

## Pemetaan Presentase Kepadatan Bangunan Menggunakan Model Regresi Berdasarkan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kota Bandung)

Amri Rosyadi<sup>a</sup>, Maulidini Fatimah Azahra<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 55281

<sup>b</sup>Geografi, Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia, 57162

\* maulidini.fatimah.azahra@mail.ugm.ac.id



Dikirim: 1 Feb 2019;

Diterima: 15 Feb 2019;

Diterbitkan: 28 Feb 2019.

**Abstrak.** Perkembangan kota dan penduduk menyebabkan semakin meningkatnya jumlah bangunan pada suatu wilayah. Identifikasi kepadatan bangunan dapat menggunakan citra penginderaan jauh yang relatif lebih cepat. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kepadatan bangunan di Kota Bandung berdasarkan model regresi. Metode yang digunakan untuk identifikasi kepadatan bangunan dalam penelitian ini adalah regresi dengan memanfaatkan indeks *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Hasil dari penelitian ini adalah model regresi  $Y=0.071+0.001X$  yang dapat digunakan untuk memetakan kepadatan bangunan dengan nilai  $r$  square pada 0.383. Metode ini dinilai sangat cepat dan akurat dibandingkan metode lain untuk melakukan kepadatan bangunan.

**Kata kunci:** Kepadatan Bangunan, Landsat 8, NDBI, Regresi

---

**Abstract.** The development of cities and population causes an increasing number of buildings in an area. Building density identification can use relatively faster remote sensing imagery. This study aims to map the density of buildings in the city of Bandung based on the regression model. The method used to identify building density in this study is regression using the *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) index. The results of this study are regression models  $Y = 0.071 + 0.001X$  which can be used to map building densities with  $r$  square values at 0.383. This method is considered to be very fast and accurate compared to other methods for building density.

**Keywords:** Building Density, Landsat 8, NDBI, Regression

## I. PENDAHULUAN

Kota merupakan wilayah administrasi setara dengan kabupaten yang keberadaannya ditentukan oleh undang-undang [1]. Kota merupakan pusat-pusat kegiatan masyarakat mulai dari pemerintahan, ekonomi, sosial, budaya, industri dan lainnya. Kota memiliki tingkat pertumbuhan wilayah lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah di sekitarnya. Perkembangan ini dapat memicu pertumbuhan jumlah bangunan.

Perkembangan wilayah juga tidak lepas dari masalah kependudukan. Semakin banyaknya penduduk dan terkonsentrasinya aktivitas penduduk di pusat kota maka mengakibatkan pembangunan yang intensif untuk memenuhi lahan-lahan permukiman atau peningkatan fasilitas pelayanan. Pembangunan yang intensif tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan yang memadai sehingga mengakibatkan semakin padatnya bangunan. Kepadatan bangunan yang terus terjadi dapat menyebabkan dampak negatif seperti penurunan kualitas kesehatan masyarakat, penurunan kualitas tempat tinggal, dan ketidaksesuaian dengan tata ruang wilayah. [2].

Pemetaan kepadatan bangunan secara langsung tidaklah mudah diperlukan survei pengukuran bangunan dan lahan secara menyeluruh. Sedangkan daerah-daerah yang semakin padat atau kumuh menjadi sangat sulit untuk melakukan pengukuran disebabkan aksesibilitas yang semakin sulit. Penginderaan Jauh mejadi solusi dari masalah tersebut dengan mudah dan murah. Perkembangan ilmu dan metode dalam penerapan citra penginderaan jauh yang semakin beragam memungkinkan pemetaan kepadatan bangunan menjadi lebih efisien. Kelebihan penggunaan citra penginderaan jauh memungkinkan diolah menggunakan berbagai cara algoritma matematika untuk memperoleh informasi yang baru. Informasi yang dihasilkan dapat dikombinasikan dengan informasi lain untuk uji akurasi dan interpretasi dari hasil [3].

Selama dua dekade terakhir, citra penginderaan jauh telah dimanfaatkan untuk perhitungan area terbangun dan menjadi alat populer dikalangan penelitian [4]. Pemanfaatan citra penginderaan jauh dalam perhitungan area terbangun salah satunya adalah dengan *Normalized Difference Built-up Index* atau NDBI. NDBI banyak digunakan untuk pemetaan lahan terbangun dengan memanfaatkan algoritma dua saluran citra penginderaan jauh terkait lahan terbangun dan membandingkannya dalam bentuk indeks. (Zha, Gao, & Ni, 2003) Hasil keluaran dari NDBI hanya mempresentasikan indeks dari piksel dan bukan presentase dari luasan kepadatan bangunan atau *percent of building density* (PBD) [5].

