

Mitigasi Risiko Proses Produksi Pada Lini Wood Working Menggunakan Pendekatan Logika Fuzzy

Nazaruddin¹, Winie Septiani²

¹) Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: nazar.sutan@uin-suska.ac.id

²) Jurusan Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti,
Jl. Kyai Tapa 1, Jakarta, 11440, Phone 021-5605834.

Email: winnie_septiani@yahoo.com

ABSTRAK

Proses lini wood working merupakan proses produksi bahan baku kayu yang dibentuk sesuai dengan ukuran yang ditentukan untuk dijadikan bagian penyusun piano. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model mitigasi prioritas dengan mengidentifikasi dan mengukur risiko dalam proses produksi. Model tersebut terbagi menjadi dua sub model yaitu model pengukuran risiko dan model mitigasi risiko. Model pengukuran risiko menggunakan pendekatan Fuzzy Inference System (FIS), model mitigasi risiko menggunakan pendekatan House of risk (HOR). Hasil pengukuran risiko menghasilkan keluaran berupa Fuzzy Risk Priority Number (FRPN). Terdapat 7 potensi risiko, yaitu risiko bagian dalam triplek mengalami ruang akibat pengepresan yang tidak sempurna, risiko terperangkapnya angin di dalam lemari piano, risiko pemboran kayu yang tidak tepat, risiko kerusakan pemotongan pada sisi sisi kabinet piano, risiko kabinet piano press tidak memenuhi standar, risiko bahan baku kayu dan lem tidak bercampur, risiko cat terkelupas. Terdapat 21 aksi mitigasi yang terbagi dalam masing-masing risiko. HOR menunjukkan nilai korelasi antara mitigasi, sumber risiko, kemudahan penerapan risiko.

Kata kunci : *Fuzzy Iference System; Fuzzy Risk Priority Number; House of Risk; Proses Produksi, Mitigasi Risiko*

ABSTRACT

The wood working line process is the production process of wood raw materials formed according to the specified size to be used as part of the body of the piano. This study aims to design a priority mitigation model by identifying and measuring risks in the production process. The model is divided into two sub models, namely the risk measurement model and the risk mitigation model. The risk measurement model uses the Fuzzy Inference System (FIS) approach, the risk mitigation model uses the House of risk (HOR) approach. The results of risk measurement produce an output in the form of a Fuzzy Risk Priority Number. There are 7 potential risks, namely the risk of the inside of the plywood having space due to imperfect press, the risk of wind being trapped in the piano cabinet, the risk of imprecise wood drilling, the risk of cutting damage to the sides of the piano cabinet, the risk of the piano cabinet press not being up to standard, the risk of raw materials wood and glue don't mix, risk of peeling paint. There are 21 mitigation actions that are divided into each risk. HOR shows the value of the correlation between mitigation, sources of risk, ease of implementing risk.

Keywords: *Fuzzy Iference System; Fuzzy Risk Priority Number; House of Risk; Production Process. Risk Mitigation*

Pendahuluan

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur perusahaan ini memproduksi piano. Piano yang diproduksi adalah Upright Piano dan Grand Piano. Proses awal pembuatan piano dimulai pada jalur produksi pengerjaan kayu, pada tahap ini bahan baku kayu dibentuk sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan untuk menjadi lemari untuk badan piano. Secara umum proses pengerjaan kayu terdiri dari pengeleman, hot press, cutting, perakitan blok papan, pengamplasan dasar, penyemprotan, pengamplasan buffing, dan buffing. Contoh lemari yang dibuat antara lain kaki piano, papan samping, papan jatuh, rangka atas. Proses pada pengerjaan kayu merupakan proses awal untuk mengukur kualitas tampilan piano. Jika produk yang dihasilkan oleh wood working line mengalami masalah kualitas seperti kegagalan hasil proses, maka beresiko mengganggu tampilan piano.

