

Analisis Kesesuaian Desain Perumahan terhadap Karakteristik Tanah dan Potensi Risiko Geoteknik di Aceh Besar

Zikrina Melinda¹, Asrul Sidiq²

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

²Departemen Arsitektur dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

Email: ¹zikrina_melinda@usk.ac.id, ²asrul.sidiq@usk.ac.id

Abstract. *The rapid development of commercial housing often overlooks local geotechnical characteristics, particularly in areas dominated by soft soils. This study aims to evaluate the suitability of commercial housing design typologies in terms of engineering geological characteristics in Lamkенеung, Aceh Besar, Indonesia. A descriptive-quantitative approach with an evaluative method was employed using primary data from Detailed Engineering Design (DED) documents and secondary data from engineering geological maps and relevant literature. The evaluation was conducted on three housing types, namely Type 36, Type 52, and Type 70, based on six assessment parameters: foundation suitability, settlement potential, building spacing, building coverage ratio (BCR), drainage system, and the compatibility between soil permeability and drainage design. The results indicate that the study area is dominated by alluvial soils consisting of clay and silt with low to moderate bearing capacity, high compressibility, and low permeability. The evaluation showed that all housing types fall into the less suitable category, with the main issues being the use of shallow foundations, potential soil settlement, and drainage systems not fully adapted to the existing soil characteristics. These conditions may increase the risk of differential settlement and surface water ponding, which can negatively affect building performance and the quality of the residential environment. This study contributes by proposing a geotechnical parameter-based evaluation framework as a preliminary assessment tool for housing development in soft-soil areas.*

Keywords: housing typology, geotechnics, soft soil, settlement, drainage system, Lamkенеung.

Abstrak. *Perkembangan perumahan komersial yang pesat sering kali belum mempertimbangkan karakteristik geoteknik setempat, terutama pada kawasan yang didominasi tanah lunak. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kesesuaian tipologi desain perumahan komersial terhadap karakteristik geologi teknik di kawasan Lamkенеung, Aceh Besar. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan metode evaluatif berdasarkan data primer berupa Detail Engineering Design (DED) dan data sekunder berupa peta geologi teknik serta literatur terkait. Evaluasi dilakukan terhadap tiga tipe rumah, yaitu tipe 36, tipe 52, dan tipe 70, menggunakan enam parameter penilaian meliputi kesesuaian pondasi, potensi settlement, jarak antar bangunan, kepadatan kawasan (KDB), sistem drainase, dan kesesuaian permeabilitas tanah terhadap desain drainase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan penelitian didominasi tanah aluvial berupa lempung dan lanau dengan daya dukung rendah hingga sedang, kompresibilitas tinggi, dan permeabilitas rendah. Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa ketiga tipe rumah cenderung berada pada kategori kurang sesuai berdasarkan karakteristik geologi teknik kawasan dan parameter yang digunakan, dengan*

permasalahan utama terletak pada penggunaan pondasi dangkal, potensi penurunan tanah (settlement), serta sistem drainase yang belum sepenuhnya menyesuaikan karakteristik tanah. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko penurunan diferensial dan genangan yang dapat mempengaruhi kinerja bangunan dan kualitas lingkungan permukiman. Penelitian ini berkontribusi melalui penyusunan kerangka evaluasi berbasis parameter geoteknik sebagai alat penilaian awal (preliminary assessment) untuk pengembangan perumahan pada kawasan tanah lunak.

Kata kunci: *tipologi perumahan, geoteknik, tanah lunak, penurunan, drainase, Lamkенеung.*

Received : 2026-04-05 | Published : 2026-06-30 | DOI: 10.24127/xxxxxxx | Page: 12 - 23

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan perumahan komersial di Indonesia, termasuk di Aceh, menunjukkan tren peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya kebutuhan hunian. Data Kementerian Perumahan dan Kawasan Permukiman Republik Indonesia (2025) menunjukkan bahwa masih terdapat 266.703 kepala keluarga yang belum memiliki rumah dan 308.535 kepala keluarga menempati hunian yang belum memenuhi standar kelayakan. Kondisi ini mendorong pembangunan perumahan dalam skala besar dengan desain yang relatif seragam untuk meningkatkan efisiensi biaya dan waktu konstruksi.

Meskipun demikian, penerapan desain standar sering kali belum mempertimbangkan kondisi geoteknik lokal secara memadai. Faktor seperti daya dukung tanah, potensi penurunan tanah (*settlement*), dan karakteristik drainase memiliki pengaruh penting terhadap keamanan dan kinerja bangunan dalam jangka panjang (Das & Sobhan, 2018). Pada wilayah yang didominasi tanah lunak, penggunaan desain yang tidak sesuai dengan kondisi tanah berpotensi menyebabkan penurunan diferensial, keretakan bangunan, hingga gangguan fungsi kawasan permukiman (Hardiyatmo, 2010).



Gambar 1. Perumahan tipe 52 satu lantai dengan pondasi batu kali pada kawasan Lamkенеung, Aceh Besar (sumber: dokumen pribadi, 2023)

Kondisi tersebut relevan dengan karakteristik wilayah Aceh Besar yang sebagian besar tersusun atas endapan aluvial berupa lempung dan lanau dengan daya dukung relatif rendah, kompresibilitas tinggi, serta permeabilitas rendah. Karakteristik ini menyebabkan kawasan rentan terhadap penurunan tanah dan genangan air apabila sistem pondasi maupun drainase tidak dirancang secara adaptif. Gambar 1 menunjukkan contoh perumahan tipe 52 yang menggunakan pondasi batu kali di kawasan Lamkенеung, Aceh Besar, sedangkan Gambar 2 memperlihatkan keretakan dinding yang mengindikasikan terjadinya penurunan diferensial akibat kondisi tanah yang kurang mendukung.



