

**ANALISIS KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN TOL DENGAN  
METODE STOKASTIK DAN MITIGASI RISIKO  
(Studi Kasus Proyek Jalan Tol Pekanbaru-Dumai Seksi-1)**

**Muhammad Iqbal**

Teknik Sipil Universitas Riau  
Jl. HR. Soebrantas Km 12.5, Pekanbaru Indonesia  
email : muhammad.iqbal912@gmail.com

**Info Artikel**

**Abstrak**

*Sejarah Artikel:*

Diterima: Juli 2020  
Disetujui: Desember 2020  
Dipublikasikan : Desember 2020

*Keywords:*

Analisis keterlambatan,  
Stokastik, Mitigasi Risiko,  
Jalan Tol

Transportasi merupakan sarana yang sangat penting dalam pertumbuhan perekonomian di suatu wilayah. Pemerintah mencanangkan proyek pembuatan jalan tol Pekanbaru-Dumai. Berdasarkan survei dan wawancara, didapat Pembangunan Jalan Tol mengalami keterlambatan signifikan sebesar 581 hari dari rencana awal. Tujuan dari studi kasus ini adalah mengidentifikasi, menilai, mensimulasikan dan mengurangi risiko keterlambatan Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 dengan metode Stokastik dan Mitigasi Risiko. Hasil mitigasi mengurangi durasi waktu keterlambatan proyek yang relatif maksimal dan sesuai dengan tujuan penelitian. Dari identifikasi risiko, didapat 9 risiko yang berpengaruh terhadap kinerja waktu. Beberapa risiko yang paling besar berpengaruh terhadap kinerja waktu diantaranya : terkait pembebasan lahan, Investigasi tidak memadai sebelum pekerjaan desain dan perubahan desain. Analisis risiko terhadap waktu berdasarkan analisis Stokastik didapat bahwa dengan tingkat keyakinan 95% maka proyek dapat diselesaikan dalam waktu 855 hari, dalam realisasinya proyek Pembangunan Pembangunan Tol ini menghadapi keterlambatan hingga 1112 hari (pobabilitas kejadiannya adalah diatas 95%).

**Kata kunci:** Analisis keterlambatan, Stokastik, Mitigasi Risiko, Jalan Tol

**Abstract**

*Transportation is a crucial part in economic growth in a region. The government has launched a project to build the Pekanbaru-Dumai toll road. Based on survey and interview this Toll Road Conctruction has experienced significant delay of 581 days from the initial design. The purpose of this case study is to identified, asses simulate and reduce delay risk in Pekanbaru – Dumai Toll Road Conctruction Section 1 using stochastic method and mitigation risk. The results of mitigation in this project duration delay are relatively maximum and in accordance with the research objectives. From risk identification, there are 9 risk that affect the performance of time. Some of the highest risk that have biggest impact on performance of time such as land accuisition, inadequate investigation work before design and changes of design. Risk analysis based on stochastic analysis found that with 95% of confidence level, this project can be completed in 855 days, in its realization this Toll Road Conctruction faced delay up to 1112 days (probabability of occurrence was above 95%)*

**Keywords :** Delay Analysis, Stochastic, Risk Mitigation, Toll Road

## PENDAHULUAN

Transportasi adalah salah satu penunjang keberhasilan pembangunan terutama dalam perkembangan ekonomi nasional. Maka dari itu Pemerintah mengumumkan proyek Master Plan Percepatan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) untuk infrastruktur di pulau Sumatera. Salah satu bentuk program untuk mendukung Program MP3EI ini adalah dengan membangun infrastruktur penunjang transportasi seperti jalan tol.

Proyek Ruas Jalan Tol Pekanbaru-Dumai memiliki Masa pelaksanaan konstruksi sejak bulan Desember 2016 – bulan Desember 2019. Rencana awal yang ditargetkan dapat diselesaikan 100% pada bulan desember 2017 hanya mendapatkan realisasi sebesar 22,01% pada bulan desember 2017. Selama masa pekerjaan terdapat 6 kali addendum pada kontrak pekerjaan jalan tol pekanbaru-dumai ini. Rencana addendum 6 ditargetkan mencapai 100% pada bulan desember 2019.

