

MODEL PEMILIHAN *PROJECT DELIVERY METHODS* DENGAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*

Stephanus Eduard Sugianto¹, Yosep Setiadi Lukas² and Andi³

ABSTRAK : *Project Delivery Methods* (PDM) adalah sistem tentang hubungan, peran, dan tanggung jawab bagi tim proyek sehingga pemilihan PDM oleh *owner* harus optimal untuk memastikan keberhasilan proyek. Proyek bersifat unik sehingga pemilihan PDM berdasarkan pengalaman *owner* saja dinilai kurang menggambarkan sifat proyek. Dua tujuan utama dalam penelitian ini adalah pertama, mengusulkan model pemilihan PDM untuk membantu *owner* dalam pengambilan keputusan yang objektif dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), agar tujuan pertama tercapai perlu mengidentifikasi kriteria-kriteria utama dalam pemilihan PDM dan menghitung bobot model dengan AHP. Tujuan kedua adalah pengujian model pada studi kasus. Data penelitian diperoleh dengan menyebarkan kuesioner kepada manajemen konstruksi, tim *owner/developer*, konsultan, dan akademisi di Surabaya. Tujuan pertama menghasilkan bobot model kriteria utama, yaitu keterlibatan *owner*, *constructability*, ruang lingkup pekerjaan, alokasi risiko, biaya, dan durasi proyek pada setiap jenis PDM, yaitu *design build*, *single general contractor*, dan *multiple prime*. Hasil penelitian kedua menunjukkan keputusan jenis PDM dari model telah sesuai pada 3 studi kasus di Surabaya.

KATA KUNCI: model pemilihan, *project delivery methods*, *analytical hierarchy process*

1. PENDAHULUAN

Dalam proses konstruksi perlu keterlibatan dari berbagai pihak untuk mengatur dan mengelola sumber daya proyek secara optimal dan tepat waktu (Erviyanto, 2005). Untuk mewujudkan harapan tersebut, diperlukan sistem dan kerangka dari hubungan, peran, tanggung jawab serta kewenangan untuk berbagai pihak tersebut, sistem ini disebut sebagai *Project Delivery Methods* (PDM) (Alberto dan Liman, 2012). Namun, dikarenakan sifat proyek yang unik sehingga berpengaruh pada pemilihan PDM (Erviyanto, 2005); (Alberto dan Liman, 2012). Pemilihan PDM harus sesuai karena berefek pada biaya, jadwal, efisiensi, dan keberhasilan proyek (Hosseini dkk, 2016). Oleh karena itu, *owner* harus optimal dalam memilih PDM sesuai kondisi proyek. Pertimbangan *owner* dalam menentukan PDM didasarkan pengetahuan dan pengalaman *owner* tanpa eksplorasi mendalam tentang kekuatan dan kelemahan masing-masing PDM (Hosseini dkk, 2016); (El-Sayegh, 2008). Padahal, PDM merupakan salah satu peranan penting dalam menentukan keberhasilan proyek, maka perlu pertimbangan yang tepat dari kriteria-kriteria serta analisis yang terarah dan terperinci. Diterapkannya *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menjadi salah satu solusi untuk membantu *owner* dalam memberikan penilaian objektif dalam memilih jenis PDM terbaik dari berbagai pilihan PDM dan kriteria tertentu sesuai dengan kebutuhan masing-masing proyek. Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba mengusulkan model pemilihan PDM dengan AHP dengan terlebih dahulu mengidentifikasi kriteria-kriteria utama dalam pemilihan PDM dan menghitung bobot model dengan AHP. Serta dalam penelitian ini juga mencoba untuk mengujikan model pada studi kasus.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, B11180042@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, B11180124@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Andi@john.petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian *Project Delivery Methods* (PDM)

PDM merupakan sistem tentang hubungan timbal balik, peran, tanggung jawab, dan kewenangan bagi setiap pihak yang terlibat untuk bersama mengelola seluruh tahapan proyek dari tahap desain sampai pemeliharaan fasilitas (Alberto dan Liman, 2012); (Carpenter dan Bausman, 2016); (Miller dkk, 2000).

