BAB I
PENDAHULUAN

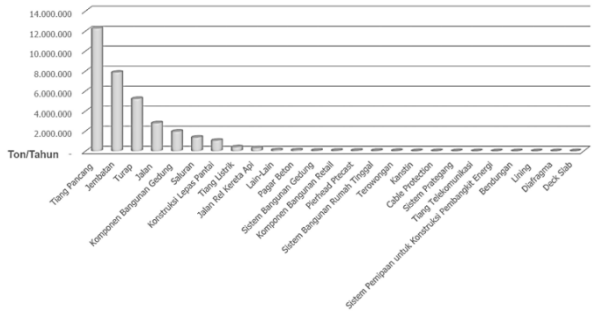
1.1 Latar Belakang

(Thariq & Fahma, 2020) dalam (Alfianto, 2023) Indonesia saat ini tengah gencar melaksanakan pembangunan infrastruktur. Berbagai jenis proyek konstruksi seperti pelabuhan, stasiun, dan jalan tol terus dikembangkan. Saat ini, Indonesia juga berada pada tahap pengembangan ibu kota baru, yang menyebabkan permintaan terhadap infrastruktur meningkat secara signifikan. Salah satu komponen penting dalam proses pembangunan tersebut adalah penggunaan tiang pancang atau *spun pile*.

Beton pracetak merupakan hasil produksi elemen beton terbangun (pabrik) dengan tujuan mempercepat pekerjaan di lokasi konstruksi, menjaga mutu secara konsisten, dan memberikan fleksibilitas sesuai kebutuhan proyek pelanggan. Saat ini, komponen struktur pracetak menjadi alternatif teknologi konstruksi yang mendukung efisiensi waktu pelaksanaan komponen struktur beton bertulang, efisiensi energi, serta mendukung konsep konstruksi hijau. Sistem struktur pracetak merupakan sistem konstruksi berbasis manufaktur industri yang sesuai dengan kerangka Industri 4.0. Implementasi sistem pracetak mulai diatur dalam SNI 9156:2023 "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung" Dyang mengacu pada ACI 318-99 (Cakrawinata, 2024).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN), beton pracetak atau yang sering disebut beton prategang adalah sistem konstruksi di mana bagian-bagian strukturnya dibuat terlebih dahulu melalui proses pencetakan atau fabrikasi yang diawasi dengan ketat. Proses pembuatannya bisa dilakukan di pabrik khusus atau langsung di lokasi proyek, lalu komponen-komponen tersebut disusun menjadi satu bangunan utuh. Penggunaan beton pracetak memiliki banyak kelebihan, seperti mempercepat waktu pengerjaan karena komponen sudah dibuat di pabrik dan tinggal dipasang di lokasi, membuat penggunaan material jadi lebih efisien karena kualitasnya dikontrol sesuai standar pabrik, serta dapat menghemat biaya tenaga kerja karena tidak perlu melakukan

pengecoran manual di lapangan. Jenis-jenis produk beton pracetak juga terus bertambah setiap tahunnya. Saat ini sudah banyak macamnya, seperti Box Girder, U Girder, panel fasad (façade panel), Box Culvert, *Plant*er Box, U-Ditch, Tetra Pod, Arch Girder, *Spun pile*, Square Pile, I-Girder, dan Sheet Pile. Semua jenis ini digunakan sesuai kebutuhan proyek, mulai dari jembatan, bangunan, sampai infrastruktur lainnya (Hidayawanti, 2023).



Gambatr 1. 1 Kapasitas Produksi Beton Pracetak
(Sumber : (Hidayawanti, 2023)

Berdasarkan Gambar 1.1 di atas tentang data kapasitas produksi beton pracetak, produk dengan jumlah produksi paling tinggi adalah *spun pile*. Menurut data dari salah satu perusahaan beton pracetak di Indonesia (Perusahaan X), *spun pile* merupakan salah satu produk utama yang diproduksi setiap hari (Hidayawanti, 2023).

Perusahaan di Indonesia terdiri atas BUMN dan Swasta. Beberapa contoh Perusahaan BUMN terdiri atas PT. Waskita Karya (Persero) Tbk PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Pembangunan Perumahan (Persero), PT. Adhi Karya, PT. Nindya Karya Tbk (Persero), PT. PP (Persero), PT. Hutama Karya (Persero), PT Brantas Abipraya (Persero) (Apriwarto & Sasono, 2022) (Milyardi, 2020).