Kegagalan dalam mengidentifikasi, mengkuantifikasi, menganalisa dan memitigasi serta mengendalikan risiko dalam proyek ini mengakibatkan keterlambatan dalam pembangunan jalan tol pekanbaru-dumai seksi 1. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dengan pendekatan Relative Importance Index (RII), memilih langkah- langkah untuk memitigasi risiko signifikan yang terjadi berdasarkan metode pendekatan Lean Sigma.

Erizal (2016) pada kasus optimasi kinerja proyek pembersihan crude oil contamination soil di Minas menunjukkan bahwa penerapan manajemen risiko dan mitigasi metode stokastik dan *lean sigma* dapat mempercepat waktu pekerjaan sebesar 15,2% dan menghemat total biaya proyek sebesar 8,9% dibandingkan dengan kondisi aktual. Sedangkan Sukirno (2016) mengemukakan faktor risiko paling besar yang berpengaruh pada keterlambatan skema proyek *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC) di Dumai adalah perubahan disain dan spesifikasi, kualitas dan pengalaman pengawas, ketersediaan sumber daya manusia, ketersediaan peralatan, dan ketersediaan material. Setelah dilakukan mitigasi terhadap faktor risiko tersebut terjadi penurunan pengaruh risiko terhadap penyelesaian pekerjaan dengan probabilitas 80% adalah 265 hari kerja berkurang menjadi 244 hari kerja dengan probabilitas yang sama.

Penelitian ini dapat memberikan masukan bagi perusahaan kontruksi untuk mengaplikasikan metode mitigasi dan kontrol terhadap keterlambatan proyek pembangunan jalan tol pekanbaru- dumai seksi 1 ataupun proyek sejenis.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Faktor Keterlambatan

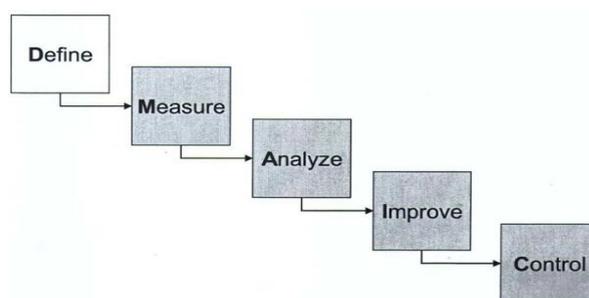
Faktor keterlambatan paling dominan dengan peringkat 5 terbesar adalah : 1) Perijinan terkait dari pemerintah, 2) Data survey tidak akurat , 3) Kelangkaan bahan baku, 4) keterlambatan dalam produksi material dan keterlambatan dalam pengiriman material dengan metode relative importace index (RII)

### Analisis Stokastik

Stochastic adalah sebuah indicator oscillator yang berfungsi untuk mengukur kejenuhan pasar . Analisa Stokastik (*stochastics*) merupakan istilah untuk keacakan dicirikan oleh ketidakpastian paremeter-parameter dan time variant.

### Mitigasi Risiko Melalui Pendekatan Lean Sigma

*Lean sigma* adalah sebuah sistem yang fokus kepada memenuhi atau melebihi keinginan pelanggan dengan menggunakan fakta-fakta dan data-data yang dapat dipercaya dan menggunakan kerangka kerja Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improvement*) and Kontrol (*Control*) yang di kenal dengan *DMAIC process* (Pitroda, 2017). *DMAIC* adalah sebuah struktur metode pemecahan masalah yang secara luas di gunakan dalam bisnis. *DMAIC* mendorong berfikir kreatif dalam batasan-batasan seperti proses dasar, produk atau jasa.



**Kerangka Kerja Lean Sigma**

### Simpang

Faktor keterlambatan dalam beberapa literatur penelitian diantaranya oleh (Al-Kharashi & Skitmore,2009) dan dalam penelitian (Nasser alotaibi, 2013) mengenai Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek menunjukkan kategorisasi terkait berbagai faktor dalam kelompok hingga sebelas kategori yang berperan dalam keterlambatan proyek konstruksi, yaitu:

1. Konsultan,
2. terkait dengan kontraktor,
3. terkait dengan desain,

4. terkait dengan peralatan,
5. terkait faktor eksternal,
6. terkait tenaga kerja,
7. terkait material,
8. terkait pemilik,
9. terkait proyek,
10. terkait insinyur, dan
11. perilaku manusia.