Gambar 2. Retak diagonal pada dinding pasangan bata akibat indikasi penurunan diferensial pondasi (bukaan retak $\pm 2-5$ mm) (sumber: dokumen pribadi, 2023)

Berbagai penelitian telah mengkaji pengaruh kondisi geoteknik terhadap stabilitas bangunan pada tanah lunak. Das dan Sobhan (2018) menjelaskan bahwa kesesuaian pondasi dengan karakteristik tanah merupakan faktor utama dalam mencegah deformasi dan kegagalan struktur. Kurnia (2020) menunjukkan bahwa tanah lunak memiliki potensi penurunan yang signifikan akibat pembebanan konstruksi, sedangkan Irhamni (2019) menegaskan bahwa permeabilitas tanah yang rendah dapat meningkatkan risiko genangan apabila tidak didukung sistem drainase yang memadai. Di sisi lain, penelitian mengenai tipologi perumahan lebih banyak membahas aspek bentuk, pola ruang, efisiensi lahan, dan keberlanjutan kawasan (Amiryar & Asano, 2022; Zhang et al., 2024; Tomajian et al., 2024).

Namun demikian, penelitian terdahulu umumnya masih memisahkan kajian geoteknik dan kajian tipologi perumahan. Kajian geoteknik lebih berfokus pada perilaku tanah dan pondasi, sedangkan kajian tipologi perumahan lebih menekankan aspek arsitektural dan tata ruang. Oleh karena itu, masih terdapat keterbatasan penelitian yang secara khusus mengevaluasi kesesuaian tipologi desain perumahan komersial terhadap karakteristik geoteknik tanah lunak, terutama pada konteks lokal Aceh Besar. Dengan demikian, *research gap* penelitian ini terletak pada belum adanya kajian evaluatif yang mengintegrasikan parameter geoteknik dan desain perumahan dalam menilai tingkat kesesuaian pembangunan perumahan komersial pada kawasan tanah lunak.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: (1) bagaimana karakteristik geoteknik tanah pada kawasan perumahan komersial di Lamkенеung, Aceh Besar; (2) bagaimana karakteristik tipologi desain perumahan yang diterapkan; dan (3) sejauh mana tingkat kesesuaian desain perumahan terhadap kondisi geoteknik setempat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian tipologi desain perumahan komersial terhadap karakteristik geoteknik tanah di kawasan Lamkенеung, Aceh Besar, berdasarkan parameter pondasi, potensi *settlement*, jarak antar bangunan, kepadatan kawasan, sistem drainase, serta kesesuaian permeabilitas tanah terhadap desain drainase. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan bagi perencana dan pengembang dalam merancang perumahan yang lebih aman dan berkelanjutan pada wilayah dengan kondisi tanah lunak.

1.2. Tinjauan Pustaka

a) Konsep Tipologi pada Perumahan Komersial

Tipologi dalam arsitektur merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengelompokkan bangunan berdasarkan kesamaan bentuk, fungsi, serta susunan ruang yang berulang dalam suatu konteks tertentu. Dalam bidang perumahan, tipologi berperan sebagai dasar untuk mengklasifikasikan jenis hunian berdasarkan ukuran, bentuk, sistem konstruksi, dan pola pemanfaatan ruang. Secara umum,

tipologi perumahan mencakup rumah tapak, rumah deret, hingga bangunan bertingkat, yang berkembang sebagai respons terhadap meningkatnya kebutuhan ruang dan keterbatasan lahan di kawasan perkotaan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa tipologi tidak hanya berfungsi sebagai alat klasifikasi, tetapi juga sebagai sarana untuk memahami bagaimana desain beradaptasi terhadap dinamika kebutuhan sosial dan kondisi lingkungan (Amiriyar & Asano, 2022; Zhang et al., 2024).

