



## Penggunaan Plat Baja Sebagai Efisiensi Bekisting Lengkung Pilar Bangunan Intake Bendungan

D I Viratama<sup>a,\*</sup>, A Sidik<sup>b</sup> dan N Anggraini<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>Proyek Bendungan Margatiga, PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat artikel:

Diterima 30 Februari 2022

Direvisi 18 Maret 2022

Diterbitkan 24 Juni 2022

#### Kata kunci:

Bangunan Pengambilan

Bekisting

Bendungan

Efisiensi

Struktur Pilar

### ABSTRAK

Bangunan pengambilan (*intake*) merupakan bangunan berfungsi untuk melepas air waduk guna mencukupi kebutuhan di daerah hilir. Salah satu struktur bangunan yang terdapat dalam bangunan pengambilan adalah struktur Pilar *Intake*/Pengambilan. Pada Bendungan Margatiga yang terletak di Lampung Timur, struktur pilar pengambilan menggunakan konstruksi beton bertulang dengan lengkungan di kedua sisinya. Umumnya bekisting yang digunakan saat pengecoran beton menggunakan panel yang terbuat dari papan *tego film/plywood*, namun hal tersebut tidak dapat diterapkan pada bagian sisi lengkung pilar dikarenakan material *tego film/plywood* tidak dapat di tekuk dan dibentuk sesuai bentuk pilar yang direncanakan. Maka dari itu diperlukan material pengganti *tego film* yang dapat dibuat dan dibentuk menyesuaikan desain pilar. Terdapat beberapa opsi material yang dapat digunakan sebagai bekisting lengkung pilar, diantaranya papan *multiplek whiteboard*, pelat baja dan juga *custom formwork*. Dari ketiga pilihan yang tersedia, pelat baja menjadi material yang dipilih karena dapat dibentuk sesuai bentuk yang direncanakan, mudah didapatkan, tahan korosi dan memiliki durabilitas yang baik sehingga dapat digunakan dalam jangka panjang. Dengan menggunakan pelat baja sebagai material bekisting lengkung pilar, dapat menjadi solusi bagi penyedia jasa dan juga meningkatkan efisiensi dalam penggunaan biaya, mutu pekerjaan dan waktu pelaksanaan sehingga dapat memberikan manfaat baik bagi para pemangku kepentingan/*skateholders* lainnya.

### 1. Pendahuluan

Pembangunan Bendungan Margatiga yang terletak di Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung merupakan satu kesatuan pemanfaatan aliran air sungai Way Sekampung dari hulu hingga hilir sungai yang bersifat bendungan Cascade. Bendungan Cascade merupakan bendungan yang dibangun secara berseri atau bertingkat di sepanjang sungai dengan jarak tertentu, atau secara terasering. Bendungan Margatiga merupakan bendungan tipe komposit dengan kombinasi bendungan beton *gravity* dan urugan batu dengan inti tegak.

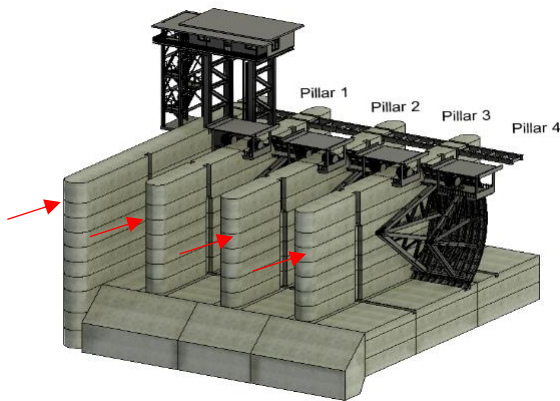
Bagian bangunan pengambilan/*intake* terdapat struktur pilar pengambilan menggunakan konstruksi beton bertulang dengan lengkungan di kedua sisinya. Dalam melakukan pengecoran beton, umumnya menggunakan bekisting yang terdiri dari susunan panel yang terbuat dari papan *tego film/plywood*. Namun bekisting tersebut tidak dapat digunakan pada bagian sisi lengkung pilar karena material *plywood* tidak dapat ditebuk dan dibentuk menyesuaikan bentuk lengkung yang direncanakan, sehingga perlu menggunakan jenis bekisting khusus dalam pelaksanaannya. Khusus untuk bagian lengkung pilar (lihat Gambar 1), umumnya menggunakan *custom formwork* (lihat

