

Living Lab Project: Analisis Kebutuhan Pengguna dan Performansi Elevator pada Sistem Elevator KONE dan NON-KONE

Living Lab Project: Analysis of User Needs and Elevator Performance in KONE and Non-KONE Elevator Systems

Kadek Pradista Prabhawanti Wijaya^{1,*})

¹⁾*Jurusan Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111*

Koresponden : ^{*})5010241200@student.its.ac.id

ABSTRAK

Elevator merupakan salah satu sarana transportasi vertikal pada gedung bertingkat yang berperan penting dalam mendukung mobilitas pengguna. Seiring dengan meningkatnya penggunaan elevator pada bangunan modern, performansi elevator menjadi faktor yang perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap kenyamanan, keamanan, dan kepuasan pengguna. Living Lab Project bersama KONE dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pengguna, mengevaluasi performansi elevator KONE dan non-KONE (Schindler), serta mengidentifikasi potensi perbaikan yang dapat meningkatkan keandalan sistem elevator. Metode penelitian pada proyek ini dilakukan melalui pengamatan secara langsung, wawancara pengguna elevator, pengukuran performansi, analisis FMEA (Failure Mode Effect Analysis). Parameter yang diamati meliputi vibration, noise, door opening time, door close time, travel time dan waiting time. Berdasarkan hasil perbandingan kuantitatif, didapatkan bahwa lift Kone lebih unggul dibandingkan lift Schneider. Berdasarkan analisis FMEA terdapat beberapa komponen yakni traction sheave, hoisting rope, car guide rail, dan traveling cable memiliki RPN tinggi yakni 480 dan memerlukan prioritas penanganan. Pennagan direkomendasikan penerapan sistem IoT dengan menerapkan sensor dan basis predictive maintenance. Selain itu, hasil observasi menunjukkan bahwa pengguna lebih memperhatikan aspek keamanan, kenyamanan, dan kepastian layanan dibandingkan hanya kecepatan perpindahan. Meskipun elevator KONE memiliki performansi yang lebih baik pada beberapa parameter, elevator Schneider menunjukkan tingkat getaran yang lebih rendah sehingga memberikan stabilitas perjalanan yang lebih baik. Implementasi sistem monitoring berbasis IoT diharapkan mampu mendukung deteksi dini kerusakan, mengurangi downtime, serta meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional elevator secara berkelanjutan.

Kata Kunci : elevator, fmea, internet of things, predictive maintenance, kone

PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai perusahaan KONE beserta dengan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaatnya.

1. Profil Perusahaan KONE

(What) KONE merupakan sebuah perusahaan global asal Finlandia yang didirikan pada tahun 1910 dan berfokus kepada produksi dan layanan elevator, escalator serta

pintu gedung otomatis. Perusahaan ini melayani lebih dari 1,8 juta unit elevator dan escalator di seluruh dunia serta mengangkut sekitar 2 miliar orang per hari (KONE, 2025). (Where) KONE memiliki kantor pusat di Espoo, dekat Helsinki, Finlandia serta beroperasi secara global di hampir 70 negara dengan sekitar 1.000 kantor serta lebih dari 60.000 karyawan di seluruh dunia (KONE Deutschland, 2025). (Why) KONE menjadi pemimpin industri karena inovasinya dalam teknologi elevator modern seperti KONE MonoSpace® yang merupakan lift tanpa ruang mesin pertama di dunia yang diluncurkan pada tahun 1996. Lift tersebut melakukan efisiensi energi melalui *regenerative drive* yang menyimpan dan mengembalikan energi dan integrasi *artificial intelligence* (AI) untuk optimasi operasional gedung. Sebagai perusahaan yang berfokus pada *sustainability* dan *smart building*, KONE berkontribusi signifikan dalam membentuk masa depan kota cerdas yang berkelanjutan, sejalan dengan tren Industry 4.0 dan *smart factory* yang berkembang pesat (KONE, 2025). (When) Di Indonesia sendiri, KONE telah beroperasi sejak 1994 melalui PT KONE Indo Elevator dengan kantor pusat yang terletak di Jakarta Pusat (KONE Indonesia, 2025). (How) Perusahaan ini mengoperasikan bisnisnya melalui empat unit bisnis utama yaitu (1) *new equipment* (pembuatan elevator dan escalator baru), (2) *maintenance* (pemeliharaan rutin), (3) *modernization* (modernisasi sistem lama, dan (4) *reliance* (solusi ketergantungan) dengan memanfaatkan teknologi AI, IIoT, dan *big data* untuk efisiensi operasional. Perusahaan menerapkan prinsip *lean manufacturing* dan *lean management* dalam produksi serta berinvestasi besar dalam penelitian dan pengembangan untuk menciptakan solusi elevator yang lebih hemat energi, cepat, dan aman (KONE, 2025).

2. Latar Belakang

Dalam kehidupan modern, elevator telah menjadi salah satu sarana transportasi vertikal yang penting, khususnya pada gedung bertingkat. Seiring meningkatnya urbanisasi dan pembangunan gedung bertingkat, mobilitas vertikal menjadi kebutuhan utama untuk mendukung perpindahan secara cepat, aman, dan efisien antar lantai.

Penggunaan elevator yang tinggi menyebabkan performansi sistem elevator menjadi faktor penting yang memengaruhi pengalaman pengguna dimana pengguna tidak hanya memperhatikan apakah elevator dapat berfungsi atau tidak, namun juga memperhatikan kualitas layanan yang diterima. Menurut (Peters & Smith, 2008), waktu tunggu (*waiting time*) dan waktu menuju tujuan (*time to destination*) merupakan indikator yang lebih representatif terhadap pengalaman pengguna dibandingkan hanya mengukur waktu respons tombol panggil karena kedua parameter tersebut secara langsung menggambarkan kualitas layanan yang dirasakan penumpang. Meskipun teknologi elevator terus berkembang, berbagai permasalahan masih sering ditemui, seperti antrean panjang pada *rush hour*, kepadatan kabin, waktu tunggu yang lama, serta ketidaknyamanan pengguna. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan performansi elevator tidak hanya memerlukan pengembangan teknologi, tetapi juga pemahaman yang mendalam terhadap kebutuhan dan pengalaman pengguna dalam kondisi nyata. (Peters & Smith, 2008) Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami kebutuhan pengguna adalah *Living Lab* yang merupakan ekosistem inovasi terbuka yang melibatkan pengguna, peneliti, perusahaan, dan pemangku lainnya dalam proses *co-creation*, pengujian dan evaluasi solusi pada lingkungan nyata (Følstad, 2008). Karakteristik utama *Living Lab* meliputi keterlibatan aktif pengguna, kolaborasi multipihak, eksperimen pada lingkungan nyata, serta proses perbaikan yang dilakukan secara berkelanjutan untuk menghasilkan solusi yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna (Sahakian, Forbat, Anaheim, & Sentic, 2025).

Sejalan dengan hal tersebut, proyek *Living Lab* yang dilakukan bersama KONE menerapkan pendekatan tersebut untuk memungkinkan pengguna berperan aktif dalam proses identifikasi masalah, evaluasi layanan dan pengembangan solusi sehingga inovasi yang dihasilkan lebih sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.

3. Rumusan Masalah

- a. Apa saja permasalahan performansi elevator yang ditemukan pada elevator KONE dan Non Kone?
- b. Siapa saja pengguna yang terdampak oleh performansi elevator?
- c. Di lokasi atau bagian mana permasalahan elevator paling sering ditemukan?
- d. Kapan permasalahan elevator paling sering muncul?
- e. Mengapa permasalahan tersebut dapat terjadi?
- f. bagaimana rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan berdasarkan hasil observasi Living Lab Project?

4. Tujuan

- a. Membuat elevator journey, mengumpulkan data survei preferensi dan ekspektasi user, serta mengolah data untuk mengidentifikasi masalah pengguna elevator.
- b. Memahami sistem kerja elevator, mengidentifikasi komponen, menganalisis potensi kegagalan, serta menentukan sensor sebagai sistem prediksi.
- c. Mengevaluasi strategi maintenance dari data historis, membandingkan skenario tanpa sensor dan dengan sensor, serta merancang DFD untuk integrasi sensor real-time.
- d. Mengusulkan ide inovatif terkait tata letak lift, meningkatkan efisiensi operasional, dan membuat gambaran perbaikan melalui BMS.

