

# Journal of Applied Engineering Sciences

Volume 7, Issue 1, January 2024

P-ISSN 2615-4617

E-ISSN 2615-7152

Open Access at : <https://ft.ekasakti.org/index.php/JAES/index/>

## ANALISIS MANAJEMEN RESIKO KESELAMATAN KONSTRUKSI DENGAN METODE HAZARD AND OPERABILITY (HAZOP) PADA PEKERJAAN PONDASI TIANG PANCANG RUMAH SAKIT REKSODIWIRYO KOTA PADANG

### CONSTRUCTION SAFETY RISK MANAGEMENT ANALYSIS WITH HAZARD AND OPERABILITY (HAZOP) METHOD ON PILE FOUNDATION WORK AT REKSODIWIRYO HOSPITAL IN PADANG CITY.

**Idham**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang.  
E-mail: [idhamaja2050@gmail.com](mailto:idhamaja2050@gmail.com)

#### INFO ARTIKEL

**Kata kunci**  
Sistem  
Manajemen  
Keselamatan  
Konstruksi  
(SMKK), Pondasi  
tiang pancang,  
Alat pelindung  
diri (APD)

#### ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif karena hasil pengamatan dikonversikan kedalam angka sehingga dapat digunakan teknik statistik untuk menganalisis hasilnya. Pada Hasil pengamatan yang dilakukan terdapat beberapa identifikasi bahaya pada pekerjaan Tiang pancang Rumah Sakit Reksodiwiryo Padang Dari 8 item pekerjaan pada pemancangan tiang pancang teridentifikasi bahaya pada setiap kegiatan yaitu 1. Pekerjaan Persiapan 2. Pekerjaan persiapan landasan pancang, 3. Persiapan crane memasuki area Pancang, 4. Loading - Unloading spun pile ke dekat area pancang, 5. Pekerjaan Pemancangan, 6. Pekerjaan penyambungan, 7. Pemasangan Pipa Shoring/Perancah, 8. Pekerjaan pemotongan CSP. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil sesuai dengan tujuan penelitian di lokasi Rumah sakit Reksodiwiryo Kota Padang: 1. Dari identifikasi bahaya dapat di ketahui 8 kegiatan item pekerjaan proses pengerjaan tiang pancang 2. Dari identifikasi bahaya yang di dapat diketahui tingkat nilai resiko yang terjadi yaitu: Didapat hasilnya dari 6 potensi bahaya yang mempunyai nilai level high risk (Resiko Tinggi) dan 10 potensi bahaya dengan nilai Level Moderate Risk (resiko sedang) dan 12 potensi bahaya dengan nilai Level Low Risk (resiko rendah).

Copyright © 2024 JAES. All rights reserved.

---

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

**Keywords:**

Construction Safety Management System (CSMS), Pile foundations, Personal protective equipment (PPE)

*This research is quantitative research because the results of observations are converted into numbers so that statistical techniques can be used to analyse the results. In the results of the observations made, there were several hazard identifications in the piling work of the Reksodiwiryo Padang Hospital from 8 work items on pile driving, hazards were identified in each activity, namely 1. Preparation work 2. Preparation work for the pile foundation, 3. Preparation of cranes entering the piling area, 4. Loading - Unloading spun piles near the piling area, 5. Piling work, 6. Splicing work, 7. Shoring / scaffolding pipe installation, 8. CSP cutting work. Based on the results of the research that has been carried out, there are several conclusions that can be drawn in accordance with the research objectives at the Reksodiwiryo Hospital location in Padang City: 1. From the identification of hazards can be known 8 work item activities of the pile driving process 2. From the identification of hazards that can be known the level of risk value that occurs, namely: The results obtained from 6 potential hazards that have a high risk level value (High Risk) and 10 potential hazards with a Moderate Risk Level value (moderate risk) and 12 potential hazards with a Low Risk Level value (low risk). 3. From the risks obtained, risk control is carried out. At the risk control stage there are several 5 control techniques in the hierarchy, namely elimination, substitution, construction engineering, co-administration, and risk management.*

Copyright © JAES. All rights reserved.

---

**PENDAHULUAN**

Proyek konstruksi sukses memerlukan sistem manajemen yang efektif, seperti Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan. Meskipun sektor konstruksi di Indonesia terus berkembang, angka kecelakaan kerja cenderung tinggi, terutama dalam proyek-proyek konstruksi. Dalam konteks ini, proyek pembangunan Rumah Sakit Reksodiwiryo di Padang menjadi fokus, di mana pengerjaan pondasi menggunakan tiang pancang beton dengan risiko kecelakaan yang tinggi akibat pelanggaran terhadap protokol keselamatan, seperti penggunaan alat pelindung diri yang tidak memadai.

Dengan demikian, untuk mengatasi tantangan keselamatan dalam proyek konstruksi tersebut, analisis risiko menggunakan metode Hazard and Operability (HAZOP) menjadi penting. Dengan fokus pada pekerjaan pondasi tiang pancang, analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko dalam pelaksanaan proyek, termasuk keretakan bangunan dan bahaya yang timbul dari proses pengerjaan. Dengan memahami risiko-risiko ini, langkah-langkah yang tepat dapat diambil untuk meminimalkan kemungkinan kecelakaan serta menjaga keselamatan para pekerja dan lingkungan sekitar.

## **LANDASAN TEORI**

### **Sejarah Keselamatan Konstruksi**

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam dunia konstruksi merupakan aspek krusial yang mengacu pada perlindungan para pekerja agar dapat kembali pulang dengan selamat. Sejarah K3 di Indonesia dimulai pada era Belanda pada abad ke-17, dengan regulasi awal terkait penggunaan ketel uap. Pada tahun 1905, dikeluarkan perundang-undangan keselamatan kerja yang menjadi landasan bagi K3 di Indonesia. Di tingkat internasional, upaya pencegahan kecelakaan terus berkembang sejak kongres internasional pada tahun 1889, dengan pembentukan asosiasi dan kerangka regulasi yang lebih terstruktur.

