

PERANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN DINDING TURAP (TURAP KANTILEVER DAN TURAP BERANGKER) BERBASIS ANTARMUKA PENGGUNA GRAFIS

Richard Juanda Naibaho (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, richardjuanda.rj@gmail.com)

Stevy Thioritz (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, stevythio@gmail.com)

Hendry T Kalangi (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, hkalangi73@gmail.com)

Received: 30 Maret 2023, Revised: 03 April 2023, Accepted: 03 April 2023

ABSTRAK

Perhitungan dinding turap secara manual membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga dengan perkembangan teknologi menyebabkan perhitungan manual mulai kurang digunakan dan digantikan dengan penggunaan perangkat lunak (*software*) karena lebih menghemat waktu dan tenaga. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu program berbasis antarmuka pengguna grafis (*graphical user interface*) dengan tujuan untuk mempermudah perhitungan dinding turap dengan menghemat waktu dalam proses perhitungannya. Perancangan aplikasi dimulai dengan membuat tampilan program aplikasinya, membuat *listing program*, dan selanjutnya melakukan validasi dengan membandingkan hasil perhitungan menggunakan program aplikasi yang dibuat dengan perhitungan manual. Program ini memuat analisis terkait 2 (dua) tipe dinding turap dengan berbagai kondisi tanah. Tipe dinding turap yang digunakan adalah turap kantilever dan turap berangker. Hasil menunjukkan bahwa program yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Pengecekan program tersebut dilakukan dengan cara *trial and error* terhadap semua kemungkinan sehingga dipastikan tidak terdapat kesalahan ketika program tersebut dijalankan. Hasil analisis pada program juga menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan manual.

Kata kunci: dinding turap kantilever, dinding turap berangker, antarmuka pengguna grafis

ABSTRACT

The manual calculations of sheet pile wall sometimes consume a lot of times and with the development of technology, the manual calculations have started to be less used and replaced with the use of software because it saves time and effort. This research's aim is to develop an application based on the graphical user interface for facilitating the analysis of sheet pile wall so that time saving of the calculation process. The design of application starts with designing of the interface, listing program and validating the result. This application consists two types of sheet pile which analyzed with several soil condition. The sheet pile which been used is cantilever sheet pile wall and anchored sheet pile wall. Based on the result, the application created can properly function. Testing of the application used trial and error for any possibility so it was ensured there is no errors when the program is run. The analytical result in this application shows similar result with manual calculations.

Keywords: cantilever sheet pile wall, anchored sheet pile wall, graphical user interface

PENDAHULUAN

Proyek-proyek konstruksi yang dilaksanakan di lokasi tebing jalan raya, tebing sungai, dan dermaga membutuhkan konstruksi penahan tanah untuk mencegah terjadinya longsor atau mencegah rembesan air. Jenis konstruksi penahan tanah yang sering digunakan adalah dinding turap karena memiliki beberapa keuntungan dalam pelaksanaannya jika dibandingkan dengan dinding penahan tanah (Das, 2011; Martini, Maricar dan Setiawan, 2012; Hertiany dan Asyifah, 2014). Dinding turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi selain untuk menahan tanah, juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Keuntungan menggunakan dinding turap adalah pekerjaan konstruksi yang praktis dan waktu pelaksanaannya lebih cepat (Hardiyatmo, 2018). Adapun 3 (tiga) tipe turap antara lain: turap kayu, turap beton, dan turap baja. Berdasarkan ketiga turap tersebut, turap baja merupakan jenis turap yang umumnya digunakan dalam konstruksi. Hal ini dikarenakan turap baja memiliki kelebihan lainnya, antara lain: tahan terhadap *driving stress*, penampang relatif tipis, dapat digunakan berulang kali dan panjang turap dapat disesuaikan dengan mudah (ditambahkan atau dikurangi) (Hadihardaja, 1997). Turap berdasarkan jenis

konstruksinya terbagi menjadi 2 (dua) yaitu turap tipe kantilever dan turap tipe angker/jangkar. Turap tipe kantilever digunakan untuk konstruksi penahan berskala kecil atau tanah yang ditahan relatif dangkal (Teng, 1992), dan biasanya digunakan untuk konstruksi semi-permanen. Turap tipe angker digunakan untuk menahan tanah yang memiliki kedalaman yang sangat dalam, akan tetapi perlu diperhatikan bahwa turap tipe angker membutuhkan area atau lahan yang cukup dibelakang turap untuk penanaman angker, dan biasanya digunakan untuk konstruksi yang bersifat permanen. Turap berangker juga memilih biaya konstruksi yang jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan turap kantilever (Coduto, 2001). Hal ini disebabkan kedalaman dan konstruksi yang lebih rumit dari turap berangker. Turap kantilever biasanya memiliki kedalaman ≤ 3 meter sedangkan untuk turap berangker biasanya digunakan untuk kedalaman > 3 meter (Bowles, J.E., 1997). Dalam mendesain dinding turap, seringkali masih digunakan metode perhitungan manual. Metode ini kurang efisien karena akan memakan waktu dan tenaga yang lebih banyak. Oleh karena itu, seiring dengan perkembangan teknologi, salah satu cara mengatasi hal tersebut adalah membuat program aplikasi yang berbasis antarmuka pengguna grafis (*Graphical User Interface*, GUI). GUI adalah sebuah *display* dari MATLAB yang mengandung perintah, tugas, atau komponen yang mempermudah pengguna dalam menjalankan program MATLAB (Mathworks, 2015).