Salah satu pendekatan dalam melakukan mitigasi risiko adalah Lean Sigma. *Lean sigma* adalah sebuah sistem yang fokus kepada memenuhi atau melebihi keinginan pelanggan dengan menggunakan fakta-fakta dan data-data yang dapat dipercaya dan menggunakan kerangka kerja Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improvement*) and Kontrol (*Control*) yang di kenal dengan *DMAIC process* (Pitroda, 2017).

Faktor-faktor keterlambatan yang didapatkan dengan survey akan dinilai kevalidannya dengan korelasi pearson (nilai  $r$ ). Analisis korelasi merupakan teknik analisis yang bisa digunakan untuk menilai kuat lemahnya hubungan antara dua variabel. Variabel ini terdiri dari variabel tergantung dan variabel bebas. Besarnya hubungan antara dua variabel dinyatakan dengan nilai antara 0-1. Jika mendekati angka 1 berarti hubungan kedua variabel semakin kuat, demikian juga sebaliknya jika mendekati angka 0 berarti hubungan kedua variabel semakin lemah

Koefisien korelasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus korelasi pearson, seperti terlihat pada persamaan (1).

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Dimana :

$r$  = Koefisien Korelasi Variabel Bebas (X) dengan Variabel Bebas (Y)

$n$  = Jumlah responden

$X$  = Nilai jawaban responden

$Y$  = Total nilai jawaban responden

Uji Reliabilitas instrumen dengan melakukan tes ulang (*test-retest*) kepada responden yang sama dengan rentang waktu 2 minggu. Reliabilitas diukur dari Koefisien Korelasi ( $r$ ) antara percobaan pertama dengan percobaan berikutnya menggunakan dimasukkan ke dalam persamaan (2) di bawah:

$$r = \frac{n \sum X_1 X_2 - (\sum X_1)(\sum X_2)}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2]}} \quad (2)$$

Dimana :

$r$  = Nilai Koefesien Korelasi *Test 1* Dengan *Test 2*

$n$  = Jumlah responden

$X_1$  = Nilai jawaban responden pada *test 1*

$X_2$  = Nilai jawaban responden pada *test 2*

Apabila nilai hitung *Product Moment* ( $r$ ) > dari  $r$  tabel berarti instrumen dapat diandalkan (reliable) penggunaannya dalam penelitian tersebut. Metode *Relative Importance Index* (RII) dapat digunakan untuk menentukan kepentingan relatif dari berbagai sebab dan akibat keterlambatan (Pitroda, 2017).

Dalam studi ini metode yang sama akan diadopsi dalam berbagai kelompok seperti perencana, *supplier*, konsultan, kontraktor, dan faktor lainnya. RII akan dikalkulasikan pada setiap faktor atau pernyataan berdasarkan jawaban responden dan dihitung menggunakan Persamaan (3) berikut.

$$RII_i = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{s(n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5)} \quad (3)$$

Keterangan:

$RII_i$  = *Relative Importance Index* untuk tiap faktor  $i$

$n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  = Jumlah responden yang memberi skor “1” mewakili sangat tidak berpengaruh, “2” mewakili sedikit berpengaruh, “3” mewakili cukup berpengaruh, “4” mewakili berpengaruh, “5” sangat berpengaruh.

Kata stokastik (*stochastics*) adalah istilah untuk keacakan. *Oxford Dictionary* mengartikan proses stokastik sebagai suatu barisan kejadian yang memenuhi hukum-hukum peluang. Serangkaian ketidakpastian atau variabel berisiko umumnya digambarkan sebagai stokastik, yang diekspresikan dalam bentuk diagram distribusi probabilitas.

## METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian adalah dengan metode survey. Dalam survey, informasi dikumpulkan dari responden dengan menggunakan menggunakan instrumen berupa kuisisioner yang memiliki skala pengukuran nominal dan ordinal, dengan pendapat pakar sebagai validasi. Metode analisis data yang

digunakan adalah relative importance index (RII) untuk menghitung faktor – faktor yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan proyek pembangunan jalan tol pekanbaru – dumai seksi 1 serta analisis statistik dilakukan dengan Microsoft Excel untuk menginput data hasil kuisisioner dan melakukan uji validitas, uji reliabilitas, dan analisis deskriptifnya.