Meskipun sejarah K3 telah ada sejak lama, tantangan terus muncul dalam menerapkan keselamatan kerja di lapangan konstruksi. Faktor-faktor manusia, konstruksi, alat, dan lingkungan menjadi penyebab utama kecelakaan di lapangan. Namun, kesadaran akan keselamatan kerja masih kurang di kalangan pelaku konstruksi, terutama dalam penggunaan peralatan pelindung dan pemahaman terhadap SOP K3. Untuk mengatasi hal ini, Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) diatur oleh perundang-undangan Indonesia, memberikan panduan yang ketat dalam menjaga keselamatan dan kesehatan kerja di lapangan konstruksi.

Penerapan SMKK menjadi kunci dalam mengurangi kecelakaan kerja dan meningkatkan efektivitas dalam perlindungan keselamatan. Meskipun demikian, tantangan seperti desentralisasi pengawasan K3 dan penurunan investasi pada K3 selama krisis ekonomi tetap menjadi isu yang harus diatasi. Upaya internasional seperti OHSAS 18001 dan peran ILO juga penting dalam meningkatkan kesadaran dan perlindungan terhadap keselamatan kerja secara global.

### **Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)**

Keselamatan Konstruksi, yang diatur oleh Permen PUPR No 10 Tahun 2021, merupakan upaya penting dalam memastikan pemenuhan standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan dalam pekerjaan konstruksi. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) menjadi bagian integral dari pelaksanaan proyek konstruksi, dengan mengacu pada standar ISO 45001:2018 dan penyesuaian khusus untuk sektor jasa konstruksi di Indonesia setelah berlakunya Undang-Undang No. 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi. Pedoman SMKK, yang terdiri dari 6 bab, memberikan panduan yang jelas mengenai implementasi langkah-langkah untuk memastikan keselamatan dan kesehatan kerja serta perlindungan terhadap keselamatan publik dan lingkungan.

Pelaksanaan Keselamatan Konstruksi melalui SMKK melibatkan beberapa tahapan yang diatur secara detail dalam Permen PUPR No 10 Tahun 2021. Mulai dari tahap pengkajian dan perencanaan hingga tahap pengawasan, setiap langkah memiliki prosedur yang harus diikuti untuk memastikan keamanan dan kesehatan selama pelaksanaan proyek. Rancangan konseptual SMKK menjadi dokumen penting yang harus disusun dengan teliti, mencakup informasi awal proyek, identifikasi bahaya, dan rekomendasi teknis untuk memastikan pemenuhan standar yang ditetapkan.

Standar keamanan, keselamatan, kesehatan, dan keberlanjutan dalam SMKK harus memperhatikan aspek penting seperti keselamatan keteknikan konstruksi,

keselamatan dan kesehatan kerja, keselamatan publik, dan keselamatan lingkungan. Hal ini membutuhkan tanggung jawab yang serius dari penyedia jasa konstruksi untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan mematuhi prosedur keselamatan yang telah ditetapkan dalam tahapan pelaksanaan proyek.

### **Manajemen Resiko**

Tahapan manajemen risiko dalam perusahaan meliputi identifikasi bahaya, pengenalan bentuk risiko secara detail, penetapan ukuran atau skala bahaya, serta pengajuan alternatif penanganan. Identifikasi risiko adalah proses analisis terstruktur dan sistematis untuk mengidentifikasi kemungkinan kerugian yang mungkin dihadapi oleh individu atau organisasi. Langkah-langkahnya meliputi menentukan risiko yang perlu diidentifikasi, mempelajari karakteristik masing-masing risiko, menentukan prioritas risiko, dan fokus pada risiko yang paling relevan dan berdampak besar.

Penilaian risiko adalah perhitungan besaran potensi risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya kejadian yang dapat berdampak pada kerugian pada konstruksi, keselamatan publik, dan lingkungan. Risiko merupakan akibat dari potensi kejadian yang merugikan dan bisa menyebabkan ketidakpastian. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan pedoman sistem manajemen keselamatan konstruksi yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri PUPR No. 10 Tahun 2021, dengan mempertimbangkan tingkat kekerapan dan keparahan dampak bahaya yang telah diidentifikasi pada setiap tahapan pekerjaan.

### **Pengendalian Resiko**

Pengendalian risiko merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk mengatasi potensi bahaya di lingkungan kerja. Hierarki pengendalian risiko adalah urutan dalam pencegahan dan pengendalian risiko yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan. Tahap pertama adalah eliminasi, di mana sumber bahaya dihilangkan secara menyeluruh, meskipun sulit dilakukan karena potensi gangguan terhadap proses produksi. Tahap kedua adalah substitusi, yang melibatkan penggantian bahan berbahaya dengan yang lebih aman. Rekayasa atau engineering merupakan langkah ketiga, di mana desain tempat kerja atau peralatan dimodifikasi untuk lebih aman. Pengendalian administratif, seperti rotasi pekerja, pendidikan dan pelatihan, serta monitoring, menjadi pilihan terakhir sebelum menggunakan alat pelindung diri (APD) untuk melindungi pekerja.

Tujuan dari hierarki pengendalian risiko adalah untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja secara sistematis. Pengendalian yang lebih atas dianggap lebih efektif daripada yang lebih bawah. Jika risiko masih tinggi setelah menerapkan pengendalian pada tingkat tertentu, langkah-langkah di tingkat berikutnya dapat digunakan untuk mengurangi risiko lebih lanjut. Kombinasi beberapa pengendalian risiko juga dapat diterapkan untuk mencapai tingkat risiko keselamatan dan kesehatan yang serendah mungkin.

