

Rancangan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Laboratorium Manufaktur Perguruan Tinggi X

Lauditta Irianti¹, Dhimas Satria Nur Maulana²

^{1,2}) Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, ITENAS

JL. PKH Mustofa No 23, Bandung

Email: lauditta.iriанти@gmail.com , dhimas.satria2611@gmail.com

ABSTRAK

Laboratorium manufaktur pada perguruan tinggi X merupakan laboratorium yang digunakan baik untuk mendukung perkuliahan maupun memproduksi material. Hingga saat ini laboratorium tersebut belum memiliki suatu sistem untuk dapat meminimalisasi segala potensi bahaya yang memungkinkan terjadinya kecelakaan kerja. Hal tersebut dapat diatasi dengan menetapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Pada penelitian ini, standar SMK3 yang digunakan mengacu kepada Peraturan Pemerintah No 50 Tahun 2012 khusus pada tahap perencanaan. Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan checklist workplace hazard inspection form, wawancara, serta observasi. Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan metode FMEA dimana hasil potensi bahaya dengan Risk Priority Number (RPN) tertinggi yang akan digunakan sebagai prioritas utama. Potensi bahaya dengan RPN tertinggi akan dicari akar masalahnya dengan menggunakan fishbone diagram. Bentuk rancangan SMK3 pada penelitian ini merupakan rekapitulasi dari pengendalian risiko berdasarkan potensi bahaya dengan RPN tertinggi, peraturan perundang-undangan dan hasil checklist form. Berdasarkan hasil FMEA, potensi bahaya dengan nilai RPN tertinggi (yaitu 448) adalah pakaian terlilit oleh bagian mesin yang berputar. Berdasarkan hasil identifikasi peraturan perundang-undangan, terdapat 35 peraturan yang belum terpenuhi, sedangkan berdasarkan hasil checklist form terdapat 24 pertanyaan yang menunjukkan bahwa kondisi laboratorium masih membutuhkan perbaikan. Berdasarkan pengendalian risiko dari ketiga hal tersebut, terdapat 10 sasaran dan 38 kegiatan dalam rencana K3 yang telah dibuat.

Kata kunci: Sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, keselamatan dan kesehatan kerja, failure mode effect analysis, laboratorium, potensi bahaya

ABSTRACT

The manufacturing laboratory at X university is a laboratory used both to support lectures and produce materials. The laboratory does not yet have a system that can prevent or minimize all potential hazards that can cause accident. This can be overcome by implementing an Occupational Safety and Health Management System (OSH System). In this study, the OSH standard refers to Government Regulation No. 50 of 2012 specifically at the planning stage. The data collected by using the workplace hazard inspection form checklist, interviews, and observations. Risk assessment is carried out using the FMEA method which the results of potential hazards with the highest Risk Priority Number (RPN) will be used as a priority. The root problem of potential hazards with the highest RPN will be identified using fishbone diagram. The design of OSH in this study is a recapitulation of risk control based on potential hazards with the highest RPN, legislation and the results from checklist. The potential hazard with the highest RPN value (448) is clothing wrapped around a rotating machine part. Based on the results of the identification of laws and regulations, there are 35 rules that have not been implemented, while based on the results of the checklist form there are 24 items of statements indicating that laboratory conditions still need improvement. Based on risk control of those three aspects, there are 10 targets and 38 activities in the OSH plan that have been made.

Keywords: Occupational safety and health management system, occupational safety and health, failure mode effect analysis, laboratory, hazard

1. Pendahuluan

Perguruan tinggi X merupakan salah satu perguruan tinggi di Bandung yang memiliki 3 fakultas dan 14 program studi. Masing-masing jurusan memiliki studio/laboratorium untuk mendukung pelaksanaan perkuliahan. Salah satu program studi pada perguruan tinggi tersebut memiliki 7 laboratorium, salah satunya adalah laboratorium manufaktur. Laboratorium ini tidak hanya digunakan oleh mahasiswa sebagai penunjang perkuliahan, namun juga digunakan untuk memproduksi barang-barang tertentu yang merupakan permintaan dari pihak luar perguruan tinggi. Mesin-mesin pada laboratorium ini meliputi mesin bubut, mesin milling, mesin gerinda, mesin bendsaw, mesin las dan mesin bor. Pada pelaksanaannya, penggunaan mesin bubut, milling, gerinda, bendsaw dan bor tergantung akan tujuan prosesnya, namun umumnya meliputi penggunaan pahat

tajam dengan kecepatan putar yang tinggi, sedangkan mesin las digunakan saat akan menggabungkan dua atau lebih material dimana dalam prosesnya sangat memungkinkan terjadinya percikan api serta bau yang menyengat. Interaksi antara manusia dan mesin merupakan hal yang umum terjadi dimana hal tersebut memungkinkan untuk timbulnya kecelakaan kerja. Kecelakaan akibat kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga, tidak dikehendaki dan dapat menyebabkan kerugian baik jiwa maupun harta benda yang disebabkan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan [2]. Sejak tahun 2001, US Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB) telah mencatat adanya 120 kecelakaan di laboratorium akademik perguruan tinggi [5]. Sejak 1999 hingga 2016 telah terjadi 112 kecelakaan di laboratorium perguruan tinggi di Cina, selain itu sejak 2000 hingga 2015 telah terjadi 34 kecelakaan di laboratorium perguruan tinggi di Amerika Serikat [11]. Laboratorium manufaktur pun memiliki risiko kecelakaan yang tinggi dikarenakan tingginya interaksi dengan bahan kimia, elektrik, mekanik, prosedur dan operasional yang membutuhkan keamanan yang tinggi [9].

