

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa dampak signifikan terhadap berbagai bidang, termasuk persaingan dalam bidang bisnis termasuk infrastruktur. Salah satu inovasi penting yang mendukung perusahaan adalah teknologi dalam mengelola sumber daya secara maksimal atau *resource planning* (Nugroho dkk., 2023). *Resource planning* adalah proses strategis dalam mengidentifikasi, mengalokasikan, dan mengelola berbagai sumber daya yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Dalam konteks pengelolaan proyek, terutama pada sektor konstruksi, *resource planning* berperan penting untuk memastikan bahwa tenaga kerja, material, alat, dan waktu digunakan secara efisien. Dengan adanya perencanaan yang baik, potensi penundaan dan pemborosan dapat diminimalkan, sehingga proyek dapat selesai tepat waktu (Indrayani, 2022).

Dalam proyek konstruksi, penggunaan *resource planning* yang tepat dapat memberikan manfaat signifikan. Mulai dari *resource planning* memungkinkan pengelolaan sumber daya secara optimal, sehingga setiap elemen proyek dapat berjalan sesuai rencana. Selain itu, *resource planning* yang terintegrasi dengan teknologi modern seperti sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*) memungkinkan penyelarasan data secara *real-time*, sehingga pengambilan keputusan dan data yang dihasilkan lebih akurat. Dengan demikian, keberhasilan proyek konstruksi sangat bergantung pada efektivitas *resource planning*. (Maulana dkk., 2022)

Sistem ERP telah menjadi solusi penting dalam mendukung kesuksesan proyek konstruksi. ERP mencakup berbagai kebutuhan BUMN, berfungsi sebagai teknologi yang meningkatkan produktivitas dan efisiensi kinerja melalui sistem yang terintegrasi dan terorganisir. Hal ini sejalan dengan Peraturan BUMN Nomor PER-2/MBU/03/2023 tahun 2023 tentang Pedoman Tata Kelola dan Kegiatan Korporasi Signifikan BUMN, khususnya pada Bab VII yang membahas penyelenggaraan teknologi informasi (IT) di lingkungan BUMN (Afif dan Khomsiyah, 2024).

Namun demikian, tidak terbatas hanya pada penerapan di perusahaan BUMN. Sektor swasta, terutama perusahaan konstruksi dengan skala menengah hingga besar, juga menghadapi tantangan serupa terkait efisiensi manajemen sumber daya dan keselamatan kerja. Oleh karena itu, solusi yang dikembangkan melalui penelitian ini dapat diaplikasikan secara luas baik pada perusahaan milik negara maupun swasta, sehingga manfaatnya bersifat universal dan inklusif bagi industri konstruksi secara keseluruhan.

Dengan menggunakan ERP, manajemen proyek dapat dilakukan secara terpusat, mencakup pengelolaan inventaris hingga pelacakan jadwal kerja. ERP juga memungkinkan integrasi data lintas departemen, sehingga mempermudah koordinasi dan pengawasan. Alasan penggunaan ERP dibandingkan dengan pengembangan aplikasi khusus adalah karena ERP memiliki fleksibilitas dan skalabilitas yang lebih baik. Aplikasi khusus biasanya hanya melayani fungsi tertentu dan sulit diperluas ketika perusahaan berkembang. Sementara ERP, seperti Odoo. Odoo merupakan aplikasi ERP modern yang bersifat lengkap dan didistribusikan secara *open source* (Kurniawan dkk., 2019). Dalam praktiknya, dapat mengintegrasikan berbagai fungsi perusahaan (keuangan, SDM, inventaris, proyek) dalam satu platform yang terorganisir. Hal ini membuat ERP lebih hemat biaya jangka panjang, lebih mudah dipelihara, dan mampu mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat (Anjani dkk., 2024).

Data terkini menunjukkan bahwa penggunaan ERP semakin meluas di seluruh dunia. Menurut laporan *Statista*, (2024), nilai pasar global ERP diproyeksikan mencapai USD 101 miliar pada tahun 2026 dengan total belanja IT untuk *enterprise software* diproyeksikan tumbuh menjadi USD 462 miliar pada tahun 2020. Dibandingkan dengan segmen IT lainnya, *enterprise software* memiliki pola pertumbuhan yang lebih konsisten, menandakan permintaan bisnis yang stabil dan tinggi akan dukungan perangkat lunak. Secara khusus, Odoo menjadi salah satu platform ERP populer dengan lebih dari 13 juta pengguna aktif di seluruh dunia dan didukung lebih dari 3.000 mitra resmi (Odoo Official, 2024).