Resiko kegagalan yang sering terjadi pada jalur pengerjaan kayu, misalnya benturan melar, kotor, patah, terpelintir, Uki (benturan akibat resiko pengamplasan), dan permukaan kasar. Jika resiko tidak diketahui, sumber risiko akan menimbulkan kegagalan baru. Resiko kegagalan yang terjadi akan berdampak pada kegiatan pengerjaan ulang, jika pengerjaan ulang terjadi maka akan membutuhkan waktu dan biaya tambahan misalnya dari 150 lemari yang direkatkan rata-rata 16 lemari harus dikerjakan ulang atau 10.6% setiap hari.

Mengidentifikasi kegagalan proses produksi dengan mengklasifikasikan jenis kegagalan, penyebab kegagalan dan dampak kegagalan proses tersebut. Setiap penyebab kegagalan dianalisis dengan memberikan penilaian berdasarkan *Severity*, *Occurance*, *Detectibility* [1]. Mengidentifikasi faktor risiko berdasarkan pendapat ahli, kemudian mengevaluasi peringkat hirarkis risiko menggunakan nilai defuzzifikasi [2]. Mengembangkan instrumen pengukuran risiko dalam proses produksi berdasarkan pengelompokan kejadian risiko, agen risiko, tujuan dan sumber risiko [3]. Mengurangi masalah seperti ketidakpastian dan risiko manajemen dalam masalah terkait di lini produksi. Risiko yang berkurang dimitigasi dan kemudian disimulasikan dari awal hingga akhir proses [4]. menentukan urutan prioritas pengambilan keputusan menggunakan fuzzy untuk menguatkan prioritas penanganan risiko dengan mengidentifikasi faktor risiko kemudian mengukur dan mengurutkan risiko berdasarkan fuzzy risk priority number. Fuzzy digunakan untuk mengembangkan penilaian risiko, dengan sistem pendapat pakar, risikonya dapat dievaluasi secara langsung menggunakan istilah linguistik, pengetahuan fuzzy mengintegrasikan faktor-faktor risiko yang mungkin ke dalam proses pengambilan keputusan penilaian risiko[5].

Sebelum menggunakan logika fuzzy, terlebih dahulu angka-angka craps untuk input fuzzy diukur dan dinilai dengan mengelompokkan risiko-risiko ke dalam kelompok low, moderate, high dan very high

[6]. Setiap faktor risiko akan diukur dengan bahasa linguistik dan penilaiannya berdasarkan occurrence, severity, occurrence, detectibility. Likelihood of occurrence menunjukkan peluang terjadinya risiko, Likelihood severity menunjukkan tingkat keparahan yang ditimbulkan, sedangkan Likelihood detectibility adalah tingkat kesulitan dalam mengidentifikasi risiko yang terjadi [7].

Tujuan penelitian ini menghasilkan prioritas mitigasi risiko, dengan mitigasi tersebut dapat membantu meminimasi risiko kegagalan proses dan mengurangi waktu rework, dengan demikian produk yang dihasilkan lini wood working sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan perusahaan. Memetakan proses untuk mengidentifikasi kegagalan dan potensi risiko berlebihan dengan menggunakan keunggulan House of Risk (HOR), Model HOR dapat mengidentifikasi agen risiko yang memicu peristiwa risiko dan model dapat memberikan saran prioritas dan menghasilkan strategi utama untuk peningkatan proses [8]. Menentukan urutan agen risiko prioritas dan mitigasi risiko strategi yang harus diterapkan dengan House of Risk (HOR), dimulai dari mengidentifikasi peristiwa risiko dan agen risiko, menentukan strategi mitigasi risiko berdasarkan hubungan antara mitigasi risiko dan agen risiko paing besar nilai kolerasinya [9].

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengamatan proses produksi lini wood working kemudian mengidentifikasi risiko yang di setiap proses. Analisis risiko dimulai dengan dampak risiko, peluang terjadinya risiko sampai tingkat kemudahan mendeteksi risiko. Model perancangan prioritas mitigasi memiliki 2 model yaitu model pengukuran dan model mitigasi risiko.

Pengumpulan Data

Metode dalam pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengamatan Langsung (observation)

Melakukan pengamatan secara langsung di lapangan mengenai jalannya proses produksi di lini wood working. Kegiatan ini mengamati faktor risiko dan jenis risiko yang terjadi, yang berkaitan dengan kecacatan dan kegagalan setiap proses.

