

OTOMATISASI PEMBUATAN ALBUM PETA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SKALA LUAS: PENERAPAN DATA *DRIVEN PAGE* DAN *PYTHON* DI *ARCMAP*

Muhammad Malik Helmy Daulay*, Desra Sahputra, Muslim Nugraha, dan Iput Pradiko

Abstrak - Proses *layouting* blok perkebunan kelapa sawit yang berjumlah puluhan hingga ratusan blok akan membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan secara manual. Sistem blok kebun merupakan satuan terkecil dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit, sehingga skala spasial yang luas dan resolusi yang tinggi sangat penting dalam memberikan informasi kondisi blok untuk mendukung pemanfaatan lahan secara optimal. Tulisan ini bertujuan untuk menjelaskan otomatisasi pembuatan layout peta blok perkebunan kelapa sawit menggunakan *Data Driven Pages* (DDP) dan *Python* (*ArcPy*) di perangkat GIS *Arcmap*. Hasil pembuatan layout peta blok dengan metode manual membutuhkan total waktu 9 jam 29 menit, sedangkan metode otomatis hanya memerlukan 32 menit 28 detik. Pendekatan otomatisasi dapat meminimalkan potensi kesalahan manusia dan sangat mendukung kebutuhan pemetaan skala besar.

Kata kunci: *arcmap*, *arcpy*, blok kebun sawit, *data driven page*, *layout* peta

PENDAHULUAN

Pengelolaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit memerlukan proses operasional yang terstruktur dan berbasis data agar dapat mencapai hasil yang optimal. Salah satu langkah awal dalam proses operasional pengelolaan perkebunan kelapa sawit adalah melalui pemetaan areal. Teknik pemetaan perkebunan kelapa sawit telah berkembang cukup pesat seiring dengan kemajuan teknologi informasi. Data spasial berperan untuk mendukung pemecahan permasalahan yang ditemukan pada tanaman kelapa sawit (Sebastian et al., 2023).

Pembuatan peta ditujukan untuk memperoleh gambaran permukaan bumi secara detail mengenai keadaan fisik bumi, baik detail buatan manusia maupun alam yang digambarkan pada bidang datar (kertas) dengan sistem proyeksi tertentu (Rassarandi et al., 2022). Peta yang menyajikan informasi geospasial dan penyebaran pada *landscape* di suatu wilayah akan sangat berguna dalam pelaksanaan

identifikasi, karakterisasi, dan evaluasi sumberdaya lahan untuk pengembangan pertanian (Hikmatullah et al., 2014). Peta blok kebun yang memiliki skala besar memungkinkan detail setiap blok kebun terlihat jelas dan rinci, sehingga diharapkan dapat mengidentifikasi informasi setiap blok kebun secara presisi (Zhou et al., 2024). Dengan adanya informasi kebun, seperti area yang sudah ditanami dan belum ditanami, sensus pohon, serta kondisi drainase dan infrastruktur kebun, manajemen perkebunan akan menjadi lebih strategis dan tepat untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit (Rizky et al., 2019; Alam et al., 2020).

Pemetaan detail blok per blok perkebunan kelapa sawit yang memiliki area kajian yang luas tentu akan membutuhkan lebih banyak tenaga dan waktu. Salah satu yang cukup menyita tenaga dan waktu adalah proses pembuatan *layout* (Rizky et al., 2019). Proses pembuatan *layout* peta blok yang dilakukan di perangkat GIS seperti *Arcmap*, jika dilakukan secara manual satu per satu membutuhkan waktu pengerjaan yang cukup lama. Proses *layouting* dengan jumlah blok yang mencapai puluhan hingga ratusan, rentan terhadap kesalahan informasi, dan sulit menjaga konsistensi layout antar peta. Dengan memanfaatkan fitur *Data Driven Pages* (DDP) dari *Arcmap* 10.x dan dikombinasikan dengan menggunakan *ArcPy* (*Python* 2.7), maka proses pembuatan *layout* berupa album peta dapat dilakukan secara otomatis, terstruktur, dan

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Muhammad Malik Helmy Daulay* (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia

Email: helmyezt@gmail.com

konsisten untuk setiap peta blok. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan fitur *driven pages* dan otomasi bahasa pemrograman *python* dalam pembuatan *layout* peta per blok di perkebunan kelapa sawit. Tulisan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi petugas pemetaan kebun kelapa sawit untuk dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja serta konsistensi dalam pembuatan peta blok.