METODOLOGI PENELITIAN

Studi Literatur

Mencari data atau teori dari beberapa referensi seperti buku dan jurnal yang berkaitan dengan perhitungan dinding turap.

Persiapan

Pada tahap persiapan, perlu disiapkan segala hal yang berhubungan dengan pembuatan program ini yaitu laptop dan *software* pendukungnya. Dipersiapkan pula gambaran awal mengenai program yang akan dibuat yaitu dengan merancang terlebih dahulu tampilan antarmuka pengguna grafis (*graphical user interface*) program yang akan dibuat. *Software* pendukung yang akan digunakan adalah MATLAB dengan fitur GUIDE (Mathworks, 2004)

Penulisan Program *Listing*

Program *listing* adalah kode komputer atau data digital. Program yang dibuat adalah untuk perhitungan turap kantilever dan turap berangker dimana tiap turap tersebut memiliki kondisi tanah yang berbeda-beda akan tetapi pada umumnya program terbagi menjadi 4 tipe, yaitu *tipe1gui.m*, *tipe2gui.m*, *tipe3gui.m* dan *tipe4gui.m*. *Tipe1gui.m* adalah perhitungan untuk turap kantilever pada tanah granular, *tipe2gui.m* adalah perhitungan turap kantilever pada tanah kohesif yang diurug tanah granular, *tipe3gui.m* adalah perhitungan turap berangker pada tanah granular dan *tipe4gui.m* adalah perhitungan turap berangker pada tanah kohesif yang diurug tanah granular.

Pengujian Program

Setelah program *listing* selesai, langkah selanjutnya adalah pengujian. Pengujian perlu dilakukan untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam program. Pengujian akan dilakukan dengan mencari *error* pada program yang telah dibuat dengan mengecek ulang apakah ada fungsi yang kurang atau tidak dapat dijalankan. Selanjutnya, pengujian akan dilakukan dengan cara menjalankan program dan membandingkan hasil yang didapatkan dengan menggunakan program dengan hitungan manual.

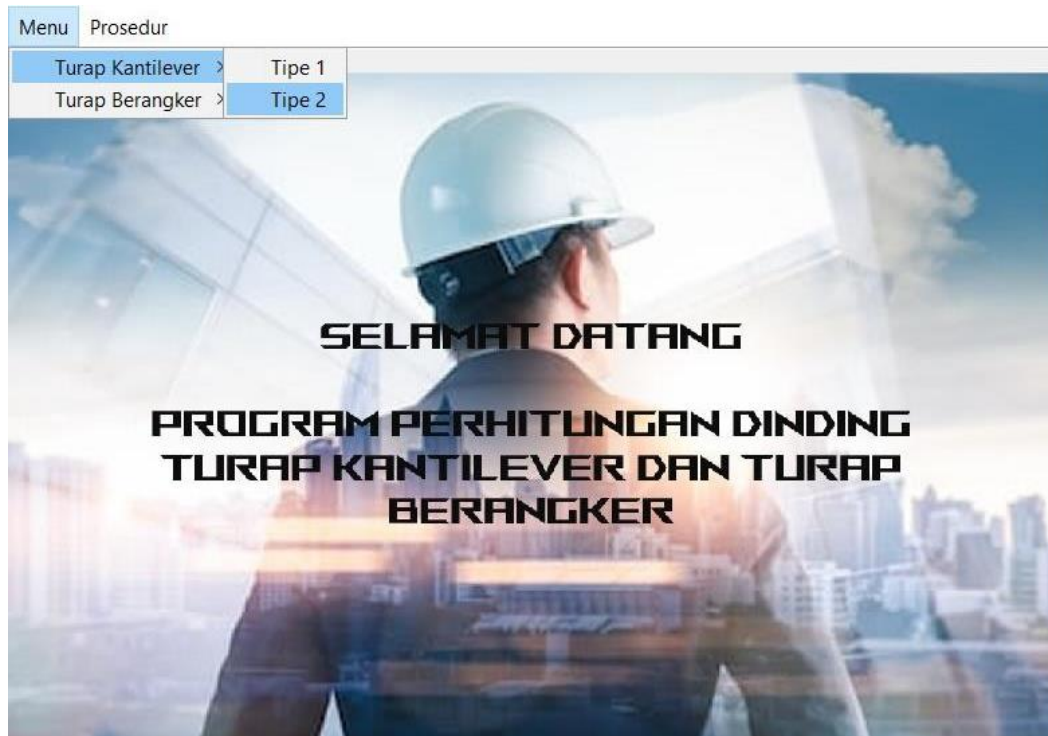
Penyelesaian Akhir

Pada tahap ini, program yang telah jadi diatur kembali tampilannya menjadi lebih rapi sehingga program mudah dimengerti dan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Antarmuka Pengguna Grafis (*Graphical User Interface*)

