

PENGARUH PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP KEPADATAN PENDUDUK DAN BENCANA BANJIR DI KOTA SEMARANG

Muhammad Farras Rahman¹

¹ Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Sekolah Arsitektur Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan, Institut Teknologi Bandung

¹ Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Kec. Coblong, Kota Bandung

¹ Email: 25423005@mahasiswa.itb.ac.id

Diterima (received): 10 Oktober 2024

Disetujui (accepted): 05 Agustus 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan bencana banjir di Kota Semarang menggunakan metode regresi linier berganda. Data penelitian diperoleh dari tahun 2012 hingga 2022, meliputi tingkat penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan ketinggian genangan air banjir. Uji asumsi klasik seperti Breusch-Pagan untuk heteroskedastisitas, Variance Inflation Factor (VIF) untuk multikolinearitas, dan uji normalitas Shapiro-Wilk digunakan untuk memastikan validitas model regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kepadatan penduduk dan ketinggian genangan air banjir memiliki pengaruh positif terhadap penurunan muka tanah, meskipun tidak signifikan secara parsial. Secara keseluruhan, model regresi menunjukkan bahwa 57,6% variasi penurunan muka tanah dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen yang digunakan. Berdasarkan hasil ini, penelitian ini merekomendasikan untuk memasukkan variabel lain seperti kualitas pengambilan air tanah dan aktivitas pembangunan infrastruktur dalam penelitian lanjutan untuk meningkatkan keakuratan model dan pemahaman terhadap fenomena penurunan muka tanah.

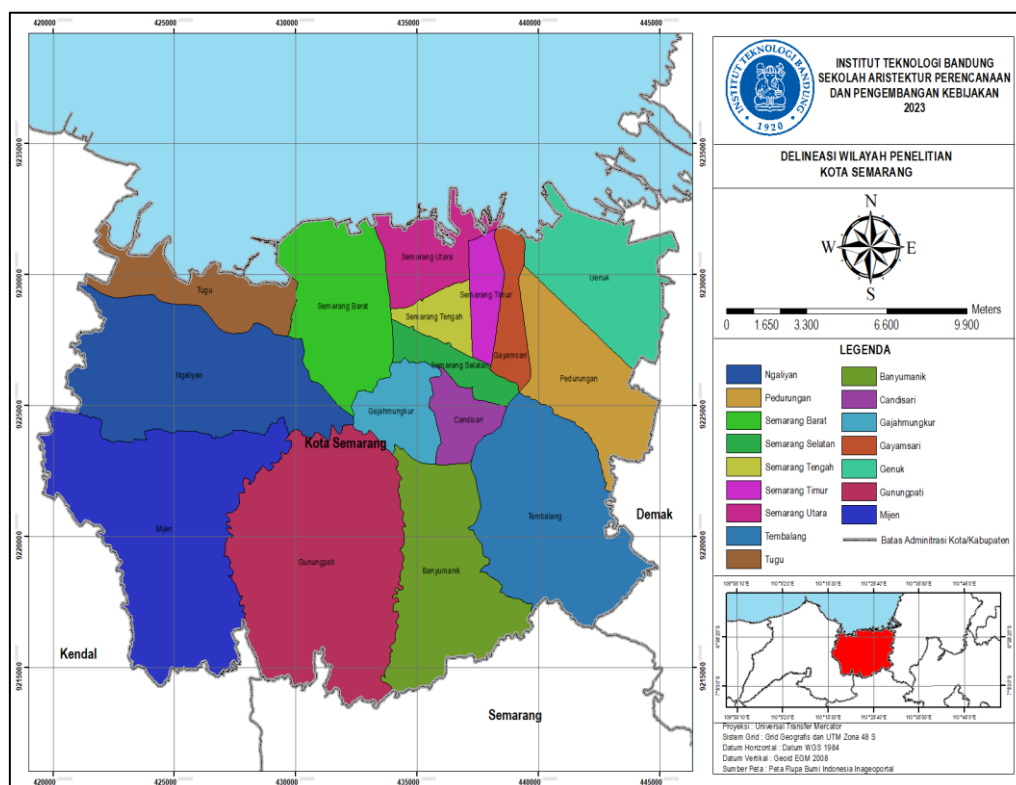
Kata Kunci : *penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, banjir, semarang*

A. PENDAHULUAN

Penurunan muka tanah merupakan fenomena alam yang sering terjadi di wilayah pesisir akibat pengaruh tektonik, pengambilan air tanah berlebihan, dan faktor pembangunan infrastruktur. Kota Semarang, salah satu kota besar di Indonesia, mengalami penurunan muka tanah yang cukup signifikan setiap tahunnya. Berdasarkan laporan Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang, penurunan muka tanah berkisar antara 2,3 cm hingga 4,3 cm per tahun selama periode 2012 hingga 2022. Kondisi ini diperburuk oleh kepadatan penduduk yang terus meningkat dan intensitas banjir yang kian tinggi, terutama di wilayah dataran rendah.

