



Program Desain Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dengan Menggunakan Bahasa Python

Andi Bau Risky Al'qadri^{1*}, Dyah Wahyu Apriani²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ,Institut Teknologi Kalimantan,Balikpapan.
Email: 07191005@student.itk.ac.id.

² Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan ,Institut Teknologi Kalimantan,Balikpapan.
Email: dyahwahyuap@lecture.itk.ac.id

Abstract

Common soil landslide occurrences on slopes are typically caused by an increase in shear stress or a decrease in soil shear strength, making the soil unable to support the applied load. To address this issue, a Retaining Wall (RW) structure is constructed to stabilize the unstable slope conditions. Planning the dimensions of the RW is a time-consuming process, often carried out using trial and error methods. This method is time-consuming due to the potential for calculation errors, especially considering the various reinforcements in the cantilever RW, which require significant time for planning. Therefore, the Python programming language can serve as a tool for analyzing cantilever RW. This research develops a program for the analysis of cantilever RW using the Python programming language. The program can generate outputs such as RW dimensions, the required reinforcement for the RW, and a budget estimate (Bill of Quantities). RW dimensions require input data such as slope height (H), internal friction angle (ϕ), and soil unit weight (" γ "). Meanwhile, the calculation of cantilever RW reinforcement requires input data such as the diameter of the reinforcement to be used. The budget estimate calculation requires input data for labor and material costs. Based on the modeling in the program, it provides the smallest dimensions that meet safety requirements for stability.

Keywords: : Cantilever, Python, Retaining Wall , Slope, , Slide

Abstrak

Kelongsoran tanah umum terjadi pada lereng hal ini disebabkan meningkatnya tegangan geser atau turunya kuat geser tanah sehingga kuat geser tanah tersebut tidak dapat menahan beban kerja, untuk mengatasi hal tersebut dibuatlah struktur Dinding Penahan Tanah (DPT) guna menstabilkan kondisi lereng yang labil. Dalam merencanakan dimensi DPT membutuhkan waktu yang lama karena umumnya dikerjakan dengan metode trial and error. Metode tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama dikarenakan adanya kemungkinan terjadi kesalahan perhitungan dalam pelaksanaannya terlebih lagi banyaknya variasi tulangan yang terdapat pada DPT kantilever yang memakan waktu dalam merencanakannya. Oleh karena itu bahasa pemrograman python dapat menjadi alat bantu analisis DPT kantilever. Penelitian ini membuat suatu program analisis DPT kantilever dengan bahasa pemrograman python. Program dapat menghasilkan output berupa dimensi DPT, kebutuhan tulangan DPT dan rancangan anggaran biaya (RAB). Dimensi DPT membutuhkan inputan data berupa nilai tinggi lereng (H), nilai sudut geser dalam (ϕ) dan nilai berat volume tanah (" γ ") sementara itu pada perhitungan tulangan DPT kantilever membutuhkan inputan berupa data diameter tulangan yang akan digunakan. Pada perhitungan RAB membutuhkan inputan berupa harga upah dan material yang digunakan. Berdasarkan permodelan pada program memberikan dimensi yang terkecil dan memenuhi syarat aman untuk stabilitas DPT

Kata Kunci: DPT, Kelongsoran,Kantilever, Lereng,Python.



1. Pendahuluan

Kelongsoran tanah seringkali terjadi pada lereng karena adanya peningkatan tegangan geser atau penurunan kuat geser suatu massa tanah, yang mengakibatkan ketidakmampuan kuat geser massa tanah untuk menahan beban yang diterapkan. Dinding Penahan Tanah (DPT) merupakan struktur bangunan yang dirancang untuk menjaga stabilitas kondisi tanah, terutama pada daerah tebing yang cenderung tidak stabil (Endayanti, M & Marpaung, K, 2019). Desain DPT perlu memperhatikan faktor-faktor seperti stabilitas geser, stabilitas guling, dan stabilitas kapasitas dukung.

