

PEMODELAN KETERKAITAN ANTAR FAKTOR KENDALA PENERAPAN TEKNOLOGI TERBATAS (*PILOT PROJECT*) BIDANG JALAN MELALUI PENYEDIA JASA

Kiki Mohammad Iqbal¹, Anton Soekiman²

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Jurusan Manajemen Proyek Konstruksi/ Universitas
Katolik Parahyangan Bandung

²Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan Bandung

Korespondensi : kie.iqbal@gmail.com¹, soekiman@unpar.ac.id²

ABSTRACT

Research and development in the roads sector is one of the coaching tasks of roads authority. To disseminate the results of research required the transfer of technology which one of them through implementation of limited technology. Institute of Road Engineering has carried out the technology transfer process through implementation of limited technology using road contractors. In the implementation project there are interrelated constraints factor that obstruct the performance implementation of limited technology so that the resulting output is not optimal. The purpose of this research is to identify and classify the contextual relationship between the constraints factor in the implementation of limited technology of the road construction using contractors. The method used in this research is Interpretive Structural Modeling. The results showed that the contractor's financial ability problem to finance the work and giving the project to the lowest bid was the most influencing key factor (driver power) in the hierarchical relationship.

Keywords : *Contextual Relationships, Dependence, Driver Power, ISM, Pilot Project*

1. PENDAHULUAN

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat memiliki tugas dan fungsi penelitian bidang jalan dengan lingkup aspek perencanaan umum dan teknis, pemrograman, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan, teknologi bahan dan alat, dan tata laksana, pengawasan, dan pengendalian dengan luaran berupa ilmu pengetahuan terapan, teknologi aplikatif, dan kekayaan intelektual [1]. Penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan merupakan implementasi alih teknologi kekayaan intelektual hasil penelitian Pusjatan.

Upaya optimalisasi penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) pada siklus litbang diperlukan keterlibatan penyedia jasa sebagai pelaksana konstruksi. Keterlibatan penyedia jasa untuk menjalin kerjasama penyediaan sumber daya proyek dan transfer pengetahuan. Postur anggaran pelaksanaan (*pilot project*)

sebesar 75-80% dilaksanakan secara kontraktual [2].

Pada implementasinya keterlibatan penyedia jasa tidak dapat dihindari adanya risiko dengan ketidakpastian (*uncertainty*) besar, dikarenakan penggunaan teknologi baru belum diketahui penyedia jasa. Setiap proyek konstruksi memiliki tujuan khusus pada proses pencapaiannya dengan batasan sumber daya proyek yang ada meliputi biaya yang dialokasikan, waktu dan mutu yang harus dipenuhi batasan tersebut dikenal dengan *triple constraint*. Pada kondisi optimal batasan-batasan tersebut memiliki hubungan saling tergantung (*dependent*) serta berpengaruh kuat (*driver power*) dengan kepekaan tinggi, jika salah satu darinya berubah akan langsung berdampak pada batasan lain sehingga hal tersebut sulit dicegah pengaruhnya. Akibatnya menimbulkan kendala pelaksanaan konstruksi jika tidak dikelola maka dapat menyebabkan keterlambatan hingga kegagalan proyek.

Pada penelitian sebelumnya, analisis faktor paling mempengaruhi *pilot project*

bidang jalan dilakukan melalui penentuan ranking berdasarkan pembobotan faktor [3], akan tetapi hasil faktor bobot tertinggi tidak bisa secara otomatis menjadi prioritas utama penentu keberhasilan pelaksanaan proyek karena pada dasarnya antar elemen sumber daya proyek memiliki hubungan keterkaitan. Contohnya, kurangnya pengetahuan dasar terhadap teknologi yang dikembangkan dapat menyebabkan ketidaksesuaian metode kerja menyebabkan spesifikasi tidak dapat dipenuhi dan pada akhirnya menyebabkan rendahnya kualitas hasil pelaksanaan konstruksi.

Berdasarkan isu tersebut pada penelitian ini dilakukan pemodelan keterkaitan antar faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan melalui penyedia jasa menggunakan metode ISM (*interpretive structural modelling*) untuk menyederhanakan masalah dalam sistem yang kompleks dengan cara menyusun urutan dan arah sistem secara terstruktur serta menghasilkan klasifikasi setiap faktor menggunakan analisis MICMAC berdasarkan hasil hubungan kontekstual antar faktor guna mendukung pengambilan keputusan menetapkan prioritas penyelesaian masalah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Pujatan

Penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) adalah pelaksanaan kegiatan proyek percontohan yang dirancang sebagai pengujian skala lapangan atau trial dalam rangka untuk menunjukkan keefektifan dan dampak pelaksanaan program [2]. Dalam lingkup Pujatan secara umum pelaksanaan konstruksi penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) dilaksanakan melalui kontraktual dalam rangkaian siklus penelitian dan pengembangan (Litbang) teknologi yang dihasilkan oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Balai Geoteknik Jalan, Balai Struktur Jembatan serta Balai Sistem dan Teknik Lalu Lintas.

