

DESAIN DAN VALIDASI MODEL BASIS DATA PEMELIHARAAN KOMPONEN ARSITEKTUR GEDUNG SEBAGAI PENDUKUNG *FACILITY MAINTENANCE MANAGEMENT (FMM)*

Stefanus Santosa^{1,*}, Suroso¹, Suwanto¹, Karnawan Joko Setiyono¹, Anung Suwarno¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, 50275

^{*}Correspondent Author: stefanus.santosa@polines.ac.id

Abstract

The problems that arise in Facility Maintenance Management (FMM) in Indonesia, which involve aspects of management, learning, and mutual understanding in the Common Data Environment (CDE), can be overcome one way by developing a database. To compile a good database, a database design method is required that is based on existing theories and standards. This research was conducted to design a database model with the scope of the object of architectural component maintenance of buildings starting from the stages of identifying needs, designing, and testing to users. The results of the study show that the database model obtained has the category of "very feasible" overall or partially in terms of service quality and material aspects. This also proves that proven methods and design techniques in providing accurate, non-overlapping, and efficient information needed in the management of material data, equipment, contractors, types of work, schedules, and costs during the maintenance and maintenance of architectural component buildings can be met properly through a relational database approach and verification and validation testing. For the development of science, especially Computational of Building Modeling Learning Technology, the results of this research provide a contribution in the form of a Database Model for Architectural Component Maintenance that can be applied in industry and education. It is recommended that this database design model be further developed into a Building Architectural Component Maintenance Information System.

Keywords: *Facility Maintenance Management, Database Model, Architectural Component Maintenance*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Building Information Modeling (BIM) adalah salah satu kemajuan teknologi paling signifikan dalam beberapa tahun terakhir yang telah diadopsi oleh industri *Architecture, Engineering, Construction and Operations (AECO)*. Pertumbuhan adopsi BIM relatif lemah

dalam *Operational and Maintenance (O&M)* (Heaton et al., 2019). Industri AECO telah menunjukkan minat yang tinggi terhadap penggunaan BIM untuk *Facility Management (FM)*. Model BIM 3D umum digunakan; namun, masih ada beberapa perdebatan tentang perlunya model BIM *as-built* yang dikaitkan dengan informasi operasi dan

pemeliharaan (O&M) komponen bangunan. Pemilik selalu dihadapkan pada dilema tentang manfaat aplikasi BIM berbasis *real-time data driven* dalam siklus hidup proyek mereka (Davtalab, 2017). Peluang pemanfaatan BIM untuk kegiatan operasional fasilitas gedung sangat besar, tetapi pemanfaatan BIM dalam FM masih tertinggal jauh dibandingkan implementasi BIM pada tahap desain dan konstruksi. Hal ini disebabkan di satu sisi, desainer dan konstruktor jarang mengetahui dokumen dan jenis informasi lain yang diperlukan untuk fase FM.

Di sisi lain, pengetahuan dan pengalaman yang dikirim kembali ke fase desain berasal dari fase operasi dan pemeliharaan gedung dengan kualitas yang kurang memadai (Liu et.al. 2012). Menurut Chen (2018) lebih dari 65% dari total biaya dalam FM berasal dari *Facility Maintenance Management* (FMM). Praktik dan proses FM saat ini memiliki banyak tantangan manajemen data, termasuk kehilangan data, waktu yang terbuang untuk mencari informasi, kurangnya interoperabilitas, dan sebagainya. Kurangnya pendekatan pengambilan keputusan yang tepat dan kurangnya perencanaan pemeliharaan dapat meningkatkan biaya operasi, mempengaruhi kualitas manajemen fasilitas (Ensafi & Thabet, 2021). Hal ini disebabkan oleh kelemahan dari strategi pemeliharaan yang seharusnya efisien karena adanya basisdata yang terintegrasi dan dengan pendekatan pengambilan keputusan yang tepat untuk mengurangi biaya FMM.

Di Indonesia masalah yang muncul di FMM, yang menyangkut aspek- aspek manajemen, pembelajaran, dan pemahaman bersama dalam Common Data Environment (CDE), masih ditambah lagi dengan kemampuan yang rendah dalam pengadaan dan pemahaman perangkat lunak pendukung seperti Tekla (Tekla Structural Designer, 2015), Revit (Revit | BIM Software | Autodesk Official Store, n.d.), ARCHIBUS (ARCHIBUS - People, Place and Purpose, n.d.), EcoDomus (HOME, n.d.), Maximo (Maximo Application Suite - Overview, 2021) and FM system (Integrated Workplace Management System (IWMS) | FM, 2019) dan sebagainya. Hal ini menjadi tantangan tersendiri baik bagi industri AECO maupun dunia pendidikan khususnya pendidikan vokasi yang seharusnya menjadi ujung tombak dalam memecahkan masalah FMM.

Kegiatan pemeliharaan fasilitas dapat didukung oleh *Computerized Maintenance Management Systems* (CMMS) and *Facility Management Systems* (FMS) sebagai sumber informasi fundamental, yang mampu memberikan staf FM terkait informasi yang mendukung, dan membantu manajer dalam pengambilan keputusan (W. Chen et al., 2018).

Chen and Tang (2019) berpendapat biaya pemeliharaan gedung juga meningkat secara dramatis terutama disebabkan oleh keterlambatan pekerjaan pemeliharaan karena perencanaan pemeliharaan yang tidak efisien untuk tujuan pengelolaan fasilitas. Perencanaan dan pelaksanaan

pemeliharaan gedung yang tidak efisien disebabkan karena kurangnya metode dan teknik yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan. Hal ini dapat diatasi dengan penyediaan basisdata yang terintegrasi agar diperoleh kualitas informasi yang tinggi.

