

## **Analisa Risiko pada Rantai Pasok Industri Beton Pracetak Sistem *Make-to-Order***

**Desy Ratna Arthaningtyas\*, Nurti Kusuma Anggraeni, Seno Suharyo**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

\*Correspondence email: desy@usm.ac.id

**Abstrak.** Rantai pasok beton pracetak memiliki proses dan tenggang waktu yang panjang dimana seringkali menjadi kendala dalam pelaksanaanya. Seperti halnya yang terjadi pada PT. X yang merupakan salah satu perusahaan insdutri beton pracetak yang berada di Kota Semarang. Dalam metode kerja rantai pasok pada PT. X menerapkan sistem *make-to-order* (MTO) yang mana produk pracetak akan mulai diprosuksi jika telah mendapatkan pemesanan langsung dari pihak konsumen, sehingga waktu jadi produk pracetak dapat menyesuaikan waktu pelaksanaan proyek dengan harapan produk masih dalam kondisi baru dan baik. Proses rantai pasok yang panjang seringkali menimbulkan masalah atau risiko dalam pelaksanaannya. Untuk dapat mengetahui adanya risiko apa saja yang muncul dalam proses tahapan rantai pasok maka diperlukan adanya analisa risiko pada rantai pasok industri beton pracetak. Analisa risiko dilakukan dengan cara melakukan identifikasi risiko yang mungkin muncul terlebih dahulu, kemudian dilakukan perhitungan analaisa dengan mengalikan probabilitas dan dampak risiko yang muncul. Nilai probabilitas dan dampak risiko pada PT. X didapatkan dari hasil kuesioner dan wawancara yang dilakukan pada seluruh pegawai. Berdasarkan hasil analisa diketahui risiko dengan level tertinggi adalah level “critical” yaitu pada tahapan “return” dengan risiko terjadinya pengembalian produk kembali ke pabrik akibat produk pracetak tiba dengan kondisi tidak sesuai standar pemesanan. Penanganan risiko dilakukan dengan “*avoid risk*” yaitu dengan menerima risiko dan segera untuk diproduksi kembali.

**Kata Kunci:** Rantai Pasok; Beton Pracetak; *Make-to-Order*; Risiko.

**Abstract.** The precast concrete supply chain has a long process and timeframe which often becomes an obstacle in its implementation. Like what happened to PT. X which is one of the precast concrete industrial companies located in the city of Semarang. In the supply chain work method at PT. X implements a make-to-order (MTO) system in which precast products will begin to be produced if they have received direct orders from consumers so that the finished time of precast products can adjust to the time of project implementation in the hope that the products are still in new and good condition. Long supply chain processes often cause problems or risks in their performance. To be able to find out what risks arise in the process of supply chain stages, it is necessary to have a risk analysis in the supply chain of the precast concrete industry. Risk analysis is carried out by first identifying the risks that may arise, then calculating the analysis by multiplying the probability and the impact of the risks that arise. Probability value and risk impact on PT. X was obtained from the results of questionnaires and interviews conducted with all employees. Based on the results of the analysis, it is known that the risk with the highest level is the “critical” level, namely at the “return” stage with the chance of returning the product to the factory due to precast products arriving with conditions not according to the standard order. Risk handling is carried out by “*avoiding risk*”, namely by accepting the risk and immediately to be reproduced.

**Keywords:** Supply Chain; Precast Concrete; *Make-to-Order*; Risk.

### **PENDAHULUAN**

Kemajuan perkembangan dunia bisnis di Indonesia diketahui semakin meningkat tiap tahunnya, diantaranya perkembangan bisnis di bidang konstruksi. Semakin meningkatnya pembangunan proyek konstruksi maka semakin meningkatkan kebutuhan akan materialnya. Salah satu material konstruksi yang mengalami peningkatan kebutuhannya adalah material beton pracetak (Akhir, 2020). Adanya peningkatan kebutuhan beton pracetak didasari akan adanya keuntungan pemakaian material beton pracetak diantaranya adalah hemat waktu pengerjaan, hasil lebih rapi, mudah dikerjakan, dan lainnya (Dewi *et al.*, 2017). Namun peningkatan ini perlu didukung dengan peran rantai pasok yang efisien. Panjangnya aktivitas rantai pasok dapat membuat peran rantai pasok tidak berjalan secara efisien yang dapat menimbulkan risiko dalam tahapannya (Luo *et al.*, 2019). Salah satu pola rantai pasok beton pracetak adalah sistem *Make-to-Order* (MTO), dimaka beton pracetak dapat diproduksi