2.2 Jenis *Project Delivery Methods* (PDM)

2.2.1 *Single General Contractor*

Struktur organisasi ini ditandai dengan adanya pemisahan kontrak antara *owner* dengan konsultan dan *owner* dengan *general contractor*. Pada PDM ini, *general contractor* juga dapat berkontrak dengan subkontraktor namun subkontraktor tidak berkontrak pada *owner* (Erviyanto, 2005). Menurut Bolpagni (2013), kelebihan *single general contractor* bagi *owner* adalah kontrol penuh atas detail desain dan tawaran harga kompetitif terendah. Sedangkan, kekurangan *single general contractor* adalah durasi proyek lebih lama karena proses konstruksi dimulai setelah desain selesai 100% dan risiko *owner* lebih tinggi karena pendekatan kontraktor melalui biaya terendah.

2.2.2 *Multiple Prime*

Menurut The Construction Management Association of America (2012), *owner* berkontrak langsung kepada konsultan dan beberapa kontraktor khusus sesuai keahlian masing-masing berdasarkan pendekatan penawaran yang kompetitif. Sehingga, *owner* harus memiliki kontrol dan tanggung jawab yang besar terhadap seluruh tahapan konstruksi (Kuprenas dan Rosson, 2012). Kelebihan dari *multiple prime* adalah adanya kesempatan untuk mempercepat tahapan konstruksi sebelum penyelesaian desain 100%, namun *owner* harus memikul tanggung jawab koordinasi antar pihak kontraktor (The Construction Management Association of America, 2012).

2.2.3 *Design Build*

Design build ditandai dengan kontrak tunggal antara *owner* dengan satu perusahaan *design build*, yang mengerjakan mulai dari perencanaan, penerapan, dan pengendalian seluruh proyek (Carpenter dan Bausman, 2016). Tim *design build* bertanggung jawab penuh atas semua aspek pembiayaan sesuai pekerjaan yang telah disepakati (Fong dkk, 2014). Menurut Pooyan (2012), kelebihan pada durasi proyek berkurang karena *overlapping* antara pekerjaan konstruksi dan desain dan adanya integrasi pengetahuan konstruksi ke fase desain. Sementara, kekurangan bagi *owner* adalah kendali proyek yang terbatas/keterlibatan lebih minim dan tidak menerima penghematan biaya selama proses konstruksi.

Dalam penelitian ini terdapat 3 jenis PDM yang tidak digunakan, diantaranya *owner builder*, *agency construction management*, dan *construction management at risk*. Dengan alasan sebagai berikut:

- Menurut Sibima (2016), *Construction Management* (CM) di Indonesia dapat digunakan bersamaan dengan jenis PDM yang lain. Struktur organisasi CM bersifat *optional*, bergantung pada kemauan *owner* atas kehadiran CM pada suatu proyek, namun banyak persepsi yang menangkap bahwa CM wajib dan hanya melekat pada struktur organisasi *multiple prime*.
- Menurut Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (2020), penggunaan *owner builder* hanya diterapkan pada pembangunan/pemeliharaan untuk jalan desa atau kampung, saluran irigasi mikro, sumur resapan, gapura, dan kebun rakyat, serta bukan pada gedung bertingkat.

Atas kedua alasan di atas untuk mengurangi kesalahpahaman dalam pengisian kuesioner maupun ketidaksesuaian dengan batasan penelitian maka penulis tidak menggunakan ketiga jenis PDM tersebut dan hanya menggunakan *design build*, *single general contractor*, dan *multiple prime*.

2.3 Daftar Kriteria dalam Pemilihan *Project Delivery Methods* (PDM)

Berdasarkan Khalil (2002), Pooyan (2012), dan Mafakheri dkk. (2007), terdapat 9 kriteria yang menjadi pertimbangan pemilihan PDM, diantaranya:

1. Keterlibatan *owner*: keterlibatan dalam proses desain dan konstruksi
2. *Constructability*: kemudahan desain untuk dapat dikerjakan pada proses konstruksi

3. Ruang lingkup pekerjaan: definisi ruang lingkup pekerjaan ke kontraktor (saat menerima kontrak)
4. Kompleksitas: kompleksitas jenis, desain, dan sifat repetitif bangunan
5. Alokasi risiko: pengalokasian risiko yang *owner* miliki terkait kesalahan desain, pembengkakan biaya, kualitas menurun, dan lain-lain
6. Biaya: pertimbangkan *owner* atas besar anggaran sebelum memilih PDM
7. Tipe pembayaran: hubungan tipe pembayaran dengan PDM yang digunakan
8. Kualitas: kondisi fisik dan estetika bangunan
9. Durasi proyek: lama waktu dari tahap desain sampai proses konstruksi selesai