2. Wawancara (Interview)

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung dengan pakar. Pakar yang dimaksud adalah orang yang ada di perusahaan PT XYZ yang menguasai dan paham dengan proses kerja, mengetahui sumber cacat dan penyebab terjadinya kegagalan pada lini wood working.

Pengolahan Data

1. Identifikasi Risiko

Posisi penelitian ini untuk memetakan kegiatan proses yang ada pada lini wood working, kemudian mendefinisikan risiko, risk event, risk agent, sumber risiko. Risiko dikategorikan berdasarkan setiap proses. Risiko diidentifikasi pada proses gluing, hot press, cutting, board block assembling, basic sanding,

spraying, sanding buffing, and buffing. dari kategori tersebut didefinisikan risiko setiap kegiatan yang akan diperoleh faktor risiko dan sumbernya.

2. Pengukuran Risiko

Pengukuran risiko dilakukan dengan pendekatan logika fuzzy. logika fuzzy digunakan untuk memproses nilai input yang berupa nilai *severity*, *occurance*, dan *detectability*.

a. Fuzzifikasi

Risiko dinilai ke dalam bahasa linguistik, berdasarkan tiga dimensi risiko yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detectability*.

Interpretasi ketiga dimensi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Linguistik Fuzzy

Kategori	<i>Occurrence</i>	<i>Severity</i>	<i>Detectability</i>
<i>Very Low (VL)</i>	Peluang terjadinya risiko sangat jarang terjadi	Risiko ini tidak berpengaruh pada performa unit usaha	Kerusakan mudah terdeteksi
<i>Low (L)</i>	Peluang terjadinya risiko rendah (jarang terjadi)	Risiko menyebabkan sedikit gangguan bagi unit usaha, namun tidak menyebabkan gangguan pada sistem	Kerusakan dapat terdeteksi dengan melihat kinerja unit usaha berkurang
<i>Medium (M)</i>	Peluang terjadinya risiko ini sedang	Risiko menyebabkan gangguan bagi unit usaha, namun pengaruhnya terhadap unit usaha masih kecil	Kerusakan masih dapat terdeteksi dengan melihat kinerja sistem yang sangat berkurang
<i>Hight (H)</i>	Peluang terjadinya risiko ini tinggi	Risiko menyebabkan penurunan performa unit usaha dan menimbulkan kerugian	Sebagian besar kerusakan akan terdeteksi setelah pengujian
<i>Very Hight (VH)</i>	Peluang terjadinya risiko ini sangat tinggi	Risiko dapat menyebabkan dampak yang serius terhadap kerusakan unit usaha dan menimbulkan kerugian besar	Hampir seluruh kerusakan akan terdeteksi

b. Fuzzy Rule Base

Rule base dipormulasikan dalam bentuk linguistik dan di ekspresikan dalam bentuk IF-THEN. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen.

Contoh : R1 : IF x adalah Mi THEN y adalah Ni, I = 1,2,3,.....K

Dimana;

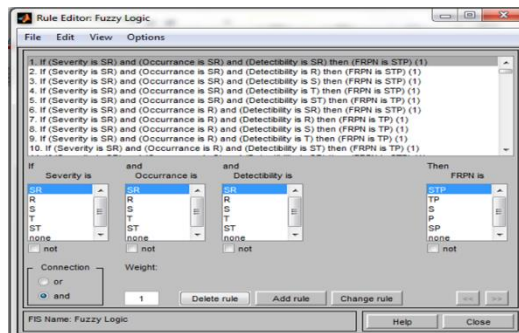
X = variable input (*severity, occurrence, detectability*)

M = antensen konstan linguistik

Y = variabel output

N = konsekuen variabel linguistic

Aturan yang telah dibentuk dibuat ke dalam Matlab, Rule base fuzzy yang telah jadi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rule Base Fuzzy System

c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan untuk memperoleh himpunan tegas (crisp), rangkin dari fuzzy conclusion set, yang digunakan untuk mengeksperisikan level kritis dari risiko sehingga dapat ditentukan tindakan perbaikan, metode yang digunakan dalam defuzzifikasi adalah metode centroid dengan rumus sebagai berikut:

$$x(\text{centroid}) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx} \quad (1)$$

