

PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK UNDERPASS DEWA RUCI MENGGUNAKAN SECANT PILE DAN SHEET PILE

Jojok Widodo Soetjipto
Staf Pengajar
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
The Universitas of Jember
Jln. Kalimantan 37,
Jember, 68122
Telp: (0331) 410241
jojok.teknik@unej.ac.id

Hernu Suyoso
Staf Pengajar
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
The Universitas of Jember
Jln. Kalimantan 37,
Jember, 68122
Telp: (0331) 410241
hernu.suyoso@gmail.com

Rony Agung Tri Prakasa
Student
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
The Universitas of Jember
Jln. Kalimantan 37,
Jember, 68122
Telp: (0331) 410241
thedocto12@gmail.com

Abstract

Severe traffic congestions are often in Dewa Ruci Intersection. It leads to the Bali Provincial Government is forced to build an underpass at this intersection. The impact of construction will be add to the congestion becomes more severe that will take it during the project. To overcome, it is necessary to make the comparative method that have already used (secant pile) with precast method (sheet pile) is known relatively quickly and cheaply. However, this comparison should be followed up with a risk analysis that will happen with these methods. The results showed that sheet pile can accelerate 13.58 days or 5.21% and reduce Rp. 2,754,284,040.00 or 14.47% of secant pile method. The construction cost risk level of sheet pile is almost equal to secant pile but the construction time risk level of sheet pile is smaller than the secant pile

Keywords: *Secant pile, Concrete sheet pile, retaining wall, underpass, risk management*

Abstrak

Kemacetan lalu lintas yang parah sangat sering terjadi di Simpang Dewa Ruci. Hal ini menyebabkan Pemerintah Provinsi Bali dipaksa untuk membangun underpass pada simpang tersebut. Dampak dari pembangunan tersebut akan menambah kemacetan tersebut menjadi semakin parah yang akan berlangsung selama proyek berjalan. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan perbandingan metode pelaksanaan yang sudah digunakan saat ini (secant pile) dengan metode pracetak (sheet pile) yang dikenal relatif lebih cepat dan murah. Namun perbandingan ini perlu ditindaklanjuti dengan analisa resiko yang akan terjadi pada kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sheet pile dapat mempercepat 13,58 hari atau 5,21% dan lebih murah Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14,47% dari pada metode secant pile. Tingkat resiko biaya pelaksanaan pada sheet pile hampir sama dengan secant pile tetapi tingkat resiko waktu pelaksanaan sheet pile lebih kecil dari secant pile.

Kata Kunci: *Secant pile, sheet pile, dinding penahan tanah, underpass, tingkat resiko*

PENDAHULUAN

Simpang Dewa Ruci yang terletak di Kabupaten Badung, Denpasar, Bali merupakan salah satu simpang terpadat yang terletak di Provinsi Bali. Simpang ini menjadi titik temu arus lalu lintas yang sangat padat dari berbagai arah yaitu akses utama dari dan menuju kawasan wisata Sanur, Kuta, Nusa Dua, dan Bandara Ngurah Rai. Banyak kegiatan internasional termasuk KTT APEC diselenggarakan di kawasan tersebut.

Pemerintah Provinsi Bali merencanakan pembangunan underpass yang menghubungkan jalur dari Bandara Internasional Ngurah Rai ke Nusa Dua. Hal ini digunakan untuk mengurai kemacetan tersebut. Selain itu juga menampung kendaraan yang volume rata-ratanya cukup tinggi. Volume kendaraan dari arah By Pass Ngurah Rai Selatan sebanyak 1837 kendaraan/jam dan dari arah By Pass Timur sebanyak 3594 kendaraan/jam yang bertemu di Simpang Dewa Ruci (PT Anugerah Kridapradana, 2011). Dengan jumlah

kendaraan yang relative tinggi dan bertemu pada satu simpang mengakibatkan antrian kendaraan panjang di simpang tersebut tiap harinya.