Gambar 2) yang dipesan dan dibuat khusus kepada pihak sub-kontraktor atau *supplier* yang tentunya membutuhkan biaya lebih besar dan juga waktu yang lama dalam proses fabrikasi dan pengirimannya. Terlebih lagi lokasi proyek yang terletak cukup jauh dari kota.

Salah satu solusinya adalah dengan membuat bekisting sendiri menggunakan material yang dapat ditebuk dan dibuat menyesuaikan bentuk lengkungan pilar. Pada awalnya digunakan papan *multiplek/whiteboard* (lihat Gambar 3) sebagai material pembuatan bekisting sisi lengkung, namun hal tersebut dinilai kurang efektif dan efisien dikarenakan material tersebut tidak memiliki ketahanan yang baik sehingga perlu dilakukan penggantian secara berkala dan tentunya membutuhkan waktu lebih lama dalam pelaksanaan pekerjaan.

\*Penulis korespondensi.

Email : [dimazviratama22@gmail.com](mailto:dimazviratama22@gmail.com)



**Gambar 1.** Lengkung Pilar Bangunan Pengambilan/Intake  
(Sumber: Model BIM Proyek Bendungan Margatiga Menggunakan Autodesk Revit)



**Gambar 2.** Contoh Custom Formwork  
(Sumber: Katalog PERI Custom Formwork)



**Gambar 3.** Bekisting menggunakan papan multiplek/Whiteboard  
(Sumber: Dokumentasi Pekerjaan Proyek Bendungan Margatiga)



**Gambar 4.** Bekisting menggunakan Pelat Baja  
(Sumber: Dokumentasi Pekerjaan Proyek Bendungan Margatiga)

Solusi lain yang dapat digunakan yaitu dengan mengganti material multiplek whiteboard dengan material pelat baja (lihat Gambar 4), selain yang mudah didapat dan dapat dibentuk sesuai lengkungan, pelat baja juga memiliki ketahanan yang baik sehingga dapat digunakan dalam jangka panjang. Pada studi ini akan membahas analisis penggunaan pelat baja sebagai bekisting

lengkung, baik itu dari sisi biaya, mutu dan waktu pelaksanaan, serta analisis penggunaan material multiplek/whiteboard sebagai pembandingnya.

Dengan menggunakan material plat baja sebagai bekisting sisi lengkung struktur pilar pengambilan, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi dan juga mutu yang sesuai spesifikasi, sehingga pelaksanaan Bendungan Margatiga bisa diselesaikan dengan tepat waktu dan tidak mengalami keterlambatan dalam proses konstruksinya.

## 2. Metodologi

### 2.1 Lokasi Proyek

Bendungan Margatiga terletak di Desa Negeri Jemanten (Tumpuan Kiri) dan Desa Trisinar (Tumpuan Kanan), Kecamatan Margatiga Kab. Lampung Timur Provinsi Lampung. Secara Geografis Bendungan Margatiga terletak pada  $105^{\circ} 28' 45''$  -  $105^{\circ} 29' 46''$  BT dan  $5^{\circ} 11' 59''$  -  $5^{\circ} 12' 54''$  LS.



