E-ISSN : 2988-1986
https://ejournal.cahayailmubangsa.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 2 Tahun 2026

PENERAPAN *JOB SAFETY ANALYSIS* (JSA) DALAM PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI K3 BERBASIS WEBSITE

Alvira Janri Kanaya [1*], Caecilia Sri Wahyuning [2], Alif Ulfa Afifah [3]
[1,2,3] Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung
E-mail: janrikanayaa@gmail.com*

ABSTRACT

Occupational safety and health (OSH) is an important aspect of machining activities because the use of machinery involves various hazards that may cause occupational accidents. This study aimed to identify hazards, assess risk levels, analyze the causes of hazards, determine risk controls, and develop a web-based OSH risk management information system in the Production Process Laboratory of the Industrial Engineering Study Program. The methods included hazard identification on milling machines, lathes, and 3D printing machines, risk assessment using the AS/NZS 4360:2004 method, root cause analysis using the 5 Whys method, and information system development using the Laravel framework and MySQL database. The results showed that 166 potential hazards were identified throughout the machining processes. Risk assessment identified four risk categories: acceptable, priority 3, substantial, and priority 1, with acceptable and priority 3 being the most frequently identified categories. The 5 Whys analysis indicated that the main causes included the absence of machine-specific SOPs for personal protective equipment (PPE), the lack of written work instructions, and limited availability of work aids. Recommended risk controls included developing SOPs and work instructions, regulating work methods, and providing PPE according to the hazards associated with each work process. The developed system also fulfilled the main functional requirements based on Black Box Testing.

Keywords: *occupational safety and health, hazard identification, risk assessment, AS/NZS 4360:2004, information system.*

ABSTRAK

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek penting dalam kegiatan pemesinan karena penggunaan mesin memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, menganalisis penyebab bahaya, menentukan pengendalian risiko, serta mengembangkan sistem informasi manajemen risiko K3 berbasis *web* pada Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Industri. Metode yang digunakan meliputi identifikasi bahaya pada mesin *milling*, mesin bubut, dan mesin *3D printing*, penilaian risiko menggunakan metode AS/NZS 4360:2004, analisis akar penyebab menggunakan metode *5 Whys*,

Article History
Received: Juli 2026
Reviewed:Juli 2026
Published: Juli 2026

Plagiarism Checker No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

serta perancangan sistem informasi menggunakan *framework* Laravel dan basis data MySQL. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 166 potensi bahaya yang teridentifikasi dari seluruh proses pemesinan. Hasil penilaian risiko menunjukkan kategori *acceptable*, *priority 3*, *substantial*, dan *priority 1*, dengan kategori *acceptable* dan *priority 3* sebagai kategori yang paling banyak ditemukan. Analisis *5 Whys* menunjukkan penyebab utama meliputi belum tersedianya SOP spesifik penggunaan APD pada setiap mesin, tidak adanya instruksi tertulis, dan keterbatasan alat bantu kerja. Pengendalian yang direkomendasikan meliputi penyusunan SOP, instruksi kerja, pengaturan metode kerja, dan penggunaan APD sesuai potensi bahaya. Sistem yang dikembangkan juga telah memenuhi fungsi utama berdasarkan pengujian *Black Box Testing*.

Kata kunci: keselamatan dan kesehatan kerja, identifikasi bahaya, penilaian risiko, AS/NZS 4360:2004, sistem informasi.

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting dalam setiap aktivitas kerja karena berkaitan dengan upaya mencegah kecelakaan, penyakit akibat kerja, kerusakan fasilitas, serta kerugian lainnya. Penerapan K3 mencakup proses identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko, dan pembentukan budaya kerja yang aman. Penerapan prinsip keselamatan yang baik dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan sekaligus mendukung aktivitas yang aman, produktif, dan berkelanjutan [1]. Menurut Tarwaka (2017), K3 merupakan ilmu dan penerapannya secara teknis dan teknologis untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dari setiap pekerjaan yang dilakukan [2].

Penerapan K3 juga menjadi bagian dari Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012, SMK3 merupakan bagian dari sistem manajemen organisasi dalam rangka mengendalikan risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja sehingga tercipta tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif [3]. Salah satu kegiatan penting dalam penerapan SMK3 adalah identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang menjadi dasar dalam menentukan tindakan pengendalian terhadap potensi bahaya yang ditemukan.

Lingkungan perguruan tinggi memiliki berbagai aktivitas dan fasilitas yang dapat menimbulkan potensi bahaya, seperti ruang perkuliahan, bengkel, serta laboratorium. Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS), sebagai salah satu perguruan tinggi yang memiliki berbagai fasilitas tersebut, juga menghadapi potensi risiko K3 dalam aktivitas akademik maupun operasionalnya. Salah satu area yang memiliki potensi bahaya relatif tinggi adalah

laboratorium Proses Produksi pada Program Studi Teknik Industri karena melibatkan penggunaan mesin dan peralatan, termasuk mesin *milling*, mesin bubut, dan *3D printing*. Potensi bahaya pada aktivitas tersebut perlu diidentifikasi dan dikendalikan untuk mencegah terjadinya kecelakaan maupun gangguan kesehatan akibat kerja.

Kondisi Unit K3L ITENAS yang masih relatif baru dan belum memiliki jumlah *investigator* yang memadai menjadi salah satu tantangan dalam pelaksanaan investigasi kecelakaan kerja. Petugas yang tersedia juga masih memerlukan dukungan dalam melakukan investigasi secara cepat dan terarah. Padahal, kecelakaan dapat terjadi sewaktu-waktu sehingga proses identifikasi penyebab dan pengendalian risiko perlu dilakukan secara sistematis. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu sistem yang dapat membantu pengelolaan data K3, mulai dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, analisis penyebab utama, hingga rekomendasi pengendalian.

Identifikasi bahaya merupakan tahapan penting dalam manajemen K3 karena digunakan untuk mengenali potensi bahaya dan menentukan tindakan pencegahan yang sesuai [4]. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Job Safety Analysis* (JSA), yaitu teknik identifikasi potensi bahaya berdasarkan setiap tahapan pekerjaan. JSA dilakukan dengan menguraikan pekerjaan menjadi beberapa tahapan, mengidentifikasi bahaya pada setiap tahapan, serta menentukan pengendalian yang sesuai. Hasil identifikasi tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam penilaian risiko dan penentuan prioritas pengendalian.

Selain identifikasi bahaya, analisis penyebab utama juga diperlukan untuk memahami faktor yang mendasari munculnya suatu risiko. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *5 Whys*. Menurut Andersen dan Fagerhaug (2006), *5 Whys* merupakan teknik analisis akar penyebab yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan “why” secara berulang untuk menelusuri penyebab suatu masalah hingga ditemukan akar penyebabnya [5]. Penggunaan metode ini dapat membantu menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih tepat karena pengendalian tidak hanya diarahkan pada gejala, tetapi juga pada penyebab mendasar.

Perkembangan teknologi informasi memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan data K3. Sistem informasi dapat digunakan untuk mengintegrasikan proses pendataan, penyimpanan, pengolahan, dan penyajian informasi secara terstruktur sehingga dapat mendukung kegiatan operasional dan pengambilan keputusan [6]. Sistem berbasis *website* dapat menjadi alternatif untuk mendokumentasikan data K3 dalam satu sistem yang dapat digunakan oleh Unit K3L ITENAS. Sistem tersebut dapat membantu mengurangi

ketergantungan terhadap pencatatan manual serta mempermudah akses terhadap informasi mengenai potensi bahaya dan risiko di lingkungan kampus.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi informasi dapat mendukung pengelolaan K3. Adiwibowo (2021) menunjukkan bahwa aplikasi berbasis *web* dapat membantu pemantauan kondisi keselamatan dan meningkatkan kesadaran terhadap penerapan K3 [7]. Irawan (2025) juga menunjukkan bahwa sistem informasi K3 berbasis digital dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data, mempercepat respons terhadap insiden, serta mendukung pengelolaan kegiatan K3 [8]. Metode HIRA dan JSA untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada proses produksi dan menghasilkan rekomendasi pengendalian berdasarkan tingkat risiko. Meskipun demikian, penelitian yang mengintegrasikan hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, analisis akar penyebab, dan pengelolaan data K3 ke dalam sistem informasi berbasis *website* pada lingkungan perguruan tinggi masih perlu dikembangkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada aktivitas di Laboratorium Proses Produksi ITENAS menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA), melakukan penilaian tingkat risiko, menganalisis penyebab utama menggunakan metode *5 Whys*, serta menentukan rekomendasi pengendalian risiko. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan pengembangan sistem informasi K3 berbasis *website*. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu Unit K3L ITENAS dalam mengelola, mendokumentasikan, dan memperoleh informasi K3 secara lebih terstruktur sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan dan penerapan manajemen risiko K3 di lingkungan kampus.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem informasi untuk mendukung pengelolaan manajemen risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Industri ITENAS dengan objek penelitian berupa aktivitas penggunaan mesin *milling*, mesin bubut, dan *3D printing*. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, pemilihan metode pemecahan masalah, pengumpulan data, pengolahan data menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA), analisis penyebab menggunakan *5 Whys*, penentuan pengendalian risiko, analisis kebutuhan sistem, perancangan dan pengembangan sistem informasi, serta pengujian sistem.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan asisten laboratorium. Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas kerja yang dilakukan, urutan penggunaan mesin, kondisi lingkungan kerja, kondisi peralatan, serta potensi bahaya yang terdapat pada setiap tahapan pekerjaan. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai prosedur kerja yang diterapkan, kondisi keselamatan, serta kendala yang berkaitan dengan pelaksanaan K3 di laboratorium.

