H$$

$$H(R-R2)=(R1-R2)(H-y)$$

$$HR-HR2=R1H-Ry-R2H+R2y$$

$$HR=R1H-(R1-R2)y$$

$$R = R1 - ((R1-R2)/H)y$$

$$\Delta V = \int R^2 \Delta y$$

$$\begin{aligned}
 V &= \int_0^H \Delta V = \int_0^H \int R^2 dy = \int_0^H \left[R1 - \left(\frac{R1-R2}{H} \right) y \right]^2 dy \\
 &= \int_0^H \left[R1^2 + \left(\frac{R1-R2}{H} \right)^2 y^2 - 2 \left(\frac{R1-R2}{H} \right) y \cdot R1 \right] dy \\
 &= \int_0^H \left\{ (R1^2 y)_0^H + \frac{1}{3} \left(\frac{R1-R2}{H} \right)^2 y^3 \Big|_0^H - \left(\frac{R1-R2}{H} \right) y^2 R1 \Big|_0^H \right\} \\
 &= 3.14(R1)^2(H) - \frac{1}{3} \left(\frac{R1-R2}{H} \right)^2 H^3 + R1 \left(\frac{R1-R2}{H} \right) (H)^2
 \end{aligned}$$