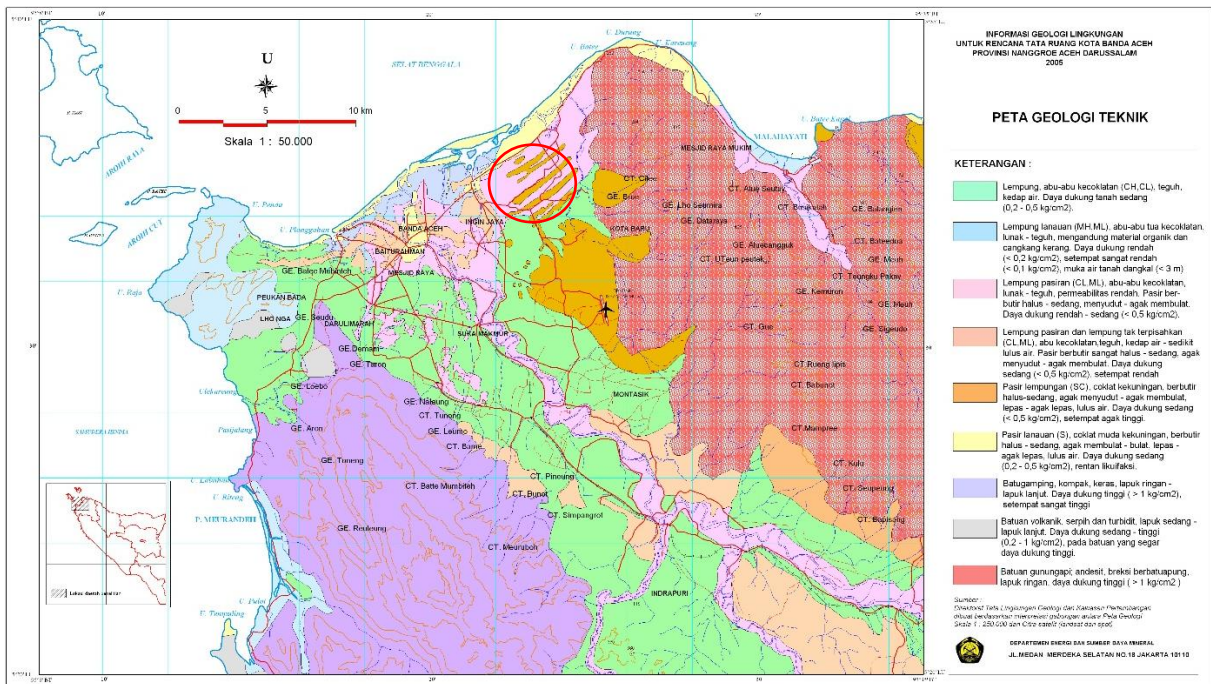
Dalam pengembangan perumahan komersial, tipologi desain biasanya diterapkan secara berulang oleh pengembang untuk mencapai efisiensi biaya dan waktu konstruksi, terutama dalam proyek berskala besar. Pola pengembangan yang umum digunakan adalah sistem grid atau cluster dengan unit yang seragam dan tingkat kepadatan yang relatif tinggi, sehingga menghasilkan karakter desain yang cenderung homogen. Pendekatan ini sering lebih menekankan efisiensi produksi dibandingkan penyesuaian terhadap kondisi lingkungan setempat, termasuk faktor geoteknik dan hidrologi (Tomajian et al., 2024). Oleh karena itu, analisis tipologi menjadi penting untuk menilai sejauh mana desain perumahan komersial mampu mengakomodasi kondisi lokal serta mendukung keberlanjutan kawasan hunian.

b) Prinsip Geoteknik pada Bangunan

Prinsip geoteknik dalam perencanaan bangunan mencakup evaluasi daya dukung tanah (*bearing capacity*), penurunan tanah (*settlement*), serta permeabilitas yang mempengaruhi kondisi hidrologi tanah. Pada tanah lunak seperti lempung aluvial yang banyak dijumpai di wilayah Aceh Besar, daya dukung tanah umumnya berada pada kisaran 50–100 kN/m² untuk pondasi dangkal, sehingga penggunaannya harus dibatasi pada bangunan dengan beban ringan hingga sedang. Menurut Das (2011), desain pondasi harus memenuhi kondisi aman terhadap keruntuhan dan deformasi, dengan faktor keamanan umumnya ≥ 3 terhadap daya dukung ultimit. Oleh karena itu, pada tanah dengan daya dukung rendah, penggunaan pondasi dangkal tanpa perbaikan tanah berpotensi menyebabkan kegagalan atau deformasi berlebih.

Selain itu, kriteria penurunan tanah (*settlement*) menjadi parameter penting dalam desain. Batas penurunan total yang diizinkan untuk bangunan rumah tinggal umumnya berkisar 25–50 mm, sedangkan penurunan diferensial harus dijaga dalam rasio sekitar 1/300 hingga 1/500 untuk mencegah kerusakan struktur (Bowles, 1997). Pada tanah lempung lunak di Aceh, nilai koefisien permeabilitas (*k*) umumnya rendah, yaitu sekitar 10^{-9} hingga 10^{-7} m/s, yang menunjukkan kemampuan infiltrasi air yang sangat terbatas. Kondisi ini menyebabkan air cenderung tertahan di permukaan dan meningkatkan tekanan air pori, terutama pada kawasan dengan sistem drainase yang tidak memadai. Studi regional di Aceh menunjukkan bahwa kombinasi tanah lunak, permeabilitas rendah, dan curah hujan tinggi meningkatkan potensi genangan dan memperburuk kondisi stabilitas tanah (Irhamni, 2019). Oleh karena itu, perencanaan bangunan di wilayah ini harus mempertimbangkan tidak hanya daya dukung, tetapi juga kontrol terhadap penurunan dan sistem drainase yang adaptif terhadap karakteristik tanah.

Wilayah Lamkoneung, Aceh Besar terdiri dari dua klasifikasi tanah, yaitu zona merah muda dan jingga yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pada zona merah muda, kondisi tanah lempung pasir (CL, ML) berwarna abu-abu kecoklatan, lunak-teguh, berpermeabilitas rendah. Ukuran pasir berbutir halus-sedang dengan sortasi menyudut-agak bulat. Daya dukung tanah pada zona ini rendah hingga sedang ($< 0,5$ kg/cm² atau sekitar < 49 kN/m²). Pada zona berwarna jingga, kondisi tanah pasir lempungan (SC) berwarna coklat kekuningan, berbutir halus-sedang, dengan sortasi agak menyudut dan agak membulat. Butiran tanah lepas hingga agak lepas dan lolos air, dengan daya dukung tanah sedang ($< 0,5$ kg/cm² atau sekitar < 49 kN/m²). Berdasarkan peta geologi teknik, daya dukung tanah pada kawasan penelitian tergolong rendah hingga sedang dan secara umum berada pada kisaran kurang dari 100 kN/m².