Data sekunder diperoleh melalui studi literatur, penelitian terdahulu, dan standar K3 yang relevan. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode identifikasi bahaya, penilaian risiko, analisis penyebab, dan pengendalian risiko.

Identifikasi Bahaya Menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA)

Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA). Metode ini digunakan karena mampu mengidentifikasi potensi bahaya secara rinci berdasarkan setiap tahapan pekerjaan [4]. Tahapan JSA dilakukan dengan memilih aktivitas kerja, menguraikan pekerjaan menjadi beberapa langkah kerja, mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap langkah, menentukan konsekuensi yang mungkin terjadi, dan menentukan tindakan pengendalian.

Aktivitas kerja pada Laboratorium Proses Produksi diuraikan berdasarkan proses *set up* dan pengoperasian mesin *milling*, bubut, dan *3D printing*. Setiap tahapan kemudian dianalisis untuk mengetahui sumber bahaya dan konsekuensi yang mungkin ditimbulkan. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar dalam melakukan penilaian risiko.

Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan menggunakan pendekatan semi-kuantitatif berdasarkan AS/NZS 4360:2004 [9]. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan tiga parameter, yaitu *likelihood*, *exposure*, dan *consequences*. *Likelihood* menunjukkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian, *exposure* menunjukkan frekuensi paparan terhadap sumber bahaya, sedangkan *consequences* menunjukkan tingkat keparahan akibat apabila bahaya terjadi.

Nilai risiko dihitung menggunakan persamaan:

$$\textbf{Risk} = \textbf{Likelihood} \times \textbf{Exposure} \times \textbf{Consequences}$$

Hasil perhitungan kemudian dikategorikan berdasarkan tingkat risiko. Risiko dengan nilai lebih dari 350 dikategorikan sebagai *Very High*, nilai 180–350 sebagai *Priority 1*, nilai 70–180 sebagai *Substantial*, nilai 20–70 sebagai *Priority 3*, dan nilai kurang dari 20 sebagai *Acceptable*.

Klasifikasi tersebut digunakan untuk menentukan prioritas tindakan pengendalian terhadap potensi bahaya yang ditemukan.

Analisis Akar Penyebab dengan *5 Whys*

Potensi bahaya yang memiliki prioritas pengendalian selanjutnya dianalisis menggunakan metode *5 Whys*. Metode ini digunakan untuk menelusuri penyebab suatu masalah secara bertahap dengan mengajukan pertanyaan "*why*" secara berulang sampai diperoleh akar penyebab permasalahan [5].

Analisis dilakukan dengan menghubungkan potensi bahaya dengan penyebab yang mendasarinya. Pertanyaan pertama diarahkan pada penyebab langsung, kemudian pertanyaan berikutnya digunakan untuk menelusuri penyebab yang lebih mendalam. Hasil akhir analisis digunakan untuk menentukan akar penyebab yang menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi pengendalian risiko.

Pengendalian Risiko

Rekomendasi pengendalian ditentukan berdasarkan hasil penilaian risiko dan analisis akar penyebab. Pengendalian risiko mengacu pada hierarki pengendalian yang terdiri atas eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan alat pelindung diri (APD). Pengendalian diprioritaskan pada tindakan yang mampu menghilangkan atau mengurangi sumber bahaya, kemudian dilanjutkan dengan pengendalian pada proses kerja dan penggunaan APD apabila pengendalian sebelumnya belum dapat sepenuhnya menghilangkan risiko.

Analisis dan Perancangan Sistem Informasi

Hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, analisis penyebab, dan pengendalian risiko selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem informasi manajemen risiko K3 berbasis *web*. Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menentukan kebutuhan pengguna dan fungsi yang diperlukan dalam pengelolaan data K3. Kebutuhan sistem meliputi *business needs*, *business value*, *business requirements*, kebutuhan fungsional, dan kebutuhan nonfungsional.

Perancangan sistem dilakukan menggunakan beberapa model, yaitu *use case diagram*, *activity diagram*, *Data Flow Diagram* (DFD), dan *Entity Relationship Diagram* (ERD). *Use case diagram* digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan fungsi sistem. *Activity diagram* digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas pada setiap fitur. DFD digunakan untuk menggambarkan aliran data dari pengguna, proses pengolahan, penyimpanan, hingga keluaran sistem. Sementara itu, ERD digunakan untuk menggambarkan struktur basis data dan hubungan antarentitas [10, 11].

Sistem dirancang dengan dua aktor utama, yaitu Admin K3 dan Unit K3. Admin K3 memiliki hak akses untuk mengelola data mesin, JSA, penilaian risiko, analisis penyebab, dan pengendalian risiko, termasuk menambah, mengubah, serta menghapus data. Unit K3 memiliki hak akses untuk mengelola data mesin, JSA, penilaian risiko, analisis penyebab, dan pengendalian risiko dengan hak akses menambah dan mengubah data.

Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC). Tahapan yang digunakan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Pengembangan sistem berbasis *web* dilakukan menggunakan *framework* Laravel dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai basis data. Visual Studio Code digunakan sebagai perangkat lunak pengembangan, sedangkan XAMPP digunakan sebagai *web server* lokal.

Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan data hasil JSA, penilaian risiko, analisis penyebab utama, dan rekomendasi pengendalian ke dalam sistem. Sistem dikembangkan dengan fungsi pengelolaan data yang meliputi penambahan, penyimpanan, perubahan, dan penghapusan data serta penyajian informasi manajemen risiko K3 secara terstruktur.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini berfokus pada fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memperhatikan struktur kode program. Pengujian dilakukan terhadap fitur utama, yaitu proses *login*, pengelolaan data mesin, identifikasi bahaya melalui JSA, penilaian risiko, analisis penyebab utama, dan pengendalian risiko.

Setiap fitur diberikan masukan sesuai dengan skenario pengujian, kemudian keluaran sistem dibandingkan dengan hasil yang diharapkan. Sistem dinyatakan berfungsi sesuai kebutuhan apabila keluaran yang dihasilkan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan bahwa sistem informasi dapat digunakan dalam mendukung pengelolaan data manajemen risiko K3 di Laboratorium Proses Produksi ITENAS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Bahaya pada Proses Produksi

Identifikasi bahaya dilakukan pada proses kerja di laboratorium proses produksi yang melibatkan mesin *milling*, mesin bubut, dan mesin *3D printing*. Identifikasi dilakukan pada setiap tahapan pekerjaan dengan mengamati potensi bahaya, jenis *hazard*, serta konsekuensi

yang dapat ditimbulkan terhadap operator. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat berbagai potensi bahaya yang berasal dari aspek mekanis, fisik, dan ergonomi.

Pada mesin *3D printing*, tahapan pekerjaan meliputi pemasangan *print bed surface*, pemasangan *filament*, memasukkan *flashdisk*, proses pencetakan, dan *finishing*. Beberapa bahaya yang ditemukan antara lain *print bed surface* yang masih panas, kontak dengan *nozzle* panas, ujung produk 3D yang tajam, serta postur tubuh menunduk. Sementara itu, pada mesin bubut dan *milling* ditemukan bahaya seperti pahat atau pisau terlepas, geram panas, bagian mesin yang bergerak, suara bising, serta postur kerja yang kurang ergonomis.

