



Pendugaan Diameter Pohon *Eucalyptus pellita* Berbasis Citra Drone di Kawasan PT. Arara Abadi Distrik Minas
*(Estimating the Diameter of *Eucalyptus pellita* Trees Based on Drone Imagery in The Region of PT. Arara Abadi Minas District)*

Muhammad Vio Mohta¹, Azwin², Muhammad Ikhwan³

^{1,2,3}Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan dan Sains Universitas Lancang Kuning

^{1,2,3}Jl. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Riau, Telp. 0811 753 2015

E-mail: mviomohta16@gmail.com, azwin@unilak.ac.id, mmighwan@unilak.ac.id

Diterima: 6 Desember 2023, Direvisi: 18 Desember 2023, Disetujui: 07 Januari 2024

DOI: 10.31849/forestra.v19i1.17592

Abstract

*The use of remote sensing to estimate the potential of forest stands continues to develop and one of them is using unmanned aerial vehicle (PUTA) technology. But such an important parameter as the diameter of the trunk at chest level cannot be measured from the orthophoto. This research aims to determine a correlation model of aerial crown diameter with trunk diameter at breast height in PUTA-based trees. This research began in October to November 1 2022 in the PT area. Arara Abadi, Minas District, Riau region. Aerial measurements of crown diameter were carried out on orthophotos of 36-month-old eucalyptus (*Eucalyptus pellita*) forest stands, while stem diameter at breast height was carried out terrestrially. The correlation model equations used are Linear, Power, Exponential, Polynomial, and Logarithmic. The research results show that the best model is a non-linear (polynomial) model with a positive linear correlation between stem diameter and aerial crown diameter with the equation $y = 0.2537x - 0.0058x^2 - 0.4812$ with a coefficient of determination (R^2) 0.9047 and a coefficient of correlation (r) of 0.9511. This explains that the variable diameter at chest height influences the diameter of the aerial canopy by 90.47%*

Keywords: UAV, diameter, correlation

Abstrak

Pemanfaatan penginderaan jauh untuk mengestimasi potensi tegakan hutan terus berkembang dan salah satunya adalah menggunakan teknologi pesawat udara tanpa awak (PUTA). Tapi parameter penting seperti diameter batang setinggi dada tidak dapat diukur dari orthophoto. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model korelasi diameter tajuk aerial dengan diameter batang setinggi dada pada pohon berbasis PUTA. Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober sampai dengan November 1 2022 di kawasan PT. Arara Abadi Distrik Minas regional Riau. Pengukuran diameter tajuk secara aerial dilakukan diatas orthophoto hutan tegakan seumur dari jenis ekaliptus (*Eucalyptus pellita*) yang berumur 36 bulan, sedangkan diameter batang setinggi dada dilakukan secara terestrial. Persamaan model korelasi yang digunakan yaitu *Linear, Power, Exponential, Polynomial, dan Logarithmic*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa model terbaik adalah model *non linear*



(*polinomial*) dengan korelasi linier positif antara diameter batang dengan diameter tajuk aerial dengan persamaan $y = 0,2537x - 0,0058x^2 - 0,4812$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9047 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9511. Ini menerangkan bahwa variabel diameter setinggi dada berpengaruh terhadap diameter tajuk aerial sebesar 90,47%.

Kata kunci: PUTA, Diameter Tajuk, Korelasi

I. PENDAHULUAN

Inventarisasi hutan adalah salah satu kegiatan yang penting dalam keberlanjutan pengelolaan hutan. Tujuan inventarisasi hutan adalah untuk memperkirakan ukuran karakteristik hutan atas area yang ditentukan. Karakteristik tersebut termasuk volume stok tumbuh, luas jenis hutan tertentu dan saat ini juga langkah-langkah yang berkaitan dengan keanekaragaman hayati hutan. Pengelolaan secara berkelanjutan perlu dilakukan karena hutan memiliki banyak peranan penting kepada manusia dan semua makhluk hidup lainnya yang ada di dalam hutan (Yilmaz *et al.*, 2017).