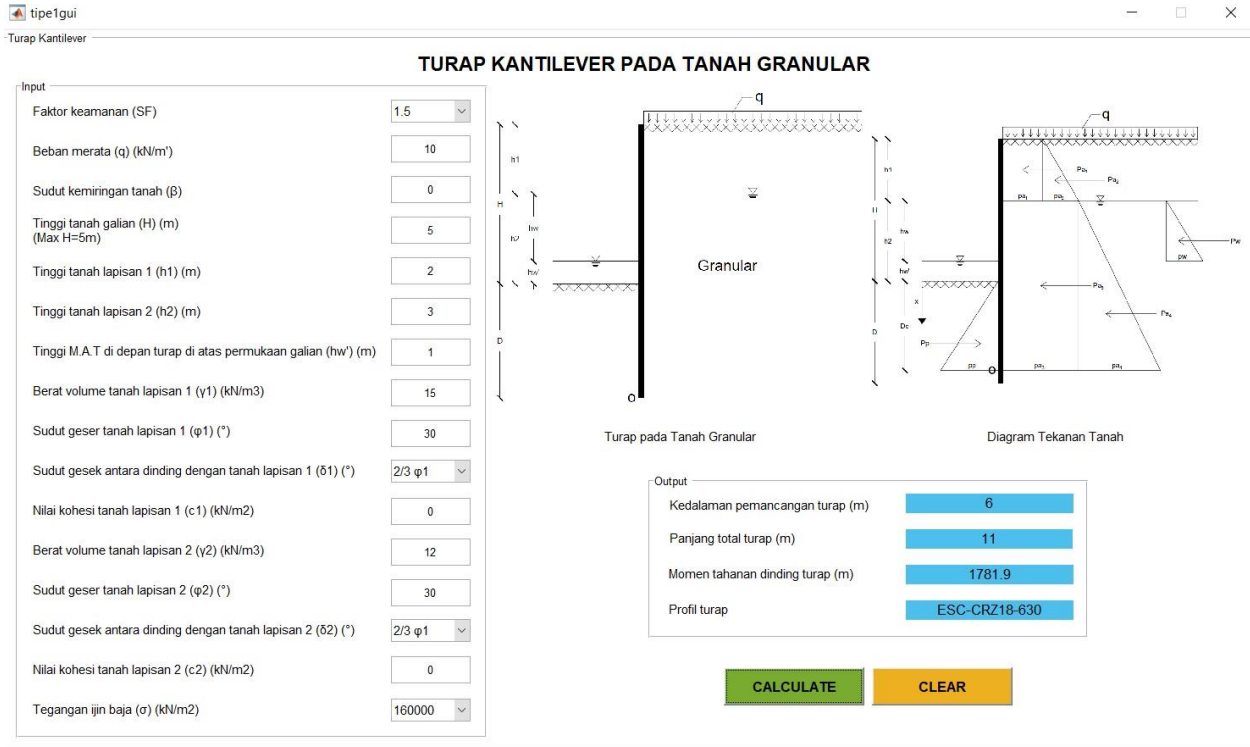
Gambar 1 menunjukkan tampilan antarmuka pengguna grafis dari program yang telah selesai dibuat. Terdapat 2 (dua) menu utama pada bagian atas program, yaitu Menu yang berfungsi untuk menampilkan perhitungan untuk 2 (dua) jenis turap (turap kantilever dan turap berangker) dan Prosedur yang berisi tentang petunjuk penggunaan dari program yang berbasis antarmuka pengguna grafis.



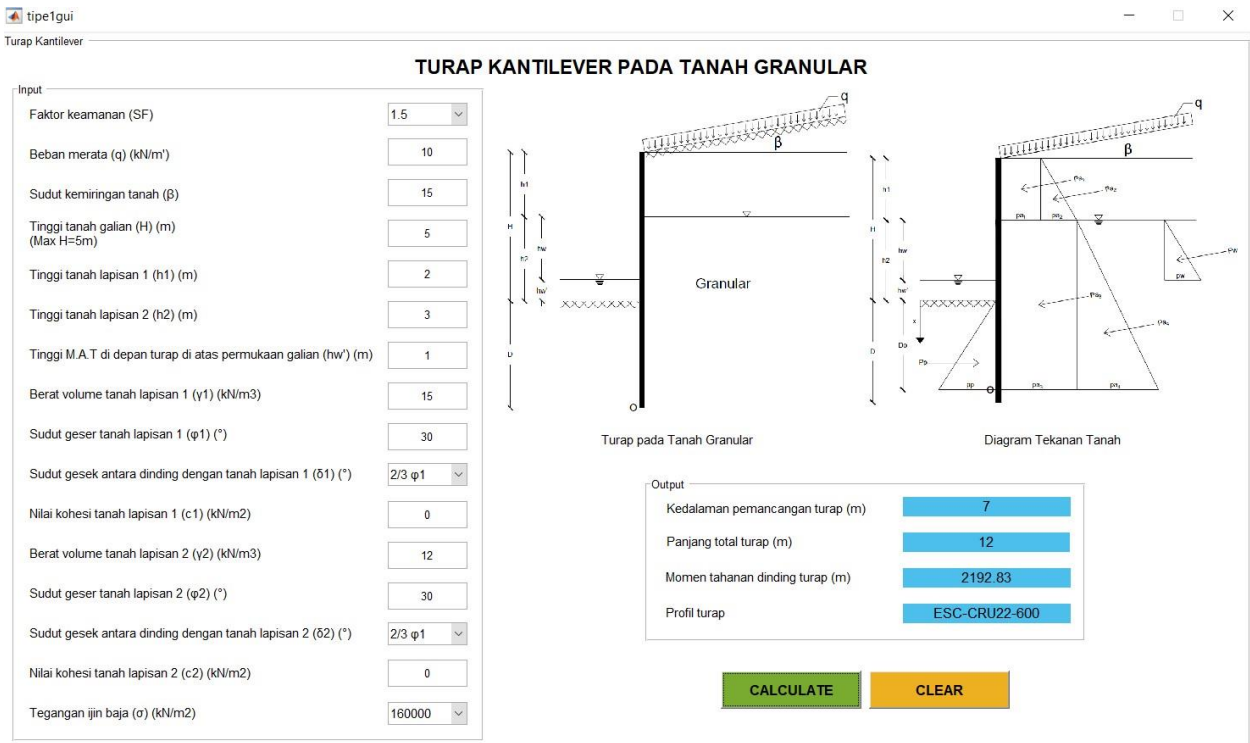
Gambar 1. Tampilan depan antarmuka pengguna grafis untuk perhitungan turap

