

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini, dibahas mengenai kesimpulan dari hasil eksperimen yang telah dilakukan dari penelitian ini. Pada bagian ini juga, dibahas mengenai saran penelitian pengembangan dari penelitian serupa selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada skripsi ini, terdapat beberapa kesimpulan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Citra satelit dari Google, dapat digunakan untuk menganalisis pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan.
2. Proses segmentasi citra kelurahan berdasarkan tipe pemanfaatan lahan, dapat dilakukan dengan menggunakan fitur warna dominan dan tekstur dengan menggunakan metode segmentasi berbasis *grid*.
3. Fitur warna dominan dari pemanfaatan lahan dalam *grid* data citra dapat diperoleh dengan melakukan proses *clustering* terhadap *pixel-pixel* warna dalam *grid* dengan menggunakan algoritma *K-Means*.
4. Diperoleh nilai *k* terbaik untuk proses *clustering* warna dominan citra kelurahan di wilayah perkotaan dan kabupaten adalah 5. Pemilihan *k* terbaik didasarkan pada percobaan *elbow method* dan juga didasarkan dengan asumsi 3 *cluster* untuk memodelkan warna dominan, sementara 2 lainnya untuk memodelkan *noise* warna citra dari pemanfaatan lahan.
5. Warna dominan dari pemanfaatan lahan di dalam *grid* diwakilkan oleh 3 *centroid* dengan anggota terbanyak, di mana persentase anggota dari 3 *cluster* dominan digunakan untuk memodelkan signifikansi warna di dalam *grid*.
6. Fitur tekstur dapat diperoleh dengan melakukan transformasi DWT2D dan melakukan GLCM terhadap data citra yang berada di dalam *grid*.
7. Data citra yang berada di dalam *grid* terlebih dahulu dilakukan transformasi DWT2D untuk mendapatkan detail citra aproksimasi, detail tekstur horizontal, vertikal, dan diagonalnya. Fitur tekstur digunakan untuk menggambarkan pola dan tingkat kekasaran dari pemanfaatan lahan tertentu di dalam *grid*.
8. Dikarenakan hasil transformasi DWT2D merupakan citra, diperlukan proses penyederhanaan fitur tekstur menjadi beberapa nilai yang dapat mewakili keacakan pola dan tingkat kekasaran dari pemanfaatan lahan, maka dilakukan perhitungan GLCM.

9. Perhitungan *dissimilarity*, *correlation*, *energy*, *contrast*, dan *homogeneity* dengan sudut 0° , 45° , 90° , 135° , dan 180° digunakan untuk menggambarkan fitur tekstur dari pemanfaatan lahan di dalam *grid*.
10. Model warna HSV digunakan pada penelitian ini dikarenakan memberikan akurasi yang lebih baik pada proses klasifikasi untuk model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan-kelurahan yang diberikan.
11. Hasil *tuning hyperparameter* model *random forest* untuk analisis pemanfaatan lahan di wilayah kabupaten terbaik diperoleh dengan menggunakan parameter jumlah pohon atau *n_estimators* 900, maksimum kedalaman pohon pada model *random forest* atau *max_depth* 30, dengan *criterion gini* dan *min_samples_leaf* sebanyak 8 untuk mencegah model mengalami *overfitting*.
12. Hasil *tuning hyperparameter* model *random forest* untuk analisis pemanfaatan lahan di wilayah perkotaan terbaik diperoleh dengan menggunakan parameter jumlah pohon atau *n_estimators* 800, maksimum kedalaman pohon pada model *random forest* atau *max_depth* 40, dengan *criterion entropy* dan *min_samples_leaf* sebanyak 8 untuk mencegah model mengalami *overfitting*.
13. Pada model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan yang berada di kabupaten, dilakukan *undersampling* dikarenakan model bias ke kelas tambak.
14. Pada model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan yang berada di perkotaan, tidak dilakukan *undersampling* dikarenakan jika dilakukan *undersampling*, model mengalami *underfitting*.
15. Pada model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan yang berada di kabupaten, terdapat kesalahan segmentasi di mana rumah-rumah (bangunan non-industri) dengan genting beton (warna abu atau hitam), diklasifikasikan ke kelas jalan (transportasi).
16. Dengan proses *undersampling* pada model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan yang berada di kabupaten, mengurangi *noise* yang diklasifikasikan ke kelas tambak.
17. Pada model analisis pemanfaatan lahan di kelurahan yang berada di perkotaan, model masih cukup buruk dalam mendeteksi tempat pemancingan (kelas tambak), kelas bangunan industri ditebak sebagai kelas bangunan non industri (pada kasus industri dengan atap seng karatan), dan adanya kasus kelas pertanian tertebak ke kelas transportasi.
18. Perhitungan luas hasil segmentasi, masih terdapat selisih antara luas kelurahan aktual dan luas kelurahan hasil segmentasi di mana diakibatkan oleh metode perhitungan luas yang berbasis *grid* (basis segmentasinya menggunakan metode berbasis *grid*).
19. Model klasifikasi untuk analisis pemanfaatan lahan sangat sensitif terhadap perubahan cahaya, sehingga menyebabkan adanya kesalahan segmentasi tipe pemanfaatan lahan. Masih terdapat kesalahan segmentasi untuk tipe-tipe pemanfaatan lahan pada data citra yang terdapat perbedaan kontras warna/fotonya tertutup oleh awan.
20. Hasil analisis perhitungan luas pemanfaatan lahan yang ditampilkan pada perangkat lunak dapat digunakan untuk mengetahui perkiraan pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten, atau provinsi.
21. Dilakukan pengumpulan data citra kelurahan kembali dikarenakan kualitas citra kelurahan yang tersedia di *cluster HDFS UNPAR* masih memiliki banyak *noise* dan dapat menyebabkan kesalahan proses segmentasi pemanfaatan lahan. Untuk daerah perkotaan, citra kelurahan yang tersedia *cluster HDFS UNPAR* hanya tersedia dalam ukuran perbesaran 16 sehingga tidak dapat digunakan untuk proses segmentasi dikarenakan tingkat perbesaran yang masih terlalu kecil untuk mensegmentasi daerah pada penduduk.
22. Digunakan perbesaran 18 untuk menganalisis pemanfaatan kelurahan di wilayah perkotaan (daerah pada penduduk) dan perbesaran 16 untuk menganalisis pemanfaatan kelurahan di wilayah kabupaten.
23. Keadaan *cluster Pyspark* yang belum siap untuk digunakan untuk tahapan proses penyiapan data, di mana tidak tersedianya *library-library* untuk pengolahan fitur tekstur sehingga tidak dapat digunakan pada tahapan penyiapan data.
24. Proses analisis yang belum dapat dilakukan di lingkungan *cluster Pyspark* dikarenakan adanya

