



SIMULASI SISTEM DINAMIS DALAM PERANCANGAN MITIGASI RISIKO PENGADAAN MATERIAL ALAT EXCAVATOR DENGAN METODE FMEA DAN FUZZY AHP

Asep Ridwan^{1*}, Putro Ferro Ferdinand², Nur Laelasari³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jend. Sudirman Km.3 Cilegon-Banten, Indonesia 42435

*Email: asep.ridwan@untirta.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 19/02/2019
Naskah Direvisi 03/04/2019
Naskah Disetujui 05/04/2019
Naskah Online 06/04/2019

ABSTRAK

Pengadaan merupakan salah satu komponen utama dalam sistem rantai pasok yang berperan penting dalam segi mutu produk yang dihasilkan dan dituntut dapat menciptakan keunggulan daya saing. PT PQR merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri manufaktur pembuatan produk alat berat dan persenjataan komersial di Indonesia diantaranya alat berat excavator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang simulasi sistem dinamis dalam mitigasi risiko pengadaan alat excavator dengan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dan Fuzzy AHP (*Analytical Hierarchy Process*). FMEA digunakan dalam mengidentifikasi dan menilai risiko, sedangkan Fuzzy AHP digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang akan dimitigasi. Rancangan mitigasi risiko diusulkan dalam pengadaan bahan baku pembuatan alat excavator dengan simulasi sistem dinamis. Hasil identifikasi didapat 12 kejadian risiko yang teridentifikasi yaitu adanya perubahan *Purchase Requisition* (PR) yang dibuat oleh user, dokumen kelengkapan PR yang dikirimkan oleh user tidak lengkap, sumber penyedia terbatas, kurang jelasnya user pada saat penjelasan (*Aanwijzing*), penggunaan *e-procurement* belum dilaksanakan, tidak tercapainya kesepakatan harga, kecurangan oleh oknum tertentu, pemutusan kontrak secara sepihak, material terlambat datang dari penyedia, material yang datang tidak sesuai spesifikasi, kebakaran gudang, dan kebutuhan material tidak terpenuhi. Risiko yang diprioritaskan dengan nilai *Weighted Risk Priority Number* (WRPN) tertinggi sebesar 6,124 yaitu kejadian risiko material bahan baku terlambat datang. Rancangan mitigasi risiko yang diusulkan adalah memperbaiki koordinasi antara perusahaan dengan supplier dalam pengadaan material bahan baku. Hasil simulasi dengan sistem dinamis diperoleh skenario terbaik yang diusulkan adalah pengadaan persediaan bahan baku sebanyak 50 pcs per bulannya dengan *lead time* 1 bulan.

Kata kunci: Risiko, FMEA, Fuzzy AHP, Excavator, Simulasi Sistem Dinamis

1. PENDAHULUAN

PT PQR merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri manufaktur pembuatan produk alat berat dan persenjataan komersial di Indonesia yang pada bulan Juni 2016 telah memproduksi *massal* alat *excavator*. Proses pengadaan material yang terdapat di PT PQR antara lain *user* mengirimkan dokumen *Purchase Requisition* (PR) ke bagian pengadaan, penjelasan (*Aanwijzing*) oleh user dan pembukaan penawaran, negosiasi harga dan penetapan pemenang pelelangan, pelaksanaan kontrak dan pengiriman material dari penyedia terpilih, dan yang terakhir adalah proses pemeriksaan dan penerimaan material. Masalah yang sering terjadi adalah terganggunya aktifitas produksi yang berimbas pada pengiriman *finish good product* ke tangan konsumen akhir yang diindikasikan karena terdapat risiko yang terjadi pada setiap proses pengadaan barang. Permasalahan ini merupakan risiko yang harus ditangani oleh pihak perusahaan agar proses aktifitas bisnis di perusahaan dapat berjalan lancar.