**Gambar 5.** Lokasi Proyek Bendungan Margatiga  
(Sumber: Peta Administrasi Provinsi Lampung)

### 2.2 Pengumpulan Data

Studi ini akan membahas tentang analisis (Despa, 2018) penggunaan pelat baja sebagai bekisting untuk sisi lengkung struktur pilar pengambilan dari sisi biaya, mutu dan waktu pelaksanaan. Untuk membuat analisis tersebut diperlukan beberapa data penunjang sebagai berikut:

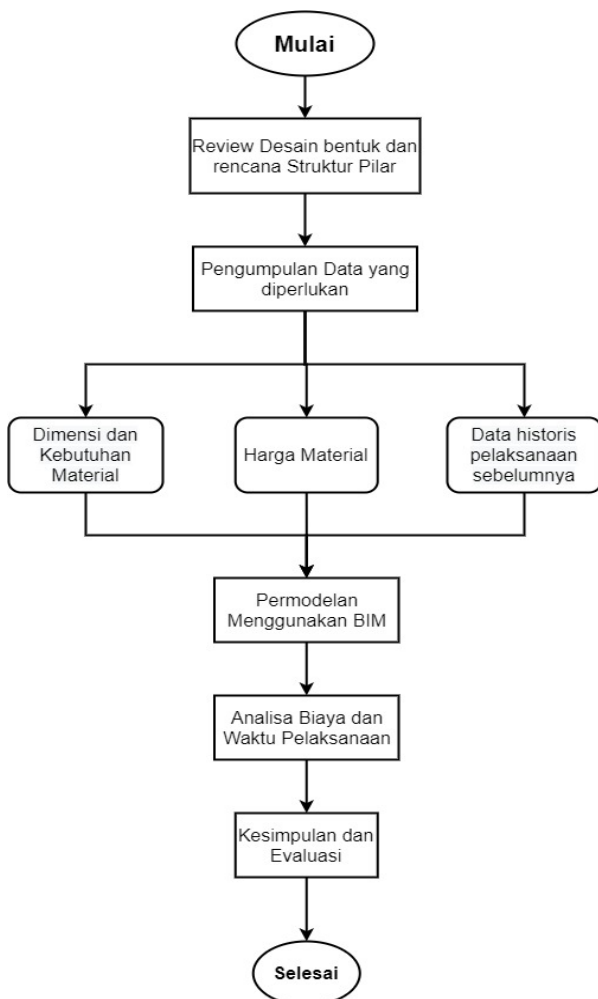
- Data dimensi dan jumlah kebutuhan material yang dibutuhkan dalam pembuatan bekisting, diperoleh dari pelaksana lapangan dan kemudian dimodelkan menggunakan platform BIM (lihat Gambar 6)
- Data harga material yang didapat dari harga penawaran supplier
- Data-data historis dari pelaksanaan sebelumnya
- Data-data pendukung lainnya (Nama, 2017)



**Gambar 6.** Kebutuhan material hingga permodelan menggunakan BIM  
(Sumber: Dokumentasi Proyek Bendungan Margatiga)

### 2.3 Metode Penelitian

Pembahasan penggunaan pelat baja sebagai bekisting lengkungan struktur pilar ini meliputi analisis biaya yang dibutuhkan untuk membuat dan penggunaan bekisting dari pelat baja dibandingkan dengan menggunakan papan multiplek/whiteboard, mutu dari hasil pengecoran yang dihasilkan dan juga waktu pelaksanaannya dengan menggunakan data-data yang didapat dan juga menggunakan platform BIM sebagai permodelan/ visualisasi. Untuk alurnya dapat dilihat pada Gambar 7.