Tidak semuanya teknologi yang sedang diteliti/dikembangkan dapat ditindak lanjuti menjadi penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) diharuskan memenuhi seluruh kriteria dalam Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) yang diukur skala 1-9 untuk kesiapannya. TKT merupakan suatu sistem pengukuran sistematis yang mendukung penilaian kematangan atau kesiapan dari suatu teknologi tertentu dan

perbandingan kematangan atau kesiapan antara jenis teknologi yang berbeda. Teknologi litbang yang sudah memenuhi kriteria layak (nilai TKT 7) maka siap masuk ke level replikasi dan industrialisasi.

2.2 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel [4].

Salah satu tugas pembinaan jalan nasional meliputi penelitian dan pengembangan jalan. Pengkajian serta penelitian dan pengembangan teknologi bidang jalan dan yang terkait bidang jalan dilakukan secara menerus untuk meningkatkan keandalan jalan, mengembangkan potensi sumber daya alam setempat dan memberi nilai tambah dalam penyelenggaraan jalan. Pembinaan yang dimaksud mendorong inovasi teknologi, penelitian dan pengembangan, dan verifikasi teknologi dalam rangka implementasi konstruksi berkelanjutan pada penyelenggaraan infrastruktur.[4][5]

2.3 Penyedia Jasa

Penyedia Barang/jasa yang selanjutnya disebut Penyedia adalah pelaku usaha yang menyediakan barang/jasa berdasarkan kontrak [6].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan bersifat kualitatif, teknik pengumpulan data penelitian ini dengan menggali pengalaman dan pengetahuan anggota kelompok praktisi melalui wawancara semi-terstruktur dan kuesioner pada identifikasi faktor kendala sedangkan dalam identifikasi hubungan kontekstual antar faktor kendala menggunakan teknik putaran Delphi untuk mencapai konsensus, analisis data menggunakan metode ISM (*interpretive structural modelling*) dan analisis MICMAC. Metodologi penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat di **Gambar 1**.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara semi

terstruktur dan kuesioner kepada para anggota praktisi memiliki latar belakang pendidikan sekurang-kurangnya S1 Teknik Sipil dan memiliki pengalaman sekurang-kurangnya 5 tahun pada proyek ini. Data sekunder diperoleh dari hasil kajian literatur (jurnal, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 07/PRT/M/2012, dokumen Renstra Balitbang tahun 2016-2019, laporan konsultan supervisi). Hasil faktor kendala yang telah terinventarisasi disusun dalam kuesioner ke-1 dan dilakukan wawancara untuk validasi kepada 17 anggota kelompok praktisi.

Faktor kendala hasil validasi, selanjutnya disusun ke dalam kuesioner ke-2 untuk mengidentifikasi hubungan kontekstual antar faktor kendala melalui matrik pasangan (*pairwise*) menggunakan metode ISM kepada 8 anggota kelompok praktisi. Setelah didapatkan hasil identifikasi dilakukan analisis data menggunakan *software* ISM Win.1.1.

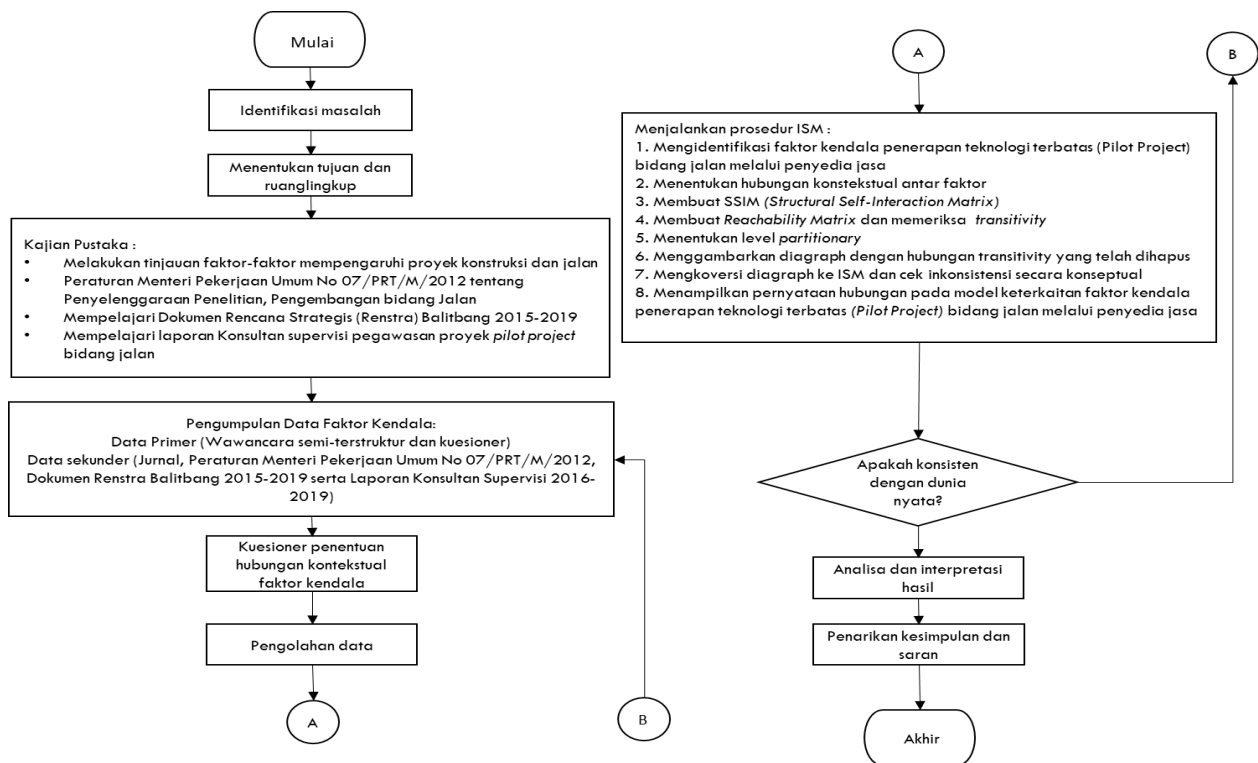
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dari bulan Maret sampai Juni 2020.