Salah satu tahapan awal dasar dalam pengelolaan hutan adalah mengumpulkan semua data yang berkaitan dengan data atribut hutan untuk pengelolaan hutan melalui inventarisasi potensi hutan. Dalam inventarisasi hutan, tinggi (H) dan diameter setinggi dada (DBH) pohon merupakan variabel yang penting untuk diketahui. Tinggi dan DBH yang akurat merupakan variabel penting untuk model pertumbuhan dan hasil (Liu *et al.*, 2017). Dari beberapa parameter tersebut dapat diketahui besar potensi kayu dari suatu hutan karena

inventarisasi hutan merupakan salah satu sistem penting untuk mencapai pengelolaan hutan yang berkelanjutan (Grznárová *et al.*, 2019). Hasil dari inventarisasi hutan akan memberikan data seperti volume tegakan, jasa lingkungan hutan, simpanan karbon dan sebagainya.

Dalam melakukan inventarisasi hutan metode manual memiliki tingkat akurasi yang tinggi tetapi membutuhkan biaya, waktu, dan jumlah tenaga kerja yang cukup banyak supaya proses kegiatan di lapangan bisa berjalan dengan lancar. Pengukuran diameter pohon secara konvensional masih sering dilakukan dengan menggunakan *phi band* dan juga kaliper untuk mendapatkan potensi pohon) dan dalam teknik estimasi atau penggunaan pengukuran tinggi pohon masih menggunakan hagameter maupun laser *rangefinder* (Němec, 2015). Penggunaan penginderaan jarak jauh tentunya lebih memudahkan untuk mendapatkan data parameter-parameter seperti tinggi dan diameter batang untuk menghitung estimasi volume tegakan. Kendalanya beberapa parameter penting tidak terlihat pada foto udara seperti diameter batang setinggi dada sehingga tidak bisa diukur



secara langsung. Oleh karena untuk mendapatkan data tersebut maka perlu dicari korelasi dengan parameter yang dapat diukur langsung lewat citra seperti diameter tajuk pohon.

Dengan menggunakan berbagai pendekatan yang dikembangkan baik dalam pengumpulan data peta maupun pengolahan data, faktor-faktor pembatas tersebut dapat diatasi. Dari beberapa teknik tersebut, secara garis besar, strategi pemetaan dengan citra satelit merupakan metode yang pas dan menarik dengan mempertimbangkan beberapa faktor, misalnya efektivitas waktu dan sumber daya manusia yang dibutuhkan. Akan tetapi metode pemetaan dengan menggunakan citra satelit ini memiliki kekurangan yaitu kendala dengan ketergantungan pada penyedia data atau vendor data, selain itu harga data citra yang relatif mahal, lokasi data yang tidak fleksibel dalam akuisisi data (Shofiyanti, 2011). Pada hambatan berikutnya terhadap kenampakan permukaan bumi. Hambatan tersebut berupa awan yang menutupi sebagian permukaan bumi sebagai objek pengukuran sehingga akan mengurangi keakuratan data pengukuran yang diperoleh.

Metode fotogrametri UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan salah satu metode efektif dan efisien yang diketahui mempunyai keunggulan mampu memberikan hasil yang lebih baik dan cukup akurat dari pada metode pemetaan

biasa. Penggunaan UAV untuk penginderaan jauh memiliki banyak manfaat seperti mengurangi biaya, waktu, memiliki resolusi tinggi, dan mudah digunakan dalam waktu dan tempat yang dinamis (Zhang et al., 2019)

Saat ini penggunaan UAV sudah dapat digunakan oleh siapa saja dan untuk banyak hal. Penggunaan teknologi foto udara sebenarnya bukan merupakan teknologi yang baru berkembang saat ini, namun teknologi ini sudah mulai digunakan dalam bidang militer (Banu *et al.*, 2016). Keunggulan pada metode UAV ini yaitu saat pengoperasian pengukuran waktu lebih fleksible, kualitas resolusi gambar lebih tajam, biaya operasional lebih rendah, dan dapat terbang dibawah awan sehingga saat pengambilan foto udara kualitas gambar tidak terhambat oleh awan dalam pengukuran suatu objek atau wilayah. Adapun metode pengukuran ini perlu diuji coba keakuratannya agar menjadi alternatif yang lebih baik sehingga metode fotogrametri UAV bisa menjadi pembanding inventarisasi konvensional yang selama ini biasa digunakan pada pengukuran potensi hutan. Pendugaan diameter setinggi dada/*diameter at breast height* (DBH) menggunakan pendekatan UAV sebelumnya telah banyak dilakukan antara lain oleh Iizuka *et al.*, (2018) yang melakukan pendugaan diameter pohon pada tegakan *Chamaecyparis obtusa* di Jepang dengan melihat korelasi antara tajuk



