



## CLUSTERING DAN VISUALISASI BENTUK KOTA DI JAWA TIMUR

Firman Afrianto<sup>1)</sup>, Annisa Dira Hariyanto<sup>1)</sup>

<sup>1)2)</sup> PT. Sagamartha Ultima

email: firman.afr@gmail.com

email: dirahariyanto23@gmail.com

---

### Abstrak

Morfologi kota yang pada awalnya didasarkan pada ilmu geografi merupakan studi yang mempelajari tentang bentuk kota. Bentuk kota dihasilkan dari proses yang panjang dengan adanya campur tangan manusia. Perkembangan kota yang terus menerus tanpa adanya pengendalian akan mengakibatkan munculnya bentuk kota yang tidak beraturan, tidak kompak dan memiliki orientasi yang tidak jelas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bentuk kota serta clustering bentuk-bentuk kota di Jawa Timur berbasis jaringan jalan sebagai sistem pelengkap utamanya. Identifikasi bentuk kota ditinjau dari tiga aspek meliputi compactness, sprawl dan orientation. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kota Batu mengalami urban sprawl paling tinggi dan Kota Blitar mengalami urban sprawl paling rendah. Hasil perhitungan Nearest Neighbor Index menunjukkan Kota Batu memiliki bentuk kekompakan kota yang paling rendah dan Kota Mojokerto memiliki bentuk kekompakan kota yang paling tinggi. Hasil perhitungan Z Score menunjukkan Kota Surabaya memiliki bentuk penyebaran kota yang paling rendah dan Perkotaan Magetan memiliki bentuk penyebaran kota yang paling tinggi. Nilai dari t-SNE menunjukkan empat kluster bentuk kota dengan tiga variabel memiliki korelasi yang kuat.

**Kata Kunci:** Bentuk Kota, Claster, Entropy, Morfologi

### Abstract

City morphology, originally a field in geography, is a study of the shape of the cities. The shape of the cities is the result of a long process with human intervention. The continuous development of a city without any control will result in the emergence of an irregular city shape, not compact and having an unclear orientation. This study aims to identify the shape of the cities and the clustering of city forms in East Java based on the road network as the main complementary system. Identification of the shape of the city in terms of three aspects including compactness, sprawl, and orientation. The results of the analysis show that Batu City experienced the highest urban sprawl and Blitar City experienced the lowest urban sprawl. The results of the Nearest Neighbor Index calculation show that Batu City has the lowest form of city cohesiveness while Mojokerto City has the highest form of city cohesiveness. The results of the Z Score calculation show that Surabaya City has the lowest form of urban distribution and the city of Magetan has the highest form of urban distribution. The value of t-SNE shows that four clusters of city forms with three variables have a strong correlation.

**Keyword:** Clustering, Entropy, Morphology, Urban Form

## 1. PENDAHULUAN

Kajian terkait morfologi kota terus meningkat dari awal hingga abad ke-21. Studi baru dari disiplin ilmu arsitektur telah ditambahkan ke penelitian-penelitian tentang morfologi kota, yang pada awalnya dimulai hanya atas dasar disiplin ilmu geografi (Ardıçođlu, 2021). Morfologi kota secara sederhana merupakan studi tentang bentuk kota (Yunus, 2000; Gauthier & Gilliland, 2006; Sanders, 2008; Sadeghi & Li, 2019; Scheer, 2019). Secara garis besar, Yunus (2000) mengindikasikan bahwa kajian morfologi kota terdiri dari analisis bentuk kota dan faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk kota. Adapun bentuk kota dapat ditinjau dari beberapa aspek, meliputi *compactness*, *sprawl* dan *orientation*.

Kota dan bentuknya tidak muncul secara alami, terdapat campur tangan manusia yang berperan menciptakan suatu kompleksitas dalam terbentuknya kota. Kota berkembang dan berubah seiring waktu di berbagai skala geografis yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Crooks et al., 2007), sehingga kota bukan sesuatu yang statis, namun bergerak secara dinamis. Hal tersebut mengindikasikan adanya sebuah urgencitas untuk mempelajari morfologi kota, sebagai akibat dari perubahan kota.

Beberapa dekade terakhir terdapat minat penelitian yang cukup besar terhadap kota yang berkelanjutan. Bentuk kota (*urban form*) seringkali di perdebatkan sebagai salah satu aspek dalam melihat keberlanjutan kota terutama terkait *compactness dan sprawl* (Jabareen, 2006; Hermand and Quesada 2019; Scheer, 2019; Mobaraki, 2022). Hal tersebut dikarenakan terdapat korelasi yang signifikan antara salah satu sistem pelengkap utama bentuk kota yaitu jaringan jalan dengan indikator keteraturan spasial (*entropy*) (Boeing, 2019), dimana korelasi ini dapat mengidentifikasi kondisi *sprawl*. Jaringan jalan memiliki atribut fisik serta sosial, tulang punggung kota dan merupakan faktor penting untuk pembangunan kota yang berkelanjutan. Hirarki, tata letak, dan karakteristik fungsional maupun struktural dari jaringan jalan memiliki

dampak pada keberlanjutan spasial dan temporal (Li et al., 2022).