Pengadaan merupakan salah satu komponen utama *supply chain management*, tidak hanya berperan secara strategis dalam menciptakan keunggulan dari segi ongkos, melainkan berperan penting dalam segi kualitas produk yang dihasilkan dan juga dituntut untuk bisa menciptakan keunggulan dari segi waktu (Pujawan, 2017). Pengadaan adalah pembelian bahan - bahan (*material*) yang dibutuhkan oleh suatu organisasi (Armstrong, 2001 dalam Vebraudia, 2012). Risiko menjadi hal yang menarik untuk dikaji termasuk dalam pengadaan. Menurut Darmawi (1990) risiko adalah kemungkinan terjadinya akibat buruk (kerugian) yang tak diinginkan, atau tidak terduga. Dengan kata lain "Kemungkinan" itu sudah menunjukkan adanya ketidakpastian. Ketidakpastian itu merupakan kondisi yang menyebabkan tumbuhnya risiko. Untuk menanggulangi risiko yang sudah dipaparkan, perusahaan perlu melakukan manajemen risiko untuk mencegah terjadinya risiko tersebut. Manajemen risiko didefinisikan sebagai proses, mengidentifikasi, mengukur dan memastikan risiko dan mengembangkan strategi untuk mengelola risiko tersebut (Lokobal dkk, 2014).

Penelitian-penelitian terdahulu dalam menganalisis risiko diantaranya Nurtjahyo dkk. (2008); Manuj and Mentzer (2008); Oktavia dkk. (2013); Sarinah dan Djatna (2015); dan Ariani dan Jati (2016). Nurtjahyo dkk. (2008) menjelaskan terjadinya risiko yang dapat berdampak negatif bagi perusahaan, semakin besar industri dan target pasarnya, maka akan semakin besar pula kemungkinan risiko - risiko yang dapat terjadi. Manuj and Mentzer (2008) mengemukakan risiko pada rantai pasok global yang lebih kompleks karena berpotensi lebih banyak *delay*, ketidakpastian yang lebih besar, dan perlunya koordinasi komunikasi, dan pemantauan yang lebih besar. Oktavia dkk. (2013) menerangkan banyaknya risiko pada proses pengadaan barang di sebuah perusahaan yang akan

berpengaruh pada proses bisnis di perusahaan tersebut. Sarinah dan Djatna (2015) merumuskan strategi penanganan risiko kekurangan pasokan dalam bahan baku rumput laut kering dengan memilih pemasok. Ariani dan Jati (2016) menganalisis risiko pada proses pengadaan melalui *e - procurement* di pusat penelitian X menggunakan metode FMEA.

Beberapa penelitian tentang risiko dalam pengadaan bahan baku dilakukan oleh Japar dkk. (2013), dimana perusahaan beberapa kali mengalami kekurangan bahan baku ketika permintaan melonjak dan kelebihan bahan baku ketika permintaan menurun. Hal ini terjadi karena metode pemesanan bahan baku berdasarkan nilai rata-rata kebutuhan bahan baku yang diterapkan perusahaan kurang efektif dalam menghadapi fluktuasi permintaan dan variasi *lead time*. Penelitian lain dilakukan Ridwan dkk. (2018) dalam merumuskan kebijakan persediaan bahan baku Model P Backorder untuk mengantisipasi persediaan bahan baku yang kekurangan atau kelebihan.

Dalam merancang usulan prioritas mitigasi risiko pada proses pengadaan barang dapat dilakukan dengan beberapa alat seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang merupakan salah satu metode manajemen risiko yang sistematis dan dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mendokumentasikan penyebab serta efek dari kegagalan pada suatu proses. Menurut Jenab et al. (2015) pada tahun 1980 hingga 1990, FMEA mulai diterapkan secara luas oleh industri lain. FMEA mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan suatu produk atau proses dan efek yang mungkin muncul, serta tindakan yang diperlukan untuk menghilangkan atau mengurangi potensi kegagalan yang mungkin terjadi.

Sedangkan untuk memilih prioritas risiko yang akan dimitigasi diantaranya menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang merupakan proses yang ampuh untuk menanggulangi berbagai persoalan politik dan sosio-ekonomi yang kompleks. Menurut Saaty (1991), dalam memecahkan persoalan dengan analisis logis eksplisit, ada tiga prinsip yang digunakan diantaranya adalah prinsip menyusun hierarki, prinsip menetapkan prioritas dan prinsip konsistensi. Perbedaan metode AHP dengan *fuzzy AHP* adalah implementasi bobot perbandingan berpasangan di dalam matriks perbandingan. Pada metode *fuzzy AHP* bobot perbandingan berpasangan diwakili oleh tiga variabel (l, m, u) yang disebut *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Teori ini merupakan suatu metode matematika yang salah satu manfaatnya adalah mengekspresikan hal - hal yang bersifat tidak tegas (*vague*) yang muncul dalam ilmu alam, ilmu sosial, atau ilmu bahasa (Zadeh, 1965 dalam Puspitasari, 2009). Pendekatan TFN dalam metode AHP digunakan untuk meminimalisasi ketidakpastian dalam skala AHP. Cara pendekatan yang dilakukan adalah dengan melakukan fuzzifikasi pada skala AHP sehingga diperoleh skala baru yang disebut skala *fuzzy AHP*.