Hasil rekapitulasi identifikasi bahaya yang mewakili seluruh proses produksi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Identifikasi Bahaya pada Laboratorium Proses Produksi

Potensi Bahaya	Konsekuensi	Mesin
Bed surface masih panas	Luka bakar pada tangan	*3D printing*
Cipratan *coolant* mengenai mata	Sensasi terbakar pada mata	*Milling* dan bubut
Collet/*arbor* jatuh ke kaki	Memar pada kaki	*Milling*
Gerakan tangan berulang	Nyeri pergelangan tangan	*Milling*
Geram panas mengenai tangan	Luka bakar ringan pada tangan	*Milling* dan bubut
Geram panjang terpental ke mata	Cedera pada mata	*Milling* dan bubut
Jari terjepit magnet *print bed*	Nyeri pada jari	*3D printing*
Kontak dengan *nozzle* panas	Luka bakar ringan pada tangan	*3D printing*
Kontak dengan sisi tajam pahat	Luka sayat ringan pada tangan	Bubut
Kontak dengan ujung pisau tajam	Luka sayat ringan pada tangan	Bubut
Kontak dengan ujung senter putar yang tajam	Luka sayat ringan pada tangan	*Milling* dan bubut
Kontak dengan ujung tajam produk 3D	Luka gores pada tangan	*3D printing*
Kunci terlepas dari genggaman	Memar atau luka gores pada tangan	*Milling* dan bubut
Paha terkena eretan yang bergerak	Memar pada paha	Bubut
Pahat terlepas saat pemrosesan	Luka sayat pada lengan	Bubut

Pakaian longgar tersangkut bagian berputar	Luka serius pada tubuh	Bubut
Pemutaran kunci secara berlebihan	Nyeri pergelangan tangan	*Milling* dan bubut
Pisau terlepas saat *spindle* berputar	Luka sayat pada lengan	*Milling*
Postur tubuh membungkuk	Nyeri punggung dan kaki	*Milling* dan bubut
Postur membungkuk saat mengecek ketinggian pahat	Nyeri punggung	Bubut
Postur tubuh menunduk	Nyeri leher	Bubut
Postur menunduk saat memasang *print bed surface*	Nyeri leher	*3D printing*
Postur menunduk saat memasukkan *flashdisk*	Nyeri leher	*3D printing*
Postur menunduk saat *finishing*	Nyeri leher	*3D printing*
Suara bising mesin	Gangguan pendengaran	*Milling* dan bubut
Ukuran *collet* tidak sesuai dengan pisau	Luka sayat ringan pada tangan	*Milling*

Berdasarkan Tabel 1, bahaya ditemukan pada aspek mekanis, fisik, dan ergonomi. Bahaya mekanis antara lain berkaitan dengan pahat, pisau, bagian mesin yang bergerak, dan benda tajam. Bahaya fisik terutama berupa panas, geram, dan kebisingan, sedangkan bahaya ergonomi berkaitan dengan postur tubuh dan gerakan berulang. Beberapa potensi bahaya ditemukan pada lebih dari satu jenis mesin, terutama penggunaan kunci, postur kerja, dan paparan geram.

Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan menggunakan metode AS/NZS 4360:2004 dengan mempertimbangkan nilai *likelihood* (L), *exposure* (E), dan *consequences* (C). Nilai *risk rating* diperoleh dari perkalian ketiga parameter tersebut [9].

Hasil penilaian menunjukkan bahwa tingkat risiko yang ditemukan berada pada kategori *acceptable*, *priority 3*, *substantial*, hingga *priority 1*. Rekapitulasi hasil penilaian risiko disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Risiko

Potensi Bahaya	L	E	C	*Risk Rating*	Kategori
Bed surface masih panas	6	2	5	60	*Priority 3*
Cipratan *coolant* mengenai mata	6	3	5	90	*Substantial*
Collet/arbor jatuh ke kaki	1	2	1	2	*Acceptable*
Gerakan tangan berulang	6	6	1	36	*Priority 3*
Geram panas mengenai tangan	6	3	5	90	*Substantial*
Geram panjang terpental ke mata	6	3	5	90	*Substantial*
Jari terjepit magnet *print bed*	6	1	1	6	*Acceptable*
Kontak dengan *nozzle* panas	6	3	5	90	*Substantial*
Kontak dengan sisi tajam pahat	3	2	5	30	*Priority 3*
Kontak dengan ujung pisau tajam	3	2	1	6	*Acceptable*
Kontak dengan ujung senter putar	3	6	1	18	*Acceptable*
Kontak dengan ujung tajam produk 3D	6	2	1	12	*Acceptable*
Kunci terlepas dari genggaman	3	2	1	6	*Acceptable*
Paha terkena eretan bergerak	6	6	1	36	*Priority 3*
Pahat terlepas saat pemrosesan	3	6	15	**270**	***Priority 1***
Pakaian longgar tersangkut bagian berputar	6	1	25	**150**	*Substantial*
Pemutaran kunci berlebihan	3	2	1	6	*Acceptable*
Pisau terlepas saat *spindle* berputar	3	2	5	30	*Priority 3*
Postur tubuh membungkuk	6	6	1	36	*Priority 3*
Postur membungkuk saat cek ketinggian pahat	6	6	1	36	*Priority 3*
Postur tubuh menunduk	6	6	1	36	*Priority 3*
Postur menunduk saat memasang *print bed surface*	6	6	1	36	*Priority 3*
Postur menunduk saat memasukkan *flashdisk*	1	1	1	1	*Acceptable*
Postur menunduk saat *finishing*	6	2	1	12	*Acceptable*
Suara bising mesin	6	6	5	**180**	*Substantial*
Ukuran *collet* tidak sesuai dengan pisau	3	2	1	6	*Acceptable*

Berdasarkan Tabel 2, risiko tertinggi terdapat pada potensi **pahat terlepas saat proses pemesinan** dengan nilai *risk rating* sebesar **270** dan termasuk kategori *priority 1*. Risiko tersebut berpotensi menyebabkan luka sayat pada lengan. Risiko kategori *substantial* ditemukan pada cipratan *coolant*, geram panas, geram yang terpental, kontak dengan *nozzle* panas, pakaian longgar yang tersangkut bagian berputar, serta suara bising mesin.

Potensi bahaya lainnya berada pada kategori *priority 3* dan *acceptable*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses produksi masih memiliki beberapa risiko yang memerlukan pengendalian, terutama pada bahaya dengan kategori *priority 1* dan *substantial*.

Analisis Penyebab Bahaya

Analisis penyebab dilakukan terhadap potensi bahaya yang mewakili kategori risiko dengan menggunakan metode *5 whys*. Analisis dilakukan dengan menelusuri penyebab secara bertahap hingga ditemukan akar penyebab dari setiap potensi bahaya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa risiko disebabkan oleh belum tersedianya instruksi kerja, SOP penggunaan APD, alat bantu, serta kondisi kerja yang masih mengandalkan aktivitas manual. Rekapitulasi akar penyebab dari risiko yang dianalisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Penyebab Bahaya Menggunakan *5 Whys*

Potensi Bahaya	Akar Penyebab
Pahat terlepas saat pemrosesan	Tidak terdapat instruksi tertulis mengenai pengecekan ulang penguncian pahat sebelum proses pemesinan
Suara bising mesin	Tidak terdapat SOP spesifik mengenai penggunaan APD pada setiap jenis mesin
Pakaian longgar tersangkut bagian berputar	Tidak terdapat SOP spesifik mengenai penggunaan APD pada setiap jenis mesin
Bed surface masih panas	Tidak tersedia alat bantu untuk mengambil produk
Gerakan tangan berulang	Pergerakan meja mesin masih dilakukan secara manual menggunakan *handwheel*
Kontak dengan ujung senter putar	Tidak terdapat SOP spesifik mengenai penggunaan APD pada setiap jenis mesin
Kontak dengan ujung tajam produk 3D	Tidak tersedia alat bantu untuk proses *finishing*

Pada potensi bahaya pahat terlepas, analisis menunjukkan bahwa pahat tidak terkunci dengan kuat karena operator tidak melakukan pengecekan ulang setelah proses pengencangan. Kondisi tersebut berkaitan dengan belum adanya instruksi tertulis mengenai pengecekan penguncian pahat sebelum mesin dioperasikan.

Pada bahaya kebisingan, paparan terjadi karena operator bekerja di sekitar mesin *milling* dan bubut tanpa menggunakan *ear plug*. Kondisi tersebut berkaitan dengan lemahnya pengawasan dan belum tersedianya SOP spesifik penggunaan APD pada setiap jenis mesin.