Salah satu solusi untuk mendapatkan informasi PBD dari suatu wilayah secara cepat dan mudah adalah menggunakan pendekatan matematika yaitu regresi. Salah satu faktor penting dari pemrosesan data menggunakan citra penginderaan jauh adalah kemampuannya dalam

penerapan berbagai algoritma dan metode yang beragam dengan tingkat pengolahan yang lebih mudah dan akurasi yang lebih baik. Dari berbagai metode yang dapat diterapkan pada citra penginderaan jauh, pendekatan matematika mengenai regresi memberikan hasil yang sangat signifikan dikarenakan konsep matematika yang kuat dan fakta bahwa metode ini sangat cocok untuk diterapkan pada citra penginderaan jauh [3].

## II. METODOLOGI

### 2.1 Area Penelitian

Area penelitian dilakukan pada Kota Bandung, Jawa Barat. Pemilihan Kota Bandung sebagai area penelitian, karena kota ini merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Kota Bandung terletak pada posisi 107°36' Bujur Timur dan 6°55' Lintang Selatan. Gambar 2 menunjukkan area penelitian.



Gambar 1. Peta Kota Bandung

wilayah Kota Bandung adalah 16.729,65 Ha. Perhitungan luasan ini didasarkan pada Peraturan Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung Nomor 10 Tahun 1989 tentang Perubahan Batas Wilayah Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung sebagai tindak lanjut dari Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 1987 tentang Perubahan Batas Wilayah Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung dengan Kabupaten Daerah Tingkat II Bandung. Secara administratif, Kota Bandung berbatasan dengan beberapa daerah Kabupaten/Kota lainnya, yaitu:

1. sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat;
2. sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Bandung Barat dan Kota Cimahi;
3. sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Bandung; dan
4. sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Bandung (Pemerintah Kota Bandung, 2019).

Penduduk Kota Bandung pada tahun 2012 sebanyak 2.455.517 jiwa (BPS Kota Bandung). Dari tahun 2007-2012 rata-rata pertumbuhan penduduk adalah 1,06%. Dengan luas wilayah sekitar 16.730 ha, maka kepadatan penduduk Kota Bandung tahun 2008 adalah 142 jiwa/ha dan menjadi 147 jiwa/ha pada tahun 2012 [6].

**2.2 Citra Penginderaan Jauh (Landsat 8)**

Citra Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian ini adalah Level 1 yang diunduh melalui laman *US Geological Survey server* [8] menggunakan *Earth Explorer platform* (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Landsat 8 memiliki dua sensor yang terpasang yaitu *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*. Sehingga memiliki total 11 saluran spektral dengan 9 diantaranya berasal dari sensor OLI dan 2 berasal dari sensor TIRS. Resolusi spasial dari saluran 1-7 dan 9 adalah 30 m, saluran 8 (pankromatik) adalah 15 m dan 100 m untuk saluran 10-11.

Area penelitian tercakup pada ID Landsat 8 *scene*: LC81220652019222LGN00 (Path = 122, Row = 65) (Gambar 2). Citra direkam pada tanggal 2019-08-10 dengan tutupan awan sebesar 2.17% dan dipotong disesuaikan dengan batas administrasi Kota Bandung. Citra Landsat 8 yang digunakan telah dilakukan proses koreksi geometrik, radiometrik dan nilai reflektan.

Formula koreksi radiometrik

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL \quad (1)$$

Keterangan:

$L\lambda$  = TOA spektral radian (Watts/( m<sup>2</sup> \* srad \* $\mu$ m))

ML = Faktor penskala pengali spesifik saluran (RADIANCE\_MULT\_BAND)

AL=Faktor penskala penambah (RADIANCE\_ADD\_BAND)

Qcal = Nilai piksel (DN)

Formula koreksi reflektan

$$P = (\pi * (L\lambda - L_p) * d^2) / (ESUN\lambda * \cos \theta_s)$$

Keterangan:

ESUN = Solar exo-atmospheric irradiance

$L_p$  = Path radiance

DN min = Nilai piksel minimum

d = Jarak bumi matahari



Gambar 2. Saluran 7 Landsat 8 Kota Bandung

**2.3 NDBI Algorithm**

*Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* adalah sebuah algoritma untuk estimasi tingkatan pada area terbangun. Prinsip dari algoritma ini adalah penajaman objek bangunan dengan menghitung rasio antara saluran inframerah tengah (MIR) dan saluran inframerah dekat (NIR). Penggunaan kedua saluran ini karena pada saluran tersebut memiliki perbedaan yang jelas dalam membedakan objek bangunan dengan objek lain. Berdasarkan karakteristik tersebut, objek area terbangun akan tergambar lebih tinggi pada saluran MIR dibandingkan NIR. Namun, dalam beberapa kasus, lahan kering dan area terbangun memiliki kesamaan karakteristik sehingga nilai saluran MIR akan lebih tinggi dibandingkan NIR [4]. Rumus dalam perhitungan NDBI yang digunakan adalah:

$$NDBI = \frac{MIR - NIR}{MIR + NIR}$$

**2.4 Model Regresi**

Informasi hubungan antar dua variabel independent dan dependen dapat dilihat melalui pendekatan statistik yaitu analisis regresi [9] Jika variabel dependen adalah (Y) dan variabel independent adalah (X), rumus yang dapat digunakan adalah:

$$Y = a + bX + \epsilon$$

Y = Nilai yang diramalkan

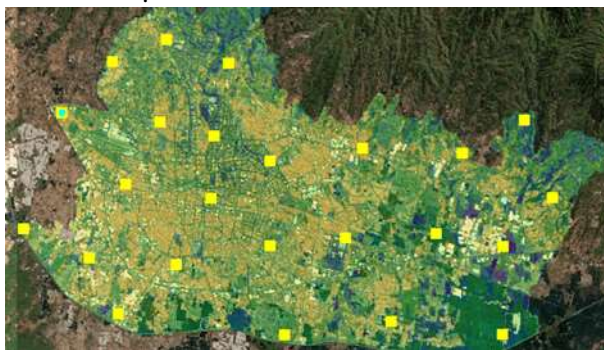
a = Konstansta/intercept pada sumbu Y, yaitu nilai Y ketika X = 0

b = Koefesien regresi  
 X = Variabel bebas  
 $\epsilon$  = Nilai Residu

Dalam penelitian ini, regresi yang dilakukan melibatkan sumbu X yang menginformasikan nilai kepadatan penduduk dalam satuan persen dan sumbu Y menginformasikan nilai NDBI (tahun 2019).

### 2.5 Pengambilan Sampel Kepadatan Bangunan

Pengambilan sampel kepadatan bangunan dilakukan secara acak pada area kajian. Setiap titik sampel memasukan nilai presentase kepadatan dengan bantuan sebuah kotak dengan luas 30 x 30 m. Kotak tersebut sebagai representasi dari luas setiap piksel citra Landsat 8 yang digunakan. Gambar 2 menunjukkan persebaran titik sampel penelitian dan Gambar 3 menunjukkan persebaran titik sampel penelitian menggunakan bantuan kotak 30 x 30 m.



Gambar 2. sebaran titik sampel kepadatan bangunan.



Gambar 3. Pengambilan titik sampel menggunakan bantuan kotak 30 x 30 m

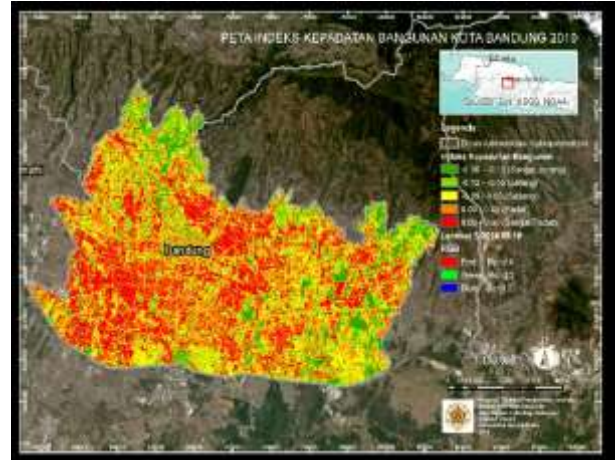
Gambar 4 merupakan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar4. Diagram alir dari penelitian.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks trasformasi kepadatan bangunan dibangun dari perbandingan antara band 5 dan band 7. Nilai transformasi berdasarkan perhitungan statistik pada Kota Bandung menunjukan nilai terendah pada -0.36, nilai tertinggi pada 0.31, nilai rata-rata pada -0.01 dan nilai standar deviasinya adalah 0.08 (Gambar 5). Nilai tranformasi NDBI ini masihlah pada bentuk indeks dari -1 – 1 yang belum menunjukan nilai aktual presentasi kepadatan bangunan pada nilai khusus tersebut.