Perusahaan konstruksi milik pemerintah diprediksi akan mendapatkan banyak keuntungan karena pemerintah sedang gencar melakukan pembangunan infrastruktur. Selama masa kepemimpinan Presiden Jokowi, proyek pembangunan terus dilanjutkan untuk mengejar ketertinggalan Indonesia dibanding negara-negara

lain di Asia Tenggara. Berdasarkan analisis Bahana Sekuritas, semua saham perusahaan konstruksi BUMN direkomendasikan untuk dibeli, terutama saham milik PT Waskita Karya, PT Wijaya Karya, PT Pembangunan Perumahan, dan PT Adhi Karya (Apriwarto & Sasono, 2022).

Perkembangan sistem beton pracetak pada bangunan dan infrastruktur di Indonesia berawal dari kemajuan pesat dalam dunia konstruksi. Salah satu tonggak pentingnya adalah saat para anggota Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI) membentuk organisasi baru yang terpisah, yaitu Asosiasi Perusahaan Pracetak dan Prategang Indonesia (AP3I) pada 18 Juli 2013. P3I kemudian menjadi dasar terbentuknya asosiasi profesi IAPPI yang berperan aktif dalam mendukung program pembangunan nasional. Pada tahun 2014, asosiasi ini bahkan telah mampu menyediakan kapasitas produksi beton pracetak hingga 25 juta ton per tahun. Dengan adanya AP3I, kondisi dan perkembangan industri beton pracetak di Indonesia dapat lebih terpantau, termasuk data kapasitas produksi dan target peningkatannya setiap tahun, yang terus menunjukkan tren kenaikan secara signifikan (Chendra, 2024).

Berdasarkan data dari Asosiasi Perusahaan Pracetak dan Prategang Indonesia (AP3I) yang dikutip oleh Simanjuntak dan Kusumadanu (2020), produksi beton pracetak di Indonesia menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2015, kapasitas produksi beton pracetak nasional tercatat sebesar 25,3 juta ton dan mengalami kenaikan menjadi 26,7 juta ton pada tahun 2016. Menurut laporan AP3I, hingga akhir tahun 2017 total kapasitas produksi industri beton pracetak di Indonesia mencapai 34,42 juta ton, yang berarti terjadi lonjakan signifikan sebesar 29% dibandingkan tahun sebelumnya yang hanya mencapai 26,70 juta ton. Peningkatan kapasitas tersebut dihasilkan oleh 76 pabrik yang beroperasi di berbagai wilayah Indonesia (Simanjuntak & Kusumadanu, 2020) (Alfianto, 2023).

Indonesia tengah mengalami peningkatan kebutuhan besar-besaran terhadap elemen beton pracetak karena volume proyek infrastruktur yang terus meningkat. Teknologi beton pracetak telah lama dikenal sebagai alternatif menggantikan metode konvensional in-situ karena berbagai keunggulan utamanya, yakni percepatan waktu pelaksanaan, jaminan mutu produksi di pabrik, serta fleksibilitas bentuk dan ukuran

yang sesuai kebutuhan proyek. Dapat dilihat dari kajian rantai nilai prefabrikasi di Indonesia yang menekankan percepatan dan efisiensi manufaktur. (Elistioko, 2023)

Namun demikian, daya saing Indonesia di sektor konstruksi dan teknologi masih menghadapi tantangan signifikan. Industri konstruksi nasional menghadapi kendala dalam hal adopsi teknologi informasi dan komunikasi (ICT), pengembangan SDM yang handal, serta inovasi produk yang dapat memacu efisiensi dan kualitas. Kajian yang meneliti keunggulan kompetitif perusahaan konstruksi Indonesia menunjukkan bahwa kemampuan teknologi, inovasi, dan SDM menjadi faktor pembeda utama yang mempengaruhi posisi daya saing mereka di tingkat regional dan global. Dengan demikian, meskipun teknologi beton pracetak menawarkan potensi besar — percepatan pelaksanaan, efisiensi energi, mutu terjaga, serta sesuai dengan visi konstruksi industri modern — keberhasilan implementasinya di Indonesia juga sangat tergantung pada peningkatan kapabilitas manufaktur, integrasi ICT, kualitas SDM, serta strategi rantai nilai yang kokoh. Tanpa peningkatan aspek-aspek tersebut, Indonesia akan sulit mengejar negara-negara tetangga yang telah lebih dahulu memanfaatkan teknologi konstruksi maju dan industrialisasi manufaktur (SOBOLIEVA & NAUMOVICH, 2022).