Dalam merancang mitigasi risiko sebagai hasil prioritas dari FMEA dan Fuzzy AHP, bisa dilakukan dengan simulasi sistem dinamis sehingga tidak langsung diterapkan secara langsung di lapangan. Sistem dinamis adalah metodologi untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik yang kompleks, seperti yang biasa ditemui dalam dunia bisnis dan sistem sosial lainnya. Penelitian terkait simulasi sistem dinamis diantaranya Ridwan dkk. (2017) menggunakan sistem dinamis dalam perancangan model *cost of quality* di pelabuhan. Silaen (2012) merumuskan kebijakan persediaan model P dengan simulasi sistem dinamis.

Berdasarkan kondisi perusahaan dan penelitian-penelitian terdahulu, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang simulasi sistem dinamis dalam mitigasi risiko pengadaan alat *excavator* dengan FMEA dan Fuzzy AHP. Dengan adanya penelitian ini, risiko dalam pengadaan alat *excavator* dapat diidentifikasi, dianalisis, dan dilakukan mitigasi sehingga risiko ini bisa dikurangi.

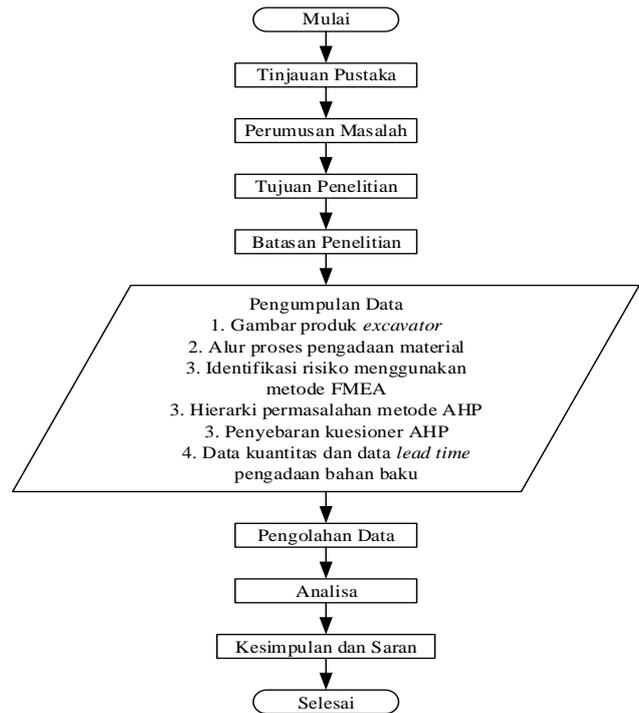
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah pendekatan kualitatif dengan menggunakan metode survei. Pada penelitian ini, penelitian kualitatif berdasarkan pengisian kuesioner yang bertujuan untuk mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif. Setelah mendapatkan data kuantitatif, dilakukan pengolahan data berdasarkan uji statistik. Pengisian kuesioner dan wawancara berdasarkan oleh pemahaman para *expert* pada pengadaan barang selama 4 tahun lebih. Penelitian ini dilakukan di divisi ISC (*Integrated Supply Chain*) yang memiliki tugas pokok menyediakan kebutuhan dan pasokan barang atau jasa di bawah kontrak atau pembelian langsung untuk memenuhi kebutuhan bisnis di PT PQR.

Pengumpulan data didapatkan melalui cara berikut:

1. Data Primer
 - Merupakan data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung dan melakukan wawancara dengan *expert* yang terlibat secara langsung dengan objek yang sedang diteliti. Data yang diperoleh adalah:
 - a. Alur proses pengadaan material.
 - b. Identifikasi risiko yang terdapat pada proses pengadaan material.
 - c. Penilaian risiko menggunakan metode FMEA dan kuesioner AHP (*Analytical Hierarchy Process*).
2. Data Sekunder
 - Merupakan data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data sekunder pada penelitian ini antara lain:
 - a. Data kuantitas *raw material* komponen *arm*
 - b. Data *lead time raw material* komponen *arm*.
 - c. Data identifikasi risiko yang diperoleh dari pustaka.