### **Risiko Keselamatan Konstruksi (RKK)**

Penilaian Risiko Keselamatan Konstruksi menurut Permen PUPR No.10 tahun 2021 adalah evaluasi terhadap potensi risiko yang dapat berdampak pada kerugian atas konstruksi, jiwa manusia, keselamatan publik, dan lingkungan, terutama dalam konteks pekerjaan konstruksi. Risiko keselamatan konstruksi dibagi menjadi tiga

tingkat berdasarkan PP No.14 tahun 2021 dan Permen PUPR No.10 tahun 2021. Tingkat rendah ditandai oleh risiko rendah, nilai proyek hingga Rp10 miliar, jumlah pekerja kurang dari 25 orang, dan teknologi sederhana. Tingkat sedang mencakup risiko sedang, nilai proyek di atas Rp10 miliar, pekerja antara 25 hingga 100 orang, dan teknologi menengah. Tingkat besar menunjukkan risiko tinggi, nilai proyek di atas Rp100 miliar, lebih dari 100 pekerja, penggunaan pesawat angkat, penggunaan metode peledakan, dan teknologi tinggi.

### **Penelitian Terdahulu**

Penelitian oleh Cocorde Dhio Paradami A (2016) memaparkan beberapa teori penyebab kecelakaan, antara lain Domino Theory, Multiple Causation Model, dan Human Error Theories. Teori Domino, diperkenalkan oleh Heinrich pada tahun 1930, menekankan hubungan antara lingkungan sosial, tindakan tidak aman, bahaya, kecelakaan, dan cedera. Sementara itu, teori Human Error Theories menyoroti peran faktor manusia dalam kecelakaan, termasuk perilaku tidak aman yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan karakteristik individu. Faktor-faktor seperti usia, pengalaman, stres, dan kelelahan dapat berkontribusi terhadap perilaku tidak aman. Selain itu, kondisi tidak aman dapat meliputi lingkungan kerja yang tidak aman dan peralatan yang tidak memenuhi standar keselamatan, seperti tata letak yang buruk, peralatan rusak, dan kurangnya alat pengaman. Melalui pemahaman ini, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi perilaku tidak aman sebagai akar penyebab utama kecelakaan kerja dan untuk memperbaiki kondisi kerja yang tidak aman.

### **Hazard and Operability (HazOp)**

HazOp merupakan sebuah standar teknik analisis bahaya yang digunakan untuk menilai keamanan dalam suatu sistem atau modifikasi sistem guna mengidentifikasi potensi bahaya dan gangguan operasionalnya. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi penyimpangan dari kondisi operasi yang telah ditetapkan, mencari faktor penyebabnya, menentukan konsekuensi yang merugikan, dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi dampaknya. Jenis-jenis HazOp mencakup Proses HazOp, Human HazOp, Prosedur HazOp, dan Software HazOp, yang digunakan untuk menilai peralatan, kesalahan manusia, prosedur kerja, dan pengembangan perangkat lunak secara sistematis. Dalam manajemen risiko, HazOp membantu dalam analisis risiko dengan menilai probabilitas terjadinya kecelakaan dan dampaknya, yang kemudian dikelompokkan dalam kategori risiko ekstrim, tinggi, sedang, dan rendah sesuai dengan skala pengukuran yang ditetapkan.

### **Hazard atau Bahaya**

Hazard atau bahaya dalam konteks keselamatan dan kesehatan kerja dapat didefinisikan sebagai kondisi atau kejadian yang berpotensi menyebabkan kehilangan jiwa, kerusakan harta benda, atau dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam terminologi K3, bahaya terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu bahaya keselamatan kerja (Safety Hazard) dan bahaya kesehatan kerja (Health Hazard). Bahaya keselamatan kerja meliputi aspek-aspek seperti bahaya mekanik, elektrik, kebakaran, dan peledakan, yang berdampak pada kecelakaan dan cedera. Sementara itu, bahaya kesehatan kerja meliputi faktor-faktor fisik, kimia, biologi, dan psikologis, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan atau penyakit kronis pada pekerja. Jenis-jenis bahaya ini dapat bervariasi, termasuk faktor-faktor fisik seperti suara dan radiasi, faktor kimia seperti debu dan gas, serta faktor psikologis seperti beban kerja

dan hubungan kerja yang tidak nyaman. Dalam ruang kerja, berbagai faktor ini dapat menyebabkan penyakit akibat kerja atau potensi bahaya yang perlu diperhatikan dan dikelola secara proaktif.

### **Pondasi**

Pondasi merupakan komponen penting dalam sistem rekayasa yang bertugas untuk menyalurkan beban struktural dari bangunan ke tanah di bawahnya. Dua definisi dari pondasi, menurut Bowles (1997) dan Gunawan (1983), menekankan pada fungsi pondasi sebagai penopang bangunan dan pengalihan beban ke tanah yang cukup kuat. Tujuan dari pondasi adalah untuk menyalurkan beban struktur ke tanah di mana bangunan berdiri, sementara bentuk pondasi dipengaruhi oleh berat bangunan dan kondisi tanah sekitarnya. Salah satu jenis pondasi yang umum digunakan adalah pondasi tiang pancang, yang telah mengalami perkembangan teknologi dari awal penemuannya pada tahun 1740 hingga saat ini. Pondasi tiang pancang digunakan untuk mengatasi kondisi tanah yang kurang ideal atau tidak cukup kuat untuk menopang bangunan secara langsung, dengan berbagai kegunaan seperti meneruskan beban bangunan ke tanah yang kuat, menahan gaya-gaya horizontal, dan menguatkan struktur bangunan.