Bencana banjir di Kota Semarang juga menjadi isu serius yang dihadapi, mengingat letak geografis kota yang rawan terhadap banjir akibat sistem drainase yang tidak mampu mengimbangi peningkatan debit air dari curah hujan dan penurunan muka tanah. Banjir yang sering terjadi tidak hanya merugikan secara ekonomi, tetapi juga mengancam kualitas hidup masyarakat di daerah terdampak. Selain itu, kepadatan penduduk yang terus bertambah di wilayah-wilayah padat memperburuk kondisi lingkungan dan mempercepat laju penurunan muka tanah.

Masalah-masalah tersebut menunjukkan adanya hubungan yang erat antara penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan banjir. Namun, sejauh ini belum banyak penelitian yang secara mendalam mengkaji hubungan antara variabel-variabel ini di Kota Semarang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis hubungan antara penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan bencana banjir menggunakan metode regresi linier berganda. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam mitigasi risiko penurunan muka tanah dan bencana banjir di wilayah perkotaan, serta menjadi dasar untuk pengambilan kebijakan yang lebih baik dalam pengelolaan lingkungan di Kota Semarang.



Gambar 1. Peta Delineasi Wilayah Penelitian
Sumber: Hasil Analisis, 2024

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis regresi linier berganda untuk menganalisis hubungan antara penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan bencana banjir di Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu tahun 2012 hingga 2022 dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Data yang digunakan meliputi data penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan ketinggian genangan banjir di Kota Semarang.

1. Sumber Data

Data penurunan muka tanah diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Kota Semarang, yang mencatat penurunan permukaan tanah dari berbagai stasiun pengamatan di wilayah tersebut. Data kepadatan penduduk diambil dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Semarang dalam dokumen "Kota Semarang Dalam Angka" dari tahun 2012 hingga 2022. Sementara itu, data ketinggian genangan air banjir diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang.

Tabel 1. Data Kepadatan Penduduk, Penurunan Muka Tanah, dan Ketinggian Genangan Banjir Kota Semarang Tahun 2012-2022

Tahun	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km ²)	Penurunan Muka Tanah (Cm/Tahun)	Ketinggian Genangan Banjir (Cm)
2012	4.172	2,3	30
2013	4.206	2,5	50
2014	4.172	2,7	35
2015	4.269	2,9	41
2016	4.289	3,1	43
2017	4.628	3,3	47
2018	4.780	3,5	49
2019	4.855	3,7	51
2020	4.424	3,9	53
2021	4.432	4,1	55
2022	4.441	4,3	45

Sumber : BPS, DPU, dan BPBD Kota Semarang

2. Analisis Data

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel dependen, yaitu penurunan muka tanah, dengan dua variabel independen, yaitu kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir. Persamaan regresi yang digunakan adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$$

Di mana:

- **Y**: Penurunan muka tanah (cm/tahun)
- **X₁**: Kepadatan penduduk (jiwa/km²)
- **X₂**: Ketinggian genangan banjir (cm)
- **β₀**: Konstanta
- **β₁, β₂**: Koefisien regresi
- **ε**: Error term

3. Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan analisis regresi, dilakukan uji asumsi klasik untuk memastikan bahwa model regresi memenuhi syarat Best Linear Unbiased Estimator (BLUE). Uji-uji yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- **Uji Heteroskedastisitas** menggunakan uji Breusch-Pagan untuk memeriksa apakah varians residual model tetap konstan.
- **Uji Multikolinearitas** menggunakan Variance Inflation Factor (VIF) untuk mendeteksi apakah ada korelasi kuat antara variabel independen.
- **Uji Normalitas** dengan metode Shapiro-Wilk untuk memastikan bahwa distribusi residual berdistribusi normal.