menunggu adanya pemesanan dari konsumen. Pola tersebut memiliki kekurangan dalam pelaksanaannya, dimana ketidakpastian konsumen dalam menentukan produk yang ingin diproduksi serta jadwal kesiapan akan digunakan (Wilson, 2018). Untuk mengetahui risiko yang akan terjadi atau mungkin terjadi dalam proses rantai pasok sistem MTO, maka diperlukan adanya analisa risiko pada industri beton pracetak.

### **Tinjauan Pustaka Beton Pracetak**

Beton pracetak merupakan komponen beton yang dibuat dengan cara dicor, dicetak, dengan ukuran yang sudah ditetapkan (Dewi *et al.*, 2017). Faktor penggunaan material beton pracetak dalam konstruksi diantaranya mempertimbangkan faktor biaya yang mana pekerja yang dibutuhkan di lapangan relatif jauh lebih sedikit. Selanjutnya faktor pertimbangan mutu jauh lebih konstan, serta dalam hal pemasangan hasil lebih rapi karena dimensi ukuran yang pasti (Wang, Hu and Gong, 2018). Produksi beton pracetak terikat dengan ketersediaan sumber bahan baku material seperti semen, pasir, dan kerikil. Ketersediaan bahan baku yang terkadang mengalami kelangkaan dapat membuat proses produksi terhambat (Abedi *et al.*, 2017). Selain itu ketersediaan alat transportasi dan kualitas alat trasnportasi yang dimiliki pihak pabrik yang kurang baik dapat menjadi salah satu alasan keterlambatan pengiriman produk beton pracetak ke lokasi tujuan yang berdampak pada keterlambatan pekerjaan dilapangan (Abedi, Fathi and Rawai, 2013). Dalam hal ini diperlukan pengelolaan rantai pasok untuk mampu memenuhi kebutuhan material beton pracetak pada tiap proyek (Wang and Hu, 2017).

### **Rantai Pasok**

Rantai pasok memiliki sifat yang dinamis namun melibatkan tiga aliran yang konstan, yaitu aliran informasi, produk dan uang (Tazehzadeh, Rezaei and Kamali, 2018). Tujuan utama dari setiap pola rantai pasok yaitu untuk dapat menghasilkan keuntungan dengan cara memastikan bahwa sebuah produk yang dipesan oleh konsumen berada pada tempat dan waktu yang tepat, guna memenuhi kebutuhan konsumen tanpa adanya kekurangan ataupun kelebihan persediaan (Chaudhuri, Boer and Taran, 2018).

### **Make-to-Order**

*Make-to-Order* (MTO) merupakan konfigurasi dari proses rantai pasok, dimana sistem produksi dilakukan produsen berdasarkan permintaan pesanan dari konsumen untuk produk item tersebut (Wilson, 2018). Sistem MTO disebut sebagai tipe industri yang membuat produk hanya untuk memenuhi pesanan pelanggan saja (Xu, 2020). Karakteristik proyek konstruksi yang unik dan beragam membutuhkan komponen material yang lebih signifikan yang dapat dikembangkan oleh pemasok industri MTO (Isatto, Azambuja and Formoso, 2013). Rantai pasok sistem MTO memiliki tipe karakteristik yang dapat dikontrol secara independent, penuguran waktu produksi hingga pengiriman dapat direncanakan pada saat ditetapkan oleh konsumen (Xu, 2020).

