

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan infrastruktur penghubung yang menyediakan kemudahan akses jalan dan meningkatkan keterhubungan antar daerah yang mendukung percepatan pembangunan wilayah. Balasubramanian (2017) mendeskripsikan jembatan sebagai struktur buatan manusia yang dibangun untuk menghindari hambatan fisik tanpa menutup jalan yang terdapat di bawahnya, seperti badan air, lembah, atau jalanan, yang dikonstruksikan dengan tujuan menyediakan perlintasan melewati hambatan tersebut. Wan *et al.*, (2019) menyatakan seiring pesatnya pembangunan ekonomi dan laju urbanisasi, jembatan memainkan peran penting dalam sistem transportasi dengan mendukung pembangunan ekonomi dan sosial hingga eksistensinya sebagai infrastruktur dianggap harus ada (*indispensable*). Penelitian yang dilakukan Husein, et al., (2019) menggambarkan pembangunan jembatan memberikan manfaat pada kriteria sosial yang unggul dengan aksesibilitas masyarakat yang semakin mudah dalam melakukan kegiatan sehari-hari dan hubungan antar masyarakat yang semakin membaik. Pembangunan jembatan juga membawa dampak positif ekonomi yang menciptakan peluang-peluang usaha baru bagi masyarakat sekitar dan akses moda transportasi yang semakin efektif dan efisien.

Pembangunan jembatan dilakukan dengan menggunakan teknologi yang sesuai dengan lokasi konstruksi, material yang tersedia di sekitar dan desain yang mencerminkan karakteristik daerah. Proses perencanaan jembatan mempertimbangkan prinsip-prinsip dasar seperti kekuatan dan stabilitas struktur, keawetan dan keandalan dalam jangka panjang, kemudahan dalam pemeriksaan dan pemeliharaan, kenyamanan bagi pengguna, ekonomis, mudah dilaksanakan, estetis, serta memperhitungkan dampak lingkungan secara wajar dan minimal. Ini dilakukan sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 07/SE/M/2015 tentang Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

Jembatan dirancang untuk menopang beban alat transportasi yang melintas serta struktur hasil konstruksi yang tak lepas dari resiko membahayakan keselamatan, mulai dari tahap pengerjaan konstruksi hingga dalam masa penggunaan. Di tahap proses konstruksi, potensi bahaya yang muncul berkaitan dengan Kecelakaan dan Keselamatan Kerja (K3) pada tenaga kerja, dampak terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar lokasi konstruksi. Sementara di masa penggunaan, potensi bahaya disebabkan oleh kerusakan.

Faktor resiko ini dapat dimitigasi dengan menerapkan sistem pengawasan sejak tahap pembangunan. Salah satu target kunci yang harus dipenuhi yaitu identifikasi kerusakan pada struktur sejak tahap awal pembangunan, jika dianggap tepat, intervensi dilakukan sedini mungkin (Neves, 2020). Selain itu, biaya pengawasan dan perbaikan secara umum lebih rendah dibandingkan biaya pembangunan konstruksi baru.

Jembatan pertama Indonesia dibangun pada tahun 1682 bernama Engelse Brug. Jembatan ini telah direkonstruksi dalam bentuk permanen menjadi Jembatan Gantung Kota Intan (Dinas Pariwisata & Kebudayaan DKI Jakarta, 2001).

Tabel 1. Jumlah Jembatan di Indonesia per Tahun 2021

| Jenis Jembatan | Jumlah Unit | Total Panjang (m) |
|-------------------|-------------|-------------------|
| Jembatan Nasional | 19.135 | 539.477 |
| Jembatan Gantung | 201 | 14.424 |
| Jembatan Khusus | 48 | 28.887 |

Sumber: Pusat Data dan Teknologi Informasi Sekretariat Jenderal,
Kementerian PUPR

Berdasarkan Pusat Data dan Teknologi Informasi Sekretariat Jenderal Kementerian PUPR. 2021, menunjukkan terdapat 19.135 unit Jembatan Nasional dengan total panjang mencapai 539.477 m, serta 201 unit Jembatan Gantung dengan total panjang 14.424 m dan 48 unit Jembatan Khusus dengan total panjang 20.246 m (Pusat Data dan Teknologi Informasi Sekretariat Jenderal Kementerian PUPR, 2021). Kemudian didukung dengan data kerusakan pada kondisi jembatan di berbagai provinsi di Indonesia. Berikut data dari kerusakan kondisi jembatan.

