

Analisis Risiko Potensi Kegagalan Proses Penjernihan Air Limbah Industri Farmasi Dengan Pendekatan Metode AHP

Dino Rimantho^{1a}

Abstract. *The pharmaceutical industry has the potential to produce waste water, which is categorized as hazardous waste. The operational process of waste treatment has the potential to pose a risk of processing failure. The purpose of this article is to analyze the risks that occur in the pharmaceutical industry waste water treatment process. This study uses the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The number of experts used was three people. The results show that there are four main factors that have the potential to produce a risk of failure of waste water treatment processes such as man, machinery, method, and material. The method factor is the highest risk factor which is around 0.609, with a consistency ratio of 0.08. In addition, the subcriteria that have the potential to experience the risk of process failure are the Standard Operational Procedure (SOP), which has not run optimally which is equal to 0.701. Furthermore, in assessing the level of risk obtained, the optimal SOP is run at 0.685. The implication of the application of the AHP method is that a more in-depth review is needed regarding the criteria and subcriteria used to obtain more comprehensive results.*

Keywords: *waste water, AHP, pharmaceutical industry, process failure, risk.*

Abstrak. *Industri farmasi berpotensi menghasilkan air limbah yang dikategorikan sebagai limbah berbahaya. Dalam operasional proses pengolahan limbah berpotensi menimbulkan risiko kegagalan proses pengolahan. Tujuan dari artikel ini adalah untuk menganalisis risiko yang terjadi pada proses pengolahan air limbah industri farmasi. Penelitian ini menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Jumlah pakar yang digunakan sebanyak tiga orang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat faktor utama yang berpotensi menghasilkan risiko kegagalan proses pengolahan air limbah, seperti manusia, mesin, metode, dan material. Faktor metode merupakan faktor risiko tertinggi yaitu sekitar 0,609 dengan konsistensi rasio sebesar 0,08. Selain itu, subkriteria yang berpotensi mengalami risiko kegagalan proses adalah Standard Operasional Prosedur (SOP) belum berjalan optimal yaitu sebesar 0,701. Lebih lanjut, pada penilaian level risiko diperoleh SOP belum optimal dijalankan sebesar 0,685. Implikasi terhadap aplikasi metode AHP adalah diperlukan tinjauan yang lebih mendalam lagi terkait dengan kriteria dan subkriteria yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif.*

Kata Kunci: *air limbah, AHP, industri farmasi, kegagalan proses, risiko.*

I. PENDAHULUAN

Munculnya beragam jenis penyakit mendorong penemuan dan pengembangan obat baru. Dalam pencapaian tujuan penemuan tersebut akan membutuhkan sejumlah besar personil yang terlatih dalam bidang kimia obat, organik dan analitik, mikrobiologi, biokimia, fisiologi, farmakologi, toksikologi, teknik kimia dan patologi. Sehingga, sebagai hasil dari

berbagai upaya penelitian dan pengembangan obat baru menghasilkan berbagai limbah laboratorium kimia dan biologi (USEPA, 1991). Kehadiran berbagai limbah dari industri farmasi harus mengalami proses penjernihan di unit pengolahan air limbah agar tidak berpotensi membuat permasalahan menjadi semakin kompleks bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Stackelberg dkk., 2004).

Obat-obatan merupakan molekul yang kompleks yang ditandai oleh sifat ioniknya. Sebagai contoh, obat *ketoprofen* dan *naproxen* yang memiliki struktur kimia kompleks yang tidak dihilangkan dengan menggunakan unit pengolahan limbah secara konvensional, sehingga harus dilakukan dengan menggunakan Bioreaktor Membran (MBR) (Kimura dkk., 2005). Air limbah industri farmasi mengandung sejumlah

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jalan Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, DKI Jakarta (12640)

^a email: dino.rimantho@univpancasila.ac.id

senyawa beracun tertentu, antibiotik, *steroid* dan *xenoestrogen*. Beberapa penelitian telah menunjukkan pengolahan air limbah farmasi dengan menggunakan proses biologis (Carballa dkk., 2005; Clara dkk., 2005; Huber dkk., 2005; Joss dkk., 2006).