2.4 Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP adalah metode pengambilan keputusan yang memecah situasi kompleks ke bentuk hirarki dengan memberikan hasil yang objektif tentang pentingnya setiap variabel dan menetapkan prioritas pada variabel dengan skala penilaian 1-9 (1=kedua elemen sama pentingnya, 3=elemen yang satu sedikit lebih penting dibanding elemen lain, 5=elemen satu lebih penting dibanding elemen lain, 7=elemen yang satu sangat penting dibanding elemen lain, 9=elemen yang satu mutlak penting dibanding elemen lain, 2,4,6,8=nilai antara dua pertimbangan yang berdekatan) (Parhusip, 2019). Proses perhitungan bobot AHP sebagai berikut (Saaty dan Kearns, 1985):

1. Mencari seluruh elemen pada matriks *geometric mean* (x_{ij}) apabila responden lebih dari satu

$$x_{ij} = \sqrt[n]{a_{ij} \times b_{ij} \times \dots \times n_{ij}}$$

Dimana, n = jumlah elemen dan $a_{ij}, b_{ij}, \dots, n_{ij}$ = elemen pada matriks *pairwise comparison* masing-masing responden.

2. Membagi setiap elemen pada setiap kolom dengan nilai total masing-masing kolom pada *geometric mean* yang disebut tahap normalisasi
 3. Merata-rata baris pada matriks hasil normalisasi untuk mendapatkan bobot
- Sementara, untuk mengecek kekonsistenan dari penilaian responden diperlukan uji konsistensi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari nilai *eigenvalue maximum* (λ_{\max})

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum \frac{x \cdot w}{w}}{n}$$

Dimana, w = bobot dan X = matriks bujursangkar

2. Mencari nilai *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

CR = CI / RI, dimana nilai *Random Index* (RI) ditunjukkan pada **Tabel 1**

Tabel 1. Nilai Random Index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Sumber: (Saaty dan Ozdemir, 2003)

2.5 Metode Delphi

Metode delphi adalah metode sistematis untuk menyelaraskan pendapat para ahli sampai mendapatkan kesepakatan/konsensus tentang topik tertentu dengan skala penilaian likert 1-5 (1=sangat rendah, 2=rendah, 3=cukup penting, 4=penting, 5=sangat penting). Terdapat 2 perhitungan, yaitu standar deviasi (S) dan *interquartile range* (IR) (Riau, 2020). Data dinilai konsensus jika $S < 1.5$ dan $IR < 2.5$.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$IR = Q_3 - Q_1 = \frac{x_{(\frac{3n}{4})} + x_{(\frac{3n}{4}+1)}}{2} - \frac{x_{(\frac{n}{4})} + x_{(\frac{n}{4}+1)}}{2}$$

Dimana, n = jumlah responden, x_i = jawaban responden instrumen ke- i , dan \bar{x} = rata-rata jawaban responden instrumen ke- i

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mencari konsep dan teknik analisis dari referensi yang sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan. Selanjutnya kuesioner tahap I disusun untuk menilai kepentingan daftar kriteria yang disajikan dengan skala penilaian likert 1-5, dan responden berupa para praktisi ahli. Data hasil kuesioner diolah dengan metode delphi untuk mencapai kesepakatan tentang penilaian kriteria-kriteria pemilihan PDM. Kemudian, data akan disaring dengan acuan nilai $mean > 3$, yang berarti kriteria tersebut dinilai cukup penting. Hasil penyaringan kriteria dan 3 jenis PDM disusun berupa struktur hirarki model pemilihan PDM. Berdasarkan struktur hirarki disusun kuesioner tahap II untuk mencari bobot pada model dengan skala penilaian 1-9. Kedua kuesioner disebarakan di wilayah Surabaya dalam bentuk *offline*. Data seluruh responden kuesioner tahap II berupa matriks *pairwise comparison* yang dirata-rata dengan *geometric mean* dan dilanjutkan dengan normalisasi dan dicari nilai bobotnya dengan AHP. Data dikatakan valid jika uji konsistensi tercapai ($CR \leq 0.1$).