Sejalan dengan tingginya minat dalam mengkaji bentuk kota, identifikasi bentuk kota menjadi kompleks akibat banyaknya pendekatan yang berbeda (Kropf, 2009). Perbedaan pendekatan ini dikarenakan munculnya berbagai sudut pandang terhadap parameter bentuk kota, cara menganalisis dan sudut pandang lainnya. Kesulitan menganalisis bentuk kota terletak pada perbedaan konsep akibat aspek multidisiplin dari bidang studi ini. Hal ini mengindikasikan bahwa bentuk kota dan kajiannya selalu bergantung pada peneliti dan latar belakangnya (Hermand & Quesada, 2019).

Provinsi Jawa Timur memiliki luas wilayah 47.799 km<sup>2</sup> dengan 38 kabupaten/kota (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2019). Kota-kota di Jawa Timur terus mengalami perkembangan yang pesat dari segi demografi maupun fisik spasialnya. Perkembangan kota yang terus menerus tanpa adanya pengendalian akan mengakibatkan munculnya bentuk kota yang tidak beraturan, tidak kompak dan memiliki orientasi yang tidak jelas. Permasalahan ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Peralihan wilayah metropolitan, kota, atau desa dari masa lalu ke kondisi sekarang menggambarkan proses pertumbuhan kota yang memberikan dampak pada bentuk dan struktur kota. Oleh karena itu, analisis morfologi kota khususnya bentuk kota menjadi kunci penting bagi pembangunan kota untuk mengidentifikasi dan menentukan ketahanan sistem kota secara keseluruhan yang akan menciptakan dinamika kota (Marina & Mohd Noor, 2014).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya kajian terkait identifikasi bentuk kota serta *clustering* bentuk-bentuk kota di Jawa Timur, agar dapat diketahui kota-kota yang membutuhkan perencanaan maupun pengendalian yang tinggi. Hal ini sejalan dengan Sitompul & Roychansyah (2018), yang mengindikasikan bahwa identifikasi bentuk kota (morfologi) memiliki peran yang penting dalam membantu kota berkembang. Penelitian ini berfokus pada identifikasi bentuk-bentuk

kota dan ibukota kabupaten di Jawa Timur berdasarkan satu sistem pelengkap utama bentuk kota yaitu jaringan jalan. Tiga aspek bentuk kota akan diidentifikasi masing-masing, yang selanjutnya dilakukan *clustering* bentuk kota.

## 2. KAJIAN LITERATUR

Asal usul istilah morfologi adalah “*morphe*” (bentuk) dan “*logie*” (logika), sehingga morfologi adalah logika memahami bentuk (Sadeghi & Li, 2019; Sadeghi & Li, 2019; Ardiçoğlu, 2021). Morfologi kota, secara sederhana adalah studi tentang bentuk kota. Beberapa literatur, mendefinisikan morfologi kota sebagai ilmu yang mempelajari tentang bentuk, struktur maupun proses munculnya bentuk kota (Yunus, 2000; Gauthier & Gilliland, 2006; Sanders, 2008; Sadeghi & Li, 2019; Scheer, 2019). Literatur lainnya menyatakan bahwa morfologi kota adalah suatu pendekatan untuk mempelajari dan merancang bentuk kota dengan mempertimbangkan komponen fisik maupun spasial dari struktur perkotaan, yang kesemuanya merupakan bagian dari proses evolusi perkembangan bagian kota tertentu (Sanders, 2008). Selain itu, Moudon (1997) dan Arsiya Ravari & Mazloomi (2015) memahami morfologi kota sebagai bidang studi yang berfokus pada proses pembentukan pemukiman manusia dan transformasinya. Adapun tiga prinsip dari analisis morfologi menurut Moudon, meliputi:

1. Bentuk kota ditentukan oleh tiga elemen yaitu fisik (bangunan dan ruang terbuka / solid dan void), petak lahan dan jalan
2. Bentuk kota dapat dipahami dari tingkat resolusi yang berbeda (bangunan, jalan, kota dan wilayah)
3. Bentuk kota dapat dipahami secara historis

Secara garis besar, Yunus (2000) mengindikasikan bahwa kajian morfologi kota terdiri dari analisis bentuk kota dan faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk kota. Adapun bentuk kota dapat ditinjau dari beberapa aspek, meliputi *compactness*,  *sprawl* dan *orientation*. Definisi untuk bentuk kota belum disepakati secara universal (Tsai,

2005), hal ini juga menjadi penyebab timbul berbagai sudut pandang berbeda terhadap bentuk kota. Bentuk kota ditentukan oleh empat sistem pelengkap utama, meliputi jaringan jalan/*path*, petak lahan/persil/mintakat/lot, pola permukiman dan ruang terbuka/*void* (Jones & Macdonald, 2004; Hermand & Quesada, 2019). Berbeda dengan Rode et al. (2014) mengindikasikan terdapat tiga elemen fisik dasar dari bentuk kota yaitu bangunan dan ruang terbuka, petak lahan/persil/mintakat/lot, dan jaringan jalan. Selain itu, bentuk kota dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu kepadatan, keragaman dan pola struktur spasial (Tsai, 2005).

Aspek bentuk kota yang pertama yaitu *compactness* (kekompakan), mengacu pada indikator kedekatan dan konektivitas, bahwa pembangunan perkotaan masa depan harus dilakukan berdekatan dengan kota yang memiliki struktur memadai (Jabareen, 2006). Kemudian  *sprawl* sering didefinisikan melalui empat karakteristik penggunaan lahan meliputi kepadatan rendah, *scattered development*, *commercial strip development* dan *leapfrog* (Ewing, 1997). Sedangkan *orientation* merupakan jalur yang dibangun sesuai dengan arah geografis. Dalam hal ini, jalur dibagi menjadi dua kategori utama yaitu Utara-Selatan dan Timur-Barat (Ravari & Mazloomi, 2014).