Gambar 5. Peta Indeks Kepadatan Bangunan Kota Bandung

Pengambilan sampel nilai kepadatan bangunan dengan bantuan citra resolusi tinggi yang diperoleh dari bing satellite hasil tahun perekaman 2014. Hal ini dikarenakan keterbatasan sumberdaya untuk mendapatkan data. Jumlah sampel yang diambil adalah 25 titik, dilakukan pada 5 kelas indeks NDBI dan dilakukan secara tersebar pada Kota Bandung (*random sampling*). Penilaian presentase kerapatan bangunan dilakukan dengan bantuan kotak 30 x 30 m yang menunjukan nilai

resolusi spasial dari Landsat 8. Hasil antara penilaian presentasi kerapatan bangunan dan nilai indeks NDBI pada setiap sampel diplotingkan untuk melihat persebaran datanya. Hasil plotting menunjukkan pola yang acak (Gambar 6). Hal ini ditunjukkan oleh presentase kerapatan bangunan lebih rendah dari 50% dan memiliki simpangan yang cukup jauh dari garis liniernya. Berdasarkan hasil plotting yang diperoleh menunjukkan nilai r square sebesar 0.3832 atau sebesar 38.32% pengaruh dari presentase indeks NDBI terhadap nilai presentase kerapatan bangunan.



Gambar 6. Hasil plotting nilai X dan Y

Tabel Titik Sampel

Kode	Lokasi		Nilai NDBI 2019	Nilai Kerapatan (%)
	X	Y		
Kode- 0	107.5943	-6.8668	-0.0854	25.00
Kode- 1	107.6584	-6.9017	0.0524	95.00
Kode- 2	107.7206	-6.9175	0.0758	95.00
Kode- 3	107.5978	-6.9400	-0.0021	90.00
Kode- 4	107.6681	-6.9581	0.0254	80.00
Kode- 5	107.6145	-6.8744	0.0185	71.00
Kode- 6	107.6283	-6.9061	0.0595	92.00
Kode- 7	107.5921	-6.8937	0.0784	97.00
Kode- 8	107.5812	-6.9139	0.0644	98.00
Kode- 9	107.5694	-6.9380	0.0666	88.00
Kode- 10	107.6284	-6.9337	0.0413	96.00
Kode- 11	107.6827	-6.9295	-0.0943	40.00
Kode- 12	107.7044	-6.9621	-0.0175	5.00
Kode- 13	107.7113	-6.8923	-0.1527	5.00
Kode- 14	107.6091	-6.9184	0.0723	90.00
Kode- 15	107.5478	-6.9286	0.0189	0.00
Kode- 16	107.5766	-6.8741	-0.1697	15.00
Kode- 17	107.6146	-6.8505	-0.0302	40.00
Kode- 18	107.6099	-6.8980	-0.0202	25.00
Kode- 19	107.5603	-6.8908	0.0521	70.00
Kode- 20	107.6530	-6.9310	-0.0880	45.00
Kode- 21	107.6333	-6.9627	-0.0409	90.00
Kode- 22	107.5791	-6.9560	0.0444	80.00
Kode- 23	107.6910	-6.9032	0.0654	95.00
Kode- 24	107.7045	-6.9335	0.0679	0.00

Variabel X atau variabel dependen atau variabel yang akan diprediksikan adalah nilai kerapatan bangunan sedangkan variabel Y atau variabel bebas atau variabel yang mempengaruhi adalah indeks NDBI. Hasil regresi linier dari keduanya menunjukkan nilai r square pada 0.383 atau sebesar 38.32% pengaruh dari presentase

indeks NDBI terhadap nilai presentase kerapatan bangunan sama dengan hasil perhitungan plotting XY.

Nilai signifikansinya pada 0.001 yang menunjukkan nilai kurang dari 0.05 memiliki model linearitas atau dapat dipercaya. Dan nilai koefisienya/konstanta diperoleh nilai 0.071.