Perkuatan dengan DPT relatif mahal sehingga diperlukan desain yang efisien (Apriani & Hadid, 2019) salah satunya adalah penelitian terkait nilai dari jumlah kebutuhan tulangan optimal dan diameter tulangan. Pada penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan dimensi DPT dengan variasi jenis tulangan sesuai kebutuhan pengguna dengan biaya material sesuai kebutuhan pengguna dan dapat menampilkan informasi gambar posisi tulangan pada program dengan menggunakan program bantu python. Dimana program bantu ini digunakan agar program yang dibuat kuantitatif, objektif dan akurat. Akurasi diperlukan untuk meminimalisir kesalahan sehingga dapat diambil upaya perbaikan yang paling efektif, keobyektifan memberikan kemungkinan pengembangan metode atau kasus dalam praktek dan dalam hal aksesibilitas metode harus dibuat sesederhana dan semudah mungkin untuk dipahami (Apriani, 2017). Program ini dirancang untuk menganalisis dimensi DPT jenis kantilever yang optimal sesuai dengan syarat SNI 8460:2017 Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Pada perencanaan dimensi DPT, tanah yang digunakan ialah tanah urug jenis granuler ($c = 0$) karena kuat geser dari tanah granuler relatif tidak dipengaruhi oleh perubahan kadar air (Hardiyatmo, 2014). Tak hanya dimensi, pada DPT jenis kantilever juga diperhitungkan terkait tulangan optimal yang akan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, serta diperhitungkan estimasi biaya untuk perencanaan DPT tersebut. Oleh karena itu, dengan perancangan program perhitungan ini diharapkan dapat dengan mudah di sosialisasikan dan dipakai dalam merencanakan DPT dengan hasil yang detail dan akurat.

2. Metode

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa metode yang digunakan untuk merancang program

2.1 Metode Studi Literatur

Metode studi literatur merupakan tahap di mana penulis mencari dan mengumpulkan teori serta rumus terkait perancangan skema perhitungan, seperti teori perencanaan dinding penahan tanah, penulangan dinding penahan tanah, serta penyusunan rencana anggaran biaya untuk konstruksinya. Tinjauan literatur ini bersumber dari berbagai referensi, termasuk buku, tesis, laporan penelitian, dan karya ilmiah lainnya. Dalam penyusunan tugas akhir ini, bahan literatur yang digunakan mencakup:

Teori Tanah dan Timbunan: Memuat informasi terkait sifat dan karakteristik tanah serta prinsip-prinsip dasar dalam melakukan timbunan.

Teori Dinding Penahan Tanah: Menyajikan konsep-konsep dasar dan metode perencanaan untuk Dinding Penahan Tanah, termasuk faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitasnya.



Teori Penulangan: Memberikan dasar pengetahuan tentang penulangan struktur, terutama dalam konteks Dinding Penahan Tanah.

Teori Rencana Anggaran Biaya: Menjelaskan prinsip-prinsip dalam menyusun rencana anggaran biaya untuk konstruksi, termasuk penghitungan biaya material, upah pekerja, dan komponen lainnya.

Dengan merujuk pada literatur-literatur tersebut, penulis dapat memperoleh dasar pengetahuan yang kuat untuk merancang perhitungan yang akurat dan terstruktur dalam pembuatan Dinding Penahan Tanah, serta menyusun rencana anggaran biaya yang realistis. Studi literatur menjadi pondasi penting dalam memahami konsep-konsep kunci dan praktik terbaik dalam bidang perencanaan dan konstruksi infrastruktur tanah.

2.2 Pembuatan Script Program

Pembuatan script program ini ialah tahapan pembuatan rumus – rumus terkait perencanaan dinding penahan tanah menjadi rangkaian kode sehingga sistem komputer dapat mengenali tulisan programmer. Pembuatan script akan menggunakan bahasa python dengan aplikasi python dan aplikasi editor kode yaitu visual studio code.

Tahapan-tahapan perencanaan dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT) dalam program ini dirinci sebagai berikut:

- a. Input ketinggian lereng serta data tanah berupa gama tanah dan sudut geser (ϕ).
- b. Selanjutnya program akan running perhitungan, jika stabilitas penggeseran, penggulingan, dan keruntuhan kapasitas dukung terpenuhi akan ditampilkan dimensi yang diperoleh. Sementara jika stabilitas – stabilitas tersebut tidak terpenuhi maka pengguna tidak dapat melanjutkan ke perhitungan tulangan dikarenakan tombol hitung tidak dapat digunakan, setelah diperoleh dimensi dari dinding penahan tanah, dilanjutkan ke tahap perhitungan kebutuhan tulangan untuk dinding penahan tanah jenis kantilever, sedangkan untuk

Tahapan – Tahapan perencanaan dimensi tulangan DPT yaitu sebagai berikut:

- a. Pertama, perhitungan DPT telah selesai, sehingga program sudah mendapatkan hasil dimensi DPT.
- b. Kemudian, program akan menghitung tulangan pokok dan tulangan bagi.
- c. Perhitungan tulangan pokok akan dihitung pada bagian dinding dan kaki DPT. Langkah awal perhitungan tulangan pokok yaitu menghitung nilai luas tulangan minimum (A_{smin}). Selanjutnya dihitung luas tulangan perlu (A_s) dengan melakukan percobaan diameter tulangan dan jumlah tulangan yang akan digunakan agar $A_s \geq A_{smin}$. Kemudian dihitung spasi antar tulangan dengan hasil $S_{min} \leq S_{perlu}$. Lalu cek momen kapasitas $SR \leq 1$. Terakhir dihitung ρ tulangan sehingga diperoleh $A_{smin} \leq A_s \leq A_{smax}$. Apabila rumusan tidak memenuhi, maka program akan melakukan perulangan ukuran diameter tulangan atau jumlah tulangan agar mendapatkan hasil yang sesuai.
- d. Sementara pada bagian perhitungan tulangan bagi akan dihitung luas tulangan minimum dan luas tulangan yang diperlukan.
- e. Perhitungan tulangan tersebut akan memberikan hasil akhir diameter tulangan, jumlah tulangan, dan jarak antar tulangan.

Selanjutnya, masuk ke tahap perhitungan rencana anggaran biaya dinding penahan tanah

Tahapan – Tahapan perhitungan biaya DPT yaitu sebagai berikut:



- a. Pertama, kebutuhan dimensi ataupun tulangan DPT telah diperoleh.
- b. Selanjutnya, dihitung volume pekerjaan struktur DPT.
- c. Lalu, dihitung analisa harga satuan pekerjaan sehingga didapatkan besar biaya tiap – tiap pekerjaan struktur.
- d. Terakhir, program akan menghitung besar biaya yang diperlukan untuk perencanaan DPT tersebut.

2.3 Validasi Perhitungan Manual

Sebelum data penelitian diolah ke dalam program yang telah disusun, verifikasi dan validasi program harus dilakukan. Tahapan ini merupakan pengecekan persentase error program dengan hitungan manual dengan harapan error = 0%. Hal ini bertujuan untuk membuktikan struktur script python yang telah dibuat mempunyai hasil yang sama seperti hitungan manual namun dapat beroperasi dengan cepat. Hitungan manual menggunakan data tanah dari penelitian yang dilakukan dengan trial and error di Microsoft excel. Sehingga didapatkan hasil input manual sama dengan hasil program. Kemudian dari hasil dimensi yang diperoleh akan dihitung biaya yang diperlukan dalam perancangan DPT, lalu dibandingkan hasil dari kedua jenis DPT tersebut yang memiliki dimensi dan biaya yang optimal serta efisien. Selanjutnya dilakukan hal yang sama pada program untuk divalidasi keakuratannya dengan hitungan manual.

2.4 Perancangan Interface Program

Perancangan interface merupakan tahapan untuk membuat bentuk muka tampilan untuk memvisualisasikan informasi dan hasil perhitungan pada layar monitor sehingga user dapat menjalankan program tanpa melihat rangkaian script program. Pada tampilan interface terdapat kolom untuk menginput nilai tulangan dengan beberapa opsi diameter tulangan sesuai dengan keinginan pengguna, Selain itu terdapat juga kolom untuk menginput data material dan data tanah dengan output berupa nilai dimensi DPT, detail kebutuhan tulangan beserta informasi gambar dan nilai rancangan anggaran biaya

3. Hasil dan Pemahasan

Untuk menjalankan program perlu menginput data berupa data tanah, data diameter tulangan dan data harga upah dan material.

3.1. Interface prrogram

Perancangan program dinding penahan tanah yang telah dikerjakan dengan bahasa *python*, kemudian dilanjutkan dengan membuat *interface* (tampilan) berbasis GUI (*Graphical User Interface*). *Interface* memudahkan *user* dalam menggunakan program perhitungan ini. Tampilan awal program berisi kolom untuk menginput data tanah, kolom untuk menginput data diameter, kolom untuk menginput harga material dan upah pekerja, selain itu ada juga tombol untuk menjalankan program yaitu tombol hitung dan reset . Berikut tampilan awal program yang ditunjukkan pada Gambar 1.



SPECTA Journal of Technology
 E-ISSN : 2622-9099
 P-ISSN : 2549-2713
 Homepage jurnal: <https://journal.itk.ac.id/index.php/sjt>



Gambar 1 : Tampilan awal *interface* program (Penulis, 2023)

3.2. Hasil running program

Output yang ditampilkan pada *Interface* memiliki hasil perhitungan yang konsisten dengan perhitungan manual. Dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT) yang dihasilkan oleh program sesuai dengan hasil yang tertera pada Tabel 3.1. Selanjutnya, kebutuhan tulangan juga memberikan hasil yang serupa dengan program, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.2. Terakhir, hasil rencana anggaran biaya yang diperoleh dari program sesuai dengan data yang tercatat pada Tabel 3.3.