Perhitungan *entropy* memakai formula *Shannon Entropy* untuk menemukan tingkat  *sprawl* dari suatu Kawasan. Formula dari perhitungan entropy ini adalah (Boeing, 2019):

$$H_n = - \sum_{i=1}^n P_i \log(P_i)$$

$H_n$  : Entropy jalan n

$P_i$  : Proporsi jaringan jalan dalam suatu kawasan

n : Jumlah Jaringan Jalan dalam suatu Kawasan

Perhitungan Nearest Neighbor Index dan Z Score dilakukan untuk mengetahui seberapa kompak (*Clustering*) dan menyebar (*Dispersion*) bentukan suatu kota. Formula dari perhitungan *Nearest Neighbor Index dan Z Score* adalah sebagai berikut (Boeing, 2019):

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E}$$

where  $\bar{D}_O$  is the observed mean distance between each feature and its nearest neighbor:

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

and  $\bar{D}_E$  is the expected mean distance for the features given in a random pattern:

$$\bar{D}_E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}}$$

In the above equations,  $d_i$  equals the distance between feature  $i$  and its nearest neighboring feature,  $n$  corresponds to the total number of features, and  $A$  is the area of a minimum enclosing rectangle around all features, or it's a user-specified Area value.

The average nearest neighbor z-score for the statistic is calculated as:

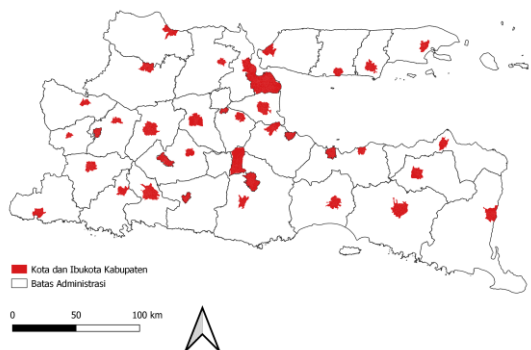
$$z = \frac{\bar{D}_O - \bar{D}_E}{SE}$$

where:

$$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

### 3. METODE PENELITIAN

Ruang lingkup lokasi penelitian ini yaitu kota dan ibukota kabupaten di Jawa Timur.



Sumber : GDAM, 2022

**Gambar 1** Persebaran Kota dan Ibukota Kabupaten di Jawa Timur

Penelitian ini menggunakan pendekatan secara kuantitatif yaitu pencapaian tujuan melalui teori, data dan fakta. Adapun jenis penelitian ini yaitu penelitian eksploratori yang merupakan penelitian untuk mencari jawaban dari munculnya kejadian tertentu.

Adapun penelitian ini memiliki batasan yaitu bentuk kota ditinjau dari aspek *compactness*, *sprawl* dan *entropy* serta sistem pelengkap utama dari bentuk kota yang digunakan yaitu berbasis jaringan jalan, sehingga kebutuhan data utama dari penelitian ini berupa jaringan jalan dan nodes

(persimpangan jalan). Hal ini sejalan dengan pernyataan Sanders (2008) yaitu, jalan menggambarkan jaringan morfologi kota dalam bentuk yang terintegrasi, sehingga jalan menjadi komponen utama dari morfologi (Sanders, 2008). Pengumpulan data hanya diperoleh melalui survei sekunder, yaitu OSM (*Open Street Map*) melalui *plugin* QuickOSM dalam Software QGIS 3.16.

Teknik analisis yang digunakan meliputi:

1. *Entropy Index*, untuk mengidentifikasi aspek *sprawl* dengan menggunakan *software* DepthmapX 0.80
2. *Nearest Neighbour Index* dan Z Score, untuk mengidentifikasi *compactness* dengan menggunakan *software* QGIS 3.16 LTR
3. Rose Diagram, untuk mengidentifikasi *orientation* dengan menggunakan *plugin* NetworkGT dalam *software* QGIS 3.16 LTR
4. t-SNE, untuk menghasilkan *clustering* bentuk kota dari ke-3 (tiga) aspek bentuk kota dihasilkan dari *software* GeoDa 1.20.08

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses mengidentifikasi bentuk kota dimulai dengan proses ekstraksi nodes jalan setelah sebelumnya dilakukan perbaikan topologi. Jaringan jalan diperoleh dari proses ekstraksi OSM (*Open Street Map*) dengan *plugin* QuickOSM dalam Software QGIS 3.16 LTR. Dari *nodes* jaringan jalan kemudian dilakukan perhitungan *Entropy* dengan bantuan Software DepthmapX 0.80 dan perhitungan *Nearest Neighbor Index*, dan *Z Score* dengan Software QGIS 3.16 LTR.

1. Jumlah *Nodes* tertinggi berada di Kota Surabaya dan terendah di Perkotaan Magetan
2. Nilai *Average Entropy* tertinggi berada di Kota Batu dan terendah di Kota Blitar
3. Nilai *Nearest Neighbor Index* tertinggi berada di Kota Mojokerto dan terendah di Kota Batu
4. Nilai *Z Score* tertinggi berada di Perkotaan Magetan dan terendah di Kota Surabaya

Visualisasi dari nilai *Nodes*, *Average Entropy*, *Nearest Neighbor Index* dan *Z Score* dapat dilihat pada gambar 1 hingga 5.