4.1.1 Identifikasi Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

Pada tahapan penelitian ini faktor-faktor hasil kajian literatur yang telah didapatkan dikelompokkan berdasarkan 5 batasan (*constraints*) sumber daya proyek yang terdiri biaya, mutu, waktu, keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja (K3) serta lingkungan kemudian dielaborasi dengan wawancara semi terstruktur dan kuesioner ke-1 kepada anggota praktisi menggunakan justifikasi suara terbanyak hasil dari *selection of experts (by experience)* dengan ambang batas 50%+1 dari total suara 17 anggota praktisi terhadap 52 faktor dalam wawancara dan kuesioner ke-1 menghasilkan 23 faktor kendala yang tervalidasi.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pada **Tabel 1** disajikan hasil identifikasi faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan melalui penyedia jasa.

4.1.2 Identifikasi Hubungan Kontekstual Antar Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

Berdasarkan hasil identifikasi faktor, 23 faktor tersebut disusun ke dalam kuesioner ke-2 secara matrik berpasangan menggunakan metode ISM, penyebaran dan pengumpulan data kuesioner ke-2 kepada 8 anggota praktisi, terdapat 506 matrik (23x23 dikurangi diagonal matrik yang menggambarkan perbandingan terhadap faktor itu sendiri), penggunaan teknik puteran delphi membantu setiap puterannya mendapatkan kesamaan interpretasi.

Dengan mempertimbangkan jumlah matrik faktor yang akan divalidasi dengan 4 opsi pilihan identifikasi hubungan (V, A, O, X) setiap matriknya, diperlukan identifikasi persentase level konsensus sebagai ambang batas. Secara umum tidak ada aturan untuk menentukan persentase ambang batas pada penelitian dengan teknik Delphi [7]. Konsensus akan muncul pada persentase level yang tinggi 100% [8]. Sementara penelitian lain menetapkan ambang konsensus 51% dari responden [7]. Atas dasar tersebut penetapan persentase level konsensus pada penelitian ini dengan ambang batas 50%+1 terhadap interpretasi hubungan kontekstual antar faktor. Proses selanjutnya mengembangkan *structural self-interaction matrix* (SSIM) menggunakan aturan sebagai berikut

- V untuk hubungan dari faktor i ke faktor j (faktor i akan mempengaruhi faktor j).
- A untuk hubungan faktor j ke faktor i (faktor i akan dipengaruhi oleh faktor j).
- X untuk hubungan dua arah (faktor i dan j akan mempengaruhi satu sama lain).
- O untuk tidak ada hubungan antar faktor (faktor i dan j tidak berhubungan).

Secara persentase hasil proses puteran delphi sebagai berikut, puteran ke-1: 30,43%,

puteran ke-2: 87,75%, puteran ke-3: 92,09% dan puteran ke-4: 100%.

Tabel 1. Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

Biaya	Masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan
	Memberikan proyek kepada penawaran terendah
Mutu	Rendahnya manajemen ketersediaan peralatan konstruksi
	Rendahnya pengelolaan personil organisasi.
	Rendahnya kemampuan teknis manajer proyek
	Rendahnya kompetensi tenaga kerja
	Personil kurang pengalaman pekerjaan sejenis
	Perubahan kondisi pekerjaan lapangan
	Perubahan desain
	Rendahnya kinerja subkontraktor
	Rendahnya keakuratan data utilitas jalan
	Ketidakeesuaian hasil studi kelayakan (<i>feasibility Study</i>) dengan kondisi lapangan
	Kesulitan pemahaman standar, pedoman, manual teknologi yang tersedia dalam metode pelaksanaan konstruksi
	Rendahnya pengetahuan dasar penyedia jasa terhadap teknologi bidang jalan yang dikembangkan
	Penentuan <i>Project Delivery System</i> (Sistem pengadaan)
	Permasalahan impor pengadaan alat maupun material khusus
	Penentuan penanggung jawaban risiko kegagalan proyek penelitian
	Waktu
Kurangnya proses pertukaran pengetahuan teknologi jalan yang dikembangkan	
Kontraktor kurang pengalaman pekerjaan sejenis	
Lingkungan	Rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek
	Gangguan pihak eksternal diluar pihak internal terkait proyek
	Kondisi cuaca sulit diprediksi

