



PERKEMBANGAN KAWASAN TERBANGUN KOTA PADANG TAHUN 1990 - 2020

Aldo Wahyudi Wahyu¹, Ahyuni²

¹Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

wahyudialdo743@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan kota setiap tahunnya akan berpengaruh terhadap penataan kota untuk dimasa yang akan datang. Tujuan penelitian ini ; 1) untuk mengetahui perkembangan kawasan terbangun dan pertambahan penduduk di Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020, 2) Untuk mengetahui bentuk pola perkembangan Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ialah *Normalized Difference Built-up Index* dan *Spatial Metric* untuk mengetahui kerapatan bangunan dan pola kawasan terbangun kota padang tahun 1990 sampai 2020. Hasil penelitian menunjukkan perkembangan kawasan terbangun Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020, perkembangan yang terjadi terlihat sangat signifikan. Perkembangan kawasan terbangun dari tahun 1990 sampai 2020 mengalami peningkatan sebesar 6937 ha. Dilihat dari persebarannya, perkembangan kawasan terbangun menyebar dari tengah kota sampai ke pinggir Kota Padang yang menunjukkan arah pola perkembangan kota padang ke sprawl.

Kata kunci: *perkembangan kota; normalized difference built-up index; Spatial Matric*

ABSTRACT

The development of the city every year will affect the arrangement of the city for the future. The purpose of this research; 1) to determine the development of built-up areas and population growth in the city of Padang from 1990 to 2020, 2) to determine the shape of the development pattern of the city of Padang from 1990 to 2000. The method used in this research is the Normalized Difference Built-up Index and Spatial Metric for knowing the density of buildings and the pattern of the built area of the city of Padang from 1990 to 2020. The results of the study show the development of the built area of the City of Padang from 1990 to 2020, the developments that occur look very significant. The development of the built-up area from 1990 to 2020 has increased by 6937 ha. Judging from the distribution, the development of the built area spreads from the city center to the outskirts of Padang City which shows the direction of the development pattern of the Padang city to sprawl.

Keywords : *city development; normalized difference built-up index; spatial matric*

¹Mahasiswa Departemen Geografi Universitas Negeri Padang

¹Dosen Departemen Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

Pendahuluan

Kota akan selalu tumbuh dan berkembang sesuai dengan perkembangan kehidupan sosial budaya, ekonomi dan politik (Roy & Kasemi, 2021). Perkembangan tersebut ditunjukkan dengan adanya perubahan yang terjadi secara terus menerus sebagai fenomena tersendiri yang tidak bisa dihentikan (Jing et al., 2021). Perubahan yang terjadi dikarenakan adanya kegiatan pembangunan yang selalu berjalan di setiap bagian kota, terutama di pusat kota (Ahyuni & Nur, 2020).

Perkembangan kota setiap tahunnya akan berpengaruh terhadap penataan kota untuk dimasa yang akan datang (Alshari & Gawali, 2021). Suatu kota akan terus menerus mengalami segala perubahan demi perubahan pada kawasan yang direncanakan maupun yang tidak direncanakan, hal ini dapat dilihat dari berbagai aspek, seperti aspek fisik, non fisik, sosial budaya maupun ekonomi (Tang, 2021). Dari aspek inilah kota akan tumbuh dan berkembang sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan zaman (Han et al., 2021).

Tingkat populasi manusia di dunia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya (Ghaffarian et al., 2021). Pertumbuhan penduduk paling tinggi akan terjadi di negara-negara berkembang (Wu et al., 2021). Hal ini membuat tingginya tingkat perkembangan pembangunan di Indonesia setiap tahunnya, termasuk di Kota Padang yang setiap tahunnya mengalami perkembangan wilayah.

Kota Padang adalah salah satu kota yang terdapat di Pulau Sumatera, yang merupakan ibukota dari Provinsi Sumatera Barat. Laju pertumbuhan ekonomi Kota Padang yang cukup pesat, mejadi salah satu pendorong laju pertumbuhan penduduknya.

Dilihat dari kondisi yang demikian, maka kebutuhan akan ruang di Kota Padang dari tahun ke tahun terus meningkat. Peningkatan akan kebutuhan ruang tersebut menyebabkan pula terjadinya perkembangan, terutama perkembangan fisik kota (Pei et al., 2021).