Berdasarkan hasil wawancara awal, terdapat beberapa kasus kecelakaan atau hampir kecelakaan yang pernah terjadi di laboratorium tersebut, seperti mata mahasiswa terkena cahaya pengelasan sehingga untuk beberapa saat tidak dapat melihat akibat silau yang ditimbulkan. Hal ini terjadi dikarenakan mahasiswa tidak menggunakan helm khusus pengelasan. Kasus lain terjadi adalah tangan mahasiswa tersayat pisau *endmill* ketika mengganti alat bantu pada mesin *milling*. Dampak dari hal tersebut adalah mahasiswa harus mendapatkan pertolongan pertama untuk luka sayatnya. Kasus lainnya adalah lengan mahasiswa terbentur eretan sumbu Z pada mesin CNC. Pihak laboratorium tidak mencatat mengenai segala kecelakaan atau hampir kecelakaan yang terjadi selama ini, hal ini dikarenakan karena laboratorium tidak memiliki sistem yang mengatur mengenai keselamatan kerja. Tidak menutup kemungkinan bahwa kasus serupa atau berbeda akan terjadi dimasa depan.

Manusia berhak untuk mendapatkan rasa aman di setiap pekerjaannya. Rasa aman adalah suatu kebutuhan yang mendorong individu memperoleh ketentraman, kepastian dan keteraturan dari keadaan lingkungan yang mereka tempati [7]. Rasa aman dapat diperoleh oleh manusia jika adanya suatu aturan yang berfokus pada keselamatan dan kesehatan kerja manusia. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah sebuah bidang yang terkait dengan kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan manusia yang bekerja di sebuah instansi [2]. Sistem yang menunjang K3 disebut dengan Sistem Manajemen K3 (SMK3). Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No 05, SMK3 adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif. Perancangan SMK3 dimulai dari penetapan kebijakan K3, perencanaan K3, pelaksanaan K3, pemantauan dan evaluasi K3 serta peninjauan dan peningkatan kinerja K3 pada organisasi tersebut. Hingga saat ini, laboratorium manufaktur pada perguruan tinggi X belum menerapkan SMK3 sehingga tidak adanya upaya untuk meminimalisasi segala potensi bahaya yang mungkin terjadi yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan manusia sekitar. Potensi bahaya (*hazard*) adalah segala sumber yang tidak diinginkan atau berlebih dengan kapasitas yang dapat menyebabkan kerusakan, kehilangan ataupun cedera [10]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan membahas mengenai perancangan SMK3 untuk laboratorium manufaktur yang berfokus kepada proses pengendalian risiko dari potensi bahaya berdasarkan hierarki pengendalian (eliminasi, substitusi, rekayasa teknik dan administrasi) [8].

2. Metode Penelitian

Standar yang Digunakan dalam Proses Perancangan SMK3

Pada penelitian ini, standar yang digunakan dalam perancangan SMK3 adalah Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa laboratorium ini belum sama sekali menerapkan SMK3 sehingga pendekatan yang berlaku secara nasional di Indonesia dan sesuai dengan kebijakan pemerintah dirasa akan relevan sebagai permulaan. Pada penelitian ini, proses perancangan SMK3 hanya dilakukan pada satu tahap, yaitu tahap perencanaan K3 yaitu meliputi penelaahan awal, identifikasi potensi bahaya, peraturan perundang-undangan dan sumber daya yang dimiliki. Dalam melakukan perencanaan K3 sesuai peraturan dibutuhkan ahli K3, panitia Pembina K3, wakil pekerja dan pihak lain yang terkait akan organisasi. Pada penelitian ini, proses perencanaan K3 dilakukan dengan melibatkan peneliti, koordinator laboratorium, asisten laboratorium, pekerja laboratorium dan mahasiswa selaku praktikan.

Seluruh proses pada tahap perencanaan dilakukan pada penelitian ini kecuali proses sumber daya yang dimiliki. Proses tersebut adalah proses menyusun perencanaan sumber daya yang dimiliki meliputi sumber daya manusia yang kompeten, sarana, prasarana serta dana. Proses penyusunan tersebut memerlukan suatu diskusi yang lebih dalam dengan pihak manajemen. Hasil akhir dari penelitian ini adalah rencana K3 yang meliputi tujuan dan sasaran K3 untuk dapat meminimalisasi potensi bahaya di laboratorium.

Klausul 3 Perencanaan K3

Tahap perencanaan K3 yang dilakukan pada penelitian ini hanya pada 3 proses pertama, yaitu sebagai berikut:

