

# PERENCANAAN EMBEDDED WALL TIPE SHEETPILE KANTILEVER SEBAGAI PENAHAN TANAH TIMBUNAN DENGAN METODE ANALISIS KESEIMBANGAN BATAS (STUDI KASUS PROYEK XYZ)

Muhammad Alham<sup>1</sup>, Arik Triarso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Dosen D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : [muhammad.20049@mhs.unesa.ac.id](mailto:muhammad.20049@mhs.unesa.ac.id)

## Abstrak

Tanah merupakan aspek penting pada konstruksi dimana tempat berdirinya sebuah bangunan atau konstruksi lainnya. Oleh karena itu sangat penting untuk mempertahankan kestabilan tanah. Salah satu upaya untuk menstabilkan tanah adalah dengan perkuatan seperti Embedded Wall. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi dan kedalaman pemancangan Sheet Pile yang sesuai untuk proyek XYZ. Penelitian ini menggunakan metode analisis keseimbangan batas (limit equilibrium method) dan pengolahan data tanah dari korelasi hasil N-SPT dari proyek XYZ. Metode ini menekankan pada keseimbangan tekanan tanah aktif dan pasif pada Embedded Wall tipe Sheet Pile Kantilever. Pada perencanaan ini didapatkan hasil kedalaman penetrasi sedalam 8,55 meter. Momen maksimum yang didapatkan dari perencanaan sebesar 488,961 kN.m/m. dengan hasil ini pula didapatkan bahwa Sheet Pile W-600 Class A dari Wika Beton dapat digunakan dalam proyek ini.

**Kata Kunci:** Analisis Keseimbangan Batas, Embedded Wall, Sheet Pile,

## Abstract

Soil is an important aspect of construction where a building or other construction is built. Therefore, it is very important to maintain soil stability. One effort to stabilize the soil is with reinforcement such as an Embedded Wall. This research aims to determine the dimensions and depth of Sheet Pile erection that are suitable for the XYZ project. This research uses the limit equilibrium analysis method and processing soil data from the correlation of N-SPT results from the XYZ project. This method emphasizes the balance of active and passive earth pressure in the Cantilever Sheet Pile Type Embedded Wall. This plan resulted in a penetration depth of 8.55 meters. The maximum moment obtained from planning is 488.961 kN.m/m. With these results it was also found that Sheet Pile W-600 Class A from Wika Beton could be used in this project.

**Keywords:** Embedded Wall, Limit Equilibrium Method Sheet Pile,

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Tanah merupakan aspek penting dalam perencanaan konstruksi. Karena pada tanah lah tempat berdirinya bangunan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan faktor kestabilan tanah. Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan pengendalian kestabilan tanah agar tak menstabilkan tanah adalah dengan membangun dinding penahan tanah. Dinding ini berfungsi untuk menahan tekanan lateral tanah yang menciptakan longsor. (Suripto, 2019)

Berdasarkan pada SNI 8640 : 2017, Dinding tertanam (*Embedded Walls*) adalah struktur penahan

tanah yang stabilitasnya diperoleh sebagian atau sepenuhnya dari tahanan pasif tanah di bawah dasar galian. Struktur ini dapat berupa deretan tiang pancang atau tiang bor tunggal, baik yang tidak bersinggungan, bersinggungan, ataupun berpotongan. Selain itu, embedded walls juga dapat berupa panel-panel atau lembaran yang dirangkai saling mengunci hingga membentuk dinding.

*Embedded Wall* biasanya dibuat dalam posisi vertikal untuk memberikan efisiensi ruang yang optimal. Keunggulan desain ini menjadikannya pilihan ideal untuk diterapkan di area dengan

keterbatasan lahan, seperti kawasan perkotaan atau lokasi proyek yang padat. Dengan memanfaatkan ruang secara lebih efisien, dinding tertanam tetap menjalankan fungsi utamanya sebagai struktur penahan tanah tanpa memerlukan ruang tambahan yang signifikan. (Aditya, 2018)

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental menggunakan data sekunder berupa data N - SPT pada Proyek XYZ. Dalam perencanaan *Embedded Wall* tipe *Sheet Pile* Kantilever ini , metode Analisa yang digunakan adalah metode *Limit Equilibrium* yang menitik beratkan pada keseimbangan antara tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif.