Alur pemecahan masalah ditunjukkan dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Flowchart Alur Pemecahan Masalah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Alat *excavator* ditunjukkan dalam Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Alat Excavator (Sumber: PT PQR)

Berikut merupakan identifikasi risiko pengadaan alat *excavator* di PT PQR.

Tabel 1. Identifikasi Risiko Pengadaan Material

Proses	Kejadian Risiko	RPN
PR (<i>Purchase Requisition</i>) terbit dari user	Adanya perubahan PR yang dibuat oleh user	18
	Dokumen yang dikirimkan tidak lengkap.	12
Penjelasan (<i>Aanwijzing</i>) oleh user dan pembukaan penawaran	Sumber penyedia terbatas, terutama untuk material-material dengan spesifikasi khusus.	6
	Kurang jelasnya user pada saat penjelasan (<i>Aanwijzing</i>)	9

Tabel 1. Identifikasi Risiko Pengadaan Material (lanjutan)

	Penggunaan <i>e-procurement</i> yang belum dilaksanakan.	9
Negosiasi harga dan penetapan pemenang pelelangan	Tidak tercapainya kesepakatan harga	9
	Terjadinya kecurangan yang dilakukan oleh oknum tertentu	12
Pelaksanaan kontrak dan pengiriman material dari penyedia	Pemutusan kontrak secara sepihak oleh penyedia	6
	Terlambatnya material datang dari penyedia	18
Pemeriksaan dan penerimaan material	Material yang datang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan	18
	Kebakaran gudang	3
	Penyedia tidak dapat memenuhi kebutuhan material	12

Dari tabel 1 diatas diperoleh ada 3 kejadian risiko dengan nilai RPN tertinggi sebesar 18, yaitu: adanya perubahan PR yang dibuat oleh user; Terlambatnya material datang dari penyedia; dan Material yang datang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Sedangkan dengan Metode AHP diperoleh rekapitulasi bobot kriteria dan subkriteria di Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Bobot Kriteria dan Subkriteria

Kriteria	Bobot kriteria AHP	Sub kriteria	Bobot sub kriteria AHP	Bobot total AHP
PR terbit dari user	0,153	Perubahan PR	0,187	0,029
		Kelengkapan dokumen PR	0,813	0,124
Penjelasan (<i>Aanwijzing</i>) oleh user dan pembukaan penawaran	0,104	Terbatasnya sumber penyedia	0,173	0,018
		Kejelasan user pada saat <i>Aanwijzing</i> (<i>penjelasan</i>)	0,465	0,048
		Penggunaan <i>e-procurement</i> belum dilaksanakan	0,361	0,038
Negosiasi harga dan penetapan pemenang	0,096	Tidak tercapainya kesepakatan harga	0,658	0,064
		Tindak kecurangan oleh oknum tertentu	0,342	0,033
Pelaksanaan kontrak dan pengiriman material dari penyedia	0,400	Pemutusan kontrak secara sepihak oleh penyedia	0,150	0,060
		Material terlambat datang	0,850	0,340
Pemeriksaan dan penerimaan material	0,247	Kesesuaian spesifikasi material	0,587	0,145
		Kebakaran gudang	0,200	0,049
		Kebutuhan material tidak terpenuhi	0,213	0,052

Dari Tabel 2 diperoleh kejadian risiko tertinggi ada pada material terlambat datang dengan nilai bobot

sebesar 0,340. Setelah didapatkan bobot berdasarkan nilai RPN dari FMEA dan fuzzy AHP, maka langkah selanjutnya adalah mengevaluasi kejadian risiko yang harus diprioritaskan. Hasil tersebut didapatkan dari hasil perkalian bobot AHP dan nilai RPN dari FMEA, nilai gabungannya ditampilkan di Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Gabungan nilai AHP dan FMEA