1) Penelaahan awal

Proses ini merupakan tinjauan awal kondisi K3 perusahaan. Proses penelaahan awal pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara kepada pihak pengguna (mahasiswa (praktikan dan asisten), pekerja serta dosen koordinator laboratorium),

observasi lapangan serta penggunaan *checklist workplace hazard inspection form*. Wawancara dilakukan terhadap 44 mahasiswa, 5 pekerja serta 1 dosen koordinator laboratorium. Terdapat 10 pertanyaan dasar pada sesi wawancara yang secara garis besar berisi pertanyaan mengenai kecelakaan apa yang pernah terjadi, penyebab serta dampak kecelakaan tersebut, sikap yang bersangkutan dalam menanggapi kecelakaan, ada tidaknya peringatan serta pelatihan mengenai keselamatan kerja, dan terakhir terdapat pertanyaan jenis kecelakaan yang memungkinkan terjadi di masa mendatang yang saat ini belum terjadi. Proses observasi merupakan proses pengamatan langsung ke lapangan dimana akan melakukan pendataan mengenai *layout* laboratorium, stasiun kerja (mesin) apa saja yang tersedia dan digunakan, proses pengerjaan pada setiap stasiun kerja, pengukuran lingkungan kerja fisik dari laboratorium yang meliputi suhu, kebisingan, kelembaban dan pencahayaan dari setiap stasiun kerja baik di waktu pagi, siang dan sore, serta kondisi secara umum dari laboratorium.

Checklist workplace hazard inspection form memuat pertanyaan yang lebih umum mengenai kondisi lingkungan kerja secara keseluruhan. *Checklist* terdiri dari 9 klasifikasi, yaitu tempat parkir, bagian luar gedung, sistem keamanan, resepsionis, rambu-rambu, pelaksanaan kerja, tangga & pintu keluar, tempat persembunyian, area kerja yang terisolasi, pola ruang gerak, elevator, kamar mandi, ruang rapat & wawancara. Klasifikasi *checklist* yang digunakan pada penelitian ini adalah kondisi sekitar bagian luar dari gedung, sistem keamanan, rambu-rambu, pelaksanaan dan area kerja, tangga & pintu keluar (hanya bagian pintu keluar) dan kamar mandi. Klasifikasi yang tidak digunakan adalah resepsionis, tempat parkir, tangga, elevator, tempat persembunyian, area kerja yang terisolasi, pola ruang gerak dan ruang rapat & wawancara. Hal tersebut karena klasifikasi –klasifikasi tersebut merupakan fasilitas yang tidak tersedia di laboratorium. Pada penelitian ini, hasil *checklist* selain akan digunakan sebagai *input* dalam identifikasi potensi bahaya, juga sebagai *input* dalam proses dalam perancangan rencana K3. Hasil dari *item* pertanyaan *checklist* pada kondisi laboratorium yang masih membutuhkan perbaikan akan menjadi *input* dalam proses perancangan rencana K3.

2) Identifikasi potensi bahaya, penilaian dan pengendalian risiko

Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan penilaian potensi bahaya hingga pengendalian risiko. Identifikasi potensi bahaya dilakukan dengan melihat hasil dari wawancara, observasi dan *checklist workplace hazard inspection form* dengan menggunakan pendekatan proses pada pengerjaan setiap stasiun kerja (mesin). Penilaian potensi bahaya akan dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA). Ambekar dkk., [1] mendeskripsikan bahwa FMEA adalah suatu metodologi untuk menganalisis potensi kegagalan dalam sistem berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan kegagalan. Masing-masing potensi bahaya akan dinilai tingkat keparahan dari dampak (*severity*), frekuensi dari penyebab potensi bahaya (*occurrence*) dan penilaian terhadap pengendalian saat ini (*detection*). Hasil penilaian risiko disebut dengan *Risk Priority Number* (RPN) dimana RPN tertinggi akan menjadi prioritas utama. Pada penelitian ini potensi bahaya dengan RPN tertinggi yang akan dibahas lebih lanjut untuk masuk ke dalam proses pengendalian risiko.

Potensi bahaya dengan RPN tertinggi akan dicari akar masalahnya dengan menggunakan metode *fishbone diagram*. Setelah mencari akar masalah dari potensi bahaya tersebut, maka selanjutnya akan dirumuskan pengendalian risiko. Pengendalian risiko merupakan langkah penentuan dalam keseluruhan manajemen risiko [8]. Pengendalian risiko pada penelitian ini mempertimbangkan hierarki pengendalian yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik dan administrasi [8]. Pada penelitian ini proses pengendalian risiko tidak hanya dilakukan pada hasil akar masalah dari potensi bahaya, namun juga untuk peraturan perundang-undangan serta hasil *checklist workplace hazard inspection form* yang belum terpenuhi atau masih membutuhkan perbaikan.

3) Peraturan perundang-undangan dan persyaratan lainnya

Pada proses ini dilakukan suatu pendataan undang-undang keselamatan kerja yang digunakan dimana harus sesuai dengan kondisi lingkungan dari tempat penelitian. Setelah dilakukan pendataan, maka akan dilakukan proses perbandingan peraturan perundang-undangan dengan kondisi yang saat ini terjadi di laboratorium manufaktur, apakah telah memenuhi aturan atau belum yang dicantumkan dalam bentuk tabel perbandingan. Jika belum sesuai, maka hal tersebut akan menjadi *input* dalam proses pengendalian risiko untuk peraturan perundang-undangan.