Gambar 3. Peta Geologi Teknik Banda Aceh - Aceh Besar (sumber: UPTB GIS Kota Banda Aceh, 2005)

c) Kesesuaian Desain pada Kondisi Tanah

Dalam kajian geoteknik, tingkat kesesuaian desain bangunan terhadap kondisi tanah sangat dipengaruhi oleh interaksi antara beban struktur dan kemampuan tanah dalam menahan beban tersebut. Salah satu parameter utama yang digunakan adalah daya dukung tanah (*bearing capacity*), yang menunjukkan kemampuan tanah untuk menerima beban tanpa mengalami kegagalan geser (Terzaghi, 1943). Namun, potensi kegagalan pondasi tidak hanya bergantung pada kapasitas ultimit tanah, melainkan juga pada distribusi beban struktur. Distribusi beban yang tidak merata dapat menimbulkan konsentrasi tegangan pada area tertentu sehingga meningkatkan risiko deformasi tanah (Das, 2011). Pada tanah lunak, pembebanan yang melebihi kapasitas tanah dapat menyebabkan deformasi berlebih dan memicu terjadinya penurunan yang signifikan. Oleh sebab itu, analisis penurunan (*settlement*) menjadi aspek penting dalam perencanaan pondasi, terutama pada tanah lempung lunak yang memiliki tingkat kompresibilitas tinggi (Bowles, 1997). Selain itu, jarak antar bangunan juga perlu diperhatikan karena kedekatan pondasi dapat menyebabkan tumpang tindih zona pengaruh tegangan (*stress bulb*), yang berpotensi memicu penurunan diferensial (*differential settlement*) akibat peningkatan tekanan efektif pada tanah (Coduto, 2001).

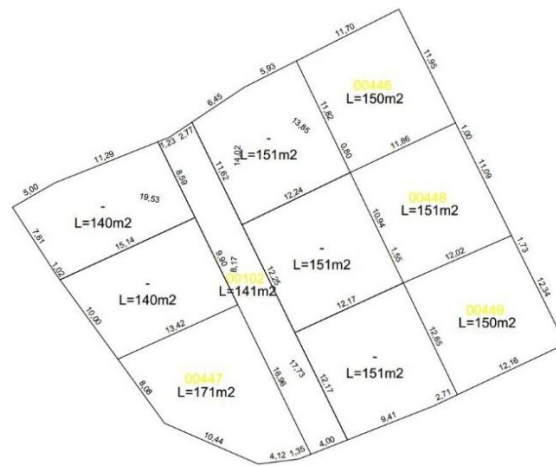
Selain aspek mekanika tanah, kesesuaian desain bangunan juga harus mempertimbangkan karakteristik hidrologi tanah, terutama yang berkaitan dengan aliran air dan permeabilitas. Nilai koefisien permeabilitas (*k*) menggambarkan kemampuan tanah dalam meloloskan air, di mana tanah berbutir halus seperti lempung umumnya memiliki permeabilitas rendah dan lebih rentan mengalami genangan (Das, 2011). Pengelolaan aliran air tanah yang kurang baik dapat meningkatkan tekanan air pori dan mengurangi kekuatan efektif tanah, sehingga berdampak pada penurunan stabilitas struktur. Kondisi tersebut akan semakin memburuk apabila sistem drainase tidak dirancang sesuai dengan karakteristik tanah setempat, yang pada akhirnya meningkatkan potensi genangan pada kawasan permukiman (Irharni, 2019). Dengan demikian, aspek permeabilitas, sistem drainase, dan risiko genangan perlu menjadi bagian penting dalam evaluasi desain, karena berpengaruh langsung terhadap performa geoteknik dan ketahanan bangunan dalam jangka panjang.

2. Metodologi

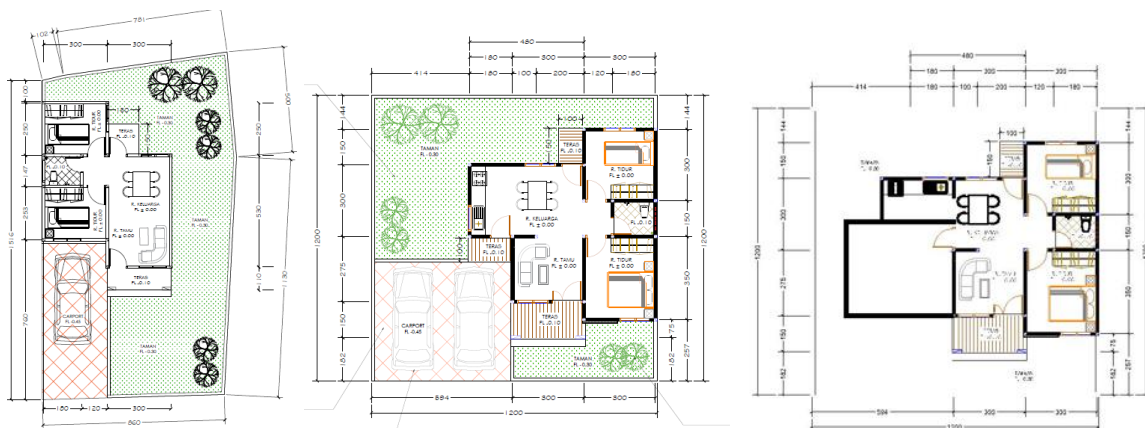
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan metode evaluatif untuk menilai tingkat kesesuaian tipologi desain perumahan terhadap karakteristik geologi teknik dan potensi

risiko geoteknik berdasarkan indikator yang telah ditetapkan. Analisis dilakukan menggunakan kombinasi data primer dan data sekunder. Data primer berupa dokumen *Detail Engineering Design* (DED) kawasan perumahan komersial di Lamkенеung yang diperoleh langsung dari pengembang, yaitu CV. Graha Cemara, pada tahun 2021. Dokumen yang dianalisis meliputi site plan kawasan, gambar denah rumah tipe 36, tipe 52, dan tipe 70, detail pondasi, serta rancangan sistem drainase kawasan. Data sekunder berupa peta geologi teknik Banda Aceh–Aceh Besar dan berbagai literatur yang berkaitan dengan karakteristik tanah serta potensi permasalahan geoteknik di lokasi penelitian.

