

Analisis Risiko Longsor Tambang X Menggunakan SQL

Pendahuluan

Analisis data geoteknik merupakan langkah krusial dalam menilai stabilitas lereng pada kegiatan pertambangan. Analisis ini menggunakan data uji tanah dari Tambang X, yang terdiri atas 50 sampel, menggunakan bahasa query terstruktur (SQL) pada perangkat lunak **SQLite**. Data mencakup parameter utama, yaitu kadar air (Moisture_Pct), kuat geser tanah (Shear Strength_kPa), dan kohesi (Cohesion_kPa), yang menjadi indikator potensi risiko longsor.

Tujuan analisis adalah mengidentifikasi sampel dan zona yang berisiko tinggi serta menyusun rekomendasi untuk mitigasi. Pendekatan ini dilakukan melalui lima tahapan: eksplorasi data, identifikasi risiko awal, penajaman risiko, analisis per zona, dan penyusunan rekomendasi, guna menghasilkan wawasan yang dapat mendukung pengambilan keputusan di lapangan.

Tahap 1: Eksplorasi Data

Eksplorasi data dilakukan untuk memahami karakteristik dasar dataset uji tanah. Query pertama menghitung jumlah total sampel, menghasilkan 50 entri data.

1	SELECT COUNT(*) AS Total_Samples
2	FROM Soil_Test_Tambang_X

Total_Samples
1 50

Bagan 1. Total sampel

Query kedua mengelompokkan data berdasarkan jenis tanah (Clay, Sand, Silt) dan menghitung rata-rata kadar air serta kuat geser tanah. Hasil menunjukkan bahwa tanah jenis Clay memiliki kadar air rata-rata 25% dengan kuat geser tanah 133 kPa, Sand dengan kadar air 13% dan kuat geser tanah 87 kPa, serta Silt dengan kadar air 19% dan kuat geser tanah 105 kPa. Temuan ini mengindikasikan bahwa Clay cenderung basah namun kuat, Sand kering namun lemah, dan Silt berada pada posisi tengah, sehingga menjadi kandidat awal untuk analisis risiko lebih lanjut.

1	SELECT Soil_Type,
2	COUNT(*) AS Sample_Count,
3	ROUND(AVG(Moisture_Pct), 2) AS Avg_Moisture,
4	ROUND(AVG(Shear_Strength_kPa), 2) AS Avg_Shear
5	FROM Soil_Test_Tambang_X
6	GROUP BY Soil_Type;

	Soil_Type	Sample_Count	Avg_Moisture	Avg_Shear
1	Clay	17	25.41	133.12
2	Sand	16	13.31	87.38
3	Silt	17	19.41	105.47

Bagan 2. Ringkasan tipe tanah

Tahap 2: Identifikasi Risiko Awal

Tahapan ini bertujuan mengidentifikasi sampel yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan lereng berdasarkan kadar air dan kuat geser tanah. Query pertama memfilter sampel dengan kadar air di atas 20%, menghasilkan sejumlah sampel Clay dengan kuat geser tanah tinggi (di atas 100 kPa), menandakan risiko rendah.

1	SELECT Sample_ID, Location, Soil_Type, Moisture_Pct, Shear_Strength_kPa
2	FROM Soil_Test_Tambang_X
3	WHERE Moisture_Pct > 20
4	ORDER BY Moisture_Pct DESC
5	LIMIT 5;

	Sample_ID	Location	Soil_Type	Moisture_Pct	Shear_Strength_kPa
1	S030	Zone C	Clay	27.5	142
2	S007	Zone A	Clay	27.0	140
3	S045	Zone D	Clay	27.0	139
4	S015	Zone A	Clay	26.5	128
5	S039	Zone A	Clay	26.5	141

Bagan 3. Sampel dengan kadar air diatas 20%

Query kedua mencari sampel dengan nilai kuat geser tanah di bawah 110 kPa, yang didominasi oleh Sand dengan kadar air rendah (10-15%) dan beberapa Silt dengan kadar air sekitar 20%. Analisis awal ini menunjukkan bahwa Silt, dengan kombinasi kadar air sedang dan kuat geser tanah yang tidak terlalu tinggi, memiliki potensi risiko lebih besar dibandingkan Clay atau Sand.

```

1  SELECT Sample_ID, Location, Soil_Type, Moisture_Pct, Shear_Strength_kPa
2  FROM Soil_Test_Tambang_X
3  WHERE Shear_Strength_kPa < 110
4  ORDER BY Shear_Strength_kPa ASC
5  LIMIT 5;

```

	Sample_ID	Location	Soil_Type	Moisture_Pct	Shear_Strength_kPa
1	S003	Zone B	Sand	15.0	80
2	S022	Zone C	Sand	13.0	83
3	S040	Zone B	Sand	13.0	84
4	S008	Zone B	Sand	14.0	85
5	S049	Zone D	Sand	13.5	85

Bagan 4. Sampel dengan kuat geser tanahrendah

Tahap 3: Penajaman Analisis Risiko

Penajaman analisis dilakukan dengan menggabungkan kriteria kadar air di atas 20% dan kuat geser tanah di bawah 110 kPa untuk menemukan sampel yang paling berisiko. Query pertama menghasilkan sampel Silt pada beberapa zona, dengan kadar air berkisar antara 20,5-21% dan kuat geser tanah antara 102-109 kPa.

```

1  SELECT Sample_ID, Location, Soil_Type, Moisture_Pct, Shear_Strength_kPa
2  FROM Soil_Test_Tambang_X
3  WHERE Moisture_Pct > 20 AND Shear_Strength_kPa < 110
4  ORDER BY Moisture_Pct DESC;

```

	Sample_ID	Location	Soil_Type	Moisture_Pct	Shear_Strength_kPa
1	S009	Zone C	Silt	21.0	105
2	S014	Zone C	Silt	20.5	102
3	S032	Zone B	Silt	20.5	108
4	S050	Zone C	Silt	20.5	109

Bagan 5. Analisis risiko berdasarkan kadar air dan kuat geser tanah tanah

Untuk memperkuat analisis, query tambahan memasukkan parameter kohesi di bawah 18 kPa, yang menegaskan bahwa Silt dengan kohesi rendah (14 kPa) pada Zona C dan B merupakan ancaman utama. Temuan ini menyoroti Silt sebagai jenis tanah yang rentan terhadap longsor, terutama pada kondisi hujan yang dapat meningkatkan kadar air.