Tabel 2. Kerusakan Kondisi Jembatan di Indonesia per Tahun 2021

| Kode Prov | Provinsi | Baik | Sedang | Rusak Ringan | Rusak Berat | Runtuh/Putus | Jumlah total |
|-----------|---------------------------|------|--------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 11 | Aceh | 0 | 639 | 280 | 88 | 0 | 1007 |
| 12 | Sumatera Utara | 0 | 797 | 28 | 88 | 0 | 913 |
| 13 | Sumatera Barat | 0 | 320 | 262 | 50 | 0 | 632 |
| 14 | Riau | 3 | 221 | 173 | 24 | 0 | 421 |
| 15 | Jambi | 5 | 214 | 71 | 53 | 0 | 343 |
| 16 | Sumatera Selatan | 1 | 326 | 13 | 142 | 0 | 482 |
| 17 | Bengkulu | 9 | 146 | 99 | 32 | 1 | 287 |
| 18 | Lampung | 0 | 294 | 96 | 43 | 2 | 435 |
| 19 | Kepulauan Bangka Belitung | 0 | 82 | 15 | 16 | 0 | 113 |
| 21 | Kepulauan Riau | 9 | 70 | 66 | 7 | 0 | 152 |
| 32 | Jawa Barat | 2 | 414 | 406 | 34 | 1 | 857 |
| 33 | Jawa Tengah | 0 | 495 | 339 | 21 | 0 | 855 |
| 34 | D.I. Yogyakarta | 0 | 22 | 102 | 0 | 0 | 124 |
| 35 | Jawa Timur | 6 | 620 | 189 | 101 | 0 | 916 |
| 36 | Banten | 6 | 129 | 56 | 9 | 0 | 200 |
| 51 | Bali | 0 | 134 | 164 | 11 | 2 | 311 |
| 52 | Nusa Tenggara Barat | 1 | 332 | 109 | 25 | 1 | 468 |
| 53 | Nusa Tenggara Timur | 0 | 311 | 111 | 126 | 3 | 551 |
| 61 | Kalimantan Barat | 0 | 469 | 221 | 196 | 2 | 888 |
| 62 | Kalimantan Tengah | 1 | 254 | 262 | 91 | 2 | 610 |
| 63 | Kalimantan Selatan | 5 | 314 | 144 | 131 | 0 | 594 |
| 64 | Kalimantan Timur | 3 | 181 | 112 | 6 | 0 | 302 |
| 65 | Kalimantan Utara | 0 | 131 | 51 | 8 | 0 | 190 |
| 71 | Sulawesi Utara | 18 | 631 | 109 | 83 | 0 | 841 |
| 72 | Sulawesi Tengah | 1 | 423 | 86 | 536 | 1 | 1047 |
| 73 | Sulawesi Selatan | 0 | 466 | 81 | 127 | 0 | 674 |
| 74 | Sulawesi Tenggara | 0 | 519 | 217 | 24 | 0 | 760 |
| 75 | Gorontalo | 2 | 156 | 67 | 81 | 0 | 306 |
| 76 | Sulawesi Barat | 0 | 218 | 50 | 50 | 0 | 318 |
| 81 | Maluku | 34 | 433 | 283 | 75 | 30 | 855 |
| 82 | Maluku Utara | 0 | 596 | 76 | 134 | 0 | 806 |
| 91 | Papua Barat | 0 | 332 | 32 | 180 | 5 | 549 |
| 94 | Papua | 49 | 639 | 175 | 216 | 39 | 1118 |

Sumber: Open Data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Berdasarkan Data Kementerian PUPR pada tahun 2021 tercatat sebanyak 536 kasus jembatan rusak berat pada provinsi Sulawesi Tengah serta 39 kasus jembatan runtuh pada provinsi Papua (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021). Kerusakan pada jembatan dapat diantisipasi melalui

tindakan mitigasi dengan pemasangan SHMS atau *Wireless Sensor Node* pada struktur jembatan. Berikut data penerapan SHMS yang terpasang di seluruh Indonesia .