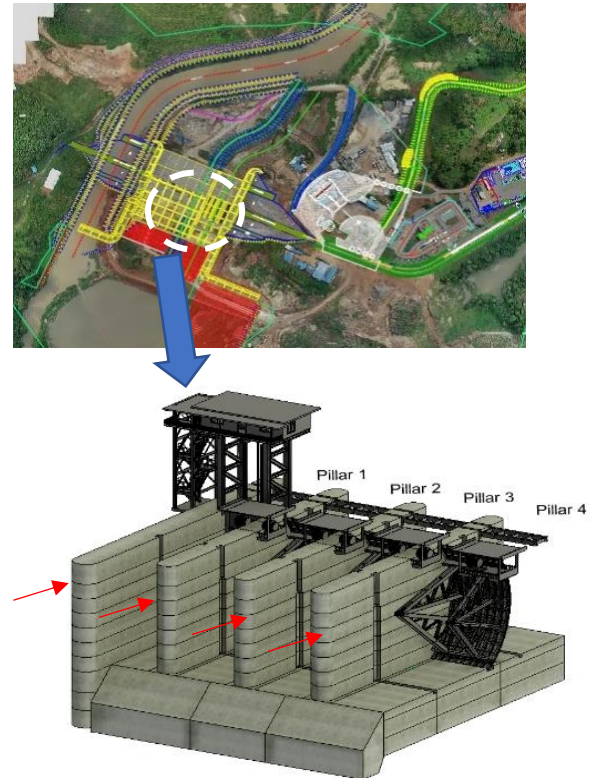
Gambar 7. Diagram Alir Metodologi Penelitian

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1 Desain Struktur Pilar Pengambilan

Bangunan pengambilan/intake dilengkapi dengan pintu dan bagian depannya terbuka untuk menjaga jika terjadi muka air tinggi selama banjir, besarnya bukaan pintu bergantung kepada kecepatan aliran masuk yang diizinkan. Pada Proyek Bendungan Margatiga struktur bangunan pengambilan/intake tersusun dari 4 pilar dan satu pintu radial, dengan ketinggian pilar satu 14.75 m dan pilar 2,3,4 setinggi 14.75 m dengan bentuk lengkung yang sama, panjang 34.5 m dan lebar 2.5 m. Pilar pengambilan dibangun di atas pondasi pilar untuk menopang beban pilar pada lantai pengambilan. Untuk perencanaan bangunan pengambilan,

diperlukan desain dan perhitungan sehingga struktur bangunan pilar pengambilan dapat kuat dimana bangunan pengambilan direncanakan dengan maksud untuk mengatur banyaknya air yang masuk saluran dan menyadap sebagian dari debit air sungai guna memenuhi layanan kebutuhan. Layout dan bentuk pilar pengambilan dapat dilihat pada Gambar 8.



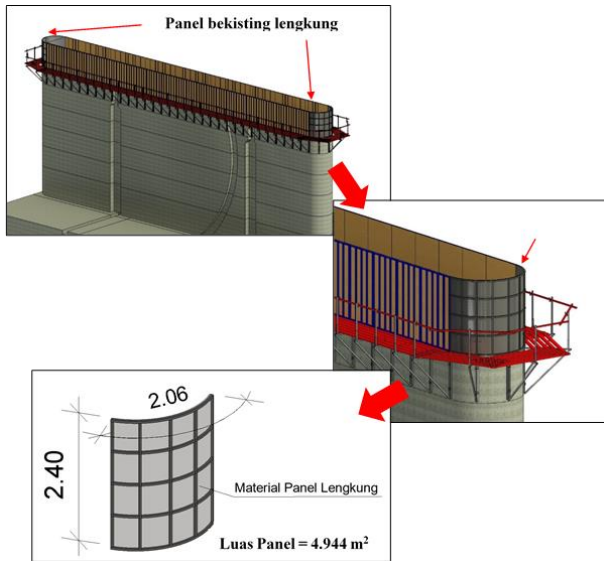
Gambar 8. Layout Bendungan Margatiga dan Struktur Pilar Pengambilan

(Sumber: Model BIM Proyek Bendungan Margatiga Menggunakan Autodesk Revit)

