

BESARNYA KOEFISIEN HAMBAT (C_D) *SILT SCREEN* AKIBAT GAYA ARUS DENGAN MODEL PELAMPUNG PARALON DAN KAYU

David S. V. L Bangguna¹⁾

**¹⁾Staff Pengajar Program Studi Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Sintuwu Maroso**

Abstrak

Untuk mengurangi pendangkalan Alur pelayaran dan kolam labuh pada tipe pantai yang landai dan berlumpur maka diperlukan bangunan penahan sedimen. Bangunan penahan sedimen ini dapat berupa pemecah gelombang dan jetty yang berfungsi selain menahan sedimen. Sebagai alternatif untuk mengurangi pendangkalan di alur pelayaran dapat dibuat bangunan penahan sedimen lainnya, bangunan penahan sedimen ini dapat berupa tirai yang tidak kaku yaitu *silt screen*. Agar *silt screen* ini dapat berfungsi dengan baik perlu dilakukan pengujian terutama yang berkaitan dengan pengaruh arus terhadap besarnya koefisien hambat (C_D) yang terjadi pada *silt screen*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya koefisien hambat yang terjadi pada *silt screen* akibat dari gaya arus dengan menggunakan dua model pelampung (kayu dan paralon). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa koefisien hambat (C_D) *silt screen* merupakan fungsi dari kedalaman relatif (h/d), semakin kecil kedalaman relatif ($h/d < 1$) maka tekanan air yang bekerja pada pelampung semakin besar dan luas proyeksi *silt screen* (A_p) yang terjadi semakin besar sehingga koefisien hambat yang terjadi semakin kecil. Nilai C_D yang dihasilkan kedua bahan pelampung memberikan hasil yang berbeda, perbedaan ini disebabkan karena pengaruh besarnya gaya horisintal (F_H) yang bekerja pada model.

Kata kunci: C_D *silt screen*, *paralon*, *kayu*.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alur pelayaran dan kolam labuh pada tipe pantai yang landai dan berlumpur sangat mudah terjadi pendangkalan. Berdasarkan pengalaman yang ada (Yuwono dan Triatmadja, 1999), alur pelayaran dan kolam pelabuhan pada pantai seperti tersebut di atas akan cepat terjadi pendangkalan akibat siltasi, terutama jika alur dan kolam pelabuhan tersebut tidak terlindungi dengan baik. Untuk mengatasi pendangkalan, biasanya dilakukan pengerukan pada alur pelayaran dan kolam pelabuhan secara periodik dengan jangka waktu yang relatif singkat, dan hal ini mengakibatkan biaya pemeliharaan menjadi mahal.

Untuk mengurangi pendangkalan tersebut maka diperlukan bangunan penahan sedimen. Bangunan penahan sedimen ini dapat berupa pemecah gelombang dan jetty yang berfungsi selain menahan sedimen juga dapat melindungi kolam labuh dari gelombang dan arus. Bangunan pemecah gelombang dan jetty biasanya membutuhkan material yang banyak sehingga pembangunannya menjadi mahal. Sebagai alternatif untuk mengurangi pendangkalan di alur pelayaran dapat dibuat bangunan penahan sedimen lainnya, bangunan penahan sedimen ini dapat berupa tirai yang tidak kaku yaitu *silt screen*.

Gagasan tentang *silt screen* serupa dengan konsep *underwater sill* sebagai alternatif penanggulangan sedimentasi pada alur pelayaran, *silt screen* berupa tirai tidak kaku

yang dapat dibuat dari bahan sejenis geotekstil sebagai penyaring sedimen dengan diberi pemberat pada bagian bawah dan bagian atas diberi pelampung sebagai penegak tirai, juga murah strukturnya dan mudah pemasangannya.

Agar *silt screen* ini dapat berfungsi dengan baik perlu dilakukan pengujian terutama yang berkaitan dengan pengaruh arus terhadap besarnya koefisien hambat (C_D) yang terjadi pada *silt screen*.