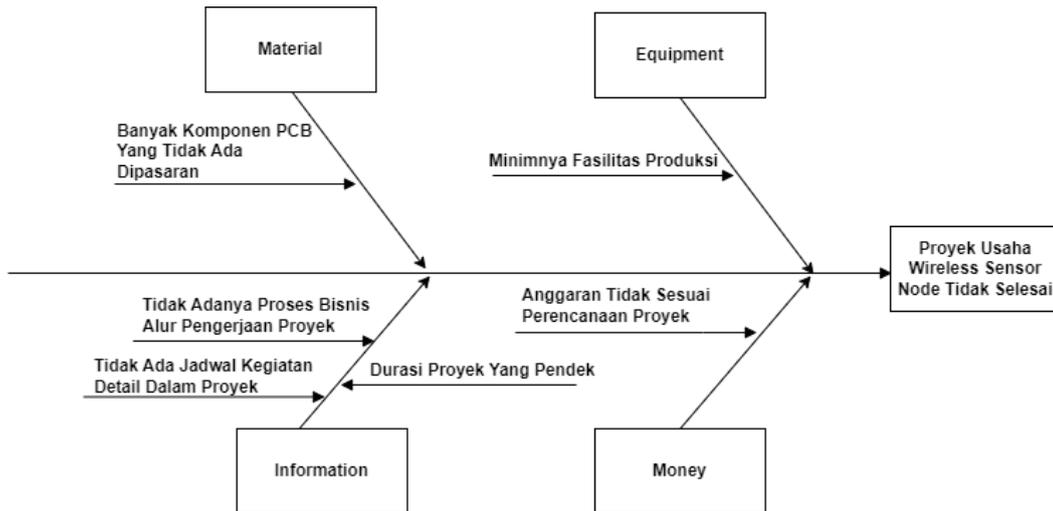
Tabel 3. Data Penerapan SHMS di Indonesia

| No | Nama Jembatan | Lokasi | Status SHMS |
|----|-----------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | Suramadu | Surabaya, Jawa Timur | Aktif |
| 2 | Soekarno | Manado, Sulawesi Utara | Dalam Perbaikan |
| 3 | Merah Putih | Ambon, Maluku | Dalam Perbaikan |
| 4 | Jembatan Fisabilillah | Batam, Kepulauan Riau | Aktif |
| 5 | Jembatan Musi IV | Palembang, Sumatera Selatan | Dalam Perbaikan |
| 6 | Jembatan Pasupati | Bandung, Jawa Barat | Tidak Aktif |
| 7 | Jembatan Rumpiang | Kalimantan Selatan | Tidak Aktif |

Sumber: Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan Ditjen Bina Marga

Berdasarkan pengambilan data secara langsung terhadap Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan Ditjen Bina Marga, Kementerian PUPR. Indonesia baru memiliki tujuh *structure health monitoring system* (SHMS) yakni diantara tiga aktif yaitu pada Jembatan Suramadu (Surabaya), Jembatan Fisabilillah (Batam). Kemudian tahap perbaikan yaitu Jembatan Soekarno (Manado), Jembatan Merah Putih (Ambon), Jembatan Musi IV (Palembang), serta yang tidak aktif yaitu Jembatan Pasupati (Bandung), Jembatan Rumpiang (Kalimantan Selatan) (Bina Teknik Jalan dan Jembatan, 2022).

Dengan meningkatnya jumlah jembatan yang mengalami kerusakan dan minimnya sistem pemantauan kesehatan struktur jembatan, tim dari Universitas Telkom bekerja sama dengan PT. Industri Telekomunikasi untuk melaksanakan proyek wireless sensor node. Namun, dalam pelaksanaan proyek ini, tim mengalami permasalahan dalam proses produksi. Sehingga, menyebabkan produk tidak selesai dengan tepat waktu. Berikut gambaran permasalahan proyek wireless sensor node terdapat pada fishbone diagram.



Gambar 1. *Fishbone Diagram WSN*

Berdasarkan fishbone diagram di atas, terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan keterlambatan dalam menyelesaikan produk wireless sensor node dalam pelaksanaan proyek kolaborasi antara Universitas Telkom dan PT. Industri Telekomunikasi. Masalah-masalah tersebut terkait dengan ketidaksesuaian awal anggaran dengan perencanaan dan fasilitas produksi yang terbatas dalam pelaksanaan proyek.