Hasil dan Pembahasan

Perancangan model yang dilakukan adalah pemetaan kategori risiko berdasarkan proses produksi. Kategori tersebut bertujuan untuk mengelompokkan risiko-risiko yang terjadi pada setiap proses, dari setiap kategori proses akan diketahui defenisi risiko, risk event, risk agent dan pusat risiko. Ada delapan kategori risiko proses yang diidentifikasi yaitu Risiko Proses Pengeleman (RP1), Risiko Proses Hot Press (RP2), Risiko Proses Cutting (RP3), Risiko Proses Block Assembling (RP4), Risiko Proses Sanding Dasar (RP5), Risiko Proses Spray (RP6), Risiko Proses Sanding Buffing (RP7), Risiko Proses Buffing (RP8). Hasil identifikasi setiap risiko proses ditemukan 21 Risk Event (RE) (RE1-1, RE2-1, RE3-1, RE1-2, RE1-2, RE1-2,

RE1-3, RE2-3, RE1-4, RE2-4, RE1-5, RE2-5, RE3-5, RE1-6, RE2-6, RE3-6, RE1-7, RE2-7, RE1-8, RE2-8, RE3-8).

Pengukuran risiko dengan Linguistik

Pengukuran risiko dengan Bahasa fuzzy menggunakan 3 pakar yaitu operator (P1), kepala kelompok (P2), dan bagian quality control (P3). Ada 6 parameter yang dijadikan rujukan pakar Very Low (VL), Low (L), Medium (M), Hight (H), Very Hight (VH).

Tiga pendapat diagregasi menggunakan pendekatan agregasi pakar maximum. contoh perhitungan agregasi pakar sebagai berikut:

1. Agresi pakar untuk kejadian risiko bahan baku yang di lem tidak merekat dengan baik (RE1-1)

a. Perhitungan agresi pakar dimensi *severity*

$$B_j = M, H, M$$

$$V = \max [M^L, H^M, M^{VH}]$$

$$= \max [L, M, M] = M$$

b. Perhitungan agresi pakar dimensi *occurrence*

$$B_j = M, M, H$$

$$V = \max [M^L, M^M, H^{VH}]$$

$$= \max [L, M, H] = H$$

c. Perhitungan agresi pakar dimensi *detectability*

$$B_j = L, L, L$$

$$V = \max [L^L, L^M, L^{VH}]$$

$$= \max [M, M, M] = M$$

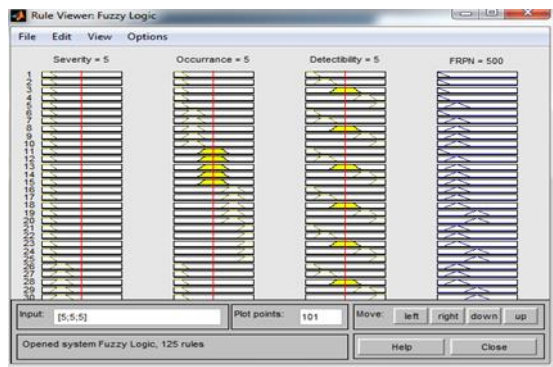
Dengan agregasi pakar dihasilkan ukuran masing-masing dimensi linguistik severity, occurrence dan detectability. Ukuran linguistik tersebut dijadikan nilai input crisp untuk perancangan model pengukuran risiko menggunakan logika fuzzy. Hasil agregasi pakar setiap dimensi yang akan dikjadikan nilai input crisp dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Nilai Input Crisp

<i>i</i> Risk Process (RP)	Risk Event (RE)	Severity (S)	Occurance (O)	Detectibility (D)
RP1	RE1-1	M	H	L
	RE2-1	M	M	VL
	RE3-1	M	M	VL
RP2	RE1-2	H	L	M
	RE1-2	VH	L	M
RP3	RE1-2	M	M	L
	RE1-3	H	M	L
	RE2-3	M	L	L
RP4	RE1-4	L	M	M
	RE2-4	H	M	M
RP5	RE1-5	L	H	VL
	RE2-5	M	M	L
	RE3-5	L	H	L
RP6	RE1-6	L	L	L
	RE2-6	M	H	L
	RE3-6	M	H	VL
RP7	RE1-7	M	H	L
	RE2-7	L	H	VL
RP8	RE1-8	VL	H	L
	RE3-8	L	H	VL