Pondasi tiang pancang dapat dibedakan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam, dengan tiang pancang beton precast sebagai salah satu jenis yang umum digunakan. Keuntungan penggunaan tiang pancang precast meliputi kualitas material yang kokoh, kemampuan memikul beban yang besar, dan kemudahan pemasangannya. Namun, terdapat juga beberapa kerugian seperti biaya transportasi yang tinggi, waktu pengerasan yang lama sebelum dipancangkan, serta kesulitan dalam pemotongan dan pemasangannya yang menimbulkan getaran dan kebisingan. Metode pelaksanaan pekerjaan tiang pancang beton precast melibatkan serangkaian langkah seperti persiapan area kerja, pemancangan tiang menggunakan crane dan drop hammer, penyambungan tiang dengan proses pengelasan, hingga pemotongan dan pemasangan pipa shoring untuk penyangga manusia dan material selama konstruksi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Kota Padang, Sumatera Barat pada Pembangunan Rumah Sakit Reksodiwiryono Padang. Penelitian ini dilakukan mulai bulan oktober sampai desember 2023

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif karena hasil pengamatan dikonversikan kedalam angka sehingga dapat digunakan teknik statistik untuk menganalisis hasilnya. Pendekatan penelitian kuantitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metode pengumpulan data menggunakan populasi dan sampel. Penelitian ini menganalisis tingkat resiko keselamatan konstruksi pada pekerjaan pondasi tiang pancang.

### **Variabel Penelitian**

Variabel dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen (X) dan variabel dependen (Y). Variabel independen adalah sistem manajemen keselamatan konstruksi (SMKK), yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan variabel dependen. Sedangkan variabel dependen adalah pelaksanaan pembangunan pondasi tiang pancang RS. Reksodiwiryono, yang dipengaruhi oleh variabel independen berdasarkan PM. PUPR No.10 Tahun 2021.

### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan penggunaan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan staf setingkat pengawas pada proyek yang ditinjau, untuk memperoleh informasi tentang kemungkinan dan dampak risiko SMKK pada proyek tersebut. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen dan literatur terkait dari luar perusahaan yang relevan dengan masalah penelitian, untuk melengkapi hasil penelitian.

### Teknik Analisis Data

Proposal ini menggunakan teknik analisis kuantitatif untuk menganalisis Manajemen Risiko Keselamatan Konstruksi pada pekerjaan pembangunan pondasi tiang pancang RS. Reksodiwiryono. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data dari studi literatur dan lapangan, identifikasi bahaya dengan pengamatan langsung dan wawancara, verifikasi data oleh Ahli K3 atau Health Safety officer, penyusunan formulir penilaian HAZOP, penilaian risiko oleh Ahli K3 atau Health Safety officer, pengendalian risiko dengan hierarchy of control, evaluasi risiko setelah pengendalian, pembahasan data analisis, serta pembuatan kesimpulan dan saran.

### Diagram Alur Penelitian (*Flowchart*)



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Data dan Profil Proyek

Data penelitian diperoleh melalui wawancara dengan pihak yang berkompeten serta pengamatan langsung ke lapangan, dengan fokus pada profil perusahaan kontraktor dan risiko-risiko terkait keselamatan kerja pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Reksodiwiryono. Rumah Sakit Tentara Reksodiwiryono, yang mulai beroperasi sejak tahun 1878 di bawah pemerintahan Belanda, kini mengalami pengembangan dengan luas total bangunan mencapai 2444 meter persegi dan memiliki 45 ruang rawat inap. PT Tambang Elastika Mas bertanggung jawab atas pembangunan rumah sakit ini dengan nilai kontrak sebesar Rp 37.642.666.000. Konstruksi bawah rumah sakit ini

menggunakan pondasi tiang pancang berjenis Beton Persegi K 500 dengan ukuran 25 x 25 cm, dan panjang tiang antara 3 meter hingga 6 meter.

Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi lapangan, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan dengan pihak yang terlibat langsung dalam kegiatan pembangunan pondasi tiang pancang, seperti petugas K3, mandor, dan pengawas di lapangan. Observasi langsung dilakukan terhadap pelaksanaan pekerjaan tiang pancang di lokasi pembangunan RS Reksodiwiryono Padang, dengan tujuan mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan mengendalikan risiko menggunakan metode Hazard and Operability (HAZOP). Lingkup pekerjaan tiang pancang meliputi persiapan, persiapan landasan pancang, persiapan crane, proses loading-unloading, pemancangan, penyambungan, pemasangan pipa shoring/perancah, dan pemotongan.

**Identifikasi Bahaya**

No	Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Ada	Tidak Ada	No	Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Ada	Tidak Ada		
1.	Pekerjaan persiapan : a. Persiapan dan Mobilisasi alat	a. Alat berat tergelincir		√	2.	Persiapan landasan pancang a. Persiapan landasan alat pancang, menempatkan pelat baja besi	a. Terjepit pelat besi pada saat memasang	√			
		b. Trailer terguling kurangnya pengawasan saat menaikkan/menurunkan alat berat		√			b. Terpeleset, tersandung, terjatuh	√	√		
		c. Tidak adanya pengawasan terhadap alat berat	√				c. Crane terjungkal/terbalik				
		d. Tidak tersedianya pengamanan saat mobilisasi alat	√				3.	Persiapan Crane memasuki area pancang a. Persiapan crane memasuki area pancang/parkir alat berat	a. Alat berat terguling		√
		e. Operator kurang berpengalaman	√						b. Pekerjaan terjepit atau tertimpa alat berat		√
		f. Kurangnya komunikasi		√					c. Pekerja kurang berhati-hati dalam mengemudikan alat berat		√
		g. Mobil trailer tertabrak atau tabrakan dengan kendaraan lain saat mobilisasi alat berat		√					d. Pekerja tertabrak atau terlindas alat berat		√
		h. Supir tidak berhati-hati dalam berkendara		√					e. Terjepit <i>spun pile</i>		√
		i. Supir sedang dalam kondisi tidak baik/sehat		√					f. Terjatuh saat menaiki crane		√
		b. Penurunan <i>Spun pile</i> ke tempat penyimpanan	a. <i>Spun pile</i> patah						√	g. Jarak pandang operator terhalang sesuatu saat mengoperasikan alat berat	√
b. <i>Spun pile</i> terlepas dari pengait			√	h. Kurangnya Pengawasan pada saat alat beroperasi	√						
c. <i>Spun pile</i> Tergelincir dari tumpukan			√	i. Kurangnya rambu peringatan	√						
d. Tangan terjepit dan terluka terkena <i>spun pile</i>	√			j. Alat terperosok akibat jalan licin/ambles/stabilitas tanah yang kurang kuat		√					