Konstelasi penelitian tentang basisdata pemeliharaan gedung masih sangat minim. Penelitian tentang perancangan pemeliharaan gedung yang dilakukan oleh Misriani (2020) dan Adeswastoto (2019) masih sebatas data penjadwalan dan kondisi *existing* yang digunakan untuk pembuatan laporan pemeliharaan rutin. Wall (2009) menciptakan metode partisi dan pengarsipan data yang diorganisasikan melalui tabel grup dan tanggal untuk memudahkan pencarian kembali. Rancangan basisdata yang ada tidak bisa menampilkan informasi yang bersifat investigatif misalnya “Tampilkan pekerjaan pemeliharaan lantai pada bulan Oktober 2020, bahan apa saja yang telah digunakan, berapa banyak, dilaksanakan oleh siapa saja, pada tanggal berapa, berapa hari pelaksanaan, berapa upah pekerja, dan biaya materialnya?”. Kebutuhan informasi yang bersifat investigatif dan spesifik membutuhkan basisdata yang efisien dan efektif.

Untuk menyusun suatu basisdata yang baik diperlukan metode desain basisdata yang didasarkan pada teori dan standar yang berlaku. Penelitian ini

dilakukan untuk mendesain model basisdata dengan lingkup objek perawatan komponen arsitektur gedung mulai tahapan indentifikasi kebutuhan, perancangan, dan pengujian ke pengguna. Diharapkan model yang diperoleh dapat diterapkan untuk membangun sistem informasi pemeliharaan dan perawatan komponen arsitektur gedung yang mampu memberikan informasi yang berkualitas bagi pihak pengelola gedung. Selain itu juga diharapkan dapat menjadi bagian dalam penyusunan *Common Data Environment Building Information Modelling* (BIM) khususnya tentang pemeliharaan dan perawatan komponen arsitektur gedung.

Perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan komponen arsitektur gedung tidak efisien karena kurangnya metode dan teknik yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan.

State of The Art Penelitian FMM Komponen Arsitektur Gedung

Perkembangan penelitian tentang komponen gedung pada siklus operasional/ pemeliharaan dan perawatan masih langka (Shalabi, F., & Turkan, Y., 2017) (Heaton et al., 2019) (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019). Penelitian yang intensif dari industri AECO masih terfokus pada siklus desain dan konstruksi. *State of the art* saat ini adalah terkait dengan BIM

yang telah dikembangkan sebagai salah satu teknologi potensial untuk FMM pada gedung. Studi ini mengusulkan kerangka kerja FMM berdasarkan BIM dan FMS, yang dapat menyediakan penjadwalan *Maintenance Work Orders* (MWO) untuk peningkatan pengambilan keputusan yang baik di FMM (W. Chen et al., 2018).

Penelitian tentang fasilitas yang mendukung BIM *Operation & Maintenance* (O&M) adalah bidang penelitian yang baru dan sedang berkembang. Sebagian besar penelitian BIM-O&M saat ini berfokus pada manajemen energi. Topik bidang penelitian seperti manajemen keadaan darurat, pemeliharaan, dan perbaikan juga menunjukkan tren publikasi yang tidak berkembang. Publikasi akademis tentang BIM untuk keamanan dan manajemen perubahan/ relokasi relatif langka (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019).

Penelitian lebih lanjut dilakukan untuk menyelidiki implementasi pengembangan BIM kolaboratif untuk proyek-proyek masa depan dalam konteks BIM *Execution Plans* (BIM XPlan), pengembangan perpustakaan BIM, dan protokol pertukaran model. Hingga saat ini interoperabilitas model antar-*stakeholder* masih menjadi masalah. Perbedaan *platform*, semantik, dan protokol model yang sangat dipengaruhi oleh perangkat BIM dan O&M yang ada menjadi hambatan yang cukup besar dalam mewujudkan BIM yang dapat diterima bersama. Berkaitan dengan hal ini Sadeghi et. al (2019) mengusulkan *Building Handover Information Model*

(BHIM) agar kolaborasi dapat diwujudkan.

Pelajaran yang didapat dalam pengembangan BHIM telah mengkonfirmasi literatur dalam menunjukkan perlunya penyesuaian persyaratan COBie sesuai dengan kebutuhan spesifik pemilik untuk menghindari pengiriman data yang berlebihan atau tidak lengkap (Alnaggar & Pitt, 2019). Cakupan persyaratan data COBie harus ditetapkan dengan jelas dan komprehensif dalam dokumen persyaratan informasi aset (Nicał & Wodyński, 2016). Bila hal ini dapat tercapai maka informasi yang menyangkut aspek- aspek manajemen, pembelajaran, dan pemahaman bersama yang tersimpan dalam suatu lingkungan yang dapat dikolaborasikan melalui CDE antar-*stakeholder* yang meliputi proses konseptual, pelaksanaan, hingga pemeliharaan (PUPR, 2018) dapat segera diwujudkan secara luas. Kolaborasi antar-organisasi/ industri AECO dapat berlangsung karena masing- masing dari mereka telah memiliki library objek BIM maupun sistem basisdata dalam lingkungan yang bersifat terbuka/ *open access*.

Berkaitan dengan pengelolaan data, Moreno menyatakan bahwa BIM-FM perlu menggunakan *dynamic data feeding*, yang terdiri dari dua jenis, yakni *the regularly acquired environmental sensor information and the sporadic building intervention records* (Moreno et al., 2022). Data yang dikumpulkan melalui berbagai sensor maupun masukan manual tetap

memerlukan wahana penyimpanan yang handal dalam bentuk basisdata. Apabila data telah terorganisir dengan baik dalam suatu basisdata, maka akan dapat menjamin kualitas informasi yang dihasilkan yang dapat diambil dengan berbagai cara dan metode baik secara *realtime* (Davtalah, 2017), *online*, maupun *offline*.