Turap kantilever

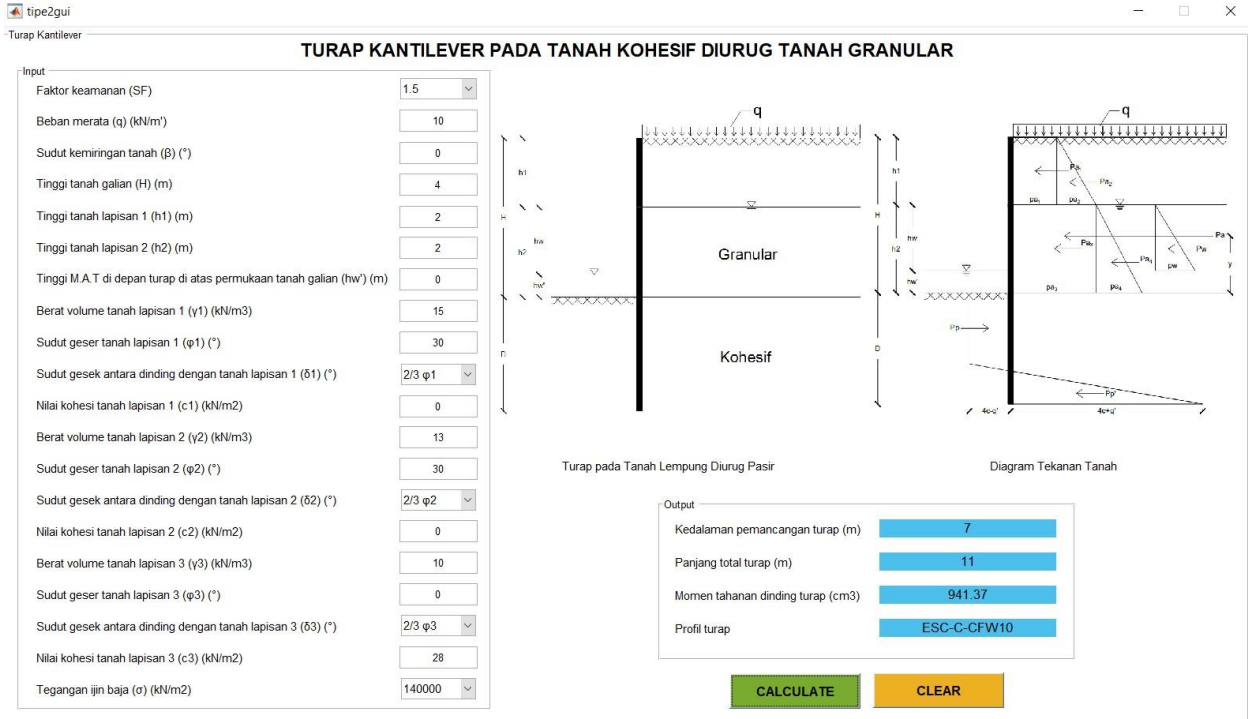
Gambar 2 sampai Gambar 5 menunjukkan hasil GUI untuk turap tipe kantilever pada beberapa kondisi, yaitu turap kantilever pada pasir homogen dengan permukaan tanah horizontal (Gambar 2), turap kantilever pada pasir homogen dengan permukaan tanah miring (Gambar 3), turap kantilever pada tanah lempung diurug pasir dengan permukaan tanah horizontal (Gambar 4) dan turap kantilever pada tanah lempung diurug pasir dengan permukaan tanah miring (Gambar 5). Pada masing-masing program yang dibuat terdapat dua kolom utama, yaitu untuk kolom input dan kolom output. Kolom input adalah data yang dibutuhkan untuk melakukan analisis perhitungan sedangkan kolom output menunjukkan hasil perhitungan terhadap beberapa variabel desain. Pengguna wajib memasukkan data pada kolom input terlebih dahulu setelah itu dapat menggunakan tombol *calculate* untuk memulai perhitungan. Hasil output akan muncul pada bagian kolom output (kolom terhighlight biru). Pengguna juga dapat memasukkan kembali data input jika terjadi kesalahan penginputan atau analisis yang tidak terkontrol (harus memperbesar dimensi / menyesuaikan variabel tertentu) dengan menekan pilihan *clear*.