5.	Pekerjaan Pemancangan	b. Sling putus pada saat mengangkat <i>sheet pile</i>		✓
	a. Aktivitas Pemancangan	c. Diesel <i>hammer</i> terlempar keluar <i>ladder</i>	✓	✓
		d. Material pemancangan mengenai pipa PDAM	✓	
		e. <i>Spun pile</i> pecah saat dilakukan pemancangan		✓
		f. Kebisingan	✓	
		g. Getaran berlebih pada saat pemancangan	✓	
		h. Tertimpa <i>spun pile</i>	✓	
		i. <i>Over driving</i> dan <i>sheet pile</i> bengkok saat pemancangan		✓
		j. Keretakan Property di sekitar area	✓	✓
	b. Proses Kalendering	a. Kejatuhan <i>Hammer</i>	✓	
		b. Mata kemasukan serpih/pecahan bobokan Jatuh	✓	✓
		c. Tangan Tergores	✓	
		d. Tertimpa <i>spun pile</i>	✓	

No	Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Ada	Tidak ada
6.	Pekerjaan penyambungan <i>spun pile</i> dengan proses pengelasan	a. Mata terpapar percikan api pada saat pengelasan	✓	
		b. <i>Spun pile</i> terlepas dari selempang kawat saat proses penyambungan	✓	
	a. Proses Penyambungan CSP	c. Mata terbuka akibat sinar las		✓
		d. Terbakar		✓
		e. Terbentur <i>spun pile</i>		✓
		f. Tangan terkena percikan api	✓	
		g. Tabung <i>acetylene/oxygen/LPG</i> meledak		✓
		h. Debu las, percikan bunga api	✓	
		i. Radiasi api, percikan api	✓	
		j. Tangan Tergores		
7.	Pemasangan Pipa <i>Shoring</i> /Perancah	a. Runtuhnya seluruh atau sebagian unit perancah akibat kegagalan komponen		✓
		b. Beban berlebih yang mengakibatkan pekerja terjatuh atau terperosok		✓

No	Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Ada	Tidak Ada
4	<i>Loading</i> - <i>Unloading spun pile</i> ke dekat area pancang	a. Tertimpa/terbentur <i>spun pile</i>	✓	
		b. Terjepit <i>spun pile</i>	✓	
		c. Material runtuh		✓
		d. Tali kawat baja putus, kejatuhan beban angkut/tiang pancang		✓
	a. Pengangkatan <i>spun pile</i> ke tempat pekerjaan	e. Kebisingan/Getaran	✓	
		f. <i>Crane</i> Terjungkal/terbalik		✓

		c. Terjatuh dari ketinggian akibat lemahnya papan lantai kerja		✓
		d. Tertimpa benda jatuh dari perancah dan mekukai pekerja yang berada di bawah		✓
		e. Terpeleset dan terjatuh akibat lantai kerja yang kotor dan licin	✓	
		Terpeleset dan terjatuh akibat lantai kerja yang kotor dan licin		

No	Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Ada	Tidak Ada
8.	Pekerjaan pemotongan CSP	a. Terserum listrik gerinda tangan	✓	✓
		b. Terkena serpihan percikan dari pemotongan CSP		✓
		c. Tersayat mata gerinda		✓
	b. Pembobrokan CSP menggunakan palu	a. Mata kemasukan serpihan pecahan bobokan Jatuh	✓	
		b. Terkena pantolan/percikan ben yang dibobok	✓	

## Penilaian Resiko

No	Identifikasi Bahaya			Risiko
	Pekerjaan	Aktivitas Kerja	Bahaya	
1.	Pekerjaan persiapan	Persiapan dan Mobilisasi alat	Tidak adanya pengawasan terhadap mobilisasi alat berat	1. Property rusak 2. Korban Jiwa
			Tidak tersedianya pengaman saat mobilisasi alat	1. korban mengalami luka-luka 2. Korban menjadicaan sementara atau permanen
			Operator kurang berpengalaman	1. Korban mengalami luka-luka