Adanya perkembangan kota sehingga menyebabkan alih fungsi lahan menjadi kawasan bisnis dan perkantoran, yang mana mendorong masyarakat sekitar mencari lahan pengganti sehingga banyak terjadi perluasan wilayah pinggiran (Antwi-Afari et al., 2021). Agar perkembangan Kota Padang lebih efektif dan efisien dalam pembangunan kedepannya, maka perlu di analisis perkembangan kawasan terbangun untuk mengetahui bagaimana bentuk perkembangan Kota Padang setiap tahunnya. Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penulis tertarik untuk meneliti terkait perkembangan kawasan terbangun di Kota Padang tahun 1990 sampai 2020.

Metode Penelitian

Metode penelitian kuantitatif dengan tipe penelitian deskriptif pengumpulan data dilakukan dengan teknik observasi. Metode penelitian deskriptif digunakan apabila penelitian bertujuan mendeskripsikan data atau menjelaskan peristiwa dan kajian-kajian yang ada pada masa sekarang (Sugiyono, 2007:65). Metode survei merupakan metode yang dilakukan pada populasi tersebut sehingga dapat ditemukan kejadian-kejadian relatif, distribusi dan hubungan antar variabel, (I.Made Wirartha:2006). Sedangkan kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan dengan menggunakan angka-angka kemudian dijelaskan dalam suatu

uraian.

Metode Analisis data yang di lakukan dalam penelitian ini adalah metode analisis spasial dengan bantuan software ArcGIS

- a. Menganalisis perubahan kawasan terbangun Kota Padang tahun 1990 sampai 2020 di olah dengan teknik analisis NDBI dan Overlay yang input data melalui Citra Landsat 5 , Landsat 7, Landsat 8, dan melalui Peta administrasi Kota Padang
- b. Menganalisis pola spasial perkembangan kawasan terbangun Kota Padang tahun 1990 sampai 2020 dengan menggunakan teknik Spatial Matric
- c. Menganalisis penambahan penduduk Kota Padang dengan menggunakan teknik Growth of Density

Normalized Difference Built-up Index merupakan suatu perhitungan atau algoritma untuk melihat kerapatan lahan terbangun pada suatu wilayah. Nilai *Normalized Difference Built-up Index* diperoleh dengan membandingkan NIR dan SWIR.

Landsat 7 :

$$NDBI = \frac{(band\ 5 - band\ 4)}{(band\ 5 + band\ 4)}$$

Landsat 8 :

$$NDBI = \frac{(band\ 6 - band\ 5)}{(band\ 6 + band\ 5)}$$

metric yang digunakan untuk analisis pola spasial di Kota Padang adalah *metric* yang berkaitan dengan fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan, dan tingkat keanekaragaman penggunaan lahannya.

a. *Number of Patches (NP)*

Number of patches merupakan rata-rata ukuran dan jumlah patch kawasan terbangun

$$NP = N_i$$

Keterangan :

N_i = Jumlah Patchrun waktu tertentu

b. *Patch Density (PD)*

PD adalah kepadatan patch di level class atau landscape dengan menghitung jumlah patch per hektar

$$PD = N/A$$

Keterangan :

N = Jumlah NP dari kawasan terbangun

A = Jumlah dari kawasan terbangun (km^2)

c. *Largest Patch Index (LPI)*

LPI merupakan persentase urban patch dengan ukuran terbesar yang dibagi dengan total area urban

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} \times 100$$

Keterangan :

Unit = Persentase(%)

$\max(a_{ij})$ = Luas patch terbesar (m^2)

A = Luas lansekap (m^2)

d. *Landscape Index (LSI)*

LSI merupakan salah satu metric yang dapat mengkarakteristikan urban sprawl dengan mengukur rasio garis keliling terhadap area

$$LSI_i = 0,25 \sum_{j=1}^n e_{ij} / \sqrt{A}$$

Keterangan :

