

SKRIPSI

**PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK
DI BOGOR**



**MOCHAMMAD FACHRY ZULHAM PUJANTORO
NPM : 2016410055**

PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
Januari 2022**

SKRIPSI

**PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK
DI BOGOR**



**MOCHAMMAD FACHRY ZULHAM PUJANTORO
NPM : 2016410055**

BANDUNG, JANUARI 2022

PEMBIMBING:

Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING:

Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

SKRIPSI
PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK
DI BOGOR




NAMA: MOCHAMMAD FACHRY ZULHAM PUJANTORO
NPM: 2016410055


PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.


KO-PEMBIMBING: Afizal Arafianto, S.T., M.T.

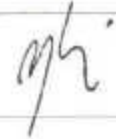
PENGUJI 1: Prof. Paulus Pramono
Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

PENGUJI 2: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.









UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI
2022

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Mochammad Fachry Zulham Pujiantoro

NPM : 2016410055

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi^{*)} dengan judul

PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK DI BOGOR

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 08 Januari 2022



Mochammad Fachry Zulham Pujiantoro

PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK DI BOGOR

Mochammad Fachry Zulham Pujiantoro
NPM: 2016410055

Pembimbing: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022

ABSTRAK

Proses pembentukan tanah vulkanik menyebabkan perilaku kuat geser tanah dan kemampatan tanah vulkanik lebih tinggi dari pada tanah sedimen. Tanah vulkanik termasuk ke dalam tanah residual. Pada teori-teori terpublikasi, Uji Lapangan (*In-Situ Testing*) dalam hal ini *Cone Penetration Test (piezocone/CPTu)* dan *Dilatometer Test (DMT)* pada tanah vulkanik masih jarang ditemukan. Interpretasi hasil uji CPTu dan DMT pada tanah vulkanik memerlukan teknik khusus karena karakteristik tanah vulkanik yang berbeda dengan tanah sedimen. Pada uji CPTu terdapat tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_s), tekanan air pori (u_z) dan tahanan ujung ternormalisasi (Q_{t1}), rasio gesekan ternormalisasi (F_r), dan *Pore Pressure Parameter* (B_q). sedangkan pada uji DMT terdapat *the lift-off pressure* (p_0), *Imm expansion* (p_1), *recontact pressure* (p_2), *material index* (I_D), dan *horizontal stress index* (K_D). Hubungan antara I_D dan I_c serta K_D dan Q_{t1} tidak relevan dengan tanah vulkanik di bogor karena menghasilkan jenis tanah yang berbeda dengan di lapangan.

Kata Kunci: CPTu, *Dilatometer Test*, Korelasi, Parameter terukur, Hubungan parameter



CPT-DMT RESEARCH ON VOLCANIC SOIL IN BOGOR

Mochammad Fachry Zulham Pujiantoro
NPM: 2016410055

Advisor: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Co-Advisor: Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARY 2022

ABSTRACT

The process of formation of volcanic soil causes the behavior of the shear strength of the soil and the compressibility of the volcanic soil to be higher than that of the sedimentary soil. Volcanic soil is included in residual soil. In published theories, Field Tests (In-Situ Testing) in this case the Cone Penetration Test (piezocone CPTu) and Dilatometer Test (DMT) on volcanic soils are still rarely found. The interpretation of CPTu and DMT test results on volcanic soils requires special techniques because the characteristics of volcanic soils are different from sedimentary soils. In the CPTu test there are end resistance (q_c), blanket friction (f_s), pore water pressure (u_z) and normalized tip resistance (Q_{t1}), normalized friction ratio (F_r), and Pore Pressure Parameter (B_p), while in the DMT test there are the lift-off pressure (p_o), 1mm expansion (p_1), recontact pressure (p_2), material index (I_D), and horizontal stress index (K_D). The relationship between I_D and I_c as well as K_D and Q_{t1} is not relevant to volcanic soils in Bogor because they produce different soil types than in the field.