Tahapan-tahapan dalam perencanaan *Sheet Pile* Kantilever ini antara lain :

1. Pengumpulan data sekunder dan literatur penunjang.
2. Pengolahan data sekunder berupa data N-SPT
3. Perhitungan tekanan tanah pasif dan aktif
4. Penentuan kedalaman pemancangan
5. Perhitungan momen maksimum (Mmax)

## KAJIAN PUSTAKA

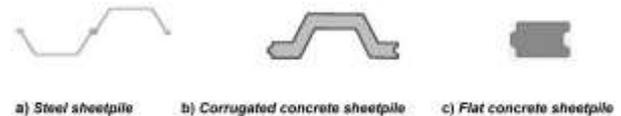
### Embedded Wall

Menurut SNI 8640 : 2017, Dinding tertanam (*Embedded Walls*) adalah struktur penahan tanah yang stabilitasnya diperoleh dari tahanan pasif tanah di bawah dasar atau *Embedment area*. Struktur ini dapat berupa deretan tiang pancang (*Pile*) atau tiang bor tunggal, baik yang tidak saling bersinggungan, saling bersinggungan, maupun saling berpotongan. Selain itu, *embedded walls* juga dapat berupa panel-panel atau lembaran yang dirangkai saling mengunci hingga membentuk dinding.

Dalam perencanaan, *Embedded Wall* biasanya dipasang kantilever (tanpa perkuatan) atau dengan perkuatan. Perkuatan yang digunakan bermacam-macam tergantung fungsi dari *Embedded Wall* itu sendiri. Biasaya perkuatan pada *Embedded Wall* dapat berupa *Ground Anchor*, *Wall to Wall Strut*, atau tiang pancang tambahan yang dipasang miring. (SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik).

Salah satu bentuk dari *Embedded Wall* yang umum digunakan adalah *Sheet Pile*. *Sheet Pile* adalah suatu konstruksi penahan tanah yang bertujuan untuk

menahan gaya horizontal yang bekerja dalam tanah. Tipikal dari *Sheet Pile* ada bermacam-macam, mulai dari *Corrugated Concrete Sheet Pile*, *Flat Concrete Sheet Pile*, hingga *Steel Sheet Pile*



Gambar 1. Jenis *Sheet Pile* (SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik)

### Limit Equilibrium Method

Salah satu metode Analisa *Embedded Wall* adalah metode Analisis Keseimbangan Batas (*Limit Equilibrium Method*). Metode ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas struktur dengan menganalisis kestabilan gaya-gaya dan momen yang terjadi pada dinding. (Hardiyatmo, 2008)

Dalam penerapannya, metode ini gaya yang memengaruhi kestabilan dinding, sehingga dapat memastikan keamanan dan efisiensi desain dinding tertanam. Selain itu, metode analisis ini sudah mencakup analisis stabilitas terhadap *Embedded Wall* (Das, Principle OF Foundation Engineering (7th Edition), 2011).

Dalam menentukan tekanan tanah aktif, ada beberapa gaya yang terjadi pada metode ini, diantaranya

- a. Koefisien tanah aktif ( $K_a$ ) dan pasif ( $K_p$ )
  - $K_a = \frac{1}{2} \tan(45 - \frac{\phi}{2}) \dots \dots \dots [1]$
  - $K_p = \frac{1}{2} \tan(45 + \frac{\phi}{2}) \dots \dots \dots [2]$
- b. Gaya akibat tekanan tanah
  - $s = g \cdot L \cdot K_a \dots \dots \dots [3]$
- c. Gaya akibat beban  $q$  di atas tanah
  - $s = q \cdot K_a \dots \dots \dots [4]$
- d. Gaya akibat kohesi (pada tanah kohesif)
  - $s = 2c \cdot \sqrt{K_a} \dots \dots \dots [5]$