### 3.2 Analisis Biaya

Biaya yang dianalisis pada sub bab ini mencakup harga material, upah fabrikasi dan juga peralatan bantu yang digunakan untuk membuat 1 buah panel bekisting dengan luasan 4.944 m<sup>2</sup>. Selain itu, analisis biaya juga memperhitungkan umur dan jumlah pemakaian dari setiap material untuk mengerjakan 1 buah pilar dengan 9 stage pengecoran. Berdasarkan pelaksanaan sebelumnya, untuk material multiplek/whiteboard hanya dapat bertahan maksimal 2 kali pengecoran, setelah 2 kali pemakaian material tersebut sudah tidak dapat digunakan kembali dan harus dilakukan penggantian dengan material yang baru, tidak seperti pelat baja yang dapat digunakan terus menerus tanpa harus melakukan penggantian material baru. Pada 1 stage pengecoran struktur pilar diperlukan 4 buah panel bekisting lengkung (2 panel di setiap sisinya) untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.





**Gambar 9.** Panel lengkung bekisting struktur pilar (Sumber: Model BIM Proyek Bendungan Margatiga Menggunakan Autodesk Revit)

Analisis biaya dari penggunaan masing-masing material dapat dilihat di Tabel 1 dan Tabel 2.

Penggunaan bekisting multipleks hanya 2x pemakaian sehingga untuk mengerjakan 1 buah pilar memerlukan 4x pergantian material, sehingga biaya total yang diperlukan adalah **Rp 16.081.630**.

Sedangkan penggunaan bekisting pelat baja dapat digunakan berulang kali, sehingga biaya yang diperlukan adalah **Rp 10.713.197**.

### 3.3 Waktu Pelaksanaan

Seperti yang sudah dibahas pada subab sebelumnya, untuk material multiplek/whiteboard hanya bertahan maksimal 2 kali pemakaian dan perlu dilakukan penggantian material baru, maka dari itu diperlukan waktu tambahan untuk dapat melakukan pengecoran *stage* selanjutnya. Sedangkan untuk pelat baja tidak memerlukan penggantian material karena memiliki durabilitas yang baik dan tahan keropos, hanya saja memerlukan waktu lebih lama saat proses fabrikasi awal bekisting. Berikut adalah perbandingan waktu dari penggunaan kedua material (Tabel 3). Dari hasil analisis waktu, penggunaan plat baja sebagai bekisting dapat menghemat waktu pelaksanaan sekitar 4 hari untuk 1 struktur pilarnya.

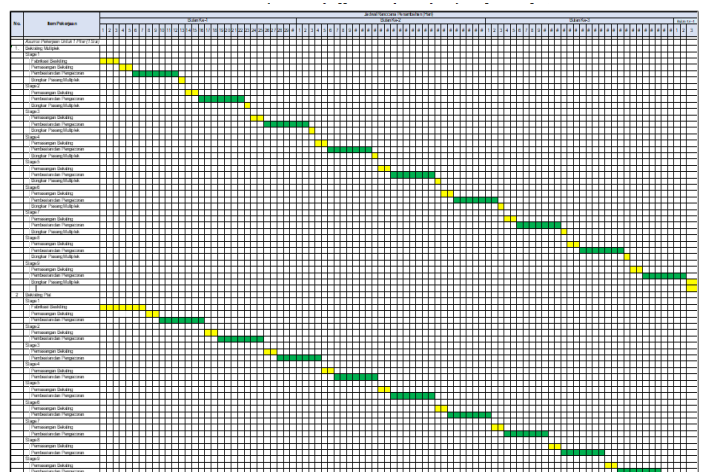
**Tabel 1.** Analisis biaya bekisting menggunakan multiplek