Di dalam produksi elemen beton pracetak, perusahaan seperti PT XY dapat mengalami cacat-cacat seperti, *honeycombing*, *bleeding*, dan retak. Meskipun penerapan proses produksi dan standar mutu sudah baik. Jurnal tersebut mencatat bahwa meskipun mutu produksi secara umum tinggi, cacat masih muncul akibat faktor seperti ketidakteraturan dalam penempatan tulangan, kekompakan beton yang kurang (*leading to honeycombing*), ataupun *bleed-water* yang naik ke permukaan *(bleeding)* akibat campuran yang kurang tepat atau curing yang tidak optimal. Akibatnya, meskipun frekuensi cacat rendah, dampaknya bisa besar *on micro-level* dapat menurunkan keunggulan kompetitif perusahaan, pada skala meso dapat menyebabkan fluktuasi biaya dan harga, dan pada skala makro bahkan bisa berpengaruh pada omzet dan budaya inovasi perusahaan (Wang & Wu, 2015).



Gambatr 1. 2 Honey Combing

(Sumber: (Hudaya, 2024)

Masalah pada gambar diatas ialah *honeycombing* muncul ketika di dalam beton terdapat rongga atau ruang kosong yang tidak terisi sempurna oleh adukan saat proses pengecoran berlangsung. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya kekosongan udara di dalam massa beton sehingga menurunkan kekuatan serta kestabilan struktur secara keseluruhan. Umumnya, fenomena ini terjadi akibat proses pemadatan yang kurang optimal atau komposisi campuran beton yang tidak seimbang, misalnya karena pencampuran bahan yang tidak homogen atau getaran (vibrasi) yang tidak dilakukan dengan benar saat pengecoran.



Gambatr 1. 3 Bleeding pada Precast

(Sumber: (Hudaya, 2024)

Masalah bleeding terjadi ketika air dalam adukan beton naik ke permukaan setelah proses pengecoran selesai. Fenomena ini muncul akibat terjadinya pemisahan antara air, semen, dan agregat di dalam campuran beton, yang disebabkan oleh

pengendapan partikel-partikel padat ke bagian bawah. Biasanya, bleeding muncul pada campuran beton yang terlalu encer atau memiliki kandungan air berlebih, sehingga air tidak dapat terikat sempurna oleh pasta semen dan akhirnya bergerak ke atas permukaan beton.

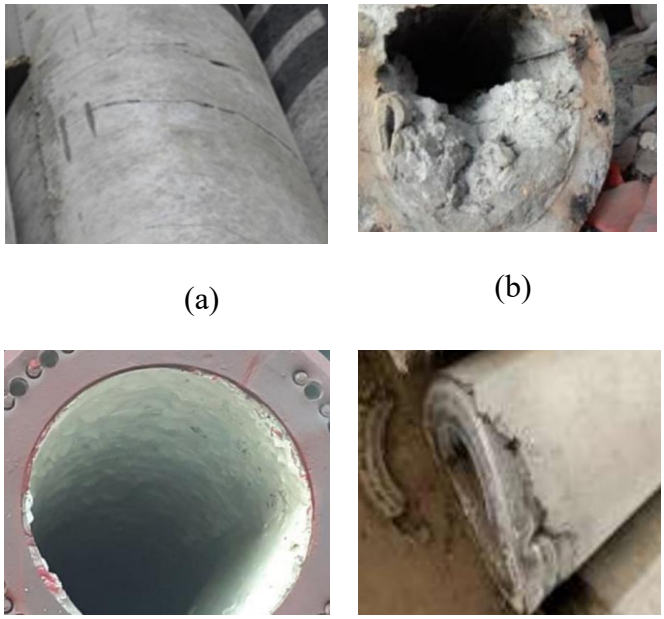


Gambatr 1. 4 Crack pada Precast

(Sumber: (Hudaya, 2024)

Gambar di atas menunjukkan adanya retak *(crack)* pada beton pracetak, yang merupakan salah satu masalah umum pada struktur beton. Retakan ini menandakan bahwa ada bagian beton yang mulai rusak, dan jika tidak segera diperbaiki bisa menimbulkan kerusakan yang lebih parah. Retak biasanya muncul karena beton menerima tekanan atau beban yang melebihi kemampuannya, baik akibat beban berlebih, perubahan suhu, maupun perbedaan tingkat kelembapan di lingkungan sekitar.