5. Manfaat

- a. Manfaat Bagi Penulis
Manfaat yang bisa diberikan dari laporan living lab project ini kepada penulis ialah membantu dalam meningkatkan kemampuan dalam melakukan observasi lapangan, mengumpulkan data, mengolah data survei, dan juga menganalisis kebutuhan pengguna akan performansi dari elevator atau lift.
Selain itu, laporan living lab project ini juga dapat membantu penulis dalam memahami sistem kerja dari elevator, potensi kegagalan pada komponen, serta kebutuhan sensor yang dapat digunakan sebagai sistem pemantau untuk memprediksi sebelum kegagalan terjadi.
- b. Manfaat Bagi Perusahaan
Manfaat yang bisa diberikan bagi perusahaan, khususnya KONE ialah dapat menjadi bahan masukan untuk memahami kebutuhan, preferensi, dan keluhan pengguna terhadap performansi elevator. Selain itu, laporan living lab project ini juga bisa memberikan rekomendasi strategi pemeliharaan elevator berbasis sensor.
- c. Manfaat bagi Laboratorium
Manfaat yang dapat diberikan pada Laboratorium Sistem Manufaktur DTSI ITS dari laporan living lab project ini ialah bisa digunakan sebagai dokumentasi akademik yang nantinya dapat digunakan kembali sebagai referensi, bahan evaluasi, serta pengembangan proyek laboratorium berikutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Transportasi Vertikal

Sistem transportasi vertikal adalah transportasi yang digunakan untuk mengangkut benda dari bawah ke atas atau moda transportasi yang direncanakan untuk memenuhi

kebutuhan para penghuni dalam beraktivitas terutama di gedung bertingkat. Sistem transportasi vertikal dibagi menjadi 2 jenis yakni

a. Sistem Transportasi Vertikal Manual

Merupakan sebuah sistem dimana pergerakannya masih mengandalkan tenaga manusia untuk perpindahan antar lantai seperti tangga dan ramp. Tangga digunakan untuk perpindahan antar lantai berlalui jalur berundak, sedangkan ramp berupa bidang miring untuk pengguna kursi roda.

b. Sistem Transportasi Vertikal Mekanis

Transportasi vertikal mekanis menggunakan bantuan mesin untuk memindahkan orang atau barang antar lantai. Jenisnya meliputi eskalator, travelator, dan elevator.

2. RCA (Root Cause Analysis)

Root Cause Analysis (RCA) adalah sebuah tools atau alat yang didesain untuk memahami akar penyebab permasalahan sebuah peristiwa didasarkan pada kausalitas dalam sebuah proses. RCA berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya sebuah peristiwa. Terdapat berbagai metode untuk mengidentifikasi akar penyebab atau RCA dalam sebuah proses dapat menggunakan 5 *Whys Methods*, *Fishbone Diagram*, *Cause and Effect Diagram* dan FTA (*Fault Tree Analysis*).

3. FMEA (Failure-Mode-Effect-Analysis)

FMEA atau *Failure Mode Effect Analysis* merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mendeteksi potensi kegagalan pada suatu sistem, serta menganalisis dampak yang ditimbulkan agar risiko kegagalan dapat dikurangi atau dieliminasi. Secara umum, FMEA terbagi menjadi empat jenis yakni, (1) sistem FMEA yaitu analisis sistem tingkat tertinggi yang terdiri dari berbagai subsistem, (2) design FMEA yang berfungsi untuk melakukan uji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem sebuah produk, (3) proses FMEA yang menekankan pada manufaktur atau proses perakitan yang berfokus pada kualitas produk yang dihasilkan, serta (4) layanan FMEA yang bertanggung jawab untuk menganalisis layanan sebelum mencapai ke pelanggan.

Tujuan FMEA Adalah menentukan prioritas tindakan perbaikan berdasarkan tingkat risiko kegagalan tertinggi menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN diperoleh dari perkalian tiga faktor utama, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). *Severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak kegagalan, *Occurrence* menunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan, sedangkan *Detection* menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi atau mengendalikan kegagalan sebelum berdampak lebih besar. Nilai RPD ditumuskan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \quad \dots (1)$$

Berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), tingkat risiko dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: (1) tingkat rendah (skor 1–34, warna hijau) yang berarti tingkat risiko aman dan dapat diterima tanpa penanganan khusus; (2) tingkat sedang (skor 35–104, warna kuning) di mana risiko masih bisa ditoleransi tetapi harus dikurangi secara praktis semaksimal mungkin; serta (3) tingkat tinggi (skor 105–1000, warna merah) yang menunjukkan bahwa risiko sama sekali tidak dapat diterima sehingga tindakan mitigasi dan pengurangan risiko wajib segera dilakukan.

4. Komponen Utama Elevator

Sistem elevator terdiri dari berbagai komponen yang saling terintegrasi untuk menjalankan fungsinya. Pada traction elevator, komponen utama meliputi traction machine, traction shave, hosting rope dan lain sebagainya.

Tracion machine berfungsi sebagai sumber tenaga utama yang yang menggerakkan elevator. Hoisting rope digunakan untuk menghubungkan elevator car dengan counterweight. Counterweight berfungsi mengurangi beban kerja motor sehingga konsumsi energi menjadi lebih efisien. Pada elevator modern, telah dilengkapi dengan berbagai sostem keamanan seperti governor, overspeed protection dan door interlock karena keselamatan menjadi elemen paling kritis bagi sistem elevator (Strakosch & Caporale, 2021).

5. Voice of Customer dan User Experience

Voice of Customer merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan persepsi pengguna terhadap suatu produk (Mahendra, Ghazali, & Lubis, 2025). Dalam sistem elevator, VOC digunakan untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan pelanggan seperti waktu tunggu, kenyamanan perjalanan, getaran dan keamanan. Pengumpulan data VOC dapat dilakukan dengan observasi langsung, wawancara maupun survei kuisioner.

Pengalaman pengguna pada elevator sangat dipengaruhi oleh perceived waiting time dan ride comfort. Pengguna cenderung memiliki persepsi negative ketiga elevator mengalami getaran berlebih atau suara mekanis yang mengganggu.

6. Maintenance Elevator

Maintenance umumnya dibedakan menjadi preventive maintenance, corrective maintenance, dan predictive maintenance. Preventive maintenance dilakukan secara berkala untuk mencegah kerusakan, sedangkan corrective maintenance dilakukan setelah gangguan terjadi. Metode predictive maintenance memanfaatkan data kondisi real-time untuk mendeteksi gejala awal sebelum kegagalan terjadi (Finland, 2024).

Strategi predictive maintenance pada elevator semakin banyak dikembangkan karena mampu meningkatkan keselamatan. Salah satu contohnya adalah Studi tentang elevator door inspection berbasis sensor dan AI menunjukkan bahwa pemantauan real-time dapat membantu mendeteksi ketidaksejajaran, keausan, dan anomali gerak pintu secara kontinu (Chan, Au, & Kwok, 2024).

7. Sensor pada Sistem Elevator

Sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi fisik atau lingkungan dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh sistem kontrol. Penggunaan sistem deteksi otomatis pada elevator dapat meningkatkan tingkat keselamatan melalui deteksi dini terhadap kegagalan komponen kritis (Firmansyah & Suryo, 2025).

Selain digunakan untuk sistem keselamatan, integrasi sensor juga mendukung implementasi predictive maintenance. Data real-time dari sensor dapat digunakan untuk menganalisis pola kerusakan komponen sebelum terjadi kegagalan total

8. Building Management System

Building Management System merupakan sistem otomatisasi terintegrasi yang digunakan untuk memonitor, mengontrol dan mengoptimalkan berbagai faksilitas pada suatu gedung. Sistem ini bekerja dengan mengumpulkan data dari berbagai sensor yang

terpasang pada bangunan untuk kemudian diproses secara real-time (Arfa & Sukandar, 2021).

Pada sistem elevator modern, integrasi BMS berperan penting dalam mendukung monitoring performansi elevator. Selain meningkatkan efisiensi operasional gedung, integrasi BMS juga mendukung konsep smart building karena memungkinkan pengelola melakukan maintenance dan pengawasan elevator secara lebih cepat, akurat, dan berbasis data (Gustiar, Pratama, Dwisaputra, & Surojo, 2022).