Pembangunan underpass tersebut diharapkan tidak merusak konstruksi jalan dan infrastruktur lainnya disekitar proyek. Oleh karena itu sebelum dilakukan galian tanah untuk underpass, maka perlu dilakukan penanaman dinding penahan tanah agar tanah disamping underpass tetap stabil. Konstruksi dinding penahan tanah yang digunakan pada proyek tersebut adalah secant pile. Namun pelaksanaan secant pile membutuhkan waktu pelaksanaan yang panjang karena harus melakukan pengeboran dan pengecoran di tempat yang sama dan tidak dapat dilakukan secara bersamaan dalam satu titik bore pile. Selain itu untuk melanjutkan pada pembuatan bore pile yang bertulangan, harus menunggu bore pile pengapitnya cukup keras.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan alternatif metode pelaksanaan yang memiliki waktu penyelesaian lebih cepat dan biaya yang lebih murah. Tetapi perlu juga dianalisa resiko pelaksanaan terhadap kedua metode tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan adalah menggunakan teknologi pracetak. Metode ini secara umum sudah dikenal dapat mempercepat pelaksanaan karena produksi, fabrikasi dan instalasi dapat dilakukan secara bersama.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian adalah Underpass Simpang Dewa Ruci yang terletak di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Tahapan penelitian ini diawali dengan mencari data-data sekunder, yaitu: gambar perencanaan, daftar analisa harga satuan, metode pelaksanaan, dan spesifikasi teknik. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dari perencanaan metode pelaksanaan sehingga didapatkan nilai biaya dan durasi pekerjaan. Setelah itu, dilanjutkan dengan analisa tingkat resiko terhadap kedua metode tersebut. Variabel risiko ditentukan berdasar referensi yang diperkirakan akan terjadi pada pekerjaan dinding penahan tanah. Responden pada penelitian ini berjumlah 6 orang yaitu tim proyek dengan jabatan site manajer/site engineer ke atas dengan pengalaman rata-rata lebih dari 10 tahun. Variabel resiko tersebut dikelompokkan dalam 5 kelompok, seperti yang diperlihatkan pada pembahasan tabel 2 dan 3. Hal ini diperlukan untuk menarik kesimpulan metode mana yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu pelaksanaan serta tingkat risikonya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Metode Pelaksanaan

1.1 Metode Pelaksanaan Secant Pile

Pada pekerjaan dinding penahan tanah Proyek Underpass Dewa Ruci terdapat 5 kedalaman tiang bor yang berbeda pada pekerjaan secant pile ini, yaitu -12 m, -14 m, -16 m, -18 m, dan -20 m dengan total 531 titik. Sedangkan jenis pekerjaannya meliputi: pekerjaan tanah, pembuatan secant pile dan capping beam.

Pekerjaan Tanah

Pada pekerjaan tanah terdiri atas 3 kegiatan yaitu galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan tanah kembali. Pada pekerjaan galian *capping beam* berfungsi sebagai acuan letak pengeboran untuk secant pile, tempat tulangan

dan pengecoran beton. Pekerjaan galian tanah untuk *capping beam* ini dimulai dari bagian tengah dari rencana letak underpass karena pekerjaan *secant pile* yang akan dikerjakan terlebih dahulu adalah pada sisi tengah bentang underpass. Hal ini dimaksudkan agar *slab* beton sebagai jembatan dan terowongan under pass dapat segera diselesaikan sehingga dapat digunakan untuk pengaturan lalu lintas sementara di kawasan tersebut.

Capping beam merupakan konstruksi beton penutup tiang dengan ukuran lebar 1.4 m dan tebal 1 m, sehingga untuk pembuatannya perlu dilakukan penggalian tanah dengan ukuran lebar 2 m dan kedalaman 1 m dengan total volume 1271 m³. Dengan menggunakan sumber daya 2 unit Backhoe, 21 orang pekerja, 5 orang mandor dan 6 buah Dump Truck, pekerjaan ini direncanakan selesai dalam waktu 1,27 hari (sisi barat) dan 1,24 hari (sisi timur).

Pengeboran tanah untuk *secant pile* dapat dilakukan jika pekerjaan galian tanah *capping beam* telah diselesaikan. Pengeboran ini dimulai pada sisi tengah bentang, yaitu pada kedalaman tiang bor sebesar 20 meter atau tepatnya pada STA 0+470,97 s/d STA 0+527,36 dilanjutkan tiang bor yang lain dengan variasi kedalaman 12, 14, 16 dan 18 m. Volume total yang dituhkan adalah 8008 m (sisi timur) dan 8028 m (sisi barat). Pengeboran dilakukan dengan menggunakan 1 unit *Drill Tool & Acc*, diperkirakan pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 76.27 dan 76.50 hari.

Sebagai akhir dari pekerjaan tanah adalah pekerjaan urugan tanah kembali dilakukan jika pelaksanaan *capping beam* telah memenuhi persyaratan. Material tanah pilihan dihamparkan setebal 10-15 cm lalu dipadatkan dengan menggunakan tamper. Pekerjaan ini dilakukan berulang-ulang hingga mencapai ketinggian yang disyaratkan. Pekerjaan ini membutuhkan waktu penyelesaian selama 1,14 hari dengan kebutuhan sumber daya 3 orang pekerja, 1 orang mandor dengan tamper sebanyak 1 buah.