Rekapitulasi hasil identifikasi hubungan kontekstual antar faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan melalui penyedia jasa yang dalam tahapan metode ISM adalah *structural self-interaction matrix* (SSIM).

Tabel 2. Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

Faktor (j)	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
(i)																							
1 Masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan	O	O	A	X	O	O	V	V	O	O	O	O	X	X	O	O	V	V	V	V	X	O	
2 Memberikan proyek kepada penawaran terendah	O	O	O	V	O	O	X	V	X	V	O	O	O	O	O	O	V	V	X	X	V		
3 Rendahnya manajemen ketersediaan peralatan konstruksi	A	O	O	V	O	O	O	X	O	A	A	A	A	A	O	O	O	O	A	O			
4 Rendahnya pengelolaan personil organisasi.	A	O	O	X	X	O	O	O	O	V	V	O	O	O	O	O	V	V	A				
5 Rendahnya kemampuan teknis manajer proyek	A	O	O	V	X	O	V	V	O	V	V	O	V	V	O	O	A	A					
6 Rendahnya kompetensi tenaga kerja	A	O	O	V	X	O	O	V	O	X	V	O	V	O	O	O	A						
7 Personil kurang pengalaman pekerjaan sejenis	A	O	O	V	X	O	O	V	O	V	V	O	V	O	O	O							
8 Perubahan kondisi pekerjaan lapangan	O	A	X	X	X	O	O	A	O	X	A	V	A	O	X								
9 Perubahan desain	O	O	X	V	A	O	X	A	O	A	O	A	O										
10 Rendahnya kinerja subkontraktor	A	O	O	X	A	O	O	V	O	V	V	O	X										
11 Rendahnya keakuratan data utilitas jalan	A	O	O	V	X	O	O	O	O	O	O	X											
12 Ketidaksiharian hasil studi kelayakan (<i>feasibility Study</i>) dengan kondisi lapangan	O	O	O	O	O	A	O	O	O	A	X												
13 Kesulitan pemahaman standar, pedoman, manual teknologi yang tersedia dalam metode pelaksanaan konstruksi	A	O	O	V	A	A	V	O	O	A													
14 Rendahnya pengetahuan dasar penyedia jasa terhadap teknologi bidang jalan yang dikembangkan	X	O	O	V	X	O	V	V	O														
15 Penentuan <i>Project Delivery System</i> (Sistem pengadaan)	O	O	O	O	O	O	V	V															
16 Pemasalahan impor pengadaan alat maupun material khusus	A	O	O	A	O	O	O																
17 Penentuan penanggung jawaban risiko kegagalan proyek penelitian	A	O	O	O	X	O																	
18 Kurangnya dukungan teknis dari konsultan	O	O	O	V	O																		
19 Kurangnya proses pertukaran pengetahuan teknologi jalan yang dikembangkan	O	O	O	V																			
20 Rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek	A	A	A																				
21 Gangguan pihak eksternal diluar pihak internal terkait proyek	O	O																					
22 Kondisi cuaca sulit diprediksi	O																						
23 Kontraktor kurang pengalaman pekerjaan sejenis																							

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Reachability Matrix

Tahap ini merubah SSIM menjadi matrik biner dengan mengkonversi simbol V, A, X, O ke dalam angka 0 dan 1. Aturan konversi sebagai berikut :

$(i,j) = V = 1, (j,i) = 0$

$(i,j) = A = 0, (j,i) = 1$

$(i,j) = X = 1, (j,i) = 1$

$(i,j) = O = 0, (j,i) = 0$

Final reachability matrix memeriksa transitivitas hubungan tidak langsung antar faktor dengan asumsi dasar yang menyatakan bahwa jika elemen A terkait dengan B dan B terkait dengan C, maka A terkait dengan C. Pada **Tabel 3** disajikan *final reachability matrix*.

4.2.2 Partisi Reachability Matrix Ke Level Yang Berbeda

Partisi level seluruh faktor yang ada dengan menentukan *reachability set* dan *anteseden set* dari setiap faktor, tentukan *intersection* pada setiap level berbeda dalam membangun model ISM. Penelitian ini menghasilkan 9 matrik iterasi.

Pada **Tabel 4** iterasi ke-1, faktor 12, 13, 16, 20 masuk level 1 berada pada posisi paling atas (paling dipengaruhi), proses iterasi ke-2 faktor kendala yang terpilih pada iterasi ke-1 tidak masuk dalam proses iterasi ke-2. Proses dilakukan berulang hingga seluruh faktor memiliki level.