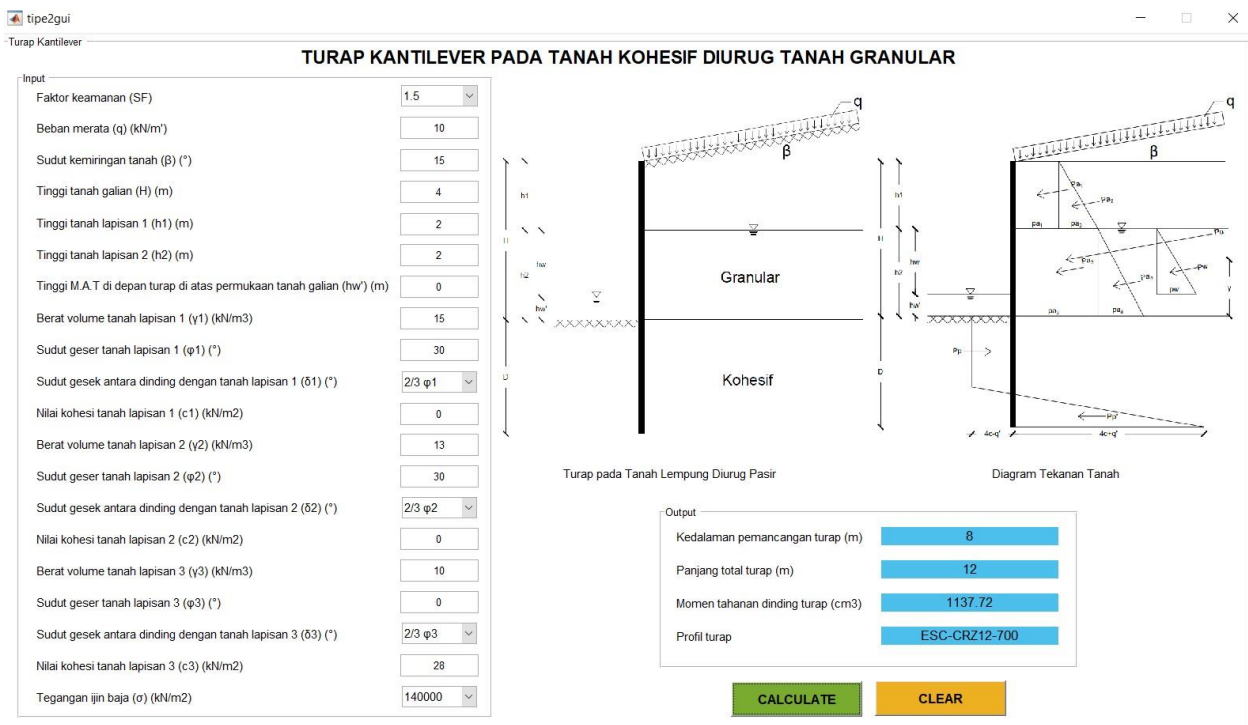
Gambar 2. Perhitungan program *tipe1gui.m* untuk $\beta=0$



Gambar 3. Perhitungan program *tipe1gui.m* untuk $\beta \neq 0$



Gambar 4. Perhitungan program *tipe2gui.m* untuk $\beta=0$



Gambar 5. Perhitungan program *tipe2gui.m* untuk $\beta \neq 0$

Turap berangker

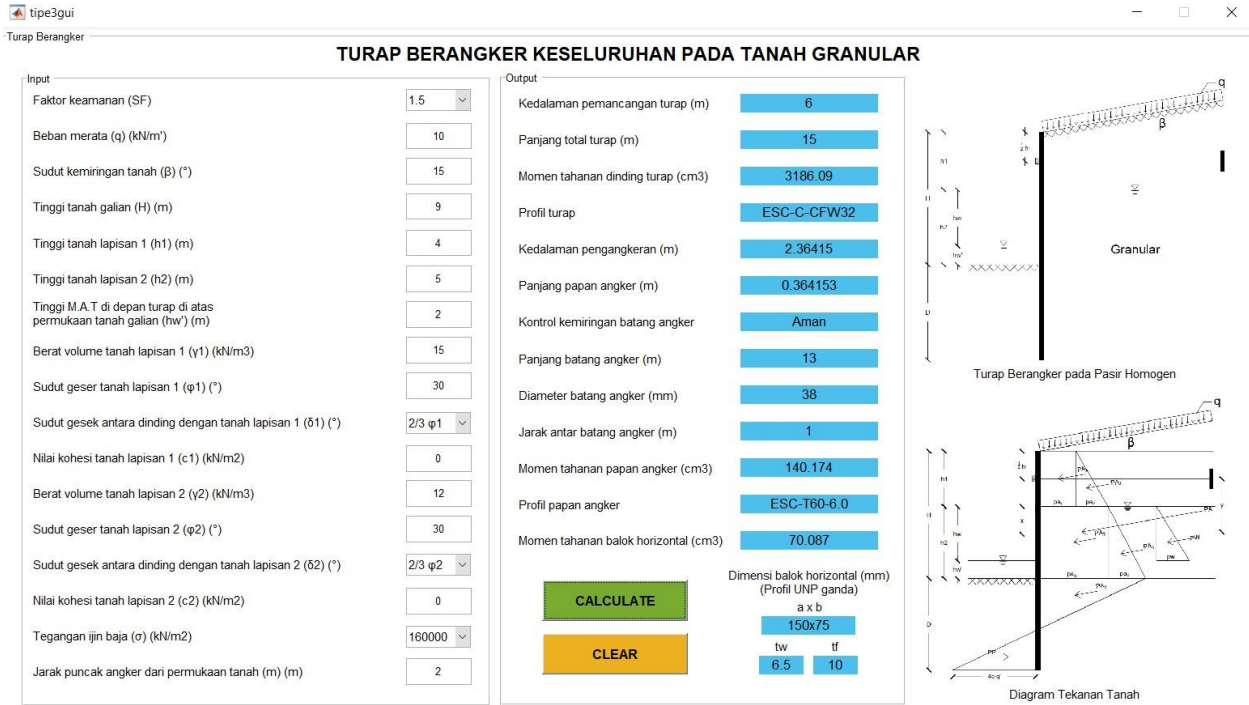
Sama halnya dengan turap kantilever, pada bagian perhitungan turap berangker terdapat 4 (empat) program yang berbeda yang dibuat tergantung dengan jenis kondisi tanah (Gambar 6 sampai Gambar 9), antara lain: turap berangker keseluruhan pada tanah granular dengan permukaan tanah horizontal, turap berangker keseluruhan pada tanah granular dengan permukaan tidak horizontal (miring), turap berangker pada tanah kohesif yang dirug tanah granular dengan permukaan tanah horizontal dan turap berangker pada tanah kohesif yang dirug tanah granular dengan permukaan tanah tidak horizontal (miring).