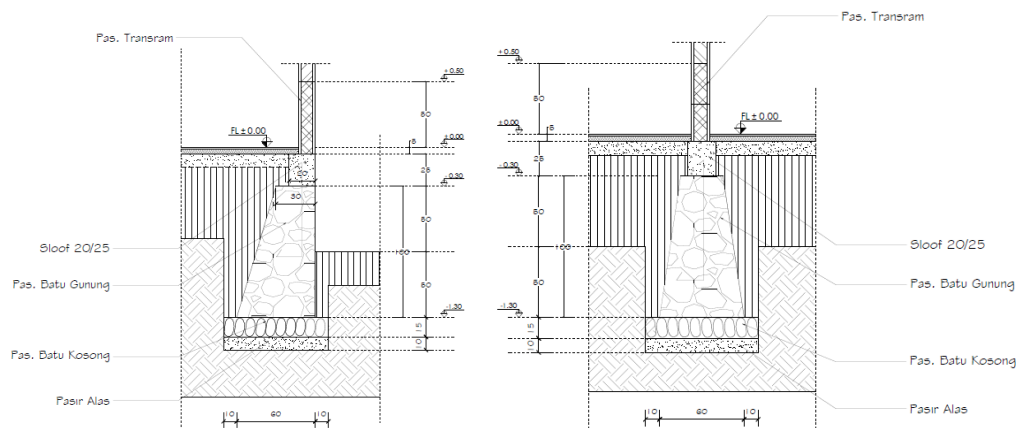
Penelitian dilakukan pada kawasan perumahan komersial di Lamkенеung, Kabupaten Aceh Besar, yang terletak pada koordinat 5,5714° LU dan 95,3874° BT. Objek penelitian mencakup tiga tipe rumah yang dikembangkan dalam kawasan tersebut, yaitu tipe 36, tipe 52, dan tipe 70. Ketiga tipe rumah dipilih karena mewakili seluruh variasi desain hunian yang tersedia dalam kawasan perumahan dan memiliki karakteristik luas bangunan serta potensi beban struktur yang berbeda. Representasi *site plan* kawasan, denah bangunan, dan detail pondasi yang menjadi objek analisis ditunjukkan pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.



Gambar 4. Rencana kavling perumahan (sumber: CV. Graha Cemara, 2021)



Gambar 5. Layout rumah a) tipe 36; b) tipe 52; c) tipe 70 (sumber: CV. Graha Cemara, 2021)



Gambar 6. Detail pondasi perumahan (sumber: CV. Graha Cemara, 2021)

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi karakteristik geologi teknik dan potensi risiko geoteknik kawasan berdasarkan data sekunder, meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, potensi penurunan tanah (*settlement*), dan permeabilitas yang diperoleh dari peta geologi teknik serta literatur terkait. Tahap kedua adalah identifikasi karakteristik tipologi desain perumahan berdasarkan dokumen DED, yang mencakup tipe bangunan, jumlah lantai, sistem pondasi, tata letak kawasan, kepadatan bangunan, serta sistem drainase. Selanjutnya, dilakukan evaluasi kesesuaian antara karakteristik desain dan kondisi geologi teknik menggunakan enam parameter, yaitu kesesuaian pondasi terhadap daya dukung tanah, potensi *settlement*, jarak antar bangunan, kepadatan kawasan (KDB), sistem drainase, dan kesesuaian antara permeabilitas tanah dengan desain drainase.

Untuk meningkatkan objektivitas penilaian, digunakan metode *scoring* dengan rentang nilai 0–2 pada setiap parameter, di mana skor yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kesesuaian yang lebih baik. Kriteria penilaian disusun berdasarkan prinsip dan batasan teknis yang mengacu pada literatur geoteknik, antara lain Das (2011), Bowles (1997), Coduto (2001), Irhamni (2019), Qanun Kabupaten Aceh Besar Nomor 14 Tahun 2010 tentang Izin Mendirikan Bangunan, dan analisis peneliti berdasarkan rasio lahan terbangun terhadap luas kavling dan implikasinya terhadap ruang terbuka, infiltrasi, dan beban kawasan. Seluruh parameter diberikan bobot yang sama (*equal weighting*) karena penelitian ini bertujuan melakukan evaluasi awal (*preliminary assessment*) terhadap tingkat kesesuaian desain, bukan membangun model prediksi risiko. Hasil penilaian setiap parameter kemudian dijumlahkan untuk memperoleh tingkat kesesuaian keseluruhan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Evaluasi Kesesuaian Geoteknik