Menurut (Arizka,2022) dalam (Alfianto, 2023) *Spun pile* merupakan jenis tiang pancang berbentuk silinder berongga yang diproduksi melalui proses sentrifugal dan umumnya dimanfaatkan dalam pembangunan jembatan maupun gedung. *Spun pile* memiliki beragam variasi ukuran dengan diameter antara 300 hingga 800 mm, yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing proyek. Untuk memastikan mutu produk tetap optimal dan memenuhi standar yang berlaku, proses produksinya harus melalui serangkaian tahapan yang ketat sesuai standar pabrik. Meskipun demikian, masih terdapat sejumlah produk *spun pile* yang mengalami cacat produksi. Adanya cacat tersebut menyebabkan produk tidak mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan, sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan mutu.



(a) (b)

(c) (d)

Gambatr 1. 5 Cacat pada *spun pile*

(Sumber: (Hudaya, 2024))

Pada gambar (a) terlihat adanya cacat berupa kulit lengket, yaitu kondisi di mana permukaan *spun pile* menempel pada cetakan. Cacat ini umumnya disebabkan oleh pelumasan minyak yang tidak merata saat proses pencetakan berlangsung. Sementara itu, gambar (b) menunjukkan cacat berlubang atau endapan, yang terjadi karena beberapa faktor, antara lain sisa air semen yang tidak dibuang, campuran beton yang terlalu encer (*slump* terlalu tinggi), serta volume beton yang tidak konstan selama proses pengecoran. Pada gambar (c) tampak cacat berupa ketebalan beton yang kurang, yang disebabkan oleh proses penuangan beton tanpa menggunakan timbangan atau takaran yang sesuai, sehingga menghasilkan ketebalan yang tidak seragam. Adapun pada gambar (d), terlihat *spun pile* mengalami kerusakan dan pecah pada bagian ujung kepala, yang umumnya terjadi akibat kualitas baut yang digunakan tidak baik atau pemasangan yang kurang tepat. PT. XY merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi berbagai macam beton pracetak, salah satunya adalah tiang pancang (*spun pile*). Tiang pancang ini digunakan sebagai struktur pondasi bagian bawah pada bangunan, jembatan, maupun sebagai dinding penahan tanah

(backwall) untuk menahan beban di atasnya. *Spun pile* sendiri merupakan tiang pancang berbentuk silinder berongga yang berfungsi sebagai pondasi dalam dan dibuat menggunakan metode sentrifugal, yaitu teknik pemutaran beton dengan kecepatan tinggi agar menghasilkan beton yang padat, kuat, dan berkualitas

Adapun jenis cacat produksi beserta faktor penyebab dan dampaknya terhadap mutu *spun pile* pada PT Waskita Beton *Precast* Tbk – *Plant* Subang adalah sebagai berikut :



Gambatr 1. 6 Penyebab terjadinya cacat *spun pile*

(Sumber: PT. Waskita Beton *Precast* Tbk – *Plant* Subang)



Gambatr 1. 7 Cacat keropos pada sirip *spun pile*

(Sumber: PT. Waskita Beton *Precast* Tbk – *Plant* Subang)

Berdasarkan gambar diatas cetakan *(moulding)* yang longgar terjadi akibat baut gantung tidak terpasang dengan baik karena kondisi dudukan baut telah mengalami

keausan dan memerlukan perbaikan, sehingga penguncian antar segmen cetakan tidak maksimal. Kondisi tersebut menyebabkan kebocoran pasta semen saat proses pengecoran dan *spinning*, yang berdampak pada terbentuknya keropos pada bagian sirip *spun pile* serta menurunkan kualitas permukaan dan mutu produk secara keseluruhan apabila tidak segera dilakukan tindakan perbaikan.

Menurut Pratiwi et al. (2021) dalam (Himawan & Herwanto, 2024), pada perusahaan yang bergerak di bidang produksi beton sejenis, faktor manusia menjadi faktor yang paling dominan dalam menyebabkan terjadinya kecacatan produk, kemudian diikuti oleh faktor metode dan lingkungan. Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan usulan perbaikan yang berfokus pada faktor-faktor penyebab tersebut. Oleh karena itu, diagram fishbone digunakan sebagai salah satu *tools* untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai faktor penyebab secara sistematis hingga dapat diketahui akar permasalahan yang berkontribusi terhadap terjadinya kecacatan produk. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik menggunakan diagram fishbone sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi dan menentukan faktor risiko yang paling dominan terhadap terjadinya cacat produksi *spun pile* berdasarkan pendekatan 5M+1E, yaitu *Man, Machine, Method, Material, Measurement,* dan *Environment*. Hasil identifikasi faktor dominan tersebut selanjutnya dapat menjadi dasar dalam menentukan fokus perbaikan untuk mengurangi risiko cacat produksi.