KRITERIA	BOBOT KRITERIA AHP	SUB KRITERIA	HASIL WRPN	RANK
PR terbit dari user	0,153	Perubahan PR	0,514	6
		Kelengkapan dokumen PR	1,488	3
Penjelasan (<i>Aanwijzing</i>) oleh user dan pembukaan penawaran	0,104	Terbatasnya sumber penyedia	0,108	12
		Kejelasan user pada saat <i>Aanwijzing</i> (<i>penjelasan</i>)	0,435	7
		Penggunaan <i>e-procurement</i> belum dilaksanakan	0,338	10
Negosiasi harga dan penetapan pemenang	0,096	Tidak tercapainya kesepakatan harga	0,572	5
		Tindak kecurangan oleh oknum tertentu	0,395	8
Pelaksanaan kontrak dan pengiriman material dari penyedia	0,400	Pemutusan kontrak secara sepihak oleh penyedia	0,361	9
		Material terlambat datang	6,124	1
Pemeriksaan dan penerimaan material	0,247	Kesesuaian spesifikasi material	2,609	2
		Kebakaran gudang	0,888	11
		Kebutuhan material tidak terpenuhi	0,630	4

Dari Tabel 3 diatas diperoleh bahwa risiko kegagalan dalam material terlambat datang menempati ranking pertama sebagai prioritas permasalahan yang harus segera diatasi dengan nilai WRPN =6,124. Selanjutnya dilakukan mitigasi risiko yang akan diprioritaskan untuk perbaikan yang dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Mitigasi Risiko berdasarkan nilai WRPN tertinggi

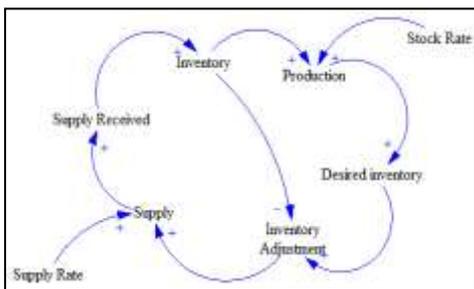
R	Mode of Failure	Actionable Cause	Design Action/Potential Solution
1	Material terlambat datang	Kurangnya kontrol dari pengadaan tentang keadaan material pada saat dikirim	Memperbaiki koordinasi antara perusahaan dengan

supplier

Tabel 4. Mitigasi Risiko berdasarkan nilai WRPN tertinggi (lanjutan)

2	Kesesuaian spesifikasi material yang dikirim oleh penyedia.	Material yang dikirimkan oleh penyedia tidak sesuai spesifikasi.	Menjalinkan komunikasi yang baik dengan penyedia terpilih
3	Kelengkapan dokumen PR	Dokumen PR tidak lengkap dikarenakan user tidak mengetahui kelengkapan dokumen yang harus dipersiapkan	Membuat daftar kelengkapan <i>Purchase Requisition</i> (PR)
4	Kebutuhan material tidak terpenuhi	Kebutuhan material tidak dapat dipenuhi oleh penyedia dan tidak adanya monitoring kepada penyedia	Monitoring pekerjaan pesanan secara intensif
5	Tidak tercapainya kesepakatan harga	Tidak tercapainya kesepakatan karena harga yang ditawarkan oleh penyedia masih di atas Harga Perkiraan sendiri (HPS)	HPS dibuat dalam <i>range</i> maksimal dan minimal

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan bahwa mitigasi risiko yang diusulkan untuk material terlambat datang adalah memperbaiki koordinasi antara perusahaan dengan *supplier*. Dari risiko tersebut, peneliti merancang simulasi dalam pengadaan persediaan bahan baku dengan simulasi sistem dinamis. Model konseptual dibuat dengan membuat *Causal Loop Diagram (CLD)*. CLD merupakan suatu mata rantai yang menggambarkan identifikasi masalah dalam pendekatan sistem yang menghubungkan berbagai kepentingan dengan permasalahan yang dihadapi. CLD persediaan bahan baku sebagai model konseptual diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Causal Loop Diagram Persediaan Bahan Baku

Untuk menjalankan simulasi dari model konseptual yang dibuat, maka diambil data persediaan selama 12 bulan. Tabel 5 merupakan persediaan per bulan dan target produksi yang dicapai per bulan.