SINTESIS DAN KERANGKA KERJA

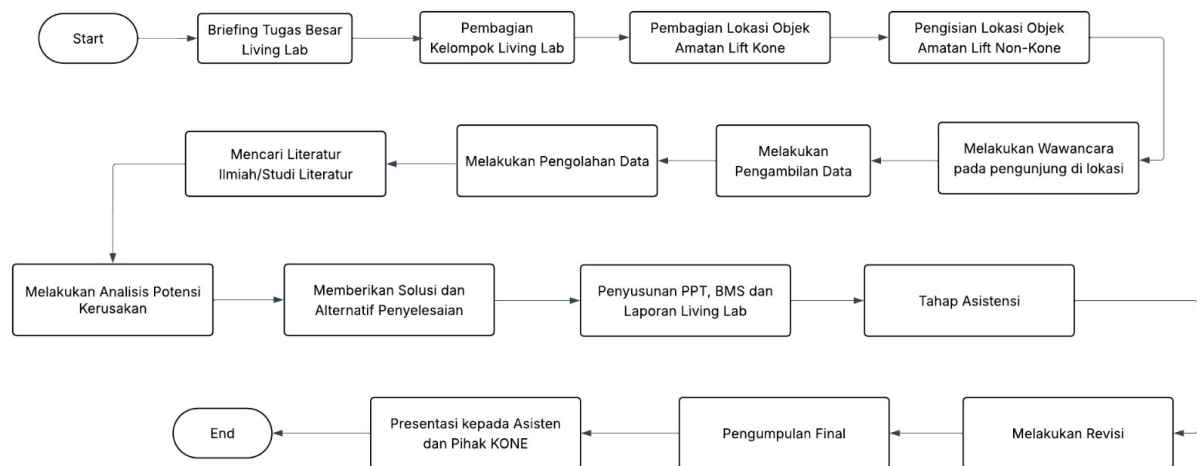
Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dibahas sebelumnya, dapat dipahami bahwa performansi sistem elevator tidak hanya ditentukan oleh satu faktor saja, melainkan merupakan hasil dari kombinasi beberapa aspek yang saling berkaitan seperti keandalan sistem, strategi pemeliharaan, serta pemanfaatan teknologi *monitoring*.

Dari sudut pandang *reliability engineering*, elevator termasuk sistem yang bersifat kritis karena digunakan secara terus-menerus dan berhubungan langsung dengan keselamatan pengguna. Oleh karena itu, kinerja sistem perlu dievaluasi menggunakan indikator *mean time between failure* (MTBF), *mean time to repair* (MTTR), serta tingkat *availability*. Untuk memahami potensi permasalahan yang mungkin terjadi, digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini membantu mengidentifikasi kemungkinan kegagalan pada setiap komponen serta menentukan bagian mana yang perlu diprioritaskan untuk diperbaiki berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dengan pendekatan ini, analisi menjadi lebih terarah dan sistematis. Di sisi lain, perkembangan teknologi membuka peluang penerapan *predictive maintenance* berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan bantuan sensor seperti getaran, tegangan tali dan kecepatan, kondisi elevator dapat dipantau secara *real time* sehingga potensi kerusakan bisa dideteksi lebih awal. Selain aspek teknis, pengalaman pengguna menjadi faktor penting. *Building Management System* (BMS) berperan dalam mengintegrasikan monitoring secara terpusat, sementara pendekatan *Voice of Customer* (VoC) membantu memahami kebutuhan pengguna seperti kenyamanan, keamanan dan efisiensi waktu tunggu. Secara keseluruhan, peningkatan performansi elevator merupakan hasil integrasi antara analisis risiko (FMEA), sistem monitoring berbasis sensor, strategi *maintenance*, sistem manajemen gedung serta kebutuhan pengguna.

Penelitian ini diawali dengan identifikasi permasalahan performansi elevator dari sisi keamanan, kenyamanan, dan efisiensi operasional, kemudian dilanjutkan dengan pemetaan struktur sistem melalui *Bill of Material* (BOM) dan *BOM Tree*. Berdasarkan struktur tersebut, dilakukan analisis FMEA untuk menentukan komponen dengan risiko tertinggi sebagai dasar prioritas perbaikan dan kebutuhan monitoring. Komponen kritis ini menjadi acuan dalam pemilihan sensor IoT, yang datanya diolah dalam system block diagram hingga ditampilkan pada dashboard berbasis cloud. Selanjutnya, dirancang strategi pemeliharaan berupa kombinasi *preventive* dan *predictive maintenance* serta integrasi dengan BMS dan kebijakan *zoning* elevator untuk membentuk alur penelitian yang terintegrasi dari identifikasi masalah hingga perancangan solusi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam proyek tugas besar *Living Lab* dapat divisualisasikan melalui *flowchart* sebagai berikut,



Gambar 1. Flowchart Pengerjaan Tugas Besar
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kegiatan tugas besar *Living Lab* diawali dengan *briefing* setiap modul, pembagian kelompok, serta penentuan lokasi objek amatan lift KONE dan non-KONE sesuai kategori yang telah ditetapkan. Selanjutnya, kelompok melakukan pengumpulan data melalui wawancara pengguna lift sebagai data kualitatif dan observasi langsung sebagai data kuantitatif yang meliputi *vibration*, *door opening time*, *door closing time*, *travel time*, *waiting time*, dan *noise level*. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk mengidentifikasi potensi kerusakan serta akar permasalahan pada lift. Analisis tersebut didukung oleh studi literatur dari berbagai sumber ilmiah untuk menyusun solusi dan alternatif perbaikan pada lift KONE maupun non-KONE. Seluruh hasil kemudian dirangkum dalam bentuk presentasi, *business model summary* (BMS) dan laporan *Living Lab* yang disempurnakan melalui proses asistensi dan revisi sebelum dipresentasikan kepada asisten dan pihak KONE sebagai tahap akhir kegiatan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Fasilitas secara umum biasa diartikan dalam dua pengertian pokok berbeda. Pertama, fasilitas diartikan sebagai instalasi obyek fisik pada dan merupakan bagian dari infrastruktur. Kedua, fasilitas diartikan sebagai hal-hal yang diperlukan bagi kehidupan, yang bisa berupa obyek fisik maupun obyek non fisik seperti layanan publik. Contoh fasilitas bagi infrastruktur antara lain : penyejuk ruang, lift, lampu penerangan, instalasi listrik, dan yang lain. Asih Aryani Soemitro, R., & Suprayitno, H. (2025).

Pada bab ini berisi tentang analisis data kualitatif yang diperoleh melalui hasil wawancara dan data kuantitatif melalui pengamatan secara langsung dan dilakukan analisis menggunakan tools FMEA untuk mendapatkan permasalahan utama pada lift KONE dan Schneider.

1. Analisis Kebutuhan Pengguna Terhadap Performa Elevator

Analisis kebutuhan pengguna dilakukan melalui observasi langsung pada dua elevator dengan merek yang berbeda namun memiliki karakteristik yang serupa. Observasi bertujuan untuk memahami konteks penggunaan, perilaku pengguna, serta kondisi operasional elevator yang dapat memengaruhi kualitas layanan dan pengalaman pengguna.

a. Konteks Objek Amatan

Observasi dilakukan pada dua lokasi dengan karakteristik pengguna yang relative serupa, yaitu pengunjung dan pegawai pusat perbelanjaan sebagai berikut:

Tabel 1. Konteks Objek Amatan

Aspek	Elevator KONE	Elevator NON-KONE (Schindler)
Lokasi	Galaxy Mall Surabaya	Grand City Mall Surabaya
Pengguna	Pengunjung & pegawai mall	Pengunjung & pegawai mall
Waktu Observasi	Pagi hari (weekday)	Siang hari (weekday)
Kondisi Kepadatan	Relatif rendah	Relatif standar
Fungsi Utama	Mobilitas antar lantai jarak jauh	Mobilitas antar lantai secara cepat

Meskipun kondisi kepadatan tidak tinggi, pengguna tetpa menunjukkan perhatian besar terhadap aspek keandalan, keamanan dan kepastian layanan dibandingkan sekadar kecepatan perpindahan.

b. Klasifikasi Pengguna dan Kebutuhannya

Observasi dilakukan terhadap dua klasifikasi pengguna yaitu pengunjung mall dan pegawainya. Kedua pengguna amatan memiliki karakteristik dan kebutuhan yang berbeda sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Pengguna dan Kebutuhannya

Pengguna	Karakteristik	Kebutuhan
Pengunjung	- Tidak menggunakan elevator secara rutin - Tidak mengetahui kondisi teknis elevator - Lebih sensitif terhadap pengalaman dan persepsi keamanan	- Mudah menemukan elevator - Informasi posisi elevator yang jelas - Waktu tunggu yang dapat diprediksi - Perjalanan yang nyaman dan aman - Kepastian elevator bekerja normal
Pegawai	- Menggunakan elevator berulang kali setiap hari - Lebih memperhatikan efisiensi waktu - Lebih peka terhadap perubahan performa elevator	- Waktu tunggu singkat - Respon tombol cepat - Konsistensi performa elevator - Minim gangguan operasional

c. Analisis *User Journey*

Perjalanan pengguna dimulai dari tahap Find, yaitu mencari lokasi elevator melalui *signage* dan tombol panggil. Pada tahap ini, pengguna membutuhkan informasi lokasi elevator yang jelas agar dapat menemukan akses vertikal dengan cepat. Selanjutnya pada tahap Wait, pengguna menunggu elevator datang. Baik pada elevator KONE maupun NON-KONE, muncul kebutuhan akan kepastian waktu kedatangan karena pengguna sering mengalami ketidakpastian selama menunggu. Pada tahap Enter, pengguna masuk ke dalam kabin dan memilih tujuan. Beberapa pengguna masih merasa kurang yakin terhadap kondisi elevator, terutama jika respons dirasa lambat atau muncul kekhawatiran elevator berhenti mendadak.