Sementara itu, bahaya *bed surface* yang masih panas dan ujung produk 3D yang tajam berkaitan dengan belum tersedianya alat bantu yang sesuai.

Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko disusun berdasarkan hasil penilaian dan analisis penyebab bahaya dengan mempertimbangkan hierarki pengendalian K3. Hasil pengendalian yang direkomendasikan meliputi pengendalian administratif dan penggunaan APD.

Tabel 4. Rekomendasi Pengendalian Risiko

Potensi Bahaya	Akar Penyebab	Pengendalian yang Direkomendasikan
Pahat terlepas saat pemrosesan	Tidak ada instruksi tertulis tentang pengecekan ulang	Administratif: menetapkan SOP pengecekan penguncian pahat sebelum mesin beroperasi
Suara bising mesin	Tidak ada SOP spesifik APD	Administratif: SOP APD setiap mesin dan pembatasan durasi paparan; APD: *ear plug*
Pakaian longgar tersangkut bagian berputar	Tidak ada SOP spesifik APD	Administratif: SOP APD setiap mesin; APD: *wearpack*
Bed surface masih panas	Alat bantu tidak tersedia	Administratif: menetapkan SOP penggunaan alat bantu
Gerakan tangan berulang	Meja mesin digerakkan secara manual	Administratif: mengatur waktu kerja untuk mengurangi gerakan berulang
Kontak dengan ujung senter putar	Tidak ada SOP spesifik APD	Administratif: SOP APD setiap mesin; APD: sarung tangan kerja
Kontak dengan ujung tajam produk 3D	Alat bantu tidak tersedia	Administratif: menetapkan SOP penggunaan alat bantu

Berdasarkan Tabel 4, pengendalian yang direkomendasikan terutama berupa pengendalian administratif melalui penyusunan dan penerapan SOP. Pengendalian tersebut mencakup pengecekan penguncian pahat, penggunaan APD sesuai jenis mesin, pembatasan durasi paparan kebisingan, serta penggunaan alat bantu. APD yang direkomendasikan meliputi *ear plug*, *wearpack*, dan sarung tangan kerja.

Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Risiko K3

Analisis Kebutuhan Sistem

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pencatatan identifikasi bahaya, penilaian risiko, analisis penyebab, dan pengendalian risiko di laboratorium masih dilakukan secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan proses pencatatan, pencarian, pembaruan, dan pemantauan data membutuhkan waktu lebih lama.

Berdasarkan kondisi tersebut, sistem informasi yang dikembangkan memiliki kebutuhan utama untuk mengelola data mesin, *Job Safety Analysis* (JSA), penilaian risiko, analisis penyebab menggunakan metode *5 whys*, serta pengendalian risiko. Sistem juga dirancang dengan pembatasan hak akses berdasarkan pengguna.

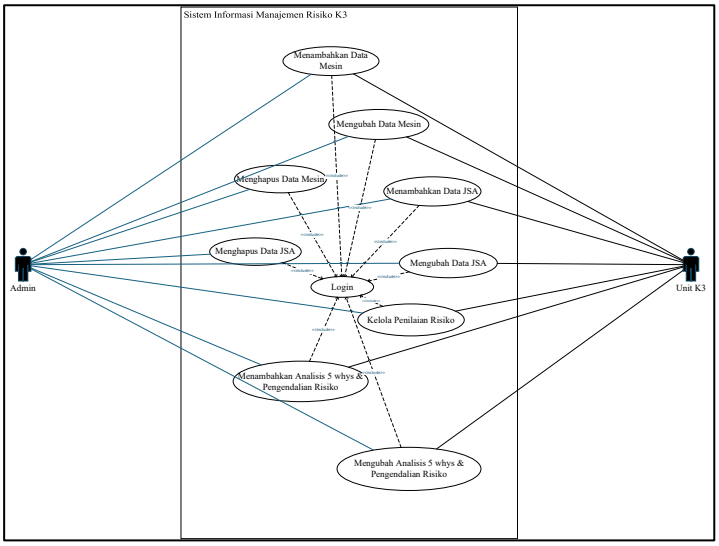
Tabel 5. Kebutuhan Fungsional Sistem

No.	Kebutuhan Fungsional
1	Sistem dapat melakukan *login* berdasarkan hak akses pengguna
2	Sistem dapat mengelola data mesin
3	Sistem dapat mengelola data JSA
4	Sistem dapat mengelola penilaian risiko
5	Sistem dapat menghitung *risk rating* secara otomatis
6	Sistem dapat menentukan kategori risiko berdasarkan hasil penilaian
7	Sistem dapat mengelola analisis penyebab menggunakan metode *5 whys*
8	Sistem dapat mengelola pengendalian risiko
9	Sistem dapat menampilkan hasil manajemen risiko K3
10	Sistem dapat mencetak laporan hasil analisis dalam format PDF

Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel dengan MySQL sebagai basis data dan XAMPP sebagai *web server* lokal. Pengembangan dilakukan menggunakan Visual Studio Code dan dapat diakses melalui *web browser*.

Perancangan Sistem

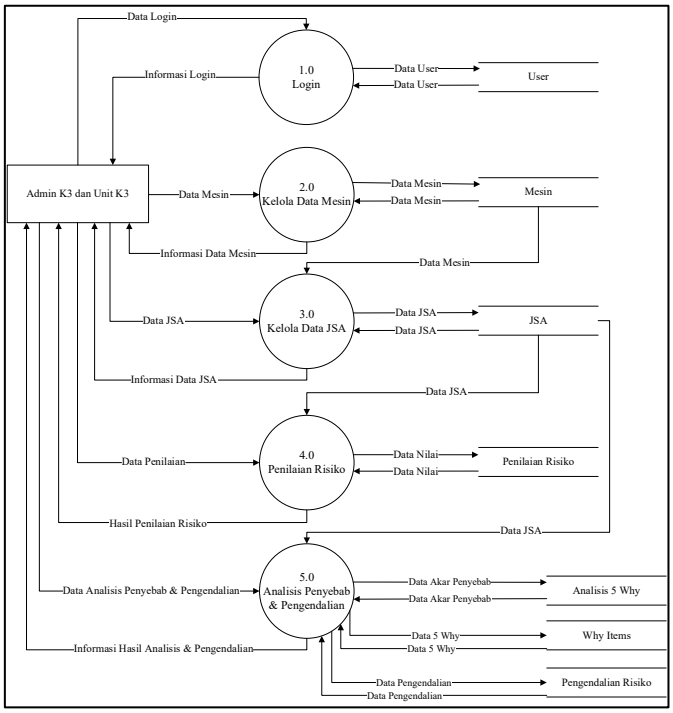
Perancangan sistem menghasilkan beberapa diagram yang menggambarkan interaksi pengguna, aliran proses, dan hubungan antar data. Sistem memiliki dua aktor utama, yaitu Admin dan Unit K3. Admin memiliki hak akses penuh, termasuk menambah, mengubah, dan menghapus data. Sementara itu, Unit K3 dapat menambah dan mengubah data, tetapi tidak memiliki kewenangan untuk menghapus data mesin dan JSA.



Gambar 1. *Use Case Diagram* Sistem Informasi Manajemen Risiko K3

Gambar 1 menunjukkan interaksi antara Admin dan Unit K3 dengan sistem. Kedua aktor dapat melakukan pengelolaan data mesin, JSA, penilaian risiko, serta analisis penyebab dan pengendalian risiko sesuai dengan hak akses masing-masing.