Peta Jalan Penelitian dan Studi Pendahuluan yang telah Dilakukan

Penelitian ini merupakan bagian dari bidang kajian Sistem Informasi dan Manajemen Pemeliharaan dan Perawatan Gedung (SIMPPG) yang telah memiliki peta jalan penelitian sejak tahun 2013 hingga sekarang. Bidang kajian SIMPPG merupakan bagian dari *Intelligent System Research Interest* pada cabang *Civil Engineering Intelligent System*. Subbidang kajian *Civil Engineering Intelligent System* memiliki tiga ranting kajian yang terdiri dari *Material Analysis*, *Structural Analysis*, dan *Civil Engineering Management*. Bidang kajian ini meliputi penelitian basisdata dan pengambilan keputusan berbasis komputer yang mendukung pengelolaan dan pendidikan/ pelatihan pemeliharaan dan perawatan gedung. Penelitian yang berkaitan dengan *Civil Engineering Management* terdiri dari empat kelompok, yakni *Maintenance Management*, *Project Management*, *Construction Management*, dan *Emergency Management*.

Masing-masing kelompok memiliki fokus penelitian yang unik yang diharapkan akan menghasilkan kajian-kajian yang lebih mendalam.

Khusus untuk kajian *Maintenance Management* saat ini difokuskan pada enam aspek manajemen pemeliharaan dan perawatan komponen bangunan gedung terkait basisdata dan pengambilan keputusan berbasis komputer yang mendukung pengelolaan dan pendidikan/ pelatihan pemeliharaan dan perawatan gedung.

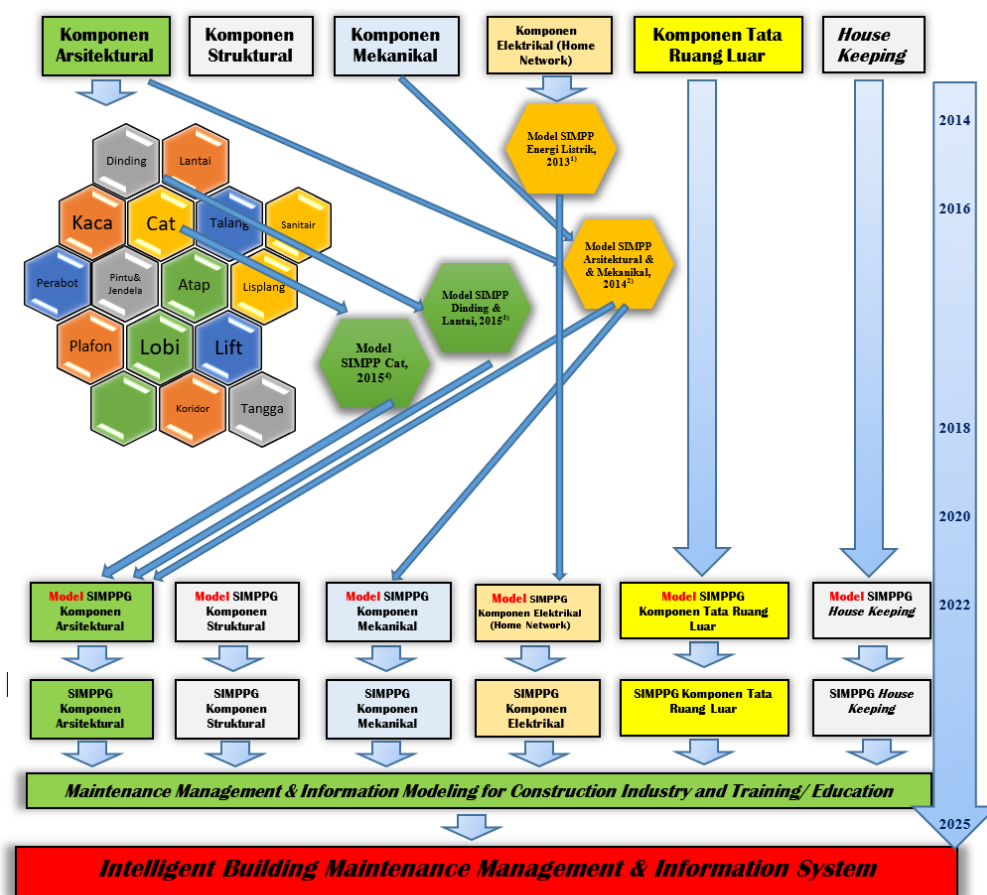
Peta Jalan Konstelasi Riset “Sistem Informasi dan Manajemen Pemeliharaan dan Perawatan Gedung (SIMPPG)”

Penelitian terkait basisdata dan pengambilan keputusan berbasis komputer telah dilakukan sejak tahun 2013 hingga 2020 dengan melibatkan mahasiswa program Sarjana Terapan Politeknik Negeri Semarang. Berdasarkan peta jalan konstelasi penelitian ini mahasiswa dapat memilih satu topik sebagai skripsi kesarjanaannya dengan bimbingan dosen. Berikut ini ditampilkan Peta Jalan Konstelasi Riset “Sistem Informasi dan Manajemen Pemeliharaan dan Perawatan Gedung (SIMPPG)” (Gambar 1).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan berdasarkan roadmap tersebut diantaranya seperti berikut ini.

- a. Sasongko, W.A., Ayuningtyas, Y.D.M., Santosa, S., 2013, Strategi Pengelolaan Energi Listrik Hotel Ciputra Semarang Berbasis Komputer.
- b. Aynatuzzahiroh, A., Saputra, E.R., Santosa, S., Hartono, N. 2014, SIMPP Menara Suara Merdeka - Dinding, Lantai, Plafon, Kaca, ACP, AC.