Faktor – faktor yang berpotensi menyebabkan keterlambatan proyek diidentifikasi dan kemudian dicari rujukan – rujukan literatur yang berkaitan dengan faktor – faktor keterlambatan tersebut.

### **Pengujian Instrumen Penelitian**

Setelah diperoleh rujukan kemudian dirangkum dalam bentuk draft kuisisioner. Terdapat 3 tahap dalam proses penyebaran kuisisioner, yaitu : 1. Proses validasi pakar awal; 2. Proses kuisisioner responden; dan 3 Proses Validasi Pakar Akhir. Untuk kuisisioner validasi pakar, dimana pilihan jawaban yang diberikan adalah “setuju” atau “tidak setuju” yang biasa kita kenal dengan Skala pengukuran. Sedangkan untuk kuisisioner responden diukur dengan skala ordinal, dimana digunakan skala likert guna menyusun variabel berdasarkan peringkatnya.

Variabel bebas (X) menggunakan skala dengan nilai 1 sampai dengan 5, yaitu: 1 = Tidak Berpengaruh ; 2 = Kurang Berpengaruh; 3 = Cukup Berpengaruh; 4 = Berpengaruh; dan 5 = Sangat Berpengaruh. Setelah didapatkan data dari responden, dilakukan analisis data dengan metode Relative Importance Index (RII) yang dibantu dengan program Microsoft Excel untuk mengolah data. Untuk kuisisioner validasi pakar digunakan skala pengukuran nominal, dimana pilihan jawaban yang diberikan hanya “ya” atau “tidak”. Sedangkan untuk kuisisioner responden menggunakan skala ordinal, dimana digunakan skala likert yang membantu penyusunan variabel berdasarkan peringkatnya. Variabel bebas (X) dinilai berdasarkan skala 1 sampai dengan 5, yaitu: 1 = Tidak Berpengaruh; 2 = Kurang Berpengaruh; 3 = Cukup Berpengaruh; 4 = Berpengaruh; dan 5 = Sangat Berpengaruh.

Sebelum kuisisioner dapat digunakan sebagai instrumen penelitian, maka dilakukan Uji Validitas Konstruk (*Construct Validity*) terlebih dahulu selanjutnya Uji Validitas Isi (*Content Validity*) dan terakhir dilakukan Uji Reliabilitas. Uji Validitas Konstruk menggunakan pendapat dari 3 orang ahli (*judgement experts*). Ketiga pakar itu berasal dari perusahaan yang berbeda dengan pengalaman kerja lebih dari 20 tahun. Analisis item dilakukan dengan metode Uji Validitas Isi, yaitu menghitung Koefesien Validitas isi (r) antara skor butir instrumen dengan skor total. Rumus Product Moment pada persamaan (1) digunakan untuk

menghitung koefisien validitas isi instrumen. Hasil  $r$  hitung dibandingkan dengan  $r$  tabel dimana  $df$  (degree of freedom) =  $n-2$  dengan  $\text{sig} = 5\%$ . Jika  $r$  tabel <  $r$  hitung maka pertanyaan valid.

Setelah pertanyaan dinyatakan valid, dilakukan uji realibilitas dengan cara meyebarakan kuisisioner pada seluruh responden yang sama dengan selang waktu 2 minggu dari kuisisioner awal dilakukan. Setelah didapatkan skor hasil dari kedua kuisisioner tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (2). Setelah instrumen dinyatakan reliable berarti instrumen dapat digunakan dalam penelitian ini, Langkah terakhir adalah analisis menggunakan pendekatan Relative Importance Index (RII) seperti yang terdapat di persamaan (3)

Analisis Stokastik dilakukan untuk mengetahui nilai durasi pelaksanaan proyek dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis memakai program @risk dengan menggunakan *triangle distribution*. Pemilihan *triangle distribution* mengakomodir kondisi terbaik (*minimum*), kondisi sering terjadi (*most likely*) dan aktual terjadi (*as if*).