Tabel 5. Data *Inventory* Simulasi Nyata dan Target Produksi per Bulan

Bulan ke	Persediaan (pcs/mo)	Produksi (pcs/mo)
1	8,21	50
2	6,79	50
3	14,88	50

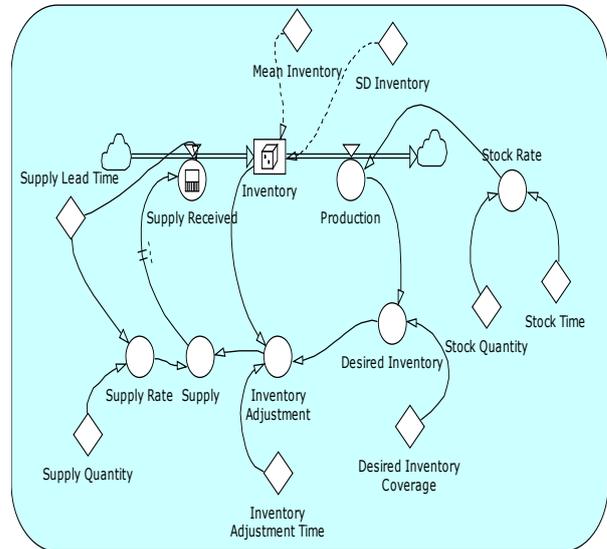
4 30,04 50

Tabel 5. Data *Inventory* Simulasi Nyata dan Target Produksi per Bulan (Lanjutan)

5	47,17	50
6	60,19	50
7	64,96	50
8	61,54	50
9	52,23	50
10	39,39	50

Setelah dilakukan uji kenormaan dengan Uji Kolmogorov Smirnov, diketahui bahwa data berdistribusi normal.

Berikutnya dibuat Stock Flow Diagram (SFD) yang dikembangkan dari CLD untuk disimulasikan menggunakan software Powersim Studio 10 dalam Gambar 4.



Gambar 4. Stock Flow Diagram Persediaan Bahan Baku

Setelah simulasi dijalankan maka didapatkan perbandingan hasil persediaan di sistem nyata dengan hasil simulasi untuk memvalidasi model yang dibuat seperti ditunjukkan dalam Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Perbandingan Data *Inventory* di Sistem Nyata dengan Simulasi

No	Persediaan hasil simulasi (pcs/mo)	Persediaan hasil nyata (pcs/mo)
1	75,550	8,21
2	81,520	6,79
3	78,150	14,88
4	68,630	30,04
5	55,570	47,17
6	40,650	60,19
7	25,350	64,96
8	12,900	61,54
9	7,310	52,23
10	10,840	39,39

Dari Tabel 6, dilakukan uji validasi dengan menggunakan *Two Sample T-Test* dengan $t_{stat} (0,601) < t_{critical} (2,101)$ sehingga disimpulkan bahwa

model valid, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada data persediaan hasil simulasi dan hasil nyata.

Selanjutnya dilakukan perancangan skenario yaitu skenario 1 dengan mempersingkat *lead time* 3 bulan menjadi 2 bulan tetapi tidak mengurangi kuantitas pengadaan *raw material* yaitu 100 pcs. Sedangkan skenario 2 dengan mempersingkat *lead time* 3 bulan menjadi 1 bulan dan mengurangi kuantitas pengadaan *raw material* yaitu 50 pcs. Hasil yang diperoleh ditunjukkan dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Data *Output Inventory* Usulan Perbaikan Simulasi

No	Eksisting (pcs/mo)	Skenario 1 (pcs/mo)	Skenario 2 (pcs/mo)
1	75,550	105,00	73,020
2	81,520	113,21	73,400
3	78,150	116,13	73,430
4	68,630	117,07	73,430
5	55,570	117,35	73,430
6	40,650	117,43	73,430
7	25,350	117,45	73,430
8	12,900	117,46	73,430
9	7,310	117,46	73,430
10	10,840	105,00	73,430
Total	456,470	1.156,020	733,860

Skenario 2 diusulkan dapat dipilih dengan nilai total persediaan lebih kecil dari skenario 1.