No	Parameter	Indikator Teknis	Kriteria	Kategori	Skor	Dasar Teori
1	Kesesuaian pondasi	Jenis pondasi vs jenis tanah	Pondasi sesuai dan daya dukung tinggi ($q_a > 150 \text{ kN/m}^2$)	Sesuai	2	Das (2011) Risiko kegagalan
			Pondasi dangkal pada daya dukung tanah sedang ($q_a 75\text{--}150 \text{ kN/m}^2$)	Cukup	1	
			Pondasi dangkal pada daya dukung tanah lunak ($q_a < 75 \text{ kN/m}^2$)	Tidak sesuai	0	
2	Potensi settlement	Jenis tanah & beban bangunan	$S < 25 \text{ mm}$	Rendah	2	Bowles (1997) Deformasi berlebih
			$25\text{--}50 \text{ mm}$	Sedang	1	
			$> 50 \text{ mm}$	Tinggi	0	
3	Jarak antar bangunan	Spasi antar fondasi	$> 4 \text{ m}$	Aman	2	Coduto (2001) Interaksi tegangan
			$2\text{--}4 \text{ m}$	Sedang	1	
			$< 2 \text{ m}$	Risiko tinggi	0	

No	Parameter	Indikator Teknis	Kriteria	Kategori	Skor	Dasar Teori
4	Kepadatan kawasan	KDB / rasio bangunan	< 40%	Rendah	2	Qanun Kabupaten Aceh Besar Nomor 14 Tahun 2010 tentang Izin Mendirikan Bangunan, Pasal 14
			40-60%	Sedang	1	
			> 60%	Tinggi	0	
5	Drainase permukaan	Sistem saluran	Saluran terencana & memadai	Baik	2	Irhamni (2019) Risiko genangan
			Saluran terbatas	Cukup	1	
			Tidak ada / tidak jelas	Buruk	0	
6	Permeabilitas vs desain	Jenis tanah vs sistem air	Tanah permeabel / ada resapan	Baik	2	Das (2011) Genangan tinggi
			Sedang	Sedang	1	
			Tanah lempung + tanpa sistem resapan	Buruk	0	

Kriteria penilaian disusun berdasarkan prinsip dasar geoteknik, khususnya terkait daya dukung tanah, penurunan tanah, dan karakteristik hidrolis tanah. Hasil penilaian kemudian diinterpretasikan untuk menentukan tingkat kesesuaian desain dan mengidentifikasi potensi risiko geoteknik yang mungkin terjadi. Dalam penelitian ini, kategori daya dukung tanah dan potensi *settlement* ditentukan secara kualitatif berdasarkan interpretasi karakteristik geologi teknik kawasan yang diperoleh dari peta geologi teknik dan literatur regional, bukan berdasarkan hasil investigasi tanah langsung. Hasil *scoring* kemudian diklasifikasikan seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Hasil Evaluasi

Skor	Kategori
0 – 3	Tidak sesuai
4 – 6	Kurang sesuai
7 – 9	Cukup sesuai
10 – 12	Sesuai

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek data geoteknik. Analisis kondisi tanah dan *settlement* dilakukan berdasarkan data sekunder berupa peta geologi teknik dan literatur regional tanpa didukung oleh investigasi tanah langsung, seperti pengeboran tanah (*borelog*), *Standard Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT/sondir), maupun pengujian laboratorium. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh bersifat evaluatif dan indikatif sebagai penilaian awal terhadap potensi kesesuaian desain perumahan dengan karakteristik geologi teknik kawasan, sehingga diperlukan investigasi geoteknik yang lebih rinci untuk mendukung tahap perencanaan dan desain teknis secara lebih akurat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

a. Karakteristik Kondisi Geoteknik

Berdasarkan analisis data sekunder berupa peta geologi teknik dan literatur regional, kawasan Lamkoneung, Aceh Besar umumnya tersusun atas endapan aluvial yang didominasi oleh material lempung dan lanau. Jenis tanah ini umumnya memiliki daya dukung rendah hingga sedang serta kompresibilitas yang tinggi sehingga rentan mengalami penurunan akibat pembebanan bangunan. Kondisi tersebut menyebabkan tanah rentan terhadap penurunan (*settlement*), terutama pada area dengan pembebanan yang tidak merata.

Selain itu, tanah berbutir halus seperti lempung memiliki permeabilitas rendah, sehingga kemampuan infiltrasi air terbatas dan berpotensi menimbulkan genangan apabila tidak didukung sistem

drainase yang baik. Oleh karena itu, perencanaan perumahan pada kawasan ini seharusnya mempertimbangkan aspek daya dukung tanah, potensi penurunan, serta sistem drainase yang memadai.

b. Karakteristik Tipologi Desain Perumahan

Hasil analisis DED menunjukkan adanya perbedaan sistem pondasi antar tipe rumah. Rumah tipe 36 dan tipe 52 menggunakan pondasi batu kali sebagai pondasi utama untuk menahan beban bangunan satu lantai. Sementara itu, rumah tipe 70 menggunakan kombinasi pondasi tapak dan pondasi batu kali untuk mendukung beban struktur yang lebih besar. Perbedaan ini menunjukkan adanya upaya penyesuaian desain pondasi terhadap peningkatan luas bangunan dan beban struktur. Namun demikian, berdasarkan karakteristik tanah di lokasi penelitian yang didominasi tanah lunak dengan daya dukung relatif rendah, efektivitas sistem pondasi tersebut masih perlu dievaluasi lebih lanjut terhadap potensi penurunan tanah dan deformasi jangka panjang.