Pekerjaan *secant pile*

Secant pile adalah bore pile yang dibuat saling berpotongan sehingga terdapat *interlock* antar bore pile. Untuk menambah tahanan terhadap tarik, maka diberi tulangan pada bore pile secara berselang-seling. Pekerjaan *secant pile* dilakukan setelah pelaksanaan galian tanah untuk *capping beam*. Jenis pekerjaan *secant pile* terdiri atas pekerjaan secondary pile dan primary pile.

Pekerjaan Secondary Pile adalah bore pile yang dibuat tanpa adanya tulangan. Pelaksanaannya setelah pengeboran tanah yang dilakukan dengan jarak 96 cm antar pusat titik bor, dilanjutkan dengan proses dewatering. Setelah pelaksanaan dewatering selesai, langsung dilaksanakan pembetonan secondary pile dengan bantuan pipa tremi. Pekerjaan secondary pile memakan waktu selama 76,27 hari dengan menggunakan 1 buah alat bor, 106 orang pekerja, dan 4 orang mandor.

Pekerjaan Primary Pile adalah bore pile yang dibuat dengan diberi tulangan. Sedangkan urutan pelaksanaannya adalah: pengeboran, dewatering, pemasangan tulangan dan pengecoran primary pile. Pekerjaan ini membutuhkan waktu 114,69 hari dengan menggunakan sumber daya sebanyak 1 buah alat bor, 4 orang mandor, dan 100 orang pekerja.

Pekerjaan *capping beam*

Pekerjaan *capping beam* dilaksanakan dari bagian tengah ke arah barat dan arah timur sesuai pola pekerjaan di atas. Pekerjaan ini terdiri atas 3 jenis yaitu bekisting, pembesian dan pengecoran.

Pekerjaan bekisting dapat dilakukan jika tiang beton sudah memenuhi persyaratan. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ini adalah 13.12 hari jika menggunakan sumber daya yang sebanyak 90 pekerja, 30 tukang, dan 12 mandor.

Total kebutuhan tulangan untuk *capping beam* pada kedua sisi sebanyak 84373.43 kg dengan dia. 25 mm. Pekerjaan ini membutuhkan waktu pengerjaan selama 18,75 hari dengan menggunakan sumber daya sebanyak 50 orang pekerja, 38 orang tukang dan 25 orang mandor.

Sebagai akhir pekerjaan *capping beam* adalah pekerjaan pembetonan. Pekerjaan ini membutuhkan beton sebanyak 451,37 m³ untuk *capping beam* sebelah timur dan 438,90 m³ *capping beam* sebelah barat. Material beton menggunakan ready mix yang dibuat di batching plant. Proses pengecorannya diawali dengan membawa beton segar menggunakan truck mixer dan penuangan menggunakan alat bantu berupa talang. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 3,87 hari untuk sisi barat serta 3,76 hari untuk sisi sebelah timur dengan sumber daya sebesar 167 orang pekerja, 44 orang tukang, dan 11 orang mandor.

1.2. Metode Pelaksanaan Sheet Pile

Pada penelitian ini menggunakan concrete sheet pile tipe W 500 B 1000 (*corrugated concrete sheet pile*). Sheet pile jenis ini dipilih karena memiliki dimensi dan kapasitas yang hampir sama dengan secant pile tetapi harus dilengkapi dengan *ground anchor*. (Islami, 2014). Untuk pelaksanaan pemancangan menggunakan Kobe model K13 dengan spesifikasi pukulan per menit sebesar 45-60 ppm. Namun pada pekerjaan dinding penahan tanah proyek under pass ini tidak dapat menggunakan sheet pile secara keseluruhan, sehingga pada beberapa section tetap menggunakan secant pile. Hal ini disebabkan karena pada section ini harus mempertahankan kekakuan konstruksi infrastruktur dikawasan tersebut agar tidak terjadi keruntuhan pada saat beban layan. Sedangkan jenis pekerjaannya meliputi: pekerjaan tanah, pembuatan secant pile, pekerjaan sheet pile dan *capping beam*.