### **Risiko**

Risiko dapat diartikan sebagai besaran penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan dengan tingkan pengembalian aktual. Dalam suatu perusahaan diperlukan suatu Tindakan dalam mengatasi riisiko yaitu dengan sistem manajemen risiko (Shojaei and Haeri, 2019). Manajemen risiko adalah seperangkat kebijakan, prosedur yang lengkap, yang dipunyai organisasi untuk mengelola, memonitor, dan mengendalikan organisasi terhadap risiko(Xu, 2020). Sedangkan dalam industri konstruksi manajemen risiko merupakan alat untuk meminimalisir biaya dan waktu pekerjaan yang berlebihan. Seringkali dalam konstruksi diketahui beberapa masalah yang terjadi seperti pengiriman produk dengan spesifikasi yang tidak sesuai dengan pesanan, kualitas produk menurun pada saat tiba dilokasi tujuan, serta bahan baku produk yang sulit didapatkan (Al-Ajmi and Makinde, 2018).

Dalam *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) menyatakan bahwa riisko merupakan sebuah perkalian antar probabilitas terjadi risiko (*likelihood*), dampak terjadinya risiko (*severity*), dan kemampuan untuk mendektesi risiko (*detection*) (Utomo *et al.*, 2019). Analisa risiko dilakukan

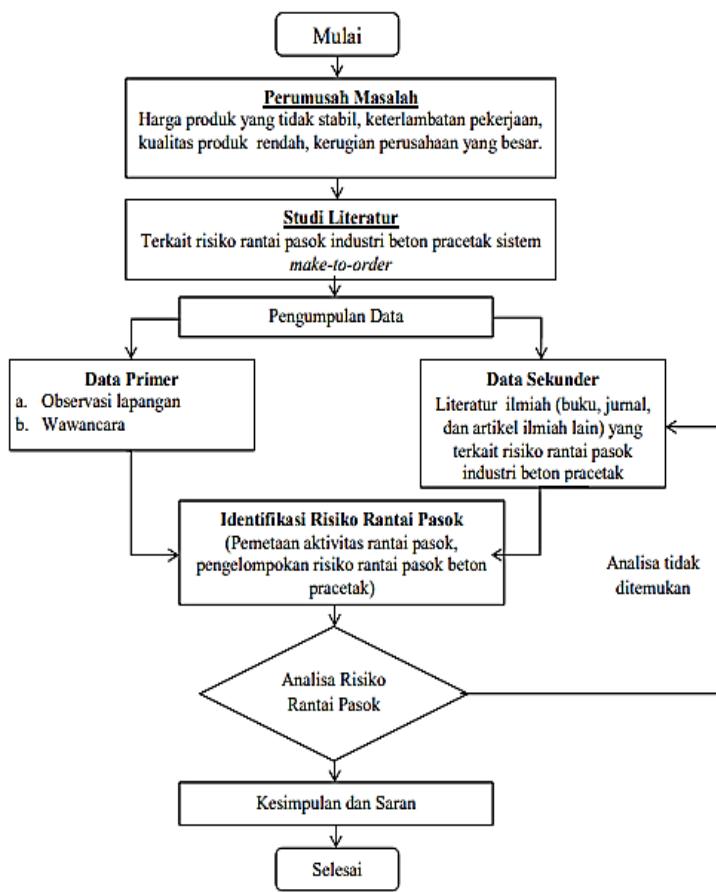
dengan tahapan awal identifikasi risiko yang kemudian dilanjutkan dengan analisa risiko, serta terakhir adalah tahapan pengelolaan dan monitoring risiko (Panova & Hilletoth, 2018).

## METODE

Metode yang digunakan untuk menganalisa risiko pada rantai pasok beton pracetak sistem MTO adalah dengan menggunakan kuesioner dan wawancara yang diberikan kepada pegawai PT. X yang merupakan salah satu perusahaan industry beton pracetak di Semarang. PT. X merupakan perusahaan industri beton pracetak kelas menengah yang memproduksi beberapa jenis beton pracetak diantaranya produk *U-ditch*, pagar pagel, dsb yang menerapkan sistem pola rantai pasok MTO.