4) Rencana K3

Rencana K3 pada penelitian ini akan memuat mengenai tujuan dan sasaran. Tujuan dan sasaran pada penelitian ini diperoleh berdasarkan hasil pengendalian risiko dari ketiga hal, yaitu hasil dari *checklist workplace hazard inspection form* yang belum terpenuhi di area laboratorium, akar masalah dari potensi bahaya dengan RPN tertinggi dan peraturan perundang-undangan yang belum terpenuhi di laboratorium.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan Laboratorium

Laboratorium manufaktur pada perguruan tinggi X digunakan untuk kegiatan perkuliahan (praktikum) dan kegiatan produksi kerja sama mitra (memproduksi barang yang dipesan oleh pihak luar perguruan tinggi). Kegiatan praktikum meliputi beberapa materi dimana setiap materinya akan menggunakan mesin yang berbeda. Seperti materi mesin *milling*. Pada materi ini mahasiswa (praktikan) akan mempelajari bagaimana memproses benda kerja dimulai sejak *set up* benda kerja pada mesin, proses pemesinan pada *raw material* menjadi produk serta proses melepas benda kerja dari mesin. Pada pelaksanaannya proses pemesinan akan menggunakan alat-alat kerja seperti pisau *end mill* atau pisau *drilling* yang tajam. Untuk materi lainnya dengan menggunakan mesin lainnya pun cukup mirip dengan materi di mesin *milling* namun dengan langkah-langkah serta alat-alat kerja yang berbeda. Pada mesin las, mahasiswa (praktikan) akan memadukan dua objek dimana pada saat prosesnya percikan listrik akan terjadi.

Proses produksi kerja sama mitra dilakukan oleh pekerja tertentu, bukan oleh mahasiswa. Proses produksi dilakukan untuk membuat produk yang sesuai dengan pesanan dimana dalam prosesnya tentu akan menggunakan mesin-mesin yang terdapat di laboratorium seperti *milling*, bubut, gerinda, las dan lainnya. Dalam pelaksanaannya, pekerja tidak memiliki batasan waktu dalam bekerja, kerja sama mitra ini tergantung akan pesanan yang datang sehingga jika dalam waktu tertentu terdapat banyak pesanan, maka proses produksi akan dilakukan dalam dua shift, yaitu shift pagi dan malam.

Hasil Penelaahan Awal

Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara secara umum, seluruh responden menyatakan bahwa pernah terjadi kecelakaan kerja di laboratorium. Secara umum kecelakaan yang terjadi dapat meliputi anggota badan terkena bagian mesin, terkena percikan geram, terkena mata asah mesin, terkena percikan api, terkena pisau drill atau mata silau karena cahaya pengelasan. Berdasarkan hasil wawancara, pada umumnya responden berpendapat bahwa kecelakaan terjadi karena tidak adanya sistem pengamanan pada mesin, kelengkapan alat pelindung diri yang sangat minim, tidak adanya standar operasi yang jelas ataupun karena pengguna kurang berhati-hati / konsentrasi saat bekerja. Hingga saat ini, upaya pencegahan kecelakaan di laboratorium salah satunya masih berupa himbauan di awal sebelum mahasiswa dan pekerja bekerja untuk berhati-hati. Berikut ini adalah beberapa pertanyaan dan jawaban dari responden:

Q₁ : “Apakah di laboratorium pernah terjadi kecelakaan kerja? jika iya, jenis kecelakaan yang bagaimana?”

A₁ : “Pernah, benda kerja terlempar saat proses pemesinan berlangsung”

“Pernah, sering kali geram terlempar kearah yang tak terduga, atau masuk ke sela-sela kuku jari, terlempar kearah wajah, atau saat membersihkan geram tangan tidak sengaja tersayat geram”

“Pernah, mata pahat terlepas dan mengenai badan”

“Pernah, percikan api las mengenai anggota tubuh karena tidak menggunakan apron”

“Pernah, bunga api dari mesin gerinda mengenai tangan”

“Pernah, saat spindle masih berputar tidak sengaja operator memegang pahatnya, kunci T pun pernah masih di spindle dan kemudian diputar”

Q₂ : “Menurut Anda, bagaimana atau apa penyebab kecelakaan tersebut dapat terjadi?”

A₂ : “Terkadang human error, kurang hati-hati, sedang bercanda saat proses pemesinan berlangsung tidak dilakukan pengecekan terlebih dahulu”

“Tidak ada SOP secara jelas sehingga bekerja masih berdasarkan intuisi”

“APD yang ada saat ini jumlahnya terbatas, atau dalam kondisi yang kurang baik, bahkan ada APD yang tidak sesuai peruntukannya”

Observasi

Terdapat 6 stasiun kerja yang dibahas pada penelitian ini yaitu *milling*, bubut, *assembly*, CNC, *bandsaw* dan *sprayer*. Setiap kegiatan di stasiun kerja umumnya memiliki 3 aktivitas utama, yaitu:

- 1) *Setup* benda ke mesin
- 2) Proses pemesinan
- 3) Proses *unloading* (melepas benda kerja dari mesin dan meletakkan benda kerja tempat tertentu)
- 4)

Berdasarkan hasil observasi terhadap lingkungan kerja fisik pada laboratorium yang meliputi suhu, kebisingan, kelembaban dan pencahayaan, secara umum hasilnya masih dibawah standar yang disarankan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 tahun 2016 [6]. Berdasarkan hasil pengamatan langsung pada kondisi kerja, secara umum kerapian di daerah laboratorium masih perlu peningkatan, masih terdapat kabel-kabel yang melintang ataupun terminal listrik yang diletakkan di meja, pekerja maupun mahasiswa tidak menggunakan alat pelindung diri yang lengkap, atau bahkan tidak menggunakan sama sekali. Mesin-mesin belum memiliki pelindung (*cover*) sehingga efek hasil pemesinan memungkinkan berterbangan ke sekitar, seperti sampah geram dan percikan api dari proses gerinda. Terdapat satu buah alat pemadam

kebakaran (APAR) di dalam laboratorium dimana jarak APAR dengan stasiun kerja terdekat adalah 0,5 meter dan dengan stasiun kerja terjauh adalah 6,2 meter. Tidak terdapat garis pembatas antara posisi mesin dan posisi manusia sehingga memungkinkan bahwa manusia terlalu dekat jaraknya dengan mesin