Pekerjaan Tanah

Pada pekerjaan tanah terdiri atas 4 kegiatan yaitu galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile*, galian tanah untuk instalasi *ground anchor* dan urugan tanah kembali. Pada umumnya pekerjaan galian *capping beam* dan pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan tanah kembali sama seperti yang sudah dibahas pada metode *secant pile*. Volume galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan kembali adalah 1271,82 m³, 4160 m³ dan 381,54 m³. Dengan jumlah sumber daya yang sama maka dapat dihitung durasi penyelesaian pekerjaan galian tanah *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan kembali adalah 2,51 hari, 39,62 hari dan 1.14 hari.

Galian tanah untuk instalasi *ground anchor* merupakan merupakan galian tanah untuk memasang anchor. Pekerjaan ini dapat dimulai jika pemasangan dinding sheet pile pada STA 0+450 s/d 0+470,56 dan STA 0+533,92 s/d 0+549,37 selesai dilaksanakan. Volume pekerjaan ini adalah 13965 m³ dengan lama pengerjaan 27,53 hari dengan sumber daya yang diperlukan yaitu 13 pekerja, 4 buah Dump Truck, dan 3 orang mandor.

Pekerjaan Secant Pile

Metode pelaksanaannya sama dengan pada metode sebelumnya, tetapi pekerjaan ini dilakukan pada bagian tengah saja, yaitu pada bagian secant pile dengan pajang 20 meter. Lama pekerjaan untuk secondary pile 21,33 hari dan untuk primary pile 30,86 hari dengan menggunakan sumber daya yang sama.

Pekerjaan Sheet Pile

Pekerjaan sheet pile digunakan untuk mengganti secant pile. Perbedaan secant pile dan sheet pile adalah pembuatan tiang, pemasangan tiang dan konstruksi pelengkapannya. Pada secant pile tiang dibuat di tempat (in situ), pemasangannya melalui pengeboran dan pengecoran secara langsung di tempat dan bentuk konstruksinya sudah sangat kaku sehingga tidak memerlukan konstruksi tambahan. Sedangkan sheet pile pembuatannya di *casting yard* dan pemasangannya melalui pemancangan dan membutuhkan *ground anchor* karena strukturnya tipis (tidak kaku). Urutan pekerjaan ini adalah pengadaan sheet pile, pemancangan sheet pile dan instalasi ground anchor.

Tahap pertama dari pekerjaan sheet pile adalah pengadaan sheet pile. Pengadaan sheet pile harus dikalkulasi terhadap volume, waktu pemasangan dan dimensi sheet pile agar tidak melebihi kapasitas alat yang tersedia. Pada underpass ini volume pile yang dibutuhkan adalah 3744 m³ pada STA 0+315 s/d 0+471 dan 3444 m³ pada STA 0+527 s/d 0+692.

Tahap berikutnya adalah pemancangan sheet pile. Pada pemancangan sheet pile membutuhkan langkah-langkah sebagai berikut: mobilisasi alat berat, pemancangan dan kontrol terhadap hasil pemancangan. Mobilisasi peralatan berat dari gudang menuju lokasi proyek dengan menggunakan flat bed truck dan crane. Pemancangan dapat segera dilakukan apabila posisi tiang dan vertikalitas tiang sudah sesuai dengan gambar rencana dan diukur menggunakan water pass. Pemancangan harus diberhentikan jika sudah mencapai tanah keras atau telah mencapai kalendering yang disyaratkan. Pekerjaan pemancangan ini memerlukan waktu selama 28,82 hari untuk STA 0+315 s/d 0+471 dan 25,17 hari untuk STA 0+527 s/d 0+692. Sumber daya yang dibutuhkan sebanyak 1 buah vibro hammer, 1 orang operator, 5 pekerja dan 1 orang mandor.

Instalasi ground anchor

Ground anchor merupakan konstruksi tambahan dan diperlukan untuk menjaga kapasitas konstruksi agar sama dengan kapasitas pada tipe secant pile. Pada pekerjaan ini membutuhkan ground anchor ini sebanyak 196 titik. Durasi pelaksanaan ground anchor ini adalah 64,4 hari. Pekerjaan ini dapat dilaksanakan jika galian untuk instalasi ground anchor sudah dilakukan. Sumber daya yang dibutuhkan adalah 5 orang pekerja, 1 orang operator, dan 1 orang mandor serta 1 unit drill tools.

Pekerjaan Capping Beam

Pekerjaan ini sama persis dengan pada dinding penahan tipe secant pile.

2. Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan metode pelaksanaan di atas, maka dapat dilakukan perhitungan volume dan ditentukan perhitungan biaya pada kedua metode pelaksanaan secant pile dan sheet pile. Total biaya yang diperlukan untuk metode secant pile sebesar Rp. 19,032,172,390.00 dan sheet pile sebesar Rp. 16,277,888,350.00 terdapat perbedaan sebesar Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14.47% (lihat tabel 1). Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya penggunaan beton pada secant pile karena dimensi bore pile yang digunakan cukup besar, sehingga luasan permukaan tiap bore pile-nya mencapai 502.400 mm². Sedangkan untuk penggunaan sheet pile dengan tipe pile W-500-B-1000 hanya 187.800 mm².

Tabel 1. Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume		Harga Sat. (Ribu Rp)		Jumlah Harga (ribu Rp)	
			Secant Pile	Sheet Pile	Secant Pile	Sheet Pile	Secant Pile	Sheet Pile
I	PEKERJAAN TANAH						67,723.42	446,248.43
	Galian untuk caping beam	m3	1,271.82	1,271.82	27.11	27.11	34,472.90	34,472.90
	Urugan kembali caping beam	m3	381.54	381.54	87.15	87.15	33,250.52	33,250.52
	Galian untuk Instalasi Ground Anchor	m3	0.00	13,965.00	0.00	27.11	0.00	378,525.01
II	PEKERJAAN SECANT PILE						16,655,485.39	4,299,272.93
	Tiang Bor Beton (secondary)	m'	8,008.00	2,100.00	699.78	696.92	5,603,829.33	1,463,535.66
	Tiang Bor Beton (primary)	m'	8,028.00	2,060.00	1,376.64	1,376.57	11,051,656.06	2,835,737.26
III	PEKERJAAN CAPIING BEAM						2,302,146.74	2,302,146.74
	Pembetonan caping beam barat	m3	451.37	451.37	1,044.16	1,044.16	471,304.08	471,304.08
	Pembetonan caping beam timur	m3	438.90	438.90	1,044.16	1,044.16	458,282.28	458,282.28
	Baja tulangan ulir	kg	84,373.43	84,373.43	11.35	11.35	957,467.19	957,467.19
	Bekisting caping beam	m2	1,653.36	1,653.36	251.06	251.06	415,093.19	415,093.19
IV	PEKERJAAN PEMANCANGAN SHEET PILE						0.00	9,223,403.40
	Pengadaan Sheet Pile:							
	STA 0+338,5 s/d 0+470,5	m'	0.00	3,744.00		770.00		2,882,880.00
	STA 0+528,0 s/d 0+660,0	m'	0.00	3,444.00		770.00		2,651,880.00
	Pemancangan Sheet Pile:							
	STA 0+338,5 s/d 0+470,5	m'	0.00	3,744.00		101.29		379,217.30
	STA 0+528,0 s/d 0+660,0	m'	0.00	3,444.00		101.29		348,831.30
	Ground Anchor	titik	0.00	196.00		15,105.08		2,960,594.80
V	PEKERJAAN LAIN-LAIN						6,816.84	6,816.84
	Dewatering	ls	1.00	1.00	6,816.84	6,816.84	6,816.84	6,816.84
	JUMLAH						19,032,172.39	16,277,888.35

3. Penjadwalan

Penjadwalan sangat diperlukan untuk melihat durasi waktu yang diperlukan pada pelaksanaan kedua metode (secant pile dan sheet pile). Untuk melihat perbedaan durasi kedua metode tersebut maka durasi dihitung berdasarkan jumlah sumber daya yang sama dengan logika ketergantungan sesuai dengan metode pelaksanaan yang sudah dijelaskan di atas (Soeharto, 1999). Untuk melakukan perhitungan scheduling yang lebih tepat dan cepat dapat menggunakan metode network planning yang terdapat pada alat bantu program

scheduling (Ervianto, 2004). Hasil perhitungan durasi kedua metode tersebut diperoleh bahwa durasi yang dibutuhkan pada secant pile adalah sebesar 137.15 hari sedangkan sheet pile 123.57 hari. Terdapat perbedaan durasi sebesar 13.58 hari atau 5.21%, hal ini disebabkan penggunaan Sheet Pile berupa beton pre-cast yang pelaksanaannya dilaksanakan secara bersamaan sedangkan secant pile pembuatannya harus cor in-situ.

4. Penilaian Resiko

Analisa resiko dapat dipergunakan untuk menilai atau memprediksi dampak yang akan terjadi pada setiap kegiatan yang akan dilaksanakan. Analisa resiko dapat diukur menggunakan dua kriteria yang penting untuk mengukur risiko yaitu seberapa besar kemungkinan (*probability*) dan seberapa besar dampak (*impact*) yang diakibatkannya (PMI, 2008). Untuk menganalisa resiko diperlukan langkah-langkah yaitu identifikasi resiko, analisa resiko dan respon resiko.