					Kurangnya rambu peringatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Property rusak</li> <li>2. Korban Jiwa</li> <li>3. Menimbulkan kemacetan</li> <li>4. Pengguna jalan komplain</li> </ol>
4	<p><i>Loading</i></p> <p>- <i>Unloading</i></p> <p><i>spun pile</i> ke dekat pancang</p>	Pengangkatan <i>spun pile</i> ke tempat pekerjaan	<p>Tertimpa/terbentur <i>spun pile</i></p> <p>Terjepit <i>spunpile</i></p> <p>Kebisingan Getaran</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>b. Alat berat rusak/Property rusak</li> <li>c. Kerugian material perusahaan</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Tindakan hampir celaka</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka-luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Alat beratrusak/ Propertyrusak</li> <li>d. Kerugian material perusahaan</li> </ol>		
		Pemurunan <i>SpunPile</i> ke tempat penyimpanan	Tangan terjepit dan terluka terkena <i>spun pile</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>d. Korban menjadi cacat sementaraatau permanen</li> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Tindakan hampir celaka</li> </ol>	<p>Pekerjaan Pemancangan</p> <p>Aktifitas Pemancangan</p> <p>Diesel <i>hammer</i> terlempar keluar <i>ladder</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pekerja mengalami lukaberat</li> <li>b. Pekerja mengalami cacat sementara/permanen</li> <li>c. Meninggal dunia</li> <li>d. Property rusak</li> </ol>
2	Persiapan Landasan alat pancang	Persiapan Landasan alat pancang, Menempatkan plat baja besi	Terjepit pelat besi saat memasang	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Tindakan hampir celaka</li> </ol>		
			Terpeleset, terandung dan terjatuh	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Tindakan hampir celaka</li> </ol>		<p>Tertimpa <i>spunpile</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pekerja mengalami luka berat</li> <li>b. Pekerja mengalami cacat sementara/permanen</li> <li>c. Meninggal dunia</li> <li>d. Terluka akibat tertimpa <i>spun pile</i></li> </ol>
3	Persiapan <i>Crane</i> memasuki area pancang	Persiapan <i>Crane</i> memasuki area pancang	Jarak pandang operator terhalang sesuatu saat mengoperasikan alat berat	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> </ol>		<p><i>Spun pile</i> pecah saat dilakukan pemancangan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pekerja mengalami luka berat</li> <li>b. Pekerja mengalami cacat sementara/permanen</li> <li>c. Property rusak</li> <li>d. Kerugian material perusahaan</li> </ol>
			Kurangnya Pengawasan pada saat alat beroperasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Property rusak</li> <li>d. Menimbulkan kemacetan</li> <li>e. Pengguna jalan komplain</li> </ol>		<p>Material pemancangan mengenai pipa PDAM</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kebocoran pipa PDAM</li> <li>b. Kerusakan jalur pipa PDAM akibat pelaksanaan pemancangan</li> <li>c. Kerugian material</li> </ol>



			Radiasi api percikan api	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gangguan penglihatan padamata</li> <li>b. Iritasi pada mata</li> <li>c. Korban menjadi Cacat sementara atau permanen</li> <li>d. Menyebabkan mataperih/sakit</li> <li>e. Tangan terkenapercikan api</li> </ul>
7	Pekerjaan Pemasangan Pipa Shoring/Perancah Pipa Shoring/Perancah untuk pemotongan toppile	Pemasangan Pipa Shoring/Perancah	Kumulanya seluruh atau sebagian unit perancah akibat kegagalan komponen	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka-luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Meninggal dunia</li> <li>d. Property rusak</li> <li>e. Kulit tersayat mengalami luka memar</li> </ul>
			Tertimpa benda jatuh dari perancah dan melukai pekerjayang berada di bawah	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka-luka berat</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Meninggal dunia</li> <li>d. Property rusak</li> <li>e. Kulit tersayat/mengalami luka memar</li> <li>f. Membahayakan keselamatan pekerja</li> </ul>
			Terpeleset dan terjatuh akibat lantai kerja yang kotor dan licin	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka-luka</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Kulit tersayat/mengalami luka memar</li> </ul>
			Beban berlebih yang mengakibatkan pekerja terjatuh atau	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pekerja mengalami luka berat</li> </ul>
			Terkana serpihan percikan dari pemotongan CSP	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Korban mengalami luka-luka berat</li> <li>b. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>c. Kulit tersayat/mengalami luka memar</li> <li>d. Membahayakan keselamatan pekerja</li> </ul>
		Pembobokan CSP/ Cur toppile	Mata kemasukan serpihan pecahan bobokan Jatuh	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gangguan Penglihatan pada mata</li> <li>b. Iritasi pada mata</li> <li>c. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> </ul>
		Pembobokan CSP/ Cur toppile	Mata kemasukan serpihan pecahan bobokan Jatuh	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gangguan Penglihatan pada mata</li> <li>b. Iritasi pada mata</li> <li>c. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> </ul>

			terperosok	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Pekerja mengalami cacat sementara/permanen</li> <li>d. Pekerja meninggal</li> <li>c. Kerusakan atau kerugian property proyek</li> </ul>
8	Pemotongan CSP/ Cur OrPile	Pemotongan CSP	Terserum listrik gerinda tangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Korban menjadi cacat sementara atau permanen</li> <li>b. Meninggal dunia</li> <li>c. Kulit tersayat/mengalami luka memar</li> <li>d. Terbakar</li> <li>e. Membahayakan keselamatan pekerja</li> </ul>

### Analisis Resiko

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai resiko untuk mengetahui nilai resiko dengan menggunakan rumus berikut:

Hasil perhitungan kemudian akan dipetakan dalam risk matrix, sehingga level dari

***(Risk = Likelihood x Severity)***

resiko dapat diketahui.

Tabel.1

Frekuensi Risiko	Dampak Risiko				
	Insignificant (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Mayor (4)	Catastrophic (5)
Almost Certain (5)	H	H	E	E	E
Likely (4)	M	H	E	E	E
Moderate (3)	L	M	H	E	E
Unlikely (2)	L	L	M	H	E
Rare (1)	L	L	M	H	H

(Sumber : Australian Standard/New Zealand for Risk Management)

Tabel.2 Lanjutan

Tingkat	RISIKO
E	Extreme risk (Risiko ekstrim)
H	High risk (Risiko Tinggi)
M	Moderate risk (Risiko sedang)
L	Low risk (Risiko rendah)

(Sumber : Australian Standard/New Zealand for Risk Management)

Keterangan :

- Low (L), dengan Nilai Risiko 1 – 4
- Moderate (M), dengan Nilai Risiko 5 – 8
- High (H), dengan Nilai Risiko 9 – 12
- Extreme (E), dengan Nilai Risiko 15 – 20

*Extreme Risk* :

Kegiatan tidak boleh dilakukan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi. Jika risiko tidak dapat dikurangi, maka pekerjaan yang harus dilakukan harus diperhitungkan dengan teliti dan hati-hati.