## Hasil Percobaan

### A. Uji Validitas Instrumen (Construct Validity)

Pengujian validitas konstruk instrumen dalam penelitian ini dengan meminta pendapat 4 orang ahli (judgement experts) dalam menganalisis variabel – variabel penelitian yang akan diujikan. Pakar dalam tahap ini juga membantu untuk menambahi atau mengurangi variabel yang akan digunakan dalam penelitian serta memberikan koreksi tata bahasa agar bahasa yang digunakan dalam kuisisioner responden nanti menjadi mudah dipahami. Ketiga orang pakar memiliki rentang pengalaman kerja 20-35 tahun lebih. Dari 30 (tiga puluh) variable risiko yang diklarifikasi dan divalidasi oleh pakar, diperoleh hasil sebagai berikut :

9 (sembilan) variabel risiko disetujui oleh keempat pakar dan menjadi risiko yang signifikan 2 (dua) variable risiko tidak disetujui oleh keempat pakar sehingga dinyatakan tidak signifikan.

### B. Uji Validitas Isi (Content Validity)

9 (sembilan) variabel risiko yang disetujui oleh ketiga pakar, kemudian dilakukan Validitas isi untuk memastikan kuesioner sudah sesuai dan relevan dengan tujuan study. Uji Validitas Isi

dengan cara mencobakan instrumen kepada 14 orang responden yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 di Pulau Padang ini. Hasil uji validitas isi setelah dihitung menggunakan persamaan (1) dapat dilihat dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil perhitungan validitas isi instrument

Variabel (X)	X1	X9	X10	X11	X19	X20	X21	X24	X28
Nilai $r$ (hitung)	0,60	0,49	0,55	0,61	-0,13	0,48	0,67	0,69	0,55
$r$ Tabel	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Selisih	0,07	-0,04	0,02	0,08	-0,67	-0,05	0,14	0,15	0,02
Keterangan	V	TV	V	V	TV	TV	V	V	V

Dari tabel 4.1 diatas terdapat 3 variabel (X) yang mempunyai  $r$  hitung  $<$   $r$  tabel. yaitu X9 ( $0,49 < 0,53$ ), X19 ( $-0,13 < 0,53$ ), X20 ( $0,48 < 0,53$ ). Dengan demikian ketiga variabel tersebut tidak valid untuk dijadikan instrumen penelitian selanjutnya.

Setelah dilakukan koding semua data hasil kuisioner, dilakukan uji reliabilitas dengan rumus (2).

Nilai  $r$  hitung 0,779 lebih besar dari nilai  $r$  table 0,532, sehingga instrumen kuesioner yang digunakan dianggap sudah memiliki akurasi yang cukup tinggi.

### C. Uji Reliabilitas

Uji Reliabilitas dilakukan dengan 14 responden yang mengisi kuisioner kepada 14 responden yang sama (test retest) dilakukan 2 minggu kemudian. Selanjutnya didapat perhitungan uji reliabilitas dalam bentuk tabel koefisien korelasi seperti pada tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Proses Perhitungan Koefisien Korelasi ( $r$ ) untuk Pengujian Reliabilitas

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
37	36	1332	1369	1296
43	38	1634	1849	1444
39	34	1326	1521	1156
33	31	1023	1089	961
35	37	1295	1225	1369
38	38	1444	14	14
32	30	960	1024	900
43	41	1763	1849	1681
35	35	1225	1225	1225
<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
36	32	1152	1296	1024
38	37	1406	1444	1369
40	39	1560	1600	1521
34	30	1020	1156	900

	40	34	1360	1600	1156
	<b>52</b>	<b>49</b>	<b>18500</b>	<b>19691</b>	<b>17446</b>
<b>Total</b>					

Dapat dilihat diatas bahwasanya ketika dilakukan koding semua data hasil kuisisioner, dilakukan uji reliabilitas dengan rumus (2). Nilai r hitung 0,779 lebih besar dari nilai r table 0,532, sehingga instrumen kuesioner yang digunakan dianggap sudah memiliki akurasi yang cukup tinggi.