Keywords: CPTu, Dilatometer Test, Correlation, Measured parameters, Parameter relationship

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas kasih, perlindungan, dan kekuatan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **PENELITIAN CPT-DMT PADA TANAH VULKANIK DI BOGOR** sebagai syarat untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses menyusun skripsi, penulis menyadari terdapat banyak kendala yang dihadapi, tetapi berkat bantuan, dorongan, kritik, dan saran dari berbagai pihak maka akhirnya skripsi dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga yaitu Ayah, dan Ibu yang memberikan dukungan secara materiil dan non-materiil selama menjalani perkuliahan.
2. Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, tenaga, kritik, dan saran untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., selaku ko-pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, tenaga, kritik, dan saran untuk membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik dan masukan yang membangun bagi penulis pada penyusunan skripsi ini.
5. Keluarga Congs yaitu Agni, Alif, Bernard, Daniel J., David C., Edward, Elshaan HK, Fredrik, Glen A, Ian L., Joseph Bian, Jonathan W., Ryan K., dan Remart selaku teman-teman yang membantu, memberikan ide, dan menemani penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
6. Keluarga Minions yaitu Arief D, Ayu S.L, Clevara Q, Deina P, Hasya A.H, Melati A.H, Mugi N.H, Trina S, dan Yosafat A.S. selaku teman-teman yang membantu, memberikan ide, dan menemani penulis selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.

7. Keluarga Lis Becak Indonesia selaku teman-teman yang membantu, memberikan semangat penulis selama proses penyusunan skripsi.
8. Sipil Unpar 2016, masyarakat Sipil, dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat membutuhkan kritik dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi orang lain. Terima kasih.

Bandung, 08 Januari 2022



Mochammad Fachry Zulham Pujiantoro

2016410055



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	1-1
ABSTRACT.....	1-3
PRAKATA.....	1-4
DAFTAR ISI.....	1-6
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	1-9
DAFTAR GAMBAR.....	1-10
DAFTAR TABEL.....	1-11
DAFTAR LAMPIRAN.....	1-12
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-13
1.1 Latar Belakang.....	1-13
1.2 Inti Permasalahan.....	1-13
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-14
1.4 Lingkup Penelitian.....	1-14
1.5 Metode Penelitian.....	1-14
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-15
1.7 Diagram Alir.....	1-15
BAB 2.....	2-1
2.1 Dilatometer Test (DMT).....	2-1
2.1.1 Alat Uji.....	2-1
2.1.2 Prosedur uji.....	2-2
2.1.3 Data pengukuran dari DMT.....	2-2
2.1.4 Parameter Ternormalisasi dari DMT.....	2-2
2.2 Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement (CPTu).....	2-3
2.2.1 Alat Uji.....	2-3

2.2.2	Cara Pemakaian.....	2-3
2.2.3	Data Pengukuran dari CPTu.....	2-3
2.2.4	Parameter turunan dan Ternormalisasi dari CPTu	2-3
2.3	Korelasi DMT dan CPTu	2-4
2.4	Tanah vulkanik.....	2-4
BAB 3		3-1
3.1	Perhitungan Data Pengukuran Uji DMT	3-1
3.2	Perhitungan Data Pengukuran Uji CPTu.....	3-1
3.3	Parameter Tanah DMT dan CPTu.....	3-2
3.3.1	Parameter tanah dari DMT.....	3-2
3.3.2	Parameter tanah dari CPTu.....	3-3
3.4	Korelasi Parameter Tanah.....	3-4
3.5	Perbandingan Data DMT dan CPTu.....	3-4
BAB 4		4-5
4.1	Deskripsi Proyek.....	4-5
4.2	Data Penyelidikan Tanah.....	4-5
4.3	Analisis Data	4-6
4.3.1	Perbandingan Hasil Uji DMT dan CPTu.....	4-6
4.3.2	Perbandingan Parameter DMT dan CPTu.....	4-7
4.3.3	Mengevaluasi Hubungan I_D DMT dan I_c CPTu.....	4-8
4.3.4	Menganalisis Hubungan K_D DMT dan Q_{t1} CPTu.....	4-11
4.3.5	Menganalisis hubungan p_0 DMT dan u_2 CPTu.....	4-14
4.3.6	Menganalisis hubungan p_1 DMT dan q_c CPTu	4-15
BAB 5		5-16
5.1	Kesimpulan.....	5-16
5.2	Saran.....	5-17