Unit = Tanpa unit

e_{ij} = Total panjang garis tepi patch

A = Luas lansekap (m^2)

e. *Mean Patch Size (MPS)*

MPS adalah rata-rata ukuran patch yang membentuk landscape. MPS dapat digunakan untuk menganalisis luas patch bangunan permukiman

$$MPS = A/N$$

Keterangan :

A = Jumlah dari kawasan terbangun (Ha)

N = Jumlah NP dari kawasan terbangun

Growth of density yaitu terjadinya pertambahan jumlah penduduk yang di akibatkan adanya mortalitas, natalitas, migrasi. dengan demikian jumlah penduduk suatu wilayah memiliki perubahan tiap tahunnya

$$L = P_t - P_o$$

Keterangan :

P_t = jumlah penduduk tahun akhir perhitungan

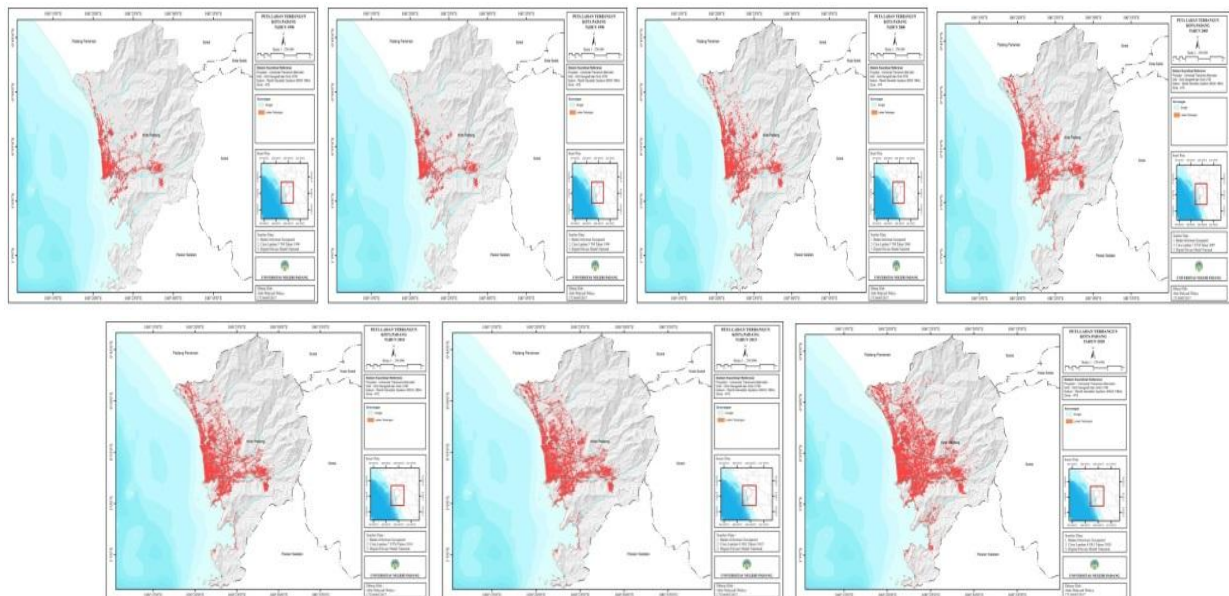
P_o = jumlah penduduk tahun awal perhitungan

L = jumlah pertambahan penduduk

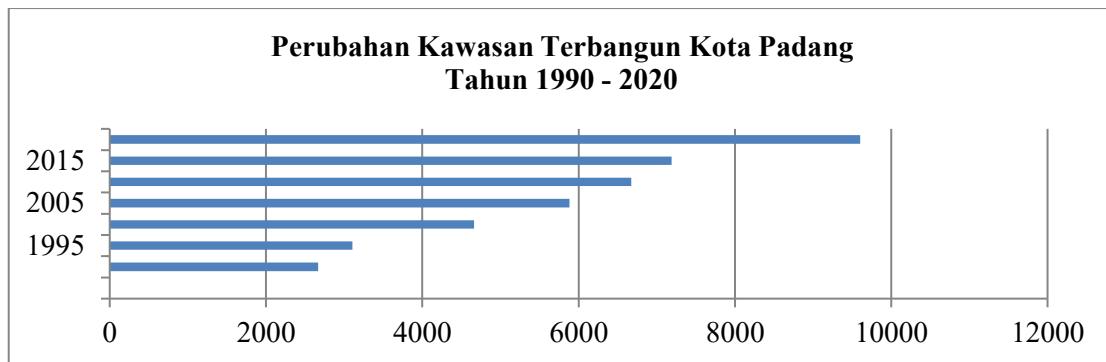
Hasil dan Pembahasan

Perkembangan kawasan terbangun dapat dilihat dengan menggunakan data penginderaan jauh dan sistem informasi