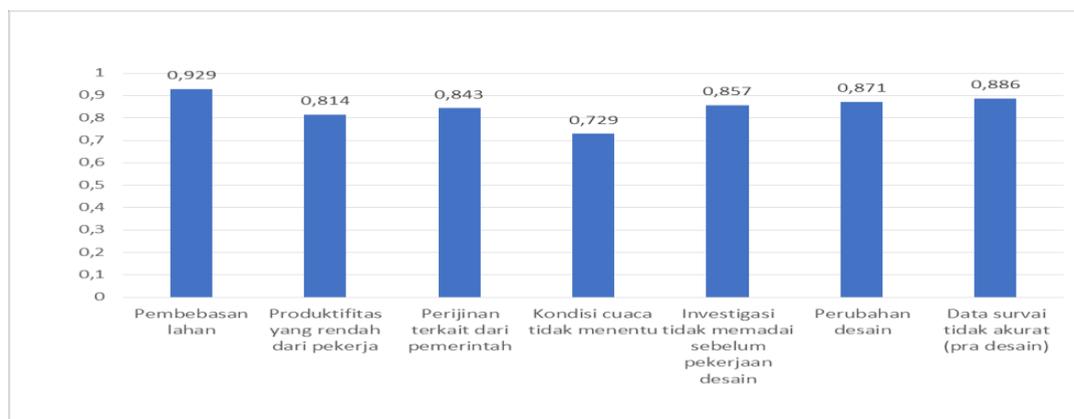
#### D. Analisis Relative Importance Index (RII)

Metode RII digunakan untuk melihat relative importance dari beberapa penyebab keterlambatan. RII akan dikalkulasikan pada setiap faktor atau pernyataan yang diperoleh dari hasil pengisian kuisisioner yang diperoleh saat pengambilan uji akhir (uji reliabilitas). Dengan menggunakan persamaan (3) didapat Relative Importance Index (RII) seperti tertera pada tabel 3 di bawah.

**Tabel 3.** Hasil Analisis *RII*

<b>Variabel</b>	<b>Faktor Performa Keterlambatan</b>	<b>RII</b>	<b>Ranking</b>
X1	Pembebasan lahan	0,929	1
X10	Produktifitas yang rendah dari pekerja	0,814	6
X11	Perijinan terkait dari pemerintah	0,843	5
X20	Kondisi cuaca tidak menentu	0,729	7
X21	Perubahan desain	0,857	4
X24	Investigasi tidak memadai sebelum pekerjaan desain	0,871	2
X28	Data survai tidak akurat (pra desain)	0,886	3

Dari tabel RII di atas dapat dilihat pengaruh terhadap keterlambatan pembangunan jalan tol pekanbaru – dumai dari berbagai faktor. 4 (empat) peringkat teratas yaitu : 1. Pembebasan lahan (0,929), 2. Investigasi tidak memadai sebelum pekerjaan desain (0,871), dan 3. Data survai tidak akurat (pra desain) (0,886) 4. Perubahan desain (0,857). Untuk mempermudah pembacaan urutan faktor – faktor yang berpengaruh terhadap kinerja waktu pelaksanaan proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 ini, dapat dilihat pada Grafik 1 di bawah.



**Gambar 1.** Grafik Peringkat RII

#### E. Analisis Stokastik

Analisis stokastik dilakukan dengan program @risk, sebuah program *add-on* untuk microsoft excel yang memungkinkan pengguna untuk menganalisis risiko. @risk dapat menunjukkan kepada pengguna hampir semua kemungkinan hasil untuk situasi apapun dan memberi tahu seberapa besar kemungkinan itu akan terjadi sehingga pengguna dapat menilai risiko mana yang harus diambil dan yang mana yang harus dihindari dalam keadaan lapangan yang penuh ketidakpastian. Terdapat beberapa versi @risk yang tersedia yaitu *tria/student version* yang lebih ditujukan untuk *educational/evaluation purposes* dan *industrial version* untuk *company/ industrial purposes*.

Dalam penelitian ini digunakan risk ranges (perkiraan 3-point) untuk elemen durasi jadwal kegiatan. Penilaian risiko kuantitatif dalam penelitian ini dianalisis menggunakan pendekatan Stokastik. Penginputan data 3-point estimate ditentukan dari kisaran nilai perkiraan risiko minimum, most likely, dan risiko maximum. Penentuan 3-point estimate dilakukan dengan cara mengalokasikan besaran risiko di masing masing kegiatan ke masing-masing durasi kegiatan. Berikut ini cara menentukan 3-point estimate risiko kegiatan

Risiko Minimum = 100% - R dominan terkecil

Risiko Maximum = 100% + R dominan terbesar

Most Likely = Median (maximum,minimum)