Untuk mengatasi permasalahan dalam metode pembuatan yang perlu berkembang secara optimal, pendekatan inovatif dapat diterapkan berdasarkan standar ISO 56002. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi aktivitas yang terlibat dalam metode pembuatan selama produksi. Selanjutnya, risiko yang mungkin muncul dari setiap metode pembuatan diidentifikasi dan divalidasi. Dalam tahap ini, risiko yang berdampak signifikan terhadap kinerja dan hasil produksi akan ditentukan. Setelah identifikasi, rekomendasi inovasi dicari untuk mengatasi risiko tersebut. Rekomendasi ini bertujuan mengurangi atau menghilangkan risiko yang dapat mempengaruhi kinerja dan hasil produksi. Pendekatan inovatif ini berlandaskan pada prinsip dan praktik terbaik dalam standar ISO 56002, yang memberikan panduan untuk pengembangan dan penerapan inovasi secara sistematis. Dengan menerapkan proses solusi yang berfokus pada inovasi sesuai dengan standar

ISO 56002, diharapkan permasalahan dalam metode pembuatan dapat diatasi secara efektif dan efisien. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi risiko yang terkait dengan aktivitas pembuatan dan pengembangan rekomendasi inovasi yang spesifik untuk meningkatkan kinerja keseluruhan proses produksi (Amanda, 2023).

Dari aktifitas proses produksi *spun pile*, yang di telaah penyebabnya yaitu mengenai Standar Operasi Prosedur (SOP). Menurut penelitian Risk-Based Method-Technology Integration on *Spun pile* Production for Product and Service Quality (Hidayawanti, Latief, & Gaspersz, 2024a), penerapan prosedur operasi standar (SOP) berbasis risiko pada proses produksi elemen beton pracetak jenis *spun pile* terbukti menjadi salah satu faktor kunci untuk meningkatkan kualitas produk dan daya saing perusahaan manufaktur *Precast* di Indonesia. Penelitian tersebut menyoroti bagaimana integrasi teknologi produksi dengan metode manajemen risiko termasuk identifikasi tahapan dengan tingkat risiko "sedang" hingga "tinggi" seperti proses pemotongan & penyiapan tulangan (cutting & *heading*) dengan skor risiko hingga 84 %, serta proses *stressing* & *spinning* dengan skor risiko 59 % menjadi titik tolak pembenahan SOP di setiap aktivitas. Dalam konteks perusahaan konstruksi BUMN yang memproduksi jenis *spun pile*, penerapan SOP berbasis risiko mencakup langkah-langkah sistematis mulai dari persiapan material, pengecoran, pemadatan melalui pemutaran *(spinning), curing,* pembongkaran cetakan *(demoulding),* hingga pengujian mutu dan pengiriman masing-masing dikaitkan dengan potensi risiko yang diukur dan dikendalikan melalui matriks risiko. Dengan demikian, SOP bukan hanya sekadar instruksi kerja rutin, tetapi juga alat strategis manajemen risiko yang mengarahkan proses produksi agar bebas cacat (seperti retak, *honeycombing, bleeding),* meminimalkan kegagalan produk, serta menjamin konsistensi mutu dan efisiensi waktu. Hasilnya, perusahaan dapat memperkuat daya saing melalui reputasi kualitas, pengurangan biaya perbaikan, dan peningkatan kepercayaan pelanggan sesuai dengan kebutuhan proyek infrastruktur nasional yang menuntut kecepatan, keandalan, dan efisiensi industri manufaktur pracetak (Firdaus, 2019) (Hidayawanti, Latief, & Gaspersz, 2024).