- c. Akhmad, H.L., Nafi, M., Santosa, S., Sugiharto. 2015, SIM Pembiayaan Pemeliharaan dan Perawatan Dinding dan Lantai Gedung Rumah Sakit Sunan Kalijaga Demak.
- d. Pambudi, B.D., Ardianto, D.A., Santosa, S., Setiawan, D.B. 2015. Sistem Informasi Manajemen Pemeliharaan dan Perbaikan Cat Gedung Kantor Terminal Petikemas Semarang.
- e. Astrianto, T.H.A., Hidayat, F.M., Santosa, S., Budi, B.S. 2016. Sistem Informasi Manajemen Perawatan dan Perbaikan Plafon.
- f. Putra, D., Rianto, F., Santosa, S. Martono. 2018. Penentuan Skala Prioritas Pemeliharaan Gedung C L2DIKTI Wilayah VI Menggunakan Metode Analytical Hierachy Process (AHP).



©Stefanus Santosa 2013-2023. Civil Eng. Intelligent System Research – Civil Eng. Management Roadmap

Gambar 1. Roadmap Konstelasi Riset “Sistem Informasi dan Manajemen Pemeliharaan dan Perawatan Gedung (SIMPPG)”

- g. Wardani, K.A., Herman, U., Santosa, S., Rochadi, M.T. 2019. Analisis Skala Prioritas Perawatan Gedung Paragon Mall Semarang dari Sudut Pandang Tenant dengan

- Metode Analytical Hierarchy Process (AHP).
- h. Santosa, S. dkk. 2020. Desain Basisdata Perawatan Instalasi Listrik guna Penyusunan Common Data Environment-Building Information Modeling (CDE-BIM).

METODE PENELITIAN

Identifikasi dan Analisis Kebutuhan

Observasi untuk identifikasi kebutuhan dilaksanakan ke supervisor, teknisi, dan para staf *Engineering Departement* di gedung Hotel GranDhika Pemuda Semarang yang beralamatkan di Jalan Pemuda No.80-82, Kembang Sari, Kota Semarang, Jawa Tengah 50132. Informasi mengenai kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan pemeliharaan komponen arsitektur gedung meliputi alat, bahan, pelaksana, penanggung jawab, metode atau SOP, proses, dan pelaporan kegiatan baik pada tahap persiapan, pelaksanaan, maupun pemeriksaan hasil. Hasil identifikasi kebutuhan kemudian dianalisis dan dideskripsikan sebagai pedoman desain.

Desain Basisdata

Informasi yang diperoleh dari hasil

analisis kebutuhan kemudian digunakan untuk menyusun *Entity Relationship Diagram* (ERD) sebagai metode desain basisdata (Elmasri & Navathe, 2016). Hasilnya berupa diagram yang mengandung entitas, atribut, relasi antar-entitas, rasio kardinalitas antar-entitas, dan kunci primer. Diagram ERD ini kemudian dianalisis agar dapat menyajikan seluruh informasi yang dibutuhkan oleh teknisi dan pihak manajemen pemeliharaan instalasi gedung, baik informasi rutin maupun informasi yang bersifat investigatif. Bila struktur ERD sudah mampu menyediakan seluruh informasi yang dibutuhkan oleh teknisi dan pihak manajemen pemeliharaan instalasi gedung, maka dilakukan pemetaan ERD ke tabel relasional (Santosa. 2020). Pada model relasional, data dipilah - pilah ke dalam berbagai tabel dua dimensi. Setiap tabel harus memiliki kunci dan selalu terdiri atas lajur mendatar yang disebut baris data (row/ record) dan lajur vertikal yang biasa disebut dengan kolom (column/ field). Pemetaan ERD ke tabel dilakukan dengan mengikuti rules yang ada (Mohammed. 2015), sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Rules Pemetaan ERD ke Tabel

Rules	Atribut
Setiap Entitas Kuat (E)	PKey + Attr-nya
Setiap Relasi(R) Entitas lemah(EL) dari Entitas(E)	PKey (E) + Attr (EL) + Attr (R)
Relasi (R) dg Cardinality Rasio Many to Many	PKey (E1) + PKey (E2) + ... + Attr R
Relasi (R) dg Cardianality Rasio One (E1) to many (E2) atau One to One	Tidak dibentuk table. Bergabung ke table Entitas E2 (many) = PKey (E2) Attr (E2) + Attr R + PKey (E1)
Multivalued Attribute Entitas (E)	PKey (E) + Multivalued Attr
Composite Attribute Entitas (E)	PKey (E) + Atribut dari Composite Attribute

Pengembangan Model Basisdata

Pada model relasional, tahapan pengembangan basisdata dilakukan melalui pemetaan Entity Relationship Diagram (ERD) ke dalam bentuk tabel-tabel relasional dua dimensi. Setiap tabel selalu terdiri atas lajur mendatar yang disebut baris data (row/ record) dan lajur vertikal yang biasa disebut dengan kolom (column/ field).

Pengujian Model Basisdata

1. Uji Verifikasi

Uji Verifikasi dilakukan melalui suatu query dari yang sederhana hingga sangat kompleks. Data dari query yang dimasukkan sebagai variabel pengujian digunakan untuk mengidentifikasi kunci tabel (key). Kunci dari setiap tabel menjadi acuan perolehan semua informasi yang terdapat dalam tabel. Sering terjadi informasi yang dibutuhkan melibatkan banyak kunci tabel. Bila demikian, maka akan dilakukan proses yang sama hingga diperoleh hasil berupa informasi/ laporan.

2. Uji Validasi

Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan pengguna (User) sebagai responden, sejumlah 30 orang. Setiap responden diberikan kuesioner yang berisi pernyataan yang mencakup dua aspek kompetensi yaitu aspek service quality dan aspek isi/ materi kepada pengguna (user), untuk menguji model basisdata dalam memperoleh, menyimpan, dan menyediakan data untuk kebutuhan suatu sistem informasi. Sebelumnya kuesioner basisdata diuji validitas dan reliabilitasnya yang dilakukan dengan menggunakan metode Uji Cronbach's Alpha. Kuesioner terdiri dari beberapa pernyataan dengan skor berdasarkan skala Likert dari skala 1 sampai dengan 5. Lihat Tabel 2 di bawah. Hasil kuesioner dianalisis secara kuantitatif dengan rumus (1) seperti di bawah. Sedangkan persentase kelayakan seluruh pernyataan digunakan untuk menentukan kategori kelayakan model basisdata yang dikembangkan berdasarkan skala pada Tabel 3 di bawah.