Fakta ini menjadi alasan kuat pemilihan Odoo dalam penelitian ini, karena selain bersifat open source, Odoo juga fleksibel, mudah dikustomisasi, dan telah banyak diadopsi baik oleh perusahaan skala kecil, menengah, maupun besar.

Namun di sisi lain, proyek konstruksi sering menghadapi tantangan berupa kecelakaan kerja. Berdasarkan data dari berbagai penelitian, kecelakaan kerja dapat menyebabkan penundaan proyek, kerugian finansial, bahkan hilangnya nyawa. Indonesia adalah salah satu negara penyumbang jumlah kecelakaan kerja terbesar dalam bidang konstruksi, hal tersebut dikarenakan kurangnya disiplin tenaga kerja dalam menerapkan sistem manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Faktor manusia dalam terjadinya kecelakaan kerja menempati posisi yang cukup tinggi yaitu antara 80-85% (Nurmala dkk., 2021). Diantaranya seperti kurangnya kesadaran akan keselamatan kerja, keterbatasan teknologi untuk memantau kondisi kerja di lapangan secara *real-time*, dan penggunaan alat pelindung diri yang tidak memadai menjadi penyebab utama tingginya angka kecelakaan dalam bidang konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja sembari meningkatkan efisiensi proyek (Prasetyo dan Widowati, 2022).

Data statistik dari BPJS Ketenagakerjaan pada Gambar 1.1 menunjukkan bahwa sektor konstruksi secara konsisten menyumbang lebih dari 30% dari total kecelakaan kerja di Indonesia selama 2018–2024 (BPJS-TK dan Kemnaker, 2024).



Gambar 1. 1 Data Statistik Perbandingan Kasus Kecelakaan Kerja Bidang Konstruksi 2018-2024

(sumber : BPJS-TK dan Kemnaker, 2024)

Dari diagram pada Gambar 1.1 terlihat bahwa sektor konstruksi selalu menyumbang persentase yang signifikan terhadap total kasus kecelakaan kerja.

Pada tahun 2022, kasus konstruksi mencapai puncaknya dengan 84.907 kasus, yang mencakup 31,99% dari total 265.334 kasus kecelakaan kerja. Namun, data tahun 2023 menunjukkan penurunan drastis dengan hanya 4.334 kasus (1,61% dari total), yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metode pelaporan atau kebijakan baru dalam pengumpulan data. Pada tahun 2024, jumlah kasus kembali meningkat menjadi 20.168 kasus (10,08% dari total), mengindikasikan bahwa permasalahan ini tetap memerlukan perhatian serius. Meskipun terdapat penurunan signifikan pada tahun 2023, jumlah kasus kembali meningkat pada 2024, menandakan pentingnya inovasi untuk mengatasi permasalahan ini.

Keselamatan kerja merupakan aspek fundamental yang tidak boleh diabaikan dalam sektor konstruksi. Penerapan standar keselamatan kerja, termasuk penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti helm, sarung tangan, dan sepatu pelindung, menjadi langkah awal dalam mencegah kecelakaan (Nurmayadi dan Ratih, 2022). Untuk mengatasi permasalahan kecelakaan kerja, terutama yang disebabkan oleh kurangnya kedisiplinan dalam penerapan K3, pemanfaatan *resource planning* dalam ERP dapat menjadi solusi yang efektif. Inovasi teknologi untuk monitoring secara *real-time* melalui ERP, dikombinasikan dengan pengembangan helm pengaman yang dirancang khusus untuk melindungi pekerja dari cedera akibat jatuhnya benda atau benturan keras, menawarkan perlindungan yang lebih komprehensif. Di era modern ini, helm pengaman dapat ditingkatkan dengan integrasi teknologi pintar, sehingga mampu memberikan perlindungan sekaligus fungsi monitoring yang lebih efektif.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan keselamatan kerja di sektor konstruksi. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah “*Smart Helmet untuk Monitoring Pekerja Konstruksi Menggunakan ESP32 dan LoRa Berbasis IoT*”, yang memungkinkan deteksi pekerja jika terjatuh serta pemantauan melalui situs *website* (Supriyanto dkk., 2024). Penelitian lain berjudul “*Design and Implementation of an AI and IoT-Enabled Smart Safety Helmet for Real-Time Environmental and Health Monitoring*” mengintegrasikan berbagai sensor pada helm untuk memantau perubahan *real-time* pada parameter lingkungan, seperti kadar CO₂, suhu, kelembapan, serta respons fisik pengguna (Kawale dkk., 2024). Namun, penelitian yang menggabungkan teknologi IoT pada helm pengaman