Tabel 3. Final Reachability Matrix

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	DP	
1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	16	
2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	17	
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	
4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	12	
5	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	15	
6	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	10	
7	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	11	
8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	11	
9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	11	
10	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	11	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	8	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	5	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	
Dependen	1	1	5	4	3	6	5	2	2	4	8	14	14	10	2	14	12	1	14	20	3	1	11		

Tabel 4. Iterasi Ke-1

Element	Reachability Set	Antecedent set	Intersection	Level
1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1	1	
2	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 23	2	2	
3	3, 16, 20	1, 2, 3, 5, 10	3	
4	4, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23,	1, 2, 4, 5	4	
5	3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1, 2, 5	5	
6	6, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1, 2, 4, 5, 6, 7	6	
7	6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1, 2, 4, 5, 7	7	
8	8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23	8, 9	8, 9	
9	8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23	8, 9	8, 9	
10	3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1, 2, 5, 10	10	
11	11, 12, 13, 19, 20	1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11	11	
12	12, 13	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18	12, 13	1
13	12, 13	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18	12, 13	1
14	12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 23	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14	14	
15	15, 16, 17, 19, 20	2, 15	15	
16	16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23	16	1
17	17, 19, 20,	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 17	17	
18	12, 13, 18, 20	18	18	
19	19, 20	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19	19	
20	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	20	1
21	20, 21	8, 9, 21	21	
22	20, 22	22	22	
23	16, 20, 23	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 23	23	

Pada **Tabel 5** faktor 1 dan 2 masuk ke dalam level 9, faktor pada level ini menjadi faktor kunci paling mempengaruhi faktor level di atasnya.

Tabel 5. Iterasi Terakhir (ke-9)

Element	Reachability Set	Antecedent set	Intersection	Level
1	1	1	1	9
2	2	2	2	9

4.3 Menyusun Diagram Conical

Mengurutkan secara hierarki berdasarkan level faktor serta menggambarkan hubungan pengaruh antar level faktor pada tahap diagram *diagraph*. Disajikan pada **Tabel 6**.

4.4 Mengembangkan Diagram Diagraph

Berbasis *conical matrix* hasil dari *reachability matrix* kemudian diagram *diagraph* disusun melalui simbol garis dan node, faktor level ke-1 diposisikan di paling atas dan faktor level ke-2 ditempatkan pada posisi kedua dan seterusnya, sampai pada level posisi terendah

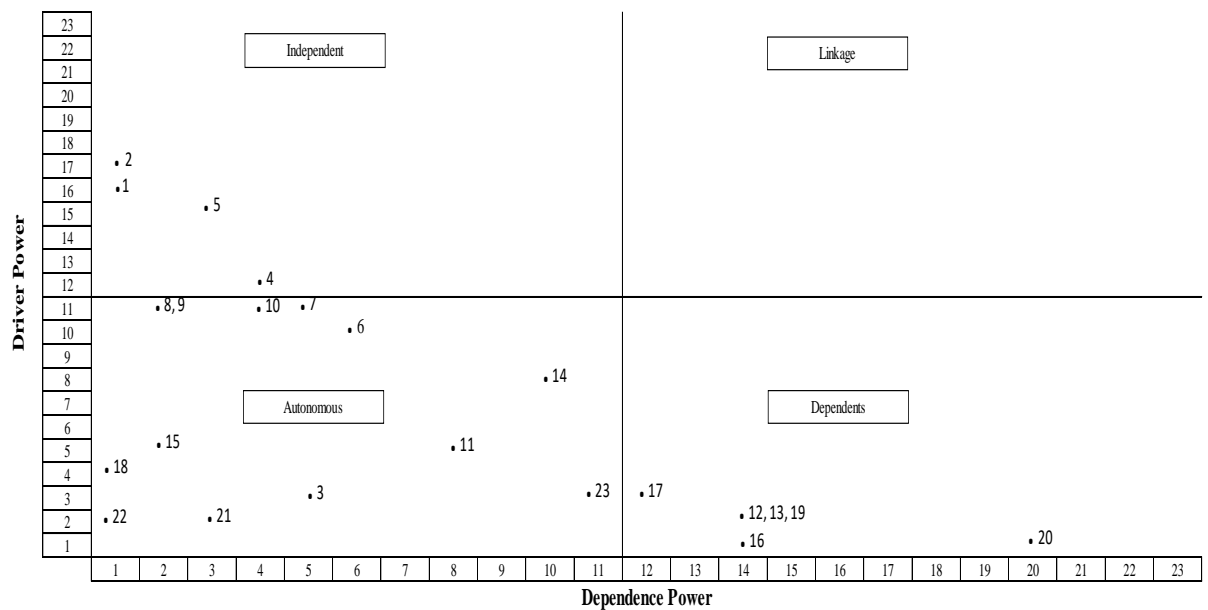
4.5 Klasifikasi Faktor Kendala Menggunakan Analisis MICMAC

Klasifikasi faktor berdasarkan *final reachability matrix*, dikelompokan dalam 4 kategori diantaranya, *independent, linkage, dependence, autonomous*. Hasil klasifikasi tersaji pada **Gambar 2**.