geografis (Zheng et al., 2021). Data yang digunakan yakni data citra landsat 5 untuk tahun 1990 – 2000, dan tahun 2005 - 2010 menggunakan citra landsat 7, Sedangkan tahun 2015 – 2020 menggunakan citra landsat 8. Dari citra tesebut dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik agar nilai pixel sesuai dengan yang seharusnya. Model mendeteksi kawasan terbangun pada citra, maka digunakan rumus Normalized Difference Built-up Index yang kemudian terdeteksi daerah kawasan terbangun pada wilayah tersebut. Kemudian digitasi kawasan terbangun di Kota Padang berdasarkan hasil Built Up Index, yang mana nantinya dapat dihitung luas masing-masing kawasan terbangun pada tahun tertentu dan hasil perubahan kawasan terbangun di Kota Padang. Perkembangan kawasan terbangun di Kota Padang ditampilkan pada peta sebagai berikut.



Gambar 1. Peta Kawasan Terbangun Kota Padang Tahun 1990 - 2020



Gambar 2. Luas Kawasan Terbangun Tahun 1990 - 2020

Dilihat dari gambar 2 kawasan terbangun Kota Padang setiap tahunnya mengalami pertambahan luas wilayah terbangun. Luas wilayah yang bertambah dari tahun 1990 sampai 2020 sebesar 6937 ha. Pada tahun 1990, luas kawasan terbangun Kota Padang yakni 2665 ha yang memusat ditengah kota. Bagian timur Kota Padang banyak terdapat kawasan terbangun, yakni permukiman, sarana dan prasarana, serta perdagangan dan jasa yang merupakan hasil utama pengadaan ruang oleh penduduk.

Pada tahun 1995 luas kawasan terbangun Kota Padang yakni 3104 ha, yang mana terjadi penambahan area kawasan terbangun. Dilihat dari persebarannya, bagian tengah, barat dan timur merupakan area yang terjadi penambahan kawasan. Dibagian wilayah pinggiran sungai juga terdapat penambahan kawasan terbangun serta mulai terlihat kerapatan kawasan terbangun pada pinggiran anak sungai. Yang mana terjadinya peningkatan kawasan terbangun 1,1 % dari pada tahun 1990.

Pada tahun 2000 luas kawasan terbangun Kota Padang mengalami penambahan area yakni 4662 ha. Dilihat dari persebarannya, bagian Utara mengalami penambahan yang cukup luas. Yang mana terjadinya peningkatan kawasan terbangun 3,92 % dari pada tahun 1995.

Pada tahun 2005, luas kawasan terbangun Kota Padang yakni 5884 ha, yang mana terjadi penambahan area kawasan terbangun di bagian utara, barat dan timur bahkan selatan. Dibagian wilayah pinggiran sungai juga terdapat penambahan kawasan terbangun serta mulai terlihat kerapatan kawasan terbangun pada pinggiran anak sungai. Yang mana terjadinya peningkatan kawasan terbangun 3,07 % dari pada tahun 2000.

Pada tahun 2010, luas kawasan terbangun Kota Padang mengalami penambahan area, yakni 6674 ha. Dilihat dari persebarannya, bagian utara dan barat mengalami penambahan area kawasan terbangun. Penambahan yang terjadi dapat dilihat lebih banyak bergerak ke arah anak sungai. Yang mana terjadinya peningkatan kawasan terbangun 1,99 % dari pada tahun 2005.