Checklist Workplace Hazard Inspection Form

Checklist Workplace Hazard Inspection Form yang digunakan berasal dari situs *Workplace Safety & Prevention Services*, sebuah organisasi *non-profit* di Ontario sejak tahun 1979 yang berkomitmen dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja yang melayani sektor manufaktur, pertanian dan jasa. Terdapat 59 pertanyaan pada *Checklist Workplace Hazard Inspection Form* dimana akan diberikan jawaban apakah kondisi pada pertanyaan tersebut telah diterapkan di laboratorium atau belum. Berdasarkan hasil *checklist*, terdapat 24 dari 59 kondisi yang masih membutuhkan perbaikan, dimana secara garis besar kondisi tersebut berupa lampu di sekitar laboratorium tidak dinyalakan sebelum kondisi lingkungan gelap, laboratorium tidak memiliki sistem keamanan sama sekali jika ada penyusup, sistem untuk akses keluar masuk, ataupun sistem yang membatasi jumlah orang masuk ataupun keluar. Selain itu laboratorium tidak dilengkapi dengan kamera, sedangkan laboratorium memiliki banyak mesin dan peralatan sebagai aset penting. Di sekitar laboratorium tidak memiliki tanda atau rambu (*display*) yang menunjukkan lokasi, atau pemisahan antara area pribadi dan area pengunjung, tidak ada jalur evakuasi, tidak adanya rambu yang menunjukkan pentingnya APD, tidak ada tanda pembatas antara lokasi manusia dan mesin. Lingkungan kerja fisik seperti pencahayaan masih kurang dari standar dan tidak merata, serta masih ada lampu yang mati di beberapa bagian.

Identifikasi Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko

Pada proses ini dilakukan identifikasi potensi bahaya berdasarkan hasil dari penelaahan awal. Identifikasi potensi bahaya ini dilakukan berdasarkan proses-proses yang terjadi pada setiap stasiun kerja. Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. Berdasarkan metode FMEA, terdapat 8 tahap yang dilakukan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Total terdapat 127 RPN pada penelitian ini, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan nilai RPN tertinggi yaitu 448. Berdasarkan nilai RPN tersebut, kegagalan (*failure mode*) yang akan dijadikan prioritas adalah pakaian terlipit oleh bagian mesin yang berputar pada aktivitas proses pemesinan di mesin bubut. *Failure mode* prioritas akan dicari akar masalahnya dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berdasarkan *fishbone diagram*, akar masalah dari pakaian terlipit oleh bagian mesin secara garis besar dikarenakan tidak adanya aturan dalam berpakaian sehingga pengguna menggunakan pakaian yang *oversize* atau menggunakan lengan panjang tanpa kancing, kondisi lingkungan fisik seperti pencahayaan dan temperatur yang tidak ideal sehingga terkadang pengguna mendekatkan dirinya kemesin untuk melihat benda kerja, tidak ada garis pembatas antara mesin dan operator serta operator yang tidak fokus bekerja, terburu-buru dan hilang konsentrasi karena kelelahan. Akar masalah yang telah diidentifikasi pada *fishbone diagram* akan dijadikan sebagai input dalam pengendalian risiko untuk potensi bahaya.

Identifikasi Perundang-Undangan

Terdapat 9 undang –undang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Undang Undang No 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja
2. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.PER.04/MEN/1980 tentang syarat-syarat pemasangan dan pemeliharaan alat pemadam api ringan
3. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.PER/08/MEN/VII/2010 tentang alat pelindung diri
4. Peraturan Pemerintah RI No.50 Tahun 2012 tentang penerapan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3)
5. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.PER.15/MEN/VIII/2008 tentang pertolongan pertama pada kecelakaan kerja di tempat kerja
6. Peraturan Menteri Perburuahan No 7 Tahun 1964 tentang syarat kesehatan, kebersihan serta penerangan dalam tempat kerja
7. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 70 tahun 2016 tentang standar persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri
8. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 12 Tahun 2015 tentang keselamatan dan kesehatan kerja listrik di tempat kerja
9. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 38 Tahun 2016 tentang keselamatan dan kesehatan kerja di pesawat tenaga dan produksi

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara pasal dalam perundang-undangan dengan kondisi saat ini yang dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil identifikasi perundang-undangan yang telah dilakukan, terdapat 35 dari 67 peraturan yang masih belum diterapkan di laboratorium. Semua peraturan yang belum terpenuhi akan menjadi input untuk pengendalian risiko berdasarkan hasil perbandingan perundang-undangan.