1.2. Perumusan Masalah

Untuk melakukan pengujian koefisien hambat dibutuhkan parameter yang diperkirakan berpengaruh yaitu: gaya arus (F_U), kecepatan arus (U), diameter pelampung (D), rapat massa air (ρ), dan tinggi model (h). Dari parameter diatas besarnya koefisien hambat (C_D) pada *silt screen* akibat arus dapat dituliskan dalam bentuk fungsi matematik sebagai berikut:

$$C_D \text{ silt screen} = f(F_U/U^2 d^2 \rho, D/h, h/d).$$

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya koefisien hambat yang terjadi pada *silt screen* akibat dari gaya arus dengan menggunakan dua model pelampung (kayu dan paralon). Mengingat dari referensi yang ada belum pernah dilakukan pengujian koefisien hambat *silt screen*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Koefisien Hambat (C_D)

Coefficient of drag (C_D) artinya koefisien hambatan/hambatan gerak sebuah benda berdimensi saat bergerak akibat adanya tahanan yang ditimbulkan air atau udara. Koefisien drag (biasanya dinotasikan dengan: C_D , c atau c_{wx}), nilai C_D sangat bergantung pada bentuk dari suatu geometri benda. Berikut adalah sebagai variasi nilai C_D :

2.2. Gaya Vertikal *Silt Screen* (F_v)

Gaya vertikal (F_v) yang bekerja pada *silt screen* didefinisikan dari resultante gaya yang

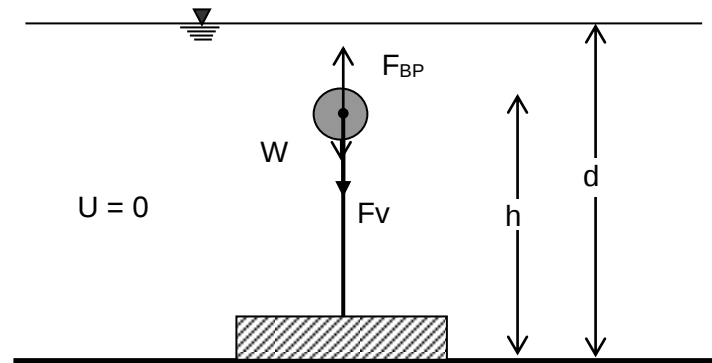
bekerja pada benda adalah sama dengan perbedaan antara tekanan ke atas oleh zat cair pada pelampung yaitu gaya apung pelampung (F_{BP}) dan gaya ke bawah karena berat benda di udara (W), gaya vertikal ini bekerja seolah-olah menarik pelampung kebawah jika ditinjau dari bagian pelampung seperti pada Gambar 1. Dalam keadaan tanpa aliran ($U = 0$) gaya vertikal pada *silt screen* besar dan arahnya sama dengan tegangan kain *screen*, sehingga gaya vertikal pada *silt screen* (F_v) dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$F_v = F_{BP} - W \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$F_v = V \times (\Delta\gamma) \quad \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

F_v	= gaya vertikal (N)	V	= volume benda (m^3)
F_{BP}	= gaya apung pelampung (N)	$\Delta\gamma$	= selisih berat jenis (N/m^3)
W	= berat benda di udara (N)		



GAMBAR 1. Skema Parameter Gaya Vertikal pada Silt Screen

2.2. Gaya Screen (F_s)

Dalam keadaan ada aliran ($U \neq 0$) pada silt screen bekerja gaya horizontal (F_H) dan gaya pada screen (F_s) yang merupakan proyeksi dari gaya vertikal (F_v). Gaya horizontal (F_H) dan gaya pada screen (F_s) dianalisis dari gradien garis singgung profil simpangan silt screen (m) yang besarnya sama dengan kemiringan arah garis singgung (tangen α) terhadap gaya vertikal (F_v) seperti pada Gambar 2, dan dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$F_H = F_v / \tan \alpha \dots\dots\dots(4)$$

$$F_s = \sqrt{F_H^2 + F_v^2} \dots\dots\dots(5)$$

dengan:

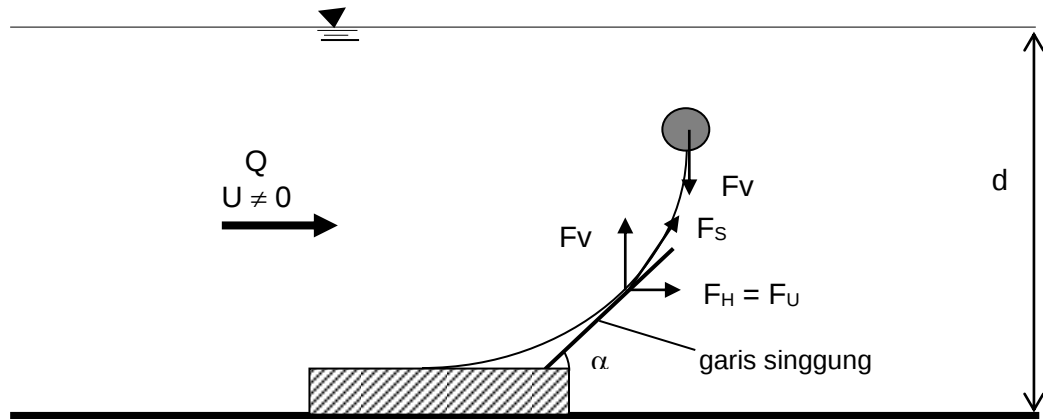
F_H = gaya horisontal (N)

F_v = gaya vertikal (N)

F_s = gaya pada screen (N)

tangen α = gradien garis singgung profil simpangan silt screen

Kemiringan garis singgung (tangen α) dihitung dari turunan pertama (dy/dx) persamaan profil simpangan silt screen dengan titik singgung di (x_0, y_0) yang merupakan asymtote dari profil simpangan silt screen.



GAMBAR 2. Skema Parameter Analisis Gaya Horizontal

2.3. Luas Proyeksi Silt Screen (A_p)

Penentuan luas proyeksi silt screen (A_p) dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu pertama menghitung luas proyeksi per pias dengan mengukur tinggi pias silt screen (b) dikalikan dengan lebar silt screen (B). Tinggi pias silt screen ini disesuaikan dengan kecepatan arus

yang bekerja pada tiap pias yaitu dengan menempatkan posisi kecepatan arus (y) pada pusat tinggi pias ($1/2 b$). Tinggi pias proyeksi bagian puncak silt screen (b_1) besarnya untuk setiap pengujian berbeda-beda, hal ini disebabkan karena pengaruh kecepatan arus (U), kedalaman relatif (h/d) dan gaya vertikal (F_v).

Cara kedua dengan menghitung selisih tinggi *silt screen* setelah terkena arus (h') dengan tinggi pemberat model (t) dikalikan dengan lebar model (B) seperti pada Gambar 3. Dalam penelitian ini penentuan luas proyeksi *silt screen* (A_p) yang digunakan adalah cara kedua, yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$A_p = (h' - t) \times B \dots\dots\dots(6)$$

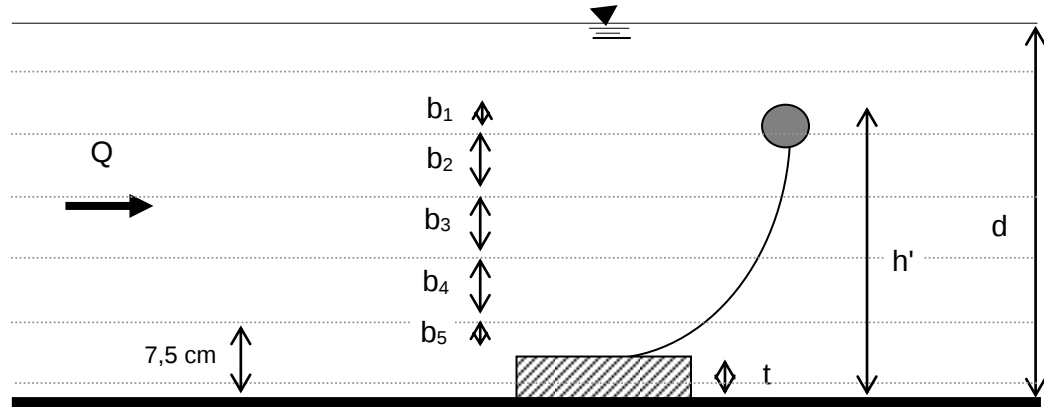
dengan :

A_p = luas proyeksi *silt screen* (m^2)

h' = tinggi model (m)

t = tinggi pemberat *silt screen* (m)

B = lebar *silt screen* (m)



GAMBAR 3. Skema Parameter Analisis Luas Proyeksi Silt Screen

III. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan model *silt screen* dalam pengujian meliputi:

- PVC dan kayu yang berfungsi sebagai pelampung *silt screen* dengan diameter (D) = 1", 1,5", 2".
- Kain yang berfungsi sebagai *screen*.
- Acrilic* dibuat kotak yang berfungsi sebagai pemberat *silt screen*.