Pada tahun 2015, luas kawasan terbangun Kota Padang mengalami penambahan area, yakni 7190 ha. Dilihat dari persebarannya, bagian utara dan barat mengalami penambahan area kawasan terbangun. Penambahan yang terjadi dapat dilihat lebih banyak bergerak pinggiran kota padang. Yang mana terjadinya peningkatan kawasan terbangun 1,29 % dari pada tahun 2010.

Pada tahun 2020, luas wilayah kawasan terbangun di Kota Padang yakni 9602 ha. Perkembangan kawasan terbangun yang terjadi pada tahun 2020 terlihat di daerah perbatasan Kota Padang yang berkembang sangat luas, hal ini disebabkan oleh sedikitnya ruang yang tersedia di bagian tengah Kota Padang. Persebaran kawasan terbangun di Kota Padang pada tahun 2020 telah mencapai 17,44% dari luas wilayah Kota Padang.

Hasil penelitian perkembangan kawasan terbangun Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020, perkembangan yang terjadi terlihat sangat signifikan. Perkembangan kawasan terbangun dari tahun 1990 sampai 2020 mengalami peningkatan

sebesar 17,44%. Selama periode 30 tahun (1990 - 2020) Kota Padang mengalami perubahan yang signifikan dalam bentuk fisik maupun penggunaan lahan.

Kawasan terbangun Kota Padang mengalami perkembangan yang sangat pesat pada tahun 2000, hal ini dapat dilihat dari persebaran kawasan terbangun dan total luas kawasan terbangunnya. Dilihat dari persebarannya, perkembangan kawasan terbangun menyebar dari tengah kota sampai ke pinggiran Kota Padang. Akibat semakin merapatnya kawasan terbangun di tengah kota, maka banyak terjadi penambahan kawasan terbangun di pinggiran kota pada tahun 2020.

Tabel 1. Luas Kawasan Terbangun dan Jumlah Penduduk Tahun 1990-2020

No	Tahun	Luas Kawasan Terbangun (Ha)	Jumlah Penduduk
1	1990	2665	591.704
2	1995	3104	713.242
3	2000	4662	723.322
4	2005	5884	799.741
5	2010	6674	833.562
6	2015	7190	902.413
7	2020	9602	909.040

Sumber: Analisis, 2021

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan pada suatu wilayah akan berpengaruh terhadap perubahan suatu kawasan (Ahyuni & Nur, 2017). Perubahan lahan terbuka hijau menjadi lahan terbangun secara otomatis akan merubah tata guna lahan. Perubahan ini dapat menimbulkan degradasi lingkungan sehingga menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan dan menurunnya sumberdaya alam yang ada (Wang et al., 2021).

Perkembangan suatu kota tidak lepas dari adanya fenomena urbanisasi yang identik

dengan peningkatan jumlah penduduk dalam suatu kota. Sejalan dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, membuat perkembangan kota pun semakin meningkat. Pada prinsipnya perkembangan suatu kota menyangkut beberapa aspek, antara lain aspek politik, sosial, budaya, teknologi, ekonomi, dan fisik (Naim & Kafy, 2021).

Perkembangan kota itu sendiri menyebabkan semakin tingginya frekuensi dan keberagaman aktivitas masyarakat dalam kota (Vulova et al., 2021). Hal tersebut memberi implikasi terhadap peningkatan

kebutuhan ruang untuk menunjang berbagai aktivitas yang kompleks pada suatu kota (Niemets et al., 2021).

Berdasarkan data penelitian diatas dilihat bahwa perkembangan jumlah penduduk Kota Padang menurut masing-masing kecamatan berturut-turut dari tahun 1990 sampai 2020 selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dimana pada tahun 1990 berjumlah 591.704 jiwa dan menjadi 909.040 jiwa pada tahun 2020.

Kota Padang merupakan salah satu kota yang terletak di Provinsi Sumatera Barat yang mempunyai luas wilayah sebesar $\pm 694,93 \text{ km}^2$. Kota Padang mempunyai jumlah penduduk yang cukup besar dan selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya.