Tabel 6. Diagram Conical

	12	13	16	20	3	18	19	21	22	23	11	17	14	15	6	8	9	10	7	4	5	1	2
12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1

Terdapat 4 faktor dalam kategori *independent factor*, diantaranya masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan (1), memberikan proyek kepada penawaran terendah (2), rendahnya pengelolaan personil organisasi (4) dan rendahnya kemampuan teknis manajer proyek (5). Faktor masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan (1), dan faktor memberikan proyek kepada penawaran



Gambar 2. Klasifikasi Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

terendah (2) menjadi faktor dengan (*driver power*) tertinggi.

Pada kategori *linkage factor* tidak ada faktor kendala yang termasuk kategori tersebut. Hal itu menggambarkan bahwa tidak ada faktor kendala yang memiliki tingkat pengaruh (*driver power*) dengan tingkat ketergantungan (*dependence*) yang kuat dalam hubungan konstektual antar faktor kendala penerapan teknologi terbatas *Pilot Project* bidang jalan.

Terdapat 6 faktor yang masuk dalam kategori *dependence factor* diantaranya, rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20), kurangnya proses pertukaran pengetahuan teknologi jalan yang dikembangkan (19), penentuan penanggung jawaban risiko kegagalan proyek penelitian (17), permasalahan impor pengadaan alat maupun material khusus (16), kesulitan pemahaman standar, pedoman, manual teknologi yang tersedia dalam metode pelaksanaan konstruksi (13), ketidaksesuaian hasil studi kelayakan (*feasibility Study*) dengan kondisi lapangan (12). Faktor rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20) menjadi faktor paling dipengaruhi/tergantung faktor lainnya.

Sedangkan mayoritas (13 dari 23 faktor kendala) termasuk kategori *autonomous factor* diantaranya, kondisi cuaca sulit diprediksi (22), kurangnya dukungan teknis dari konsultan (18), penentuan *project delivery system* (sistem

pengadaan) (15), Perubahan kondisi pekerjaan lapangan (8), perubahan desain (9), gangguan pihak eksternal diluar pihak internal terkait proyek (21), rendahnya kinerja subkontraktor, personil kurang pengalaman pekerjaan sejenis (7), rendahnya manajemen ketersediaan peralatan konstruksi (3), rendahnya kompetensi tenaga kerja (6), rendahnya keakuratan data utilitas jalan (11), rendahnya pengetahuan dasar penyedia jasa terhadap teknologi bidang jalan yang dikembangkan (14), kontraktor kurang pengalaman pekerjaan sejenis (23). Hasil kategori tersebut menggambarkan sebagian besar faktor kendala yang ada memiliki keterkaitan rendah untuk mempengaruhi maupun dipengaruhi

4.6 Pemodelan Keterkaitan Antar Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*) Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

Berdasarkan hasil diagram *diagraph* mengganti node dengan statement dan menghilangkan hubungan tidak langsung antar faktor, di susun model keterkaitan antar faktor kendala dengan 9 level hierarki faktor yang dikelompokan dalam 3 kluster (*top level, middle level, bottom level*). Diantaranya :

a. Top Level

Faktor kendala yang berada pada level kategori ini memiliki *driver power* (DP) yang lemah dengan tingkat ketergantungan antar

faktor yang kuat, artinya faktor kendala yang berada pada *top level* memiliki ketergantungan untuk dipengaruhi oleh faktor-faktor kendala yang berada pada level di bawahnya. Pada kluster ini terdiri dari level 1, 2, 3 dengan 12 faktor kendala. Pada level 1 terdiri dari 4 faktor kendala yaitu, rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20), permasalahan impor pengadaan alat maupun material khusus (16), kesulitan pemahaman standar, pedoman, manual teknologi yang tersedia dalam metode pelaksanaan konstruksi (13), ketidaksesuaian hasil studi kelayakan (*feasibility Study*) dengan kondisi lapangan (12). Pada level 2 terdiri dari 6 faktor kendala yaitu, kontraktor kurang pengalaman pekerjaan sejenis (23), kondisi cuaca sulit diprediksi (22), gangguan pihak eksternal diluar pihak internal terkait proyek (21), kurangnya proses pertukaran pengetahuan teknologi jalan yang dikembangkan (19), kurangnya dukungan teknis dari konsultan (18), rendahnya manajemen ketersediaan peralatan konstruksi (3). Pada level 3 terdiri dari 2 faktor kendala yaitu, rendahnya keakuratan data utilitas jalan (11), penentuan penanggung jawaban risiko kegagalan proyek penelitian (17).