Setelah itu, pada tahap Ride, pengguna memantau perjalanan hingga mencapai lantai tujuan yang mana hal tersebut menjadi sumber *pain point* terbesar karena ditemukan suara tidak wajar pada elevator KONE serta guncangan kecil pada elevator NON-KONE yang memengaruhi persepsi keamanan dan kenyamanan pengguna. Pada tahap Arrive, pengguna keluar dari elevator menuju tujuan akhir tanpa kendala yang berarti.

Secara keseluruhan, kebutuhan utama pengguna pada seluruh perjalanan adalah kepastian layanan, keamanan dan keandalan sistem, serta kenyamanan perjalanan. Pengguna tidak hanya ingin berpindah lantai dengan cepat, tetapi juga ingin merasa aman dan yakin bahwa elevator beroperasi dalam kondisi normal.

d. Analisis Brand Awareness

Analisis *brand awareness* dilakukan dengan tujuan mengetahui sejauh mana *user* mengenali *brand* lift/elevator yang digunakan. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber di Galaxy Mall yang menggunakan elevator KONE, responden tidak terlalu memperhatikan *brand* elevator yang digunakan, tetapi mengetahui adanya *brand KONE*, serta menilai bahwa elevator KONE memiliki pergerakan yang lancar dan terasa *smooth*.

Berdasarkan hasil wawancara di Grand City yang menggunakan elevator dengan *brand* Non Kone, responden menyatakan bahwa semua *brand* elevator sama saja dan responden juga tidak mengetahui adanya *brand KONE*, namun mengetahui *brand Schneider* karena digunakan di mall tersebut.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa *brand awareness* pengguna terhadap elevator masih lemah. Pengguna tidak memperhatikan *brand*, namun lebih mementingkan fungsi dan juga performansi dari elevator tersebut. Oleh karena itu, penempatan identitas *brand* dan konsistensi kualitas pengalaman yang diberikan kepada pengguna perlu diperhatikan, dengan tujuan akhir memperkuat *brand awareness* dari KONE.

2. Analisis Perbandingan Elevator KONE dan Non-KONE

Analisis perbandingan Elevator Kone dengan Elevator Non kone yakni Schneider dilakukan dengan pengamatan secara langsung dengan menghitung beberapa parameter yakni *vibration*, *noise*, *door close time*, *door open time*, *travel time* dan *waiting time*. Setelah dilakukan pengambilan data sebanyak 30 data, dilakukan perhitungan *mean*/rata-rata dan standar deviasi lalu dilakukan komparasi antara lift Kone dan Schneider.

Berdasarkan hasil perhitungan dan komparasi didapatkan bahwa lift kone lebih unggul dibandingkan lift schneider yakni lift kone lebih sneyap, *travel time*/ waktu perpindahan lebih cepat dan *waiting time* yang cepat sehingga pengguna tidak perlu menunggu lama. Namun kone masih memiliki kekurangan yang menjadi keunggulan bagi lift Schneider sendiri yakni lift Schneider jauh lebih stabil dna getaran yang dirasakan didalam lift jauh lebih sedikit dibandingkan lift Kone.

3. Analisis Bill of Material (BOM) Tree dan Bill of Material Table

Pada subbab ini, akan dijelaskan mengenai analisis dari *Bill of Material* (BOM) *Tree* dan BOM Table terkait kedua objek amatan (KONE dan NON-KONE) yang telah diamati pada hari Jumat tanggal 22 Mei 2026.

a. KONE

Lokasi untuk objek amatan KONE kelompok ini terletak di Galaxy Mall Surabaya yang berada di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No.35–39, Mulyorejo, Surabaya.

1. BOM Table

Berikut merupakan tabel dari *Bill of Materials* yang didapatkan berdasarkan jurnal (KONE, KONE MonoSpace® 500, KONE MonoSpace® 700, KONE EcoSpace™, KONE TranSys™ LCE (EN 81-20): Owner's Manual, 2016) :

Tabel 3a. 1 BOM Table Elevator KONE

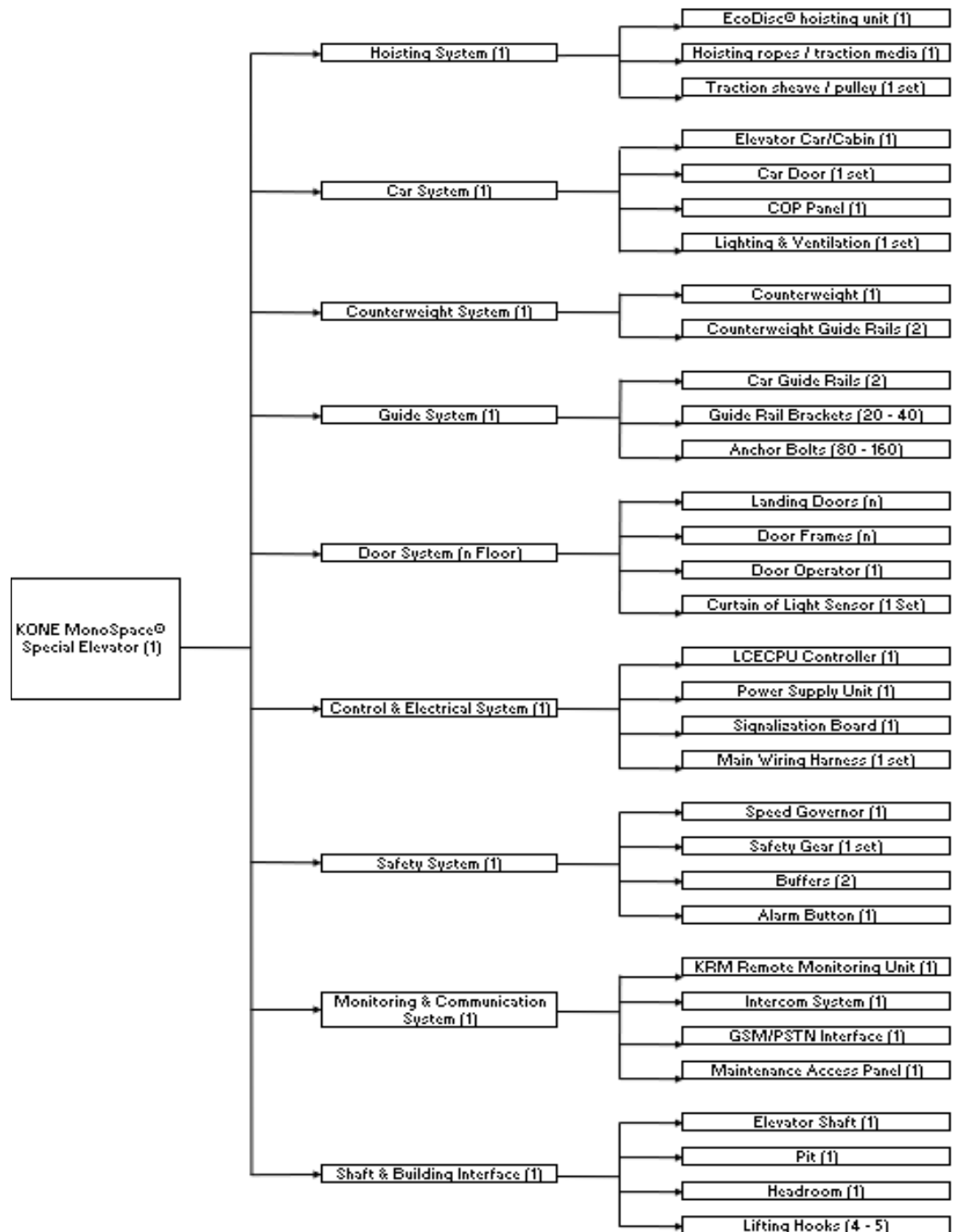
No	Component Item	Qty	Function
0	KONE MonoSpace Elevator	1	Sistem transportasi vertikal untuk memindahkan penumpang/barang antar lantai
1	Hoisting System	1	Mengangkat dan menurunkan elevator
1.1	EcoDisc® Hoisting Unit	1	Menghasilkan tenaga mekanik untuk menggerakkan elevator
1.2	Traction Sheave	1	Mentransmisikan putaran motor ke hoisting rope
1.3	Hoisting Ropes	1 set	Menghubungkan kabin dengan counterweight
2	Car System	1	Menampung penumpang atau barang selama perjalanan
2.1	Elevator Car/Cabin	1	Ruang utama tempat penumpang atau barang berada
2.2	Car Door	1 set	Akses keluar dan masuk penumpang
2.3	COP Panel	1	Media pengguna untuk memilih lantai tujuan
2.4	Lighting & Ventilation	1	Memberikan pencahayaan dan sirkulasi udara dalam kabin
3	Counterweight System	2	Menyeimbangkan beban elevator untuk meningkatkan efisiensi energi
3.1	Counterweight	1	Menyeimbangkan berat kabin dan sebagian beban penumpang
3.2	Counterweight Guide Rails	2	Menjaga counterweight bergerak stabil pada jalurnya
4	Guide System	1	Menjaga arah gerak elevator tetap vertikal
4.1	Car Guide Rails	2	Jalur pemandu pergerakan kabin
4.2	Guide Rails Brackets	20-40	Menghubungkan guide rail dengan dinding shaft
4.3	Anchor Bolts	80-160	Mengunci bracket dan guide rail ke struktur bangunan
5	Door System	1	Mengatur proses keluar masuk penumpang dengan aman
5.1	Landing Doors	n	Membatasi akses ke shaft pada setiap lantai
5.2	Door Frames	n	Menopang dan menyelaraskan posisi pintu lantai
5.3	Door Operator	1	Menggerakkan pintu secara otomatis saat membuka dan menutup
5.4	Curtain of Light	1 set	Mendeteksi objek atau penumpang agar pintu tidak menjepit
6	Control & Electrical System	1	Mengendalikan seluruh operasi dan kelistrikan elevator
6.1	LCECPU Controller	1	Memproses dan mengendalikan seluruh fungsi elevator