LAYOUT PETA

Peta merupakan gambaran unsur-unsur alam atau buatan yang berada diatas permukaan maupun di bawah permukaan bumi yang digambarkan pada suatu bidang datar dengan skala tertentu (BIG, 2016). Peta ialah sebuah alat komunikasi yang menggambarkan suatu cerita untuk menyampaikan informasi secara jelas dan efektif kepada *users*. Oleh karena itu, memahami karakteristik data, menentukan pesan yang ingin disampaikan, serta memahami kebutuhan *users* adalah hal yang perlu diperhatikan saat pembuatan *layout* peta. Pemilihan simbologi harus diterapkan secara konsisten dan mempertimbangkan persepsi warna yang tepat, maka penggunaan template sangat disarankan dalam pemilihan simbol dan warna agar pembuatan *layout* peta lebih efektif (Gosling, 2018).

Dalam pembuatan *layout* peta, data spasial digunakan untuk mengatur tampilan elemen-elemen peta sesuai dengan dengan *layout* yang diinginkan, serta disusun bersamaan dengan komponen peta lainnya seperti, skala, arah utara, dan sumber data (Gomes, 2019). Menurut Peterson (2015) dalam pembuatan *layout* peta baiknya menggunakan variasi dari peta lain yang telah dibuat. Dengan mengikuti tata letak, seperti posisi judul, elemen peta, dan sebagainya dapat memudahkan penyusunan *layout* peta yang baru dan sesuai kebutuhan. Hal ini jika dilakukan dengan seksama tidak akan menghalangi untuk menciptakan *layout* yang benar-benar orisinal. Jika dianalogikan, *layout* merupakan salah satu karya seni petugas pemetaan. Perlu diketahui bahwa *layout* hampir semua karya seni merupakan turunan dari karya-karya seni sebelumnya.

Pembuatan *layout* peta tentunya juga perlu memperhatikan metode dan prosedur yang telah diatur. Di Indonesia, penyusunan tata letak peta telah diatur oleh Badan Informasi Geospasial (BIG)

Nomor 3 Tahun 2016 tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa dengan mempertimbangkan kemajuan dalam bidang penelitian dan teknologi serta standar dan spesifikasi teknis yang berlaku di tingkat nasional dan internasional. Unsur-unsur peta minimal yang perlu ditampilkan meliputi, judul peta, skala peta, arah utara, legenda, proyeksi dan grid peta, diagram lokasi, sumber data, logo dan alamat instansi pembuat peta (BIG, 2016).

PEMETAAN BLOK DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Luasan untuk 1 blok kebun kelapa sawit memiliki luas yang bervariasi, mulai dari 10 ha, 20 ha, 30 ha, dan 40 ha (Siahaan & Wijaya, 2020), tergantung pada kondisi topografi areal. Pemetaan blok kebun kelapa sawit telah banyak dilakukan, umumnya untuk mengetahui jumlah pohon, luasan blok, dan dasar database untuk pengelolaan lanjutan. Selain itu, pemetaan blok juga diperlukan untuk analisis lanjutan / *advanced analysis* seperti penghitungan jumlah pohon kelapa sawit secara otomatis (Lee et al., 2024), mendeteksi penyakit *Ganoderma boninense* (Wiratmoko et al., 2020), estimasi hara daun (Santoso & Winarna, 2021), penghitungan ketinggian tanaman, luas kanopi, dan juga vegetasi (Avtar et al., 2020), serta infrastruktur kebun (Santoso & Lydiasari, 2013). Sekali lagi, pemanfaatan peta blok dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit skala luas menjadi salah satu hal yang penting dalam pengambilan keputusan yang akurat dan efisien untuk mencapai target produksi. Dengan adanya peta blok, pelaksanaan desain blok kebun dapat dilakukan lebih terstruktur, perencanaan infrastruktur jalan yang lebih efektif, dan mendukung pembangunan sistem drainase kebun secara detail jika diperlukan (Santoso, 2014).