Tabel 1. Tahap –tahap pengerjaan FMEA

Identifikasi <i>failure mode</i>	Identifikasi <i>Potential Effect of Failure</i>	Menentukan <i>severity</i>	Identifikasi <i>Cause of Failure</i>	Menentukan Tingkat <i>Occurrence</i>	Identifikasi <i>Current Control</i>	Menentukan Tingkat Detection	Menentukan Risk Priority Number (RPN)
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Failure Mode</i> adalah kegagalan yang terjadi atau berpotensi terjadi pada proses, desain atau produk [1]. Pada penelitian ini, proses identifikasi kegagalan yang terjadi atau potensi terjadi dilakukan pada setiap proses di stasiun kerja. Total terdapat 37 <i>failure mode</i> yang telah diidentifikasi dari seluruh stasiun kerja.	Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai dampak yang akan terjadi dari masing-masing <i>failure mode</i> yang dirasakan pengguna [1]. Setiap <i>failure mode</i> memungkinkan menghasilkan lebih dari satu <i>potential effect of failure</i>. Total terdapat 65 <i>potential effect of failure</i> yang telah diidentifikasi pada penelitian ini	<i>Severity</i> adalah tingkat keparahan dari dampak (<i>potential effect of failure</i>). Penentuan <i>severity</i> berdasarkan hasil diskusi dengan pengguna (mahasiswa, pekerja dan dosen koordinator laboratorium). Beberapa pertimbangan dalam menentukan <i>severity</i> adalah mengenai jam kerja serta pengalaman pengguna. Skala nilai <i>severity</i> berkisar dari skala 1 hingga 10 ([3]; [1]) dimana justifikasi setiap skala yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya [4]. Semakin tinggi skala maka tingkat keparahan dampak tersebut semakin tinggi, begitu juga sebaliknya	<i>Cause of Failure</i> adalah penyebab terjadinya setiap kegagalan (<i>failure mode</i>). Satu <i>failure mode</i> dapat diakibatkan oleh lebih dari satu penyebab. Total terdapat 127 <i>cause of failure</i> pada penelitian ini.	<i>Occurrence</i> adalah kemungkinan terjadinya penyebab (<i>cause of failure</i>) sehingga kegagalan (<i>failure mode</i>) dapat terjadi [1]. Penentuan <i>occurrence</i> berdasarkan hasil diskusi dengan pengguna (mahasiswa, pekerja dan dosen koordinator laboratorium). Skala nilai <i>occurrence</i> berkisar dari 1 hingga 10 dimana justifikasi skala menggunakan justifikasi dari penelitian sebelumnya [3].	<i>Current control</i> adalah pengendalian saat ini yang diterapkan untuk mencegah agar kegagalan (<i>failure mode</i>) terjadi [1]. Total terdapat 37 <i>current control</i> pada penelitian ini.	Detection adalah penilaian terhadap current control, untuk menilai seberapa baik pengendalian yang saat ini diterapkan sehingga dapat mencegah atau mendeteksi kegagalan. Skala berkisar dari 1 hingga 10 dimana semakin tinggi skala menunjukkan bahwa semakin tinggi kegagalan dapat terjadi meskipun telah ada pengendalian (current control), begitu juga sebaliknya. Penentuan nilai detection dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan pengguna (mahasiswa, pekerja dan dosen koordinator laboratorium). Justifikasi skala menggunakan justifikasi dari penelitian sebelumnya [3].	Risk Priority Number (RPN) digunakan sebagai penentuan kegagalan (<i>failure mode</i>) mana yang akan dijadikan prioritas perbaikan. Kegagalan (<i>failure mode</i>) dengan nilai RPN tertinggi akan dijadikan prioritas [1]. RPN dapat dicari dengan rumus $Severity \times Occurrence \times Detection$

Tabel 2. Perhitungan *risk priority number* (RPN)

No	Stasiun kerja	Aktivitas	Potential failure mode	Potential effect of failure	S	Cause of failure	O	Current control	D	RPN
1	Mesin Milling	Set up Mesin dan Benda kerja	Terpukul palu	Luka memar didalam tangan	..	Tidak konsentrasi saat melakukan pekerjaan	6	Telah ada peringatan berupa himbauan lisan agar tetap konsentrasi, dan selalu berhati-hati	3	72
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
60	Mesin Bubut	Proses Pemesinan	Pakaian terlilit oleh bagian mesin yang berputar	Patah Tangan	8	Menggunakan baju dengan lengan panjang namun tidak dikancing dibagian pergelangan tangan	7	Tidak menyediakan APD yang sesuai dengan ukuran badan dan tidak ada peraturan untuk menggunakan APD dengan ukuran yang sesuai	8	448
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
127	Sprayer	Mengecat benda kerja	Cat terhirup	Sesak napas	5	Proses pengecatan tidak diruangan khusus yang tertutup sehingga memungkinkan untuk pengecatan melawan arah angin	6	Telah disediakan APD namun tidak sesuai dengan peruntukannya, serta pengecatan dilakukan diluar SSML	6	180

Tabel 3. Perbandingan peraturan undang-undang dengan kondisi saat ini

No	Peraturan	Judul	Pasal	Ayat	Isi	Kesesuaian		Catatan
						Ya	Tidak/belum	
1	Undang-Undang No. 1 Tahun 1970	Keselamatan Kerja	3	1	Syarat-syarat keselamatan kerja			
					a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan	√		Asisten mahasiswa laboratorium telah melakukan pencegahan kecelakaan kerja dengan memberikan himbauan kepada mahasiswa lainnya
					...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	
9	Peraturan Menteri Ketenaga kerjaan RI No 38 Tahun 2016	Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi	127	1	...	...	...	...
					f. Mematuhi peraturan dan melakukan tindakan pengamanan yang telah ditetapkan dalam pengoperasian pesawat tenaga dan produksi		√	terkadang pengguna, khususnya pekerja, tidak mematuhi aturan-aturan namun tindakan pengamanan diupayakan untuk ditepati
					...	...	...	