Tabel 3b. 2 BOM Table Elevator KONE

No	Component Item	Qty	Function
6.2	Power Supply Unit	1	Menyediakan dan mendistribusikan daya listrik ke sistem
6.3	Signalization Board	1	Menampilkan status, arah, dan posisi elevator
6.4	Main Wiring	1 set	Menyalurkan daya dan sinyal antar komponen
7	Safety System	1	Menjamin keselamatan pengguna dan peralatan elevator
7.1	Speed Governer	1	Mendeteksi kondisi kecepatan berlebih (overspeed)
7.2	Safety Gear	1 set	Menghentikan kabin secara mekanis saat kondisi darurat
7.3	Buffers	2	Menyerap energi benturan jika kabin atau counterweight mencapai batas bawah
7.4	Alarm Button	1	Mengirim sinyal bantuan saat keadaan darurat
8	Monitoring & Communication System	1	Mendukung monitoring dan komunikasi darurat elevator
8.1	KRM Unit	1	Memantau kondisi dan performa elevator secara real-time
8.2	Intercom	1	Menyediakan komunikasi dua arah saat keadaan darurat
8.3	GSM/PSTN Interface	1	Menghubungkan elevator ke pusat monitoring melalui jaringan komunikasi
8.4	Maintenance Access Panel	1	Memberikan akses teknisi untuk inspeksi dan pemeliharaan
9	Shaft & Building Interface	1	Menyediakan infrastruktur bangunan untuk instalasi elevator
9.1	Elevator Shaft	1	Ruang vertikal tempat elevator beroperasi
9.2	Pit	1	Ruang bawah shaft untuk buffer dan area keselamatan
9.3	Headroom	1	Ruang aman di bagian atas shaft untuk operasi dan maintenance
9.4	Lifting Hooks	4-5	Titik pengangkatan komponen saat instalasi dan pemeliharaan
8.3	GSM/PSTN Interface	1	Menghubungkan elevator ke pusat monitoring melalui jaringan komunikasi
8.4	Maintenance Access Panel	1	Memberikan akses teknisi untuk inspeksi dan pemeliharaan
9	Shaft & Building Interface	1	Menyediakan infrastruktur bangunan untuk instalasi elevator
9.1	Elevator Shaft	1	Ruang vertikal tempat elevator beroperasi
9.2	Pit	1	Ruang bawah shaft untuk buffer dan area keselamatan
9.3	Headroom	1	Ruang aman di bagian atas shaft untuk operasi dan maintenance

2. BOM Tree

Berdasarkan BOM Table tersebut, diperoleh BOM Tree sebagai berikut:



Gambar 2. BOM Tree Elevator KONE

b. NON-KONE

Lokasi untuk objek amatan NON-KONE kelompok ini terletak di Grand Citu Mall Surabaya yang berada di Jl. Gubeng Pojok No. 1, Ketabang, Kecamatan Genteng, Surabaya dengan merek Schindler sebagai pilihannya.

1. BOM Table

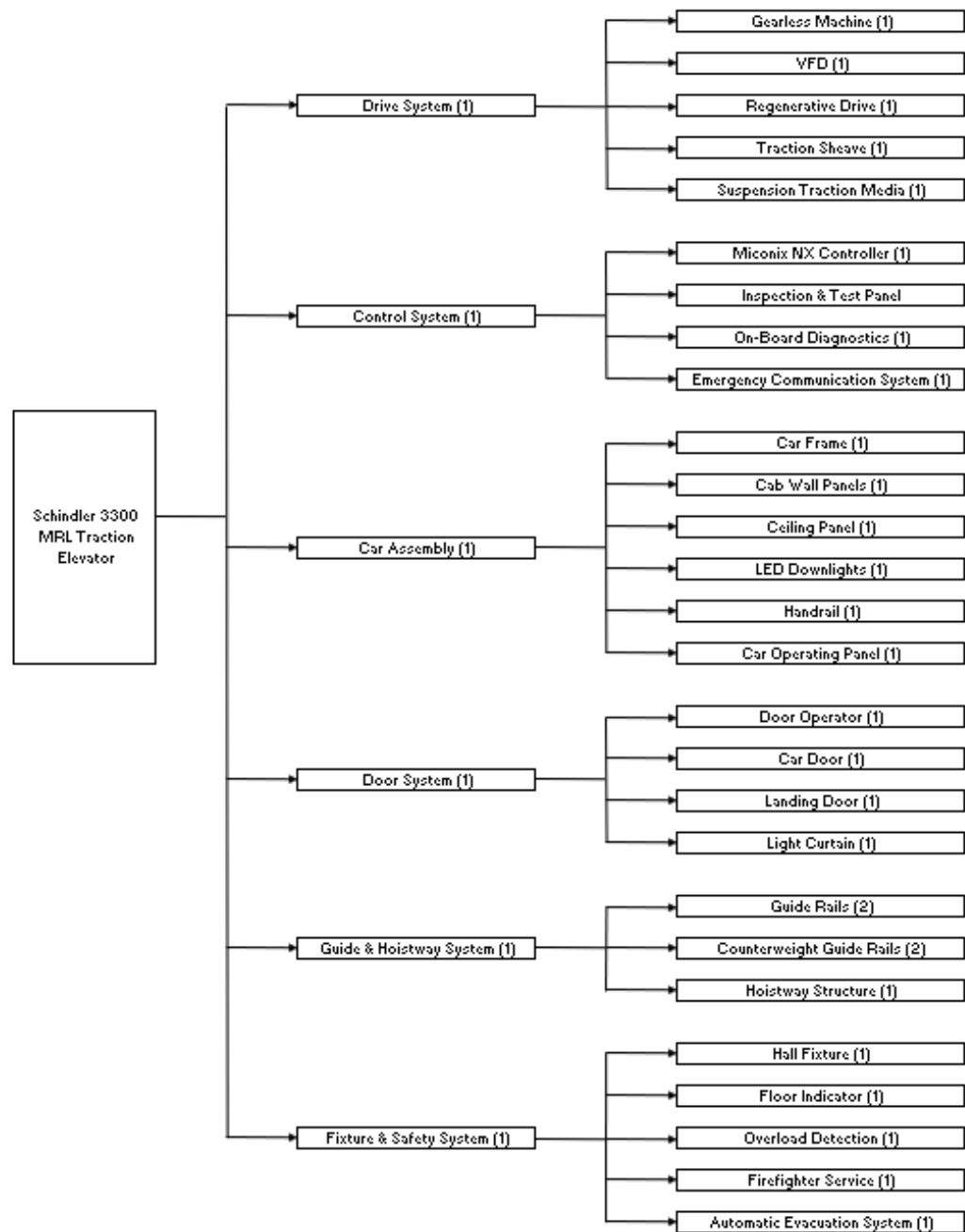
Berikut merupakan tabel dari *Bill of Materials* yang didapatkan berdasarkan jurnal (Schindler, 2023):