dengan platform ERP untuk menciptakan solusi yang lebih terintegrasi dan efisien dalam mendukung keselamatan kerja serta manajemen proyek masih sangat terbatas.

Integrasi helm pengaman pintar dengan ERP Odoo dipandang penting karena ERP berfungsi sebagai pusat data terorganisir yang mampu menghubungkan berbagai aspek manajemen perusahaan. Data keselamatan kerja yang diperoleh dari helm pintar, seperti status penggunaan helm dan lokasi pekerja, tidak hanya digunakan untuk monitoring tetapi juga dapat diolah lebih lanjut untuk evaluasi kinerja, perencanaan sumber daya, serta penyusunan laporan K3. Dengan integrasi ini, manajer proyek dapat memantau kondisi pekerja secara real-time melalui modul ERP. Hal ini menjadikan ERP bukan sekadar platform manajemen, tetapi juga pusat pengambilan keputusan yang menyeluruh dan strategis.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan helm pengaman pintar berbasis IoT yang terintegrasi dengan platform ERP Odoo. Helm ini dilengkapi dengan fitur pelacakan untuk memantau lokasi pekerja secara *real-time*, memastikan mereka berada di area yang semestinya, serta mendeteksi apakah pekerja menggunakan helm sesuai standar keselamatan kerja (K3). Data yang diperoleh dari helm akan dikirimkan secara *real-time* ke sistem ERP Odoo, yang kemudian akan memunculkan notifikasi otomatis apabila terjadi pelanggaran K3 atau kondisi tidak sesuai standar. Dengan demikian, sistem ini berfungsi sebagai alat bantu monitoring dan peringatan dini bagi manajemen proyek.

Namun, tindakan lanjut seperti evakuasi, investigasi, maupun mitigasi risiko tetap menjadi tanggung jawab manajemen proyek dan belum termasuk dalam lingkup penelitian ini. Dengan pendekatan ini, penelitian berfokus pada penyediaan perangkat bantu berbasis teknologi untuk meningkatkan kesadaran keselamatan dan efektivitas monitoring, sementara proses tindak lanjut lapangan tetap dilaksanakan melalui prosedur manajemen proyek yang berlaku. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan helm pengaman dengan sistem ERP untuk pengelolaan data keselamatan secara terpadu. Dengan memanfaatkan teknologi IoT dan integrasi ERP seperti Odoo, helm pengaman pintar ini diharapkan dapat

menjadi inovasi yang mampu meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan pekerja, serta berkontribusi pada keberlanjutan industri konstruksi di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan membangun Helm Pengaman Pintar berbasis IoT dengan fitur pelacakan lokasi *real-time* dan deteksi penggunaan helm, yang terintegrasi dengan sistem ERP Odoo?
2. Bagaimana kinerja sistem Helm Pengaman Pintar berbasis IoT dalam memantau lokasi secara *real-time* dan mendeteksi penggunaan helm, yang terintegrasi dengan ERP Odoo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan membangun Helm Pengaman Pintar berbasis IoT dengan fitur pelacakan lokasi *real-time* dan deteksi penggunaan helm, yang terintegrasi dengan sistem ERP Odoo.
2. Mengevaluasi kinerja Helm Pengaman Pintar dalam memantau lokasi secara *real-time* dan mendeteksi penggunaan helm, yang terintegrasi dengan ERP Odoo.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis sebagai berikut:

1. Memberikan inovasi teknologi pada helm pengaman sebagai standar keselamatan kerja (K3) di sektor konstruksi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan ERP Odoo.
2. Menyumbangkan kontribusi teoritis dalam bidang ERP (*Enterprise Resource Planning*) dengan memperkenalkan Odoo sebagai platform ERP untuk mendukung manajemen proyek di sektor konstruksi.