4. Prosedur Analisis

Setelah uji asumsi klasik menunjukkan hasil yang baik, dilakukan analisis regresi untuk melihat seberapa besar pengaruh kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir terhadap penurunan muka tanah. Hasil analisis dilaporkan dalam bentuk koefisien regresi, nilai R^2 , uji-t untuk pengaruh parsial, dan uji-F untuk pengaruh simultan dari semua variabel independen terhadap variabel dependen.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan analisis regresi linier berganda, dilakukan uji asumsi klasik untuk memastikan model yang digunakan valid. Hasil uji Breusch-Pagan menunjukkan nilai Prob > chi2 sebesar 0,6933, yang lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi tidak memiliki masalah heteroskedastisitas, dan varians residual model ini adalah konstan atau memenuhi asumsi homoskedastisitas (lihat gambar 2).

```
. estat hettest

Breusch-Pagan/Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Assumption: Normal error terms
Variable: Fitted values of Y

H0: Constant variance

chi2(1) = 0.16
Prob > chi2 = 0.6933
```

Gambar 2. Uji Breusch-Pagan untuk Heteroskedastisitas
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Selain itu, uji multikolinearitas yang menggunakan nilai Variance Inflation Factor (VIF) menunjukkan bahwa tidak ada multikolinearitas di antara variabel independen. Nilai rata-rata VIF sebesar 1,55, yang berada di bawah ambang batas 10, menunjukkan bahwa korelasi antar variabel bebas tidak signifikan (lihat gambar 3).

```
. estat vif
```

Variable	VIF	1/VIF
X1	1.55	0.647150
X2	1.55	0.647150
Mean VIF	1.55	

Gambar 3. Uji Variance Inflation Factor
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk juga menunjukkan bahwa residual model berdistribusi normal, dengan nilai Prob > z lebih besar dari 0,05 (lihat gambar 4).

. swilk Y X1 X2

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Y	11	0.96428	0.578	-0.930	0.82372
X1	11	0.89738	1.662	0.948	0.17168
X2	11	0.90023	1.615	0.893	0.18606

Gambar 4. Uji Normalitas Shapiro-Wilk
Sumber: Hasil Analisis, 2024

2. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Setelah memastikan bahwa model memenuhi semua asumsi klasik, analisis regresi linier berganda dilakukan untuk mengukur pengaruh kepadatan penduduk (X1) dan ketinggian genangan banjir (X2) terhadap penurunan muka tanah (Y) di Kota Semarang. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan model sebagai berikut:

$$Y = -11,714 + 1,273X_1 + 0,577X_2 + \epsilon$$

Koefisien regresi variabel kepadatan penduduk sebesar 1,273 mengindikasikan bahwa setiap peningkatan 1% kepadatan penduduk akan menyebabkan peningkatan penurunan muka tanah sebesar 1,27%. Sementara itu, koefisien regresi variabel ketinggian genangan banjir sebesar 0,577 menunjukkan bahwa peningkatan 1 cm ketinggian banjir akan meningkatkan penurunan muka tanah sebesar 0,57% (lihat gambar 5).

. regress Y X1 X2

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	11
Model	.24574351	2	.122871755	F(2, 8)	=	5.46
Residual	.180196385	8	.022524548	Prob > F	=	0.0320
Total	.425939895	10	.042593989	R-squared	=	0.5769
				Adj R-squared	=	0.4712
				Root MSE	=	.15008

Y	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
X1	1.273953	1.108433	1.15	0.284	-1.282099 3.830004
X2	.5779502	.3195948	1.81	0.108	-.1590368 1.314937
_cons	-11.71439	8.637859	-1.36	0.212	-31.63333 8.204548

Gambar 5. Hasil Statistik Model Regresi Berganda
Sumber: Hasil Analisis, 2024

3. Uji Signifikansi

Berdasarkan uji-t, variabel kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara parsial terhadap penurunan muka tanah, dengan nilai p-value lebih besar dari 0,05. Hal ini berarti secara parsial kedua variabel tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penurunan muka tanah. Namun, uji-F menunjukkan bahwa secara simultan kedua variabel independen tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan muka tanah, dengan nilai Prob > F sebesar 0,0320, yang lebih kecil dari 0,05.

Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 0,5769 menunjukkan bahwa 57,6% dari variasi penurunan muka tanah dapat dijelaskan oleh variabel kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir. Sisanya, 42,4%, dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model.

4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir memiliki pengaruh positif terhadap penurunan muka tanah, meskipun tidak signifikan secara parsial. Hal ini menunjukkan bahwa fenomena penurunan muka tanah di Kota Semarang dipengaruhi oleh berbagai faktor lain di luar kepadatan penduduk dan ketinggian banjir, seperti pengambilan air tanah yang berlebihan atau pembangunan infrastruktur yang masif.