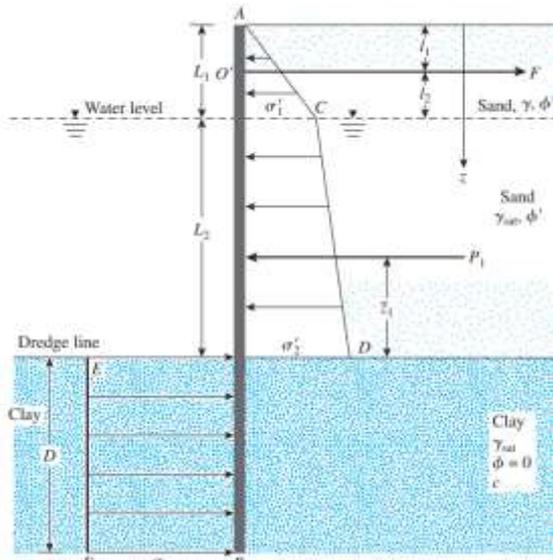
Momen yang terjadi pada *sheet pile* (momen aktif dan pasif) dapat ditemukan dengan persamaan berikut

- a. Diagram segitiga
  - $P = \frac{1}{2} \cdot L \cdot s \dots \dots \dots [6]$
- b. Diagram persegi
  - $P = L \cdot s \dots \dots \dots [7]$
- c. Titik berat diagram segitiga
  - $\bar{z} = \frac{1}{3} \cdot L \dots \dots \dots [8]$
- d. Titik berat diagram persegi
  - $\bar{z} = \frac{1}{2} \cdot L \dots \dots \dots [9]$

Meskipun efisien, penggunaan metode ini sangat terbatas. Metode ini hanya bisa digunakan pada dinding kantilever atau dinding dengan 1 perkuatan (SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik).

**Kondisi Free Earth Support**

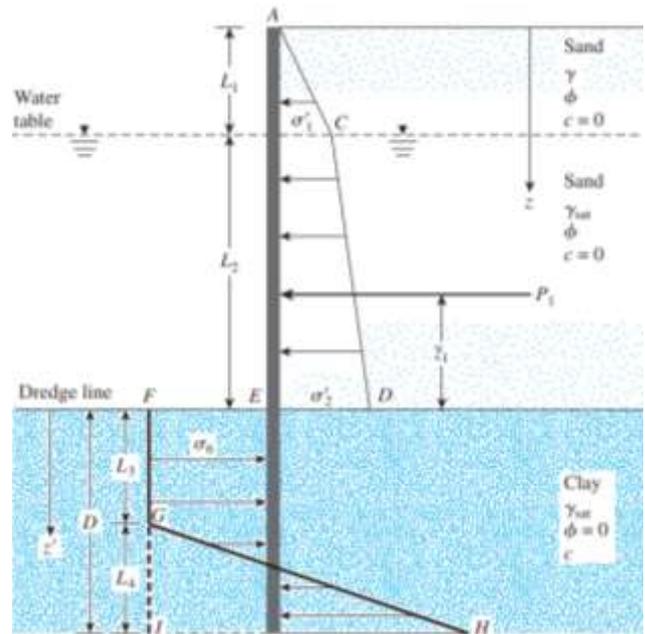
*Free Earth Support* merujuk pada kondisi di mana tidak terbentuk *Pivot Point* pada dinding. Dinding dianggap kaku sehingga tanah di belakangnya tidak memberikan tahanan tanah pasif. Kondisi ini biasanya diterapkan ketika dinding dirancang dengan perkuatan tambahan, seperti *Ground Anchor*.



Gambar 2. Diagram untuk kondisi *Free Earth* (Das, *Principle OF Foundation Engineering* (7th Edition), 2011)

**Kondisi Fixed Earth Support**

*Fixed Earth Support* diterapkan untuk memodelkan dinding kantilever, di mana terjadi pembentukan *pivot point* di bawah dasar galian atau *dredge line*. Dalam kondisi ini, tahanan pasif terbentuk di belakang dinding, memberikan kestabilan tambahan pada struktur tersebut. Metode ini umumnya digunakan pada desain *Embedded Wall* tanpa perkuatan. Hal ini disebabkan oleh kedalaman struktur dibawah *dredge line* yang cukup dalam.