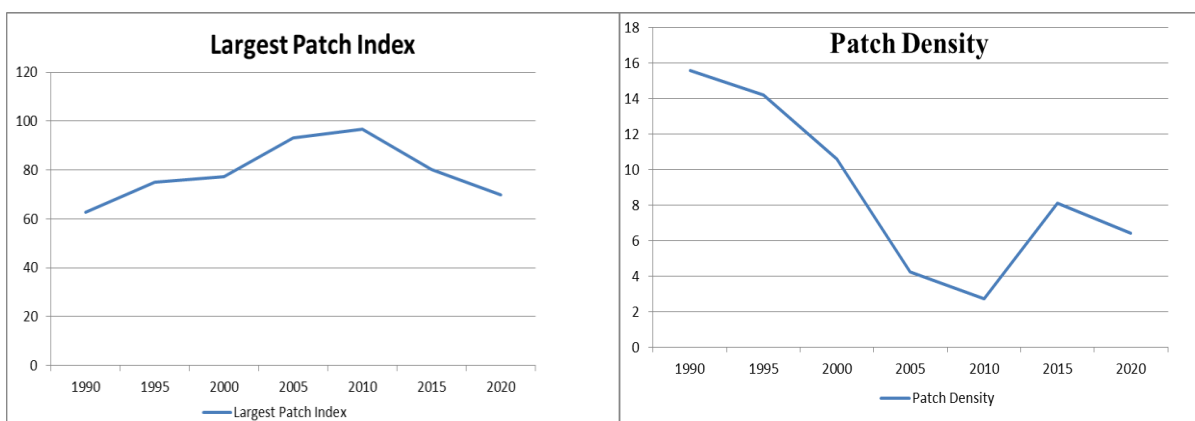
Peningkatan jumlah penduduk seperti ini dapat menyebabkan adanya peningkatan kebutuhan atau permintaan lahan. (Liao et al., 2021) menjelaskan bahwa pertumbuhan penduduk yang begitu cepat, diiringi dengan aktivitas pembangunan dalam berbagai bidang dapat menyebabkan permintaan lahan menjadi meningkat. Permintaan akan lahan dari waktu ke waktu terus meningkat,

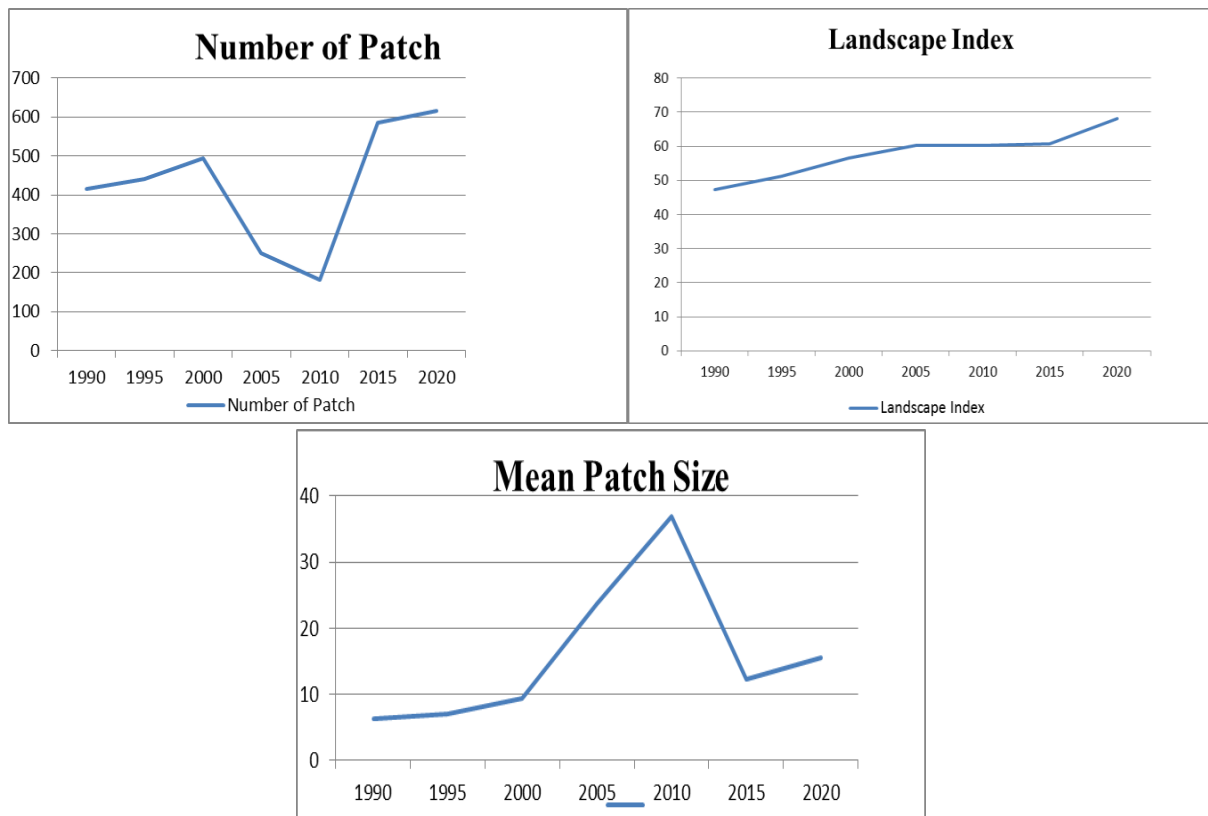
sedangkan lahan yang tersedia jumlahnya terbatas (Ahyuni, 2016). Hal seperti ini, jika tidak diimbangi dengan penggunaan lahan secara tepat dan bijak dapat menimbulkan berbagai macam masalah penggunaan lahan, salah satunya adalah alih fungsi lahan (Suasti et al., 2019).