TURAP BERANGKER KESELURUHAN PADA TANAH GRANULAR

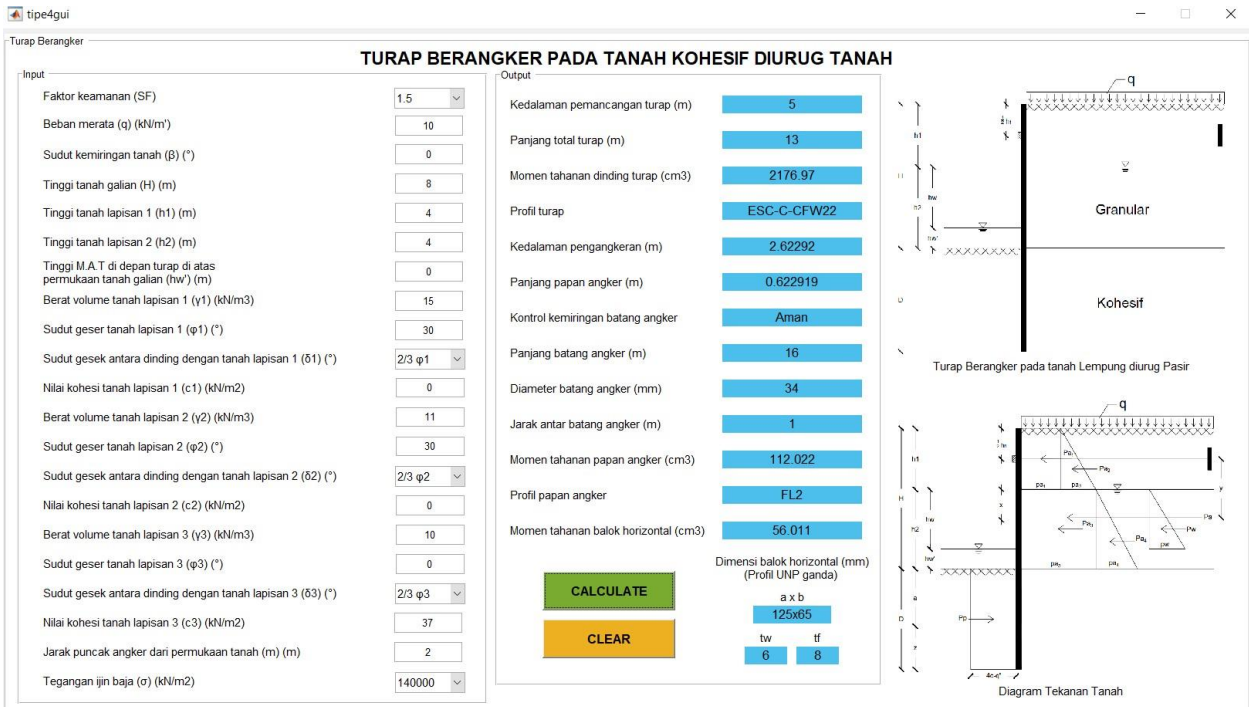
Input	Output
Faktor keamanan (SF)	Kedalaman pemancangan turap (m)
1.5	5
Beban merata (q) (kN/m ²)	Panjang total turap (m)
10	14
Sudut kemiringan tanah (β) (°)	Momen tahanan dinding turap (cm ³)
0	2741.62
Tinggi tanah galian (H) (m)	Profil turap
9	NS-SP-50H
Tinggi tanah lapisan 1 (h1) (m)	Kedalaman pengangkatan (m)
4	2.73091
Tinggi tanah lapisan 2 (h2) (m)	Panjang papan angker (m)
5	0.730906
Tinggi M.A.T di depan turap di atas permukaan tanah galian (hw) (m)	Kontrol kemiringan batang angker
2	Aman
Berat volume tanah lapisan 1 (γ1) (kN/m ³)	Panjang batang angker (m)
15	13
Sudut geser tanah lapisan 1 (φ1) (°)	Diameter batang angker (mm)
30	35
Sudut gesek antara dinding dengan tanah lapisan 1 (δ1) (°)	Jarak antar batang angker (m)
2/3 φ1	1
Nilai kohesi tanah lapisan 1 (c1) (kN/m ²)	Momen tahanan papan angker (cm ³)
0	117.722
Berat volume tanah lapisan 2 (γ2) (kN/m ³)	Profil papan angker
12	FL2
Sudut geser tanah lapisan 2 (φ2) (°)	Momen tahanan balok horizontal (cm ³)
30	58.8612
Sudut gesek antara dinding dengan tanah lapisan 2 (δ2) (°)	Dimensi balok horizontal (Profil UNP ganda)
2/3 φ2	a x b
Nilai kohesi tanah lapisan 2 (c2) (kN/m ²)	125x85
0	tw tf
Tegangan ijin baja (σ) (kN/m ²)	6 8
160000	
Jarak puncak angker dari permukaan tanah (m) (m)	
2	