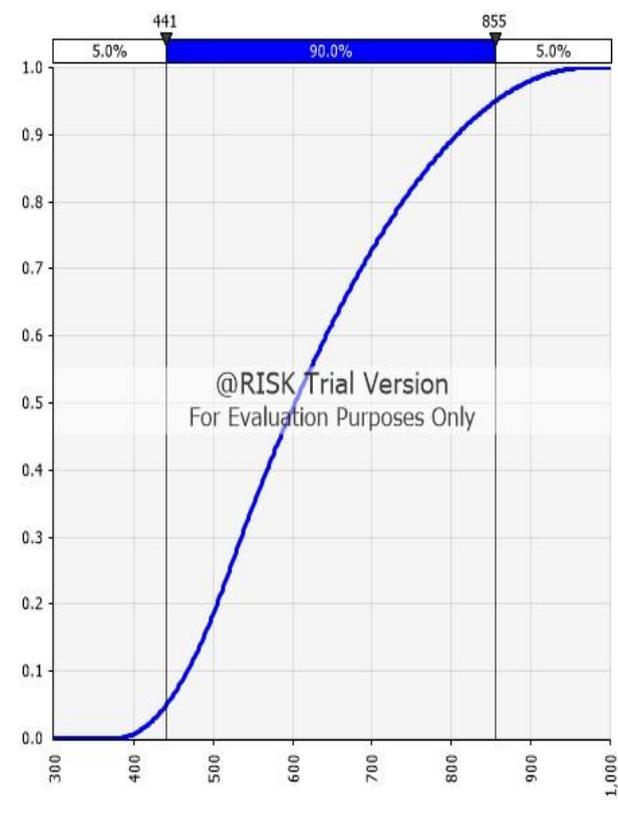
Dari hasil survey tahap kedua diperoleh risiko yang paling dominan dan yang paling rendah beserta besarnya terhadap kinerja waktu penyelesaian proyek seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah. Selanjutnya, penentuan 3-point estimate durasi ditentukan berdasarkan hasil perkalian antara besaran alokasi risiko minimum, most likely, dan risiko maximum dengan baseline durasi.

Setiap kegiatan dijelaskan dengan menggunakan analisis Stokastik dengan pendekatan 3-point estimate yaitu dengan menentukan nilai Minimum (minimum), kemungkinan besar (most

likely) dan maksimum (maximum) terhadap setiap kegiatan. Hasil 3-point estimate terhadap

seluruh kegiatan utama pada Deskripsi Pekerjaan	Durasi Rencana (hari)	Durasi kritis dapat diantisipasi			3 Titik Perkiraan Risiko Sebelum Mitigasi				
		Min. Range	Most Likely	Max. point estimate	Keadaan Lapangan				
					Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Total
BAB 1. UMUM	382	377	514	650	231	252	21	42	546
BAB 2. PEMBERSIHAN TEMPAT	175	173	236	298	98	98	28	28	252
BAB 4. PEKERJAAN TANAH	294	290	395	500	168	238	28	28	462
BAB 7. SUBGRADE	175	173	236	298	112	210	42	28	392
BAB 8. LAPIS PONDASI AGREGAT	231	228	311	393	112	224	42	28	406
BAB 9. PERKERASAN	249	246	335	424	28	266	42	28	364
BAB 13. PENCAHAYAAN LAMPU LALU LINTAS DAN PEKERJAAN LISTRIK	84	83	113	143	0	84	0	42	126
<b>Total Durasi Pekerjaan</b>	<b>382</b>	<b>377</b>	<b>514</b>	<b>650</b>					<b>1112</b>

Selanjutnya kisaran durasi pekerjaan diatas disimulasikan ulang menggunakan @risk for excel sehingga mendapatkan durasi yang telah dipengaruhi oleh risiko Hasil simulasi diatas disajikan dalam gambar 2 di bawah,



**Gambar 2.** Kurva Kumulatif Distribusi Fungsi Total Durasi Pekerjaan

Dari hasil keluaran analisis risiko terhadap waktu di atas menampilkan bahwa tidak dimungkinkan tercapainya target penyelesaian proyek dengan 382 hari kerja. Dengan tingkat probabilitas 90% total durasi pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 adalah diantara 780 - 810 hari. Dalam realisasinya proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 ini menghadapi keterlambatan hingga 1112 hari (probabilitas kejadiannya adalah diatas 95%).