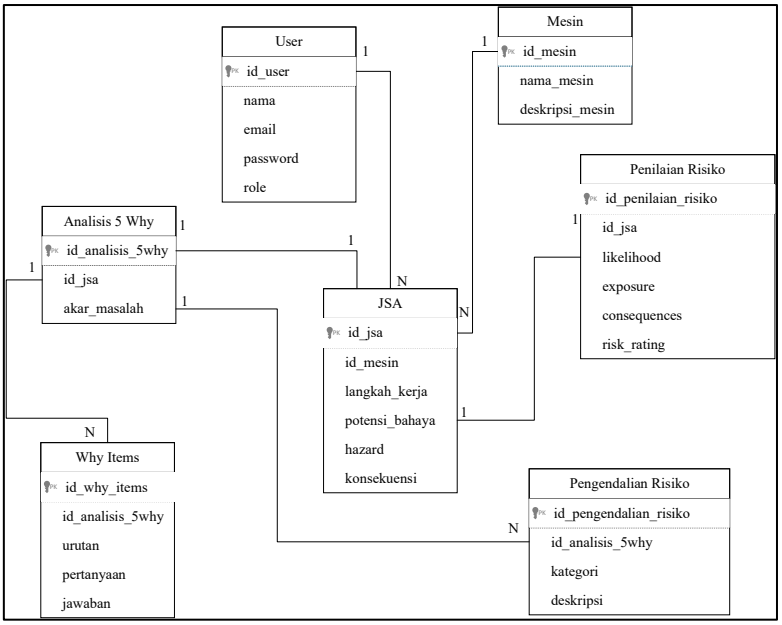
Perancangan aliran data sistem menghasilkan *Context Diagram* dan DFD yang terdiri atas lima proses utama, yaitu *login*, pengelolaan data mesin, pengelolaan JSA, penilaian risiko, serta analisis penyebab dan pengendalian risiko.



Gambar 2. *Data Flow Diagram* Level 0

Gambar 2 menunjukkan aliran data dari Admin dan Unit K3 menuju sistem dan *data store*. Data JSA yang telah tersimpan digunakan sebagai dasar dalam proses penilaian risiko serta analisis penyebab dan pengendalian risiko.

Hubungan antar data dalam sistem dirancang menggunakan tujuh entitas, yaitu User, Mesin, JSA, Penilaian Risiko, Analisis 5 *Whys*, *Why Items*, dan Pengendalian Risiko.



Gambar 3. *Entity Relationship Diagram* (ERD)

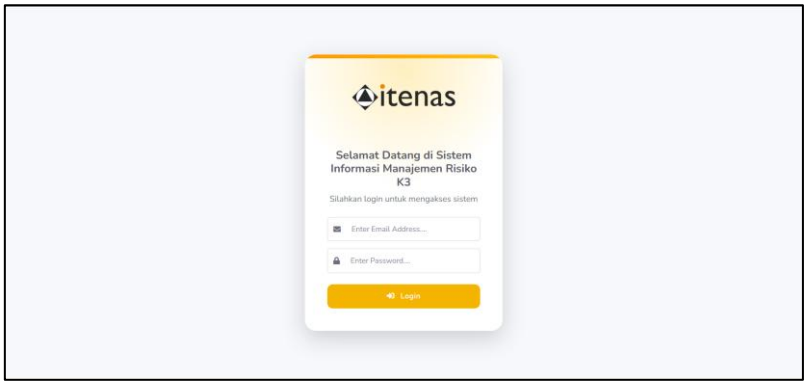
Gambar 3 menunjukkan bahwa satu mesin dapat memiliki beberapa data JSA (*one to many*). Setiap data JSA memiliki satu data penilaian risiko dan satu data analisis 5 *whys*. Sementara itu, satu analisis 5 *whys* dapat memiliki beberapa *why items* dan beberapa rekomendasi pengendalian risiko.

Hasil Pengembangan Sistem

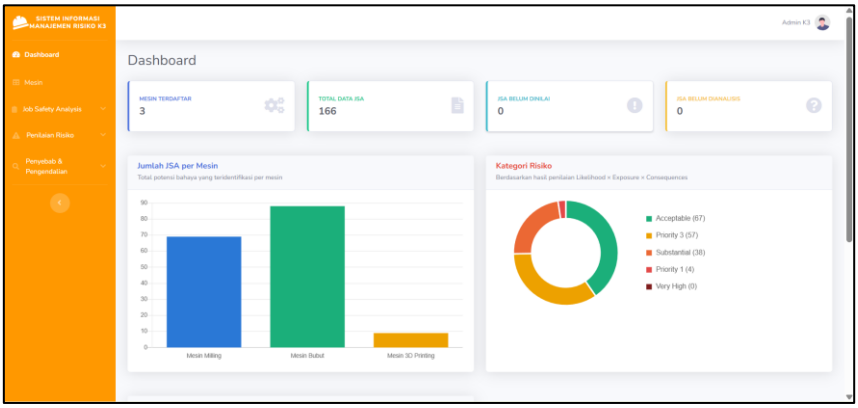
Hasil pengembangan menghasilkan sistem informasi manajemen risiko K3 berbasis web yang terdiri atas halaman *login*, *dashboard*, mesin, JSA, penilaian risiko, serta penyebab utama dan pengendalian risiko.

Halaman *Login* dan *Dashboard*

Halaman *login* digunakan untuk melakukan autentikasi pengguna sebelum mengakses sistem. Pengguna memasukkan email dan *password*, kemudian sistem melakukan verifikasi. Pengguna yang berhasil melakukan autentikasi diarahkan ke halaman *dashboard*.



Gambar 4. Halaman *Login*

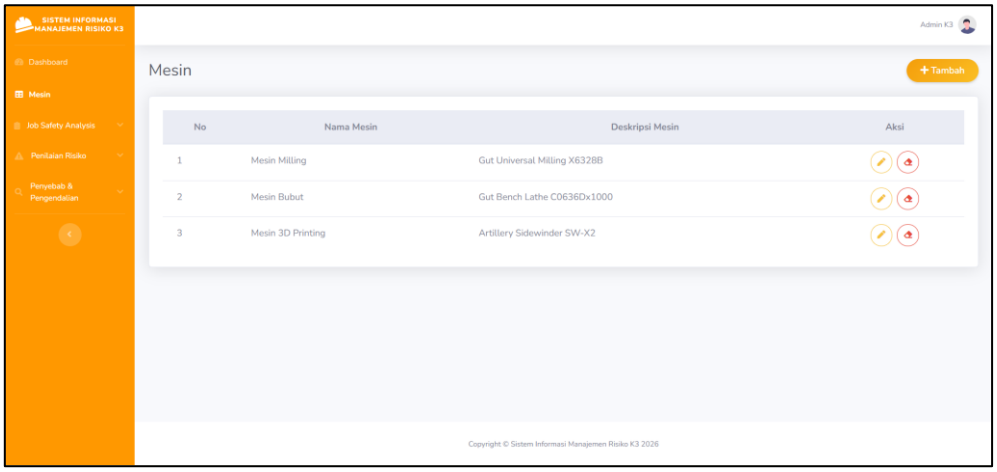


Gambar 5. Halaman *Dashboard*

Halaman *dashboard* menampilkan ringkasan data berupa jumlah mesin, jumlah dokumen JSA, jumlah data yang telah dinilai, dan jumlah data yang telah dianalisis. Selain itu, sistem menampilkan lima potensi bahaya dengan tingkat risiko tertinggi sehingga pengguna dapat mengetahui risiko yang perlu mendapatkan perhatian.

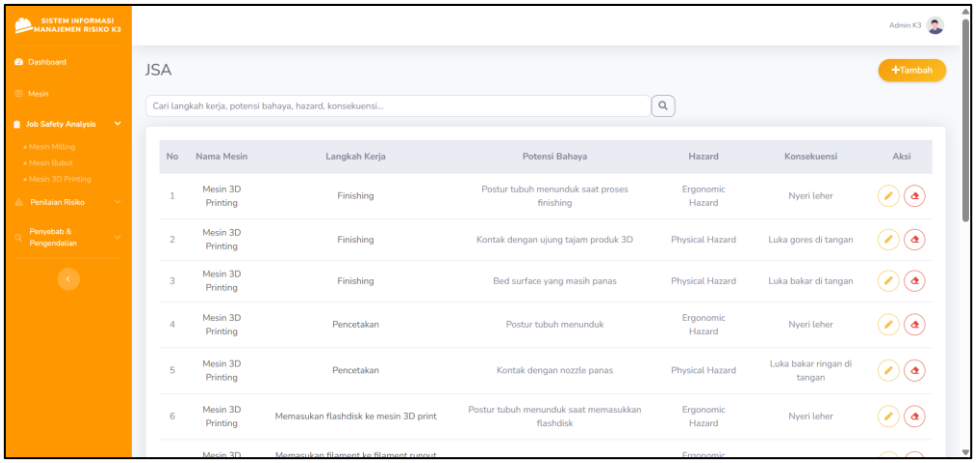
Halaman Data Mesin dan JSA

Halaman mesin digunakan untuk mengelola data mesin yang digunakan dalam laboratorium. Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus data mesin, sedangkan Unit K3 dapat menambah dan mengubah data mesin.