Tabel 1. 1 *State Of The Art Spun pile*

JUDUL PENELITIAN	**PENULIS**	**PERMASALAHAN**	**TUJUAN**	**VARIABEL PENELITIAN**		**Metode Penelitian**	**Kesimpulan**	**Kelebihan, Kekurangan, dan Gap**
				VARIABEL X	**VARIABEL Y**			
Enhancing innovation competitiveness spun pile method risk: Insights from ISO 56002:2019	Ranti Hidayawanti, Yusuf Latief, Iriansyah Sangadji, Teuku Yuri Zagloel, Mohd Zakwan Ramli, Hasan Mohamed,	Produksi tiang *spun pile* (*Precast*) menghadapi risiko-risiko yang dapat menghambat inovasi, kurangnya sistem manajemen inovasi yang terstruktur dalam metode *spun*	Menganalisis pengaruh penerapan ISO 56002:2019 terhadap daya saing inovasi dalam industri konstruksi,	Metode Pelaksanaan *spun pile.*	Daya saing pinovasi / kompetitivitas perusahaan melalui inovasi manajemen.	Metode Kualitatif, Analisis Kualitatif, Studi Literatur, dan Model Analisis.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem manajemen mutu memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kinerja organisasi. Semakin	**Kelebihan :** Pendekatan manajemen mutu pakai statistik jelas terukur, bukti pengaruhnya ke kinerja produksi *Precast*/*spun pile* naik efisiensi & kualitas. Hasilnya praktis buat industri konstruksi, bisa jadi dasar SOP QC yang langsung dipakai.

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
	Daud Mohamad	*pile* untuk meningkatkan daya saing perusahaan, risiko tinggi di beberapa bagian proses (misalnya "*stressing & spinning*"), Potensi kehilangan peluang kompetitif akibat risiko yang tidak	khususnya terkait dengan metode *spun pile* (tiang pancang *spun pile*).				baik implementasi mutu, semakin rendah tingkat cacat produk, lebih efisien dalam penggunaan waktu dan biaya.	**Kekurangan :** Belum detail bahas cacat spesifik *spun pile* (toleransi dimensi, uji lapangan), gak ada perbandingan before-after, dan metode QC kurang modern (bukan SPC/Six Sigma) jadi hasilnya secara umum bukan teknis mendalam. **Gap Penelitian :**

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
		dikelola dengan baik.						Tidak menghubungkan mutu dengan variabel produksi *spun pile* atau kontrol defect statistik. Butuh riset lanjut integrasi mutu + SPC/Six Sigma biar jadi SOP operasional yang lebih aplikatif.
Qualitative Risk Analysis of	Ranggi Enggana Putra,	Banyak risiko pada produksi *spun pile*	Mengklasifikasikan risiko produksi,	Risiko produksi, faktor organisasi,	Peningkatan daya saing &	Deskriptif, ISO 56002 Assessm	Menghasilkan daftar risiko utama (28	**Kelebihan :** Menggunakan standar inovasi global ISO 56002;

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
Production Precast Spun Pile at Company-X	Wisnu Isvara	yang menyebabkan cacat, ketidakefisienan, dan rendahnya daya saing; manajemen inovasi belum terstruktur.	memberikan rekomendasi inovasi produk menggunakan kerangka ISO 56002 untuk meningkatkan daya saing.	metode inovasi	inovasi produk	ent, Identifikasi risiko.	risiko) dan rekomendasi inovasi preventif-korektif menggunakan ISO 56002; inovasi sistematis dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi.	fokus pada inovasi terstruktur. **Kekurangan:** Belum menguji implementasi di lapangan. **Gap Penelitian:** Belum menggabungkan analisis risiko dengan sistem informasi TI; belum memberikan model inovasi berbasis digital untuk produksi *spun pile*.

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
Innovation Product for Spun pile Products in Indonesia Using ISO 56002	Nabila Baqarizky, Yusuf Latief, Ranti Hidayawanti, Rossy Armyn Machfudiyanto, Leni Sagita Riantini	Banyak risiko pada produksi *spun pile* yang menyebabkan cacat, ketidakefisienan, dan rendahnya daya saing; manajemen inovasi belum terstruktur.	Mengklasifikasikan risiko produksi, memberikan rekomendasi inovasi produk menggunakan kerangka ISO.	Risiko produksi, faktor organisasi, metode inovasi	Peningkatan daya saing & inovasi produk	Deskriptif, ISO 56002 AssessmentIdentifikasi risiko.	Menghasilkan daftar risiko utama (28 risiko) dan rekomendasi inovasi preventif-korektif menggunakan ISO 56002; inovasi sistematis dapat meningkatkan	**Kelebihan:** Menggunakan standar inovasi global ISO 56002; fokus pada inovasi terstruktur. **Kekurangan:** Belum menguji implementasi di lapangan. **Gap Penelitian:** Belum menggabungkan analisis risiko dengan sistem informasi TI; belum memberikan