Untuk penelitian berikutnya, diharapkan perlu dilakukan pendekatan dengan metoda lain agar model bisa disandingkan dengan observed, Penggunaan metode evaluasi selain RII dan Lean Sigma dapat digunakan agar dapat mereduksi keterlambatan pekerjaan lebih besar dari 23% sehingga waktu penyelesaian proyek bisa mencapai target waktu sesuai dengan rencana awal serta penerapan validasi model tidak bisa dilakukan di proyek lain tanpa adanya adaptasi terlebih dahulu terhadap faktor – faktor risiko.

## 5. Kesimpulan

### Kesimpulan

- Berdasarkan analisis faktor keterlambatan dengan metode Relative Importance Index (RII) didapatkan faktor dominan terhadap keterlambatan proyek pembangunan jalan tol pekanbaru – dumai seksi 1 dengan peringkat 4 terbesar adalah : 1. Pembebasan lahan (ORI sebesar 0,886 %), 2. Investigasi lahan tidak memadai sebelum pekerjaan desain (ORII sebesar 0,871 %), 3. Data survey tidak akurat (ORII sebesar 0,871 %), dan 4. Perubahan Desain (ORII 0,857 %)
- Berdasarkan Berdasarkan analisis stokastik setelah mitigasi yang dilakukan pada pekerjaan pembangunan jalan tol pekanbaru dumai seksi 1 dapat dilihat bahwa probabilitas keberhasilan dengan tingkat kepercayaan 95% adalah dengan durasi 1041 hari.
- Mitigasi risiko dengan metode Lean Sigma dengan menerapkan kerangka kerja DMAIC dan konsep Just In Time (JIT), Mistake Proofing and Prevention (Poka-yoke), Do Right At The First Time pada pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis yaitu : 1) Pekerjaan umum, 2) Pembersihan tempat kerja, 3) Pekerjaan tanah, 4) Pekerjaan tanah dasar (*subgrade*), 5) Pekerjaan lapis pondasi agregat, 6) Pekerjaan perkerasan, 7) Pencahayaan lampu lalu lintas dan pekerjaan listrik
- Setelah dilakukan analisis risiko dan mitigasi dengan metode Lean Sigma maka didapat optimasi kinerja waktu dan kemudian dengan bantuan program @risk didapat bahwa dengan tingkat keyakinan keberhasilan 95 % didapat durasi optimal proyek yaitu 855 hari, artinya 23 % lebih optimal dari durasi

keterlambatan aktual yaitu 1112 hari.

### **Daftar Pustaka**

- Ari Sandhyavitri, (2019). Stochastic analyses for managing risk of delay in Duri oil construction projects, Indonesia.
- Artika, (2014). *Penerapan Metode Lean Project Management dalam proyek konstruksi pada pembangunan gedung dprd kabupaten ogan ilir Metode Lean project management*, 6.
- Aziz R. F. (2013). *Ranking of Delay Factors in Construction Project After Egyptian Revolution, dalam Jurnal Alexandria Engineering Journal*, Alexandria University, Mesir.
- Pitroda, P.A (2017). *Rangking Of Factor Affering Formwork Causing Delay in Conctruction Project by RII Method*. India: Intitut Technology Babaria.
- Hermawan, F. (2011). *Pengaruh Pembebasan Lahan Terhadap Risiko Proyek Konstruksi*. Vol. 32 no. 2 tahun 2011, ISSN 0852-1697
- Hong anh vu, J. W. (2016). *Research.on cost overrun risk of construction phase of vietnam highway international contracting project*. Engineering, Vol 8. No. 3. institute, p. m.
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge - Fifth Edition PMBOK*, Project Management Institute, Inc, Pennsylvania.
- Robbani, B. (2020). *Analisis Faktor Keterlambatan dan Optimasi Kinerja Proyek Pengadaan Transmisi 500 KV Sumatra*. Pekanbaru: universitas riau.
- Sakinah, B. F. (2015). *Analisis penyebab keterlambatan pada pekerjaan konstruksi jalan kabupaten lombok tengah dengan metode analisa faktor*. Malang. universitas brawijaya.
- Sukirno. (2016). *Analisis Risiko Waktu di Proyek Konstruksi Untuk meningkatkan kinerja waktu dan biaya (Studi kasus proyek ampuh pressure maintenance)*. Pekanbaru.