3.2. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

- Glass sided fixed bed tilting flume*.
- Current meter*.
- Stop Watch*.
- Timbangan.

3.3. Perancangan Model

Model *silt screen* yang dibuat lebar keseluruhannya berukuran = 29,5 cm, ukuran lebar yang diambil ini disesuaikan dengan lebar *flume* = 30 cm, hal ini dimaksudkan untuk menjaga agar tidak terjadi interaksi langsung antara sisi-sisi *silt screen* dengan dinding *flume* yang sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran saat pengujian.

Pelampung *silt screen* dibuat dari 2 jenis bahan yaitu PVC dan kayu dengan ukuran diameter pelampung (D) = 1", 1,5", dan 2". Tirai yang digunakan sebagai *screen* dibuat dari kain tetoron yang panjangnya disesuaikan dengan tinggi keseluruhan model, untuk pemberat *silt screen* digunakan bahan dari *acrilic* dengan ukuran panjang = 29,5 cm tinggi = 6 cm dan lebar = 12 cm, bagian dalam pemberat dibuat ruangan (laci) agar dapat diisi dengan pasir besi dan potongan besi yang berguna untuk menambah berat *silt screen*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Koefisien Hambat dan Gaya Arus pada Silt Screen

Koefisien hambat (C_D) pada *silt screen* dan gaya arus dianalisis dengan menggunakan persamaan (7), dan (8). Hasil analisis diberikan dalam Tabel 1 dan 2. Dari hasil analisis ini selanjutnya digambarkan hubungan koefisien

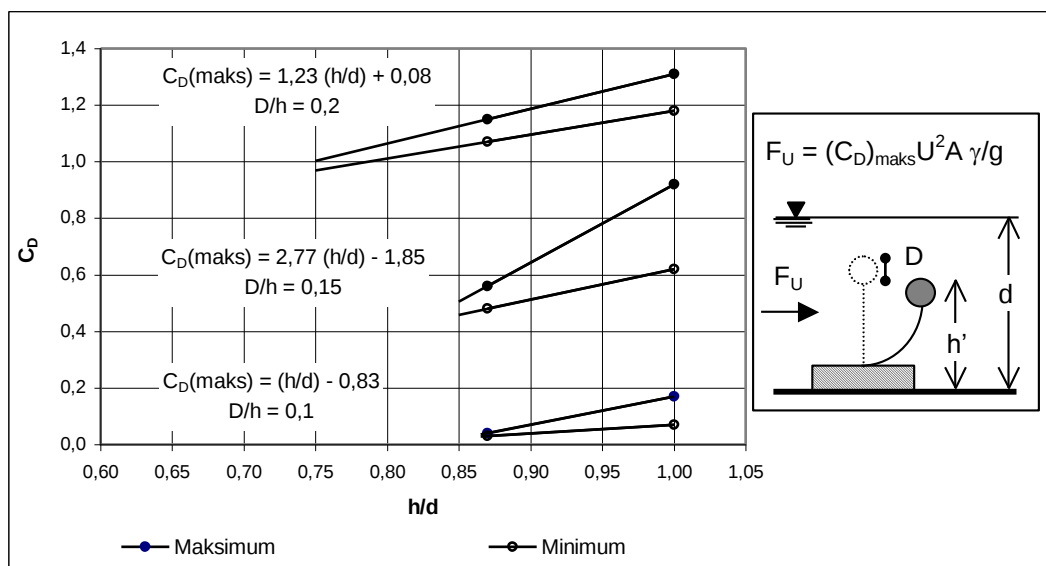
hambat (C_D) terhadap kedalaman relatif (h/d) yang diberikan dalam Gambar 4, 5 dan 6.