URAIAN MACAM PEKERJAAN	KOEFISIEN	VOLUME		MATERIAL	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
		QTY	SAT			Rp
1	2	3	4	5	6	7 = 3 x 6
Bekisting Expose (1 Panel)		4,944	m <sup>2</sup>			
Bahan						
Multiplek	0.07	0.34	lembar/m <sup>2</sup>	Rp.	185.000,00	63.476,02
Besi Hollow 45 mm x 75 mm @ 6 m	0.43	2.10	m/m <sup>2</sup>	Rp.	50.000,00	105.158,88
Besi Hollow 40 mm x 40 mm @ 6 m	0.57	2.83	m/m <sup>2</sup>	Rp.	35.000,00	99.134,62
Plastisone 9 mm x 12 mm	2.08	10.30	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	7.150,00	73.645,00
Form Tie 9 mm x 250 mm	2.08	10.30	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	21.250,00	218.875,00
As Dlat dia. 32 mm @ 1 m	0.03	0.17	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	97.000,00	16.651,67
Pipa Galvalum 2"	0.07	0.34	m/m <sup>2</sup>	Rp.	87.500,00	30.041,67
Besi Siku 40 x 40	1.04	5.15	m/m <sup>2</sup>	Rp.	35.850,00	184.627,50
Bracket 12 mm uk. 25 x 15 cm	0.52	2.58	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	25.000,00	64.375,00
Upah						855.985,35
Upah Pasang/Bongkar Bekisting Exposed	1	4,944	m <sup>2</sup>	Rp.	115.000,00	568.500,00
Peralatan						568.500,00
Alat Bantu Bekisting Exposed	1	4,944	is	Rp.	7.875,00	38.934,00
Jumlah						1.463.476,35
Penggunaan Bekisting ini hanya dapat dipakai 2 kali						
Sehingga 1 Pilar tidak ada penggantian						
			Penggantian	Jumlah Panel		
Biaya Penggantian (Bahan Bekisting + Upah Pasang + Alat Bantu)	638.232,01	x	4	x	4	Rp 10.227,712
Sehingga Biayanya	1.463.476,35	x	1	x	4	Rp 5.853.917
Biaya =						Rp 16.081.630
Total						

**Tabel 2.** Analisis biaya bekisting menggunakan plat baja 2mm

URAIAN MACAM PEKERJAAN	KOEFISIEN	VOLUME		MATERIAL	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
		QTY	SAT			Rp
1	2	3	4	5	6	7 = 3 x 6
Bekisting Expose (1 Panel)		4,944	m <sup>2</sup>			
Bahan						
Plat Baja 2 mm	0.07	0.34	lembar/m <sup>2</sup>	Rp.	950.000,00	325.957,92
Besi Hollow 45 mm x 75 mm @ 6 m	0.43	2.10	m/m <sup>2</sup>	Rp.	50.000,00	105.158,88
Besi Hollow 40 mm x 40 mm @ 6 m	0.57	2.83	m/m <sup>2</sup>	Rp.	35.000,00	99.134,62
Plastisone 9 mm x 12 mm	2.08	10.30	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	7.150,00	73.645,00
Form Tie 9 mm x 250 mm	2.08	10.30	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	21.250,00	218.875,00
As Dlat dia. 32 mm @ 1 m	0.03	0.17	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	97.000,00	16.651,67
Pipa Galvalum 2"	0.07	0.34	m/m <sup>2</sup>	Rp.	87.500,00	30.041,67
Besi Siku 40 x 40	1.04	5.15	m/m <sup>2</sup>	Rp.	35.850,00	184.627,50
Bracket 12 mm uk. 25 x 15 cm	0.52	2.58	bh/m <sup>2</sup>	Rp.	25.000,00	64.375,00
Upah						1.118.467,25
Upah Pasang/Bongkar Bekisting Exposed	1	4,944	m <sup>2</sup>	Rp.	285.000,00	1.409.040,00
Peralatan						1.409.040,00
Alat Bantu Bekisting Exposed	1	4,944	is	Rp.	30.500,00	150.792,00
Jumlah						2.678.299,25
Penggunaan Bekisting ini dapat digunakan berulang kali						
Sehingga 1 Pilar tidak ada penggantian						
			Penggantian	Jumlah Panel		
Biaya =	2.678.299,25	x	1	x	4	10.713.197,00