pohon dan DBH. Auliya *et al.*, (2020) menemukan bahwa ada hubungan yang kuat antara tajuk pohon dan DBH. Semua studi ini menunjukkan penggunaan teknologi UAV memiliki potensi sebagai sarana untuk mendapatkan informasi terkait tegakan di hutan dalam skala luas secara cepat

Literatur hubungan diameter dan tajuk untuk hutan alam pun menjadi dasar karena menurut Auliya *et al.*, (2020) mengatakan penelitian yang diarahkan pada hutan normal memiliki model hubungan linier positif antara diameter batang dan diameter tajuk dengan keadaan $y = 7,0627x - 6,4252$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,6984 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,83. Ini masuk akal bahwa variabel diameter setinggi dada dapat mempengaruhi diameter tajuk aerial sebesar 83%. Tapi beberapa perusahaan masih melakukan pengukuran dengan manual dikarenakan masih rendahnya korelasi diameter pohon dengan luas tajuk pohon, sehingga hal ini menjadi dasar untuk melakukan penelitian terhadap Hutan Tanaman Industri (*homogen*) untuk diuji hubungan korelasi diameter dan tajuknya.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model pendugaan diameter DBH (*Diameter bright High*) pada pohon *Eucalyptus pellita* dengan diameter tajuk aeraial dengan menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan PT. Arara Abadi Distrik Minas regional Riau. Batas astronomis PT. Arara Abadi Distrik Minas adalah $0^{\circ}46'17,7996''$ LU - $0^{\circ}46'0,21''$ LU dan $101^{\circ}36'52,3908''$ BT - $101^{\circ}37'10.8192''$ BT. Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan yaitu pada Oktober – November 2022

2.2. Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu peralatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri atas laptop, *unmanned aerial vehicle* (UAV) drone Dji phantom 4 pro, *global positioning system* (GPS), kamera, alat ukur jarak, kompas, *phi band* dan Sunto kompas. Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis data adalah *software agisoft photoscan*, *software global mapper*, *software ArcGIS 10.8*, *software Drone Deploy*, *Microsoft Office Excel*, dan *software mission planner*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah orthopoto di petak RSKA012901 Distrik Minas pada kelas umur 36 bulan. Alasan pemilihan umur 36 bulan pada pengukuran adalah tajuk pada umur 36 bulan belum tumpang tindih dengan tegakan lainnya sehingga memudahkan dalam pengukuran diameter tajuk pohon.



2.3. Metode Pengambilan Data

a. Perencanaan Jalur Terbang

Sebelum melakukan penerbangan, terlebih dahulu menyusun rencana penerbangan (*flight plan*) untuk UAV *phantom 4*. *Flight plan* dibuat menggunakan perangkat lunak *Drone Deploy* dengan luasan mencakup seluruh petak contoh yang sudah ditentukan. Setelah itu, sistem navigasi berbasis GPS secara efektif akan memandu UAV melakukan penerbangan melewati titik-titik koordinat *flight plan* yang telah diprogram dan dibantu dengan sistem *autopilot*. Tinggi terbang drone adalah 120 m dengan sudut kamera 90⁰, dengan *front lap* sebesar 80% dan *side lap* sebesar 70%.

b. Pengukuran Objek di lapangan

Pengukuran secara langsung terhadap diameter setinggi dada (DBH) dilakukan dengan sensus pada petak RSKA012901 dengan luasan 10,3 ha. Dengan jarak tanam 2,5 m x 3 m maka ada 13.730 pohon ekaliptus berumur 36 bulan. Parameter diameter setinggi dada diukur menggunakan *phi band*.