Pada kluster *top level* didapatkan 3 faktor kendala pada level 1 dengan tingkat *dependence* tinggi diantaranya, rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20), permasalahan impor pengadaan alat maupun material khusus (16), dan ketidaksesuaian hasil studi kelayakan (*feasibility Study*) dengan kondisi lapangan (12). Sedangkan faktor kendala rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20) merupakan faktor kendala dengan tingkat *dependence* tertinggi diantara 3 faktor tersebut.

b. Middle Level

Pada kluster ini terdiri dari level 4, 5, 6 dengan 7 faktor kendala. Pada level 4 terdiri dari 2 faktor kendala yaitu, rendahnya pengetahuan dasar penyedia jasa terhadap teknologi bidang jalan yang dikembangkan (14), dan penentuan *Project Delivery System* (Sistem pengadaan) (15). Pada level 5 terdiri dari 4 faktor kendala yaitu, rendahnya kompetensi tenaga kerja (6), perubahan kondisi pekerjaan lapangan (8), perubahan desain (9), rendahnya kinerja subkontraktor (10). Pada level 6 terdiri dari 1 faktor kendala yaitu,

personil kurang pengalaman pekerjaan sejenis (7).

Pada kluster ini didapatkan 1 faktor kendala level 4 dengan tingkat *dependence* tertinggi yaitu, rendahnya pengetahuan dasar penyedia jasa terhadap teknologi bidang jalan yang dikembangkan (14). Faktor ini menjadi penghubung antara pengaruh dari faktor kendala *bottom level* kepada *top level*.

c. Bottom Level

Level ini berada pada kluster terbawah pada struktur hirarki ISM, faktor yang berada pada *bottom level* memiliki tingkat mempengaruhi (*driver power*) yang kuat dengan ketergantungan (*dependence*) yang lemah. Pada kluster ini terdiri dari level 7, 8, 9 dengan 4 faktor kendala yaitu, rendahnya pengelolaan personil organisasi (4), rendahnya kemampuan teknis manajer proyek (5), memberikan proyek kepada penawaran terendah (2) dan masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan (1).

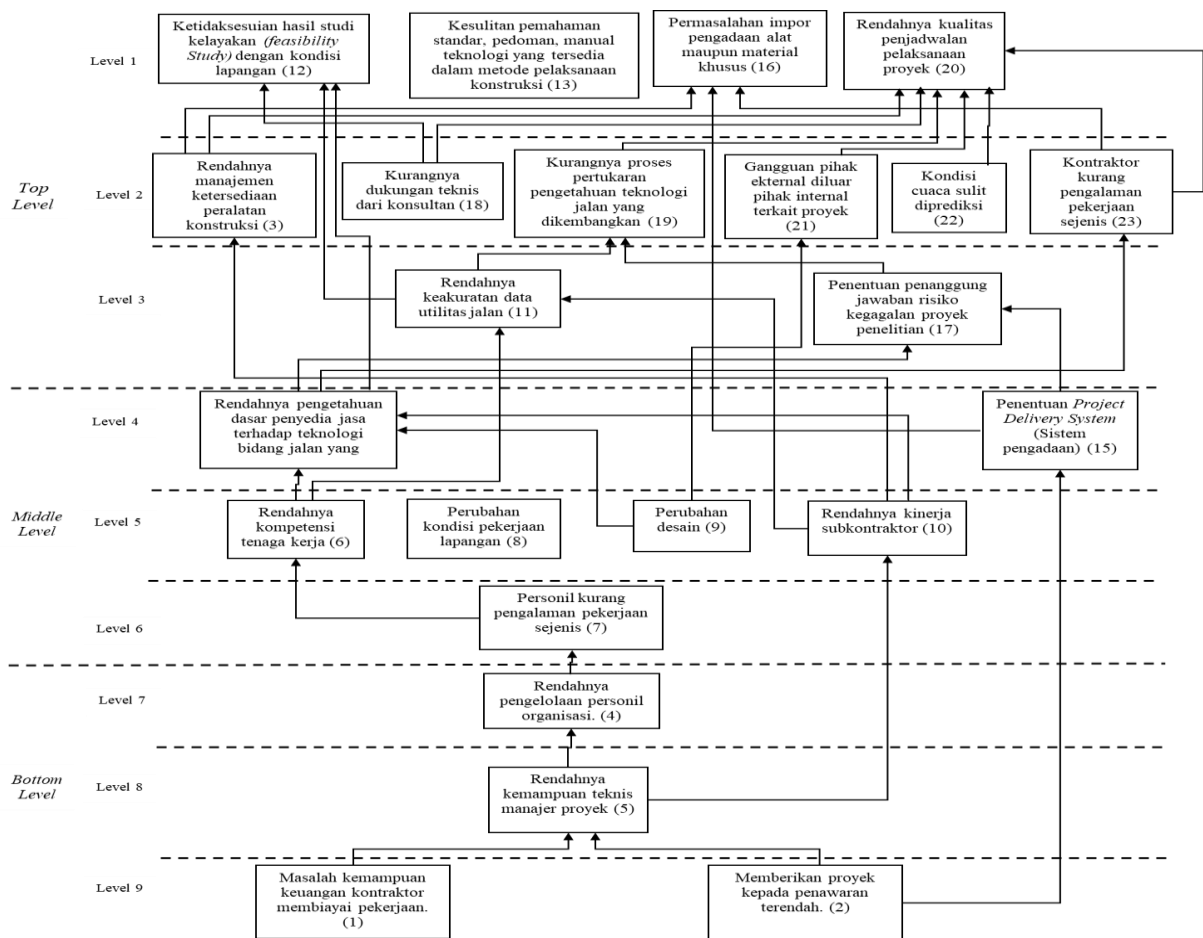
Pada kluster ini didapatkan 2 faktor kendala pada level 9 dengan tingkat *driver power* tertinggi diantaranya, memberikan proyek kepada penawaran terendah. (2) dan masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan. (1). Kedua faktor kendala tersebut menjadi faktor kunci paling mempengaruhi dan mendorong terjadinya faktor kendala lain dalam struktur hubungan kontekstual hierarki. Pada **Gambar 3.** disajikan hasil pemodelan keterkaitan faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan melalui penyedia jasa.