1	SELECT Sample_ID, Location, Soil_Type, Moisture_Pct, Shear_Strength_kPa, Cohesion_kPa
2	FROM Soil_Test_Tambang_X
3	WHERE Moisture_Pct > 20 AND Shear_Strength_kPa < 110 AND Cohesion_kPa < 18
4	ORDER BY Cohesion_kPa ASC;

	Sample_ID	Location	Soil_Type	Moisture_Pct	Shear_Strength_kPa	Cohesion_kPa
1	S009	Zone C	Silt	21.0	105	14
2	S014	Zone C	Silt	20.5	102	14
3	S032	Zone B	Silt	20.5	108	14
4	S050	Zone C	Silt	20.5	109	14

Bagan 6. Analisis risiko berdasarkan kadar air, kuat geser tanah tanah, dan kohesi

Tahap 4: Analisis per Zona

Analisis per zona dilakukan untuk menentukan distribusi risiko secara spasial. Query pertama menghitung jumlah sampel berisiko ($\text{Moisture_Pct} > 20$, $\text{Shear_Strength_kPa} < 110$) per zona, menunjukkan bahwa Zona C memiliki jumlah sampel terbanyak (tiga sampel Silt, rata-rata kadar air 20,7%, kuat geser tanah 105 kPa), diikuti Zona B (satu sampel Silt, kadar air 20,5%, kuat geser tanah 108 kPa).

1	SELECT Location,
2	COUNT(*) AS Risky_Samples,
3	ROUND(AVG(Moisture_Pct), 2) AS Avg_Moisture,
4	ROUND(AVG(Shear_Strength_kPa), 2) AS Avg_Shear,
5	ROUND(AVG(Cohesion_kPa), 2) AS Avg_Cohesion
6	FROM Soil_Test_Tambang_X
7	WHERE Moisture_Pct > 20 AND Shear_Strength_kPa < 110
8	GROUP BY Location
9	ORDER BY Risky_Samples DESC;

	Location	Risky_Samples	Avg_Moisture	Avg_Shear	Avg_Cohesion
1	Zone C	3	20.67	105.33	14.0
2	Zone B	1	20.5	108.0	14.0

Bagan 7. Jumlah sampel yang berisiko

Query kedua memberikan gambaran umum semua zona, mengungkap bahwa Zona A didominasi Clay yang kuat dan Zona D relatif seimbang. Hasil ini mengarahkan perhatian pada Zona C sebagai prioritas utama mitigasi, dengan Zona B sebagai prioritas sekunder.

1	SELECT Location,
2	COUNT(*) AS Total_Samples,
3	ROUND(AVG(Moisture_Pct), 2) AS Avg_Moisture,
4	ROUND(AVG(Shear_Strength_kPa), 2) AS Avg_Shear
5	FROM Soil_Test_Tambang_X
6	GROUP BY Location;

	Location	Total_Samples	Avg_Moisture	Avg_Shear
1	Zone A	13	21.38	116.15
2	Zone B	13	18.23	104.38
3	Zone C	13	19.42	107.85
4	Zone D	11	18.86	107.73

Bagan 8. Gambaran umum semua zona

Tahap 5: Rekomendasi

Berdasarkan analisis, sampel Silt pada Zona C, seperti sampel S014 (kadar air 20,5%, kuat geser tanah 102 kPa, kohesi 14 kPa, kedalaman 0,8 m), diidentifikasi sebagai yang paling berisiko. Query terakhir memilih tiga sampel teratas berdasarkan kriteria risiko, menegaskan dominasi Silt pada Zona C dan B.

1	SELECT Sample_ID, Location, Soil_Type, Depth_m, Moisture_Pct, Shear_Strength_kPa, Cohesion_kPa
2	FROM Soil_Test_Tambang_X
3	WHERE Moisture_Pct > 20 AND Shear_Strength_kPa < 110 AND Cohesion_kPa < 18
4	ORDER BY Shear_Strength_kPa ASC
5	LIMIT 3;

	Sample_ID	Location	Soil_Type	Depth_m	Moisture_Pct	Shear_Strength_kPa	Cohesion_kPa
1	S014	Zone C	Silt	0.8	20.5	102	14
2	S009	Zone C	Silt	0.6	21.0	105	14
3	S032	Zone B	Silt	1.3	20.5	108	14

Bagan 9. Sampel paling berisiko

Rekomendasi yang diusulkan meliputi: (1) pemasangan sistem drainase yang efektif pada Zona C untuk mengurangi kadar air, (2) pengujian lanjutan pada kedalaman kurang dari 1 meter di Zona C dan B, dan (3) pemantauan intensif pada Zona B selama musim hujan untuk mengantisipasi penurunan kuat geser tanah tanah. Pendekatan ini memanfaatkan SQL untuk mengubah data mentah menjadi strategi mitigasi yang terarah.