Table 1 : Validasi Dimensi Pada Perancangan Program Analisis DPT Kantilevr pada H = 4 m

| Dimensi | Hasil Manual | Hasil Program | Presentase Error |
|---------|--------------|---------------|------------------|
| a | 0.3 m | 0.3 m | 0% |
| b | 0.1 m | 0.1 m | 0% |
| b2 | 0.33 m | 0.33 m | 0% |
| c | 2.8 m | 2.8 m | 0% |
| d | 3.67 m | 3,67 m | 0% |
| H1 | 1.4 m | 1,4 m | 0% |
| H2 | 4 m | 4 m | 0% |
| Fgs | 1.62 | 1.62 | 0% |
| Fgl | 4.63 m | 4.63 m | 0% |
| SF | 20.30 m | 20.0 m | 0% |



Table 2 : Validasi Tulangan Pada Perancangan Program Analisis DPT Kantilevr pada H = 4 m

| Jenis Tulangan | Keterangan | Hasil Manual | Hasil Program | Persentase Error |
|------------------|----------------------|--------------|---------------|------------------|
| Tulangan Dinding | Diameter tulangan | 13 mm | 13 mm | 0% |
| | Jumlah Tulangan | 7 buah | 7 buah | 0% |
| | Jarak antar tulangan | 141 mm | 141 mm | 0% |
| Tulangan Kaki | Diameter tulangan | 13 mm | 13 mm | 0% |
| | Jumlah Tulangan | 7 buah | 7 buah | 0% |
| | Jarak antar tulangan | 141 mm | 141 mm | 0% |
| Tulangan Susut | Diameter tulangan | 13 mm | 13 mm | 0% |
| | Jumlah Tulangan | 3 buah | 3 buah | 0% |
| | Jarak antar tulangan | 333 mm | 333 mm | 0% |

Table 3: Validasi RAB Pada Perancangan Program Analisis DPT Kantilevr pada H = 4 m

| No | Jenis Pekerjaan | Hasil Manual | Hasil Program | Persentase Error (%) |
|----|----------------------------|--------------|---------------|----------------------|
| 1 | Pekerjaan Beton | 3,599,050.43 | 3,599,050.43 | 0% |
| 2 | Pekerjaan tulangan dinding | 114,000.47 | 114,000.47 | 0% |
| 3 | Pekerjaan tulangan Kaki | 114,000.47 | 114,000.47 | 0% |



| | | | | |
|---|-----------------------------|--------------|--------------|----|
| 4 | Pekerjaan tulangan susut | 631,946.09 | 631,946.09 | 0% |
| 5 | Pekerjaan Bekisting dinding | 2,284,424.73 | 2,284,424.73 | 0% |
| 6 | Pekerjaan Bekisting Kaki | 584,565.83 | 584,565.83 | 0% |

Pada perhitungan tulangan DPT kantilever program memberikan hasil kebutuhan tulangan yang optimal, diameter tulangan didesain sesuai kebutuhan pengguna sehingga mempermudah pengguna untuk merencanakan penulangan pada DPT kantilever. Pada ketinggian lereng ($H = 4$ m) dengan tinjauan 1 m tulangan yang dibutuhkan untuk tulangan pokok dinding ialah 7D13-141 mm, untuk tulangan pokok kaki ialah 7D13-141 mm dan tulangan susut 3D-333 mm, hasil ini merupakan nilai terkecil yang dibutuhkan sebuah dinding kantilever dengan tinggi lereng ($H = 4$ m). Hasil perhitungan program sudah tervalidasi dengan perhitungan manual karena nilai dari program memiliki nilai yang sama dengan perhitungan manual sehingga nilai error = 0%.