Defuzzifikasi

Tahapan ini dilakukan dengan menginput ukuran severity, occurrence, detectibility. Setelah dilakukan penginputan pada matlab yang telah diatur parameter input, parameter output dan if-then rules fuzzy akan ditunjukkan dalam fuzzy critical system. Representasi dari fuzzy critical system dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fuzzy Critical System

Fuzzy Critical System akan menghasilkan angka dan kategori ukuran risiko yang disebut Crisp outputs (Fuzzy Risk Priority Number). Hasil pengukuran risiko pada lini wood working dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Risiko

Risk Process (RP)	Risk Event (RE)	Input			Output	FRPN		
		S	O	D		LCL	CL	UCL
RP1	RE 1-1	M	H	L	Important	602	665	760
	RE 2-1	M	M	VL	Medium	392	524	630
	RE 3-1	M	M	VL	Medium	434	555	632
RP2	RE 1-2	H	L	M	Very Important	830	881	938
	RE 2-2	V	L	M	Very Important	827	877	935
	RE 3-2	M	M	L	Important	613	722	805
RP3	RE 1-3	H	M	L	Important	620	764	841
	RE 2-3	M	L	L	Medium	8412	550	624
	RE 1-4	L	M	M	Medium	328	476	598
RP4	RE 2-4	H	M	M	Very Important	826	845	901
	RE 1-5	L	H	VL	Medium	334	544	588
RP5	RE 2-5	M	M	L	Medium	328	536	586
	RE 3-5	L	H	L	Medium	326	496	550
	RE 1-6	L	L	L	Not Important	110	245	332
RP6	RE 2-6	M	H	L	Medium	442	550	624
	RE 3-6	M	H	VL	Medium	336	532	610
	RE 1-7	M	H	L	Medium	600	634	756
RP7	RE 2-7	L	H	VL	Medium	441	542	650
	RE 1-8	V	H	L	Not Important	118	332	416
RP8	RE 2-8	L	H	L	Medium	345	500	568
	RE 3-8	L	H	VL	Medium	400	558	602

Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko dikelompokkan berdasarkan risiko yang memiliki kategori Very Important dan Important

Risiko terpilih tersebut diambil dari hasil model pengukuran menggunakan logika fuzzy pada Tabel 4.

Tabel 4. Evaluasi risiko

No	Kode	Risk Event	Output	FRPN		
				LCL	CL	UCL
1	RE1-2	Risiko bagian dalam <i>playwood</i> memiliki <i>space</i> akibat <i>hot press</i> tidak sempurna	<i>Very Important</i>	830	881	938
2	RE2-2	Risiko angin terjebak dalam kabinet piano	<i>Very Important</i>	827	877	935
3	RE2-4	Risiko Pengoboran kayu yang tidak presisi	<i>Very Important</i>	826	845	901
4	RE1-3	Risiko hasil potong merusak sisi kabinet piano	<i>Important</i>	620	764	841
5	RE3-2	Risiko bentuk <i>press</i> kabinet piano tidak sesuai standar	<i>Important</i>	613	722	805
6	RE1-1	Risiko bahan baku kayu dan lem tidak menyatu	<i>Important</i>	602	665	760
7	RE1-7	Risiko cat terkelupas	<i>Important</i>	600	634	756

Mitigasi Risiko

Model mitigasi risiko dilakukan bertujuan untuk mengetahui mitigasi risiko prioritas. Model mitigasi risiko ini dilakukan dengan pendekatan house of risk (HOR). Dengan ditentukannya daftar risiko (Risk Event) terpilih, maka langkah selanjutnya adalah membuat penentuan strategi mitigasi berdasarkan risk agent. House of risk dilakukan dengan mengukur seberapa kuat hubungan antara strategi mitigasi risiko dengan faktor risiko. Setelah nilai hubungan tersebut didapatkan maka langkah selanjutnya yaitu mengukur seberapa efektif apabila mitigasi tersebut diterapkan.