Tabel 4a. BOM Table Elevator NON-KONE

No	Component Item	Qty	Function
0	Schindler 3300 MRL Traction Elevator	1	Sistem transportasi vertikal berbasis traction untuk memindahkan penumpang antar lantai.
1	Drive System	1	Menghasilkan dan mentransmisikan gerakan vertikal elevator.
1.1	Gearless Machine	1	Motor penggerak utama elevator.
1.2	Frequency Converter (VFD)	1	Mengontrol kecepatan dan akselerasi motor.
1.3	Regenerative Drive	1	Menghemat energi dengan mengembalikan energi ke jaringan listrik.
1.4	Traction Sheave	1	Mentransmisikan gaya dari motor ke media traksi.
1.5	Suspension Traction Media (STM)	1 set	Menghubungkan kabin dan sistem penggerak.
2	Control System	1	Mengontrol seluruh operasi elevator.
2.1	Miconic NX Controller	1	Unit kontrol utama elevator.
2.2	Inspection & Test Panel	1	Memfasilitasi inspeksi dan pemeliharaan.
2.3	On-board Diagnostics	1	Monitoring kondisi dan fault detection.
2.4	Emergency Communication System	1	Komunikasi darurat pengguna.
3	Car Assembly	1	Menampung penumpang selama perjalanan.
3.1	Car Frame	1	Struktur utama kabin.
3.2	Cab Wall Panels	1 set	Dinding interior kabin.
3.3	Ceiling Panel	1	Penutup bagian atas kabin.
3.4	LED Downlights	1 set	Pencahayaan kabin.
3.5	Handrail	1 set	Pegangan penumpang.
3.6	Car Operating Panel (COP)	1	Panel kontrol dalam kabin.
4	Door System	1	Sistem buka-tutup pintu elevator.
4.1	Door Operator	1	Menggerakkan pintu otomatis.
4.2	Car Door	1 set	Pintu pada kabin elevator.
4.3	Landing Door	1 set/floor	Pintu pada setiap lantai.
4.4	Light Curtain	1	Sensor keselamatan pintu.
5	Guide & Hoistway System	1	Menjaga pergerakan elevator tetap stabil.
5.1	Guide Rails	2	Rel pemandu kabin.
5.2	Counterweight Guide Rails	2	Rel pemandu counterweight.
5.3	Hoistway Structure	1	Struktur shaft elevator.
6	Fixture & Safety System	1	Sistem antarmuka pengguna dan keselamatan.
6.1	Hall Fixture	1 set/floor	Tombol panggil di tiap lantai.
6.2	Floor Indicator	1 set	Menampilkan posisi elevator.
6.3	Overload Detection	1	Mendeteksi beban berlebih.
6.4	Firefighter Service	1	Operasi khusus saat keadaan darurat kebakaran.
6.5	Automatic Evacuation System	1	Mengevakuasi penumpang saat listrik padam.

2. BOM Tree

Berdasarkan BOM Table tersebut, diperoleh BOM Tree sebagai berikut:



Gambar 3. BOM Tree Elevator NON-KONE (Schneider)

4. Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Berdasarkan hasil BOM Tree, dilakukan analisis FMEA pada semua komponen yang ada pada elevator KONE. Berikut ini merupakan hasil FMEA dengan nilai RPN tertinggi:

Tabel 5. Tabel FMEA Analysis

Item	Failure Mode	S	O	D	RPN	Risk Level
Traction Level	Shave aus sehingga terjadi slip	10	6	8	480	Tinggi
Hoisting Rope	Rope aus, elongation atau tegangan tidak seimbang	10	6	8	480	Tinggi
Car Guide Rail	Rail bengkok/ tidak presisi	10	6	8	480	Tinggi
Traveling cable	Traveling cable putus	10	6	8	480	Tinggi

Tabel tersebut menunjukkan item dengan nilai RPN tertinggi dengan score 480 dan risk level tinggi.

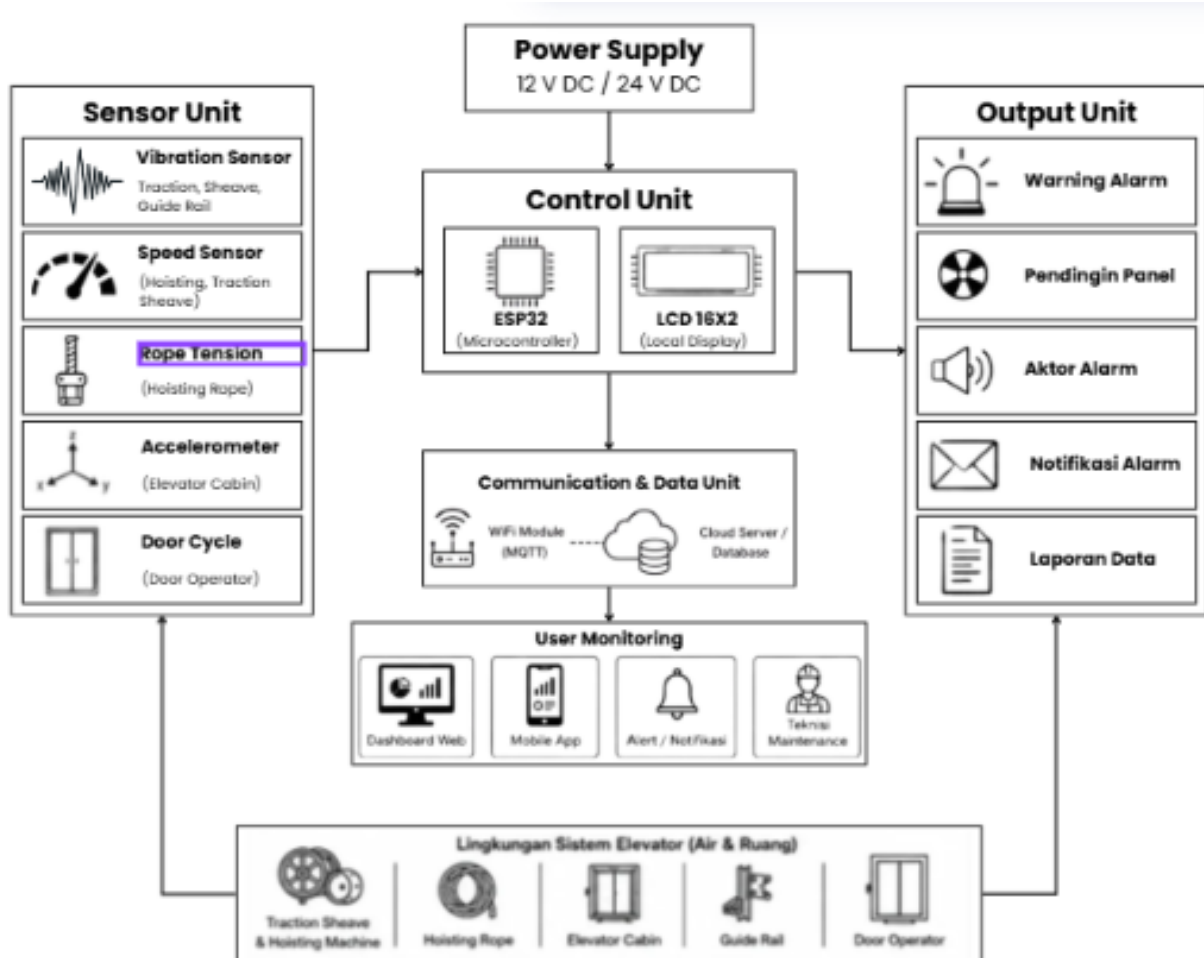
5. Analisis Kebutuhan Sensor

Berdasarkan hasil analisis FMEA, diperoleh nilai RPN (Risk Priority Number) tertinggi pada angka 480 pada item traction sheave, hoisting rope, car guide rail, dan traveling cable. Nilai RPN yang tinggi menunjukkan bahwa kegagalan pada item tersebut dapat meningkatkan risiko yang signifikan sehingga memerlukan tindakan perbaikan dan pengendalian secara cepat.