Analisis kinerja blok demi blok di perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu langkah awal dari evaluasi tanaman kelapa sawit. Terkait dengan pemetaan dan *layouting*, (Siahaan & Wijaya, 2020) semakin kecil areal kajian, maka skala peta semakin besar sehingga kemungkinan semakin banyak blok atau satuan areal yang perlu dibuat *layout*nya. Sebaliknya semakin luas areal kajian, maka skala peta semakin kecil (Girdhar & Parida, 2020). Dengan menentukan skala peta blok yang tepat, resolusi gambar dan porsi peta yang ditampilkan dapat lebih

mudah dalam pengidentifikasian informasi setiap blok kebun secara detail.

DATA DRIVEN PAGES ARCMAP

Data Driven Pages (DDP) adalah fitur dari aplikasi GIS *Arcmap* yang dapat membantu pembuatan peta secara cepat dan berulang dengan menggunakan satu *layout* peta atau dokumen peta yang disebut MXD (*Map Exchange Document*) (ESRI, 2021a). File dengan ekstensi MXD adalah format file yang digunakan oleh *Arcmap* untuk menyimpan *layout* peta, referensi sumber data, serta pengaturan tampilan lainnya yang digunakan dalam proses pemetaan di *Arcmap* (ESRI, 2021b). Penggunaan MXD sangat berguna bagi institusi ataupun perusahaan yang memproduksi peta secara rutin, sehingga template peta yang dihasilkan dapat tersusun secara rapi dan konsisten.

DDP sangat membantu dalam membuat banyak halaman peta secara otomatis dan konsisten. Fitur ini sangat berguna untuk membuat peta dengan tata letak yang seragam, namun memiliki informasi geografis yang berbeda-beda. Dalam persiapan DDP, atribut pada data spasial merupakan acuan untuk indeks halaman peta yang mewakili tiap area kajian (Mwakomo, 2015). Data spasial yang telah layak digunakan sangat penting dalam pemanfaatan DDP, sehingga informasi spasial setiap halaman peta memiliki fungsi yang tepat tanpa adanya kesalahan data.

ARCMAP PYTHON (ARCPY)

Pemanfaatan bahasa pemrograman *python* dan *ArcGIS* sangat berguna untuk mengotomasi, mempercepat, dan mempermudah berbagai tugas geospasial serta pengolahan data spasial. *ArcPy* merupakan modul yang digunakan untuk berinteraksi dengan perangkat *ArcGIS*, yang dieksekusi dengan menggunakan format penulisan pemrograman bawaan *Arcmap*, dan memiliki basis kode yang memungkinkan fungsi tambahan untuk analisis geospasial dan produksi peta. *ArcPy* juga memiliki kemampuan untuk mengatur dokumen peta (MXD) dan objek-objek yang ada di dalam peta (*layout*), seperti legenda, judul, gambar, *layer*, dan tampilan peta (Toms, 2015).

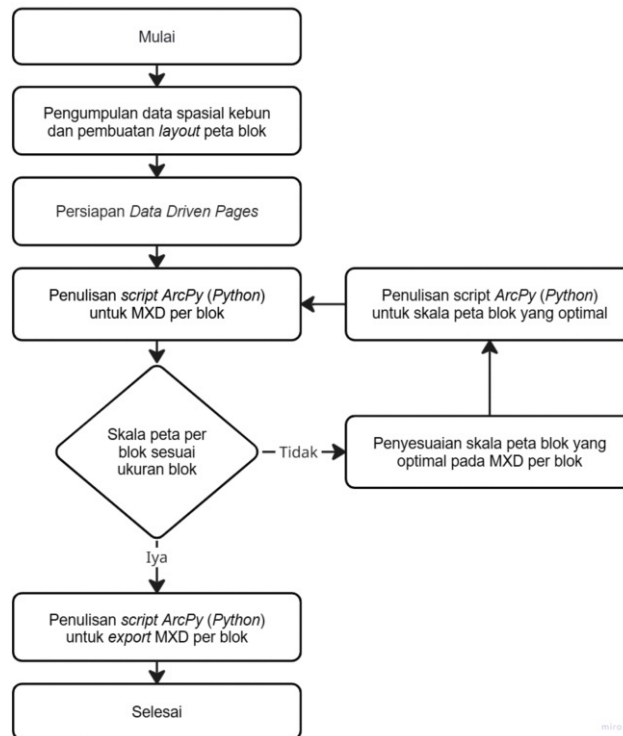
Pada umumnya, perintah dalam program komputer dilakukan secara berurutan, satu per satu