Gambar 3. Diagram untuk kondisi *Fixed Earth* (Das, *Principle OF Foundation Engineering* (7th Edition), 2011)

Dalam kondisi ini, tahanan pasif terbentuk di belakang dinding, memberikan kestabilan tambahan pada struktur tersebut. Metode ini umumnya digunakan pada desain *Embedded Wall* tanpa perkuatan. Hal ini disebabkan oleh kedalaman struktur dibawah *dredge line* yang cukup dalam.

Tabel 1. Estimasi Kedalaman penetrasi

| Kerapatan Relatif  | N-SPT | Kedalaman (D) |
|--------------------|-------|---------------|
| Sangat Padat       | >50   | 0,75 H        |
| Padat              | 31-50 | 1,00 H        |
| Sedang             | 11-30 | 1,25 H        |
| Tidak Padat        | 5-10  | 1,50 H        |
| Sangat tidak padat | 0-4   | 2,00 H        |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Perencanaan**

Perencanaan dimulai dengan pengumpulan dan pengolahan data perencanaan pada proyek XYZ. Adapun data yang diolah adalah data hasil N-SPT yang dikorelasikan untuk mendapatkan nilai kohesi dan berat jenis tanah.

Tabel 2. Data tanah hasil korelasi existing

| Kedalaman | N-SPT | Kohesi (c) | g1(KN/m3) |
|-----------|-------|------------|-----------|
| 2         | 11    | 39,226     | 17        |
| 4         | 22    | 73,550     | 17        |
| 6         | 13    | 82,448     | 17        |
| 8         | 14    | 83,901     | 17        |

Selain data tanah existing, diperoleh juga data tanah timbunan yang digunakan pada proyek XYZ.

Tabel 3. Data Tanah Timbunan

| Kedalaman | Sudut geser (F) | g1(KN/m3) |
|-----------|-----------------|-----------|
| 2         | 25°             | 17        |
| 4         | 25°             | 17        |
| 6,6       | 25°             | 17        |

**Perhitungan Tekanan Tanah**

Didalam perhitungan tekanan tanah, diperlukan Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif. Pada tanah existing, koefisien ini diabaikan karena tanah tersebut adalah tanah lempung yang tidak memiliki sudut geser

Untuk tanah timbunan :

$$K_a = \frac{1}{2} \tan(45 - \frac{\phi}{2}) = 0,406$$

Setelah menemukan Koefisien tekanan tanah, selanjutnya adalah mencari tekanan tanah yang terjadi.

$$s_1 = g \cdot L \cdot K_a = 17 \cdot 6,6 \cdot 0,406 = 45,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = q \cdot K_a = 9,8066 \cdot 0,406 = 3,98 \text{ kN/m}^2$$

$$s = s_1 + s_2 \dots \dots \dots [10] = 45,54 + 1,99 = 47,53 \text{ kN/m}^2$$

Langkah selanjutnya mencari momen yang terjadi pada *Sheet Pile*

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot L \cdot s_1 = \frac{1}{2} \cdot 6,6 \cdot 45,54 = 150,27 \text{ kN/m}$$

$$P_2 = L \cdot s_2 = 6,6 \cdot 3,98 = 26,27 \text{ kN/m}$$

$$P = P_1 + P_2 \dots \dots \dots [11] = 150,27 + 26,27 = 176,54 \text{ kN/m}$$

Langkah selanjutnya mencari letak titik berat pada momen yang terjadi pada *Sheet Pile*

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{3} \cdot L = \frac{1}{3} \cdot 6,6 = 2,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bar{z}_2 &= \frac{1}{2} \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 6,6 = 3,3 \text{ m} \\ \bar{z} &= \frac{(P_1 \cdot z_1) + (P_2 \cdot z_2)}{P_1 + P_2} \dots \dots \dots [12] \\ &= 2,364 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada *Fixed Earth Support Method*, tekanan tanah pasif dibawah *dredge line* akan berubah menjadi aktif pada L3.