keterbatasan waktu untuk proses analisis pemanfaatan lahan berdasarkan data citra kelurahan, ketidakstabilan koneksi internet sehingga menyebabkan Putty mati di saat waktu *running* program ke *cluster* Spark.

25. Proses penyiapan data yang cenderung berat sehingga komputasinya sangat memakan waktu sehingga peneliti tidak dapat mensegmentasi semua data citra yang ada.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran pengembangan untuk penelitian lanjutan yaitu diantaranya:

1. Penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan *deep learning* atau model *ensemble* lain seperti XGBoost dan *boosted random forest* untuk klasifikasi pemanfaatan lahan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan eksplorasi fitur tekstur lebih lanjut.
3. Waktu penelitian yang lebih panjang sehingga dapat melakukan segmentasi daerah lebih banyak dan dapat mengukur tingkat keakuratan luas pemanfaatan lahan di berbagai variasi tingkat wilayah yang dimasukkan pengguna.
4. Jumlah data *train* untuk proses pelatihan model yang lebih banyak dan variatif sehingga segmentasi terhadap pemanfaatan lahan dapat dilakukan dengan lebih baik.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Chakraborty, D., Sen, G. K., dan Hazra, S. (2012) *Image Segmentation Techniques*, 1st edition. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.
- [2] Kour, H. (2015) Analysis on image color model. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, **4**, 233–235.
- [3] Zhang, D. (2021) *Fundamentals of Image Data Mining*, 2nd edition. Springer, Berlin.
- [4] White, T. (2015) *Hadoop The Definitive Guide*, 4th edition. O'Reily, Sebastopol.
- [5] Chambers, B. dan Zaharia, M. (2018) *Spark The Definitive Guide*. O'Reily, Sebastopol.
- [6] Han, J., Kamber, M., dan Pei, J. (2012) *Data Mining Concepts and Techniques*, 3rd edition. Morgan Kaufmann, Burlington.
- [7] Knaflic, C. N. (2015) *Storytelling with Data*. Wiley, Hoboken.
- [8] Pirowski, T. dan Pomietłowska, J. (2017) Distribution of krakow's population by dasymetric modeling method using urban atlas and publicly available statistical data. *Geomatics and Environmental Engineering*, **11**, 83–95.
- [9] Kusjadi, J. A. (2022) Pengumpulan data citra satelit kelurahan dan perhitungan luas area hijau dengan teknologi big data. Skripsi. Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia.
- [10] Silalahi, F. H. (2022) Perhitungan luas rumpun pohon di kelurahan-kelurahan kota bandung dari citra satelit. Skripsi. Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia.
- [11] Sari, R. W. dan Yuliani, E. (2021) Identifikasi dampak alih fungsi lahan pertanian ke non pertanian untuk perumahan. *Jurnal Kajian Ruang*, **1**, 255–269.
- [12] Chuvieco, E. dan Huete, A. (2009) *Fundamentals of Satellite Remote Sensing*. CRC Press, Boca Raton.
- [13] Indonesia, S. N. R. (2007) Uu nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang. Dipublikasikan Oleh Sekretariat Negara Republik Indonesia Bersama Kemenkumham RI.
- [14] PUPR, K. (2011) Peraturan menteri pupr nomor 20 tahun 2011. Dipublikasikan Oleh Kementerian PUPR.
- [15] Zhang, Y. dan Kerle, N. (2007) Satellite remote sensing for near-real time data collection. *Geospatial Information Technology for Emergency Response*, **1**, 28–57.
- [16] Smetanová, D., Vargová, M., Biba, V., dan Hinterleitner, I. (2016) Mercator's projection – a breakthrough in maritime navigation. *Naše More: International Journal of Maritime Science & Technology*, **63**, 182–184.
- [17] 0 (2023) *Map and Tile Coordinates*. Google. Mountain View, USA.
- [18] James, G., Witten, D., Hastie, T., dan Tibshirani, R. (2013) *An Introduction to Statistical Learning with Application in R*, 2nd edition. Springer, Berlin.