Tabel 2. Pedoman Penilaian Skor Pengujian Model Basisdata

Kriteria	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Ragu- Ragu	3
Kurang Setuju	2
Tidak Setuju	1

$$\text{Skor Rata-Rata} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah Responden}}$$

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor rata-rata}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Tabel 3. Skala Persentase Kelayakan

Persentase Kelayakan	Kategori
81 – 100 %	Sangat Layak
61 – 80 %	Layak
41 – 60 %	Cukup Layak
21 – 40 %	Tidak Layak
< 21%	Sangat Tidak Layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Kebutuhan Informasi Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung

Dari proses observasi di *Engineering Departement* Hotel Grandhika Pemuda Semarang diperoleh hasil tentang informasi yang dibutuhkan Pengelola Hotel untuk pengelolaan pemeliharaan dan perbaikan lantai yang terdiri dari daftar teknisi, tanggal pelaksanaan, daftar item pekerjaan, daftar lokasi pekerjaan, daftar kebutuhan bahan, daftar kebutuhan peralatan, dan biaya.

Hasil Desain Basisdata

Dari hasil analisis kebutuhan informasi pemeliharaan lantai dilakukanlah identifikasi entitas atribut-atribut, relasi

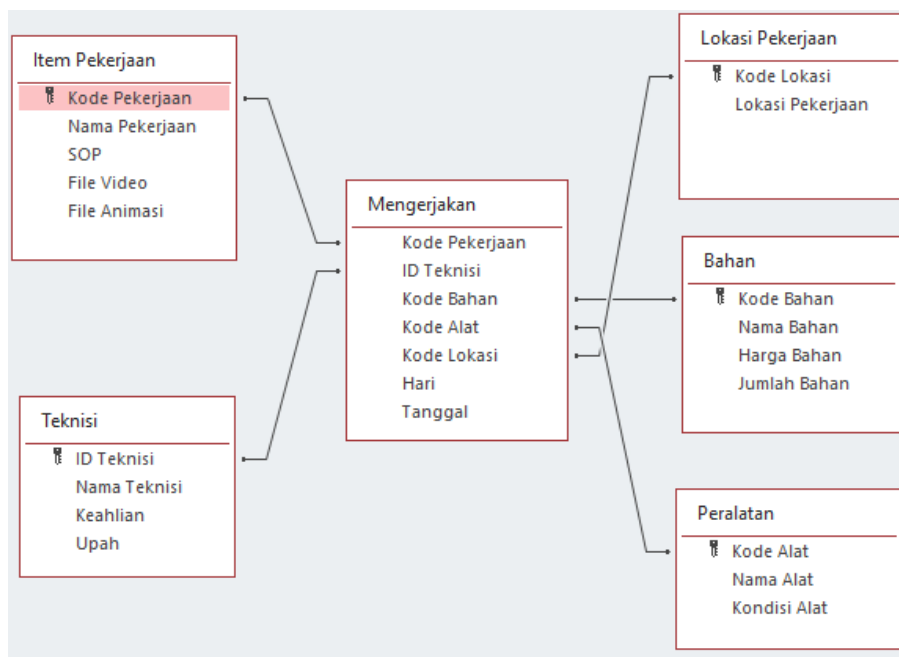
antar-entitas, *cardinality ratio*, *participation*, dan *rules* yang diperlukan dalam proses pemeliharaan. Hasil ini kemudian dipetakan ke dalam *Entity Relationship Diagram (ERD)* seperti pada Gambar 2. Sedangkan hasil pemetaan *Entity Relationship Diagram (ERD)* ke dalam bentuk tabel-tabel relasional adalah seperti pada Gambar 3.

Hasil Pengembangan Basisdata

Hasil pengembangan basisdata menjadi tabel informasi yang saling berhubungan sebagai model basisdata pengelolaan pemeliharaan arsitektur seperti pada Tabel 4 hingga Tabel 9 di bawah.



Gambar 2. ERD (Entity Relationship Diagram) Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung



Gambar 3. Relationship Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung

Tabel 4. Item Pekerjaan

Kode Pekerjaan	Nama Pekerjaan	SOP	File Video	File Animasi
K01	Perbaikan Lantai Keramik Pecah	https://drive.google.com/file/d/1jc5PvJK12YIeF9rzVbldmW-oD6gxmAL/view?usp=sharing	https://drive.google.com/file/d/1zTFZkrP4Zy_qz8l_QY6X00XdWd2aTFg/view?usp=sharing	https://drive.google.com/file/d/1_dCbrWkioM_El5qa2IsVqVUeX4tANamn/view?usp=sharing
K02	Perbaikan Lantai Keramik Terangkat	https://drive.google.com/file/d/1SsqwZ2XFhp91dl3y675HhNuZWzmpw3l/view?usp=sharing	https://drive.google.com/file/d/14Za0AVZYEE1cKTjSJH6y5fxamigCB5qd/view?usp=sharing	https://drive.google.com/file/d/1TW0X8MzO3gZonq0Pfk_m2BelwUFxcp-R/view?usp=sharing

Tabel 5. Bahan

Kode Bahan	Nama Bahan	Harga Bahan	Jumlah Bahan
B1	Keramik (bh)	Rp 60,000	6
B2	Semen (kg)	Rp 56,000	40
B3	Bubuk Nat (pcs)	Rp 15,000	1
B4	Pasir (m3)	Rp 295,000	1
B5	Lem Putih (pcs)	Rp 25,000	1
dst...	...dst...		