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



CPT_u	= <i>Cone Penetration Test</i>
DMT	= <i>Dilatometer Test</i>
q_c	= Tahanan ujung
f_s	= Gesekan selimut
u_2	= Tekanan air pori
Q_{11}	= Tahanan ujung ternormalisasi
F_r	= Rasio gesekan ternormalisasi
R_f	= Rasio gesekan
B_q	= <i>Pore Pressure Parameter</i>
p_0	= <i>The lift-off pressure</i> (Pembacaan A terkoreksi)
p_1	= <i>Imm expansion</i> (Pembacaan B terkoreksi)
p_2	= <i>Recontact pressure</i> (Pembacaan C terkoreksi)
I_D	= <i>Material index</i>
K_D	= <i>Horizontal stress index</i>
I_c	= <i>Soil Behaviour Type index</i>
γ	= <i>Unit weight</i>
γ/γ_w	= <i>Total unit weight</i>
q_t	= <i>Corrected cone resistance</i>
σ_{vo}	= <i>Total vertical overburden stress</i>
σ'_{vo}	= <i>Vertical overburden stress</i>
a	= <i>Net area ratio</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-17
Gambar 2.1 Alat uji DMT (<i>Dilatometer Test</i>)	2-1
Gambar 2.2 Alat uji CPTu (<i>Cone Penetration Test</i>).....	2-3
Gambar 2.3 Korelasi CPT dan DMT dari I_D versus I_c dan K_D versus Q_{t1}	2-4
Gambar 3.1 Estimasi jenis tanah dan berat isi tanah dari Marchetti (1980)	3-3
Gambar 3.2 <i>Normalized CPT Soil Behavior Type</i> dari Robertson (1986).....	3-3
Gambar 3.3 Korelasi CPT dan DMT dari I_D versus I_c dan K_D versus Q_{t1}	3-4
Gambar 4.1 Proyek jalan toll Bocimi.....	4-5
Gambar 4.2 Hasil Uji DMT dan CPTu	4-6
Gambar 4.3 Parameter tanah DMT dan CPTu.....	4-7
Gambar 4.4 Hubungan I_D DMT dan I_c CPTu (Sta 16 + 675 – Sta 19+925).....	4-8
Gambar 4.5 Hubungan I_D DMT dan I_c CPTu (Sta 21 + 600 – Sta 24+100).....	4-9
Gambar 4.6 Hubungan I_D DMT dan I_c CPTu Total.....	4-10
Gambar 4.7 Hubungan K_D DMT dan Q_{t1} CPTu (Sta 16 + 675 – Sta 19+925) ..	4-11
Gambar 4.8 Hubungan K_D DMT dan Q_{t1} CPTu (Sta 21 + 600 – Sta 24+100) ..	4-12
Gambar 4.9 Hubungan K_D DMT dan Q_{t1} CPTu Total.....	4-13
Gambar 4.10 Hubungan p_0 DMT dan u_2 CPTu (Sta 21 + 600 – Sta 24+100) ...	4-14
Gambar 4.11 Hubungan p_1 DMT dan q_t CPTu (Sta 21 + 600 – Sta 24+100)....	4-15

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rumus dasar penurunan DMT dari Marchetti (2006).....	3-1
Tabel 3.2 Korelasi CPT dan DMT dari I_D versus I_c dan K_D versus Q_{ti}	3-2



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data CPTu
- Lampiran 2 Data DMT
- Lampiran 3 Data Bor
- Lampiran 4 Data Perbandingan jarak DMT dan CPTu
- Lampiran 5 Data Perhitungan
- Lampiran 6 Data Korelasi DMT dan CPTu
- Lampiran 7 Data Perbandingan p_0 dan u_2
- Lampiran 8 Data Perbandingan p_1 dan q_1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan proses pembentukannya, tanah dibagi menjadi dua jenis yaitu tanah residual dan tanah sedimen. Tanah residual adalah hasil dari pelapukan pada batuan dasar oleh proses fisika dan kimiawi, sedangkan tanah sedimen adalah hasil proses endapan yang terjadi karena erosi di atas batuan. Sedikit berbeda dengan sifat tanah sedimen, teori-teori atau pengertian yang berlaku pada tanah sedimen tidak dengan sendirinya dapat dipakai pada tanah residual Moeno (2011). Salah satu jenis tanah residual adalah tanah vulkanik. Banyak wilayah di Indonesia khususnya di Pulau Jawa yang didominasi oleh tanah vulkanik. Secara skematik kondisi tanah di Pulau Jawa berdasarkan pendekatan geologinya adalah distribusi dari keberadaan tanah *Red Clay (Halloysitic)* dan *Volcanic Ash (Allophanic)*. Tanah vulkanik terbentuk disebabkan oleh material gunung berapi yang dikeluarkan seperti abu vulkanik, lava, dan lahar yang melapuk pada batuan sekitar gunung berapi itu berada.