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
							kualitas dan efisiensi.	model inovasi berbasis digital untuk produksi *spun pile*.
Innovation of spun pile manufacturing method in Indonesia using a risk approach and ISO 56002	Nabila Baqarizky, Yusuf Latief, Ranti Hidayawanti, Rossy Armyn Machfudiyanto1, Leni	Indonesia belum optimal; proses pembuatan tiang pancang (*spun pile*) kurang inovasi terstruktur sehingga	Metode produksi tiang pancang (*spun pile*) di Indonesia menggunakan pendekatan manajeme	Metode pelaksanaan *spun pile*, faktor risiko.	Daya saing Perusahaan.	Deskriptif, ISO 56002 *Assessment* Identifikasi risiko.	Menghasilkan daftar risiko utama (28 risiko) dan rekomendasi inovasi preventif-korektif menggunakan ISO 56002;	**Kelebihan:** Menggunakan standar inovasi global ISO 56002; fokus pada inovasi terstruktur. **Kekurangan:** Belum menguji implementasi di lapangan. **Gap Penelitian:**

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
innovation process to increase competitiveness	Sagita Riantini.	menghambat efisiensi dan kualitas. Standar seperti ISO 56002 belum dipakai, membuat inovasi kurang sistematis. Ada banyak risiko yang menghalangi daya saing. Metode produksi	n risiko untuk mengidentifikasi dan menguranggi potensi risiko yang menghambat proses produksi. Selain itu, penerapan ISO 56002 sebagai sistem manajeme				inovasi sistematis dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi.	Belum menggabungkan analisis risiko dengan sistem informasi TI; belum memberikan model inovasi berbasis digital untuk produksi *spun pile*.

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
		belum efisien dan kurang manajemen risiko. Rekomendasi inovasi juga belum diuji di pabrik.	n inovasi bertujuan memperkuat proses inovasi di industri beton pracetak, terutama pada produksi *spun pile*, agar daya saing perusahaan di pasar Indonesia					

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
			meningkat.					
The Role of Innovation Management System ISO 56002 Standard in the Competitive Edge toward Sustainability	Rayane Rezak, Assia Djenouhat, Hamid Kherbachi.	Masih minimnya pemahaman bagaimana standar ISO 56002 (sistem manajemen inovasi) dapat membantu perusahaan meningkatkan	Menjelaskan bagaimana standar ISO 56002 dapat membantu perusahaan mengelola inovasi secara lebih terarah,	Standar Manajemen Inovasi ISO 56002.	Daya Saing & *Sustainability* (kemampuan perusahaan tetap unggul dan berkembang secara berkelanjutan).	Teoritis atau kajian literatur, yaitu mengumpulkan teori dari jurnal-jurnal sebelumnya untuk	ISO 56002 dapat menjadi pedoman penting untuk meningkatkan kemampuan inovasi perusahaan. Dengan inovasi	**Kelebihan:** Menyediakan pemahaman lengkap tentang hubungan inovasi, ISO 56002, dan sustainability. Memberikan kerangka teori yang jelas. **Kekurangan:** Tidak ada data lapangan atau uji empiris hanya

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
		daya saing dan keberlanjutan. Banyak organisasi belum tahu hubungan antara inovasi, daya saing, dan *sustainability.*	sehingga mampu meningkatkan daya saing dan mendukung pembangunan berkelanjutan *(sustainability).*			membangun hubungan antara inovasi, ISO 56002, dan *sustainability.* Penelitian bersifat deskriptif dan tidak melakuk	yang lebih terkelola, perusahaan bisa lebih adaptif, menguranggi risiko, meningkatkan nilai produk/jasa, dan akhirnya memperkuat daya saing serta mendukun	teori. Tidak ada data lapangan atau uji empiris; hanya teori. **Gap Penelitian:** Masih jarang penelitian yang mengkaji hubungan langsung antara ISO 56002, inovasi, daya saing, dan sustainability dalam konteks praktis perusahaan.

JUDUL PENELITIAN	PENULIS	PERMASALAHAN	TUJUAN	VARIABEL PENELITIAN		Metode Penelitian	Kesimpulan	Kelebihan, Kekurangan, dan Gap
				VARIABEL X	VARIABEL Y			
						an survei lapangan.	g keberlanjutan.	