Diagram Tekanan Tanah

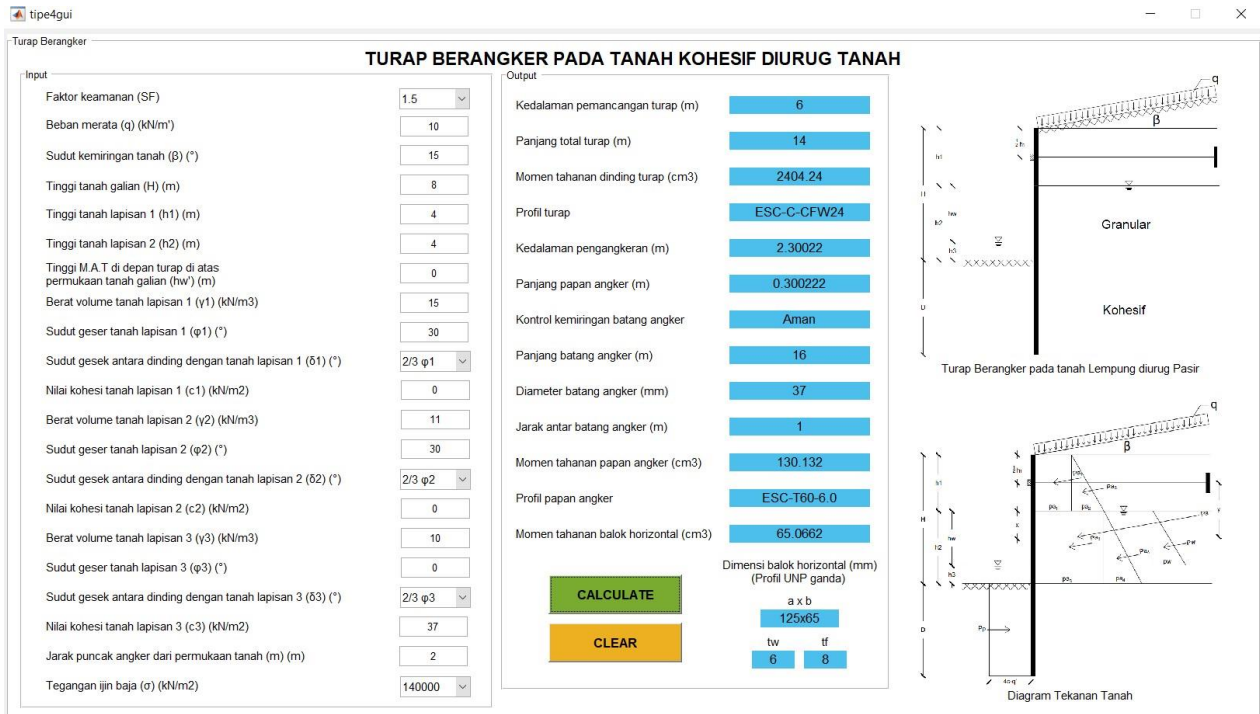
Gambar 6. Perhitungan program *tipe3gui.m* untuk $\beta=0$



Gambar 7. Perhitungan program *tipe3gui.m* untuk $\beta \neq 0$



Gambar 8. Perhitungan program *tipe4gui.m* untuk $\beta = 0$



Gambar 9. Perhitungan program *tipe4gui.m* untuk β≠0

Perbandingan hasil program dan perhitungan manual

Tabel 1 dan Tabel 2 masing-masing menunjukkan perbandingan hasil yang didapatkan dengan menggunakan perhitungan manual dan program. Tabel xx menunjukkan hasil output beberapa variabel dengan studi kasus turap kantilever sedangkan Tabel xx menunjukkan hasil output untuk tipe turap berangker. Berdasarkan hasil yang didapatkan, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perhitungan manual dan aplikasi. Selisih perhitungan terbesar adalah 10⁻⁴%. Hal ini disebabkan penggunaan desimal yang digunakan antara perhitungan manual dan program.