4.1 Identifikasi Resiko

Identifikasi risiko dapat menggunakan metode yang sederhana untuk mendeteksi resiko yang berdampak pada waktu, biaya dan kualitas (Gajewska, 2011). Namun pada penelitian ini hanya mengidentifikasi resiko biaya dan waktu. Metode yang digunakan adalah menggunakan kuisioner melalui variabel yang relevan pada kasus proyek yang akan dianalisa berdasarkan beberapa referensi dan penelitian terdahulu serta melakukan diskusi dengan beberapa pihak melalui kuisioner. Variabel dinyatakan relevan jika variabel resiko tersebut pernah atau mungkin akan terjadi di waktu yang akan datang pada proyek underpass khususnya pekerjaan dinding penahan tanah di Bali tersebut (Kurniawan, 2011).

4.2 Analisa Resiko

Analisa resiko merupakan salah satu alat yang dapat mengukur probabilitas kejadian variabel risiko dan mengukur dampak dari kejadian variabel resiko. Pada penelitian ini analisa resiko yang diukur adalah resiko terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

Untuk mengukur frekuensi pada variabel risiko digunakan skala likert, yaitu Sangat Jarang (SJ) = 1, Jarang (J) = 2, Cukup (C) = 3, Sering (S) = 4 Sangat Sering (SS) = 5; sedangkan untuk mengukur dampak yaitu Sangat Kecil (SK) = 1, Kecil (K) = 2, Sedang (S) = 3, Besar (B) = 4, Sangat Besar (SB) = 5 (PMI, 2008).

Kreteria dampak dapat menggunakan batasan umum yang terjadi pada proyek yaitu biaya kontijensi proyek dan nilai maksimum keterlambatan yang diijinkan. Untuk menilai dampak terhadap biaya menggunakan biaya kontijensi yang nilainya berkisar antara 10-13% dan ditentukan nilai dampak terhadap biaya yang digunakan pada penelitian ini adalah 10% dari nilai paket pekerjaan yaitu sebesar Rp. 1.900.000.000,00 yang kemudian ditetapkan sebagai skala dengan membagi nilai biaya kontijensi tersebut dalam 5 interval. Sedangkan dampak terhadap waktu pelaksanaan adalah batas maksimal waktu yang diijinkan terlambat yang dipengaruhi oleh batasan maksimal denda keterlambatan yaitu 5% dengan denda keterlambatan 1⁰/₀₀ per hari, sehingga ditentukan nilai dampak terhadap waktu adalah 50 hari sebagai skala dengan membagi dalam 5 interval.

Langkah berikutnya, setelah diketahui nilai skala probabilitas serta nilai skala dampak dari variabel risiko terhadap biaya dan waktu, kemudian dilanjutkan dengan analisa risiko yang menggunakan rumusan:

$$R = P \times I \quad (\text{PMI, 2008})$$

dimana R = Tingkat risiko; P = Kemungkinan (Probability) risiko yang terjadi; dan I = Tingkat dampak (Impact) risiko yang terjadi

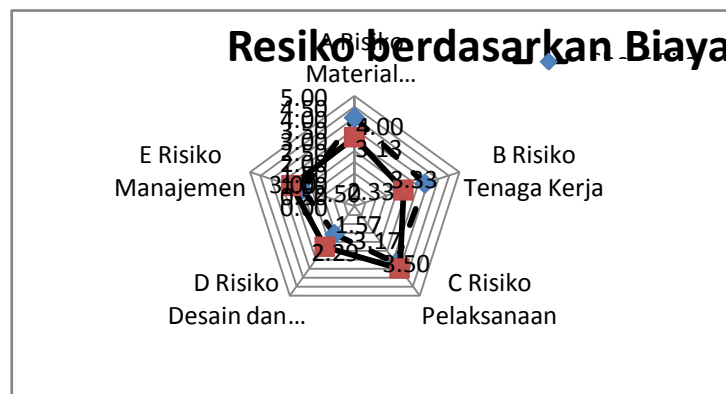
Perhitungan tingkat resiko dilakukan dengan mengalikan skala pada probabilitas dan skala pada dampak. Setelah itu nilai tingkat resiko dijadikan acuan untuk mengetahui risiko-risiko mana saja yang kemungkinan terjadinya besar dan menimbulkan dampak yang signifikan terhadap biaya dan waktu.