*Hight Risk* :

Kegiatan tidak boleh dilakukan sampai risiko telah direduksi. Penanganan resiko harus segera dilakukan.

*Moderate Risk* :

Perlu Tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi.

*Low Risk* :

Risiko dapat diterima (Risiko rendah masih ditoleransi) pengendalian tambahan tidak diperlukan

## Hasil Pembahasan

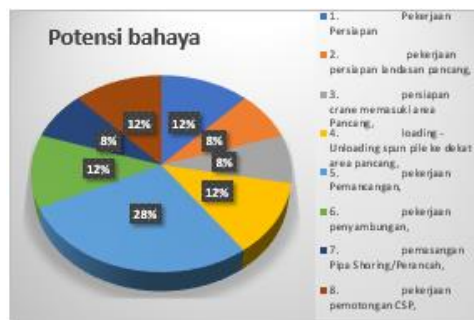
### Identifikasi Bahaya

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat sejumlah bahaya pada setiap tahapan pekerjaan tiang pancang di Rumah Sakit Reksodiwiryono Padang. Pada tahap persiapan mobilisasi alat, teridentifikasi tiga bahaya, termasuk kurangnya pengawasan terhadap alat berat, ketidaktersediaan pengamanan saat mobilisasi alat, dan kurangnya pengalaman operator. Selanjutnya, pada tahap penurunan spun pile ke tempat penyimpanan, terdapat dua bahaya, seperti tangan terjepit dan terluka akibat spun pile. Pada tahap persiapan landasan alat pancang, terdapat dua bahaya, yaitu terjepit pelat besi saat pemasangan dan terpeleset serta tersandung. Pada tahap

persiapan crane memasuki area pancang, terdapat tiga bahaya, termasuk jarak pandang operator terhalang, kurangnya pengawasan, dan kurangnya rambu peringatan. Selanjutnya, pada tahap loading-unloading spun pile ke dekat area pancang, terdapat tiga bahaya, seperti tertimpa spun pile, terjepit spun pile, dan terjadinya kebisingan.

Pada tahap aktivitas pemancangan, terdapat tujuh bahaya, antara lain diesel hammer terlempar, tertimpa spun pile, dan keretakan properti di sekitar area. Pada tahap proses kelandering, terdapat tiga bahaya, termasuk kejatuhan hammer dan mata terkena serpihan pecahan. Pada tahap penyambungan spun pile dengan proses pengelasan, terdapat lima bahaya, seperti mata terpapar percikan api dan spun pile terlepas saat proses penyambungan.

Pada tahap pemasangan pipa shoring/perancah untuk pemotongan top pile, terdapat empat bahaya, termasuk tertimpa benda jatuh dan terpeleset akibat lantai kerja yang licin. Pada tahap pemotongan CSP/Cut Of Pile, terdapat dua bahaya, yaitu tersetrum listrik dan terkena serpihan dari pemotongan CSP. Terakhir, pada tahap pembobokan CSP/Cut top pile, terdapat bahaya mata terkena serpihan pecahan bobokan.



Gambar. 2 Grafik Identifikasi Bahaya

### Analisa Pembahasan Hasil Penilaian Resiko

Hasil analisis penilaian risiko menggunakan metode HAZOP pada proyek pembangunan Rumah Sakit Reksodiwiryo berfokus pada pekerjaan pondasi tiang pancang. Dari 8 item kegiatan yang dianalisis, ditemukan 6 potensi bahaya dengan tingkat risiko tinggi, 10 potensi bahaya dengan tingkat risiko sedang, dan 12 potensi bahaya dengan tingkat risiko rendah. Setelah identifikasi risiko, dilakukan rekomendasi tindakan pengendalian bahaya oleh perusahaan, lalu penentuan tindakan pengendalian dengan tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi. Metode HAZOP memungkinkan identifikasi potensi risiko bahaya pada setiap tahapan pekerjaan pondasi tiang pancang. Misalnya, pada tahapan persiapan mobilisasi alat, teridentifikasi 3 potensi bahaya, dan pada tahapan pemancangan, teridentifikasi 5 potensi bahaya. Ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang risiko yang terkait dengan setiap tahapan pekerjaan dan memungkinkan pengembangan tindakan pengendalian yang sesuai.



### Pengendalian Resiko

Dalam pengendalian risiko pada pekerjaan pondasi tiang pancang Rumah Sakit Tentara Reksodiwiryo Kota Padang, hanya digunakan tiga teknik pengendalian yaitu: Rekayasa/Engineering Control, Administrative Control, dan APD (Alat Pelindung Diri). Eliminasi dan Substitusi tidak dapat dilakukan karena keterkaitan dengan metode dan anggaran. Rekayasa/Engineering Control dilakukan dengan mengubah desain, peralatan, atau prosedur untuk mengurangi tingkat bahaya, seperti memberikan jalur lalu lintas bagi pekerja. Administrative Control melibatkan prosedur seperti SOP dan pelatihan pekerja. Penggunaan APD adalah langkah terakhir dengan menyediakan alat keselamatan untuk melindungi pekerja dari bahaya di tempat kerja.