Untuk mengurangi risiko kecelakaan serta meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap potensi kegagalan, diperlukan penambahan sensor pada item kritis tersebut. Sensor yang direkomendasikan adalah Vibration Sensor, Rope Tension Sensor, dan Speed Sensor karena mampu mendeteksi potensi kegagalan kritis pada sistem traksi, pengangkatan, dan kestabilan gerak elevator, sedangkan Accelerometer dan Door Cycle Counter Sensor berperan sebagai pendukung untuk memantau kenyamanan penumpang serta kondisi operasional komponen pintu secara berkelanjutan. terhadap aspek stabilitas, keamanan dan respons sistem, terutama jika terjadi kondisi darurat

6. Analisis System Block Diagram

Visualisasi System Block Diagram dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar 4. System Block Diagram

Sumber: Dokumentasi Penulis

System Block Diagram tersebut menggambarkan sistem monitoring elevator berbasis IoT yang memanfaatkan Vibration Sensor, Speed Sensor, rope Tension Sensor, Accelerometer, dan Door Cycle Counter Sensor untuk memantau kondisi komponen item secara *real-time*. Data kemudian diproses oleh ESP32, dikirim ke cloud melalui WIFI dan ditampilkan pada dashboard monitoring untuk mendukung upaya deteksi dini kerusakan dan menerapkan predictive maintenance.

7. Analisis Strategi Pemeliharaan

Strategi pemeliharaan yang direkomendasikan oleh penulis adalah dengan *hybrid preventive* ditambah dengan *predictive maintenance*. Strategi ini mengkombinasikan *preventive maintenance* rutin dengan monitoring sensor pada komponen yang penting. Strategi ini dapat mendeteksi gejala awal, sehingga response time menjadi lebih cepat.

Strategi ini lebih realistis diterapkan karena biaya implementasinya lebih murah dibandingkan dengan full sensor, tetapi tetap mampu meningkatkan deteksi dini, mengurangi *downtime*, serta dapat mengatasi masalah user seperti guncangan, suara tidak wajar, dan rasa kurang nyaman.

8. Analisis Kepuasan Pengguna

Berdasarkan hasil wawancara dari pengguna elevator KONE, kepuasan pelanggan tergolong tinggi karena pengguna merasa elevator sudah nyaman, smooth, mudah dijangkau, kapasitas besar, sirkulasi udara baik, dan respon tombol yang cepat. Namun, pengguna terkadang masih merasa khawatir terhadap aspek keselamatan, terutama ketika elevator

mengeluarkan suara yang tidak wajar. Oleh karena itu, peningkatan kepuasan dapat difokuskan pada penguatan rasa aman melalui sistem monitoring berbasis sensor pada komponen krusial agar gangguan dapat terdeteksi lebih awal.

9. Pengembangan Building Management System

Berdasarkan hasil analisis permasalahan, maka dibuatlah Building Management System sebagai bentuk proposal perbaikan untuk kedepannya.

a. External lift component and its system component

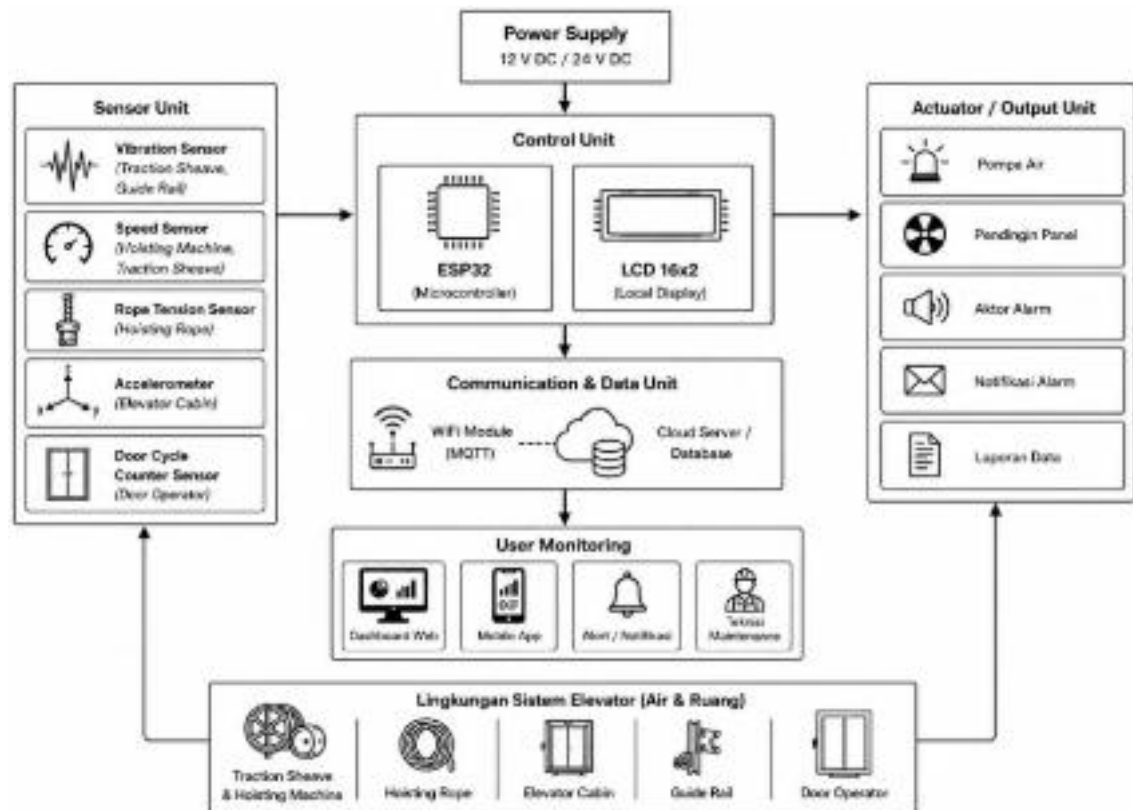
Komponen eksternal lift yang kami ajukan sebagai bentuk improvisasi lift untuk kedepannya ditunjukkan pada tabel berikut,

Tabel 6. Komponen Eksternal Lift

Traction Sheave	Drive System	Mentransmisikan putaran motor ke hoisting rope untuk menggerakkan kabin.
Hoisting Rope	Suspension System	Menopang dan menghubungkan kabin dengan counterweight.
Guide Rail	Guidance System	Menjaga pergerakan kabin tetap stabil dan presisi di jalurnya.
Traveling Cable	Communication & Power System	Menyalurkan daya dan sinyal antara controller dan kabin.
Main Wiring Harness	Electrical Distribution System	Mendistribusikan daya dan sinyal ke seluruh subsistem elevator.
EcoDisc Motor	Drive System	Sumber tenaga utama penggerak elevator.
LCECPU Controller	Control System	Otak elevator yang mengatur logika operasi dan keselamatan.
Landing Door	Access System	Mengatur akses penumpang masuk dan keluar elevator.
Governor	Safety System	Mendeteksi overspeed dan mengaktifkan sistem pengereman darurat.
Counterweight	Balancing System	Menyeimbangkan beban kabin sehingga konsumsi energi lebih rendah.