Dengan memperoleh nilai kolerasi tiap mitigasi maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai

Total Effectifness (TEk) yaitu seberapa efektif apabila mitigasi tersebut diterapkan. Perhitungan TEk didapatkan dengan menjumlahkan hasil masing-masing perkalian antara nilai Dk dengan ARP/FRPN setiap mitigasi. Langkah selanjutnya yaitu menghitung rasio Effectifness to Difficulty (ETDk) yaitu dengan membagi hasil dari Total Effectifness (TEk) dengan Degree of Difficulty (Dk). Dengan diketahuinya nilai Effectifness to Difficulty (ETDk) maka dapat diketahui juga rangking prioritas dari mitigasi berdasarkan nilai terbesar. Perhitungan HOR phase 2 dapat dilihat pada Gambar 3.

Risk agent	Preventive Action Mitigasi																					ARP /FRPN
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	PA13	PA14	PA15	PA16	PA17	PA18	PA19	PA20	PA21	
A1	9	3	9	9	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	938
A2	3	9	9	1	3	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	935
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	901
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	9	0	0	0	0	0	0	0	841
A5	3	3	3	3	1	9	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	805
A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0	0	0	760
A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	3	756
Tek	13662	13644	19272	11792	4548	12864	10158	12864	2703	8109	8109	7569	2523	7569	6840	6840	6840	6804	6804	6804	2268	
Dk	4	3	3	3	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	4	3	
ETD	3415.5	4548	6424	3930.7	1516	4288	2032	2573	901	2703	2703	2523	841	2523	1710	2280	2280	1701	1361	1701	756	
Rank	5	2	1	4	11	3	10	8	15	6	6	7	16	7	12	9	9	13	14	13	17	

Gambar 3. Model Mitigasi Dengan *House Of Risk*

Kesimpulan

Model prioritas mitigasi diperoleh 2 sub model, sub model pertama dilakukan dengan mengidentifikasi risk event dan risk agent kemudian mengukur kategori risiko tersebut menggunakan logika Fuzzy. Hasil model pengukuran risiko menghasilkan output risiko potensial, dari hasil model pengukuran risiko dievaluasi untuk dimitigasi. Sub model ke-2 Penentuan prioritas mitigasi risiko berdasarkan perhitungan pada model mitigasi dengan house of risk. Nilai ETDk terbesar adalah rangking ke-satu diikuti nilai terbesar selanjutnya secara berturut-turut. Mitigasi yang dijadikan prioritas dengan nilai ETDk terbesar adalah mitigasi dengan cara menyortir kembali kabinet yang dianggap tidak layak di proses hot press, urutan ke-2 Membuat tempat inspeksi kabinet piano setelah proses pengeleman, urutan ke-3 Mengulangi proses hot press jika terjadi kegagalan, dan diikuti mitigasi seterusnya berdasarkan rangking.

Tujuh risiko potensial yang telah diukur dilakukan perancangan mitigasi dengan house of risk. Ada 21 cara mitigasi yang ditentukan yang terbagi disetiap risiko seperti contoh mengganti mesin boiler pembantu mesin hidrolic press karena sudah produktif, membuat sub proses inspeksi bahan baku veneer (lapisan kayu), mengubah pola kerja dari berdiri jadi duduk.