Senyawa aktif farmasi seperti obat pengatur cairan, analgesik, antibiotik, antiseptik, hormon dan kemoterapi terdeteksi di aliran air limbah dan sumber air tanah. Senyawa aktif farmasi terdapat di mana-mana dengan konsentrasi rendah di badan air yang menerima limbah pengolahan limbah cair. Selain itu, terdapat informasi dalam standar air minum menimbulkan kekhawatiran akan potensi senyawa ini terjadi dalam air minum dan dengan demikian dapat mempengaruhi kesehatan manusia melalui penampakan kronis (Sim dkk., 2010).

Pengolahan secara fisikokimia yang berbeda telah diaplikasikan pada beberapa tahun terakhir untuk menghilangkan senyawa nitrogen dan organik dalam pengolahan air limbah industri. Teknologi pengolahan biologis telah dikembangkan dan digunakan dalam proses pengolahan air limbah industri yang berbeda selama beberapa dekade terakhir (Hirata dkk., 2001; Malandra dkk., 2003; Joss dkk., 2006). Efisiensi pada unit pengolahan air limbah dan karakteristik kinetika proses biologis secara umum diketahui melalui senyawa BOD dan COD, walaupun ada kesulitan dalam pengukurannya (Aziz & Tebbutt, 1980). Fasilitas pengolahan air limbah biologis terutama bergantung pada berbagai kondisi seperti komposisi air limbah, *ecotoxicants* dan *xenobiotics*. Perlakuan awal limbah industri sebelum pengolahan biologis dapat membantu operasi pengolahan biologis. Pada tahap pengolahan awal, limbah yang bersifat kasar dan koloid akan dikeluarkan dari air limbah. Lebih lanjut, kuantifikasi pencemaran air dibatasi untuk memantau kebutuhan oksigen biokimia (BOD), permintaan oksigen kimiawi (COD), nitrat, fosfat dan padatan tersuspensi total (Metcalf & Eddy, 2003). Teknologi biologis memungkinkan transformasi kontaminan organik dan anorganik menjadi gas dan endapan lumpur.

Pengolahan air limbah dan penggunaan kembali bukanlah hal baru, dan pengetahuan

tentang topik ini telah berkembang sepanjang sejarah manusia. Penggunaan kembali air limbah kota yang tidak melalui proses pengolahan air limbah telah dipraktikkan selama berabad-abad dengan tujuan mengalihkan sampah manusia keluar permukiman perkotaan (Angelakis & Snyder, 2015). Demikian juga, penerapan lahan air limbah domestik adalah praktik lama dan umum, yang telah mengalami berbagai tahap perkembangan. Hal ini telah menyebabkan pemahaman yang lebih baik tentang teknologi proses dan pengolahan limbah cair dan akhirnya pengembangan standar kualitas air (Paranychianakis dkk., 2015).

Proses pengolahan limbah cair industri farmasi dapat menggunakan lumpur aktif sebagai salah satu metode pengolahannya dimana dalam proses ini ada melalui beberapa tahapan, yaitu limbah cair dikumpulkan dahulu dalam bak *inlet* (*collect*), kemudian limbah yang terkumpul di masukkan ke dalam tangki sedimentasi, setelah itu limbah diolah ke dalam lumpur aktif, setelah itu limbah yang sudah baik akan dialirkan melewati bak *settling* untuk mengendapkan lumpur-lumpur aktif yang telah mati mikrobanya. Setelah proses limbah cair dan setelah di uji pada laboratorium *quality control* (QC) dan mendapatkan hasil yang baik, maka *output* yang dihasilkan dapat ditransfer ke sungai. Pada setiap proses pengolahan yang terjadi dapat berpotensi terjadinya kesalahan atau risiko kegagalan proses pengolahan.