**Tabel 3.** Analisis biaya waktu dari penggunaan multiplek dan plat baja sebagai bekisting



### 3.4 Mutu Pekerjaan

Sebelumnya kami menggunakan bekisting dengan material multiplek whiteboard yang memiliki permukaan yang licin, sehingga hasil pengecoran yang dihasilkan bagus dan memiliki permukaan yang halus. Hasil yang sama juga didapatkan ketika menggunakan plat baja sebagai bekisting. Struktur plat baja yang permukaannya rata serta memiliki ketahanan yang tinggi terhadap air, sehingga mudah dalam proses pembongkaran bekisting serta hasil permukaan pilar pengambilan memiliki permukaan yang halus dan kokoh.

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menjaga mutu dan kualitas hasil pekerjaan, seperti proses pemasangan yang baik, pemberian minyak/pelumas secara merata pada permukaan bekisting, perkuatan bekisting yang baik dan juga memastikan tidak ada kebocoran pada bekisting. Baik dalam menggunakan multiplek atau plat baja, sama-sama memberikan hasil dan mutu yang baik pada hasil pekerjaan pengecoran, seperti diperlihatkan dalam Gambar 10.



**Gambar 10.** Hasil pengecoran struktur pilar pengambilan (Sumber: Dokumentasi Pekerjaan Proyek Bendungan Margatiga)

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa dalam pekerjaan bagian lengkung pilar pengambilan (*intake*) memerlukan bekisting khusus untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan. Penggunaan plat baja sebagai bekisting lengkung lebih efektif dibandingkan dengan material multiplek dilihat dari faktor biaya dan waktu pelaksanaan. Penggunaan material plat baja membutuhkan biaya lebih sedikit dibandingkan menggunakan multiplek hingga Rp 6 juta untuk setiap struktur pilar pengambilan. Selain itu, penggunaan plat baja membuat waktu pelaksanaan pekerjaan struktur pilar lebih singkat sekitar 4 hari untuk setiap struktur pilar dibanding menggunakan bekisting multiplek. Sedangkan ditinjau dari mutu pekerjaan, penggunaan bekisting plat baja memiliki kualitas dan mutu yang sama baiknya dengan penggunaan bekisting multiplek.

#### Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada semua rekan-rekan proyek Bendungan Margatiga dan kepada pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan dan bantuannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat kedepannya bagi banyak kalangan, khususnya bagi para penyedia jasa konstruksi. Dan penulis sangat terbuka dalam menerima saran, kritik dan masukan yang krianya dapat berguna dalam penyempurnaan makalah ini.

#### Daftar pustaka

- Despa, D., Nama, G. F., Martin, Y., Hamni, A., Muhammad, M. A., & Surinanto, A. (2018). Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis Internet of Things (IoT).
- Nugroho, R. E. (2017) Perbandingan Produktivitas Bekisting Kayu dan Bekisting Plat Baja pada Proyek Sabo Dam Merapi, Skripsi Universitas Islam Indonesia.
- Perdanto A. (2005) Studi Pemilihan Alternatif Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Pelat pada Proyek Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Darmo Trade Center (DTC) Surabaya Tahap II (Pasar Modern)).
- Sulistya, D. (2005) Analisa perbandingan mengenai biaya dan waktu pelaksanaan sistem bekisting Peri dengan Paschal pada proyek pembangunan Mega ITC Cempaka Mas, Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Widhijono (2005) Perbandingan Penggunaan Metode Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi (Scaffolding) pada Proyek Darmo Trade Center.
- Nama, G. F., Suhada, G. I., & Ahmad, Z. (2017). Smart System Monitoring of Gradient Soil Temperature at the Anak Krakatoa Volcano. Asian Journal of Information Technology, 16(2), 337-347.