dari atas ke bawah. Struktur kontrol adalah alat dalam pemrograman yang memungkinkan kita mengendalikan alur eksekusi program, bukan hanya menjalankan instruksi secara lurus dari atas ke bawah, namun dapat memecahkan sekuensi dengan melompati atau mengulangi serangkaian pernyataan. Pemanfaatan jenis struktur kontrol pengulangan (*loop*), biasanya digunakan untuk menjalankan suatu blok kode secara berulang sampai kondisi tertentu tidak memenuhi (*false*) atau sampai suatu sekuensi telah selesai diurutkan (Yang et al., 2017). Dengan memanfaatkan struktur kontrol pengulangan (*loop*), proses pembuatan peta blok kebun sawit dalam skala luas dapat dilakukan secara otomatis dan mengurangi kesalahan. Diagram alir dari penggunaan *ArcPy* untuk pembuatan *layout* peta blok perkebunan kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1.

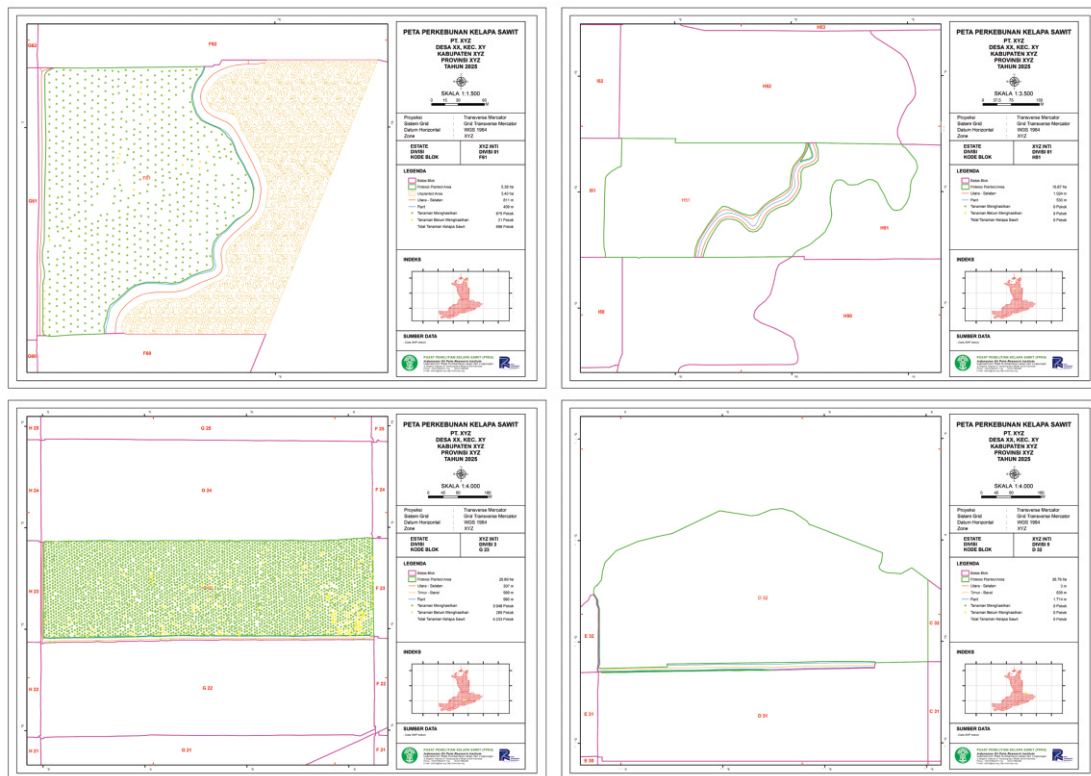
HASIL OTOMASI LAYOUT BLOK KEBUN

Implementasi DDP dan *python* di *arcmap* untuk pembuatan album peta blok di perkebunan kelapa sawit dapat menghasilkan peta dengan presisi tinggi, efisiensi waktu, dan juga konsistensi informasi spasial. Setiap blok memiliki luasan yang bervariasi, dengan pemrograman *python* ukuran skala peta dapat disesuaikan area kajian masing-masing blok, sehingga gambar yang dihasilkan menjadi lebih detail untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Metode ini sangat membantu dalam proses pembuatan peta blok perkebunan kelapa sawit yang biasanya berjumlah puluhan hingga ratusan blok. Dengan adanya pendekatan otomasi DDP dan *python*, pengelolaan spasial jangka panjang pada sektor perkebunan menjadi lebih efisien utamanya dari segi waktu dan peta blok yang dihasilkan lebih konsisten dibandingkan secara manual.