Manajemen risiko adalah proses identifikasi risiko dan tindakan perencanaan untuk mengelola risiko. Selanjutnya, risiko yang teridentifikasi dinilai dan diprioritaskan. Hanya risiko yang memiliki dampak signifikan yang akan dikelola. Pengambilan keputusan manajemen risiko adalah proses untuk memilih alternatif terbaik atau member peringkat alternatif untuk tujuan manajemen risiko tertentu. Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan, melindungi dan meningkatkan nilai pemegang saham dengan mengelola ketidakpastian yang mempengaruhi pencapaian tujuan perusahaan (Barton dkk., 2002). Masalah keputusan manajemen risiko melibatkan banyak faktor dan alternatif yang saling bertentangan. Banyak aspek pengambilan

keputusan melibatkan banyak hal tak berwujud. Seringkali manajer risiko harus membuat keputusan dengan taruhan tinggi berdasarkan informasi yang praktis, namun terbatas untuk menganalisis dan mengatur informasi. Ketidakpastian dan ketidakstabilan lingkungan juga berkontribusi terhadap kompleksitas pengambilan keputusan manajemen risiko. *Analytic hierarchy process* (AHP) salah satu *multi criteria decision making* (MCDM) yang telah banyak diaplikasikan dalam penilaian risiko pada berbagai permasalahan dalam berbagai bidang seperti prioritas *maintenance* (Wing dkk., 2016), penilaian risiko pemilihan kontraktor (Khodadadi & Kumar, 2013), penilaian risiko banjir (Danumah dkk., 2016), penilaian risiko rantai pasok industri farmasi (Jaberidoost dkk., 2015), penilaian risiko keselamatan proyek (Aminbakhsh dkk., 2013), penilaian risiko dan evaluasi pengembangan sistem logistik (Hong dkk., 2014). Hal ini dikarenakan metodologi AHP mampu menangkap kompleksitas pengambilan keputusan suatu masalah. Dengan demikian, tujuan dari artikel ini adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko dan menganalisis risiko yang terjadi pada proses pengolahan limbah cair industri farmasi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di salah satu perusahaan farmasi di DKI Jakarta. Yang menjadi objek penelitian ini adalah proses pengolahan air limbah di industri farmasi. Proses pengolahan air limbah merupakan salah satu instalasi penting yang ada di perusahaan untuk mengolah air limbah sebelum air tersebut dilepas ke lingkungan perairan atau sungai. Proses pengolahan air limbah memiliki potensi kegagalan proses. Subjek penelitian ini terdiri atas orang-orang yang memahami mengenai proses pengolahan air limbah di instalasi pengolahan air limbah. Pemilihan responden dilakukan dengan secara sengaja (*purposive sampling*) untuk memperoleh informasi yang lebih akurat terkait dengan pengolahan air limbah. Hal tersebut untuk menjamin agar data penelitian merupakan data yang relevan dan

sesuai dengan tujuan penelitian, karena ditangani oleh orang-orang yang ahli dan mengerti tentang permasalahan yang ada.

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap permasalahan yang ada. Selain itu, studi pustaka digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan topic penelitian. Studi pustaka ini diperoleh dari buku-buku teori, jurnal, skripsi, dan artikel-artikel internet.

Data primer pada penelitian ini yaitu data yang diperoleh langsung dari perusahaan farmasi sebagai sumber yang diamati dan dicatat untuk pertama kalinya. Data primer ini diperoleh dari kuisisioner dengan responden yang merupakan orang-orang yang dianggap ahli dan mengerti permasalahan yang ada. Adapun responden atau pakar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak tiga orang. Data primer tersebut sebagai berikut:

- a. Data kriteria dan subkriteria pada proses pengolahan air limbah di unit instalasi pengolahan air limbah dengan tahapan sebagai berikut: Penyebaran kuisisioner tahap 1, yaitu kuisisioner tertutup untuk penentuan kriteria. Penyebaran kuisisioner tahap 2, yaitu kuisisioner terbuka untuk penentuan subkriteria. Responden diberi kebebasan untuk menentukan subkriteria proses pengolahan air limbah yang disesuaikan dengan kondisi di perusahaan. Kuisisioner ini mengacu pada hasil kuisisioner tahap 1.
- b. Data perbandingan berpasangan antar kriteria maupun antar sub kriteria proses pengolahan air limbah di unit pengolahan air limbah berdasarkan kuisisioner tahap 3, yaitu kuisisioner perbandingan berpasangan.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan melakukan studi literatur dan hasil penelitian terdahulu guna mendukung pembahasan dan penyelesaian masalah, ataupun data tertulis lainnya yang didapatkan langsung dari instansi terkait yang berhubungan dengan penelitian. Data sekunder pada penelitian ini antara lain: data unit pengolahan air limbah, dokumen-dokumen perusahaan yang berkaitan dengan penelitian, literatur dan pustaka yang relevan dengan penelitian.

Pengolahan data yang dilakukan bermula dari pengumpulan data yang diperoleh di lapangan, kemudian dilakukan tahapan pengolahan data sebagai berikut: (a) Pengolahan data kuisiener penentuan kriteria, (b) Pengolahan data kuisiener penentuan subkriteria, (c) Menyusun hirarki penilaian kinerja, (d) Pengolahan kuisiener perbandingan berpasangan, (e) Pengujian konsistensi matriks perbandingan, (f) Pengujian konsistensi hirarki, dan (g) Menganalisis dan membahas hasil pengolahan data. Pengolahan data kuisiener perbandingan berpasangan menggunakan software *Expert Choice*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data kuisiener I dan kuisiener II disertai diskusi dengan responden, maka kriteria dan subkriteria pada unit pengolahan air limbah yang berpotensi menimbulkan risiko kegagalan terdapat pada Tabel 1.

Setelah memperoleh kriteria dan subkriteria

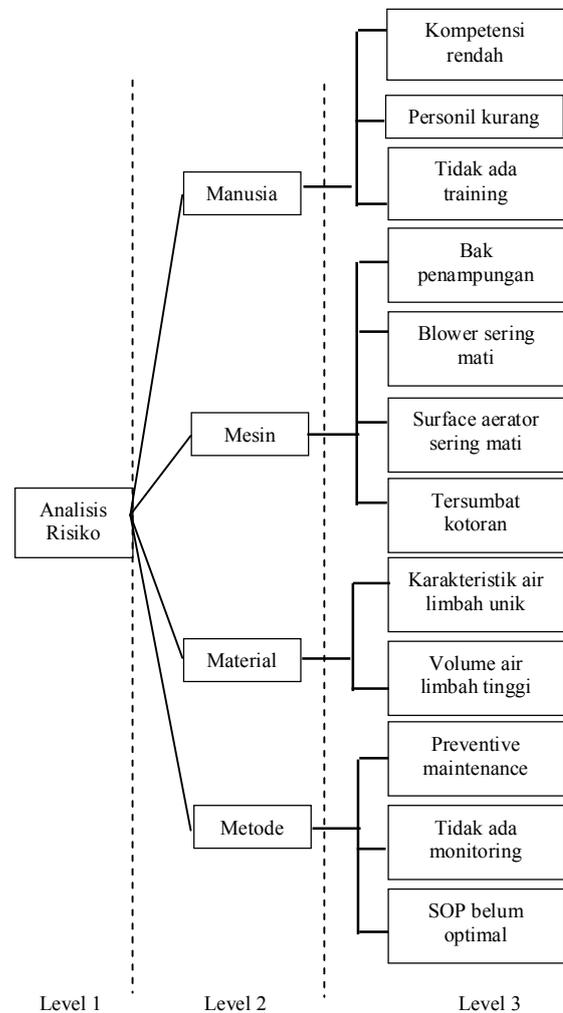
Tabel 1. Kriteria dan sub kriteria pada unit pengolahan air limbah