Hasil rancangan anggaran dan biaya didapatkan dari hasil perkalian antara volume dan harga satuan, dikarenakan volume yang dipakai adalah volume terkecil maka dapat meminimalisir biaya yang dibutuhkan pada DPT tipe kantilever dengan tinggi lereng ($H = 4$ m) sebesar Rp7.327.988.01, perhitungan yang dipakai ialah perhitungan volume dengan jarak tinjauan 1m sehingga user perlu mengalikan harga dengan panjang DPT kantilever yang direncanakan.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah program perhitungan untuk Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever menggunakan bahasa Python. Program ini dapat membantu dalam perancangan DPT dengan memberikan output berupa dimensi yang efektif dan aman terhadap stabilitas, nilai Safety Factor (SF) untuk geser, guling, dan kapasitas dukung tanah dengan menggunakan tulangan, serta estimasi biaya sesuai dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, perhitungan dapat dilakukan dengan cepat. Hasil uji coba perancangan dimensi DPT tipe kantilever pada program menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan, dengan hasil error sebesar 0% atau sesuai dengan perhitungan manual. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa script Python yang telah dibuat memberikan hasil yang valid. Interface program dirancang menggunakan Graphical User Interface (GUI) yang terdiri dari tampilan awal untuk membuka atau menutup program, serta tampilan perancangan DPT. Tampilan program tersebut terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian input berupa data tanah yang perlu diisi oleh pengguna, dan bagian output yang menyajikan hasil analisis dimensi, diameter tulangan sebagai input, kebutuhan tulangan sebagai output, serta estimasi biaya DPT yang mencakup harga material dan upah sebagai input dengan output berupa rencana anggaran biaya.

Daftar Pustaka

- Amanullah, M. I. (2022). Perancangan Kriteria Desain Dinding Gabion dan Dinding Geosintetik Pada Lereng Dikawasan Institut Teknologi Kalimantan
- Apriani, D. W., & Hadid, M. (2019). Kriteria Desain Dinding Penahan Pada Tanah Campuran. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 24(2), 79. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v24i2.1726>
- Badan Standarisasi Indonesia. (2019) "SNI 2847 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung", Jakarta.



- Das, Braja M. (1985) “Mekanika Tanah- Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis”, Jilid 2, Terjemahan Noor Endah Mochtar, Ir., M.Sc., Ph.D, dan Indra Swurya B Mochtar, Ir.,M.Sc.,Ph.D. *Principles of Geotechnical Engineering*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan. (2021) “Analisa Harga Satuan Pekerjaan”, Balikpapan.
- Donkada, S, & Menon, D. (2012) “ *Optimal Design of Reinforced Concrete Retaining Walls The Indian Concrete Journal* “ . India, April 2012.
- Hardiyatmo, H.C. (1996) “Teknik Fondasi 1”, Penerbit Gadjah mada *University Press*, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). “Mekanika Tanah I”, Penerbit Gadjah Mada *University Press*, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). Mekanika Tanah II. *Gadjah Mada University Press*, 91(5), 1–398.
- Hardiyatmo, H.C. (2014) “Analisa dan Perencanaan Fondasi 1, Edisi 3”, Penerbit Gadjah mada *University Press*, Yogyakarta.
- Ibrahim, H. B. (1993) “Rencana Dan *Estimate Real of Cost*”, Cetakan ke-2, Jakarta, Bumi Aksara.
- Kadir, L. N. Z. (2022). Optimalisasi Perencanaan Dinding Penahan Tanah Dengan Program *Python*. Institut Teknologi Kalimantan.
- Endayanti, M, & Marpaung, K. (2019) “ Analisis Perkuatan Lereng Dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah di Skyland Jayapura Selatan. Universitas Darma Agung
- Muhyamin, L. O. (2016) “Desain *Software* Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dengan Program *Visual Basic 6.0.*”, *eJournal Kurva S Jurnal Mahasiswa*, Volume 1, Nomor 1, 2016: 1-15.
- Nakazawa, Kazuto, Sosdrasono, Suyono. (1980) “Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi”, Jakarta, PT Pradya Paramita
- Patil, S. S. & Bagban, A. A. R. (2015) ” *Analysis and Design of Reinforced Concrete Stepped Cantilever Retaining Wall*” *IJRET : Volume 04, Issue 02.*
- Pramana, Jaka. (2006), “Program Bantu Perhitungan Konstruksi Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) Menggunakan *VISUAL BASIC 6.0.*”, Skripsi, Universitas Santa Dharma, Yogyakarta.
- Salim, Mutsanif. (2020) “Pengkodean Desain Dinding Penahan Tanah Kantilever Menggunakan *Microsoft Visual Stuido 2012*”, Skripsi, Universitas Andalas, Padang.
- Star, Anastasia, Bella, A. R, Cornelis, R. (2012) “Program Desain Penulangan Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) Menggunakan Perangkat Lunak *Visual Basic .Net 2008*”, *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 1 No. 4 September 2012.
- Tanjung, A. & Afrisa, Y. (2016) “Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Penyanggah pada Tebing Sungai Lematang Kabupaten Lahat”, Sumatera Selatan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.