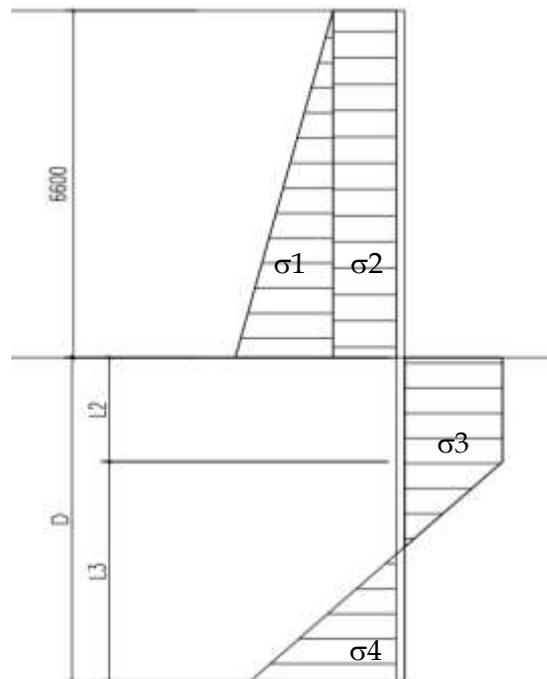
Karena kohesi (c) yang digunakan berbeda-beda, maka dihitung pula berdasarkan kedalaman berbeda terdandung dari kedalaman D. Dengan menggabungkan persamaan (1) dan persamaan (3), . nilai untuk s3 dan s4 pada kedalaman 2 meter adalah sebagai berikut :

$$s_3 = 4c - g \cdot L \dots \dots \dots [13] = 4 (39,226) - 17 \cdot 2 = 44,71$$

$$s_4 = 4c + g \cdot L \dots \dots \dots [14] = 4 (39,226) + 17 \cdot 2 = 269,11$$

Tabel 4. s3 dan s4 per kedalaman

| Kedalaman | s3     | s4     |
|-----------|--------|--------|
| 2         | 44,71  | 269,11 |
| 4         | 182,00 | 406,40 |
| 6         | 217,59 | 441,99 |
| 8         | 223,40 | 447,80 |



Gambar 4. Distribusi tekanan tanah dan gaya yang bekerja

**Kedalaman Dredge Line (D)**

Untuk mempermudah, diasumsikan  $D_t$  pada kedalaman 4 - 6 meter.

$$D_t^2(4c - g \cdot L) - 2 \cdot D_t \cdot P - \frac{P(+12 \cdot c \cdot \bar{z})}{\gamma \cdot L + 2 \cdot c} = 0 \dots \dots \dots [15]$$

$$45D_t^2 - 353D_t - 1194 = 0$$

$$D_t = 5,70 \text{ m}$$

Dimana:

$D_t$  = Kedalaman teoritis dari *dredge line*

$P$  = Luas area tekanan tanah 1 (aktif)

$\bar{z}$  = titik berat dari  $P$  (aktif)

Sehingga:

$$L_3 = \frac{Dt(4c - \gamma L) - P}{4c} \dots \dots \dots [16]$$

$$= 3,225 \text{ meter}$$

$$D = 1,5 D_t \dots \dots \dots [17]$$

$$= 1,5 \cdot 5,70$$

$$= 8,55 \text{ m}$$

$$L_2 = D - L_3 \dots \dots \dots [18]$$

$$= 5,325$$

$$H_t = D + L \dots \dots \dots [19]$$

$$= 8,55 + 6,6$$

$$= 15,15 \text{ meter}$$

### Momen Maksimum (Mmax)

Sebelum mencari momen maksimum, terlebih dahulu mencari jarak dari *dredge line* ke titik terjadinya  $M_{max}$  ( $z'$ )

$$z' = \frac{P}{\sigma_1} \dots \dots \dots [20]$$

$$= 0,811 \text{ m}$$

$$M_{max} = P(z' - \bar{z}) - \frac{\sigma_3 \cdot z'^2}{2} \dots \dots \dots [21]$$