No	Kriteria	Sub kriteria
1	Manusia (operator)	a. Kompetensi tidak sesuai b. Kekurangan Personil c. Tidak pernah memperoleh training
2	Mesin (Peralatan)	a. Bak penampungan kurang luas b. Blower sering mati c. Surface aerator sering mati d. Tersumbat kotoran
3	Metode	a. <i>Preventive maintenance</i> belum dijalankan secara optimal b. Tidak ada monitoring harian dalam pengecekan effluent pada tiap-tiap unit c. SOP belum optimal dijalankan
4	Material	a. Air limbah memiliki karakteristik yang unik b. Volume air limbah tinggi

Tabel 2. Perbandingan berpasangan antar kriteria

Kriteria	Manusia	Mesin	Metode	Material	Risiko Relatif
Manusia	1	1/3	1/2	5	0,195
Mesin	3	1	1/2	5	0,111
Metode	2	2	1	5	0,609
Material	1/5	1/5	1/5	1	0,085

proses pengolahan air limbah pada unit pengolahan air limbah, selanjutnya dapat dibuat hirarki dengan 3 level pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur hirarki analisis risiko kegagalan proses pengolahan air limbah

Berdasarkan struktur hirarki tersebut dilakukan analisis terhadap hasil kuisiener perbandingan berpasangan. Penilaian secara berpasangan oleh pakar terhadap kriteria dan subkriteria dari kemungkinan tingkat risiko yang berpotensi terjadi. Untuk mencapai tujuan ini menentukan risiko relatif dari masing-masing kriteria (level kedua dari hirarki) dengan membuat matrik 4 x 4 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Matriks ini menunjukkan bahwa risiko mesin dinilai lebih penting daripada risiko manusia pada rasio numerik AHP. Alasan utama untuk ini

adalah adanya kekhawatiran tentang konsekuensi risiko terkait mesin atau unit pengolahan di instalasi pengolahan air limbah. Pelaksana di perusahaan memandang bahwa apabila terjadi sesuatu pada mesin atau peralatan yang ada di instalasi pengolahan air limbah akan memberikan dampak risiko negatif yang lebih besar dibanding dengan kriteria manusia. Hal ini didasarkan bahwa terdapat berbagai jenis mesin yang digunakan dalam instalasi pengolahan air limbah di perusahaan.

Matriks juga menunjukkan bahwa ketika risiko metode dibandingkan dengan risiko mesin dan risiko manusia dibandingkan, pihak perusahaan menilai bahwa metode mempunyai risiko yang lebih tinggi sedikit (dua pada skala numerik). Pihak penanggung jawab pada instalasi pengolahan air limbah mempunyai alasan bahwa metode pengolahan air limbah dapat mempengaruhi manusia dan mesin. Sementara itu, risiko material dalam hal ini air limbah yang dihasilkan dari proses produksi maupun aktivitas laboratorium kimia di perusahaan dinilai memiliki risiko yang lebih tinggi (lima pada skala numerik) dibanding kriteria-kriteria lainnya seperti mesin, manusia dan metode. Penilaian yang dilakukan untuk menentukan nilai risiko relatif dari keempat kriteria yang dipertimbangkan menunjukkan bahwa respon dari para pakar belum sepenuhnya konsisten, dimana nilai konsistensi dari perbandingan berpasangan pada kriteria yaitu 0,18. Lebih lanjut, ketidakkonsistenan yang diijinkan dalam metode AHP asalkan tidak melebihi 0,10.

Dengan menggunakan prosedur yang sama untuk memperoleh penilaian mengenai risiko relatif pada subkriteria dan kemungkinan relatif tingkat risiko (risiko tinggi, menengah dan rendah). Diperoleh matrik 3 x 3 pada subkriteria manusia, 4 x 4 pada matrik mesin, 2 x 2 pada matrik material dan 3 x 3 pada matrik metode. Sementara itu terdapat dua belas matrik penilaian pada tingkat risiko.