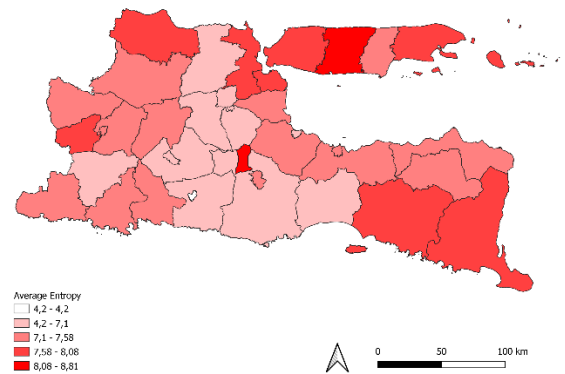
**Tabel 1 Jumlah Nodes, Average Entropy, Nearest Neighbor Index, dan Z Score**

No	Kota	Number of Nodes	Average Entropy	NN Index	Z Score
1	Bangil	3.254	7,32	0,46	-58,42
2	Bangkalan	3.688	7,94	0,46	-62,96
3	Banyuwangi	7.145	7,81	0,55	-73,53
4	Bojonegoro	4.032	7,54	0,59	-50,08
5	Bondowoso	2.476	7,58	0,54	-43,87
6	Gresik	10.427	8,08	0,53	-91,13
7	Jember	8.005	8,06	0,51	-83,41
8	Jombang	5.947	7,10	0,65	-51,30
9	Kanigoro	1.844	6,71	0,65	-28,53
10	Kepanjen	3.610	6,85	0,47	-60,03
11	Kota Batu	8.963	8,81	0,45	-100,41
12	Kota Blitar	3.588	4,20	0,62	-43,29
13	Kota Kediri	6.495	6,93	0,52	-74,24
14	Kota Madiun	5.973	7,22	0,70	-45,01
15	Kota Malang	35.205	7,31	0,65	-122,64
16	Kota Mojokerto	4.423	6,96	0,71	-37,11
17	Kota Pasuruan	4.413	6,93	0,59	-50,98
18	Kota Probolinggo	7.206	7,29	0,60	-64,37
19	Kota Surabaya	68.224	7,92	0,60	-195,39
20	Kraksaan	1.222	7,33	0,56	-28,84
21	Lamongan	1.898	6,59	0,54	-37,76
22	Lumajang	3.968	7,09	0,46	-64,65
23	Magetan	1.193	7,99	0,58	-27,36
24	Mejayan	1.231	7,32	0,57	-28,75
25	Mojosari	3.503	7,06	0,61	-43,85
26	Nganjuk	5.218	7,24	0,52	-65,77
27	Ngawi	1.910	7,58	0,52	-39,88
28	Pacitan	1.882	7,46	0,58	-34,48
29	Pamekasan	6.053	7,52	0,57	-63,62
30	Pare	2.095	6,62	0,67	-28,91
31	Ponorogo	3.910	6,94	0,64	-41,90
32	Sampang	3.051	8,44	0,62	-39,93
33	Sidoarjo	14.300	7,21	0,64	-80,68
34	Situbondo	1.923	7,53	0,46	-44,46
35	Sumenep	2.474	7,80	0,51	-46,25
36	Trenggalek	1.420	7,24	0,53	-33,54
37	Tuban	5.683	7,65	0,48	-73,72
38	Tulungagung	5.482	7,50	0,62	-53,08

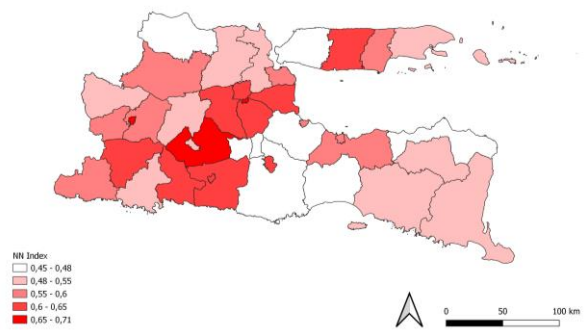
Sumber : Hasil Analisis, 2022



Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 2 Persebaran Jumlah Nodes Jalan Kota dan Ibukota Kabupaten di Jawa Timur**



Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 3 Persebaran Nilai Average Entropy Jaringan Jalan Kota dan Ibukota Kabupaten di Jawa Timur**



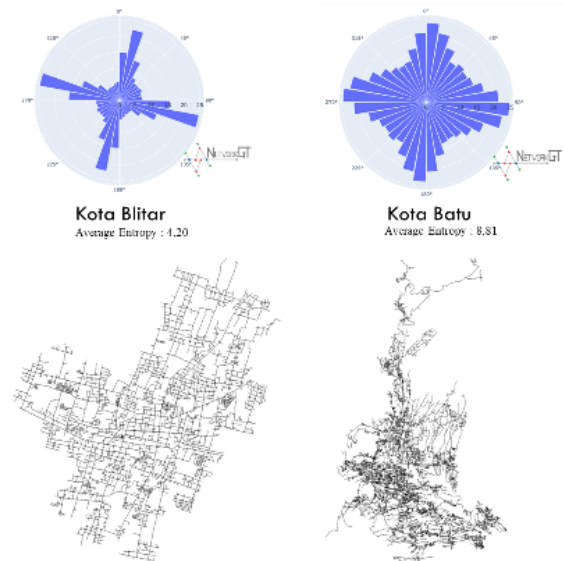
Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 4 Persebaran Nilai Nearest Neighbor Index Jaringan Jalan Kota dan Ibukota Kabupaten di Jawa Timur**