b. Diagram of system

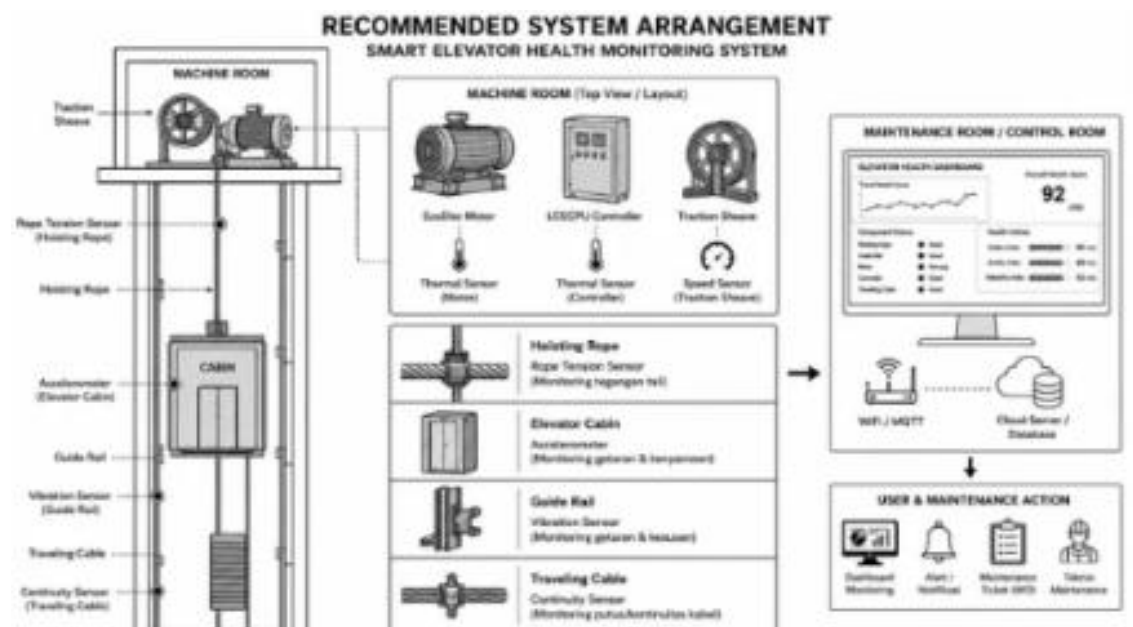
Diagram of System divisualisasikan pada gambar berikut,



Gambar 5. Diagram of System

c. System arrangement

System Arrangement dapat divisualisasikan pada gambar berikut,



Gambar 6. System of Arrangement

d. Customer Based Elevator Operational Policy

Customer based elevator policy dirancang berdasarkan preferensi pengguna terhadap operasional lift. Berdasarkan hasil observasi, pengguna ingin waktu tunggu yang singkat, lift yang nyaman, dan aman. Kebijakan yang penulis rancang adalah

menerapkan sistem *zoning* pada elevator, karena pembagian layanan lift berdasarkan kelompok lantai dapat mengurangi *waiting time* dan juga meningkatkan efisiensi layanan elevator (Deligöz & Harputlugil, 2025). Selain itu, penulis juga menambahkan kebijakan penerapan pembersihan dan perawatan kabin lift yang teratur, dengan tujuan meningkatkan kenyamanan pengguna saat menggunakan layanan elevator. Melalui *customer-based elevator policy* yang telah dirancang tersebut, diharapkan *waiting time* lebih pendek, pergerakan lift lebih cepat, serta kepuasan pengguna meningkat.

e. Maintenance Strategy

Berikut ini perhitungan indicator utama dengan menggunakan data preventive maintenance.

Tabel 7. Data Preventive Maintenance

MTBF	3443,6
MTTR	36,2
Availability	0,989597103
Availability	0,000290394
Failure RATE	0,2

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, strategi maintenance sudah menunjukkan performa yang baik dari sisi reliability dan availability. Namun, rendahnya predictive maintenance ratio menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan masih memiliki peluang untuk dikembangkan ke arah predictive maintenance.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Permasalahan performansi elevator pada elevator KONE dan Non-KONE meliputi *waiting time* yang cukup tinggi saat kondisi ramai, munculnya guncangan kecil, suara tidak wajar, respons tombol yang lambat, serta kekhawatiran pengguna terhadap keamanan dan kestabilan elevator. Elevator KONE dinilai lebih halus dan cepat, sedangkan elevator Non-KONE lebih terasa guncangan dan kurang stabil.
- Pengguna yang terdampak adalah pengunjung mall, pengguna gedung bertingkat, penumpang elevator, teknisi maintenance, dan pengelola gedung, terutama dari sisi kenyamanan, keamanan, dan waktu tunggu.
- Permasalahan paling sering ditemukan pada door system, traction system, guide rail, hoisting rope, dan komponen kabin elevator karena komponen tersebut bekerja terus-menerus dan memiliki risiko kegagalan tinggi.
- Permasalahan elevator paling sering muncul saat rush hour, weekend, atau peak time ketika jumlah pengguna meningkat dan elevator bekerja lebih berat.
- Permasalahan terjadi karena keausan komponen, kurangnya pelumasan, alignment yang tidak presisi, beban berlebih, ventilasi buruk, serta monitoring dan maintenance yang belum optimal.
- Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah menerapkan hybrid preventive dan predictive maintenance berbasis IoT dengan sensor seperti vibration sensor, speed sensor, rope tension sensor, dan thermal sensor untuk monitoring real-time. Selain itu, diterapkan *zoning* elevator, inspeksi rutin, serta integrasi Building Management System (BMS) agar downtime berkurang dan kenyamanan pengguna meningkat.

2. Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji kebutuhan pengguna dan performansi elevator secara lebih mendalam dengan cakupan objek amatan yang lebih luas sehingga diperoleh hasil yang lebih komprehensif. Selain itu, Laboratorium Sistem Manufaktur DTSI ITS diharapkan dapat mempertimbangkan penyesuaian timeline pengerjaan Living Lab Project karena waktu pelaksanaan yang relatif singkat membatasi proses observasi, analisis, dan pengembangan solusi secara optimal

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arfa, A. F., & Sukandar. (2021). *Implementasi Building Management System (Bms) Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Penggunaan Energi Pada Gedung Perkuliahan*. TEKNIK - UNISFAT.
- Asih Aryani Soemitro, R., & Suprayitno, H. (2025). Pemikiran Awal tentang Konsep Dasar Manajemen Aset Fasilitas. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2, 1–14. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v2i0.4225>
- [2] Chan, J. K., Au, J., & Kwok, S. C. (2024). *A.I. Real-Time Lift Door Inspection System*. IBPSA.
- [3] Deligöz, D., & Harputlugil, T. (2025). “Importance of Zoning for Vertical Circulation Planning of Densely Populated Buildings: A Simulation Based Approach for Elevator Traffic Analyses”. *Gazi University Journal of Science*, 1597–1617.
- [4] Finland, K. C. (2024). “*Layanan pemeliharaan KONE*”. Retrieved from KONE: <https://www.kone.co.id/id/existing-buildings/maintenance/>
- [5] Firmansyah, M. R., & Suryo, Y. A. (2025). “Implementasi Sistem Deteksi Otomatis untuk Keamanan Lift pada Studi Kasus Sling Putus”. *JURRITEK: Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*.
- [6] Folstad, A. (2008). “Living Labs for Innovation and Development of Information and Communication Technology: A Literature Review”. *Electronic Journal for Virtual Organizations and Networks*, 99-131.
- [7] KONE. (2025). “Retrieved from KONE Corporation”. <https://www.kone.com/en/company/>
- [8] KONE Corporation. (2025). “Retrieved from KONE in brief”. <https://www.kone.com/en/company/>
- [9] KONE Deutschland. (2025). “Retrieved from Über KONE - KONE Deutschland”. <https://www.kone.de/unternehmen/ueber-kone/>
- [10] KONE Indonesia. (2025). “Retrieved from KONE Indonesia: KONE Elevator Eskalator”. <https://www.kone.co.id/id/>
- [11] Mahendra, M., Ghazali, N. M., & Lubis, M. (2025). “Penerapan Voice of Customer dalam Meningkatkan Efektivitas Customer Relationship Management”. *Jurnal ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*.
- [12] Peters, R., & Smith, R. (2008). “Analysis of Elevator Performance and Passenger Demand with Destination Control”. *Elevator Technology 17: Proceedings of Elevcon 2008*, 85-97.
- [13] Sahakian, M., Forbat, J., Annaheim, J., & Sentic, A. (2025). “Assessing processes and results of living labs: toward a general framework”. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 21(1), 1–21.
- [14] Schindler. (2023). *Schindler 3300: Distinctive Design. Cost-Effective Solution. Advanced Technology Made Easy*. Morristown, NJ: Schindler Elevator Corporation.
- [15] Strakosch, G., & Caporale, R. (2021). *The Vertical Transportation Handbook* (5 ed.). Wiley: Hoboken.