Risiko relatif dari berbagai kriteria kemudian dihitung sebagai komponen *eigen* vektor yang dinormalisasi dari matriks. Misalnya, dengan menggunakan matriks yang ditunjukkan pada

Tabel 2, maka faktor risiko relatif dapat dilakukan perhitungan. Risiko metode memiliki risiko relatif tertinggi (0,609), diikuti oleh risiko manusia (0,195), risiko mesin (0,111) dan risiko material dengan bobot risiko relatif (0,085).

Nilai risiko pada subkriteria atau level 3 secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 3. Hasilnya menunjukkan bahwa SOP belum dijalankan secara optimal adalah subkriteria yang paling berpengaruh dalam menentukan tingkat risiko proses pengolahan air limbah ini dengan risiko relatif sebesar 0,701. Selanjutnya diikuti oleh air limbah memiliki karakteristik yang unik sebesar 0,667. Sementara itu, para pakar menilai bahwa subkriteria bak kurang luas dan *preventive maintenance* belum optimal merupakan sub kriteria yang paling kecil risikonya dengan nilai masing-masing 0,092 dan 0,097.

Tabel 3. Perbandingan berpasangan antar subkriteria manusia

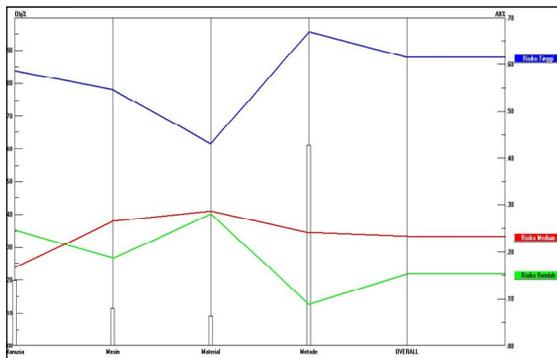
Sub Kriteria	Kompetensi	Kekurangan	Training	Relatif Risiko
Kompetensi	1	1/5	1/3	0,637
Kekurangan	5	1	3	0,105
Training	3	1/3	1	0,258

Langkah berikutnya adalah sintesis dan penentuan nilai kemungkinan tingkat risiko. Pada langkah ini, kemungkinan tingginya risiko tinggi, sedang, dan rendah ditentukan dengan menggabungkan bobot relatif melalui hirarki. Hasil penilaian dari para pakar menunjukkan bahwa ketika semua kriteria dan subkriteria dipertimbangkan, maka proses pengolahan air limbah ini merupakan kegiatan yang memiliki risiko tinggi dengan nilai risiko 6,405 seperti yang ditunjukkan di bagian bawah Tabel 4.

Hasil analisis yang uraikan di atas sangat tergantung pada hirarki yang ditetapkan dan penilaian risiko relatif yang dibuat pada berbagai kriteria dan subkriteria. Perubahan pada hierarki atau penilaian akan dapat menyebabkan perubahan hasilnya. Dengan menggunakan alat bantu software *Expert Choice*, akan diperoleh ilustrasi perubahan yang berpotensi terjadi apabila terjadi suatu perubahan.

Tabel 4. Prioritas kriteria dan subkriteria serta level risiko

Kriteria	Sub Kriteria	Level Risiko		
		Tinggi	Medium	Rendah
Manusia	0,195 Kompetensi tidak sesuai	0,584	0,584	0,135
	Kekurangan personil	0,135	0,584	0,135
	Tidak pernah memperoleh training	0,281	0,594	0,249
Mesin	0,111 Bak penampungan kurang luas	0,092	0,135	0,281
	Blower sering mati	0,475	0,594	0,249
	Surface aerator sering mati	0,275	0,584	0,281
	Tersumbat kotoran	0,158	0,584	0,281
Metode	0,609 Preventive maintenance belum dijalankan optimal	0,097	0,685	0,234
	Tidak ada monitoring harian	0,202	0,614	0,268
	SOP belum optimal dijalankan	0,701	0,685	0,234
Material	0,085 Air limbah memiliki karakteristik yang unik	0,667	0,594	0,249
	Volume air limbah tinggi	0,333	0,168	0,349
Tingkat risiko		6,405	2,945	2,626