Gambar 6. Halaman Data Mesin

Halaman JSA digunakan untuk mengelola data identifikasi bahaya pada setiap langkah kerja. Data yang dikelola meliputi nama mesin, langkah kerja, potensi bahaya, jenis *hazard*, dan konsekuensi.

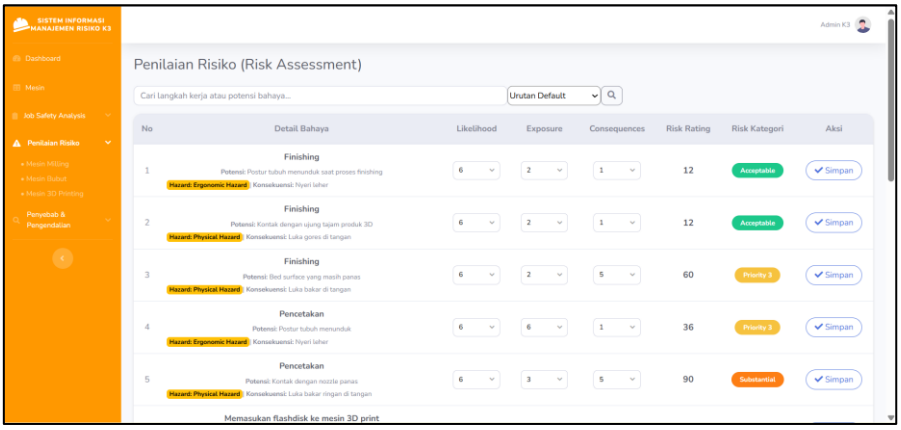


Gambar 7. Halaman JSA

Data JSA yang telah ditambahkan selanjutnya secara otomatis menjadi dasar untuk proses penilaian risiko dan analisis penyebab serta pengendalian risiko.

Halaman Penilaian Risiko

Halaman penilaian risiko digunakan untuk memberikan nilai *likelihood*, *exposure*, dan *consequences* terhadap setiap potensi bahaya yang terdapat pada JSA.



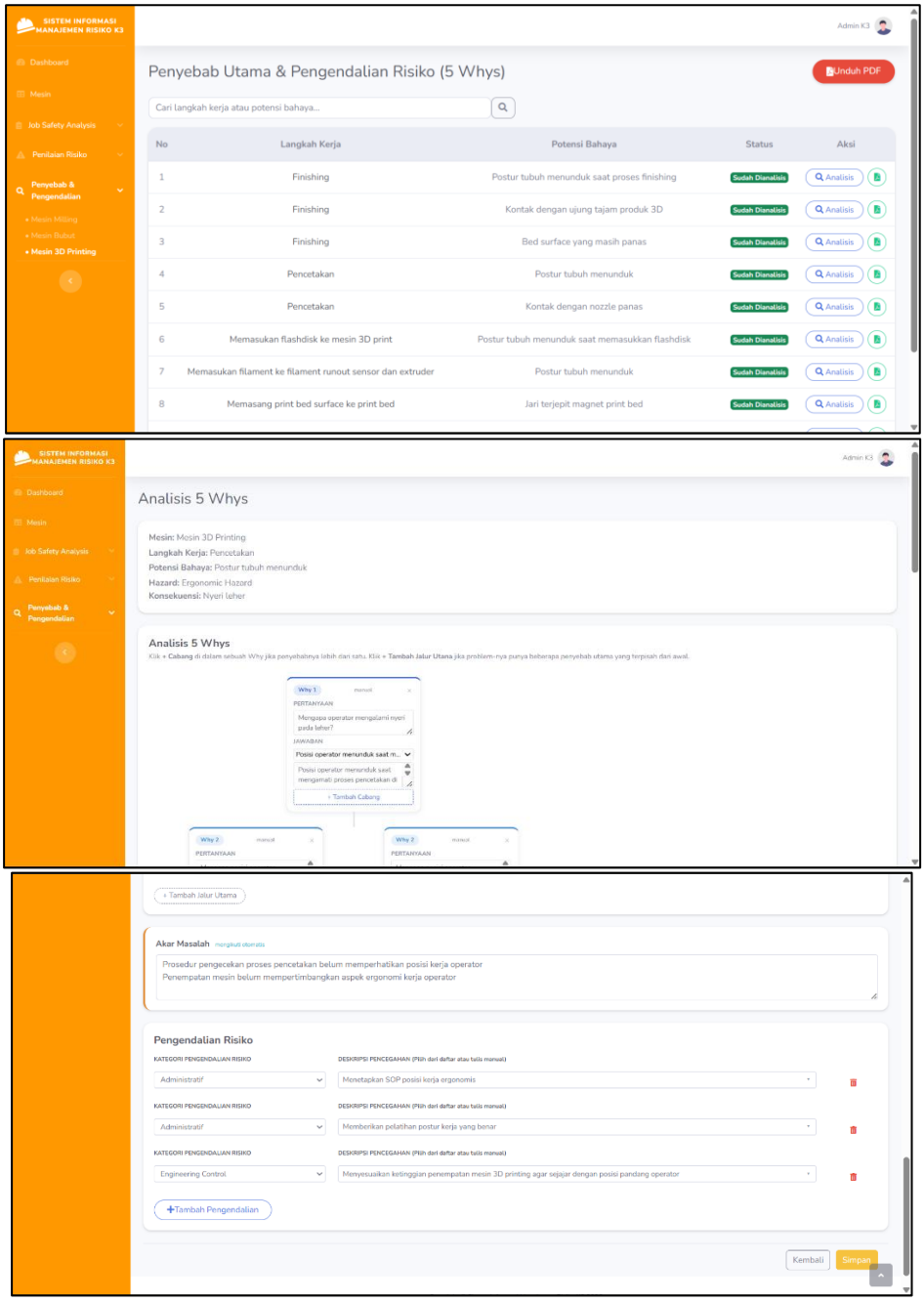
Gambar 8. Halaman Penilaian Risiko

Sistem menghitung *risk rating* secara otomatis berdasarkan perkalian nilai *likelihood*, *exposure*, dan *consequences*. Sistem selanjutnya menampilkan kategori risiko berdasarkan nilai yang diperoleh. Fitur tersebut memungkinkan proses penilaian dilakukan secara lebih terstruktur dan mengurangi kebutuhan perhitungan secara manual.

Halaman Analisis Penyebab dan Pengendalian Risiko

Halaman penyebab utama dan pengendalian risiko digunakan untuk melakukan analisis akar penyebab menggunakan metode *5 whys*. Data JSA yang belum dianalisis ditampilkan dengan status “Belum Dianalisis”. Setelah analisis disimpan, status berubah menjadi “Sudah Dianalisis”.

Pengguna dapat mengisi pertanyaan dan jawaban pada setiap tahapan *5 whys*, menentukan akar penyebab, kemudian memilih kategori pengendalian dan memasukkan deskripsi pengendalian yang direkomendasikan.