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.619 <sup>a</sup>	.383	.358	.05849

a. Predictors: (Constant), Kerapatan

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression .049	1	.049	14.285	.001 <sup>b</sup>
	Residual .079	23	.003		
	Total .128	24			

a. Predictors: (Constant), Kerapatan  
b. Dependent Variable: NDBI

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.07	.023		-3.084	.005
	Kerapatan	.00	.000	.619	3.780	.001

a. Dependent Variable: NDBI

Tujuan dari model regresi linear adalah membalik nilai indeks NDBI menjadi nilai presentase kerapatan bangunan. Hasil regresi linier menunjukkan koefisien 0.071 untuk kedua variabel dan tingkat signifikansi sebesar 0.001. berdasarkan rumus  $Y = a + bX$  maka untuk mengetahui nilai presentasi kerapatan bangunan dari data NDBI adalah dengan rumus  $Y = 0.071 + 0.001X$ .

Hasil dari pengolahan menunjukkan nilai presentase kerapatan bangunan dari nilai 70.63 hingga 71.30 %. Terdapat kesalahan hasil dimana sampel yang dimasukkan sebelumnya memiliki rentang nilai presentase kerapatan bangunan yang beragam mulai dari 0 hingga 100%. Error semacam ini dapat disebabkan oleh beberapa penyebab. Mulai dari penggunaan data citra dengan waktu perekaman yang berbeda, perekaman tahun 2015 sedangkan citra NDBI yang diolah adalah citra tahun 2019 sehingga terdapat selisih tahun yang sangat mungkin terdapat perbedaan penutup lahan. Selain itu, pengambilan jumlah titik sampel yang kurang dan sebarannya tidak merata juga berpengaruh dalam hal ini. Plottingan XY pada diagram menunjukkan pola mengelompok pada nilai kerapatan tinggi sedangkan pada nilai kerapatan rendah menyebar dan jauh dari simpangan garis

linier. Outline atau simpangan dari garis linier menunjukkan ketidakcocokan antara nilai kepadatan dan nilai indeks NDBI nya.

#### IV. KESIMPULAN

Perkembangan tren dan metode baru dalam pengolahan data penginderaan memungkinkan perolehan hasil yang jauh lebih efisien. Salah satunya dengan penggabungan metode analisis regresi dalam melakukan pemetaan kepadatan bangunan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini ialah  $Y=0.071+0.001X$  yang dapat digunakan untuk memetakan kepadatan bangunan dengan nilai  $r$  square pada 0.383.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada USGS yang telah menyediakan data dan kepada semua pihak yang telah membantu proses pengerjaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suharyadi, Transformasi Spektral Data Digital Landsat TM untuk Pemetaan Kepadatan Bangunan di Daerah Perkotaan Yogyakarta, Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM, 2000.
- [2] S. Puspitasari and Suharyadi, Kajian Kepadatan Bangunan Menggunakan Interpretasi Hibrida Citra Landsat-8 Di Kota Semarang Tahun 2015, Semarang: Lembaga Penelitian UGM, 2015.
- [3] E. Mansouri, F. Feizi, A. J. Rad and M. Arian, "Remote-sensing data processing with the multivariate regression analysis method for iron mineral resource potential mapping: case study in the Sarvian area, central Iran," *Solid Earth*, vol. 9, p. 373–384, 2018.
- [4] Y. Zha, J. Gao and S. Ni, "Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 24, no. 3, pp. 583-594, 2003.
- [5] Ardiansyah, R. Hernina, W. Suseno, F. Zulkarnain, R. Yanidar and R. Rokhmatuloh, "Percent of Building Density (PBD) of Urban Environment: A multi-index Approach Based Study in DKI Jakarta Province," *Indonesian Journal of Geography*, vol. 50, no. 2, pp. 154-161, 2018.
- [6] Pemerintah Kota Bandung, "Tentang Kota Bandung - Geografi," 2019. [Online]. Available: [Bandung.go.id](http://Bandung.go.id). [Accessed 17 Desember 2019].
- [7] Pemerintah Kota Bandung, "Tentang Kota Bandung - Demografi," 2019. [Online]. Available: <https://bandung.go.id/>. [Accessed 17 Desember 2019].
- [8] USGS, "US Geological Survey Server," USGS, 2019. [Online]. Available: <https://www.usgs.gov>. [Accessed 20 9 2019].
- [9] H. Granian, S. H. Tabatabaei, H. H. Asadi and E. J. Carranza, "Multivariate regression analysis of lithochemical data to model subsurface mineralization: a case study from the Sari Gunay epithermal gold deposit," *Geochem Explore*, pp. 248-258, 2015.