$$= 176,54(0,8111 + 2,364) - \frac{217,59 \cdot (0,731)^2}{2}$$

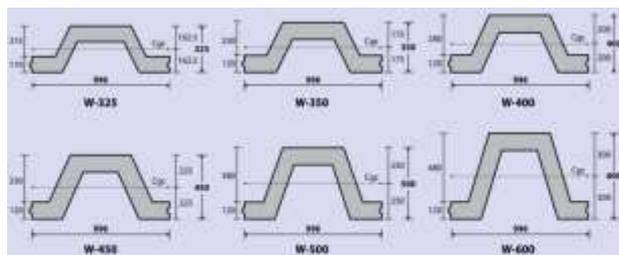
$$= 488,961 \text{ kN. m/m}$$

### Hasil desain

Perencanaan ini menggunakan brosur Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) dari Wika Beton.

| Type  | Thickness (mm) | Width (mm) | Unit Weight (kg/m) | Class | Moment (kN.m) |       |
|-------|----------------|------------|--------------------|-------|---------------|-------|
|       |                |            |                    |       | Crack         | Break |
| W-325 | 110            | 996        | 329                | A     | 112           | 224   |
|       |                |            |                    | B     | 130           | 261   |
| W-350 | 120            | 996        | 368                | A     | 153           | 306   |
|       |                |            |                    | B     | 167           | 333   |
| W-400 | 120            | 996        | 400                | A     | 197           | 394   |
|       |                |            |                    | B     | 229           | 459   |
| W-450 | 120            | 996        | 459                | A     | 264           | 528   |
|       |                |            |                    | B     | 301           | 602   |
| W-500 | 120            | 996        | 455                | A     | 345           | 690   |
|       |                |            |                    | B     | 396           | 792   |
| W-600 | 120            | 996        | 520                | A     | 496           | 992   |
|       |                |            |                    | B     | 584           | 1.169 |

Gambar 5. Spesifikasi Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) (Wika Beton, 2022)



Gambar 6. Dimensi Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) (Wika Beton, 2022)

Berdasarkan katalog Sheet Pile dari Wika Beton, direncanakan :

Jenis Sheet Pile = W 600 Class-B

Crack Moment (Mn) = 584 kN.m

Fc' = 62,5 MPa

Panjang Sheet Pile = 15,15 meter

Kedalaman pemancangan = 8,55 meter

$$FMn = 0,9 \times Mn \dots \dots \dots [22]$$

$$= 0,9 \times 584$$

$$= 525,6$$

$$Mu < FMn$$

$$488,961 < 525,6$$

OK!

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan ;

1. Hasil perhitungan menggunakan analisis keseimbangan batas, didapatkan momen maksimum ( $M_{max}$ ) yang dialami oleh Sheet Pile sebesar 488,961 kN.m/m dengan kedalaman pemancangan sedalam 8,55 meter
2. Dari hasil perencanaan, perencanaan menggunakan Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) tipe W-600 Class-B dari wika Beton dengan spesifikasi momen crack ( $M_n$ ) sebesar 584 kN.m/m dapat digunakan dalam proyek XYZ.

### REFERENSI

Aditya, V. (2018). Studi Stabilitas Secant Pile Sebagai Retaining Wall dengan perkuatan Ground Anchor pada proyek Grand Dharmahusada Lagoon-Olive Tower Surabaya.

Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Das, B. M. (2011). *Principle OF Foundation Engineering (7th Edition)*. Cengage Learning.

Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Pondaasi 2*.  
Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

*SNI 8640:2017 Persyaratan Perancangan  
Geoteknik*. (n.d.).

Suripto. (2019). Perencanaan Dinding Penahan  
Tanah Tipe Kantilever pada Saluran II  
Budar di Desa Kemuning Lor Kecamatan  
Arjasa Kabupatern Jember. *Program Studi  
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas  
Muhammadiyah Jember*.

*Wika Beton*. (2022, Juni). Diambil kembali dari  
Katalog CPC Sheet Pile:  
[https://produk.wika-beton.co.id/cpc-sheet-  
piles/](https://produk.wika-beton.co.id/cpc-sheet-piles/)