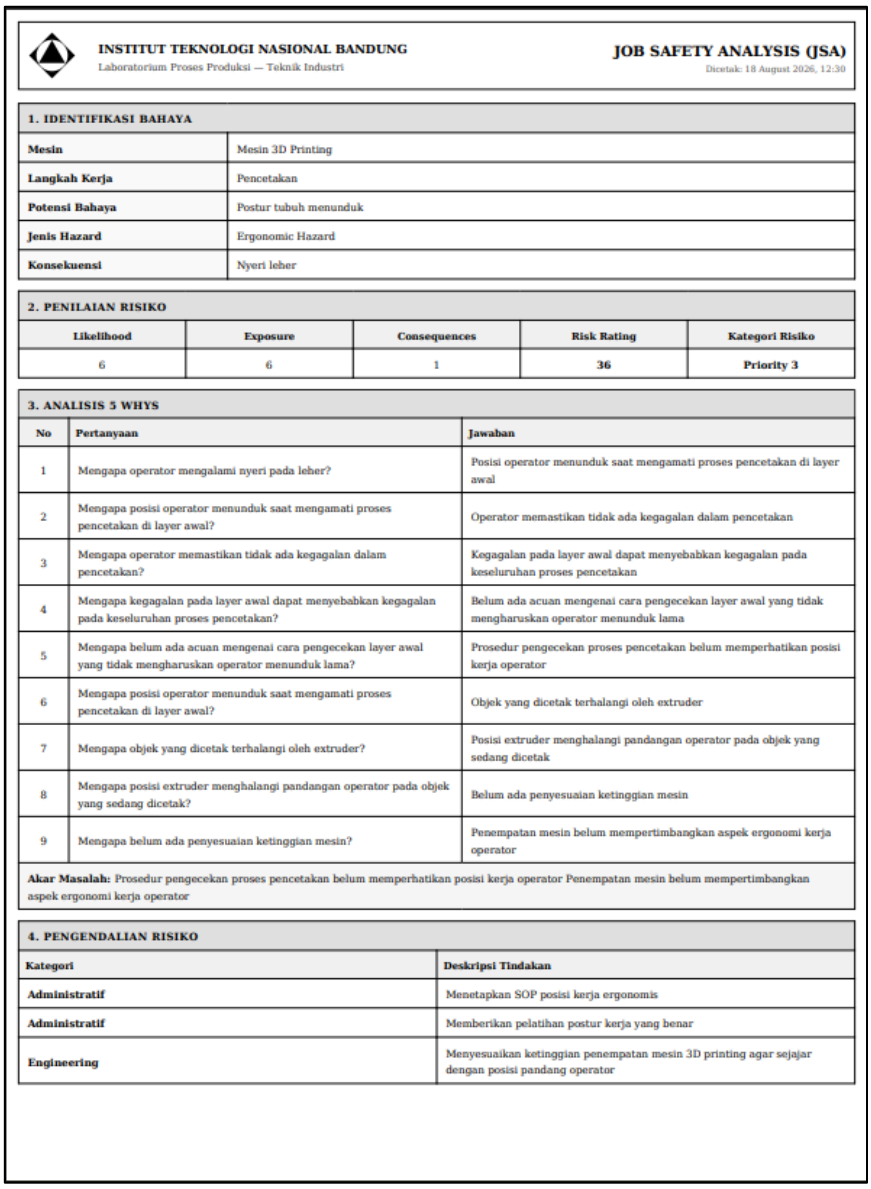


Gambar 9. Formulir Analisis *5 Whys* dan Pengendalian Risiko

Hasil analisis yang telah disimpan dapat digunakan sebagai dokumentasi dan laporan manajemen risiko K3.

Setelah seluruh tahapan analisis *5 whys*, penentuan akar penyebab, dan pengisian pengendalian risiko selesai dilakukan, pengguna dapat menyimpan hasil analisis ke dalam sistem. Data yang telah tersimpan kemudian dapat digunakan sebagai dokumentasi hasil analisis dan dihasilkan dalam bentuk laporan PDF. Laporan tersebut terdiri atas laporan berdasarkan

langkah kerja dan laporan berdasarkan mesin yang dipilih. Tampilan laporan PDF berdasarkan langkah kerja ditunjukkan pada Gambar 10.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG
Laboratorium Proses Produksi — Teknik Industri

JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)
Dicetak: 18 August 2026, 12:30

1. IDENTIFIKASI BAHAYA

Mesin	Mesin 3D Printing
Langkah Kerja	Pencetakan
Potensi Bahaya	Postur tubuh menunduk
Jenis Hazard	Ergonomic Hazard
Konsekuensi	Nyeri leher

2. PENILAIAN RISIKO

Likelihood	Exposure	Consequences	Risk Rating	Kategori Risiko
6	6	1	**36**	**Priority 3**

3. ANALISIS 5 WHYS

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Mengapa operator mengalami nyeri pada leher?	Posisi operator menunduk saat mengamati proses pencetakan di layer awal
2	Mengapa posisi operator menunduk saat mengamati proses pencetakan di layer awal?	Operator memastikan tidak ada kegagalan dalam pencetakan
3	Mengapa operator memastikan tidak ada kegagalan dalam pencetakan?	Kegagalan pada layer awal dapat menyebabkan kegagalan pada keseluruhan proses pencetakan
4	Mengapa kegagalan pada layer awal dapat menyebabkan kegagalan pada keseluruhan proses pencetakan?	Belum ada acuan mengenai cara pengecekan layer awal yang tidak mengharuskan operator menunduk lama
5	Mengapa belum ada acuan mengenai cara pengecekan layer awal yang tidak mengharuskan operator menunduk lama?	Prosedur pengecekan proses pencetakan belum memperhatikan posisi kerja operator
6	Mengapa posisi operator menunduk saat mengamati proses pencetakan di layer awal?	Objek yang dicetak terhalangi oleh extruder
7	Mengapa objek yang dicetak terhalangi oleh extruder?	Posisi extruder menghalangi pandangan operator pada objek yang sedang dicetak
8	Mengapa posisi extruder menghalangi pandangan operator pada objek yang sedang dicetak?	Belum ada penyesuaian ketinggian mesin
9	Mengapa belum ada penyesuaian ketinggian mesin?	Penempatan mesin belum mempertimbangkan aspek ergonomi kerja operator

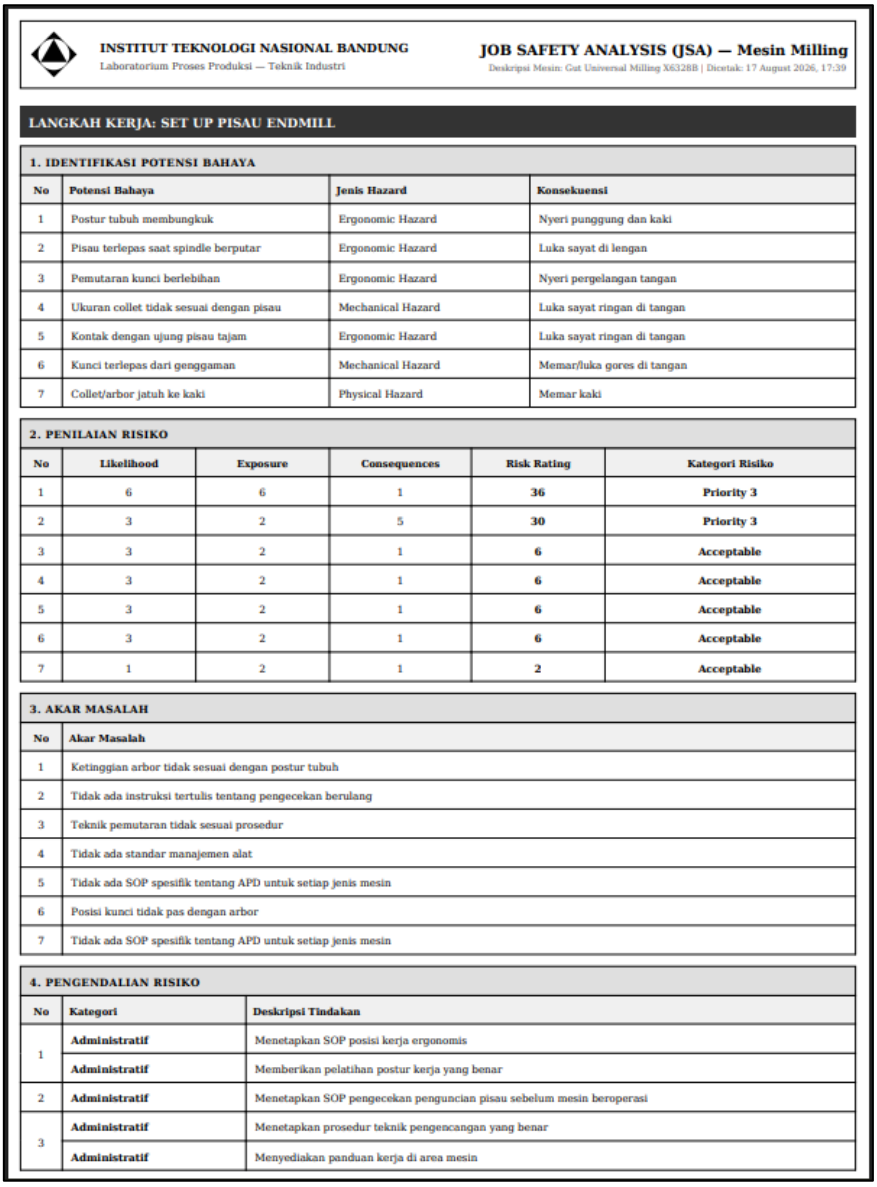
Akar Masalah: Prosedur pengecekan proses pencetakan belum memperhatikan posisi kerja operator Penempatan mesin belum mempertimbangkan aspek ergonomi kerja operator

4. PENGENDALIAN RISIKO

Kategori	Deskripsi Tindakan
Administratif	Menetapkan SOP posisi kerja ergonomis
Administratif	Memberikan pelatihan postur kerja yang benar
Engineering	Menyesuaikan ketinggian penempatan mesin 3D printing agar sejajar dengan posisi pandang operator