Bentuk pola perkembangan Kota Padang tahun 1990 Sampai 2020

Dalam menentukan pola perkembangan Kota Padang, analisis yang digunakan yakni analisis menggunakan spasial metric. Metode spasial metric digunakan untuk menentukan bentuk spasial pola perkembangan pada kawasan terbangun di Kota Padang dengan menggunakan bantuan software ArcMap 10.2 dan Fragstats. Data yang digunakan yakni peta kawasan terbangun Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020.

Ada beberapa jenis metric yang digunakan dalam analisis pola perkembangan di Kota Padang, berikut hasil dari penghitungan setiap metric yang digunakan.





Gambar 3. Grafik *Largest Patch Index, Patch Density, Number of Patch, Landscape Index, dan Mean Patch Index* Tahun 1990 - 2020

Berdasarkan hasil perhitungan yang ada, beberapa ukuran yang digunakan untuk menentukan pola perkembangan Kota Padang menunjukkan arah pola perkembangan Kota Padang ke sprawl. Hal ini karena perhitungan pada setiap nilai spasial metric cenderung menunjukkan ke arah sprawl dan bisa dilihat dari persebaran kawasan terbangun di Kota Jambi dari tahun 1990 sampai 2020, yang mana kawasan terbangun di Kota Padang setiap tahunnya semakin menyebar dan berbentuk persegi panjang.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian Perkembangan Kawasan Terbangun Kota Padang Tahun 1990 - 2020, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perkembangan kawasan terbangun Kota Padang dari tahun 1990 sampai 2020, perkembangan yang terjadi terlihat sangat signifikan. Perkembangan kawasan terbangun dari tahun 1990 sampai 2020 mengalami peningkatan sebesar 6937 ha. Dilihat dari persebarannya, perkembangan kawasan terbangun menyebar dari tengah kota sampai ke pinggiran Kota Paadang.
- Bahwa pola perkembangan yang terjadi di Kota Padang setiap tahunnya semakin berkumpul dan menyebar ke arah pinggiran kota, serta kawasan terbangun berbentuk Persegi panjang Sehingga pola perkembangan di Kota Padang mengarah ke Pola sprawl