Tabel 2. Analisa perhitungan tingkat resiko biaya

No	Variabel	Metode Secant Pile			Metode Sheet Pile		
		Prob	Impact to cost	P x I cost	Prob	Impact to cost	P x I cost
A	Risiko Material dan Peralatan						
A3	Kekurangan tempat pembuangan sampah material	3.00	2.00	6.00	2.00	3.00	6.00
A1	Ketersediaan material	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A4	Keterlambatan pengiriman material dari supplier	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A6	Kurang tepatnya pengadaan material	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A7	Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A2	Kekurangan tempat penyimpanan material	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00
A5	Kenaikan harga material	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00
A8	Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
	Rata-rata			3.13			4.00
B	Risiko Tenaga Kerja						
B2	Kurang tersedianya tenaga kerja lapangan yang sesuai	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
B3	Produktifitas tenaga kerja yang rendah	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00
B1	Kecelakaan dan keselamatan kerja	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00
	Rata-rata			2.33			3.33
C	Risiko Pelaksanaan						
C1	Timbulnya kemacetan di sekitar lokasi proyek	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	6.00
C2	Kondisi lokasi site yang sulit	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C3	Kondisi tanah yang tidak stabil	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C4	Kesulitan dalam pekerjaan	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C5	Kemungkinan pekerjaan yang gagal	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C6	Meluapnya air tanah	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C8	Kesalahan pada survey	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C10	Pemadatan yang tidak merata pada saat pengecoran	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
C12	Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
C7	Kerusakan infrastruktur lain di sekitar proyek	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00
C9	Penyetelan dan Perakitan besi yang tidak tepat	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
C11	Mutu beton tidak sesuai spesifikasi	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			3.50			3.17
D	Risiko Desain dan Teknologi						
D2	Adanya perubahan desain	2.00	3.00	6.00	1.00	3.00	3.00
D4	Penerapan metoda pelaksanaan yang salah	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
D5	Data desain tidak lengkap	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00

No	Variabel	Metode Secant Pile			Metode Sheet Pile		
		Prob	Impact to cost	P x I cost	Prob	Impact to cost	P x I cost
D1	Kesalahan desain	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D3	Kesulitan penggunaan teknologi baru	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D6	Ketidaktelitian/ketidaksesuaian spesifikasi detail desain	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D7	Kesalahan dalam perhitungan struktur dan analisa	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			2.29			1.57
E	Risiko Manajemen						
E3	Kurangnya kontrol dan koordinasi antar tim	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
E4	Kinerja sub kontraktor yang buruk	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
E6	Ketepatan pekerjaan kontruksi (jadwal dan kualitas)	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
E1	Kesalahan estimasi biaya	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
E2	Kesalahan estimasi waktu	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
E5	Kurangnya tanggung jawab kontraktor utama atas mutu pekerjaan sub-kon	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			3.00			2.50
Total				108.00			106.00
Rata-Rata Total				3.00			2.94

Dari tabel 2 dapat dijelaskan bahwa tingkat resiko biaya antara secant pile dan sheet pile secara total hampir sama yaitu memiliki rata-rata 3 dan 2.94. Namun distribusi nilai tingkat resiko antar kelompok variabel tetap berbeda, dimana secant pile memiliki tingkat resiko biaya lebih tinggi dari pada sheet pile untuk variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen. Sedangkan secant pile memiliki tingkat resiko biaya yang lebih rendah dari sheet pile untuk variabel material dan peralatan dan tenaga manusia. Hal ini dapat dilihat pada grafik penyebaran tingkat resiko biaya pada kelompok variabel resiko. (lihat gambar 1).



Gambar 1. Grafik penyebaran tingkat resiko biaya pada kelompok variabel resiko.

Tabel 3. Analisa perhitungan tingkat resiko waktu

No	Variabel	Metode Secant Pile P x I time	Metode Sheet Pile P x I time
A	Risiko Material dan Peralatan	3.00	3.38
B	Risiko Tenaga Kerja	1.67	2.00
C	Risiko Pelaksanaan	3.50	3.00
D	Risiko Desain dan Teknologi	2.00	1.57
E	Risiko Manajemen	2.83	2.33
Rata-Rata Total		2.83	2.61

Dengan cara yang sama pada perhitungan resiko biaya maka secara ringkas perhitungan resiko waktu dapat dilihat pada tabel 3. Dari tabel 3 diperoleh hasil bahwa tingkat resiko waktu pada secant pile lebih tinggi dari sheet pile yaitu memiliki nilai rata-rata 2.83 dan 2.61. Distribusi nilai tingkat resiko waktu antar kelompok variabel memiliki kecenderungan yang sama seperti pada tingkat resiko biaya, yaitu secant pile memiliki resiko biaya lebih besar dari pada sheet pile untuk variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen. Sedangkan secant pile memiliki resiko biaya yang lebih rendah dari sheet pile untuk variabel material dan peralatan dan tenaga manusia. Hal ini dapat dilihat pada grafik penyebaran tingkat resiko waktu pada kelompok variabel resiko. (lihat gambar 2)