Kuesioner diisi oleh pegawai PT. X yang berada pada divisi bisnis, keuangan, dan produksi. Kuesioner berisi terkait identifikasi risiko rantai pasok apa saja yang pernah terjadi pada PT. X. selanjutnya dilakukan pengelompokan identifikasi risiko yang muncul berdasarkan hasil kuesioner yang telah diisikan dengan menggunakan skala 1-5 untuk mengetahui nilai probabilitas dan dampak risiko. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan analisa risiko dengan metode *Risk Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu perhitungan risiko terhadap skala probabilitas dan dampak risiko guna mendapatkan nilai indeks risiko.

Tahapan analisa risiko selanjutnya dengan melakukan *risk mapping*, dengan menempatkan nilai risiko pada mapping level dan pengelolaan risiko. Dalam risk mapping diklasifikasikan tingkatan risiko dibagi menjadi empat yaitu *minor*, *moderate*, *major*, dan *critical*. Metode penelitian digambarkan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

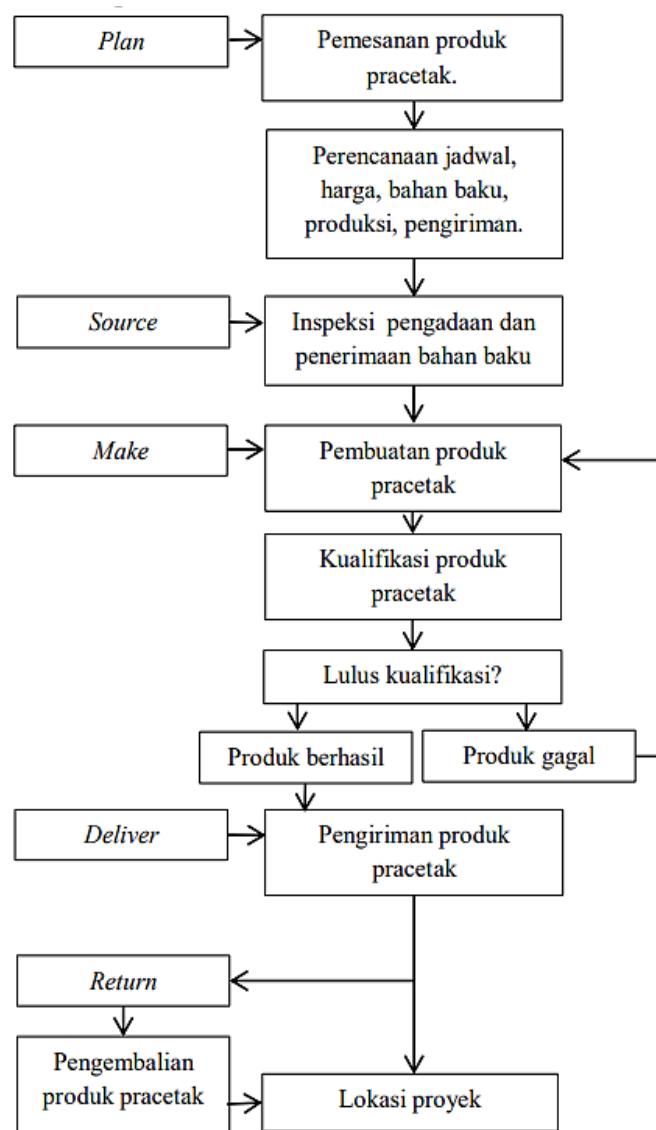
Analisa data dilakukan berdasarkan hasil pengisian kuesioner dengan skala *likert* 1-5 dari level jarang terjadi risiko (*rare*) dengan nilai 1 hingga 5 untuk risiko yang paling sering terjadi (*almost certain*), seperti yang dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Skala Probabilitas dan Dampak**