c. Diameter Tajuk Pohon

Diameter tajuk digunakan sebagai variabel dalam penelitian ini untuk menduga diameter pohon. Penelitian sebelumnya (Iizuka *et al.*, 2018) menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik antara luas tajuk, diameter pohon, dan diameter pohon setinggi dada. Hal yang

sama juga dijelaskan oleh Hardjana, (2013). Metode pengukuran diameter tajuk pohon dilakukan secara manual dengan menggunakan aplikasi *ArcGIS* dengan melakukan delineasi pada setiap masing-masing tajuk pohon.

d. Penyusunan Model Pendugaan Diameter Pohon

Untuk memperkiraan DBH menurut Wahyuni *et al.*, (2016) dengan beberapa persamaan model matematika yang dibangun untuk menentukan perkiraan DBH. Pada penelitian ini model pendugaan DBH disusun berdasarkan data 12.054 pohon di lapangan yang diukur secara sensus diameternya satu per satu, selanjutnya pengolahan data menggunakan regresi *linear* dan *non-linear* sebagai berikut:

1. *Linear* : $Y = a_0 + a_1X$
2. *Logarithmic* : $Y = a_0 + \ln(X)$, $Y = a_0 + \log(X)$
3. *Power* : $Y = a_0X^{a_1}$
4. *Polynomial* : $Y = a_0X^2 + a_1X_1 + a_2$
5. *Exponential* : $Y = e^{a_0 + a_1}$

Keterangan :

Y = Diameter batang setinggi dada DBH (cm),

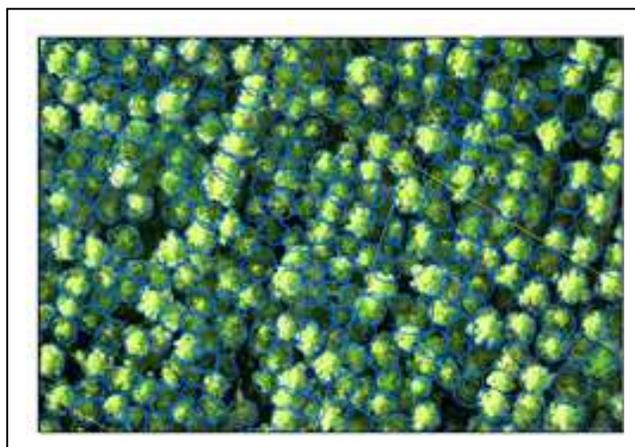
X = Variabel pengukuran dari UAV (diameter tajuk (m), atau luas tajuk (m²)), a₀, a₁= konstanta.

Dengan menggunakan perangkat lunak MS. excel, dilakukan uji korelasi antara diameter tajuk dan DBH. Variabel yang memiliki nilai koefisien korelasi yang kuat digunakan sebagai variabel mengestimasi DBH pohon

3.1. Pengukuran Segmentasi Tajuk

Tajuk pohon didelineasi menggunakan metode digitasi yaitu sebagai proses konversi dari *raster* ke *vector*. Informasi yang dibangun dari teknik ini adalah diameter tajuk yang dinyatakan dalam meter (m)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Hasil Delineasi Tajuk Pohon

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa batas tajuk dinyatakan dengan garis berwarna biru. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa rata-rata diameter tajuk untuk 12.054 pohon yaitu 1,64 m.

3.2. Pengukuran diameter pohon

Hasil inventarisasi yang dilakukan di Petak RSKA012901 dengan sensus sebanyak 12.054 pohon. Sebaran diameter pohon setinggi dada (DBH) untuk seluruh populasi yang berhasil diukur berkisar

antara 9,0 hingga 14,5 cm, dengan rata-rata diameter adalah 11,2 cm. Dahulu, penelitian tajuk khususnya dilakukan dalam kaitannya dengan prediksi lebar tajuk, dengan lebih fokus pada pencarian model lebar tajuk berdasarkan diameter setinggi dada, yaitu. pohon berdiameter besar memiliki tajuk yang lebar (Meng *et al.*, 2007). Dan menurut Sharma *et al.*, (2016) dalam pengelolaan hasil hutan diameter tajuk dapat dimanfaatkan untuk mengukur kerapatan tegakan hutan.