Hasil *layout* peta (Gambar 2) yang dibuat dengan menggunakan DDP dan *python* menyajikan informasi spasial masing-masing blok dan tetap memiliki *layout* yang seragam. Dengan ukuran blok yang bervariasi, skala peta perlu diatur agar memiliki tampilan blok yang proporsional. Skala peta juga sebaiknya dibulatkan. Pembulatan skala peta dilakukan agar lebih mudah merepresentasikan jarak di peta dengan jarak sebenarnya di lapangan, dan juga memudahkan pembacaan titik koordinat (Girdhar & Parida, 2020).



Gambar 1. Diagram alir penggunaan ArcPy untuk pembuatan *layout* peta blok



Gambar 2. Hasil *layout* peta blok kebun secara otomatis

Ketergantungan pada struktur data spasial sangat berpengaruh dalam penyajian informasi blok kebun. Persiapan data sangat diperlukan, yaitu mengeksplorasi data secara mendalam, mengkondisikan data sebelum memasuki proses analisis, dan juga mengubah data dengan menyesuaikan format untuk analisis selanjutnya. Hasil olahan data memiliki nilai yang penting dalam memahami aspek visualisasi data. Dalam fase persiapan data ini, setidaknya akan menghabiskan 50% waktu proses analisis. Proses persiapan data sangat krusial karena data yang tidak berkualitas, tidak layak digunakan untuk analisis lebih lanjut (Dietrich et al., 2015). Dengan persiapan data spasial yang berkualitas, proses otomatisasi indeks halaman peta blok kebun oleh atribut akan berjalan efisien dan konsisten.

Perbandingan *Layout* Manual dan Otomatis

Pemetaan blok kebun dapat disusun secara manual maupun otomatis menggunakan DDP. *Layout* manual biasanya dilakukan untuk pembuatan peta yang perlu penyesuaian artistik tinggi, dimana desain *layout* peta disusun dengan penyesuaian khusus agar mudah dipahami oleh *users*. Menurut Peterson (2015) pembuatan *layout* peta professional perlu waktu pengerjaan yang ekstra. Sebagai contoh, untuk 1 *layout* peta dengan ukuran kertas A4 bisa menghabiskan waktu pengerjaan sekitar 40-200 jam. Hal ini juga tergantung pada detail yang diinginkan, keahlian dalam penggunaan *software*, dan juga penyampaian ke *users* yang lebih luas dengan pertimbangan estetika serta fungsionalitasnya. *Layout* peta blok kebun secara manual mengharuskan penyusunan satu per satu, sehingga sangat memerlukan waktu dan tenaga apalagi dengan jumlah blok kebun yang dapat mencapai ratusan.

Pendekatan otomatis berbasis DDP dan *Python* (*ArcPy*) memberikan solusi yang lebih efisien dan konsisten dalam penyusunan peta blok kebun.

Dengan menggunakan satu template *layout* peta, DDP dan *ArcPy* dapat menghasilkan peta dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat. Pemanfaatan DDP dan *ArcPy* membantu proses pembuatan peta yang utuh, seperti ekspor ratusan peta secara bersamaan, memberi nama file peta secara otomatis berdasarkan atribut, dan menyimpan MXD per blok.

Sebagai gambaran, pembuatan *layout* peta blok kebun yang disampaikan pada tulisan ini adalah sebanyak 444 blok. Total ukuran data *shapefile* yang diolah adalah 129 MB (*Megabyte*). Ukuran blok memiliki luasan yang bervariasi antara 10 hingga 40 ha. *Layout* peta blok yang disimpan berformat PDF dengan ukuran kertas A3, resolusi 450 dpi, serta kualitas gambar yang paling baik. Estimasi waktu pengerjaan dengan perubahan informasi *layout* peta secara manual berdasarkan lama pengerjaan 1 peta blok, kemudian dikalikan dengan 444 peta blok yang akan di ekspor secara teknis tanpa menggunakan pemrograman. Sementara itu, perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk proses *layouting* secara otomatis didasarkan pada log aktivitas (rekaman) dari hasil eksekusi script *ArcPy*.