### Pengelompokan Metode Pengendalian

Dalam penelitian ini, metode pengendalian menggunakan HAZOP (Hazard and Operability) mengelompokkan rekomendasi dari perusahaan menjadi tiga teknik: Rekayasa/Engineering Control, Administrative Control, dan APD (Alat Pelindung Diri). Rekayasa/Engineering Control dilakukan dengan mengubah desain, peralatan, atau prosedur untuk mengurangi bahaya. Administrative Control melibatkan prosedur seperti SOP untuk mengurangi risiko. Sedangkan APD adalah alat keselamatan yang digunakan oleh pekerja untuk melindungi diri dari bahaya tempat kerja.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil sesuai dengan tujuan penelitian di lokasi Rumah sakit Reksodiwiryo Kota Padang:

1. Dari identifikasi bahaya dapat di ketahui 8 kegiatan item pekerjaan proses pengerjaan tiang pancang yang terdiri dari : Pada tahapan persiapan meliputi pekerjaan persiapan dan mobilisasi alat teridentifikasi 3 potensi bahaya, dan pekerjaan persiapan alat pancang teridentifikasi 2 potensi bahaya, pada persiapan crane memasuki area Pancang, teridentifikasi 2 potensi bahaya, , pada tahapan loading - unloading spun pile ke dekat area pancang meliputi pekerjaan pengangkatan spun pile ke tempat pekerjaan teridentifikasi 3 potensi bahaya, pada tahapan aktivitas pemancangan meliputi pekerjaan pemancangan teridentifikasi 5 potensi bahaya, pekerjaan proses kalendaring teridentifikasi 2 potensi bahaya, pada tahapan Pekerjaan penyambungan spun pile teridentifikasi 3 potensi bahaya, pekerjaan pemasangan pipa shoring/perancah teridentifikasi 2 potensi bahaya. Pada tahapan pemotongan CSP/cut of pile meliputi pekerjaan pemotongan CSP teridentifikasi 3 potensi bahaya,

2. Dari identifikasi bahaya yang di dapat diketahui tingkat nilai resiko yang terjadi yaitu: Didapat hasilnya dari 6 potensi bahaya yang mempunyai nilai level high risk (Resiko Tinggi) dan 10 potensi bahaya dengan nilai Level Moderate Risk (resiko sedang) dan 12 potensi bahaya dengan nilai Level Low Risk (resiko rendah).
3. Dari resiko yang di dapat maka dilakukan pengendalian resiko. Pada tahap pengendalian resiko ada beberapa 5 teknik pengendalian secara hirarki yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa konstruksi, Administrasi control dan APD. Dalam penelitian ini hanya ada 3 teknik yang bisa digunakan untuk pengendalian resiko pada pengerjaan pondasi tiang pancang Rumah sakit Tentara Reksodiwiryo Kota padang yaitu Rekayasa/ Engineering Control, Administrasi Control dan APD karena 2 item kegiatan pengendalian seperti eliminasi dan substitusi tidak bisa dilaksanakan karena keterkaitan dengan metode dan anggaran.

### **Saran**

Berdasarkan hasil analisis Analisis Keselamatan Konstruksi Pada Pekerjaan Tiang Pancang Rumah Sakit Tentara Reksodiwiryo Padang dengan menggunakan metode Hazard and Operability (HazOp), diharapkan bahwa perusahaan lebih meningkatkan dan menyediakan APD standar kepada para pekerja dan memberikan edukasi mereka tentang bahaya di tempat kerja sehingga mereka lebih sadar akan risiko yang mungkin timbul.

1. Menyediakan P3K di bagian tempat kerja proyek. Sehingga saat terjadi kecelakaan kerja dapat langsung melakukan tindakan pertolongan pertama yang dapat mengurangi risiko lebih parah.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dengan penelitian yang sama jenisnya, agar lebih spesifik dan teliti dalam mengidentifikasi bahaya setiap item pekerjaan sehingga hasil pengendalian yang dilakukan dapat memiliki temuan yang lebih beragam.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aini Nur Salsabilah (2021) Identifikasi Bahaya dengan Metode *Hazard Identification Assesment and Risk control (HIRADC)* Bagian Produksi *Stay Mirror* di PT.Argatama Multi Agung:Universitas Ibnu Khaldun.
- Bakri et al. (2008). *HIRARC: A Tool Of Safety Improvement In The Construction*
- Bowles, J. (1997). *Foundation Analysis and Design ed. Illinois: McGraw-Hill Companies, inc.*
- Deddi. (2014). *Analisis Penerapan Metode Hirarc (Hazard IdentificationRiskAssessment and Risk Control) Dan Hazops (Hazard and OperabilityStudy) Dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya Dan Risiko Pada Proses UnloadingUnit Di Pt. Toyota Astra Motor'. Jurnal PASTI.*
- Djojosoedarso. (2003). *Prinsip-Prinsip Manajemen Risiko dan Asuransi. Jakarta: Salemba Empat.*
- Fauziyah, D. d. (2018). *Pengaruh Lingkungan Kerja Serta Keselamatan dan Kesehatan Terhadap Produktivitas*
- Ghuzdewan, Toriq, and Petrus Damanik. 2019. '*Analysis of Accident in Indonesian Construction Projects*'. *MATEC Web of Conferences 258 (January): 02021.*



- Gunawan. (1983). *Pengantar Teknik Pondasi*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. *Industry. International Conference on Built Environment in Developing Countries.*
- Kerja Karyawan*. Jurnal Risk Manajemen.
- Nurrisa Audrie Kamila 2022, *Analisa Manajemen Resiko K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) Pada proyek pembangunan Gedung Smart and Green Learning Center*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 10. 2021. *Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi*. Jakarta.
- Risiko keselamatan konstruksi menurut PP No.14 tahun 2021 dan Permen PUPR No.10 tahun 2021*
- Undang-undang No. 2. 2017. Jasa Konstruksi. Jakarta.*
- Wardhana Aditya.(2021). *Manajemen Risiko dan Prinsip Implementasi*
- Ayu Wahyuni O.S, 2019, UNSri 2019, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Konstruksi*