3. Menambah wawasan teoritis mengenai perencanaan sumber daya (*resource planning*) dalam dunia industri, sebagai salah satu faktor keberhasilan suatu produk atau proyek.
4. Memperkaya literatur mengenai penerapan IoT dengan integrasi ERP Odoo dalam sektor konstruksi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Selain manfaat teoritis, Penelitian ini juga diharapkan memberikan manfaat praktis sebagai berikut:

1. Memberikan solusi teknologi berupa helm pengaman pintar berbasis IoT pada sektor konstruksi.
2. Memudahkan manager proyek dalam memastikan keselamatan kerja melalui fitur deteksi otomatis penggunaan helm dan pelacakan lokasi.
3. Mengurangi risiko kecelakaan kerja dengan menyediakan alat keselamatan yang dilengkapi fitur monitoring berbasis IoT yang terintegrasi dengan sistem ERP.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pengembangan helm pengaman pintar berbasis IoT untuk konstruksi dengan jenis helm pengaman warna kuning terang untuk pekerja lapangan, yang berfungsi sebagai alat bantu monitoring dan peringatan dini bagi manajemen proyek. Penelitian ini hanya menekankan pada aspek deteksi penggunaan helm dan monitoring lokasi pekerja dalam lingkup prototipe.
2. Penelitian ini berpusat pada perancangan dengan lingkup data yang diuji terbatas pada status penggunaan helm (“dipakai” atau “tidak dipakai”), berdasarkan kondisi helm yang tersimpan terbuka, terbalik, atau digantung. Posisi pekerja berada didalam atau diluar area kerja berdasarkan geofencing. Serta notifikasi peringatan otomatis yang dikirimkan ke sistem ERP Odoo ketika kondisi pekerja tidak sesuai standar K3.
3. Uji coba dilakukan dalam bentuk skenario skala laboratorium dan lingkungan terbatas yang dibuat menyerupai kondisi nyata di lapangan kerja

konstruksi, namun tidak mencakup penerapan langsung di proyek konstruksi berskala penuh.

4. Sistem ERP yang digunakan dalam penelitian ini adalah Odoo versi 17 *Community Edition*. Meskipun memiliki fitur yang terbatas, peneliti akan melakukan kustomisasi dengan mengembangkan *add-ons* kustom sesuai kebutuhan.
5. Penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap *prototype* fungsional dengan metode *Research and Development* (R&D), terbatas hingga uji coba sistem dan evaluasi, tanpa melanjutkan ke tahap implementasi massal di lapangan.
6. Setiap perangkat helm pengaman pintar hanya digunakan untuk satu ID pekerja, karena data yang masuk pada ERP Odoo disesuaikan dengan ID setiap pekerja.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini secara garis besar mengacu pada Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia Tahun 2024. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I ini menjelaskan latar belakang yang melandasi dilakukannya penelitian, merumuskan masalah yang ingin dipecahkan, serta menyusun tujuan penelitian yang ingin dicapai. Selain itu, dijelaskan manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, ruang lingkup penelitian untuk membatasi fokus pembahasan, serta sistematika penulisan skripsi sebagai panduan pembaca memahami alur isi dokumen.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab II ini memuat teori-teori yang relevan sebagai dasar konseptual, hasil penelitian terdahulu yang mendukung, serta menyusun kerangka berpikir untuk menunjukkan hubungan antar konsep yang digunakan dalam penelitian. Jika diperlukan, bab ini juga mencantumkan hipotesis sebagai dugaan sementara terhadap hasil penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III ini menguraikan metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, mulai dari jenis dan desain penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, hingga langkah-langkah perancangan dan pengujian. Tujuannya adalah agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan dapat diuji keabsahannya.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV ini menyajikan hasil dari data yang telah dikumpulkan dalam bentuk narasi, tabel, atau grafik, lalu memberikan interpretasi serta pembahasan yang mengaitkan hasil tersebut dengan teori dan penelitian sebelumnya. Analisis dilakukan untuk menjawab rumusan masalah dan mengevaluasi pencapaian tujuan penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan jawaban atas rumusan masalah. Selain itu, diberikan saran yang dapat menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya atau untuk pihak terkait yang dapat memanfaatkan hasil penelitian secara praktis.