Level	Probabilitas	Dampak
1	Jarang terjadi ( <i>rare</i> )	Sangat tidak signifikan ( <i>minimal</i> )
2	Kecil kemungkinan terjadi ( <i>unlikely</i> )	Tidak signifikan ( <i>minor</i> )
3	Kemungkinan untuk terjadi ( <i>possible</i> )	<i>Moderate</i>
4	Besar kemungkinan terjadi ( <i>likely</i> )	Signifikan ( <i>major</i> )
5	Hamper pasti terjadi ( <i>almost certain</i> )	Sangat signifikan ( <i>critical</i> )

Sumber: (Utomo *et al.*, 2019)

Tahapan rantai pasok sistem MTO pada PT. X terbagi menjadi lima aktivitas yaitu perencanaan (*plan*), pengadaan bahan baku (*source*), produksi (*make*), pengiriman produk (*deliver*), dan pengembalian produk (*return*) yang dapat dipetakan seperti pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2. Pemetaan Rantai Pasok Beton Pracetak Pada PT. X**

Pada setiap tahapan rantai pasok dilakukan identifikasi jumlah risiko yang muncul atau mungkin muncul seperti pada Tabel 2. Yang kemudian dilakukan analisa risiko dengan menggunakan metode FMEA.

**Tabel 2. Perhitungan Analisa Risiko**

Kode	Risiko	Level Probabilitas	Level Dampak	RPI	Level Risiko
R1	Ketidakpastian harga penjualan produk pracetak akibat naik turunnya harga bahan baku material;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R2	Kesalahan perhitungan perencanaan kebutuhan bahan baku material anatara stok gudang dengan pengadaan pemesanan ke subkon;	1	3	3	<i>Moderate</i>
R3	Adanya tambahan atau perubahan pemesanan produk;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R4	Jumlah tenaga bagian produksi terbatas atau minimnya tenaga produksi yang berpengalaman;	1	2	2	<i>Minor</i>
R5	Kelangkhan material alam serta persaingan mendapatkan bahan baku material menyebabkan adanya monopoli harga;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R6	<i>Supplier</i> tidak memenuhi komitmen pengiriman bahan baku material denga tepat waktu dan dalam kondisi baik;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R7	Jumlah pemesanan permintaan produk pracetak melebihi batas kemampuan kapasitas produksi pabrik;	3	4	12	<i>Major</i>
R8	Mesin produksi ( <i>batching plan</i> ) bermasalah atau dalam kondisi rusak;	1	4	4	<i>Moderate</i>
R9	Operator mesin produksi yang kurang berpengalaman;	1	3	3	<i>Moderate</i>
R10	Keterbatasan alat cetak produk pracetak;	1	3	3	<i>Moderate</i>
R11	Alat cetak produk banyak yang mengalami kerusakan;	1	3	3	<i>Moderate</i>
R12	Kesalahan perhitungan komposisi adukan pracetak;	2	4	8	<i>Major</i>
R13	Produksi produk pracetak gagal akibat kualitas hasil produk jadi tidak sesuai dengan standar pabrik;	2	4	8	<i>Major</i>
R14	Ketidaksiapan ruang untuk produk pracetak yang sudah jadi;	1	2	2	<i>Minor</i>
R15	Kesalahan dalam peletakan produk pracetak jadi;	1	3	3	<i>Moderate</i>
R16	Ketidakpastian jadwal pengiriman produk pacetak ke kontraktor;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R17	Keterbatasan alat transportasi untuk pengiriman produk pracetak jadi yang dimiliki produsen karena tingginya pelaksanaan volume pengiriman produk jadi;	1	2	2	<i>Minor</i>
R18	Keterlambatan pengiriman produk pracetak ke kontraktor akibat gangguan kondisi jalan (macet, jalan ruasa,, bancir, dll;	1	2	2	<i>Minor</i>
R19	Produk pracetak mengalami keretakan dalam perjalanan pengiriman ke kontraktor;	2	3	6	<i>Moderate</i>
R20	Pengembalian produk pracetak karena produk tiba dalam kondisi cacat seperti kropos, retak susut, dan terjadi bengkok.	4	4	16	<i>Critical</i>