Daftar Pustaka

- [1] Chen H, Liu L, Bian Q, Lin Q, Dong N, ChengXu P. "Failure Mode And Effects Analysis Using Fuzzy Evidential Reasoning Approach and Grey Theory". *Expert System With Application*. Vol 38(4) : 4403-4415. 2011
- [2] Kexin B, Ping H, Hui Y. "Risk Identification, Evaluation And Response Of Low-Carbon Technological Innovation under The Global Value Chain: A Case Of The Chinese Manufacturing Industry". *Technological Forecasting and Social Change*. Vol 100: 238-248. 2015.
- [3] Nguyen, T. Tran, T. Huynh, T. Ho, T. Le, A. Do, T. "Managing risks in the fisheries supply chain using House of Risk Framework (HOR) and Interpretive Structural Modeling (ISM)". *International Conference on Industrial and System Engineering*. Vol 337(018). 1-8. 2018.
- [4] M. Dudek Burlikowska. "Application Of FMEA Method In Enterprise Focused On Quality". *Journal Of Achievementsin Material Manufacturing Engineering*. Vol 45(1): 44-100. 2011.
- [5] Parihar, S. Bhar, C. "Development of Centrally Controlled Production Management Methodology for Reducing Production Related Risks: Study of a Cable Manufacturing Unit". *ASBM Journal of Management*. Vol 10 (1): 59-69. 2017.
- [6] Ramkumar, M. "A modified ANP and fuzzy inference system based approach for risk assessment of in-house and third party e-procurement systems". *Strategic Outsourcing: An International Journal*. Vol. 9(2) : 159-188. 2016.
- [7] Septiani, W. Marimin. Herdiyeni, Y. Haditjaroko, L. "Method and Approach Mapping for Agri-food Supply Chain Risk Management: A literature review". *International Journal of Supply Chain Management*. Vol 5(2): 51-62. 2016.
- [8] Septiani, W. Marmin. Herdiyeni, Y. Haditjaroko, L. "Risk Dependency Chain Model Of Dairy Agroindustry Supply Chain Using Fuzzy Logic Approach". *Supply Chain Forum: An International Journal*. Vol 17(4). 1-12. 2017.
- [9] Tummala, R. Schoenherr, T. Assesing and managing risks using the supply chain risk management process (SCRMP). *Supply Chain Management An International Journal*. Vol 16(6): 474-483. 2011.
- [10] Ulfah, M. Maarif, M. Sukardi. Raharja, S. "Analysis and Improvement of Supply Chain Risk Management of Refined Sugar Using House of Risk Approach". *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Vol 26(1): 87-103. 2016.
- [11] Corrigan J, Luraschi P. *Operational Risk Modelling Framework*. New York (USA): Milliman. 2013.
- [12] Geramian A, Mehregan, M. Mokhtarzadeh, N. "Fuzzy inference system application for failure analyzing in automobile industry", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 34 (9): 1493-1507. 2016.
- [13] Umami, N. Ferdinant, P. Irman, A. Gunawan, A. "Integration house of risk and analytical network process for supply chain risk mitigation of cassava opak chips industry". *International Conference on Industrial, Electrical and Electronics*. Vol 218(2018): 4-22. 2018.
- [14] Ying Yang, Y. "Competencies and Qualifications For Industrial Design Jobs: Implications For Design Practice, Education, And Student Career Guidance". *Design Studies*. Vol 26(2): 155-189. 2015.
- [15] Ying Yang, Y. "Competencies and Qualifications For Industrial Design Jobs: Implications For Design Practice, Education,

- And Student Career Guidance”. Design Studies. Vol 26(2): 155-189. 2015.
- [16] Wang Y, Chin S, Poon G, Yang P. “Risk Evaluation In Failure Mode And Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean”. Expert System With Application. 36 (2): 1195-1205. 2009.
- [17] Khorshidi, H. Gunawan, I. Nikfalazar, S. “Application of Fuzzy Risk Analysis for Selecting Critical Processes in Implementation of SPC with a Case Study”. Group Decis Negot. Vol 25(2016): 203-220. 2016.
- [18] Pour, F. Gheorghe, A. Risk Assessment Of Oil And Natural Gas Drilling Process By Employing Fuzzy Sets And Analytical Hierarchy Process (AHP). Di dalam: [nama editor tidak diketahui]. Proceedings of the American Society for Engineering Management. New York (USA). 1-11. 2017.
- [19] Fayaz, M. Ullah, I. Park, D. Kim, K. Kim, D. “An Integrated Risk Index Model Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Underground Risk Assessment”. Access Applied Sciences. Vol 7(11): 1-21. 2017.
- [20] Immawan, T. Sutrisno, W. Rachman, A. Operational risk analysis with Fuzzy FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) approach (Case study: Optimus Creative Bandung). MATEC Web of Conferences. Vol 154. 1-8. 2018.