$$C_D = \frac{F_H g}{U^2 A_P \gamma} \dots\dots\dots(7)$$

$$F_U = C_D U^2 A_P \frac{\gamma}{g} \dots\dots\dots(8)$$

TABEL 1. Hasil Analisis C_D dan F_U pada Silt Screen dengan Pelampung PVC

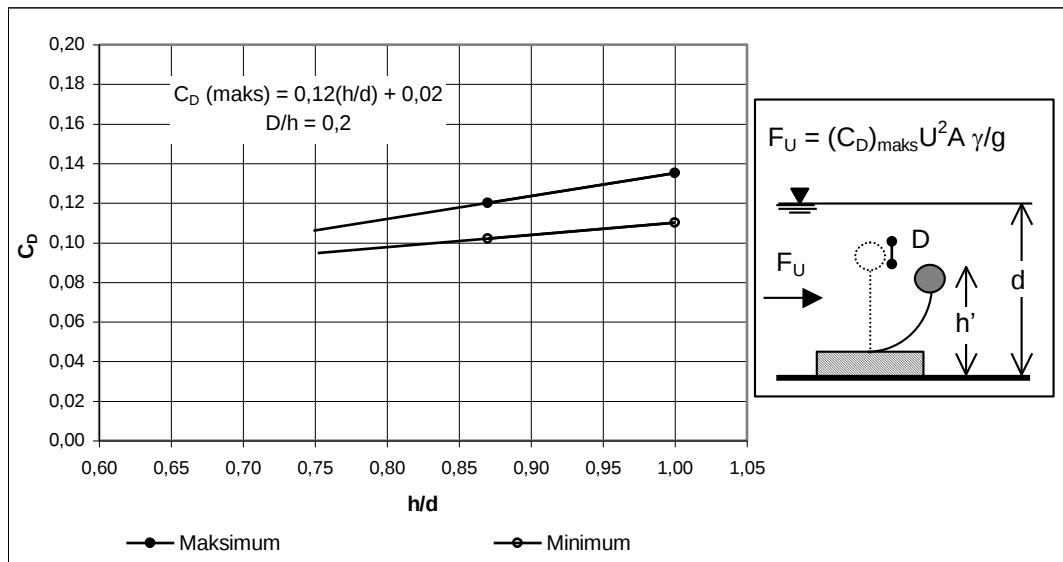
Pelampung	h/d	D/h	F_H	U	A_P	C_D	F_U
PVC	1	0,10	0,1226	0,2737	0,0192	0,09	0,1226
			0,1290	0,3148	0,0184	0,07	0,1290
			0,1678	0,3377	0,0152	0,10	0,1678
			0,2714	0,3387	0,0143	0,17	0,2714
		0,15	1,3277	0,2737	0,0251	0,71	1,3277
			1,3702	0,3148	0,0223	0,62	1,3702
			1,5517	0,3377	0,0207	0,66	1,5517
			1,8752	0,3387	0,0177	0,92	1,8752
		0,20	3,1471	0,2737	0,0325	1,29	3,1471
			3,5472	0,3148	0,0304	1,18	3,5472
			3,9135	0,3377	0,0286	1,20	3,9135
			4,0364	0,3387	0,0268	1,31	4,0364
	0,87	0,10	0,0485	0,2394	0,0257	0,03	0,0485
			0,0568	0,2699	0,0236	0,03	0,0568
			0,0598	0,2813	0,0230	0,03	0,0598
			0,0670	0,2965	0,0207	0,04	0,0670
		0,15	1,0349	0,2394	0,0325	0,56	1,0349
			1,1035	0,2699	0,0295	0,51	1,1035
			1,0646	0,2813	0,0280	0,48	1,0646
			1,1901	0,2965	0,0251	0,54	1,1901
		0,20	2,4691	0,2394	0,0375	1,15	2,4691
			2,7328	0,2699	0,0350	1,07	2,7328
			3,1149	0,2813	0,0342	1,15	3,1150
			3,3572	0,2965	0,0332	1,15	3,3573