Sumber: Data Olahan, 2023

Berdasarkan hasil analisa risiko pada Tabel 2. Maka diketahui level risiko pada setiap jenis dan tahapan risiko yaitu terdiri dari level *minor*, *moderate*, *major*, *critical*. Selanjutnya dilakukan analisa pengelolaan risiko dengan strategi sebagai berikut:

- Accept risk*, merupakan strategi risiko pada level *minor* dengan cara menerima risiko yang terjadi dan menjaga risiko seperti adanya;
- Mitigate risk*, merupakan strategi risiko pada level *moderate* dengan cara mengurangi dampak dan frekuensi terjadinya risiko yang berpotensi merugikan pemilik risiko;

- c. *Share risk*, merupakan strategi risiko pada level *major* dengan cara membagi risiko dengan pihak terlibat perjanjian Kerjasama yang sudah disepakati bersama;
- d. *Avoid risk*, merupakan strategi risiko pada level *critical* dengan cara menerima risiko dengan sebuah Tindakan yang luar biasa untuk meminimalkan risiko.

Analisa risiko dilakukan dengan menggunakan *risk mapping* untuk mengetahui metode penanganan risiko yang sesuai sehingga dapat dilihat pada Tabel 3 prosentasi tingkat risiko yang telah dianalisa yang kemudian dapat ditentukan strategi pengelolaan risiko yang teridentifikasi. Pada Tabel 3 menunjukkan risiko rantai pasok pada industri beton pracetak di PT. X yang didominasi oleh level risiko *moderate* sebesar 60%, diikuti dengan level risiko *minor* 20%, level risiko *major* 15%, dan *critical* 5%.

**Tabel 3. Prosentase Sebaran Risiko**

<b>Tahapan</b>	<b>Minor</b>	<b>Moderate</b>	<b>Major</b>	<b>Critical</b>	<b>Total</b>
<i>Plan</i>	5%	15%	0%	0%	<b>20%</b>
<i>Source</i>	0%	10%	0%	0%	<b>10%</b>
<i>Make</i>	5%	25%	15%	0%	<b>45%</b>
<i>Deliver</i>	10%	10%	0%	0%	<b>20%</b>
<i>Return</i>	0%	0%	0%	5%	<b>5%</b>
<b>Total</b>	<b>20%</b>	<b>60%</b>	<b>15%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>

Sumber: Data Olahan, 2023

Pada Tabel 4 menjelaskan metode pengelolaan penanganan risiko dilakukan berdasarkan wawancara oleh pihak pegawai PT. X berdasarkan pengalaman perusahaan yang pernah dihadapi, yang mana didapatkan risiko kritis yang perlu ditanggapi oleh perusahaan dengan pertimbangan yang telah disiapkan ketika awal pemesanan produk, guna mengantisipasi risiko muncul.