Pengendalian Risiko

Pengendalian Risiko Berdasarkan Checklist Workplace Hazard Inspection Form

Berdasarkan hasil pengisian *Checklist Workplace Hazard Inspection Form*, terdapat 24 dari 59 *item* pertanyaan yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa kondisi lapangan yang masih diperlukan perbaikan. Selanjutnya akan dilakukan identifikasi pengendalian risiko untuk setiap pernyataan yang masih membutuhkan perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengendalian risiko berdasarkan hasil *checklist workplace hazard inspection form*

Klasifikasi	Pernyataan yang Membutuhkan Perbaikan	Pengendalian Risiko			
		Eliminasi	Substitusi	Rekayasa Teknik	Administrasi
Sekitar luar gedung	Lampu tidak dinyalakan ketika sudah gelap			Menggunakan sensor lampu berdasarkan cahaya	
	Area sampah dan peralatan tidak disimpan dengan visibilitas yang baik			Menentukan lokasi tertentu sebagai tempat khusus untuk peralatan dan sampah	
				...	
...	...	...	...	...	...
Tangga dan Pintu Keluar	Tidak terdapat jalur atau rute keluar ketika terdapat hal yang tidak diinginkan			Membuat jalur evakuasi disertai dengan rambu (<i>display</i>) petunjuk	

Pengendalian Risiko Berdasarkan Failure Mode dengan Prioritas Tertinggi

Pengendalian risiko berdasarkan *failure mode* dengan prioritas tertinggi dilakukan berdasarkan hasil identifikasi akar masalah dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berdasarkan hasil identifikasi akar masalah, terdapat 22 akar masalah untuk *failure mode* dengan prioritas tertinggi (pakaian terlilit oleh bagian mesin yang berputar pada aktivitas proses pemessinan di mesin bubut). Identifikasi pengendalian risiko berdasarkan *failure mode* dengan prioritas tertinggi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengendalian risiko berdasarkan *failure mode* dengan prioritas tertinggi

Akar Masalah	Pengendalian Risiko			
	Eliminasi	Substitusi	Rekayasa Teknik	Administrasi
Pakaian oversize			Merancang pakaian yang sesuai dengan dimensi tubuh pengguna laboratorium (dengan konsep anthropometri)	Membuat aturan dan SOP mengenai tata berpakaian di dalam laboratorium
....				
Penutup mesin rusak		Mengganti penutup mesin jika tidak dapat diperbaiki	Memperbaiki penutup mesin yang sudah rusak	

Pengendalian Risiko Berdasarkan Perundang-Undangan

Pengendalian risiko berdasarkan perundang-undang dilakukan untuk seluruh peraturan yang belum diterapkan di laboratorium. Terdapat 35 peraturan yang belum dipenuhi. Identifikasi pengendalian risiko untuk ke 35 peraturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Pengendalian risiko berdasarkan perundang-undangan

Peraturan	Judul	Pasal	Ayat	Isi	Pengendalian Risiko			
					Eliminasi	Substitusi	Rekayasa Teknik	Administrasi
Undang-Undang No. 1 Tahun 1970	Keselamatan Kerja	3	1	Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar radiasi, suara dan getaran			Memperbaiki <i>exhaust fan</i> , menambah kipas dan membuat jendela yang menghadap keluar untuk membantu proses sirkulasi udara	
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No 38 Tahun 2016	Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Tenaga dan Produksi	127	1	Mematuhi peraturan dan melakukan tindakan pengamanan yang telah ditetapkan dalam pengoperasian pesawat tenaga dan produksi				Menetapkan peraturan dan sanksi yang tegas mengenai kedisiplinan saat pengoperasian mesin

Rencana K3

Input untuk rencana K3 merupakan seluruh pengendalian risiko yang telah diidentifikasi baik dari pengendalian risiko berdasarkan *checklist workplace hazard inspection form*, potensi bahaya dengan prioritas tertinggi serta dari perundang-undangan. Pengendalian risiko dari ketiga hal tersebut akan direkapitulasi tanpa dipisah-dipisah. Rencana K3 terdiri tujuan, sasaran dan kegiatan. Tujuan dari rencana K3 adalah meminimalisasi risiko kecelakaan di laboratorium. Sasaran yang dicantumkan dalam rancangan ini merupakan klasifikasi untuk seluruh pengendalian risiko. Kegiatan merupakan seluruh pengendalian risiko yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya.