Salah satu masalah terkait anggaran yaitu pembelian pengembangan pembuatan sinyal *sink node*, sinyal *sink node* ini sangat penting untuk mengirimkan data output hasil dari sensor kedalam *server*. Namun dalam perencanaannya pembuatan sinyal sink node ini tidak dianggarkan pada perencanaan proyek, sehingga diperlukan realokasi dana dari 20% potongan diskon pembelian *pasco bridges*, *wireless load cell*, dan *pasco software capstone* untuk pembelian bahan baku pembuatan sink node. Namun, hal ini menambah pekerjaan serta menambah waktu pekerjaan, karena harus mencari vendor yang menjual sesuai kebutuhan spesifikasi *sink node* dalam *wireless sensor node*.

Permasalahan anggaran lainnya yaitu saat pembuatan casing pelindung *papan circuit board*, pada perencanaan awal akan dibuat 20 unit casing, namun karena dana yang tidak mencukupi, hanya 12 casing yang dapat di produksi. Selain itu, minimnya fasilitas produksi, seperti tidak adanya solder uap, solder kit, dan pasta solder untuk solder komponen terhadap papan circuit board. Hal ini seharusnya didapati oleh mitra saat perencanaan, namun saat pelaksanaan proyek,

mitra tidak mempunyai alatnya. Sehingga, tim harus membeli peralatan tersebut untuk melakukan proses produksi solder komponen pada *papan circuit board*. Dalam hal ini diperlukan realokasi dana kembali dari anggaran yang direncanakan diawal. Kemudian, *electrical* gambar yang sudah jadi perlu direvisi kembali, karena komponennya tidak ada dipasaran. Sehingga harus mencari vendor kembali serta membutuhkan waktu yang lama dalam proses produksi *papan circuit board*.

Dalam pelaksanaan proyek tidak adanya alur proses bisnis dan tidak ada jadwal detail dalam pelaksanaan proyek *wireless sensor node*, karena di awal proyek hanya terdapat jadwal pelaksanaan yang mencakup pemodelan analisis kebutuhan, pemodelan desain sistem, pemodelan arsitektur, pemodelan solusi, pengujian dan implementasi yang dijadwalkan selama tiga setengah bulan. Karena tidak adanya proses bisnis dan jadwal detail pekerjaan menimbulkan terhambatnya pekerjaan para stakeholder yang bertugas dalam proyek *wireless sensor node*. Hal ini didukung dengan data penyebaran hasil kuesioner terhadap mahasiswa tenaga kerja proyek usaha *WSN*, dimana berdasarkan hasil sebanyak 72.7% responden menyatakan bahwa mereka tidak mendapatkan proses bisnis dan detail pekerjaan yang jelas saat pelaksanaan proyek *WSN*. Selain itu, Sebagian besar responden 45.5% sangat setuju bahwa ketiadaan proses bisnis menyulitkan pelaksanaan proyek, diikuti oleh 36.4% yang setuju, dan 18.2% yang netral.

Hasil kuesioner juga menunjukkan bahwa tidak adanya detail jadwal kegiatan proyek *wireless sensor node* menyulitkan pelaksanaan proyek, dengan 9.1% responden sangat setuju, 63.3% setuju, dan 18.2% netral terhadap pernyataan tersebut. Selain itu, mayoritas responden 54.5% sangat setuju bahwa membutuhkan proses bisnis yang jelas dalam pelaksanaan proyek, diikuti oleh 36.4% yang setuju, dan 9.1% netral. Terakhir, mayoritas responden 63.6% juga sangat setuju bahwa sebaiknya dalam proyek *WSN* dibuatkan detail jadwal kegiatan dalam pelaksanaannya, disusul oleh 27.3% yang setuju, dan 9.1% netral terhadap pernyataan tersebut.

Berdasarkan permasalahan diatas, anggaran yang tidak sesuai perencanaan, fasilitas produksi yang minim, tidak adanya proses bisnis, tidak adanya jadwal detail pekerjaan, serta perubahan komponen pada papan circuit board dengan waktu proyek jangka pendek selama tiga setengah bulan menyebabkan keterlambatan