Tabel 3. Data dari DED

Parameter	Tipe 36	Tipe 52	Tipe 70
Luas bangunan	36 m ²	52 m ²	70 m ²
Jumlah lantai	1	1	1
Jenis pondasi	Batu kali	Batu kali	Batu kali dan Pondasi Tapak
Lebar pondasi	60 cm	60 cm	80 cm
Jarak antar bangunan	2 m	4 m	2 m
KDB	25,7%	34,7%	41,2%

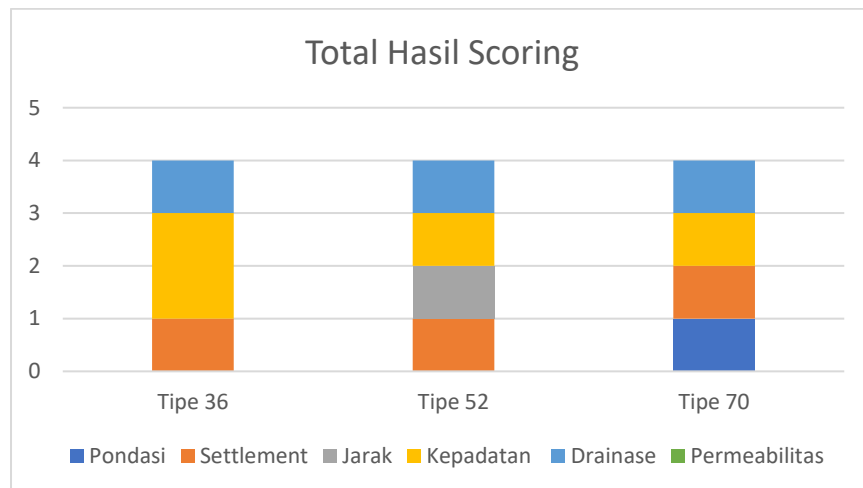
c. Hasil Evaluasi Kesesuaian Geoteknik

Hasil evaluasi kesesuaian tipologi desain terhadap kondisi geoteknik disajikan pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4. Tabel Hasil Scoring

Parameter	Tipe 36	Tipe 52	Tipe 70
Pondasi	0	0	1
Settlement	1	1	1
Jarak	0	1	0
Kepadatan	2	2	1
Drainase	1	1	1
Permeabilitas	0	0	0
Total Skor	4	5	4
Kategori	Kurang sesuai	Kurang sesuai	Kurang sesuai

Meskipun tipe 70 menggunakan kombinasi pondasi tapak dan pondasi batu kali sehingga memperoleh nilai lebih baik pada parameter pondasi, keunggulan tersebut diimbangi oleh nilai yang relatif rendah pada parameter jarak antar bangunan, kepadatan kawasan, dan kesesuaian drainase terhadap karakteristik tanah. Oleh karena itu, total skor yang diperoleh tetap berada pada kategori yang sama dengan tipe lainnya, yaitu kurang sesuai.



Gambar 7. Total Hasil Scoring Tipologi Rumah

3.2 Pembahasan

a. Kesesuaian Pondasi terhadap Kondisi Tanah

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rumah tipe 36 dan tipe 52 memperoleh skor 0 pada parameter pondasi karena menggunakan pondasi batu kali pada kawasan yang didominasi tanah lempung dan lanau dengan daya dukung rendah hingga sedang. Sementara itu, tipe 70 memperoleh skor 1 karena menggunakan kombinasi pondasi tapak dan pondasi batu kali yang relatif lebih sesuai untuk menahan beban bangunan yang lebih besar. Temuan ini sejalan dengan Das dan Sobhan (2018) yang menyatakan bahwa penggunaan pondasi dangkal pada tanah dengan daya dukung rendah dapat meningkatkan risiko deformasi dan kerusakan bangunan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, pemilihan sistem pondasi yang sesuai menjadi faktor penting dalam menjamin kinerja struktur pada kawasan tanah lunak.

b. Potensi Penurunan Tanah (*Settlement*)

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa potensi penurunan tanah berada pada kategori sedang hingga tinggi akibat kombinasi tanah yang kompresibel dan pembebanan bangunan. Temuan ini mendukung penelitian Kurnia (2020) yang menunjukkan bahwa tanah lunak berpotensi mengalami penurunan signifikan apabila menerima beban konstruksi dalam jangka Panjang, terutama apabila tidak didukung sistem pondasi yang sesuai.

c. Jarak Antar Bangunan

Jarak antar bangunan pada kawasan perumahan yang dianalisis umumnya berkisar antara 2–4 meter, dengan beberapa bagian kurang dari 2 meter. Secara geoteknik, jarak yang relatif sempit dapat menyebabkan tumpang tindih zona pengaruh tegangan antar pondasi, sehingga meningkatkan tekanan pada tanah, terutama pada kondisi tanah lunak. Hal ini berpotensi menimbulkan penurunan diferensial yang dapat mempengaruhi kinerja struktur bangunan. Oleh karena itu, hasil evaluasi menunjukkan bahwa parameter jarak antar bangunan masih berada pada kategori kurang optimal dan belum sepenuhnya mempertimbangkan interaksi geoteknik dalam perencanaan kawasan. Kondisi ini mendukung pendapat Coduto (2001) bahwa jarak antar pondasi yang terlalu dekat dapat menyebabkan tumpang tindih zona tegangan (*stress bulb*) sehingga meningkatkan potensi penurunan diferensial pada tanah lunak.

d. Pengaruh Kepadatan Kawasan

Nilai KDB pada seluruh tipe rumah berkisar antara 25,7% hingga 41,2%, yang menunjukkan bahwa proporsi lahan terbangun masih relatif rendah dibandingkan luas kavling. Kondisi ini

memberikan ruang terbuka yang cukup untuk mendukung sirkulasi udara dan potensi area resapan. Oleh karena itu, kepadatan kawasan bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan rendahnya tingkat kesesuaian geoteknik pada lokasi penelitian. Permasalahan yang lebih dominan berasal dari aspek pondasi, potensi settlement, dan sistem drainase pada tanah berpermeabilitas rendah.