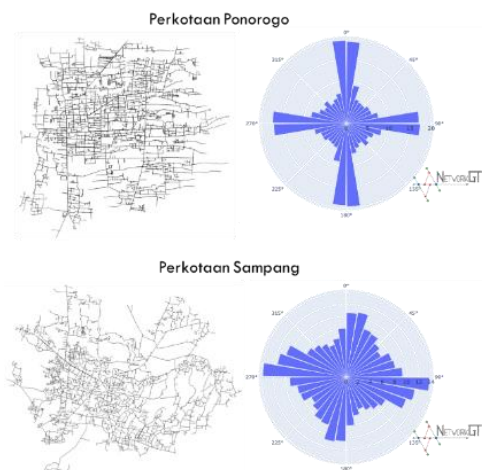
Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 5** Persebaran Nilai Z Score Jaringan Jalan Kota dan Ibukota Kabupaten di Jawa Timur

Visualisasi bentuk kota dari orientasi arah mata angin jaringan jalan diperoleh dari konversi akumulasi orientasi tersebut kedalam diagram. Rose Diagram dalam hal ini dipilih karena dapat menyajikan grafik dari akumulasi orientasi dalam satuan kemiringan derajat ( $^{\circ}$ ). Proses transformasi ini dibantu oleh *plugin* NetworkGT dalam Software QGIS 3.16 LTR. Proses tersebut dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.

tinggi. Hasil perhitungan menunjukkan Kota Batu mengalami urban sprawl paling tinggi dan Kota Blitar mengalami urban sprawl paling rendah (Gambar 7). Visualisasi urutan kota/ibukota kabupaten di Jawa Timur dapat dilihat pada gambar 8.

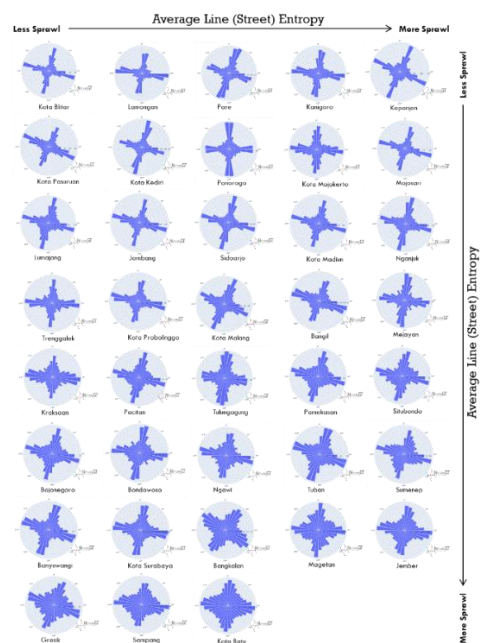


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 7** Visualisasi Kota Dengan Nilai Average Entropy Terendah dan Tertinggi

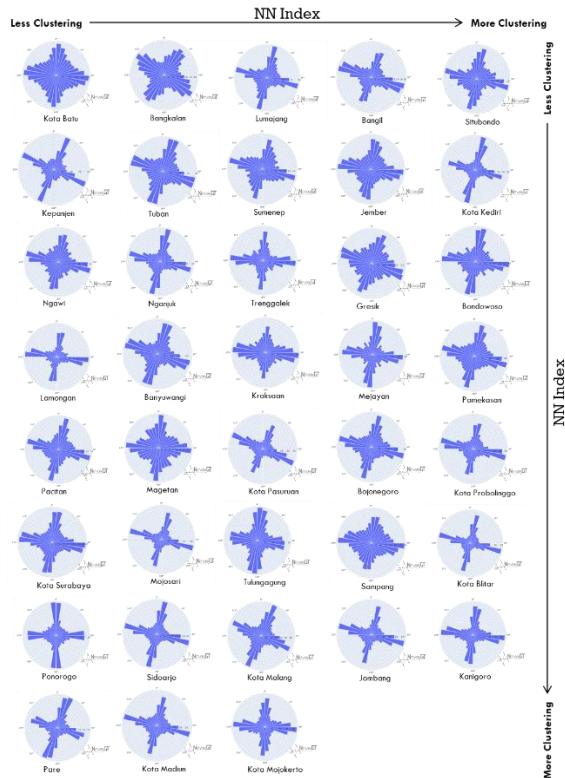


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 6** Contoh Proses Transformasi Visualisasi Orientasi Jaringan Jalan kedalam Rose Diagram

Penilaian *Average Entropy* memberikan informasi mengenai wilayah kota/ibukota kabupaten yang mengalami perembetan perkotaan (*urban sprawl*) rendah hingga