Berdasarkan hasil pemodelan, terdapat keterkaitan hubungan pengaruh pada 3 kluster (*top level, middle level, bottom level*) terdiri dari level 1 hingga level 9 dengan 3 klasifikasi faktor (*dependence, autonomous, independent*) yang membentuk rantai hubungan pengaruh secara hierarki pada faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan. Dalam upaya menghilangkan pemicu terbentuk rantai hubungan pengaruh maka kedua faktor kunci menjadi prioritas untuk diselesaikan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Terdapat 23 faktor kendala penerapan teknologi terbatas (*pilot project*) bidang jalan melalui penyedia jasa



Gambar 3. Pemodelan Keterkaitan Faktor Kendala Penerapan Teknologi Terbatas (*Pilot Project*)Bidang Jalan Melalui Penyedia Jasa

- Hasil identifikasi hubungan kontekstual terhadap 23 faktor kendala diperoleh 9 level hierarki model ISM yang dikelompokkan kedalam 3 kluster diantaranya, *top level* dengan 12 faktor kendala, *middle level* dengan 7 faktor kendala, *bottom level* dengan 4 faktor kendala.
- Hasil analisis MICMAC diperoleh 3 klasifikasi faktor diantaranya, pada *independent factor* terdapat 4 faktor kendala faktor kendala, diantaranya 1, 2, 4, 5, pada *dependence factor* terdapat 6 faktor kendala, diantaranya 12, 13, 16, 17, 19, 20, sedangkan pada *autonomous factor* terdapat 13 faktor kendala, faktor kendala diantaranya 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 21, 22, 23.
- Hasil analisis pemodelan ISM didapatkan faktor rendahnya kualitas penjadwalan pelaksanaan proyek (20) merupakan faktor kendala paling dipengaruhi sedangkan faktor masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan (1) dan faktor memberikan proyek kepada penawaran terendah (2) menjadi faktor kunci paling mempengaruhi terhadap faktor kendala lain.
- Usulan solusi yang dapat disampaikan berdasarkan hasil analisis ISM dan analisis MICMAC. Dalam upaya menghilangkan pemicu dan memutuskan rantai hubungan kontekstual yang saling mempengaruhi maka faktor masalah kemampuan keuangan kontraktor membiayai pekerjaan (1) dan faktor memberikan proyek kepada penawaran terendah (2) (faktor kunci) menjadi prioritas untuk diselesaikan .

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan Bidang Jalan, Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2012.
- [2] Indonesia, Rencana Strategis (renstra) Badan Penelitian dan Pengembangan Tahun 2015-2019, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015
- [3] Hendrawan, H., Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Penerapan Teknologi Terbatas Bidang Jalan Dengan *Design And Build*. Media Komunikasi Teknik Sipil, Vol 24, No. 1, 2018: 45-53.
- [4] Indonesia, Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. Lembaran Negara Republik Indonesia, Jakarta : Sekretariat Negara, 2004: 132.
- [5] Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan Pada Penyelenggaraan Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Permukiman, Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015.
- [6] Peraturan Presiden Nomor 16 tahun 2018 tentang pengadaan barang dan jasa Pemerintah, Jakarta, 2018.
- [7] Hasson, F., & Keeney, S., & McKenna H., *Research Guidelines For The Delphi Survey Technique*. Journal of Advanced Nursing, Vol. 32, No. 4, 2000: 1008-1015
- [8] Munawaroh, S., & Hanifa, F. M., & Wiyono, N., & Hastami, Y., & Kartikasari, M. N. D., & Hermasari, B. K., *Delphi Technique: Consensus Of Anatomy Circulatory System Core Syllabus For Medical Student*. Jurnal Pendidikan Kedokteran Indonesia, Vol. 7, No. 2, 2018: 107-117