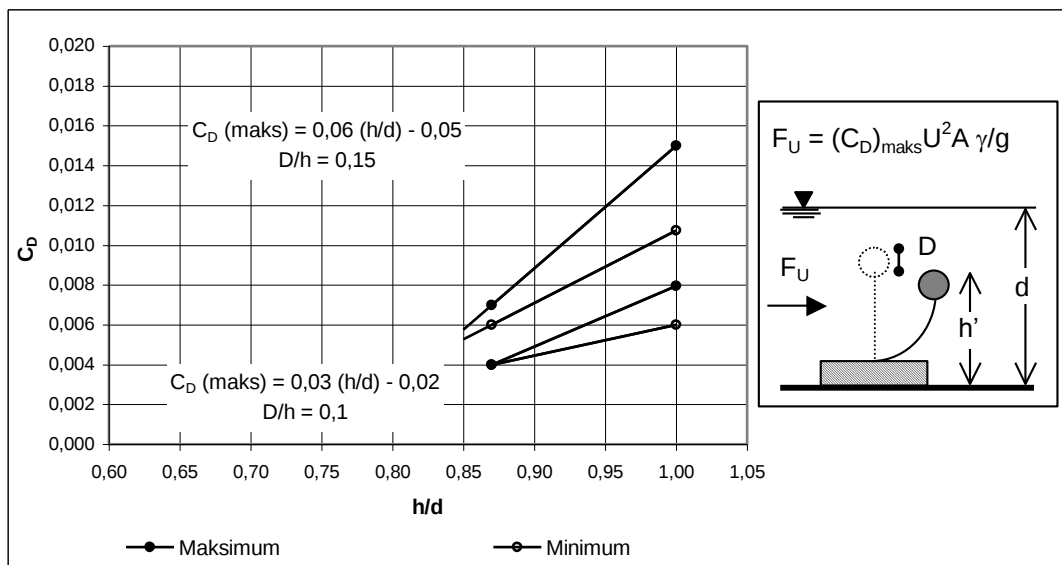
GAMBAR 4. Hubungan C_D dan h/d untuk Pelampung PVC

TABEL 2. Hasil Analisis C_D dan F_U pada Silt Screen dengan Pelampung Kayu

Pelampung	(h/d)	D/h	F_H	U	A_p	C_D	F_U
KAYU	1	0,10	0,0040	0,2737	0,0136	0,004	0,0040
			0,0069	0,3148	0,0108	0,006	0,0069
			0,0053	0,3377	0,0080	0,006	0,0053
			0,0050	0,3387	0,0055	0,008	0,0050
		0,15	0,0133	0,2737	0,0165	0,011	0,0133
			0,0159	0,3148	0,0137	0,012	0,0159
			0,0188	0,3377	0,0109	0,015	0,0188
			0,0162	0,3387	0,0094	0,015	0,0162
		0,20	0,2587	0,2737	0,0313	0,110	0,2587
			0,2635	0,3148	0,0295	0,090	0,2635
			0,2769	0,3377	0,0286	0,085	0,2769
			0,3754	0,3387	0,0242	0,135	0,3754
	0,87	0,10	0,0035	0,2394	0,0204	0,003	0,0035
			0,0057	0,2699	0,0177	0,004	0,0057
			0,0072	0,2813	0,0164	0,006	0,0072
			0,0072	0,2965	0,0149	0,005	0,0072
		0,15	0,0103	0,2394	0,0118	0,015	0,0103
			0,0104	0,2699	0,0239	0,006	0,0104
			0,0110	0,2813	0,0224	0,006	0,0110
			0,0112	0,2965	0,0195	0,007	0,0112
		0,20	0,2235	0,2394	0,0325	0,120	0,2235
			0,2376	0,2699	0,0319	0,102	0,2376
			0,2676	0,2813	0,0310	0,109	0,2676
			0,2916	0,2965	0,0295	0,112	0,2916



GAMBAR 5. Hubungan C_D dan h/d untuk pelampung Kayu dengan $D/h = 0,2$



GAMBAR 6. Hubungan C_D dan h/d untuk pelampung Kayu dengan $D/h = 0,1$ dan $0,15$