penyelesaian proyek wireless sensor node. Sehingga, untuk evaluasi proyek WSN kedepannya dalam melakukan pembukaan proyek usaha dengan owner baru diluar perjanjian kolaborasi antara PT. Industri Telekomunikasi dengan Telkom University perlu dilakukan studi kelayakan untuk memastikan bahwa proyek usaha Wireless Sensor Node dapat berjalan lancar tanpa ada kendala hingga sampai produk sampai kepada customer serta WSN ini sangat diperlukan karena minimnya penerapan di Indonesia. Kemudian, Universitas Telkom maupun Owner selanjutnya yang ingin menjalankan usaha proyek ini kedepannya membutuhkan studi kelayakan bisnis yang mencakup beberapa aspek meliputi aspek pasar, aspek teknis operasional, aspek legalitas dan aspek finansial. Studi kelayakan ini sangat penting untuk menghindari masalah dan kerugian waktu, dana, dan sumber daya manusia dalam proses perancangan Wireless Sensor Node. Oleh karena itu, Universitas Telkom maupun Owner selanjutnya memerlukan studi kelayakan bisnis, sebelum membuka usaha tersebut. Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis mengambil judul dalam tugas akhir ini yaitu “Analisis Kelayakan Usaha Perancangan Wireless Sensor Node Terhadap Jembatan”.

I.2 Alternatif Solusi

Proyek usaha ini hendak membuat sistem pengawasan kesehatan struktur jembatan yang mana dalam penerapannya kurang terlaksana di Indonesia serta evaluasi terhadap kegiatan proyek *WSN* yang telah dilakukan untuk pembukaan usaha baru *WSN*. Terdapat beberapa masalah yang kemudian akan di berikan solusi seperti di bawah ini.

Tabel 4. Alternatif Solusi

| No | Akar Masalah | Potensi Solusi | Bobot (%) |
|----|---|--|-----------|
| 1 | Anggaran tidak sesuai perencanaan proyek | Merancang studi kelayakan bisnis dari aspek pasar, aspek teknis operasional, aspek legalitas dan aspek finansial | 45% |
| 2 | Minimnya fasilitas produksi | Merancang studi kelayakan bisnis aspek teknis dan operasional | 30% |
| 3 | Tidak adanya proses bisnis dan jadwal detail dalam pelaksanaan proyek | Merancang studi kelayakan aspek teknis dan operasional serta timeline project | 20% |
| 4 | Banyaknya komponen <i>PCB</i> yang tidak ada dipasaran | Merancang studi kelayakan aspek bisnis aspek teknis dan operasional | 5% |

Sumber: Permasalahan Proyek *WSN*

I.3 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian dari analisis kelayakan usaha *Wireless Sensor Node*, berdasarkan permasalahan diatas:

1. Bagaimana kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek pasar?

2. Bagaimana kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek teknis dan operasional?
3. Bagaimana kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek legalitas?
4. Bagaimana kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari aspek finansial?

I.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari dibuatnya tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek pasar?
2. Mengetahui kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek teknis dan operasional?
3. Mengetahui kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari segi aspek legalitas?
4. Mengetahui kelayakan bisnis dalam perancangan usaha *Wireless Sensor Node* dari aspek finansial?

I.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang dapat diberikan dengan adanya tugas akhir ini baik bagi peneliti maupun bagi masyarakat adalah

1. Bagi pelaku Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang
Melalui penelitian ini DPUPR diharapkan dapat melakukan pemasangan *Wireless Sensor Node* pada jembatan-jembatan di Indonesia.
2. Bagi Owner maupun pelaku bisnis Universitas Telkom
Melalui penelitian ini diharapkan pihak Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Banten dapat mempertimbangkan keputusan investasi terhadap *Wireless Sensor Node* (WSN) serta pelaku owner menanamkan modalnya terhadap proyek WSN yang akan dilaksanakan.

I.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan pada tugas akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang dibuatnya rancangan proyek ini serta solusi yang diberikan dengan adanya proyek ini. Adapun rumusan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di bab ini ini akan menunjukkan mengenai teori yang digunakan pada tugas akhir ini seta penelitian terdahulu yang menjadi rujukan pada penulisan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian akan menjabarkan lebih detail mengenai metode yang digunakan pada tugas akhir ini beserta sistematika penyelesaian masalah yang hendak diselesaikan.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM TERINTEGRASI

Perancangan ini terdiri dari pengumpulan dan pengolahan data. Kemudian akan digunakan untuk membuat rancangan sistem.

BAB V ANALISA DAN EVALUASI HASIL PERANCANGAN

Pada bagian ini akan dilakukan analisa dari perancangan yang telah dibuat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab penutup yang mana terdiri dari kesimpulan yang menjdawab rumusan masalah. Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.