Penelitian ini juga mengindikasikan bahwa meskipun kedua variabel tersebut berkontribusi terhadap penurunan muka tanah secara simultan, pengaruh masing-masing variabel tidak terlalu besar. Penambahan variabel lain dalam penelitian selanjutnya, seperti aktivitas pengambilan air tanah, kualitas drainase, atau perubahan penggunaan lahan, perlu dilakukan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

Selain itu, penemuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penurunan muka tanah di kawasan pesisir, khususnya di Semarang, merupakan masalah yang kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berinteraksi (Marfai & King, 2008). Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang terintegrasi untuk mengelola risiko penurunan muka tanah dan banjir di wilayah perkotaan, terutama dalam pengendalian tata ruang dan pengelolaan air tanah.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis hubungan antara penurunan muka tanah, kepadatan penduduk, dan ketinggian genangan banjir di Kota Semarang dengan menggunakan metode regresi linier berganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun secara parsial variabel kepadatan penduduk dan ketinggian genangan banjir tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan muka tanah, keduanya secara simultan memberikan pengaruh yang signifikan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 57,6%. Artinya, lebih dari setengah variasi penurunan muka tanah dapat dijelaskan oleh kedua variabel tersebut.

Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika penurunan muka tanah tidak dapat dijelaskan oleh satu atau dua faktor saja, melainkan merupakan hasil interaksi dari berbagai variabel yang saling terkait. Oleh karena itu, penelitian lanjutan

disarankan untuk mengintegrasikan variabel-variabel lain seperti pengambilan air tanah, sistem drainase, serta perubahan penggunaan lahan agar dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi perumusan kebijakan mitigasi risiko banjir dan perencanaan tata ruang yang lebih berkelanjutan di kawasan perkotaan, khususnya Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Semarang. Web BPBD Kota Semarang
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. Publikasi Kota Semarang Dalam Angka.
- Christiani, C. Tedjo, P. dan Martono, B. (2014). Analisis Dampak Kepadatan Penduduk Terhadap Kualitas Hidup Masyarakat Provinsi Jawa Tengah. *Serat Acitya Jurnal Ilmiah UNTAG*, 102–114.
- Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang.
- Dibyo Saputro. (1984). Flood Susceptibility and Hazard Survey of The Kudus Prawata-Welahan Area, Central Java. *ITC, Encschende*.
- Gujarati, D. N. (2003). EKONOMETRIKA DASAR.
- Harlan, J. (2013). Pengantar STATA.
- IDEP, Y. (2007). *Panduan umum: penanggulangan bencana berbasis masyarakat*. Yayasan IDEP.
- Isnugroho. (2006). Tinjauan penyebab banjir dan upaya penanggulangan alami. *Jurnal Air, Lahan, Lingkungan Dan Mitigasi Bencana*, 7, 1–10.
- Kasfari, Roy, Bambang Darmo Yuwono, Dan Moehammad Awaluddin. 2018. PENGAMATAN PENURUNAN MUKA TANAH KOTA SEMARANG TAHUN 2017. *Jurnal Geodesi Undip*. 7. 1.
- Kodoatie, R. J., S. (2002). Banjir, Beberapa Penyebab dan Perspektif, Pengendaliannya dalam Lingkungan. *Pustaka Pelajar*.
- Ligal. (2008). Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Dinamika Teknik Sipil*, 8.
- Luh Kitty Katherina. (2017). DINAMIKA PERTUMBUHAN PENDUDUK DAN KEJADIAN BANJIR DI KOTA: KASUS SURABAYA. *Jurnal Kependudukan Indonesia*, 2, 131–144.
- Mantra, I. B. (2007). *Demografi Umum*. Pustaka Belajar Offset.
- Marfai MA, and King, L. (2008). Impact of the escalated tidal inundation due to land subsidence in a coastal environment. *Nat Hazards*, 44, 93–109.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., & Vining, G. G. (1992). Introduction to Linear Regression Analysis. *John Wiley & Sons*.
- Pratomo. (2008). *Analisis Kerentanan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis*. Universitas Muhammadiyah.
- R. Khoirunisa, B. D. Yuwono, and A. P. Wijaya, "ANALISIS PENURUNAN MUKA TANAH KOTA SEMARANG TAHUN 2015 MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK GAMIT 10.5," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4, no. 4, pp. 341–350, Nov. 2015. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2015.9961>
- Rahayu, H. P. (2009). Banjir dan Upaya penanggulangannya. *Promise (Program for Hydro-Meteorological Risk Mitigation Secondary Cities in Asia) Indonesia*.

Muhammad Farras Rahman, Pengaruh Penurunan Muka Tanah Terhadap Kepadatan Penduduk Dan Bencana Banjir Di Kota Semarang

Ramadhanis, Zainab, Yudo Prasetyo, Bambang Darmo Yuwono. 2017. ANALISIS KORELASI SPASIAL DAMPAK PENURUNAN MUKA TANAH TERHADAP BANJIR DI JAKARTA UTARA. *Jurnal Geodesi Undip*. 6. 3.
Sarwono, S. W. (1992). *Psikologi Lingkungan*. PT. Grasindo.