Bobot model akan diujikan pada studi kasus proyek nyata dengan menyebarkan kuesioner yang dinilai berdasarkan kriteria yang dibutuhkan pada proyek. Pengelolaan data dilakukan dengan metode AHP, maka perlu tahap normalisasi dan mencari bobotnya serta uji konsistensi. Kesimpulan jenis PDM didapatkan dari perkalian bobot model dengan bobot studi kasus.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kriteria-kriteria Utama dalam Pemilihan *Project Delivery Methods* (PDM)

4.1.1 Uji Konsensus

Tabel 2 merupakan hasil analisis metode delphi pada 9 kriteria pemilihan PDM.

Tabel 2. Analisis Metode Delphi pada Kriteria Pemilihan *Project Delivery Methods*

No.	Kriteria	Responden				Mean	Standar Deviasi	Interquartile Range	Evaluasi
		1	2	3	4				
1	Keterlibatan <i>Owner</i>	5	5	5	4	4.75	0.50	0.25	Konsensus
2	<i>Constructability</i>	5	5	5	5	5.00	0.00	0.00	Konsensus
3	Ruang Lingkup Pekerjaan	5	5	5	5	5.00	0.00	0.00	Konsensus
4	Kompleksitas	3	2	3	2	2.50	0.58	1.00	Konsensus
5	Alokasi Resiko	3	3	4	3	3.25	0.50	0.25	Konsensus
6	Biaya	5	4	5	5	4.75	0.50	0.25	Konsensus
7	Tipe Pembayaran	1	1	2	1	1.25	0.50	0.25	Konsensus
8	Kualitas	3	2	2	3	2.50	0.58	1.00	Konsensus
9	Durasi Proyek	4	4	5	5	4.50	0.58	1.00	Konsensus

Tabel 2 menunjukkan bahwa 9 kriteria telah dinilai konsensus yang berarti ke-4 responden ahli sama-sama setuju dan sepakat terhadap nilai kepentingan pada 9 kriteria tersebut.

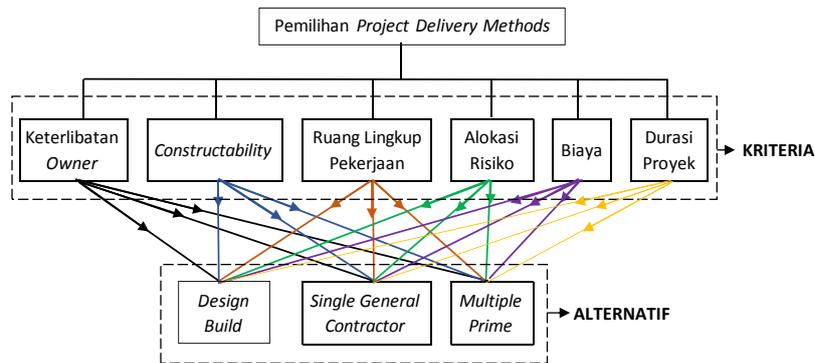
4.1.2 Penyaringan Kriteria-kriteria Utama

Penyaringan dilakukan dengan mengacu pada nilai $mean \geq 3$, dikarenakan kriteria tersebut dinilai cukup penting. Dari Tabel 2 didapatkan 6 kriteria yang lolos proses seleksi, yaitu:

1. Keterlibatan *owner*: pembangunan gedung bertingkat yang dilakukan oleh sektor *non-property* lebih memilih partisipasi yang minim/santai selama proyek berlangsung
2. *Constructability*: seringkali terjadi kesulitan untuk *design* dapat diterapkan walaupun telah diterapkan *software Building Information Modelling* (BIM)
3. Ruang lingkup pekerjaan: keinginan *owner* untuk segera membangun fasilitas namun belum ada persiapan mengenai detail rencana yang matang pada proyek yang ingin dibangun
4. Alokasi risiko: *owner* yang tidak dapat menilai detail situasi proyek sehingga detail gambar tidak akurat dan dapat menimbulkan risiko lain. Akhirnya, *owner* menyerahkan risiko kepada pihak lain
5. Biaya: dalam pembangunan gedung bertingkat, seringkali yang menjadi pertimbangan *owner* adalah penghematan biaya sebanyak mungkin karena dapat digunakan untuk hal yang lain
6. Durasi proyek: durasi cepat dibutuhkan *owner* agar dana yang telah dikeluarkan *owner* dapat kembali dengan cepat apabila fungsi fasilitas/bangunan dapat dijalankan

Sementara, alasan dari ketiga kriteria lainnya tidak terpilih karena:

1. Kompleksitas: saat ini pembangunan gedung lebih mementingkan tingkat kompleksitas, sehingga penggunaan jenis PDM tidak mempengaruhi batasan dari kompleksitas bangunan
 2. Tipe pembayaran: segala bentuk tipe pembayaran yang digunakan tidak berhubungan dengan pemilihan jenis PDM dalam proyek
 3. Kualitas: pencapaian kualitas bergantung dari integritas pembangun bukan dari jenis PDM tersebut
- Berdasarkan dari 6 kriteria dari hasil penyaringan dan 3 jenis PDM yang telah diseleksi, maka disusunlah struktur hirarki untuk model pemilihan PDM seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Struktur Hirarki Model Pemilihan Project Delivery Methods

4.2 Perhitungan Bobot Model dengan Analytical Hierarchy Process (AHP)

Tabel 3 merupakan hasil matriks *geometric mean*, tahapan normalisasi, dan hasil bobot pada model.

Tabel 3. Bobot Model dengan Analytical Hierarchy Process

		KRITERIA								
		K1			K2			K3		
		DB	SGC	MP	DB	SGC	MP	DB	SGC	MP
Geometric Mean	DB	1	2.9324	5.9840	1	3.1555	4.6166	1	0.4695	0.2017
	SGC	0.3410	1	2.9064	0.3169	1	2.1432	2.1300	1	0.2686
	MP	0.1671	0.3441	1	0.2166	0.4666	1	4.9573	3.7232	1
	Total	1.5081	4.2764	9.8904	1.5335	4.6221	7.7598	8.0873	5.1927	1.4703
		K4			K5			K6		
Geometric Mean	DB	1	2.9188	4.3888	1	0.4030	0.2004	1	4.3974	2.0359
	SGC	0.3426	1	2.1116	2.4814	1	0.3185	0.2274	1	0.3924
	MP	0.2279	0.4736	1	4.9901	3.1397	1	0.4912	2.5484	1
	Total	1.5705	4.3924	7.5005	8.4715	4.5427	1.5189	1.7186	7.9459	3.4283
		K1			K2			K3		
Normalisasi	DB	0.6631	0.6857	0.6050	0.6521	0.6827	0.5949	0.1237	0.0904	0.1372
	SGC	0.2261	0.2338	0.2939	0.2067	0.2164	0.2762	0.2634	0.1926	0.1827
	MP	0.1108	0.0805	0.1011	0.1413	0.1009	0.1289	0.6130	0.7170	0.6801
	Total	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
		K4			K5			K6		
Normalisasi	DB	0.6368	0.6645	0.5851	0.1180	0.0887	0.1319	0.5819	0.5534	0.5939
	SGC	0.2182	0.2277	0.2815	0.2929	0.2201	0.2097	0.1323	0.1259	0.1145
	MP	0.1451	0.1078	0.1333	0.5890	0.6912	0.6584	0.2858	0.3207	0.2917
	Total	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
		K1			K2			K3		
Bobot Model	DB	0.6513			0.6432			0.1171		
	SGC	0.2513			0.2331			0.2129		
	MP	0.0975			0.1237			0.6700		
	Total	1.0000			1.0000			1.0000		
		K4			K5			K6		
Bobot Model	DB	0.6288			0.1129			0.5764		
	SGC	0.2425			0.2409			0.1242		
	MP	0.1287			0.6462			0.2994		
	Total	1.0000			1.0000			1.0000		

Catatan:
 K1 = keterlibatan *owner*
 K2 = *constructability*
 K3 = ruang lingkup pekerjaan
 K4 = alokasi risiko
 K5 = biaya
 K6 = durasi proyek
 DB = *design build*
 SGC = *single general contractor*
 MP = *multiple prime*

Berdasarkan **Tabel 3** menunjukkan bahwa:

1. Kriteria keterlibatan *owner*: bobot tertinggi menyatakan *design build* terbaik karena *owner* hanya berkoordinasi pada satu perusahaan *design build*, sehingga *owner* terlibat lebih minim
2. Kriteria *constructability*: *owner* ingin *constructability* tinggi pada *design build* karena terdiri dari satu entitas sehingga ada tukar informasi yang baik antara model desain dengan konstruksi