**Gambar 2.** Sensivitas pada masing-masing kriteria

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil penilaian dari para pakar memberikan informasi bahwa aktivitas pengolahan air limbah memiliki risiko yang tinggi yaitu 0,615, dimana kriteria yang paling tinggi adalah metode dengan nilai 0,609. Dari hasil tampilan dengan menggunakan software *Expert Choice* menunjukkan secara umum tidak terjadi perubahan yang signifikan apabila scenario perubahan pada tiap-tiap kriteria dan subkriteria. Sebagai contoh, jika scenario kriteria manusia dinaikkan sebesar 10% dengan melakukan training dan pelatihan pada karyawan. Pertimbangan program pelatihan adalah adanya peningkatan proses produksi sebesar 10% akan menghasilkan peningkatan air limbah sekitar 10% pula. Berdasarkan scenario tersebut maka nilai awal kriteria manusia sebesar 19,5% akan dinaikkan sebesar 10% menjadi 29,5%, maka

kriteria mesin akan mengalami penurunan nilai yang awalnya 11,1% menjadi 9,8%, kriteria material yang awalnya 8,5% menurun menjadi 7,5%, dan kriteria metode mengalami penurunan dari 60,9% menjadi 53,4%. Hal ini secara logis dapat menjelaskan bahwa ketika operator mengalami peningkatan kompetensi dapat diartikan bahwa mereka telah memahami proses pengelolaan air limbah lebih baik dari sebelumnya sehingga pemahaman terhadap metode kerja mengalami peningkatan dan risiko kegagalan dari metode mengalami penurunan. Lebih lanjut, pada skenario tersebut juga memberikan informasi bahwa tidak ada perubahan ranking risiko, akan tetapi nilai risiko mengalami penurunan dimana pada sebelum adanya skenario perubahan nilai risiko adalah sebesar 61,4% dan menurun menjadi 61,1%.

IV. SIMPULAN

Industri farmasi berpotensi memunculkan limbah berbahaya dan beracun dari proses aktivitas produksinya. Dengan menggunakan pendekatan metode AHP dapat dilakukan analisis risiko kegagalan pada proses pengolahan air limbah di industri farmasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria metode merupakan risiko tertinggi, yaitu sekitar 0,609 dan material memiliki risiko terendah sekitar 0,085. Pada analisis risiko untuk subkriteria diperoleh hasil risiko tertinggi adalah SOP belum dijalankan