3.3. Model Pendugaan Antara Diameter Setinggi Dada (DBH) dengan Diameter Tajuk Pohon.

Untuk model persamaan pendugaan DBH berdasarkan rata-rata diameter pohon dengan diameter tajuk (tabel 1) menunjukkan hasil analisis model pendugaan DBH yang diperoleh memiliki koefisien determinasi (R^2) berbeda. Jika dilihat pada masing-masing model *linear* dan *non linear*. Koefisien determinasi

tertinggi dimiliki oleh model *polinomial* yaitu sebesar 0,9047, model *linear* sebagai peringkat kedua memiliki koefisien determinasi 0,8851, model *power* sebagai peringkat ketiga memiliki koefisien determinasi 0,8897, model *eksponensial* sebagai peringkat keempat memiliki koefisien determinasi 0,8411 dan yang menjadi koefisien terendah adalah model *logarithmic* karena memiliki koefisien determinasi 0,9029.

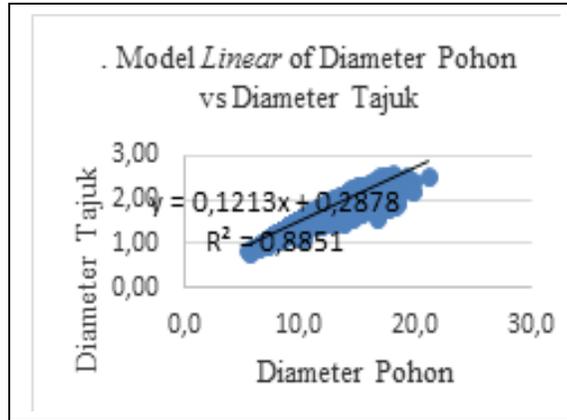
Tabel 1. Model Pendugaan Diameter Pohon dan Diameter Tajuk

Model Regresi	Kode Model	Persamaan Model	R^2
<i>Linear</i>	M1	$Y = 0,1213x + 0,2878$	0,8851
<i>Power</i>	M2	$Y = 0,2077x^{0,8575}$	0,8897
<i>Eksponensial</i>	M3	$Y = 0,7031e^{0,0749x}$	0,8411
<i>Polynomial</i>	M4	$Y = -0,0058x^2 + 0,2573x - 0,4812$	0,9047
<i>Logarithmic</i>	M5	$Y = 1,3694\ln(x) - 1,6404$	0,9029

3.3.1. Persamaan Model *Linear*.

Persamaan model pendugaan *linear* antara diameter pohon setinggi dada (DBH) dengan diameter tajuk hasil pengukuran pada orthopoto memberikan hasil korelasi kuat antara diameter tajuk dengan diameter batang setinggi dada pada tanaman ekaliptus. Dari hasil pengolahan data regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,8851 yang berarti 88,51 % penambahan diameter tajuk pohon maka dapat mempengaruhi penambahan diameter batang. Hubungan dari korelasi ini memiliki pola *linear* positif dengan

persamaan model $y = 0,1213x + 0,2878$, dimana x adalah diameter pohon setinggi dada/DBH dan y adalah diameter tajuk pohon pada orthopoto. Besarnya korelasi antara keduanya adalah 0,8851 yang menunjukkan hubungan yang kuat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hématang *et al.*, (2021) bahwa terdapat hubungan yang kuat antara panjang diameter tajuk dengan DBH ($r = 0,812$). Hasil penelitian Dey *et al.*, (2021) juga memperlihatkan hubungan yang kuat antara diameter tajuk dengan DBH dengan nilai $r=0,74$.