Proses perubahan informasi dengan menggunakan template *layout* peta secara manual membutuhkan waktu rata-rata 53 detik untuk satu file MXD. Dengan total 444 blok peta, maka estimasi total waktu pengerjaan secara manual mencapai 6 jam 32 menit. Selanjutnya, proses ekspor satu peta blok secara manual membutuhkan waktu rata-rata 24 detik, sehingga untuk mengekspor keseluruhan 444 peta blok, dibutuhkan waktu sekitar 2 jam 57 menit. Disisi lain, dalam pembuatan file MXD dan ekspor peta secara otomatis sebanyak 444 blok, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan adalah 20 detik dan 32 menit 8 detik. Perbandingan efisiensi waktu antara metode *layout* secara manual dan otomatis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan waktu pembuatan *layout* secara manual dan otomatis

Metode	MXD (444 Blok)	Ekspor Peta (444 Blok)	Total Waktu
Manual*	6 jam 32 menit	2 jam 57 menit	9 jam 29 menit
Otomatis	20 detik	32 menit 8 detik	32 menit 28 detik

*tanpa menghitung waktu istirahat petugas *layout*



Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa pembuatan *layout* secara otomatis sangat menghemat waktu dan juga tentunya tenaga petugas *layout*. Rata – rata, dalam proses *layout* secara manual memerlukan waktu sekitar 1.813 detik atau sekitar 30 menit untuk *layout* setiap blok. Sementara itu, untuk *layout* otomatis hanya diperlukan waktu 4,5 detik per *layout* blok. Kelebihan waktu atau selisih waktu tersebut dapat digunakan untuk mengkoreksi peta blok per blok, seperti penyesuaian skala peta, memperbaiki visual sesuai kebutuhan users, maupun proses *quality control* lainnya. Selain itu, perbaikan *template* peta dalam jumlah yang banyak dan berulang jika dilakukan secara manual akan membutuhkan waktu ekstra jika dibandingkan dengan *template layout* peta yang telah didesain secara otomatis untuk keseluruhan peta. Sebagai catatan tambahan, penyimpanan MXD setiap blok kebun juga perlu dilakukan untuk memastikan informasi yang akan disajikan pada peta telah akurat, memudahkan pengelolaan dan revisi pada blok tertentu, serta menentukan peta blok yang telah layak untuk diekspor sebagai album peta.

KESIMPULAN

Pembuatan *layout* peta blok perkebunan kelapa sawit secara otomatis menggunakan *Data Driven Pages* (DDP) dan *Python* (*ArcPy*) di Arcmap memerlukan waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan *layout* manual. Metode manual membutuhkan total waktu 9 jam 29 menit, sedangkan metode otomatis hanya memerlukan 32 menit 28 detik. Pembuatan *layout* otomatis dapat meningkatkan efisiensi waktu, tenaga, tanpa mengorbankan konsistensi dan akurasi tampilan *layout*. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam pembuatan peta blok kebun skala luas menjadi lebih terstruktur dan sistematis, dibandingkan dengan *layouting* manual yang biasanya lebih lama dan rentan terhadap kesalahan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S., Purwanto, B. H., Hanudin, E., & Putra, E. T. S. (2020). Soil diversity influences on oil palm productivity in ultramafic ecosystems, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(11), 5521–5530. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211161>
- Avtar, R., Suab, S. A., Syukur, M. S., Korom, A., Umarhadi, D. A., & Yunus, A. P. (2020). Assessing the influence of UAV altitude on extracted biophysical parameters of young oil palm. *Remote Sensing*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/RS12183030>
- BIG. (2016). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa.
- Dietrich, David., Heller, Robert., & Yang, Beibei. (2015). *Data Science & Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data*. John Wiley & Sons.
- ESRI. (2021a). *A Quick Tour of ArcMap*. Desktop.Arcgis.Com/En/Arcmap/Latest/Map/Main/a-Quick-Tour-of-Arcmap.Htm. Diakses Pada 5 Juni 2025.
- ESRI. (2021b). *What are Data Driven Pages?* Desktop.Arcgis.Com/En/Arcmap/Latest/Map/Page-Layouts/What-Are-Data-Driven-Pages-.Htm. Diakses Pada 2 Juni 2025.
- Girdhar, Sh. R., & Parida, Sh. H. (2020). *General Cartography*. Indira Gandhi National Open University (IGNOU).
- Gomes, D. C. (2019). Creating a Map: Layouts. In *Introduction of Geo Information System (GIS)*. East Timor Cartography. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31575.34729>
- Gosling, J. (2018). Map Design and Layout. In *Making Data Meaningful Part 2: A guide to presenting statistics*. United Nations. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/stats/documents/writing/MDM_Part2_English.pdf
- Hikmatullah, Suparto, Tafakresnanto, C., Sukarman, Suratman, & Nugroho, K. (2014). *Petunjuk Teknis Survei dan Pemetaan Tanah Tingkat Semi Detail Skala 1:50.000* (1st ed.). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. <http://bbsdlp.litbang.deptan.go.id>
- Lee, S. S., Lim, L. G., Palaiahnakote, S., Cheong, J. X., Lock, S. S. M., & Ayub, M. N. Bin. (2024). Oil palm tree detection in UAV imagery using an enhanced RetinaNet. *Computers and Electronics in Agriculture*, 227.