**Tabel 4. Strategi Risiko**

<b>Kode</b>	<b>Level Risiko</b>	<b>Strategi</b>
R1	<i>Moderate</i>	Melakukan monitoring harga penjualan produk dengan perbandingan dari pabrik lainnya;
R2	<i>Moderate</i>	Monitoring dan <i>review</i> terhadap data kebutuhan bahan baku yang dimiliki dan yang dibeli dari subkon;
R3	<i>Moderate</i>	Melakukan komunikasi dan diskusi kembali oleh pihak pembeli terkait kepastian jumlah produk yang dipesan;
R4	<i>Minor</i>	Mencari atau meminjamkan tambahan pekerja dari pabrik lainnya;
R5	<i>Moderate</i>	Mendiskusikan dengan pihak terlibat dari pembeli dan subkon;
R6	<i>Moderate</i>	Menanyakan keterlambatan pengiriman dan mendiskusikan terkait risiko yang diterima;
R7	<i>Major</i>	Pembuatan produk dapat disubkan ke pabrik lainnya atau jika memungkinkan dilakukan produksi di lokasi proyek;
R8	<i>Moderate</i>	Mendiskusikan dengan pembeli terkait keterlambatan, dan segera mencari operator <i>maintenance</i> peralatan;
R9	<i>Moderate</i>	Memberikan pelatihan pada pekerja yang kurang terlatih;
R10	<i>Moderate</i>	Meminjam alat cetak ke pabrik lain atau subkon pracetak lain;
R11	<i>Moderate</i>	Mendatangkan pekerja yang khusus untuk membenahi alat cetak;
R12	<i>Major</i>	Melakukan negoisasi kepada pembeli adanya masalah dalam produksi yang memungkinkan pengiriman akan terlambat;
R13	<i>Major</i>	Melakukan diskusi dan <i>review</i> dengan pembeli;
R14	<i>Minor</i>	Mencari lokasi sementara untuk tempat transit produk pracetak jadi;
R15	<i>Moderate</i>	Melakukan upaya penambalan jika kerusakan produk tidak parah;
R16	<i>Moderate</i>	Negoisasi dengan pihak pembeli;
R17	<i>Minor</i>	Pengadaan alat transportasi dari subkon;

R18	<i>Minor</i>	Memberi kejelasan kepada pembeli terkait masalah di jalan;
R19	<i>Moderate</i>	Mengirimkan pekerja produksi ke lokasi pengiriman untuk pemberahan ditempat;
R20	<i>Critical</i>	Pembuatan ulang produk pracetak.

Sumber: Data Olahan, 2023

Risiko dengan ranking tertinggi terdapat pada tahapan *return* dimana tingkat level *critical* dengan penjelasan risiko adanya pengembalian produk dari konsumen akibat produk pracetak yang tiba tidak sesuai dengan standar atau kualitas yang telah disepakati. Pengelolaan risiko pada level *critical* termasuk dalam *avoid risk*, dimana risiko tidak dapat dihindari maka harus diterima dengan penanganan yang luar biasa, segera dan secepat mungkin guna meminimalisir dampak risiko yang lebih besar. Kategori risiko yang muncul lannya masuk dalam kelompok pengelolaan risiko dengan *accept risk*, *mitigate risk*, dan *share risk* dimana penanganan risiko masih dianggap dapat dengan lebih mudah ditangani oleh perusahaan.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan analisa risiko pada rantai pasok beton pracetak PT. X yang menerapkan sistem MTO diketahui 20 risiko teridentifikasi. Yang mana risiko tersebut terbagi menjadi 5 (lima) kelompok tahapan rantai pasok yaitu dengan prosentase 20% risiko teridentifikasi pada tahapan *plan* dan *deliver*, 10% risiko pada tahapan *source*, 45% risiko pada tahapan *make*, dan 5% teridentifikasi pada tahap *return*. Risiko yang teridentifikasi memiliki nilai level risiko probabilitas dan dampak yang berbeda dan penanganan perlakuan risiko yang berbeda pula. Risiko paling kritis terdapat pada risiko adanya pengembalian produk pracetak dari konsumen ke produsen, dimana strategi risiko yang didapat adalah *avoid risk*. *Avoid risk* berarti perlakuan risiko yang tidak bisa dihindari, pihak produsen harus menerima risiko tersebut akibat kesalahan produksi dan harus segera ditangani dengan Tindakan yang luar biasa guna mampu meminimalisir dampak yang lebih besar lagi kedepannya. Dengan demikian PT. X mengatasi masalah tersebut dengan segera mungkin melakuakn produksi kembali dengan adanya konsekuensi pengunduran jadwal pelaksanaan proyek, serta untuk meminimalisir munculnya risiko kembali perusahaan melakukan review dan monitoring manajemen rantai pasok dari tahapan perencanaan persiapan sampai dnegan produksi, dan menjaga mutu produk agar sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan, yaitu cacat produk tidak boleh lebih dari 1,2% dalam setahun dan tidak boleh lebih dari 0,4% gagal produk.