Daftar Pustaka

- Ahyuni. (2016). *Perencanaan Penggunaan Lahan*. Kencana.
- Ahyuni, & Nur, H. (2017). Carrying Capacity Assessment for Coastal Tourism and its Implication for Geographical Education. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 1(1), 36. <https://doi.org/10.24036/sjdgge.v1i1.33>
- Ahyuni, & Nur, H. (2020). Patterns of built-up area change in small cities of west Sumatra Province - Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 18(65), 156–163. <https://doi.org/10.21660/2020.65.ICGEO11>
- Alshari, E. A., & Gawali, B. W. (2021). Development of classification system for LULC using remote sensing and GIS. *Global Transitions Proceedings*, 2(1), 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.01.002>
- Antwi-Afari, P., Owusu-Manu, D. G., Ng, S. T., & Asumadu, G. (2021). Modeling the smartness or smart development levels of developing countries' cities. *Journal of Urban Management*, 10(4), 369–381. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.005>
- Ghaffarian, S., Roy, D., Filatova, T., & Kerle, N. (2021). Agent-based modelling of post-disaster recovery with remote sensing data. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60(August 2020), 102285. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102285>
- Han, P., Zhang, Q., Zhao, Y., & Li, F. Y. (2021). High-resolution remote sensing data can predict household poverty in pastoral areas, Inner Mongolia, China. *Geography and Sustainability*, 2(4), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.10.002>
- Jing, M., Cheng, L., Ji, C., Mao, J., Li, N., Duan, Z. X., Li, Z. M., & Li, M. C. (2021). Detecting unknown dams from high-resolution remote sensing images: A deep learning and spatial analysis approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 104, 102576. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102576>
- Liao, L., Zhao, C., Li, X., & Qin, J. (2021). Towards low carbon development: The role of forest city constructions in China. *Ecological Indicators*, 131, 108199. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108199>
- Naim, M. N. H., & Kafy, A. A. (2021). Assessment of urban thermal field variance index and defining the relationship between land cover and surface temperature in Chattogram city: A remote sensing and statistical approach. *Environmental Challenges*, 4(March), 100107. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100107>
- Niemets, K., Kravchenko, K., Kandyba, Y., Kobylin, P., & Morar, C. (2021). World cities in terms of the sustainable development concept. *Geography and Sustainability*, 2(4), 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.10.002>

- 2.003
- Pei, T., Xu, J., Liu, Y., Huang, X., Zhang, L., Dong, W., Qin, C., Song, C., Gong, J., & Zhou, C. (2021). GIScience and remote sensing in natural resource and environmental research: Status quo and future perspectives. *Geography and Sustainability*, 2(3), 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.08.004>
- Roy, B., & Kasemi, N. (2021). Monitoring urban growth dynamics using remote sensing and GIS techniques of Raiganj Urban Agglomeration, India. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(2), 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.02.001>
- Suasti, Y., Ahyuni, Barlian, E., Muchtar, B., Syah, N., Wilis, R., Prarikeslan, W., Mariya, S., & Rahmi, L. (2019). A typology model of population growth characteristics and land limitations in regency and city, West Sumatra Province - Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 17(62), 1–8. <https://doi.org/10.21660/2019.62.65854>
- Tang, W. (2021). Decentralization and development of small cities: Evidence from county-to-city upgrading in China. *China Economic Quarterly International*, 1(3), 191–207. <https://doi.org/10.1016/j.ceqi.2021.05.002>
- Vulova, S., Meier, F., Rocha, A. D., Quanz, J., Nouri, H., & Kleinschmit, B. (2021). Modeling urban evapotranspiration using remote sensing, flux footprints, and artificial intelligence. *Science of the Total Environment*, 786. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147293>
- Wang, L., Chen, C., Xie, F., Hu, Z., Zhang, Z., Chen, H., He, X., & Chu, Y. (2021). Estimation of the value of regional ecosystem services of an archipelago using satellite remote sensing technology: A case study of Zhoushan Archipelago, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 105, 102616. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102616>
- Wu, H., Guo, B., Fan, J., Yang, F., Han, B., Wei, C., Lu, Y., Zang, W., Zhen, X., & Meng, C. (2021). A novel remote sensing ecological vulnerability index on large scale: A case study of the China-Pakistan Economic Corridor region. *Ecological Indicators*, 129, 107955. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107955>
- Zheng, X., Wang, F., Qi, M., & Meng, Q. (2021). Planning remote sensing emergency services: Bridging the gap between remote sensing science and emergency practice in China. *Safety Science*, 141, 105346. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105346>