- Kriteria ruang lingkup pekerjaan: bobot tertinggi menyatakan *multiple prime* terbaik karena *owner* ingin pekerjaan yang dilakukan semua kontraktor sesuai dengan pembagian tugas
 - Kriteria alokasi risiko: *owner* ingin risiko kecil pada *design build* karena *owner* menyerahkan keseluruhan risiko akibat desain dan konstruksi kepada pihak perusahaan *design build*
 - Kriteria biaya: *owner* ingin biaya terendah yang dimiliki *multiple prime* karena *owner* sendiri yang bertindak sebagai koordinator sehingga tidak adanya biaya koordinasi kepada pihak lain
 - Kriteria durasi proyek: *owner* ingin durasi tercepat yang dimiliki *design build* karena pekerjaan konstruksi dapat berjalan bertahap begitu komponen suatu design selesai 100% (*fast-track*)
- Selanjutnya, bobot model diuji tingkat konsistensinya seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Uji Konsistensi pada Bobot Model

Kriteria	Eigenvalue Maximum (λ_{max})	Consistency Index (CI)	Consistency Ratio (CR)	Evaluasi
Kriteria 1	3.0139	0.0070	0.0120	Konsisten
Kriteria 2	3.0163	0.0081	0.0140	Konsisten
Kriteria 3	3.0247	0.0123	0.0213	Konsisten
Kriteria 4	3.0128	0.0064	0.0111	Konsisten
Kriteria 5	3.0222	0.0111	0.0191	Konsisten
Kriteria 6	3.0030	0.0015	0.0026	Konsisten

Catatan:
 K1 = keterlibatan *owner*
 K2 = *constructability*
 K3 = ruang lingkup pekerjaan
 K4 = alokasi risiko
 K5 = biaya
 K6 = durasi proyek

Dari **Tabel 4** menunjukkan bahwa hasil matriks *geometric mean* telah konsisten sehingga data telah valid dan dapat dilakukan pengujian model pada studi kasus.

4.3 Studi Kasus Model Pemilihan *Project Delivery Methods* (PDM) dengan *Analytical Hierarchy Process*

Tabel 5 menunjukkan hasil matriks *pairwise comparison*, normalisasi, dan bobot pada 3 studi kasus. Hasil bobot pada seluruh studi kasus akan diuji tingkat konsistensinya seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 5. Bobot Studi Kasus dengan *Analytical Hierarchy Process*

	Studi Kasus Rumah Sakit X						Studi Kasus Rumah Sakit Y						Studi Kasus Mall Z						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K1	K2	K3	K4	K5	K6	
Pairwise Comparison	K1	1	2.0000	4.0000	0.5000	0.1667	0.2500	1	0.2500	2.0000	0.5000	0.1429	0.2500	1	0.5000	0.3333	3.0000	0.1667	3.0000
	K2	0.5000	1	2.0000	0.2500	0.1250	0.1667	4.0000	1	7.0000	4.0000	0.3333	2.0000	2.0000	1	0.3333	5.0000	0.2500	5.0000
	K3	0.2500	0.5000	1	0.2000	0.1111	0.1429	0.5000	0.1429	1	0.5000	0.1111	0.2000	3.0000	3.0000	1	7.0000	0.5000	7.0000
	K4	2.0000	4.0000	5.0000	1	0.2500	0.5000	2.0000	0.2500	2.0000	1	0.2000	0.3333	0.3333	0.2000	0.1429	1	0.1111	0.3333
	K5	6.0000	8.0000	9.0000	4.0000	1	3.0000	7.0000	3.0000	9.0000	5.0000	1	5.0000	6.0000	4.0000	2.0000	9.0000	1	6.0000
	K6	4.0000	6.0000	7.0000	2.0000	0.3333	1	4.0000	0.5000	5.0000	3.0000	0.2000	1	0.3333	0.2000	0.1429	3.0000	0.1667	1
	Total	13.7500	21.5000	28.0000	7.9500	1.9861	5.0595	18.5000	5.1429	26.0000	14.0000	1.9873	8.7833	12.6667	8.9000	3.9524	28.0000	2.1944	22.3333
Normalisasi	K1	0.0727	0.0930	0.1429	0.0629	0.0839	0.0494	0.0541	0.0486	0.0769	0.0357	0.0719	0.0285	0.0789	0.0562	0.0843	0.1071	0.0759	0.1343
	K2	0.0364	0.0465	0.0714	0.0314	0.0629	0.2762	0.2162	0.1944	0.2692	0.2857	0.1677	0.2277	0.1579	0.1124	0.0843	0.1786	0.1139	0.2239
	K3	0.0182	0.0233	0.0357	0.0252	0.0559	0.1289	0.0270	0.0278	0.0385	0.0357	0.0559	0.0228	0.2368	0.3371	0.2530	0.2500	0.2278	0.3134
	K4	0.1455	0.1860	0.1786	0.1258	0.1259	0.1319	0.1081	0.0486	0.0769	0.0714	0.1006	0.0380	0.0263	0.0225	0.0361	0.0357	0.0506	0.0149
	K5	0.4364	0.3721	0.3214	0.5031	0.5035	0.2097	0.3784	0.5833	0.3462	0.3571	0.5032	0.5693	0.4737	0.4494	0.5060	0.3214	0.4557	0.2687
	K6	0.2909	0.2791	0.2500	0.2516	0.1678	0.6584	0.2162	0.0972	0.1923	0.2143	0.1006	0.1139	0.0263	0.0225	0.0361	0.1071	0.0759	0.0448
	Bobot	K1			0.0841						0.0526						0.0895		
K2				0.0469						0.2268						0.1452			
K3				0.0311						0.0346						0.2697			
K4				0.1434						0.0739						0.0310			
K5				0.4549						0.4562						0.4125			
K6				0.2395						0.1558						0.0521			