Gambar 2. Grafik penyebaran tingkat resiko waktu pada kelompok variabel resiko

Dari kedua metode pelaksanaan tersebut dapat dianalisa bahwa Secant pile memiliki ketidakpastian dan tingkat resiko biaya dan waktu yang lebih besar pada tahap desain dan teknologi, penyusunan metode pelaksanaan, dan manajemen pengelolaan proyek. Hal ini diakibatkan karena metode ini membutuhkan desain yang cukup rumit, memiliki banyak tahapan pelaksanaan (semua pengerjaan dilakukan in-situ mulai dari penggalian/bor tanah, pembuatan bekisting dan penulangan serta pengecoran), melibatkan banyak sumber daya *unskill*. Solusi yang diharapkan adalah harus mampu mendesain dengan teliti, metode pelaksanaan yang sistematis serta memerlukan pengelolaan proyek dengan baik.

Metode sheet pile sangat tergantung pada metode pengadaan material sheet pile dan peralatan (alat produksi, transportasi dan instalasi) serta tenaga kerja yang relative memiliki keterampilan yang lebih tinggi. Pengadaan material, peralatan dan tenaga kerja terampil menjadi penentu dalam menjamin kelancaran pelaksanaan di proyek, jika terjadi keterlambatan pengadaan sumber daya tersebut dapat mengacaukan pelaksanaan proyek secara keseluruhan akibat saling ketergantungan antara kegiatan satu dengan yang lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perbandingan metode pelaksanaan pada dinding penahan tanah antara secant pile dan sheet pile pada proyek Underpass Simpang Dewa Ruci dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu pelaksanaan dinding penahan tanah metode sheet pile (137,15 hari) lebih cepat dari secant pile (123,57 hari) sebesar 13,58 hari atau 5,21%.
2. Biaya pelaksanaan dinding penahan tanah metode sheet pile (Rp. 16.277.888.350,00) lebih murah dari secant pile (Rp 19.032.172.390,00) sebesar Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14.47%
3. Tingkat resiko biaya antara kedua metode secant pile dan sheet pile hampir sama, tetapi tingkat resiko waktu metode secant pile lebih tinggi dari sheet pile.
4. Tingkat resiko biaya dan waktu pada secant pile lebih tinggi dari sheet pile pada variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen, tetapi memiliki resiko yang lebih rendah pada variabel material dan peralatan dan resiko tenaga manusia.
5. Pada pelaksanaan proyek underpass yang lain dapat mempertimbangkan penggunaan sheet pile yang lebih efisien sehingga tidak mengganggu lalu lintas yang terlalu lama tetapi harus memonitor resiko yang akan terjadi terutama resiko material dan peralatan dan resiko tenaga manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Berutu, S. A. 2005. Penerapan Manajemen Konstruksi Dengan Microsoft Project 2003. Yogyakarta: ANDI.
- Ervianto, W. I. 2004. Teori – Aplikasi Manajemen Proyek konstruksi. Yogyakarta: ANDI.
- Gajewska, E. 2011. Risk Management Practices in a Construction Project – a case study. Swedia, Chalmers University Of Technology.
- Ibrahim, H.B. 2001. Rencana dan Estimate Real of Cost. Jakarta: Bumi Aksara.
- Islami, A.J. 2014. Desain Ulang Dinding Penahan Tanah Underpass Dewa Ruci dengan Sheet Pile. Skripsi. Teknik Sipil, Universitas Jember (unpublished).
- Kurniawan, B.Y. 2011, Analisa Risiko Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Petra Square Surabaya. Skripsi. Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- PMI. 2008, Project Management of Body Knowledge (PMBOK Guide), Pennsylvania: Project Management Institue Inc.
- P.T. Anugerah Kridapradana. 2011. Manajemen Lalu Lintas Kawasan Sekitar Rencana Simpang Tak Sebidang Dewa Ruci Denpasar-Bali. Bali: P.T. Anugerah Kridapradana (unpublished).
- Soeharto, I. 1995. Manajemen Proyek (dari Konseptual Sampai Operasional). Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (dari Konseptual Sampai Operasional) jilid 1. Edisi 2. Jakarta: Erlangga