Pada penitian analisa riisko rantai pasok industri beton praceta sistem MTO yang dilakukan pada PT. X peneliti memberikan masukan untuk penelitian selanjutnya untuk lebih mengeksplor mengenai analisa risiko pada rantai pasok beton pracetak dengan berbagai sistem rantai pasok lainnya yang berkaitan dengan konstruksi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abedi, M., Fathi, M.S., Mirasa, A.K. and Rawai, N.M. (2017) ‘Integrated Collaborative Tools for Precast Supply Chain Management’, *Scientia Iranica*, 23(2), pp. 429–448. Available at: <https://doi.org/10.24200/sci.2016.2129>.
- Abedi, M., Fathi, M.S. and Rawai, N.M. (2013) ‘The Impact of Cloud Computing Technology to Precast Supply Chain Management’, *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2013(4A), pp. 13–16. Available at: <https://doi.org/10.5923/s.ijcem.201309.03>.
- Akhir, T. (2020) ‘ANALISIS PENERAPAN SUPPLY CHAIN MATERIAL BETON’.
- Al-Ajmi, H.F. and Makinde, E. (2018) ‘Risk Management in Construction Projects’, *Journal of Advanced Management Science*, pp. 113–116. Available at: <https://doi.org/10.18178/joams.6.2.113-116>.
- Chaudhuri, A., Boer, H. and Taran, Y. (2018) ‘Supply chain integration, risk management and manufacturing flexibility’, *International Journal of Operations and Production Management*, 38(3), pp. 690–712. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2015-0508>.
- Dewi, M., Bintang, C., Sipil, D.T., Teknik, F., Teknologi, I. and Nopember, S. (2017) ‘Analisis Risiko Rantai Pasok Dinding Beton Pracetak Pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Dharmalusada Surabaya’, 6(2), pp. 2–7.

- Isatto, E.L., Azambuja, M. and Formoso, C.T. (2013) ‘The Role of Commitments in the Management of Construction Make-to-Order Supply Chains’, *Journal of Management in Engineering*, 31(4), p. 04014053. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000253](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000253).
- Luo, L., Qiping Shen, G., Xu, G., Liu, Y. and Wang, Y. (2019) ‘Stakeholder-Associated Supply Chain Risks and Their Interactions in a Prefabricated Building Project in Hong Kong’, *Journal of Management in Engineering*, 35(2), pp. 1–14. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000675](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000675).
- Panova, Y. and Hilleltoft, P. (2018) ‘Managing supply chain risks and delays in construction project’, *Industrial Management and Data Systems*, 118(7), pp. 1413–1431. Available at: <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0422>.
- Shojaei, P. and Haeri, S.A.S. (2019) ‘Development of supply chain risk management approaches for construction projects: A grounded theory approach’, *Computers and Industrial Engineering*, 128, pp. 837–850. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.045>.
- Tazehzadeh, M., Rezaei, A. and Kamali, S. (2018) ‘Supply Chain Risk Management in Canadian Construcion Industry’, *11th Internation Congress on Civil Engineering* [Preprint], (September).
- Utomo, J., Hatmoko, D., Wibowo, M.A., Astuty, M.D., Arthaningtyas, D.R. and Nur, M. (2019) ‘Managing risks of precast concrete supply chain : a case study’, 05004, pp. 1–8.
- Wang, Z. and Hu, H. (2017) ‘Improved Precast Production–Scheduling Model Considering the Whole Supply Chain’, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 31(4), p. 04017013. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000667](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000667).
- Wang, Z., Hu, H. and Gong, J. (2018) ‘Framework for modeling operational uncertainty to optimize offsite production scheduling of precast components’, *Automation in Construction*, 86(April 2017), pp. 69–80. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.026>.
- Wilson, S. (2018) ‘Mix flexibility optimisation in hybrid make-to-stock / make-to-order environments in process industries’, *Cogent Engineering*, 5(1), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1501866>.
- Xu, H. (2020) ‘Minimizing the ripple effect caused by operational risks in a make-to-order supply chain’, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 50(4), pp. 381–402. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2018-0213>.