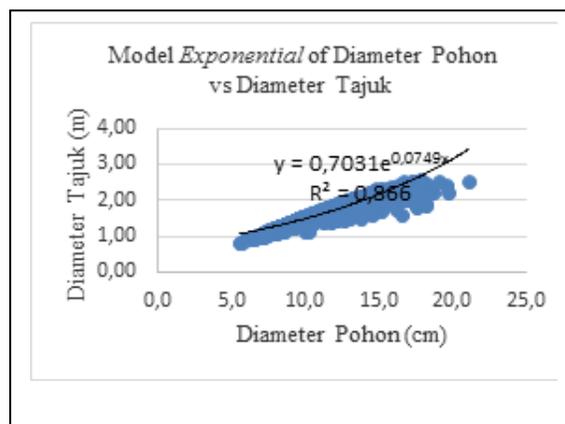


Gambar 2. Model Linear Diameter Tajuk dengan Diameter (DBH) Pengukuran Lapangan

3.3.2. Persamaan Model Power

Pada uji persamaan model pendugaan *power* antara diameter pohon dengan diameter tajuk hasil pengukuran lapangan memberikan hasil korelasi kuat antara diameter tajuk dengan diameter batang setinggi dada pada tanaman ekaliptus. Dari hasil pengolahan data regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,8897 yang berarti 88,97

% penambahan diameter tajuk pohon maka dapat mempengaruhi penambahan diameter batang. Hubungan dari korelasi ini memiliki pola *power* positif dengan persamaan model $y = 0,2077x^{0,8575}$. (dimana x adalah diameter pohon setinggi dada/DBH dan y adalah diameter tajuk pohon pada orthopoto). Besarnya korelasi antara keduanya adalah 0,8897 yang menunjukkan hubungan yang kuat.

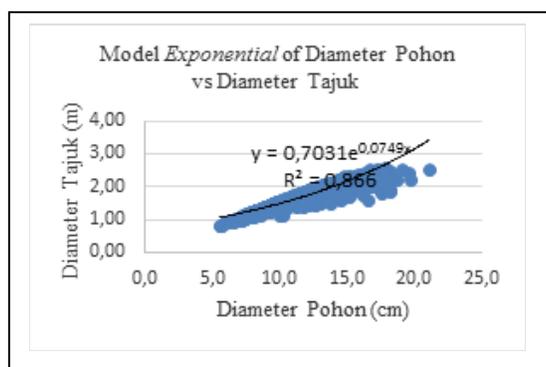


Gambar 3. Model penduga Power Diameter Tajuk dengan Diameter (DBH) Pengukuran Lapangan

3.3.3. Persamaan Model Exponential

Pada uji persamaan model pendugaan *exponential* antara diameter pohon dengan diameter tajuk hasil pengukuran lapangan memberikan hasil korelasi kuat antara diameter tajuk dengan diameter batang setinggi dada pada tanaman ekaliptus. Dari hasil pengolahan data regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,8411 yang berarti 84,11 % penambahan diameter tajuk pohon maka

dapat mempengaruhi penambahan diameter batang. Hubungan dari korelasi ini memiliki pola *exponential* positif dengan persamaan model $y = 0,7031e^{0,0749x}$. (dimana x adalah diameter pohon setinggi dada/DBH dan y adalah diameter tajuk pohon pada orthopoto). Besarnya korelasi antara keduanya adalah 0,8784 yang menunjukkan hubungan yang kuat.

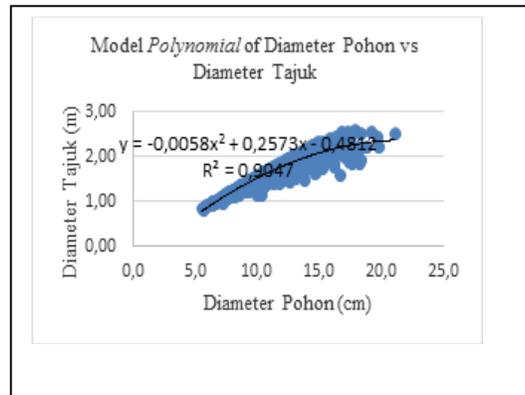


Gambar 4. Model *Exponential* Diameter Tajuk dengan Diameter (DBH) Pengukuran Lapangan

3.3.4. Persamaan Model Polynomial

Pada uji persamaan model pendugaan *polynomial* antara diameter pohon dengan diameter tajuk hasil pengukuran lapangan memberikan hasil korelasi kuat antara diameter tajuk dengan diameter batang setinggi dada pada tanaman ekaliptus. Dari hasil pengolahan data regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,9047 yang berarti 90,47 % penambahan diameter tajuk pohon maka

dapat mempengaruhi penambahan diameter batang. Hubungan dari korelasi ini memiliki pola *polynomial* positif dengan persamaan model $y = -0,058x^2 + 0,2573x - 0,4812$, dimana x adalah diameter pohon setinggi dada/DBH dan y adalah diameter tajuk pohon pada orthopoto. Besarnya korelasi antara keduanya adalah 0,9047 yang menunjukkan hubungan yang kuat.