4. KESIMPULAN

Di bawah ini merupakan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Terdapat dua belas kejadian risiko yang teridentifikasi dalam proses pengadaan material pada alat *excavator* di PT PQR.
2. Risiko yang diprioritaskan ada pada risiko dengan nilai *Weighted Rank Priority Number (WRPN)* tertinggi sebesar 6,124 yaitu kejadian risiko material terlambat datang pada proses pembuatan dan pelaksanaan kontrak dengan penyedia.
3. Aksi mitigasi prioritas risiko pada proses pengadaan bahan baku pada alat *excavator* di PT PQR adalah memperbaiki koordinasi antara perusahaan dengan *supplier* dengan menerapkan usulan perbaikan 2 yaitu pengadaan material bahan baku *excavator* sebanyak 50 pcs per bulannya dengan *lead time* 1 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim manajemen PT. PQR yang telah memberikan kesempatan kepada kami dalam memfasilitasi penelitian baik observasi secara langsung maupun data sekunder. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada para reviewer yang telah memberikan masukan yang berharga untuk makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, A.F. dan Jati, R.K. 2016. Analisis Risiko Pada Proses Pengadaan melalui *E – procurement* di Pusat Penelitian X. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Tangerang.
- Darmawi, H. 1990. Manajemen Risiko. Edisi Pertama. Bumi Aksara, Jakarta.
- Japar, F. Napitupulu, H. L, Siregar. I 2013. Aplikasi Teknik Simulasi untuk Perencanaan Persediaan dan Pemesanan Bahan Baku di PT. XYZ. e-Journal Teknik Industri FT USU. Vol. 3, No 4, pp.18-22
- Jenab, K., Kelley, T.K., Khoury, S. 2015. Bayesian Failure Modes and Effects Analysis: Case Study for the 1986 Challenger Failure. International Journal of Engineering Research & Technology, Vol. 4, Issue 05, pp.685-690.
- Manuj, I., and Mentzer, J.T. 2008. Global Supply Chain Risk Management. Universitas Texas Utara, Texas Utara.
- Nurtjahyo, B. Muslim, E. Rahman, M. A. 2008. Analisis Manajemen Risiko Pada Produksi Mesin Motor di PT. X dengan Pendekatan Sistem Dinamis. Prosiding TEKNO SIM 2008, Yogyakarta, 16 Oktober 2008.
- Oktavia, C.W., Pujawan, I.N., dan Baihaqi, I. 2013. Analisis Dan Mitigasi Risiko pada Proses Pengadaan Barang dan Jasa Dengan Pendekatan Metode Interpretive Structural Modelling (ISM), Analytic Network Process (ANP), dan House of Risk (HOR). Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIX Program Studi MMT ITS. Surabaya, 2 November 2013.
- Pujawan, I.N. and Mahendrawathi, E.R., 2017. Supply Chain Management, Edisi 3. ANDI, Yogyakarta.
- Puspitasari, D. 2009. Analisis Risiko pada Proses Pengadaan Melalui *E – procurement*. Skripsi. Jurusan Teknik Industri Universitas Indonesia, Depok.
- Ridwan, A. Ekawati, R. Ferdinant, P. R, Alief, M. W. 2017. Simulasi Penurunan Nilai *Lost Cargo* di Pelabuhan Dengan Pendekatan Sistem Dinamis. Journal Industrial Servicess. Vol. 2, No. 2, pp.192-200
- Ridwan, A., Febianti, Evi, Maulana, B. 2018. Integrasi Simulasi Monte Carlo dan Sistem Dinamis dalam Merumuskan Kebijakan Persediaan Bahan Baku Model *P Backorder* , Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SenTI) UGM, Yogyakarta, 17 Oktober 2018.
- Saaty, T.L. 1991. Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin. Dalam I Kirti Peniwati. (Editor). Seri Manajemen No. 134. PT Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta Pusat.
- Lokobal, A., Sumajouw, M.D.J., Sompie, B.F 2014. Manajemen Risiko pada Perusahaan Jasa pelaksana Konstruksi di Propinsi Papua. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.4, No.2, pp.109-118.
- Sarinah dan Djatna, T. 2015. Analisis Strategi Penanganan Risiko Kekurangan Pasokan Pada Industri Pengolahan Rumput Laut: Kasus Di Sulawesi Selatan. AGRITECH, Vol 35, No. 2, pp.223-233.
- Silaen, H.S.N.M., 2012. Simulasi Kebijakan Persediaan Optimal pada Sistem Persediaan Probabilistik Model P Menggunakan Powersim. Skripsi. Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Vebraudia, V. 2012. Analisis Pengendalian Aktifitas Pada Proses Pengadaan Barang Dan Jasa Secara Elektronik pada PT JKL. Skripsi. Jurusan Akuntansi Universitas Indonesia, Depok.