Catatan: K1 = keterlibatan *owner* K3 = ruang lingkup pekerjaan K5 = biaya
 K2 = *constructability* K4 = alokasi risiko K6 = durasi proyek

Tabel 6. Bobot Studi Kasus dengan *Analytical Hierarchy Process*

Studi Kasus	Eigenvalue Maximum (λ_{max})	Consistency Index (CI)	Consistency Ratio (CR)	Evaluasi
Rumah Sakit X	6.1819	0.0364	0.0293	Konsisten
Rumah Sakit Y	6.2182	0.0436	0.0352	Konsisten
Mall Z	6.3221	0.0644	0.0520	Konsisten

Tabel 6 menunjukkan hasil matriks *pairwise comparison* pada studi kasus telah konsisten sehingga data telah valid dan dapat dilakukan penentuan keputusan jenis PDM pada ketiga studi kasus.

4.4 Keputusan Jenis *Project Delivery Methods* (PDM) pada Studi Kasus

Untuk mendapatkan keputusan jenis PDM perlu mengkalikan bobot model dan bobot studi kasus. Hasil keputusan jenis PDM pada ketiga studi kasus ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Bobot Keputusan *Project Delivery Methods* pada Studi Kasus

	Studi Kasus Rumah Sakit X	Studi Kasus Rumah Sakit Y	Studi Kasus Mall Z
<i>Design Build</i>	0.3682	0.3720	0.2794
<i>Single General Contractor</i>	0.2128	0.2206	0.2271
<i>Multiple Prime</i>	0.4190	0.4073	0.4935

Tabel 7 menunjukkan bahwa bobot keputusan pada ketiga studi kasus yang sesuai adalah *multiple prime*. Hal ini sesuai dengan kondisi nyata, dimana pihak yang terlibat terdiri dari berbagai kontraktor dan konsultan yang memiliki kontrak dengan *owner* secara independen. Maka dapat disimpulkan bahwa model pemilihan PDM yang telah dibuat oleh penulis dapat digunakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian mengenai model pemilihan *Project Delivery Methods* (PDM) dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), maka dapat diambil kesimpulan:

1. Hasil penelitian kuesioner tahap I menunjukkan terdapat kesepakatan penilaian pada kriteria-kriteria pemilihan PDM. Terdapat 6 kriteria utama yang dianggap cukup penting dalam pemilihan PDM, yaitu kriteria keterlibatan *owner*, *constructability*, ruang lingkup pekerjaan, alokasi risiko, biaya, dan durasi proyek. Penelitian dari kuesioner tahap II menghasilkan bobot untuk masing-masing kriteria pada PDM jenis *design build*, *single general contractor*, dan *multiple prime*. Hasil penelitian tahap II juga menunjukkan bahwa *design build* unggul pada kriteria keterlibatan *owner*, *constructability*, alokasi risiko, dan durasi proyek. Sedangkan *multiple prime* unggul pada kriteria ruang lingkup pekerjaan dan biaya. Sementara, *single general contractor* memiliki bobot yang selalu berada di urutan tengah kecuali pada durasi proyek yang memiliki urutan paling rendah
2. Hasil penelitian terhadap 3 studi kasus menunjukkan bahwa jenis PDM dari bobot keputusan pada model telah sesuai dengan jenis PDM di proyek nyata, yaitu *multiple prime*. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian mengenai usulan model pemilihan PDM dengan AHP dapat diimplementasikan pada proyek *owner*