secara optimal dengan nilai 0,701. Secara garis besar diketahui bahwa proses pengolahan air limbah di industri farmasi dapat dikategorikan memiliki risiko yang tinggi, yaitu sekitar 6,405. Saran bagi *stakeholder* di industri farmasi adalah lebih fokus pada implementasi SOP pengolahan air limbah dan melakukan evaluasi dan perbaikan yang dipandang perlu dalam rangka menghasilkan proses pengolahan air limbah yang baik. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi lebih detail dan mendalam terhadap pemilihan kriteria dan subkriteria yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminbakhsh, S.; Gunduz, M.; Sonmez, R. (2013). "Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects". *Journal of Safety Research*, 46, 99–105.
- Angelakis, A.N.; Snyder, S.A. (2015). "Wastewater Treatment and Reuse: Past, Present, and Future". *Water*, 7 (9), 4887–4895. doi:10.3390/w7094887
- Aziz, J.A.; Tebbutt, T.H.Y. (1980). "Significance of COD, BOD and TOC correlations in kinetic models of biological oxidation". *Water Research*, 14 (4), 319.
- Barton, T.; Shenkir, W.; Walker, P. (2002). *Making Enterprise Risk Management Pay Off: How Leading Companies Implement Risk Management*. Financial Times Prentice Hall.
- Carballa, M.; Omil F.; Lema, J.M. (2005). "Removal of cosmetic ingredients and pharmaceuticals in sewage primary treatment", *Water Research*, 39 (17), 4790–4796.
- Clara, M.; Strenn, B.; Gans, O.; Martinez, E.; Kreuzinger, N.; Kroiss, H. (2005). "Removal of selected pharmaceuticals, fragrances and endocrine disrupting compounds in membrane bioreactor and conventional wastewater treatment plants". *Water Research*, 39 (19), 4797–4807.
- Danumah, J.H.; Odai, S.N.; Saley, B.M.; Szarzynski, J.; Thiel, M.; Kwaku, A.; Kouame, F.K.; Akpa, L.Y. (2016). "Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques, (cote d'ivoire)". *Geoenvironmental Disasters*, 3 (10), 1-13.
- Hirata A.; Nakamura Y.; Tsuneda S. (2001). "Biological nitrogen removal from industrial wastewater discharged from metal recovery processes". *Water Science and Technology*, 44 (2–3), 171–179.
- Hong, X.; Xiaoliang, C.; Cilan, Z. (2014). "The Risk Analysis and Evaluation of Urban Underground Logistics System Development Based on the Grey Analytic Hierarchy Process". *The Open Mechanical Engineering Journal*, 8, 354–357.
- Huber, M.M.; Gobel A.; Joss A.; Hermann N.; Löffler D.; McArdell, C.S.; Ried, A.; Siegrist, H.; Ternes, T.A.; von Gunten, U. (2005). "Oxidation of pharmaceuticals during ozonation of municipal wastewater effluents: a pilot study". *Environmental Science and Technology*, 39 (11), 4290–4299.
- Jaberidoost, M.; Olfat, L.; Hosseini, A.; Kebriaeezadeh, A.; Abdollahi, M.; Alaeddini, M.; Dinarvand, R. (2015). "Pharmaceutical supply chain risk assessment in Iran using analytic hierarchy process (AHP) and simple additive weighting (SAW) methods". *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 8 (9), 1-10.
- Joss, A.; Zabczynski, S.; Göbel, A.; Hoffmann, B.; Löffler, D.; McArdell, C.S.; Ternes, T.A.; Thomsen, A.; Siegrist, H. (2006). "Biological degradation of pharmaceuticals in municipal wastewater treatment: Proposing a classification scheme". *Water Research*, 40 (8), 168–169.
- Khodadadi, S.A.T.; Kumar, D. (2013), "Contractor selection with risk assessment by using AHP fuzzy method". *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 5 (2), 311–318.
- Kimura, K.; Hara, H.; Watanabe, Y. (2005). "Removal of pharmaceutical compounds by submerged membrane bioreactors (MBR)". *Desalination*, 178 (1–3), 135–140.
- Malandra, L.; Wolfaardt, G.; Zietsman, A.; Viljoenbloom, M. (2003). "Microbiology of a biological contactor for winery wastewater treatment". *Water Research*, 37 (17), 4125–4134.
- Metcalf, L.; Eddy, H.P. (2003). *Handbook of Wastewater Engineering – Treatment and Reuse*, 4th Ed., New York: McGraw Hill.
- Paranychianakis, N.V.; Salgot, M.; Snyder, S.A.; Angelakis, A.N. (2015). "Quality criteria for recycled wastewater effluent in EU-countries: Need for a uniform approach". *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol*, 45, 1409–1468.
- Sim, W.J.; Lee, J.W.; Oh, J.E. (2010). "Occurrence and fate of pharmaceuticals in wastewater treatment plants and rivers in Korea". *Environmental Pollution*, 158 (5), 1938–1947.
- Stackelberg, P.E.; Furlong, E.T.; Meyer, M.T.; Zaugg, S.D.; Henderson, A.; Reissman, D.B. (2004). "Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking water treatment plant". *Journal Science of the total environment*, 329 (1-3), 99–113.

- USEPA (1991), *Guids to Pollution Prevention: The Pharmaceutical Industry*. EPA/625/7-91/017. U.S Environmental Protection Agency. 1991.
- Wing, A.C.K.; Mohammed, A.H.; Abdullah, M.N. (2016), "A Review of Maintenance Priority Setting Methods". *International Journal of Real Estate Studies*, 10 (2), 1-9.