Tabel 1. Perbandingan hasil perhitungan manual dengan program untuk turap kantilever

No.	Variabel Output	Perhitungan	Perhitungan manual			
			Tipe 1a	Tipe 1b	Tipe 2a	Tipe 2b
1	Kedalaman Pemancangan Turap (m)	Manual	6	7	7	8
		Program	6	7	7	8
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
2	Panjang Total Turap (m)	Manual	11	12	11	12
		Program	11	12	11	12
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
3	Momen Tahanan Dinding Turap (cm ³)	Manual	1781,904	2192,8295	941,3702	1137,7192
		Program	1781,9	2192,83	941,37	1137,72
Selisih perhitungan (%)			0,0002245	2,28016E-05	2,12456E-05	7,03161E-05
4	Profil Turap	Manual	ESC-CRZ18- 630	ESC-CRU22- 600	ESC-C-CFW10	ESC-CRZ12- 700

		Program	ESC- CRZ18- 630	ESC- CRU22- 600	ESC-C- CFW10	ESC- CRZ12- 700
--	--	---------	--------------------	--------------------	-----------------	--------------------

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan manual dengan program untuk turap berangker

No.	Variabel Output	Perhitungan	Turap Berangker			
			Tipe 1a	Tipe 1b	Tipe 2a	Tipe 2b
1	Kedalaman Pemancangan Turap	Manual	5	6	5	6
		Program	5	6	5	6
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
2	Panjang Total	Manual	14	15	13	14
	Turap	Program	14	15	13	14
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
3	Momen Tahanan Dinding Turap	Manual	2741,6187	3186,0873	2176,9683	2404,2366
		Program	2741,62	3186,09	2176,97	2404,24
Selisih perhitungan (%)			4,74172E-05	8,474E-05	7,80903E-05	0,0001414
4	Profil Turap	Manual	NS-SP-50H	ESC-C- CFW32	ESC-C- CFW22	ESC-C- CFW24
		Program	NS-SP-50H	ESC-C- CFW32	ESC-C- CFW22	ESC-C- CFW24
5	Kedalaman Pengangkeran	Manual	2,7309	2,3641	2,6229	2,3002
		Program	2,7309	2,3641	2,6229	2,3002
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
6	Panjang Papan Angker	Manual	0,7309	0,3641	0,6229	0,3002
		Program	0,7309	0,3641	0,6229	0,3002
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
7	Panjang Batang Angker	Manual	13	13	16	16
		Program	13	13	16	16
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
8	Diameter Batang Angker	Manual	35	38	34	37
		Program	35	38	34	37
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
9	Jarak Antar Batang Angker	Manual	1	1	1	1
		Program	1	1	1	1
Selisih perhitungan (%)			0	0	0	0
10	Momen Tahanan Papan Angker	Manual	117,7223	140,174	112,0219	130,1324
		Program	117,722	140,174	112,022	130,132
Selisih perhitungan (%)			0,000254837	0	8,92683E-05	0,0003074
11	Profil Papan Angker	Manual	FL2	ESC-T60- 6,0	FL2	ESC- T60- 6,0
		Program	FL2	ESC-T60- 6,0	FL2	ESC- T60- 6,0
12	Momen Tahanan Balok Horizontal	Manual	58,8611	70,0869	56,011	65,0662
		Program	58,8612	70,087	56,011	65,0662

Selisih perhitungan (%)	0,000169891	0,0001427	0	0
-------------------------	-------------	-----------	---	---

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perbandingan hasil perhitungan antara program yang dibuat dan perhitungan manual menunjukkan selisih perhitungan berkisar antara 0 sampai $<10^{-4}$.
2. Program perhitungan turap kantilever dan turap berangker ini menggunakan tampilan visual yang sederhana sehingga mudah untuk dipahami dan digunakan sehingga diharapkan dengan adanya program aplikasi ini, pengguna dapat dengan mudah dan cepat untuk mendesain dinding turap.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. (1997). Foundation Analysis and Design. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Coduto, D.P. (2001). Foundation Design, Principles and Practices: Second Edition. USA: Prentice Hall.

Das, B.M. (2011). Principles of Foundation Engineering. USA: Cengage Learning.

Hadihardaja, J. (1997). Rekayasa Pondasi I: Konstruksi Penahan Tanah, Gunadarma.

Hardiyatmo, H.C. (2018). Analisis dan Perancangan Fondasi II, Edisi Keempat. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hertiany, I.R., dan Asyifah, A. (2014). Perencanaan Konstruksi Sheet Pile Wall Sebagai Alternatif Pengganti Gravity Wall. Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, Vol 10, No.1.

Martini, Maricar, S., dan Setiawan, H. (2012). Perencanaan Konstruksi Turap Sebagai Pengganti Dinding Penahan (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala). Infrastruktur: Jurnal Teknik Sipil, Vol 2, No.2.

Mathworks. (2004). Creating Graphical User Interfaces, Version 7. USA: The Mathworks, Inc.

Mathworks. (2015). Programming Fundamental. USA: The Mathworks, Inc.

Teng, W. C. 1992. Foundation Design. USA: Prentice Hall.