e. Kesesuaian Sistem Drainase terhadap Karakteristik Permeabilitas Tanah

Berdasarkan peta geologi teknik, kawasan penelitian didominasi oleh tanah lempung dan lanau dengan permeabilitas rendah, sehingga kemampuan infiltrasi air ke dalam tanah relatif terbatas. Hasil analisis DED menunjukkan bahwa sistem drainase kawasan telah tersedia, namun belum didukung oleh fasilitas resapan yang memadai untuk mengimbangi karakteristik tanah tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa kesesuaian antara sistem drainase dan permeabilitas tanah masih tergolong rendah, sehingga berpotensi meningkatkan risiko genangan pada musim hujan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Irhamni (2019) yang menyatakan bahwa tanah berpermeabilitas rendah dan sistem drainase yang kurang optimal merupakan faktor utama penyebab genangan pada kawasan permukiman.

Selain mempengaruhi kualitas lingkungan, genangan yang terjadi secara berulang dapat meningkatkan kelembaban tanah dan mempercepat degradasi infrastruktur serta bangunan. Kondisi tersebut juga berpotensi memperbesar risiko penurunan tanah pada kawasan dengan karakteristik tanah lunak sebagaimana dijelaskan oleh Kurnia (2020). Oleh karena itu, diperlukan sistem drainase yang lebih adaptif terhadap kondisi tanah setempat agar keamanan, kenyamanan, dan keberlanjutan lingkungan hunian dapat terjaga.

f. Implikasi terhadap Keselamatan dan Keberlanjutan Hunian

Ketidaksesuaian desain terhadap kondisi geoteknik tidak hanya berdampak pada aspek teknis bangunan, tetapi juga terhadap keselamatan dan kenyamanan penghuni. Penurunan diferensial yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan retakan dinding, deformasi lantai, dan kerusakan elemen struktural yang mengurangi tingkat keamanan bangunan. Pada wilayah rawan gempa seperti Aceh, kondisi tersebut berpotensi memperbesar kerentanan bangunan terhadap beban seismik. Selain itu, genangan yang berulang dapat menurunkan kualitas lingkungan permukiman dan meningkatkan risiko kesehatan masyarakat.

4. Kesimpulan

Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa tipologi desain perumahan komersial di kawasan Lamkенеung belum sepenuhnya sesuai dengan karakteristik tanah aluvial lunak yang memiliki daya dukung rendah, kompresibilitas tinggi, dan permeabilitas rendah. Ketidaksesuaian terutama ditemukan pada aspek pondasi, potensi *settlement*, serta sistem drainase yang belum sepenuhnya menyesuaikan karakteristik tanah. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko penurunan diferensial dan genangan yang dapat mempengaruhi kinerja bangunan dan kualitas lingkungan permukiman.

Kontribusi penelitian ini adalah penyusunan kerangka evaluasi kesesuaian desain perumahan berbasis parameter geoteknik sebagai alat penilaian awal (*preliminary assessment*) pada kawasan tanah lunak. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena analisis geoteknik dilakukan berdasarkan data sekunder tanpa investigasi tanah langsung seperti SPT, CPT/sondir, maupun pengujian laboratorium.

Oleh karena itu, pengembang perlu mempertimbangkan desain pondasi dan sistem drainase yang lebih adaptif terhadap kondisi tanah setempat, sedangkan pemerintah daerah perlu memperkuat aspek geoteknik dalam pengendalian pembangunan perumahan. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data investigasi tanah langsung dan analisis kuantitatif yang lebih rinci untuk meningkatkan akurasi hasil evaluasi.

Referensi

- Amiriyar, M. R., & Asano, J. (2022). A study on transformation of housing typology and its environmental and social effects on the living conditions of residents. *Urban Science*, 6(3), 45. <https://doi.org/10.3390/urbansci6030045>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Coduto, D. P. (2001). *Foundation design: Principles and practices* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Das, B. M. (2011). *Principles of foundation engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of geotechnical engineering* (9th ed.). Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika tanah 1*. Gadjah Mada University Press.
- Irhamni. (2019). Analisis kondisi lingkungan dan karakteristik tanah terhadap kerentanan wilayah di Aceh. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 412–420.
- Kementerian Perumahan dan Kawasan Permukiman Republik Indonesia. (2025). *Dashboard perumahan dan kawasan permukiman*. <https://my.pkp.go.id/dashboardhome>
- Kurnia, N. B. (2020). *Analisis penurunan tanah pada tanah lunak akibat beban konstruksi* (Tesis, Universitas Gadjah Mada).
- Pemerintah Kabupaten Aceh Besar. (2010). Qanun Kabupaten Aceh Besar Nomor 14 Tahun 2010 tentang Izin Mendirikan Bangunan. Pemerintah Kabupaten Aceh Besar.
- Terzaghi, K. (1943). *Theoretical soil mechanics*. Wiley.
- Tomajian, H., Ojo, D., Gyergyák, J., Borsos, Á., & Medvegy, G. (2024). Achieving adaptability through various urban housing typologies. *Pollack Periodica*, 20(1), 155–162. <https://doi.org/10.1556/606.2024.01041>
- UPTB GIS Kota Banda Aceh. (2005). *Peta geologi teknik Banda Aceh–Aceh Besar*. <https://uptbgis.bandaacehkota.go.id/katalog/peta/detail/peta-geologi-teknik-banda-aceh-aceh-besar>
- Zhang, Y., Li, X., & Wu, J. (2024). Characterizing urban spatial structure through built form typologies. *Land Use Policy*, 141, 107166. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107166>