Tabel 6. Lokasi Pekerjaan

Kode Lokasi	Lokasi Pekerjaan
L1	Lobby
L2	Ruang Tamu
L3	Ruang Keluarga
L4	Kamar Utama
L5	Kamar Mandi
L6	Ruang Makan
L7	Dapur
L8	Gudang
L9	Hall
L10	Parkir
...dst....	

Tabel 7. Daftar Peralatan

Kode Alat	Nama Alat	Kondisi Alat
Aa	Cutter Gerinda 1	Baik
Ab	Cutter Gerinda 2	Rusak
Ac	Pahat 1	Baik
Ad	Pahat 2	Baik
Ae	Waterpass	Baik
Af	Kuas 1	Baik
Ag	Kuas 2	Baik
Ah	Palu Karet 1	Rusak
Ai	Palu Karet 2	Baik
Aj	Sekop Tangan 1	Rusak
Ak	Sekop Tangan 2	Baik
Al	Ember	Baik
Am	Kape	Baik
An	Kabel Roll	Baik
..dst..		

Tabel 8. Teknisi

ID Teknisi	Nama Teknisi	Keahlian	Upah
T101	Ahmad Bagus	Tukang Batu	Rp125,000
T102	Aldi Santosa	Tukang Batu	Rp125,000
T103	Fery Budi	Tukang Batu	Rp120,000
T104	Parmadi	Tukang Batu	Rp120,000
T105	Radi Ramadhan	Tukang Batu	Rp125,000
..dst..			

Tabel 9. Daftar Pekerjaan (dari relasi ‘Mengerjakan’)

Kode Pekerjaan	ID Teknisi	Kode Bahan	Jml Bahan	Kode Alat	Kode Lokasi	Hari	Tgl	Biaya (dihitung oleh sistem)
K01	T101	B1	3	Ac	L1	Senin	06 Juli 2020	Rp 281.500,-
K01	T104	B2	1	Ad	L1	Senin	06 Juli 2020	
K02	T105	B3	2	Aj	L2	Sabtu	08 Juli 2023	Rp 180.000,-
K02	T105	B5	1	Aj	L2	Sabtu	08 Juli 2023	
K02	dst							

Hasil Pengujian Model Basisdata Pengelolaan Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung

1. Hasil Uji Verifikasi

Uji verifikasi dilakukan untuk memastikan basisdata yang disusun telah memenuhi kaidah (rules) dan standar terkait integritas data, konsistensi, non-redundant, keseragaman penyajian, dan aspek pemakaian bersama. Pengujian dilakukan mulai dari query yang sederhana hingga kompleks dengan sampel data pemeliharaan lantai. Apabila semua query yang diujikan dapat terpenuhi, maka dapat disimpulkan basisdata tersebut telah memenuhi kaidah tersebut di atas. Langkah/ proses uji verifikasi basisdata sebagai berikut. Mencari pekerjaan yang dilaksanakan pada tanggal 6 Juli 2020.

- Memasukkan data tanggal 6 Juli 2020.
- Dari tabel Daftar Pekerjaan berdasarkan data tanggal 6 Juli 2020 diperoleh kode pekerjaan K01.
- Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan kode pekerjaan K01 untuk mencari nama pekerjaan di tabel Item Pekerjaan.

d. Dari tabel Item Pekerjaan diperoleh nama pekerjaan: ‘Perbaikan Lantai Keramik Pecah’.

Hasil pencarian data pekerjaan yang dilaksanakan pada tanggal 6 Juli 2020 yang diperoleh adalah: ‘Perbaikan Lantai Keramik Pecah’.

Mencari lokasi pekerjaan yang menggunakan lem putih dan alat yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan.

- Memasukkan data lem putih.
- Dari tabel Bahan berdasarkan data lem putih diperoleh kode bahan B5.
- Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan kode bahan B5 untuk mencari kode alat dan kode lokasi di tabel Daftar Pekerjaan.
- Dari tabel Daftar Pekerjaan diperoleh kode alat adalah Aj dan kode lokasi pekerjaan L2
- Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan kode alat Aj di Tabel Alat untuk mencari alat yang digunakan dan diperoleh ‘Sekop Tangan 1’.
- Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan kode lokasi pekerjaan L2 untuk mencari lokasi pekerjaan di tabel Daftar Pekerjaan dan diperoleh lokasi pekerjaan adalah di ‘Ruang Tamu’.

Hasil pencarian data tentang lokasi pekerjaan yang menggunakan lem putih dan alat yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan adalah: pekerjaan dilaksanakan di Ruang Tamu dengan menggunakan alat 'Sekop Tangan 1'.

Mencari nama teknisi yang melaksanakan pekerjaan pada tanggal 8 Juli 2020, jenis keahliannya, biaya pekerjaan, dan lokasi pekerjaannya.

- a. Memasukkan data tanggal 8 Juli 2020.
- b. Dari tabel Daftar Pekerjaan berdasarkan data tanggal 8 Juli 2020 diperoleh ID Teknisi T105.
- c. Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan ID Teknisi T105 untuk mencari nama teknisi dan keahliannya dari tabel Daftar Teknisi. Diperoleh nama teknisi, yakni Radi Ramadhan dengan keahlian sebagai tukang batu.
- d. Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan Kode Pekerjaan K02 untuk mencari biaya pekerjaan. Pada tabel Daftar Pekerjaan dengan Kode Pekerjaan K02 pada kolom Biaya diperoleh data biaya pekerjaan sebesar Rp. 180.000,-.
- e. Sistem penelusuran selanjutnya menggunakan Kode Lokasi Pekerjaan L2 untuk mencari lokasi pekerjaan di tabel Daftar Pekerjaan.
- f. Dari tabel Daftar Pekerjaan dengan menggunakan Kode Lokasi

Pekerjaan L2 diperoleh lokasi pekerjaan adalah di 'Ruang Tamu'.