Kesimpulan dari beberapa tinjauan literatur *State Of The Art* diatas adalah:

1. Penelitian tentang daya saing dan produksi *spun pile* sudah banyak dilakukan, namun variabel yang sering muncul masih seputar risiko produksi, metode inovasi, faktor organisasi, untuk meningkatkan daya saing dan keberlanjutan perusahaan, sehingga masih perlu ada pembeda dengan penelitian sebelumnya.
2. Penelitian-penelitian tersebut umumnya berhenti pada tahap identifikasi risiko dan pemberian rekomendasi, belum sampai pada pengujian langsung di pabrik atau penerapan model manajemen risiko yang lebih komprehensif dan berkelanjutan, sehingga masih ada celah untuk mengembangkan metode pengelolaan risiko yang lebih terstruktur dan aplikatif di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apa saja aktivitas proses produksi *spun pile* berbasis risiko pada PT Waskita Beton Precast TBK – Plant Subang?
2. Bagaimana inovasi penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pekerjaan *spun pile* berbasis risiko dapat meningkatkan kualitas produk?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan Mengacu pada rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui aktivitas proses produksi *spun pile* berbasis risiko pada PT Waskita Beton Precast TBK – Plant Subang.
2. Mengetahui inovasi penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pekerjaan *spun pile* berbasis risiko dapat meningkatkan kualitas produk.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi :

1. Bagi penulis, penelitian ini memberikan wawasan mengenai penerapan Standar Operasi Prosedur (SOP) pekerjaan *spun pile* berbasis risiko dalam industri beton pracetak, khususnya pada perusahaan konstruksi BUMN. Penulis memperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai penerapan manajemen risiko dan inovasi

dalam proses produksi *spun pile*, termasuk penggunaan pendekatan sistematis seperti ISO 56002 untuk meningkatkan kualitas produk dan daya saing perusahaan. Selain itu, penelitian ini membantu meningkatkan kemampuan analisis penulis dalam bidang manajemen konstruksi, pengendalian mutu, serta pengelolaan risiko pada proses industri beton pracetak.

2. Bagi ITPLN, penelitian ini memberikan kontribusi akademik berupa pengembangan kajian keilmuan di bidang manajemen konstruksi, khususnya terkait SOP produksi beton pracetak berbasis risiko. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi sivitas akademika ITPLN dalam pengembangan materi pembelajaran, penelitian lanjutan, serta penguatan keterkaitan antara teori manajemen risiko, sistem manajemen inovasi ISO 56002, dan praktik industri konstruksi nasional.
3. Bagi Perusahaan beton *Precast,* penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi perusahaan beton pracetak BUMN dalam menyusun dan memperbaiki SOP pekerjaan *spun pile* berbasis risiko. Dengan SOP yang lebih jelas dan terarah, perusahaan dapat mengurangi cacat produk, menjaga mutu agar tetap konsisten, serta meningkatkan efisiensi kerja. Pada akhirnya, hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan meningkatkan daya saing di tengah persaingan industri beton pracetak yang semakin ketat.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup masalah dalam penelitian ini mencakup :

1. Penelitian ini difokuskan pada Standar Operasional Prosedur (SOP) dalam melaksanakan aktivitas pekerjaan *Spun pile* pada perusahaan jasa manufakturing BUMN tepatnya di PT Waskita Beton Precast TBK – Plant Subang berbasis risiko sebagai upaya menigkatkan daya saing.
2. Penelitian ini berfokus pada perusahaan jasa manufakturing BUMN yang memproduksi *Spun pile* tepatnya di PT Waskita Beton Precast TBK – Plant Subang. Penelitian tidak akan mencakup produk beton pracetak lainnya, seperti balok, panel dinding, atau produk lainnya yang tidak terkait langsung dengan *Spun pile.*
3. Tidak membahas biaya dan audit baik internal maupun eksternal perusahaan.

4. Penelitian ini menggunakan pendekatan ISO 56002:2019.

1.6 Keterbaruan Penelitian *(Novelty)*

Penelitian ini akan membahas integrasi strategis antara Standar Operasional Prosedur (SOP) teknis dengan manajemen risiko yang dirancang khusus untuk lini produksi *Spun pile* di perusahaan BUMN tepatnya di PT Waskita Beton Precast TBK – Plant Subang. yang belum pernah diteliti sebelumnya. Berbeda dengan studi terdahulu yang umumnya hanya berhenti pada tahap identifikasi risiko dan pemberian rekomendasi tanpa implementasi konkret, penelitian ini bertujuan untuk menstandardisasi langkah kerja, tetapi juga menjadikannya sebagai alat strategis untuk meningkatkan kualitas produk melalui minimalisasi cacat, yang pada akhirnya secara langsung berkontribusi pada peningkatan daya saing perusahaan di pasar infrastruktur nasional.