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, terdapat beberapa usulan saran yang dapat digunakan untuk pengembangan topik ini:

1. Penelitian dapat mengembangkan model pemilihan PDM dengan mempertimbangkan kriteria pilihan dari para praktisi PDM serta dapat mengkombinasi penggunaan struktur organisasi *Construction Management* (CM) dengan struktur organisasi lain
2. Penelitian dapat dilakukan dengan cakupan variasi yang lebih banyak dan wilayah yang lebih luas terkait responden berupa para praktisi PDM dan studi kasus sehingga lebih merepresentasikan validitas bobot pada model pemilihan PDM di Indonesia
3. Penelitian dapat menggunakan *tools* lain dalam *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) lainnya. Tujuannya agar hasilnya dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari AHP
4. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode pada *input* studi kasus menjadi program dengan sistem *ranking* pada kriteria untuk mempermudah *owner* mendapatkan keputusan jenis PDM

DAFTAR REFERENSI

Alberto, L. dan Liman, S. (2012). *Pengaruh dari Faktor-Faktor yang Berperan dalam Pemilihan Project Delivery System di Surabaya*.

- Bolpagni, M. (2013). *The implementation of BIM Within The Public Procurement: A Model-Based Approach for The Construction Industry*, VTT Technology, Finland.
- Carpenter, N. dan Bausman, D. C. (2016). "Project Delivery Method Performance for Public School Construction: Design-Bid-Build Versus CM at Risk." *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 142, No. 10, 1-10.
- El-Sayegh, S. (2008). "Evaluating The Effectiveness of Project Delivery Methods." *Journal of Construction Management and Economics*. Vol. 23, No. 5, 457-465.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Rev. Ed.), Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Fong, C. K., Avetisyan, H. G., dan Cui, Q. (2014). "Understanding The Sustainable Outcome of Project Delivery Methods in The Built Environment." *Organization, Technology, and Management in Construction an International Journal*. Vol. 6, No. 3, 1141-1155.
- Hosseini, A., Lædre, O., Andersen, B., Trop, O., Olsson, N., dan Lohne, J. (2016). "Selection Criteria for Delivery Methods for Infrastructure Projects." *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. In World Congress International Project Management Association, Westin Playa Bonita, Panama, 28-30 September – 1 Oktober 2015, 250-268.
- Khalil, M. I. A. (2002). "Selecting The Appropriate Project Delivery Method Using AHP." *International Journal of Project Management*. Vol. 20, No. 6, 469-474.
- Kuprenas, J. A. dan Rosson, M. (2012). "Interface Considerations on Multiple Prime Contractor Construction Projects." *In Construction Congress VI*, Orlando, Florida, United States, February 20-22 2000, 1093-1102.
- Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. (2010). *Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Dengan Swakelola*, Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, Indonesia.
- Mafakheri, F., Dai, L., Slezak, D., dan Nasiri, F. (2007). "Project Delivery System Selection Under Uncertainty: Multicriteria Multilevel Decision Aid Model." *Journal of Management in Engineering*. Vol. 23, No. 4, 200-206.
- Miller, J. B., Garvin, M. J., Ibbs, C. W., dan Mahoney, S. E. (2000). "Toward A New Paradigm: Simultaneous Use of Multiple Project Delivery Methods." *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 16, No. 3, 58-67.
- Pooyan, M. R. (2012). *A Model for Selecting Project Delivery Systems in Post-Conflict Construction Projects*.
- Riau, H. (2020). "Penilaian Risiko Menggunakan Metode Delphi." *Jurnal Computer Science*. 1-9.
- Saaty, T. L. dan Kearns K. P. (1985). *Analytical Planning: The Organization of Systems*. RWS Publication, Pittsburgh, Pennsylvania, United States.
- Saaty, T. L. dan Ozdemir, M. S. (2003). "Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two." *Mathematical and Computer Modelling*. Vol. 38, No. 3-4, 233-244.
- Sibima. (2016). *Pengelolaan Kebijakan dan Pengembangan Model Kontrak Manajemen Konstruksi*
- The Construction Management Association of America. (2012). *An owner's Guide to Project Delivery Methods*, The Construction Management Association of America, United States.