Hasil pencarian data nama teknisi yang melaksanakan pekerjaan pada tanggal 8 Juli 2020, jenis keahliannya, biaya pekerjaan, dan lokasi pekerjaannya adalah: pelaksana pekerjaan bernama Radi Ramadhan, dengan keahlian sebagai tukang batu, biaya pekerjaan Rp. 180.000,- dan lokasi pelaksanaan pekerjaan di Ruang Tamu.

2. Hasil Uji Validasi Basisdata ke Pengguna (User)

Tahap pengujian selanjutnya setelah uji verifikasi yaitu pengujian validasi model basisdata. Pengujian verifikasi tidak cukup untuk mengambil suatu kesimpulan tentang kehandalan model basisdata yang diperoleh sekali pun sudah didasarkan pada teori dan metode uji sesuai standar. Pengujian validasi model basisdata merupakan pengujian langsung oleh pengguna dengan karakteristik yang berbeda dengan berbagai tingkat pemahaman dan kemampuan yang berbeda yang dilengkapi dengan kuesioner ke pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan cara mendemokan model basisdata kepada pengguna, kemudian pengguna diminta respon dan komentarnya terhadap model basisdata yang dihasilkan. Aspek- aspek kuesioner yang digunakan yaitu Aspek *Service Quality* dan Aspek Materi dengan kisi-kisi sebagai berikut.

Tabel 10. Kisi-Kisi Kuesioner Basisdata oleh Pengguna (User)

No	Aspek	No Butir	Jumlah Butir
1	<i>Service Quality</i>	1,2,3,4,5	5
2	Materi	6,7,8	3
	Jumlah		8

Analisis Hasil Pengujian Model Basisdata Pengelolaan Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung

1. Analisis Hasil Pengujian Basisdata ke Pengguna (User)

Sebelumnya kuesioner basisdata diuji validitas dan reliabilitasnya dengan menggunakan metode Uji Cronbach's Alpha. Dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas yaitu jika nilai Cronbach's Alpha > 0,6 maka kuesioner dinyatakan reliabel/konsisten (Singgih, 2015). Untuk jumlah responden 10, terlihat bahwa pertanyaan P1 hingga P8 memiliki nilai < 0.778 yang menandakan bahwa pertanyaan P1 hingga P8 sudah valid sedangkan untuk uji reliabilitas dilihat dari tabel Reliability Statistic menunjukkan bahwa nilai Cronbach's Alpha = 0.778 > 0,6 maka dinyatakan reliabel. Kuesioner yang sudah valid dan reliabel tersebut kemudian disebarakan ke pengguna.

Pengujian oleh pengguna/responden merupakan pengujian kelayakan model basisdata pengelolaan pemeliharaan komponen arsitektur gedung dengan sampel data pemeliharaan lantai. Sebagai responden pengujian basisdata ini adalah dosen/ tenaga pengajar, Engineering Department Hotel Grandhika Pemuda Semarang,

mahasiswa, dan masyarakat umum. Hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut.

2. Pengujian Aspek Service Quality

Hasil penilaian user terhadap rancangan basisdata pada kuesioner '1. Basisdata dapat digunakan kapan saja.' diperoleh sebesar 80% responden (63% setuju dan 27% sangat setuju) mendukung bahwa basisdata yang dirancang dapat digunakan kapan saja dengan status data terbaru sehingga pengguna dapat secara leluasa mengakses basisdata tersebut tanpa harus terpaku oleh waktu atau data usang. Dari kuesioner nomor '2. Basisdata dapat digunakan dimana saja' diperoleh hasil sebesar 63% responden setuju bahwa rancangan basisdata tersebut dapat digunakan dimana saja. Hal ini sangat diperlukan sehingga pengguna tidak perlu pergi ke tempat database utama tersimpan sehingga memudahkan pengguna. Pada kuesioner nomor '3. Basisdata mudah digunakan' didapatkan hasil yaitu sebesar 90% responden (60% setuju dan 30% sangat setuju) menyatakan bahwa basisdata mudah digunakan dalam hal pengoperasiannya. Hal ini menunjukkan semua pengguna dapat mengakses basisdata untuk mencari informasi yang dibutuhkan sesuai

dengan tingkat kewenangannya.

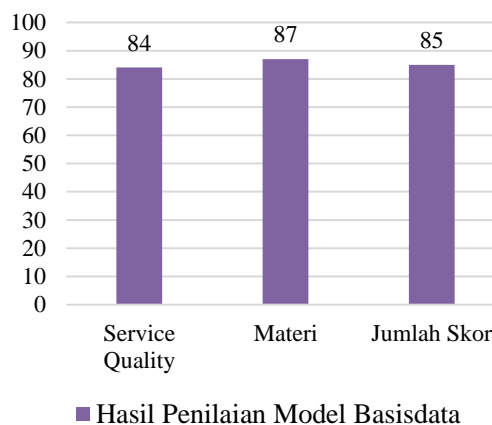
Berdasarkan kuesioner nomor '4. Penerapan basisdata mempermudah pengguna menyimpan informasi perbaikan' didapatkan hasil sebesar 94% responden (37% dan 57% sangat setuju) menyatakan bahwa basisdata mempermudah pengguna untuk menyimpan informasi yang dibutuhkan dalam pemeliharaan rantai keramik. Dari kuesioner nomor '5. Pengguna dapat menggunakan tanpa instruksi tertulis' didapatkan hasil sebesar 50% responden setuju bahwa rancangan basisdata dapat dengan mudah digunakan tanpa adanya suatu instruksi tertentu.