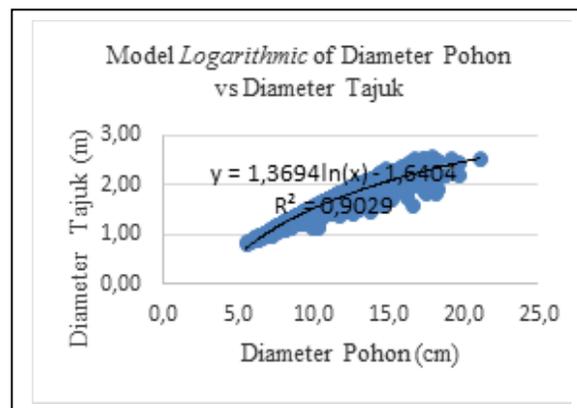


Gambar 5. Model *Polynomial* Diameter Tajuk dengan Diameter (DBH) Pengukuran Lapangan

3.3.5. Persamaan Model *Logarithmic*

Pada persamaan model pendugaan *logarithmic* antara diameter pohon dengan diameter tajuk hasil pengukuran lapangan memberikan hasil korelasi kuat antara diameter tajuk dengan diameter batang setinggi dada pada tanaman ekaliptus. Dari hasil pengolahan data regresi menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,9029 yang berarti 90,29 % penambahan diameter

tajuk pohon maka dapat mempengaruhi penambahan diameter batang. Hubungan dari korelasi ini memiliki pola *logarithmic* positif dengan persamaan model $y = 1,3694 \ln(x) - 1,6404$, dimana x adalah diameter pohon setinggi dada/DBH dan y adalah diameter tajuk pohon pada orthopoto. Besarnya korelasi antara keduanya adalah 0,9029 yang menunjukkan hubungan yang kuat.



Gambar 6. Model *Logarithmic* Diameter Tajuk dengan Diameter (DBH) Pengukuran Lapangan



Model pendugaan DBH dengan pendekatan diameter tajuk yang terbaik adalah model *Polynomial* dinyatakan dengan $Y = -0,0058x^2 + 0,2573x - 0,4812$. Pada dua model pendugaan DBH model *Polynomial* yang terpilih menjadi model pendugaan yang terbaik, ditambah memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) terbaik pula dengan R^2 sebesar 0,88 untuk pendugaan DBH dengan diameter tajuk pohon 0,9047. Dari hal ini memberikan informasi bahwa model *polynomial* tersebut dapat memberikan estimasi model *polynomial* dapat memprediksi diameter batang pohon sebesar 88% berdasarkan variabel diameter tajuk tanaman, lalu sisanya sebesar 12% dipengaruhi oleh variabel lain baik biotik maupun abiotik

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. DBH dapat diestimasi dengan menggunakan data variabel diameter tajuk, dari hasil interpretasi foto udara yang ditunjukkan oleh korelasi yang tinggi antara DBH dengan diameter tajuk yaitu nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9511 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9047.
2. Pada pendugaan diameter batang setinggi dada dengan diameter tajuk menunjukkan model polinomial sebagai

model terbaik dengan persamaan $Y = -0,0058x^2 + 0,2573x - 0,4812$.