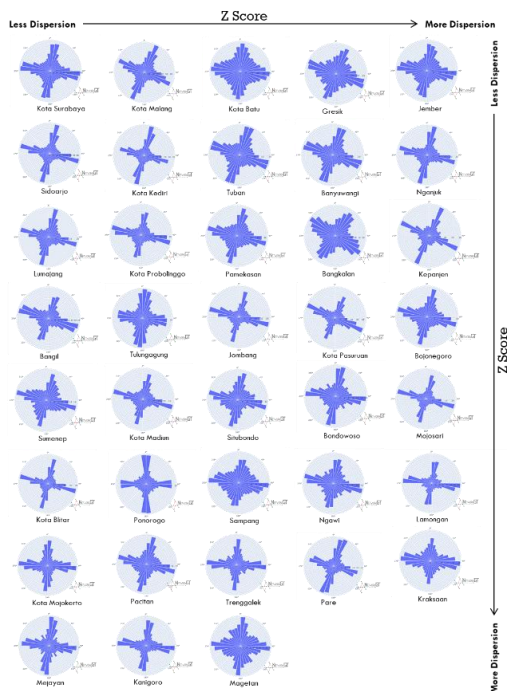


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 8** Visualisasi Bentuk Kota Berdasarkan Average Entropy Jaringan Jalan

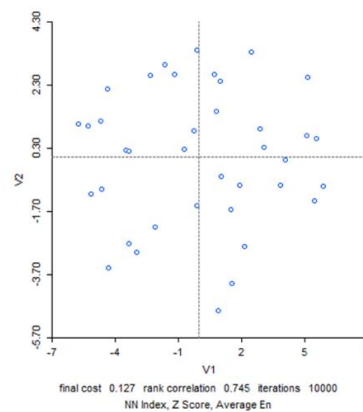
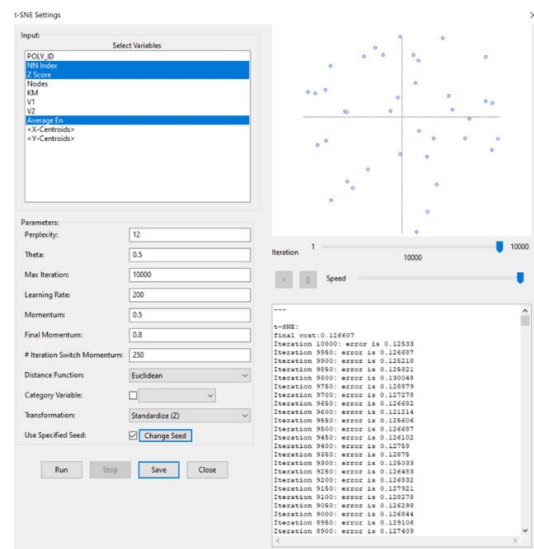


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 9** Visualisasi Bentuk Kota Berdasarkan *Nearest Neighbor Index* Jaringan Jalan

*Nearest Neighbor Index* dan *Z Score* menunjukkan seberapa kompak dan menyebar bentuk suatu kota. Hasil perhitungan *Nearest Neighbor Index* menunjukkan Kota Batu memiliki bentuk kekompakan kota yang paling rendah dan Kota Mojokerto memiliki bentuk kekompakan kota yang paling tinggi. Visualisasi urutan kota/ibukota kabupaten di Jawa Timur dapat dilihat pada gambar 9. Hasil perhitungan *Z Score* menunjukkan Kota Surabaya memiliki bentuk penyebaran kota yang paling rendah dan Perkotaan Magetan memiliki bentuk penyebaran kota yang paling tinggi. Visualisasi urutan kota/ibukota kabupaten di Jawa Timur dapat dilihat pada gambar 10.

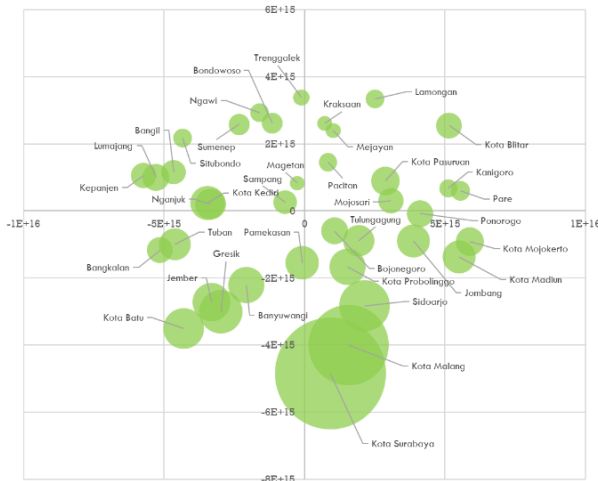


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 10** Visualisasi Bentuk Kota Berdasarkan *Z Score* Jaringan Jalan

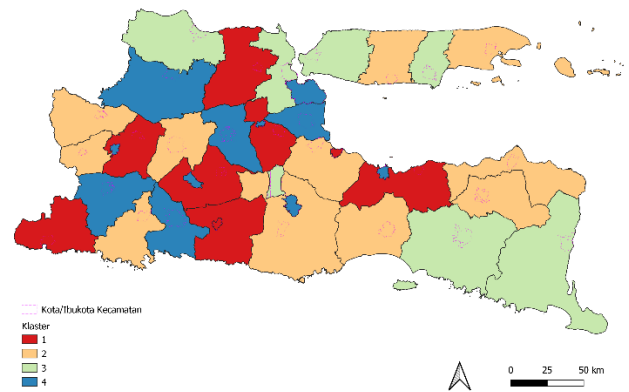


Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 11** Perhitungan *t-SNE* dengan *GEODA*

Klaster dari nilai Variabel *Entropy*, *NN Index*, dan *Z Score* ditemukan dari metode t-SNE. Metode ini digunakan untuk menyederhanakan bentuk kluster dari data berdimensi tinggi. Indikator t-SNE menggunakan perplexity 12 dan maximum iterations 10.000. dari hasil perhitungan didapatkan angka korelasi 0,745 (tinggi) sehingga disimpulkan kluster yang dihasilkan dapat diterima.