Gambar 10. Laporan PDF Analisis 5 Whys dan Pengendalian Risiko

Gambar 10 menunjukkan laporan PDF berdasarkan langkah kerja yang memuat tahapan analisis *5 whys* secara lengkap, mulai dari pertanyaan dan jawaban hingga akar penyebab utama, serta usulan pengendalian risiko yang telah ditentukan. Selain laporan berdasarkan langkah kerja, sistem juga menyediakan laporan berdasarkan mesin yang menampilkan ringkasan hasil analisis pada seluruh langkah kerja dalam mesin yang dipilih. Tampilan laporan PDF berdasarkan mesin ditunjukkan pada Gambar 11.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG
Laboratorium Proses Produksi — Teknik Industri

JOB SAFETY ANALYSIS (JSA) — Mesin Milling
Deskripsi Mesin: Gut Universal Milling X6328B | Dicetak: 17 August 2026, 17:39

LANGKAH KERJA: SET UP PISAU ENDMILL

1. IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA

No	Potensi Bahaya	Jenis Hazard	Konsekuensi
1	Postur tubuh membungkuk	Ergonomic Hazard	Nyeri punggung dan kaki
2	Pisau terlepas saat spindle berputar	Ergonomic Hazard	Luka sayat di lengan
3	Pemutaran kunci berlebihan	Ergonomic Hazard	Nyeri pergelangan tangan
4	Ukuran collet tidak sesuai dengan pisau	Mechanical Hazard	Luka sayat ringan di tangan
5	Kontak dengan ujung pisau tajam	Ergonomic Hazard	Luka sayat ringan di tangan
6	Kunci terlepas dari genggaman	Mechanical Hazard	Memar/luka gores di tangan
7	Collet/arbor jatuh ke kaki	Physical Hazard	Memar kaki

2. PENILAIAN RISIKO

No	Likelihood	Exposure	Consequences	Risk Rating	Kategori Risiko
1	6	6	1	**36**	**Priority 3**
2	3	2	5	**30**	**Priority 3**
3	3	2	1	**6**	**Acceptable**
4	3	2	1	**6**	**Acceptable**
5	3	2	1	**6**	**Acceptable**
6	3	2	1	**6**	**Acceptable**
7	1	2	1	**2**	**Acceptable**

3. AKAR MASALAH

No	Akar Masalah
1	Ketinggian arbor tidak sesuai dengan postur tubuh
2	Tidak ada instruksi tertulis tentang pengecekan berulang
3	Teknik pemutaran tidak sesuai prosedur
4	Tidak ada standar manajemen alat
5	Tidak ada SOP spesifik tentang APD untuk setiap jenis mesin
6	Posisi kunci tidak pas dengan arbor
7	Tidak ada SOP spesifik tentang APD untuk setiap jenis mesin

4. PENGENDALIAN RISIKO

No	Kategori	Deskripsi Tindakan
1	**Administratif**	Menetapkan SOP posisi kerja ergonomis
	Administratif	Memberikan pelatihan postur kerja yang benar
2	**Administratif**	Menetapkan SOP pengecekan penguncian pisau sebelum mesin beroperasi
3	**Administratif**	Menetapkan prosedur teknik pengencangan yang benar
	Administratif	Menyediakan panduan kerja di area mesin

Gambar 11. Laporan PDF Analisis Risiko per Mesin

Gambar 11 menunjukkan laporan PDF berdasarkan mesin yang memuat identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko berdasarkan *risk rating* tertinggi, akar penyebab utama, serta pengendalian risiko pada setiap langkah kerja. Dengan adanya kedua jenis laporan tersebut, hasil analisis dapat terdokumentasi dan digunakan untuk mendukung pengelolaan manajemen risiko K3 di laboratorium.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* untuk memastikan fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan terhadap fungsi *login*, pengelolaan data mesin, JSA, penilaian risiko, serta analisis penyebab dan pengendalian risiko.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian dapat berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ringkasan Hasil *Black Box Testing*

Fitur	Skenario Pengujian	Hasil
Login	*Login* dengan data benar	Berhasil
Login	*Login* dengan email/*password* salah	Berhasil
Login	*Login* dengan data kosong	Berhasil
Login	Mengakses sistem tanpa *login*	Berhasil
Mesin	Menambah data mesin	Berhasil
Mesin	Validasi data mesin kosong	Berhasil
Mesin	Mengubah data mesin	Berhasil
Mesin	Menghapus data mesin	Berhasil
JSA	Menambah data JSA	Berhasil
JSA	Validasi data JSA kosong	Berhasil
JSA	Mengubah data JSA	Berhasil
JSA	Menghapus data JSA	Berhasil
JSA	Mencari data JSA	Berhasil
Penilaian Risiko	Menyimpan penilaian risiko	Berhasil
Penilaian Risiko	Mengubah penilaian risiko	Berhasil
Penilaian Risiko	Validasi penilaian yang belum lengkap	Berhasil
Penilaian Risiko	Mencari data JSA	Berhasil
Penilaian Risiko	Mengurutkan berdasarkan *risk rating*	Berhasil
Analisis & Pengendalian	Membuka analisis *5 whys*	Berhasil
Analisis & Pengendalian	Menyimpan analisis dan pengendalian	Berhasil
Analisis & Pengendalian	Validasi data analisis kosong	Berhasil

Berdasarkan Tabel 6, seluruh fungsi yang diuji memperoleh hasil **berhasil**. Fungsi autentikasi, pengelolaan data, penilaian risiko, analisis *5 whys*, serta pengendalian risiko dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Sistem juga berhasil melakukan validasi terhadap data yang belum lengkap serta menghitung *risk rating* berdasarkan nilai yang dimasukkan pengguna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi bahaya pada proses pemesinan di Laboratorium Proses Produksi prodi Teknik Industri menghasilkan 166 potensi bahaya yang berasal dari penggunaan mesin *milling*, mesin bubut, dan mesin 3D *printing*.
2. Hasil penilaian risiko menggunakan metode AS/NZS 4360:2004 menunjukkan bahwa potensi bahaya yang teridentifikasi berada pada kategori *acceptable*, *priority* 3, *substantial*, dan *priority* 1. Kategori risiko yang paling banyak ditemukan adalah *acceptable* dan *priority* 3.
3. Hasil analisis penyebab bahaya menggunakan metode 5 *whys* menunjukkan bahwa penyebab utama yang paling banyak ditemukan adalah belum adanya SOP spesifik terkait penggunaan APD pada setiap mesin, tidak adanya instruksi tertulis dalam pelaksanaan pekerjaan, serta keterbatasan alat bantu kerja.
4. Pengendalian risiko yang direkomendasikan meliputi pengendalian administratif berupa penyusunan SOP, instruksi kerja, dan pengaturan metode kerja, serta penggunaan APD yang disesuaikan dengan potensi bahaya pada setiap proses kerja.
5. Penelitian ini menghasilkan sistem informasi manajemen risiko K3 berbasis web yang dikembangkan menggunakan *framework* Laravel dan basis data MySQL untuk membantu pengelolaan data identifikasi bahaya, penilaian risiko, penyebab bahaya, dan pengendalian risiko secara terintegrasi.
6. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Black Box Testing*, seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga sistem dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan manajemen risiko K3 di Laboratorium Proses Produksi prodi Teknik Industri.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. L. Goetsch, *Occupational Safety and Health*, 7th ed., 2011.

[2] Tarwaka, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3): Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*, 2nd ed. Harapan Press, 2017.

[3] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 2012..

[4] A. Toaha *et al.*, *Sistem Manajemen K3*, vol. 2. Get Press Indonesia, 2023.

[5] B. Andersen and T. Fagerhaug, *Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques*, 2nd ed. William A. Tony, 2006.

[6] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information System*. 2020.

[7] T. S. Adiwibowo, "Evaluasi penerapan 'Inspekta', aplikasi berbasis website untuk pelaporan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PLN UPDL Semarang," *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 1, pp. 75–85, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i1.1256.

[8] P. Irawan, "Perancangan sistem informasi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PT. Multi Jaya Teknik," *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 103–110, 2025.

[9] A. 4360, *Risk Management Guidelines*, 2004.

[10] K. E. Kendall and J. E. Kendall, *System Analysis and Design*, 9th ed. Pearson Education, 2013.

[11] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan, *Database System Concepts*, 7th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2020.