3. *Pengujian Aspek Materi*

Pada kuesioner nomor '6. Basisdata mudah dipahami' didapatkan hasil sebesar 80% responden (53% setuju dan 27% sangat setuju) menyatakan bahwa materi yang disajikan oleh basisdata mudah dipahami. Dari hasil kuesioner nomor '7. Model basisdata yang dibuat memiliki informasi yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna' didapatkan hasil sebesar 87% responden (50% setuju dan 37% sangat setuju) menyatakan bahwa model basisdata yang dibuat memiliki informasi yang diperlukan dalam pemeliharaan rantai keramik sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dari kuesioner nomor '8. Informasi yang terdapat pada Basisdata sudah lengkap' didapatkan hasil sebesar 93% responden (53% setuju dan 40% sangat setuju) menyatakan bahwa informasi yang disajikan oleh basisdata sudah lengkap dan memuat semua informasi

yang diperlukan dalam pemeliharaan rantai keramik.

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui kategori kelayakan basisdata yang telah dirancang. Hal ini dilakukan dengan memberikan formulir penilaian kepada responden sebanyak 30 orang dengan kuesioner yang terdiri dari 5 item aspek uji service quality dan tiga aspek uji materi. Setiap item diberikan skor 1 – 5 dengan kategori 'tidak setuju' sampai dengan 'sangat setuju'. Hasil uji kelayakan model basisdata oleh responden tercantum dalam diagram berikut ini.



Gambar 5. Histogram Hasil Uji Kelayakan Model Basisdata

Hasil uji kelayakan model basisdata ditinjau secara parsial dari aspek service quality diperoleh skor 84% dan aspek materi memperoleh skor 87%, sedangkan secara keseluruhan/ utuh hasil uji kelayakan model basisdata memperoleh skor 85%. Berdasarkan Tabel 4.3 Skala Persentase Kelayakan, aspek service quality dengan skor 84% model basisdata ini termasuk dalam kategori

“sangat layak” karena berada pada range 81% - 100%. Demikian juga dari aspek materi dengan skor 87% model basisdata ini termasuk dalam kategori “sangat layak”. Secara keseluruhan/ utuh hasil uji kelayakan menunjukkan skor 85% yang memiliki arti model basisdata termasuk dalam kategori “sangat layak”. Dengan demikian dinilai secara utuh maupun parsial model basisdata ini sangat layak untuk diterapkan sebagai pendukung informasi yang dibutuhkan dalam pengelolaan pemeliharaan dan perawatan lantai keramik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian model basisdata yang dibutuhkan dalam pengelolaan pemeliharaan dan perawatan komponen arsitektur gedung dengan sampel data uji pemeliharaan lantai, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model basisdata yang diperoleh memiliki kategori “sangat layak” secara keseluruhan maupun parsial ditinjau dari aspek service quality dan aspek materi. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa metode dan teknik desain yang teruji dalam menyediakan informasi yang akurat, tidak tumpang tindih, dan efisien yang dibutuhkan dalam pengelolaan data material, peralatan, pelaksana, jenis pekerjaan, jadwal, dan biaya selama tahap pemeliharaan dan perawatan komponen arsitektur gedung dapat terpenuhi dengan tepat melalui pendekatan basisdata relasional dan pengujian verifikasi dan validasi.

Hasil penelitian ini menjadi sangat penting, terutama terkait

penyediaan basisdata yang terintegrasi agar diperoleh kualitas informasi yang tinggi guna mendukung perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan komponen arsitektur gedung. Bagi pengembangan ilmu khususnya Komputasi Teknologi Pembelajaran Pemodelan Bangunan hasil penelitian ini memberikan kontribusi berupa Model Basisdata Pemeliharaan Komponen Arsitektur Gedung yang dapat diterapkan di industri maupun dunia pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian hingga penulisan artikel ini telah berlangsung dengan lancar. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Semarang yang telah menyediakan dana bagi kegiatan ini dan manajemen *Engineering Departement Hotel GranDhika Pemuda Semarang* sebagai subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnaggar, A., & Pitt, M., 2019, Towards a conceptual framework to manage BIM/COBie asset data using a standard project management methodology. *Journal of Facilities Management*, 17(2), 175–187.
- ARCHIBUS - People, Place and Purpose*. (n.d.). ARCHIBUS.
- Chen, C., & Tang, L., 2019, BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. *Automation in Construction*, 107, 102944.

- Chen, W., Chen, K., Cheng, J.C.P., Wang, Q., & Gan, V.J.L., 2018, BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. *Automation in Construction*, 91, 15–30.
- Davtalab, O., 2017, Benefits of Real-Time Data Driven BIM for FM Departments in Operations Control and Maintenance. *Computing in Civil Engineering 2017*, 202–210.
- Elmasri, R., & Navathe, S., 2016, *Fundamentals of database systems* (6th ed). Addison-Wesley.
- Ensafi, M., & Thabet, W., 2021, Challenges and gaps in facility maintenance practices. *EPiC Series in Built Environment*, 2, 237–245.
- Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P., 2019, BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 39, 227–247.
- Heaton, J., Parlikad, A.K., & Schooling, J., 2019, Design and development of BIM models to support operations and maintenance. *Computers in Industry*, 111, 172–186.
- HOME*. (n.d.). EcoDomus.
- Integrated Workplace Management System (IWMS) / FM: Systems*. (2019, May 6).
- Maximo Application Suite—Overview*. (2021, March 26).
- Moreno, J.V., Machete, R., Falcão, A.P., Gonçalves, A. B., & Bento, R., 2022, Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building. *Buildings*, 12(5), Article 5.
- Nicał, A.K., & Wodyński, W., 2016, Enhancing Facility Management through BIM 6D. *Procedia Engineering*, 164, 299–306.
- Revit | BIM Software | Autodesk Official Store*. (n.d.).
- Sadeghi, M., Elliott, J.W., Porro, N., & Strong, K., 2019, Developing building information models (BIM) for building handover, operation and maintenance. *Journal of Facilities Management*, 17(3), 301–316.
- Tekla Structural Designer*. (2015, March 10). Tekla.