Berdasarkan hasil rekapitulasi seluruh pengendalian risiko, terdapat 10 sasaran untuk rencana K3 yaitu visibilitas luar gedung, penetapan aturan untuk orang luar yang berkunjung, sistem keamanan, rambu (*display*) pada laboratorium, efisiensi dan peningkatan kemampuan tenaga kerja, perbaikan kondisi lingkungan kerja laboratorium, alat pelindung diri dan pelindung mesin, kelengkapan dokumen-dokumen yang dibutuhkan, kelengkapan P3K dan badan pengawas. Total terdapat 38 kegiatan yang disarankan berdasarkan sasaran tersebut. Rencana K3 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rencana K3 laboratorium manufaktur perguruan tinggi X

No	Tujuan : Meminimasi risiko kecelakaan di laboratorium manufaktur	
	Sasaran	Kegiatan
1	Visibilitas luar gedung	Menentukan area sampah dan peralatan yang mudah terlihat
2	Sistem Keamanan	Memasang CCTV dan memberi rambu yang menunjukkan adanya sistem keamanan
3	Aturan untuk orang luar yang berkunjung	Membuat aturan untuk orang luar yang berkunjung seperti larangan masuk bagi yang tidak berkepentingan, apa yang boleh dan tidak boleh dilakukan, sejauh mana batas area pengunjung serta pakaian yang harus dikenakan
...	...	
37	Kelengkapan P3K	Melengkapi isi dari P3K di laboratorium
38	Badan Pengawas	Membentuk badan pengawas khusus untuk mengawasi jalannya K3 di laboratorium

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berfokus ke dalam tahap perencanaan dalam perancangan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3). Standar yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012. Pada penelitian ini, rancangan SMK3 merupakan hasil dari pengendalian risiko berdasarkan hasil *checklist hazard workplace inspection form*, hasil identifikasi potensi bahaya dan penilaian risiko serta hasil dari identifikasi perundang-undangan. Berdasarkan hasil *checklist*, terdapat 24 dari 59 *item* pertanyaan yang menunjukkan bahwa kondisi laboratorium masih belum memenuhi standar keselamatan sehingga membutuhkan perbaikan. Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya, potensi dengan prioritas tertinggi adalah pakaian terlilit oleh bagian mesin yang berputar pada aktivitas proses pemessinan di mesin bubut. Berdasarkan hasil identifikasi akar masalah terhadap potensi bahaya dengan prioritas tertinggi, terdapat 22 buah akar masalah yang dapat menyebabkan potensi tersebut terjadi. Identifikasi perundang-undangan menunjukkan bahwa terdapat 9 buah undang-undang atau peraturan pemerintah yang digunakan dimana terdapat 35 peraturan yang belum terpenuhi di laboratorium. Berdasarkan keseluruhan kondisi yang belum terpenuhi serta akar masalah yang telah diidentifikasi, maka dicari pengendalian risiko. Rencana K3 pada penelitian ini menghasilkan 1 tujuan, yaitu meminimisasi risiko kecelakaan di laboratorium manufaktur pada perguruan tinggi X. Berdasarkan tujuan tersebut, terdapat 10 buah sasaran yang ingin dicapai dan 38 kegiatan.

Pada penelitian ini, potensi bahaya yang dicari akar masalahnya hanya satu buah dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan agar pemilihan potensi bahaya yang akan diidentifikasi akar masalahnya menggunakan konsep diagram pareto dengan konsep 80/20. Pada penelitian ini pun tidak dilakukan perancangan rambu (*display*) yang disebutkan dalam rencana K3, seperti petunjuk evakuasi, garis batas antara mesin dan manusia, rancangan pakaian serta segala rambu K3, APD dan lainnya. Adanya kemungkinan penggunaan bahan kimia yang berbahaya perlu diamati lebih dalam untuk penentuan cara penyimpanan bahan kimia. Hal ini dapat dijadikan pengembangan pada penelitian selanjutnya. Selain merancang petunjuk evakuasi, dapat dilakukan proses penentuan dan perancangan jalur evakuasi untuk keadaan darurat.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang bersedia untuk bekerjasama selama penelitian ini, yaitu para responden mahasiswa (praktikan dan asisten laboratorium), pekerja serta dosen koordinator laboratorium manufaktur Perguruan Tinggi X.

Daftar Pustaka

- [1] Ambekar, S. B., Edlabadkar, A., & Shrouty, V., A review: implementation of failure mode and effect analysis, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*. 2 (8) (2013) 37-41.
- [2] Daryanto. S. *Pedoman Praktik K3LH (Keselamatan Dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup)*. Malang: Gava Media. (2018).
- [3] Firdaus, H., Failure mode and effect analysis (FMEA) sebagai tindakan pencegahan pada kegagalan pengujian, *Annual Meeting on Testing and Quality 2015*. (2015) 131-147.
- [4] Levi, A., Usulan perbaikan keselamatan kerja menggunakan metode *job safety analysis* (JSA) dan *failure mode and effect analysis* (FMEA), *Jurnal Spektrum industri*. 15 (2017) 121-255.
- [5] Menard, A. D., & Trant, J., A review and critique of academic lab safety research, *Nature Chemistry*. 12 (1) (2019) 1-9.
- [6] Moeloek, N. F. *Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri*. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016. (2016).
- [7] Potter, P. A. *Fundamental Keperawatan Konsep, Proses, dan Praktik Edisi 4*. Jakarta: Eg. (2005).
- [8] Ramli, S. *Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat. (2013).
- [9] Salleh, S., Erita, M., Hassan, M. A., & Patakor, F. A, A case study on the efficacy of technical laboratory safety in polytechnic, *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*. 5 (5) (2011) 632-636.
- [10] Taylor, G., Easter, K., & Hegney, R. *Occupational Safety and Health*. Oxford United Kingdom: Elsevier Butterworth-Heinemann. (2004).
- [11] Zhang, Y., Mao, P., Li, H., Xu, Y., You, D., Liu, H., Huang, W. & Yuan, J., Assessing the safety risks of civil engineering laboratories based on lab criticality index : a case study in Jiangsu province, *International Journal of Environment Reseach and Public Health*. (2020) 17 6244.