UCAPAN TERIMA KASIH (ACKNOWLEDGEMENT)

Ucapan terima kasih kepada PT Arara Abadi, distrik Minas yang telah memberikan ijin untuk dapat melakukan penelitian di lokasi konsesi khususnya di Distrik Minas di petak RSKA012901 pada tegakan *Eucalyptus pellita* CLONE EP0077AA.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, H., Asy'ari, M., & Jauhari, A. (2020). Korelasi Diameter Tajuk Aerial Dan Diameter Batang Setinggi Dada (130 Cm) Berbasis Citra Drone Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (Khdtk) Mandiangin Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*, 3(3), 516. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i3.2185>
- Dey, T., AHMED, S., & ISLAM, M. A. (2021). Relationships of tree height-diameter at breast height (DBH) and crown diameter-DBH of *Acacia auriculiformis* plantation. *Asian Journal of Forestry*, 5(2), 71–75. <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r050203>
- Grznárová, A., Mokroš, M., Surový, P., Slavík, M., Pondelík, M., & Mergani, J. (2019). The crown diameter estimation from fixed wing type of uav imagery. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information*



- Sciences - ISPRS Archives*, 42(2/W13), 337–341.
<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-337-2019>
- Hardjana, A. K. (2013). *Model Hubungan Tinggi dan Diameter Tajuk*. 7(1), 7–18.
- Hematang, F., Murdjoko, A., & Hendri, H. (2021). MODEL PENDUGAAN DIAMETER POHON BERBASIS CITRA UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) PADA HUTAN HUJAN TROPIS PAPUA: STUDI DI PULAU MANSINAM PAPUA BARAT (Model of Tree Diameter Estimation Based on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Image in Papua Tropical Rain Forest: a. *Jurnal Penelitian Kehutanan Falook*, 5(1), 16–30.
<https://doi.org/10.20886/jpkf.2021.5.1.16-30>
- Iizuka, K., Yonehara, T., Itoh, M., & Kosugi, Y. (2018). Estimating Tree Height and Diameter at Breast Height (DBH) from Digital surface models and orthophotos obtained with an unmanned aerial system for a Japanese Cypress (*Chamaecyparis obtusa*) Forest. *Remote Sensing*, 10(1).
<https://doi.org/10.3390/rs10010013>
- Liu, M., Feng, Z., Zhang, Z., Ma, C., Wang, M., Lian, B. ling, Sun, R., & Zhang, L. (2017). Development and evaluation of height diameter at breast models for native Chinese Metasequoia. *PLoS ONE*, 12(8), 1–16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182170>
- Meng, S. X., Lieffers, V. J., & Huang, S. (2007). Modeling crown volume of lodgepole pine based upon the uniform stress theory. *Forest Ecology and Management*, 251(3), 174–181.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.008>
- Němec, P. (2015). Comparison of modern forest inventory method with the common method for management of tropical rainforest in the Peruvian Amazon. *Journal of Tropical Forest Science*, 27(1), 80–91.
- Sharma, R. P., Vacek, Z., & Vacek, S. (2016). Individual tree crown width models for Norway spruce and European beech in Czech Republic. *Forest Ecology and Management*, 366, 208–220.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.01.040>
- Shofiyanti. (2011). Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan Dan Pemantauan. *Informatika Pertanian*, 20(2), 58–64.
<https://www.litbang.pertanian.go.id/warta-ip/pdf-file/vol-20-No2-2012/RizatusVol20No2Th2011.pdf>
- Tiberiu Paul Banu, Gheorghe Florian Borlea, & Constantin Banu. (2016). The Use of Drones in Forestry. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 5(11), 557–562.
<https://doi.org/10.17265/2162-5263/2016.11.007>
- Wahyuni, S., Jaya, I. N. S., & Puspaningsih, N. (2016). Model for estimating above ground biomass of reclamation forest using unmanned aerial vehicles. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer*



Science, 4(3), 586–593.
<https://doi.org/10.11591/ijeeecs.v4.i3.pp586-593>

Yilmaz, S. (2017). Determination of Tree Crown Diameters with Segmentation of a UAS-Based Canopy Height Determination of Tree Crown Diameters with Segmentation of a UAS-Based Canopy Height Model. *IPSI BgD Transactions on Internet Research*, 13(July), 63–67.

Zhang, Y., Wu, H., & Yang, W. (2019). Forests growth monitoring based on tree canopy 3D reconstruction using UAV aerial photogrammetry. *Forests*, 10(12), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/F10121052>