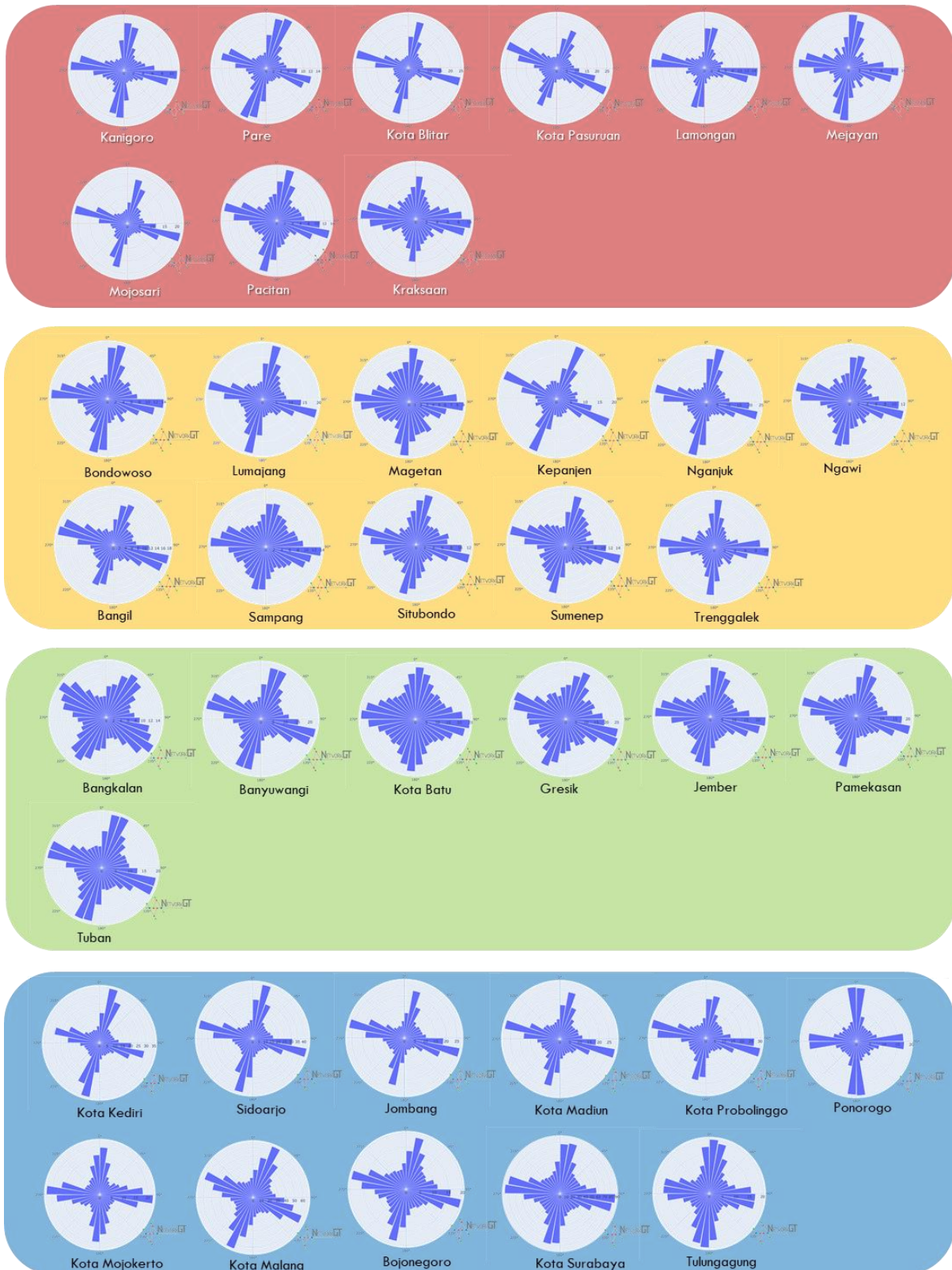
Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 12 Bubble Chart Perhitungan t-SNE**



Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 13 Peta Persebaran Kluster Bentuk Kota dengan Variabel Entropy, NN Index, dan Z Score**

Klaster dari nilai Variabel *Entropy*, *NN Index*, dan *Z Score* yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

1. Klaster I : Kanigoro, Pare, Kota Blitar, Kota Pasuruan, Lamongan, Mojokerto, Mojokerto, Pacitan, Kraksaan.
2. Klaster II : Bondowoso, Lumajang, Magetan, Kepanjen, Nganjuk, Ngawi, Bangil, Sampang, Situbondo, Sumenep, Trenggalek.
3. Klaster III : Bangkalan, Banyuwangi, Kota Batu, Gresik, Jember, Pamekasan, Tuban.
4. Klaster IV : Bojonegoro, Jombang, Kota Kediri, Kota Madiun, Kota Malang, Kota Mojokerto, Kota Probolinggo, Ponorogo, Sidoarjo, Kota Surabaya, Tulungagung.