- <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109530>
- Mwakomo, K. R. (2015). *Creating Data Driven Pages*.
- Peterson, G. N. (2015). *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design* (2nd ed.). Taylor & Francis Group.
- Rassarandi, F. D., Gustin, O., Irawan, S., Anurogo, W., Chayati, S. N., Pratama, R. W., Putra, F., Aditia, R., Wandanita, M., & Batam, N. (2022). Pemetaan Situasi Skala Besar (1:500) Kampus Politeknik Negeri Batam. *Jurnal Integrasi*, 14(1), 69–74.
- Rizky, A. P. P., Liyantono, & Solahudin, M. (2019). Analysis of aerial photo for estimating tree numbers in oil palm plantation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 284(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/284/1/012003>
- Santoso, H. (2014). Akurasi Metode Pengukuran GPS RTK (Real Time Kinematic) untuk Pemetaan Mikro Topografi di Areal Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 22(3), 134–143.
- Santoso, H., & Lydiasari, H. (2013). Simulasi Uji Desain Blok dan Tata Kelola Air untuk Tanaman Kelapa Sawit Pada Lahan Pasang Surut Menggunakan Program HECRAS 4.1: Studi Kasus di Areal Program Revitalisasi Perkebunan PT Perkebunan Nusantara VII (PERSERO) Kecamatan Rawapitu Kabupaten Tulang Bawang Lampung. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 21(3), 91–104.
- Santoso, H., & Winarna. (2021). Eksplorasi Pendugaan Hara Daun Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Pesawat Tanpa Awak dan Kamera Multispektral. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 29(1), 49–62. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v29i1.145>
- Sebastian, H. S., Yuniasih, B., & Putra. D. P. (2023). Pemetaan Kondisi Tanaman Kelapa Sawit di Dataran Rendah dan Bukitn Menggunakan Indeks NDVI dari Citra Satelit Sentinel. *Agroforetech*, 1(1), 31–42.
- Siahaan, M., & Wijaya, H. (2020). Strategi Peningkatan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit Melalui Pendekatan Manajemen Blok di Perkebunan Kelapa Sawit Skala Luas. *Jurnal Agro Estate*, 4(1), 2580–0957.
- Toms, Silas. (2015). *ArcPy and ArcGIS - Geospatial Analysis with Python*. Packt Publishing.
- Wiratmoko, D., Jatmiko, R. H., Yusuf, M. A., Farrasati, R., & Prasetyo, A. E. (2020). Using visible spectral-index as alternative methods for identifying levels of Ganoderma Boninese infection. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 500(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/500/1/012067>
- Yang, C., Yu, M., Huang, Q., Li, Z., Sun, M., Liu, K., Jiang, Y., & Xia, J. (2017). *Introduction to GIS Programming and Fundamentals with Python and ArcGIS*. Taylor & Francis Group.
- Zhou, Y., Yang, L., Yuan, L., Li, X., Mao, Y., Dong, J., Lin, Z., & Zhou, X. (2024). High-Precision Tea Plantation Mapping with Multi-Source Remote Sensing and Deep Learning. *Agronomy*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy14122986>