4.2. Pembahasan C_D Silt Screen

Untuk pengujian dengan bahan pelampung paralon dengan ketiga diameter pelampung yang digunakan, nilai C_D terendah adalah 0,03 ($h/d = 0,87$, $D/h = 0,1$ dan $U_{rata-rata} = 0,2699$ m/dt) dan nilai C_D tertinggi adalah 1,31 ($h/d = 1$, $D/h = 0,2$ dan $U_{rata-rata} = 0,3387$ m/dt). Sedangkan untuk pengujian dengan bahan pelampung kayu dengan ketiga diameter pelampung yang digunakan (Gambar 5 dan 6), nilai C_D terendah adalah 0,003 ($h/d = 0,87$, $D/h = 0,1$ dan $U_{rata-rata} = 0,2394$ m/dt) dan nilai C_D

tertinggi adalah 0,135 ($h/d = 1$, $D/h = 0,2$ dan $U_{rata-rata} = 0,3387$ m/dt).

Besarnya perbedaan nilai C_D untuk kedua bahan pelampung ini disebabkan karena pengaruh besarnya gaya horisontal (F_H) yang bekerja pada model. Besarnya gaya horisontal (F_H) yang bekerja dipengaruhi oleh gaya vertikal (F_v) dan sudut kemiringan garis singgung (tangen α). Dan gaya vertikal (F_v) sendiri besarnya dipengaruhi oleh berat pelampung di udara (W).

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Koefisien hambat (C_D) silt screen yang didapat dari hasil penelitian menunjukkan sebagai fungsi dari kedalaman relatif (h/d), semakin kecil kedalaman relatif ($h/d < 1$) maka tekanan air yang bekerja pada pelampung semakin besar dan luas proyeksi silt screen (A_p) yang terjadi semakin besar sehingga koefisien hambat yang terjadi semakin kecil.
2. Nilai C_D yang dihasilkan kedua bahan pelampung dari penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda, perbedaan ini disebabkan karena pengaruh besarnya gaya horisontal (F_H) yang bekerja pada model.
3. Semakin besar berat pelampung di udara (W) maka gaya vertikal (F_v) semakin kecil

dan luas proyeksi silt screen (A_p) yang terjadi akan semakin kecil pula bila model terkena arus (U), sehingga koefisien hambat (C_D) yang terjadi juga semakin kecil.

5.2. Saran

Melihat dari hasil penelitian saat terkena arus terjadi simpangan pada model silt screen, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan pengukuran simpangan yang terjadi pada silt screen dengan profil kecepatan arus dan bentuk model yang sama dari pengujian koefisien hambat yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chow, V.T, 1959, **Open-Channel Hydraulics**, McGraw-Hill, Kogakhusa.
2. Douhherty, R.L., Franzini, J. B., Finnemore, E. J., 1965, **Fluid Mechanics with Engineering Applications**, McGraw-Hill, Kogakhusa.
3. Yuwono, N., 1994, **Perencanaan Model Hiraulik**, Lab. Hidraulik dan Hidrologi, PAU-Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Yuwono, N., Triatmadja, R., 1999, **Uji Model Gaya Gelombang Pada Bangunan Bawah Air**, Kumpulan Naskah Ilmiah, Lab. Hidraulik dan Hidrologi, PAU-Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
5. Yuwono, N., Triatmadja, R., 1999, **Uji Model Koefisien Gesek Antara Material Dasar Laut dan Struktur Bangunan Bawah Air (Under Water Sill)**, Kumpulan Naskah Ilmiah, Lab. Hidraulik dan Hidrologi, PAU-Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
6. Olson, R.M., Wright, S.J., 1993, **Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik**, Edisi Kelima, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
7. Ranga Raju, K.G., 1981, *Flow Through Open Channels*, Tata McGraw-Hill Co., New Delhi.
8. Triatmodjo, B., 1996, **Hidraulika I**, Beta Offset, Yogyakarta.
9. Triatmodjo, B., 1996, **Hidraulika II**, Beta Offset, Yogyakarta.
10. Triatmodjo, B., 1996, **Pelabuhan**, Beta Offset, Yogyakarta.
11. Yulistiyanto, B., 2001, **Diktat Kuliah Dinamika Fluida**.