Sumber : Hasil Analisis, 2022  
**Gambar 14 Kluster Bentuk Kota dengan Variabel Entropy, NN Index, dan Z Score**

## 5. KESIMPULAN

Visualisasi bentuk kota di Jawa Timur dapat disajikan dari orientasi jaringan jalannya yang kemudian digambarkan dalam rose diagram. Dari nilai entropi didapatkan kota dengan *sprawl* tertinggi adalah Kota Batu dan terendah Perkotaan Lumajang. Dari nilai *Nearest Neighbor Index* didapatkan bentuk kota dengan kompaksi (*clustered*) tertinggi adalah Kota Mojokerto dan terendah Kota Batu. Dari nilai *Z Score* didapatkan bentuk kota dengan penyebaran (*dispersion*) tertinggi adalah Perkotaan Magetan dan terendah Kota Surabaya. Nilai dari t-SNE menunjukkan empat klaster bentuk kota dengan 3 variabel memiliki korelasi yang kuat dengan nilai 0,745.

Kedepan diperlukan pengembangan penelitian bentuk kota ini dengan mempertimbangkan pola perkembangan lahan secara temporal, sehingga dengan bentuk kota tertentu dapat dihasilkan penanganan yang tepat berdasarkan karakternya. Klaster yang dihasilkan perlu dilanjutkan dengan perhitungan LISA (*local indicator of spatial association*) untuk mengetahui prioritas penanganan.

Penelitian ini hanya mengkaji variabel morfologi kota dari bentuknya, ke depan diperlukan studi mengenai faktor yang mempengaruhinya sehingga didapatkan gambaran morfologi yang utuh dan kompleks mengenai bentuk kota dan faktor yang mempengaruhinya.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan ucapan terimakasih kepada PT. Sagamartha Ultima yang memberikan dorongan baik moril maupun materiil terhadap penyelesaian penelitian ini.

## 7. REFERENSI

- Ardıçoğlu, R. (2021). *The theoretical framework of urban morphology* (Issue October).
- Arsiya Ravari, A., & Mazloomi, M. (2015). A Framework for Urban Morphology with Respect to the Form. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 8(14), 91–103.
- Boeing, G. (2019). Urban Spatial Order: Street Network Orientation, Configuration, and Entropy. *Network Science*, 3, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0189-1>
- Crooks, A. T., Castle, C., & Batty, M. (2007). *Key Challenges in Agent-Based Modelling for Geo-Spatial Simulation* (Vol. 44, Issue 0). [www.casa.ucl.ac.uk](http://www.casa.ucl.ac.uk)
- Ewing, R. (1997). Is Los Angeles Style Sprawl Desirable? *APA Journal*.
- Gauthier, P., & Gilliland, J. (2006). Mapping urban morphology: A classification scheme for interpreting contributions to the study of urban form. *Urban Morphology*, 10(1), 41–50.
- Hernand, S., & Quesada, M. G. (2019). Rethinking the Impact of Urban Form in Sustainable Urban Planning Policy. *European Journal of Sustainable Development*, 8(2), 325. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n2.p325>
- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38–52. <https://doi.org/10.1177/0739456X05285119>
- Kropf, K. (2009). Aspects of urban form. *Urban Morphology*, 13(2), 105–120. <https://doi.org/10.1002/9781118747711.ch3>
- Li, X., Qian, Y., Zeng, J., Wei, X., & Guang, X. (2022). *Measurement of Street Network Structure in Strip Cities: A Case Study of Lanzhou, China*.
- Marina, M. N., & Mohd Noor, N. (2014). Urban morphology analysis by remote sensing and GIS technique, case study: Georgetown, Penang. *35th Asian Conference on Remote Sensing 2014, ACRS 2014: Sensing for Reintegration of Societies*.
- Mobaraki, A. (2022). *A Conceptual Model for Assessing the Relationship between Urban Morphology and Sustainable Urban Form*.
- Moudon, A. V. (1997). *Urban Morphology as an Emerging Interdisciplinary Field* (Vol. 1, Issue 1, pp. 3–10).

- <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1956.tb05265.x>
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. (2019). *Data Dinamis Perekonomian Jawa Timur*.
- Ravari, A. A., & Mazloomi, M. (2014). *Determination of "FORM" Attribute in Urban Morphology*. 4(7), 122–126.
- Rode, P., Keim, C., Robazza, G., Viejo, P., & Schofield, J. (2014). Cities and energy: Urban morphology and residential heat-energy demand. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 41(1), 138–162.  
<https://doi.org/10.1068/b39065>
- Sanders, P. (2008). *Presenting The Past: The Impact Of Urban Morphology In Shaping The Form Of The City*. 1–8.
- Scheer, B. C. (2019). Urban Morphology as a Research Method. *Planning Knowledge and Research*, February, 167–181.  
<https://doi.org/10.4324/9781315308715-11>
- Sitompul, C. M., & Roychansyah, M. S. (2018). *Identifikasi Perkembangan Morfologi Kotalama Semarang*. D007-D013. <https://doi.org/10.32315/ti.7.d007>
- Tsai, Y. H. (2005). Quantifying urban form: Compactness versus "sprawl." *Urban Studies*, 42(1), 141–161.  
<https://doi.org/10.1080/0042098042000309748>
- Yunus, H. S. (2000). *Struktur tata ruang kota*. Pustaka Pelajar.