Pada teori-teori terpublikasi, Uji Lapangan (*In-Situ Testing*) dalam hal ini *Cone Penetration Test (piezocone/CPTu)* dan *Dilatometer Test (DMT)* pada tanah vulkanik masih jarang ditemukan. CPTu menggunakan tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_c), dan tekanan air pori (u_z) untuk mengidentifikasi jenis tanah, sedangkan DMT menggunakan *the lift-off pressure* (p_0), *Imm expansion* (p_1), dan *recontact pressure* (p_2). Interpretasi hasil uji CPTu dan DMT pada tanah vulkanik memerlukan teknik khusus karena karakteristik tanah vulkanik yang berbeda dengan tanah sedimen.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang terdapat pada penelitian ini adalah:

1. Wilayah di Indonesia khususnya di Pulau Jawa banyak didominasi oleh tanah vulkanik karena banyaknya gunung berapi aktif mengakibatkan tanah sekitar gunung berapi itu melapuk dari sisa abu vulkanik, lava, dan lahar.

2. Proses pembentukkan tanah vulkanik menyebabkan perilaku kuat geser tanah dan kemampuan tanah vulkanik lebih tinggi dari pada tanah sedimen sehingga memerlukan teknik interpretasi khusus karena perbedaan karakteristik tanah.
3. Penelitian tentang korelasi CPTu dan DMT dilakukan oleh Robertson pada tahun 2009 selama 30 tahun terakhir masih jarang ditemukan, selain itu Robertson meneliti korelasi CPTu dan DMT sebagian besar pada tanah sedimen dan sebagian tanah residual.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Menurunkan parameter geoteknik dari uji CPT dan DMT.
2. Menganalisis hubungan antara parameter ternormalisasi dari CPT dan DMT pada tanah vulkanik di Bogor, Jawa Barat.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi hubungan I_D DMT dan I_c CPTu
2. Menganalisis hubungan K_D DMT dan Q_t CPTu
3. Mengamati hubungan p_0 DMT dan u_2 CPTu
4. Mengamati hubungan p_1 DMT dan q_t CPTu

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
Pada tahap ini mempelajari teori-teori tentang tanah vulkanik, CPTu, DMT, korelasi CPTu dan DMT dari buku teks, referensi dan jurnal.
2. Pengumpulan dan pemilahan data
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pemilihan data CPTu dan DMT di Bogor (proyek jalan tol Bocimi Bogor-Ciawi-Sukabumi).
3. Analisis data

Pada tahap ini dilakukan pembuatan korelasi antara hasil pengukuran CPTu dan DMT.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini yang digunakan sebagai acuan penulisan skripsi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan metode-metode analisis yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi tentang tahapan menurunkan parameter geoteknik dari uji CPT dan DMT lalu mencari hubungan antara hasil pengukuran CPTu dan DMT.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan hasil akhir yang diperoleh dari penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir

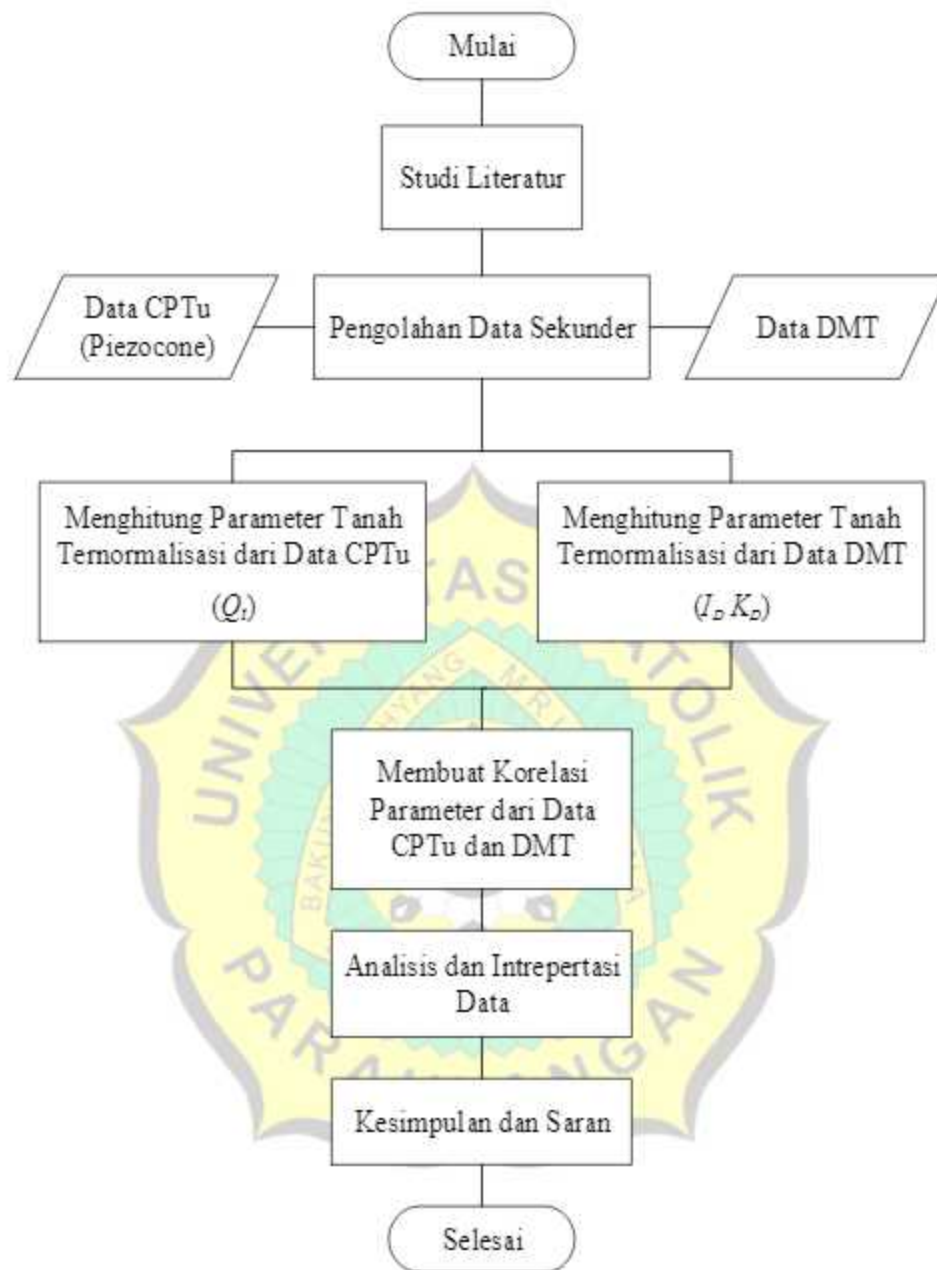
Penelitian dimulai dengan studi literatur melalui membaca buku teks mengenai CPT, DMT, dan korelasi antara CPT dan DMT. Lalu dilanjutkan dengan pengumpulan data CPTu (piezocone) dan DMT. Kemudian data tersebut diolah dan dilakukan perhitungan parameter tanah ternormalisasi dari CPTu dan DMT. Parameter yang terukur adalah q_c , f_s , dan u_2 dapat dihitung menjadi Q_t , F_r , dan B_q

untuk CPTu, sedangkan p_0 , p_1 , dan p_2 diturunkan menjadi I_D , dan K_D untuk DMT. Setelah itu dapat dibuat korelasi parameter dari data perhitungan CPTu dan DMT seperti yang telah dijelaskan pada lingkup penelitian.

1. I_D (*Material index*) DMT dan I_c (*SBT index*) CPTu
2. K_D (*Horizontal Stress Index*) DMT dan Q_{ul} (Tahanan ujung ternormalisasi) CPTu
3. p_0 (*the lift-off pressure*) DMT dan u_2 (Tekanan Air Pori) CPTu
4. p_1 (*Imm expansion*) DMT dan q_t (Tahanan ujung terkoreksi) CPTu

Pada uji CPTu terdapat tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_s), tekanan air pori (u_2) dan tahanan ujung ternormalisasi (Q_{ul}), rasio gesekan ternormalisasi (Fr), dan *Pore Pressure Parameter* (B_q). sedangkan pada uji DMT terdapat *the lift-off pressure* (p_0), *Imm expansion* (p_1), *recontact pressure* (p_2), *material index* (I_D), dan *horizontal stress index* (K_D). Kemudian data tersebut dianalisis dan diinterpretasikan sehingga berdasarkan hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan dan saran. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Diagram Alir